

www.jeuilin.com

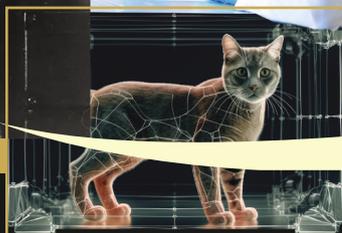
EXP

Expériences Scientifiques & Techniques

UNIVERSITÉS - ECOLES D'INGÉNIEURS - CPGE - IUT - BTS

depuis 101 ans à vos côtés

Erwin Schrödinger
(1887-1961), physicien,
imagine en 1935
l'expérience de pensée
nommée aujourd'hui :
«Le chat de Schrödinger».



MÉCANIQUE
ONDES
PROPRIÉTÉS DE LA MATIÈRE
OPTIQUE
ELECTRICITÉ
ELECTROMAGNÉTISME
PHYSIQUE MODERNE
SCIENCES DE L'INGÉNIEUR
CHIMIE
SVT



Expériences Scientifiques & Techniques

Fort de plus d'un siècle d'expérience, Jeulin est fier de proposer des solutions pédagogiques innovantes et de haute qualité dans le domaine des sciences et de la technologie, répondant aux besoins des enseignants et des étudiants.

Après nos catalogues collèges, lycées, Jeulin Sup et Polytech Instrumentation, nous sommes ravis de vous présenter ce catalogue de travaux pratiques destinés à l'enseignement supérieur.

Notre gamme de physique s'appuie sur les marques reconnues Simpo, Ovio et Dida Concept, offrant des instruments d'optique précis, fiables et faciles d'utilisation. Ces équipements permettent aux étudiants d'aborder toutes les thématiques de l'optique.

Notre implication dans l'Institut Photonique témoigne de notre engagement à promouvoir le développement des sciences dans l'éducation.

Ce catalogue comprend une sélection des meilleurs produits Phywe et Lucas Nulle, inspirés d'expériences de 50 prix Nobel, dont Jeulin est le représentant exclusif en France.

En 2023, nous avons été honorés de recevoir deux Worlddidac Awards pour nos innovations : notre ensemble PCR/Electrophorèse en biologie moléculaire, qui permet aux étudiants de réaliser facilement et efficacement des amplifications d'ADN, et notre logiciel de microscopie Idol, favorisant la collaboration et l'apprentissage interactif grâce à ses fonctionnalités avancées et son interface intuitive.

Ensemble, contribuons à former les scientifiques et les ingénieurs de demain, capables de repousser les limites de notre compréhension du monde et de développer des technologies innovantes au service de l'humanité.

En choisissant Jeulin, vous faites confiance à un partenaire dévoué à la réussite de vos projets pédagogiques et à la formation des scientifiques et ingénieurs de demain. **Découvrez notre catalogue et profitez de notre expertise, alliant rigueur scientifique, innovation et qualité française.**

Bonne découverte !

MÉCANIQUE

4-23

ONDES

24-32

PROPRIÉTÉS DE
LA MATIÈRE

33-50

OPTIQUE

51-114

ELECTRICITÉ

115-144

ELECTROMAGNÉTIQUE

145-152

PHYSIQUE MODERNE

153-161

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

162-175

CHIMIE

176-191

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

192-226



PEFC

PEFC/04-31-1267

Certifié PEFC

Ce produit est issu de
forêts gérées
durablement, de
sources recyclées et
contrôlées

www.pefc-france.org

Une équipe commerciale à votre écoute



jeulin.com



N°Cristal 09 69 32 02 10

APPEL NON SURTAXE

+33 2 32 29 40 23 pour l'international



02 32 29 43 99

+33 2 32 29 43 24 pour l'international



contact@jeulin.com

export@jeulin.fr pour l'international
N'hésitez pas à nous contacter pour
obtenir des informations sur un produit



Jeulin

468 rue Jacques-Monod, CS 21900
27019 Evreux cedex, France

MÉCANIQUE

Bienvenue dans ce premier chapitre consacré à la mécanique, branche fondamentale de la physique, qui étudie les mouvements et les équilibres des systèmes sous l'action de forces. Elle constitue un pilier essentiel de l'enseignement supérieur en sciences et ingénierie, et est à l'origine de nombreuses avancées technologiques et scientifiques.

Jeulin, société française centenaire spécialisée dans les travaux pratiques d'expériences scientifiques, se distingue par son engagement constant en faveur de l'innovation et de la qualité. Nous sommes fiers de vous présenter **notre table à mobiles jet d'encre, lauréate du prestigieux Worlddidac Award**, qui illustre parfaitement notre volonté de repousser les limites de l'apprentissage et de l'enseignement.

Cette table innovante permet aux étudiants d'étudier les mouvements et les trajectoires des objets avec une grande précision pour vos travaux pratiques de mécanique dynamique.

Que vous soyez enseignant en physique, en ingénierie ou dans tout autre domaine lié à la mécanique, notre catalogue saura répondre à vos besoins pédagogiques. En offrant à vos étudiants la possibilité d'explorer concrètement les principes mécaniques, vous les aiderez à mieux comprendre cette discipline fondamentale et à se préparer aux défis technologiques de demain.

Rejoignez-nous dans notre mission d'innover et d'éclairer les esprits pour former les scientifiques et ingénieurs de demain.

CONSERVATION DE LA QUANTITÉ DE MOUVEMENT SUR BANC MÉCANIQUE



- Chocs élastiques et inélastiques

- Conservation de l'énergie mécanique

- conservation de la quantité de mouvement

- Mouvement rectiligne

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est de comprendre les lois de la conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie mécanique lors des collisions (chocs). Lors de la collision, la somme des forces externes au système constitué de 2 chariots est nulle. Nous considérons le système dont le frottement est négligeable (principe d'inertie), la conséquence est que la quantité de mouvement $p = m.v$ se conserve.

2 CAS DE FIGURE SE PRÉSENTENT :

- Collisions avec accrochage

Le choc avec accrochage constitue la situation extrême parmi les collisions inélastiques. Les 2 chariots vont rester accrochés après le choc, des aimants fournis avec les chariots permettent d'assurer ce maintien.

La vitesse en sortie du choc vérifie la relation $V' = [mA / (mA + mB)] \times V$. Mesure expérimentale : pour $m_A = m_B$, déterminer v et v' et comparer les résultats pour plusieurs vitesses. Ajouter ensuite une masse connue au chariot B et reproduire les mesures précédentes. Représenter graphiquement $v' = f(v_A)$

- Collisions élastiques

Dans ce cas de figure, il y a conservation de la quantité de mouvement mais également de l'énergie mécanique Positionner les 2 accessoires pour chocs élastiques. En appliquant la conservation de l'énergie mécanique on obtient : $[mA v_A^2]/2 = [mA v_A'^2]/2 + [mB v_B'^2]/2$. 2 accessoires pour chocs élastiques permettent de mettre en œuvre cette expérience.

Mesure expérimentale : pour $m_A = m_B$, déterminer les vitesses avant et après le choc de chaque chariot. Ajouter ensuite une masse connue au chariot B et reproduire les expériences précédentes. Représenter graphiquement $v_B' = f(v_A)$ et $v_A' = f(v_A)$. Calculer et tracer l'énergie mécanique pour vérifier qu'il y a bien conservation avant et après le choc.

COMPOSITION : Réf 322084

- Banc de mécanique en aluminium (réf 322082)
- Détecteur infrarouge

- Logiciel Trajectoire



Thèmes abordés

- Principe d'inertie
- Trajectoires paraboliques
- Mouvements rectilignes et circulaires uniformes et accélérés
- Modes de propulsion par réaction
- Conservation de la quantité de mouvement (chocs élastiques et inélastiques)

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le principe de ce TP de mécanique dynamique est d'étudier des trajectoires en introduisant la notion de référentiel. Le mobile à coussin d'air permettra d'aborder facilement le principe d'inertie. Puis l'étudiant mettra en œuvre des mouvements rectilignes et circulaires, uniformes et uniformément accélérés en vue de déterminer les vitesses et accélérations respectives, et prolongera l'étude sur les chocs et la conservation de la quantité de mouvement et enfin les trajectoires paraboliques à l'aide d'un lanceur calibré et l'inclinaison réglable de la table.

COMMENTAIRES

La table à mobiles jet d'encre est innovante puisqu'elle utilise des cartouches jet d'encre pour étudier la trajectoire des mobiles sur du papier standard, elle garantit également la sécurité avec l'absence de haute tension et un frottement extrêmement réduit avec le coussin d'air intégré au mobile autonome. Les mobiles disposent également d'une DEL 2 couleurs pour le suivi vidéo avec une table noire mat garantissant un contraste élevé et très peu de reflets.

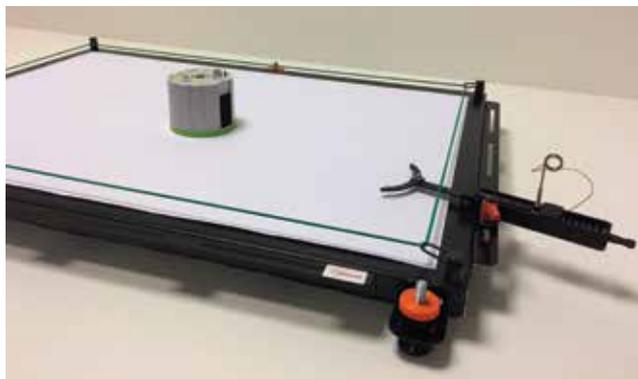
COMPOSITION : Réf 322250

- 1 table plane, légère, rigide et facile à ranger : format A1
- 2 mobiles autoportés (\varnothing 100 mm x h 95 mm)
- 2 socles humidificateurs
- 1 télécommande pour déclenchement et réglage de l'impression jet d'encre
- 1 dispositif pour accéléromètre (poulie avec fils, plateau et surcharges)
- 1 accessoire pour marquage en périphérie du mobile
- 1 accessoire pour détermination du centre de gravité de deux autoporteurs liés
- 2 surcharges pour mobiles
- 2 accessoires chocs élastiques
- 2 accessoires chocs inélastiques
- 1 lanceur calibré de forces réglables
- 1 bloc pour la rotation
- 1 jeu de cales
- Fil nylon
- Feuilles A1 (lot de 100)
- 2 cartouches d'encre noire
- 2 blocs alimentation
- 1 Support de caméra
- 1 Caméra rapide 2+ Cinéris (réf 577017)

Pour une version US-Canada de cette offre, merci de nous contacter au : +33 2 32 29 40 23 afin que nous vous proposons la référence : 601 369 composée d'un bloc alimentation US/Canada.

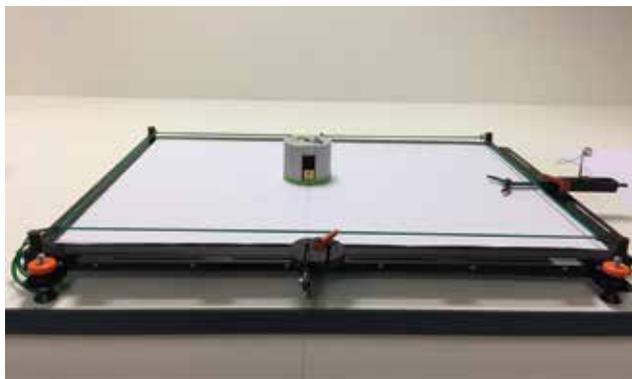
ETALONNAGE D'UN RESSORT :

- Lanceur calibré à ressort avec réglage angulaire



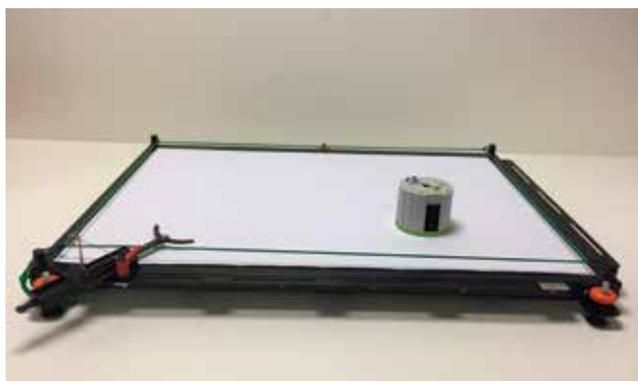
MOUVEMENT RECTILIGNE UNIFORMÉMENT ACCÉLÉRÉ :

- Accessoire accélérométrie par force constante. 3 surcharges de 0,05 N.



MOUVEMENT PARABOLIQUE :

- Accessoire inclinaison sur le pied central



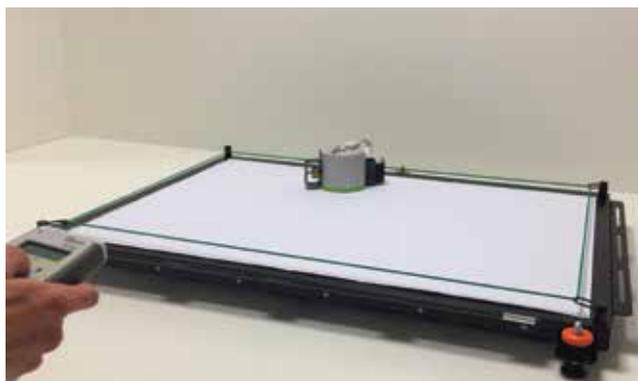
CHOCs ÉLASTIQUES/INÉLASTIQUES :

- Accessoire en mousse positionné autour du mobile ou Velcro pour lier les mobiles



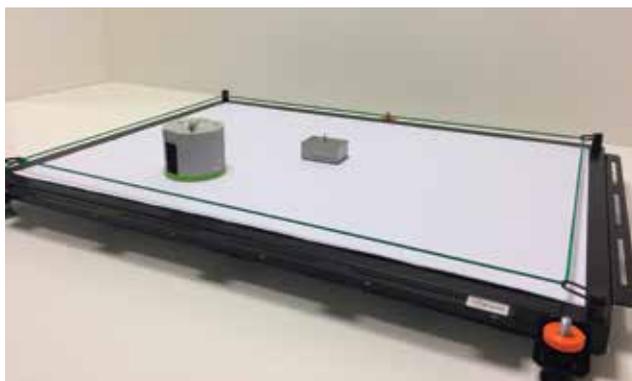
MOUVEMENTS DE 2 POINTS D'UN MOBILE :

- Cylindre coulissant de réglage du centre de gravité
- Accessoire de mæarquage périphérique



MOUVEMENT CIRCULAIRE :

- Accessoire rotation



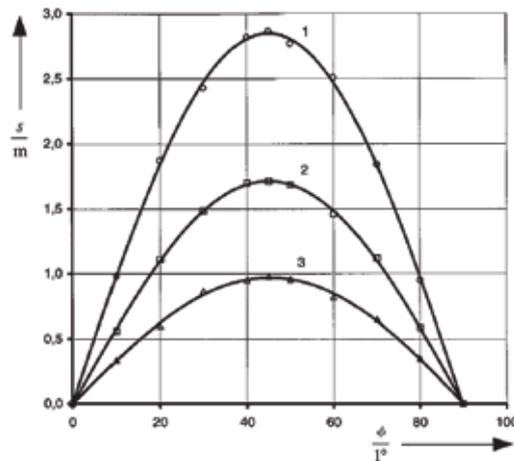
Thèmes abordés

- Loi de la gravité
- Balistique
- Trajectoire parabolique
- Accélération uniforme



PRINCIPES ET OBJECTIFS

Une bille d'acier est lancée par un ressort à différentes vitesses et selon différents angles jusqu'à l'horizontale. Les relations entre la portée, la hauteur de projection, l'angle d'inclinaison, la vitesse de tir sont étudiées. Les objectifs sont de déterminer la portée et la hauteur maximale de projection en fonction de l'angle d'inclinaison et la portée (maximale) en fonction de la vitesse initiale.



Portée maximale en fonction de l'angle d'inclinaison pour différentes vitesses initiales.

COMMENTAIRES

Installation rapide et facile pour une utilisation modulaire. Montage magnétique des différents projectiles. Évaluation immédiate grâce à la mesure intégrée de la vitesse.

COMPOSITION : Réf 322160

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Unité balistique - Ruban enregistreur, rouleau 25 m - Bille en acier, diamètre 19 mm - Support à deux étages - Règle graduée, l=750 mm, sur tige | <ul style="list-style-type: none"> - Embase pour tige - Mesureur de vitesse pour unité balistique - Alimentation 5 VCC/4 A, avec douille 2,1 mm - Pendule balistique (complément) |
|--|---|

Possibilité de compléter l'expérience avec une de nos caméras rapides (nous consulter).



Thèmes abordés

- Modernise votre équipement existant en mécanique dynamique
- Pas d'acquisition vidéo
- Trajectoire obtenue en temps réel sans traitement
- Suivi multipoints pour réaliser tous vos TP au Lycée
- Logiciel de mécanique du point avec outils de traitement pour l'exploitation
- Interopérabilité avec l'Atelier Scientifique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un détecteur qui se fixe sur votre table à mobiles jet d'encre :

- Plus de problème de contraste, de mise au point ni d'erreur de parallaxe,
- Plus besoin de passer par un traitement fastidieux de la séquence,
- Les expériences deviennent facilement réalisables (moins de 5 min) pour multiplier les conditions expérimentales au cours d'un TP.

"Trajectoire" : Le logiciel d'acquisition et de traitement Fourni avec le détecteur, il permet de configurer étape par étape l'acquisition, mettre en forme sous forme de graphique et de traiter les résultats.

1

Choisir votre format de détecteur.

2

Choisir le type de tracé et le Δt entre 2 points.

3

Démarrer l'acquisition, l'activation du départ différé (9 secondes) vous permet de positionner le(s) mobile(s) dans la scène de capture et d'adapter sans contraintes les conditions initiales souhaitées.

4

Conserver les courbes souhaitées pour représenter les points dans le repère $y=f(x)$, obtenez les vecteurs vitesse et accélération en 1 clic.

5

Pour aller plus loin, la représentation temporelle autorise les fonctions mathématiques (modélisation, dérivée, portion). Cela permet de vérifier la conservation ou non de la quantité de mouvement, effectuer un bilan des énergies mécaniques...

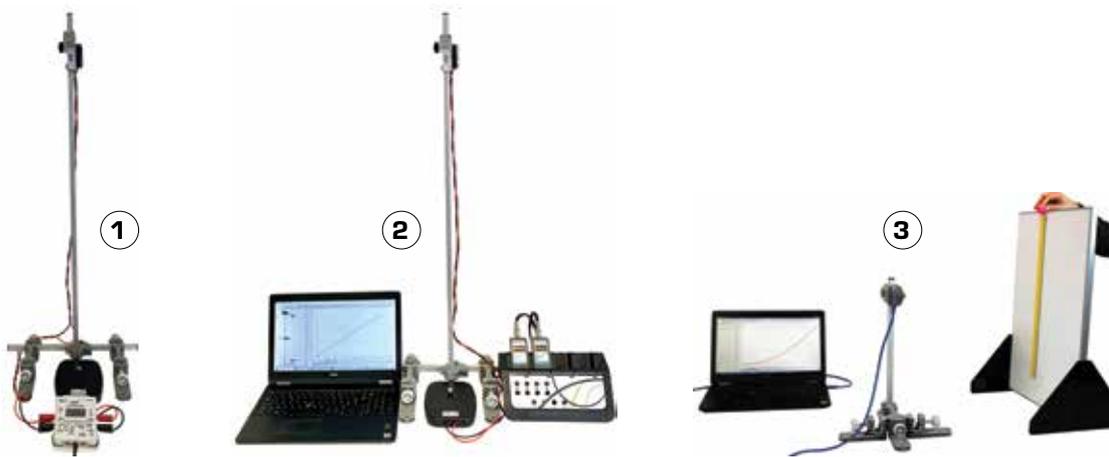
COMPOSITIONS

Détecteur temps réel - format A1 pour table à mobiles jet d'encre (Réf 332122) :

- Détecteur temps réel
- Pieds supports pour détecteur
- Logiciel d'acquisition et d'analyse

Pack ensemble complet jet d'encre et détecteur temps réel (Réf 332130) :

- Ensemble complet table jet d'encre (réf 332055)
- Détecteur infrarouge format A1 (réf 332122)



Thèmes abordés

- Mouvement rectiligne uniformément accéléré
- Champ gravitationnel terrestre
- Seconde loi de Newton
- Détermination de de l'accélération terrestre

PRINCIPES ET OBJECTIFS

On appelle **chute libre** le mouvement d'un corps soumis uniquement à la pesanteur. L'application de la deuxième loi de Newton à vitesse et position initiales nulles donne :

$$z(t) = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1) \quad \text{et} \quad g_i = 2z_i / t_i^2 \quad (2)$$

z_i (m)	t_i (m s)	g_i (m s ⁻²)
0,20	200,43	9,96
0,40	281,00	10,13
0,60	352,00	9,68
0,80	403,20	9,84
Moyenne		9,90

UNE EXPÉRIENCE, TROIS TECHNIQUES

① Chronométrage : Chronocompteur

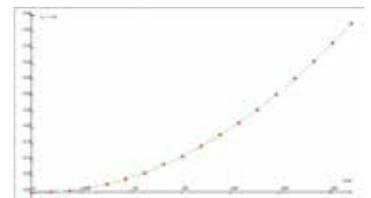
La durée de chute t_i est mesurée à différentes hauteurs z_i . g_i est ensuite calculée pour chaque couple (z_i, t_i) à partir de l'équation (2). La valeur de g est ainsi déterminée en prenant la moyenne des valeurs calculées.

② ExAO : Interface Foxy

L'application de la suite logicielle Atelier Scientifique permet, avec la console Foxy munie de 2 capteurs Chronociné, de tracer la courbe $z(t)$. La multitude des outils mathématiques et de dessin inclus dans le logiciel, notamment la modélisation et la dérivation permettent une étude exhaustive de la chute (cinétique, énergétique, etc.)

③ Vidéo : Caméra rapide

Un lâcher de bille est filmé à l'aide de la caméra rapide et le logiciel Cinéris associé. Les outils (automatiques ou manuels) de reconnaissance d'image permettent le tracé de la courbe $z(t)$. Les mêmes outils mathématiques et de dessin inclus dans le logiciel permettent une étude exhaustive de la chute (cinétique, énergétique, etc.) comme en ExAO.



COMPOSITIONS

Chute libre Chrono (Réf 322131)

- 1 Appareil Chute libre (réf 332127)
- 1 Chronocompteur [réf 351058]
- 1 Bloc Alim. 12V (réf 281612)

Chute libre ExAO (Réf 322132)

- 1 Appareil Chute libre (réf 332127)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 2 Capteur Chronociné (réf 482048)
- 2 Cordon DIN-Banane pour Chute libre (réf 283628)

Chute libre vidéo (Réf 322133)

- 1 Appareil Chute libre (réf 332127)
- 1 Pack Caméra + Cinéris (réf 577029)
- 1 Statif Modumontage (réf 7012931)
- 1 Panneau métallique (réf 204150)
- 1 Mètre ruban magnétique (réf 795893)
- 1 Jeu de 3 billes (réf 332048)

DÉTERMINATION DE LA VITESSE ANGULAIRE DE ROTATION PAR CAMÉRA

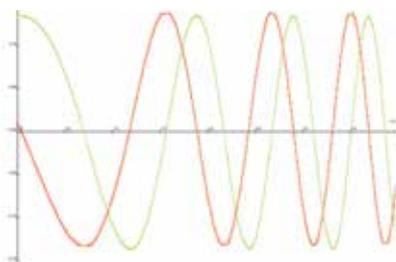


Thèmes abordés

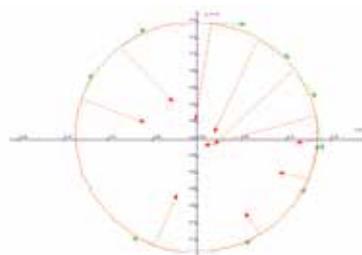
- Mouvement de rotation
- Mouvement uniforme
- Mouvement accéléré
- Vitesse angulaire
- Vecteurs vitesse et accélération

PRINCIPES ET OBJECTIFS

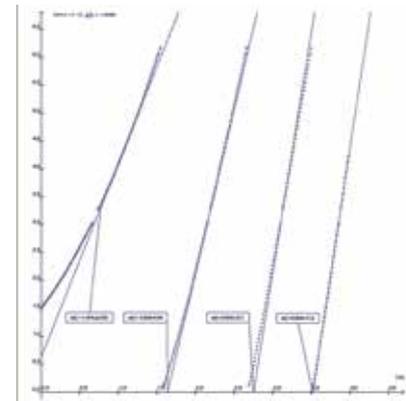
Etudier un mouvement circulaire uniforme par Ex.A.O à l'aide de l'Atelier Scientifique généraliste physique chimie. Placer un repère contrasté sur l'une des extrémités du bras mobile. Mettre en rotation le bras et acquérir la vidéo.



Position en fonction du temps



Vecteurs vitesse et accélération



Vitesse angulaire avec traitement par portion

1.1- Positions (x ; y) en fonction du temps

Le traitement de l'enregistrement, par l'onglet vidéo de l'Atelier Scientifique PC, permet de déterminer les positions $x(t)$ et $y(t)$ de l'objet contrasté de façon manuelle ou automatique.

1.2- Vitesses et accélérations en fonction des positions sur 1 tour

Grâce à l'outil portion de l'Atelier Scientifique, on isole l'ensemble des points correspondants à un tour complet. Dans la zone graphique, représenter les coordonnées x en fonction de y , un simple clic droit sur le graphique donne alors accès à la représentation vectorielle de la vitesse et de l'accélération aux points choisis. Les vecteurs vitesses et accélérations sont de normes constantes le long d'un tour : cela montre le caractère uniforme du mouvement

1.3- Vitesse angulaire

Par l'outil angle intégré à l'onglet traitement vidéo, mesurer les angles et déterminer la vitesse angulaire en fonction du temps. Mettre en évidence que celle-ci est constante dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme. Remarque : la vitesse angulaire peut aussi être calculée à partir des positions $x(t)$ et $y(t)$ dans le tableur.

COMPOSITION : Réf 322145

- Maquette dynamique rotation (réf 322169)
- Caméra rapide 2 + Cinéris (réf 577017)
- Cordonnet 250m (réf 323004)

- Lot de masses à crochet (réf 703016)
- Statif Modumontage (réf 701293)
- Noix Polynux (réf 703452)

Thèmes abordés

- Moment d'inertie
- Couple
- Moment angulaire
- Précession
- Nutation

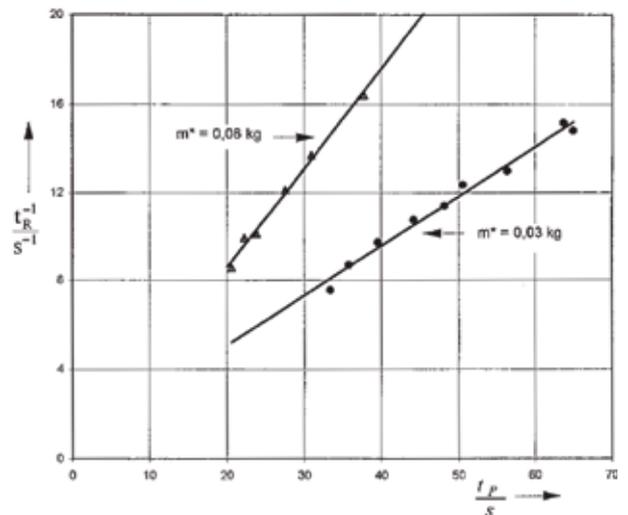


PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le moment d'inertie du gyroscope est étudié en mesurant l'accélération angulaire causée par des couples de différentes valeurs connues. Dans cette expérience, deux des axes du gyroscope sont fixes. La relation entre la fréquence de précession et la fréquence gyroscopique du gyroscope à 3 axes libres est étudiée pour différents couples appliqués à l'axe de rotation. Si l'axe de rotation du gyroscope est légèrement déplacé, une nutation est induite et sa fréquence sera étudiée en fonction de celle du gyroscope.

Les différentes tâches expérimentales concernent :

- La détermination du moment d'inertie du gyroscope par la mesure de l'accélération angulaire
- La détermination du moment d'inertie par la mesure de la fréquence du gyroscope et de la fréquence de précession
- L'étude de la relation entre la précession et la fréquence du gyroscope et de sa dépendance par rapport au couple
- L'étude de la relation entre la fréquence de nutation et la fréquence gyroscopique.



Relation entre l'inverse de la durée d'un tour de disque du gyroscope et la durée d'un tour de précision pour deux masses différentes m^* .

Les pentes des droites permettent de calculer les valeurs du moment d'inertie.

COMMENTAIRES

Mouvement de longue durée grâce à un faible frottement. La rotation lente permet une mesure confortable. Établissement rapide de l'équilibre grâce au contrepois facile à régler. Il est aisé d'ajuster le couple en ajoutant des poids supplémentaires.

COMPOSITION : Réf 322161

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Gyroscope à 3 axes - Gyro-disque additionnel avec contrepois - Chronomètre numérique - Embase pour tige - Porte-poids pour poids à fente, 10 g | <ul style="list-style-type: none"> - Poids à fente, 10 g, blanc - Poids à fente, 50 g, blanc - Noix double - Double barrière photoélectrique - Fil de pêche, $d = 0.7 \text{ mm}$, $l = 5 \text{ m}$ |
|--|---|

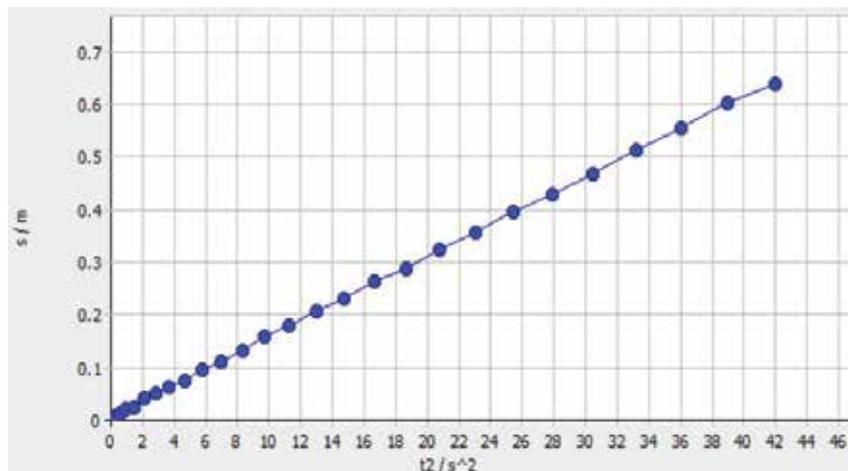


Thèmes abordés

- Énergie de translation et de rotation
- Énergie potentielle
- Moment d'inertie
- Vitesse et accélération angulaire
- Vitesse instantanée

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un disque, qui peut rouler le long d'un axe vertical suivant deux cordes, se déplace dans le champ gravitationnel. Le moment d'inertie du disque de Maxwell est déterminé. En utilisant le disque de Maxwell, l'énergie potentielle, l'énergie de translation et l'énergie de rotation sont évaluées en fonction du temps.



Vitesse du centre de gravité du disque de Maxwell en fonction du temps.

COMMENTAIRES

Montage haut et robuste. Démonstration explicite de la conversion d'énergie. Conversion de l'énergie potentielle en énergie de rotation, en énergie de translation et vice versa.

COMPOSITION : Réf 322162

- Roue de Maxwell
- Barrière optique compacte / Chronomètre
- Dispositif d'arrêt avec déclencheur
- Base de statif / Tiges de support acier inoxydable / Noix double
- Règle graduée, l=1000 mm / Paire de curseurs en plastique rouge
- Porte-plaque ouverture 0 - 10 mm
- Fils de connexion, 32 A, 1000 mm



Thèmes abordés

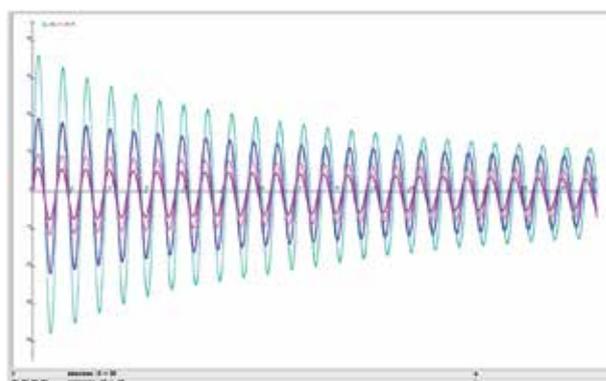
- Oscillation d'un pendule simple et pesant
- Oscillations libres ou amorties
- Energie mécanique, potentielle et cinétique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

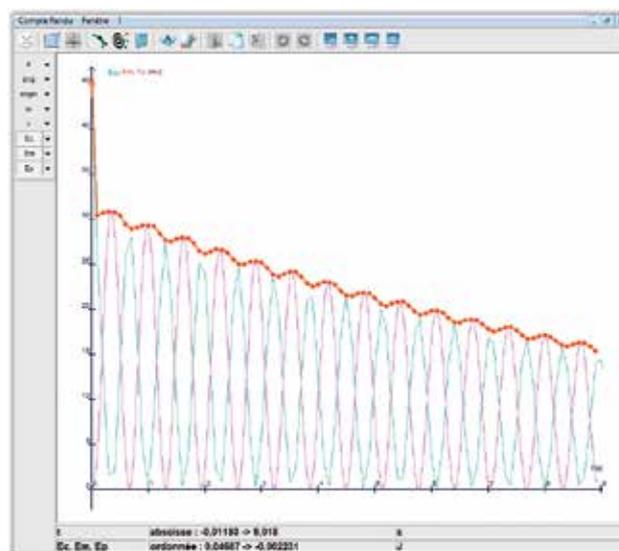
Dans ce TP, nous allons analyser les transferts d'énergies au cours d'un mouvement et pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétiques, potentielles et mécaniques d'un système oscillant. Ecarter le pendule de 10° environ et le lâcher. La mesure des oscillations et la vidéo synchronisée commencent.

Nous allons tracer les courbes représentant les variations de l'Energie Cinétique E_c , de l'Energie Potentielle E_p et de l'Energie Mécanique E_m . Aller dans « Affichage », « Traitement des données ». A partir de la vitesse angulaire issue de la dérivée de l'angle de déplacement du pendule calculer la vitesse au niveau de la masse $v=r\Omega$.

Calculer les énergies potentielles, cinétiques et l'énergie mécanique $E_m=E_c+E_p$.



Oscillations du pendule pesant

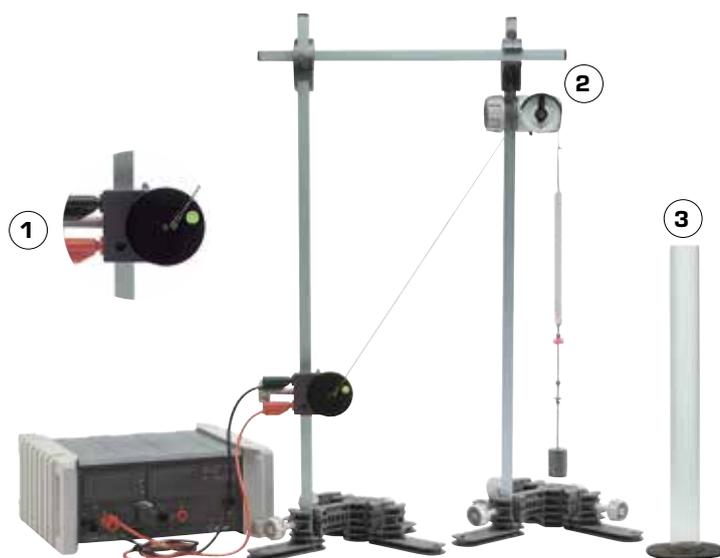


Energie mécanique potentielle et cinétique

COMPOSITION : Réf 322134

- Kit pendule simple et pesant (réf 222008)
- Console Foxy 2 (réf 485000)
- Poulie étagée électronique (réf 482094)
- Statif Modumontage (réf 701293)

- Noix Modumontage (réf 703452)
- Lest Modumontage (réf 703819)
- Logiciel A.S. Sup (réf 000137)



Thèmes abordés

- Etude des oscillations forcées dans l'air et dans un fluide
- Etude de la résonance mécanique
- Comparaison de la période de l'excitateur et du résonateur
- Influence de l'amortissement sur l'amplitude des oscillations
- Analogie avec la résonance électrique
- Etudes statique, dynamique et énergétique en 1 seul TP

- 1- Moteur avec excentrique et repère de couleur pour mesurer la période d'excitation et la comparer à celle du résonateur.
- 2- Poulie avec gorge et guide de fil pour maintenir le fil à la résonance.
- 3- Tube pour étudier l'influence de l'amortissement fluide sur l'amplitude des oscillations.

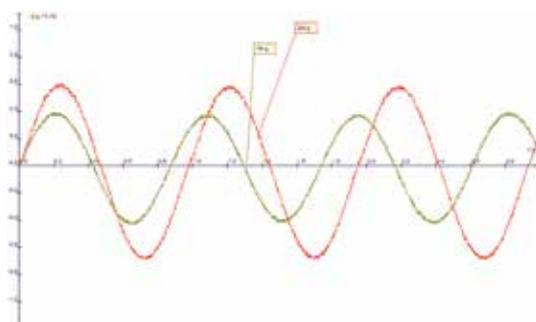
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cette expérience fait partie des TP standards qui portent sur l'étude de la résonance d'un pendule vertical. Il s'agit de faire varier la fréquence de rotation de l'excentrique grâce à l'alimentation, donc la fréquence.

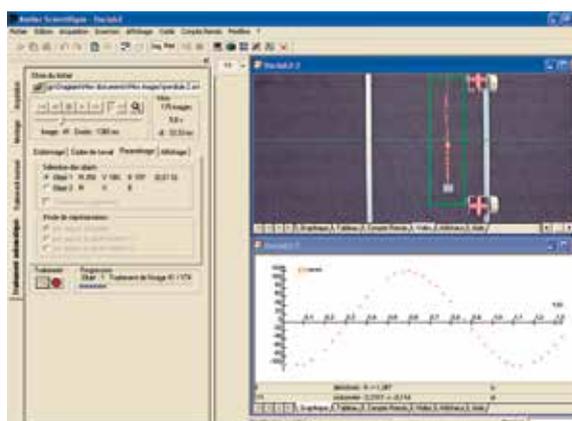
Un dispositif complet pour différentes approches :

- Étude statique permettant de déterminer la constante k du ressort
- Étude dynamique avec mise en évidence de l'existence d'une pulsation propre du système et d'une pseudo-pulsation
- Étude énergétique avec calcul et suivi de l'énergie mécanique au cours du temps
- Étude du phénomène de résonance mécanique et détermination de l'impact des paramètres (K , masse, etc...)
- Comprendre le déphasage entre l'excitation et la réponse et faire l'analogie avec les circuits électriques.
- Étudier l'influence de l'amortissement sur l'amplitude des oscillations, d'excitation, et d'observer le mouvement du résonateur.

Grâce au repère fluorescent, le repérage du mouvement sur la vidéo est précis et rapide.



Étude de l'oscillation d'un pendule avec deux masses différentes



Étude d'oscillations par vidéo avec A.S. Sup

COMPOSITION : Réf 322135

- Pack pendule vertical avec système d'excitation (réf 322083)
- Alimentation R15F5 (réf 281488)
- Caméra rapide 2 + cinéris (réf 577017)
- Statif Modumontage (réf 701293)



Thèmes abordés

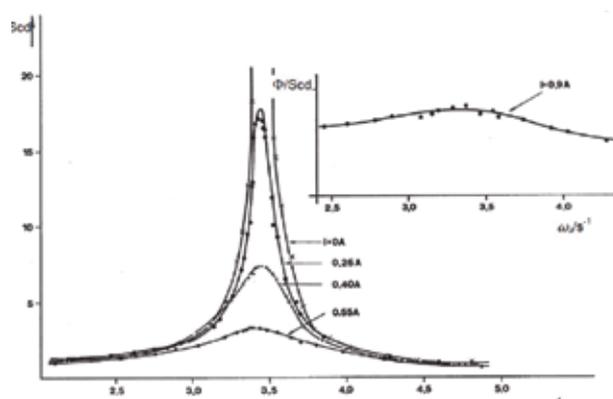
- Fréquence angulaire et de résonance
- Pendule de torsion
- Couple et couple de rappel
- Oscillation libre amortie/non amortie
- Oscillation forcée
- Cas apériodique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Lorsqu'un système oscillant se balance librement, on observe que la diminution des amplitudes maximales successives dépend fortement de l'amortissement. Si le système oscillant est stimulé par un couple périodique externe, nous observons qu'à l'état stable, l'amplitude est fonction de la fréquence et de l'amplitude du couple périodique externe et de l'amortissement.

Les premières expériences concernent l'oscillation libre : Détermination de la période d'oscillation et de la fréquence caractéristique du cas non amorti. Mesure des périodes d'oscillation et des fréquences pour différentes valeurs d'amortissement. Calcul des rapports d'atténuation, des constantes d'amortissement et des décroissements logarithmiques. Étude du cas apériodique.

Les oscillations forcées sont ensuite étudiées : courbes de résonance déterminées et représentées graphiquement à l'aide des valeurs d'amortissement. Mesure des fréquences de résonance. Observation du déphasage entre le pendule de torsion et le couple externe stimulant.



Courbes de résonance pour différents amortissements

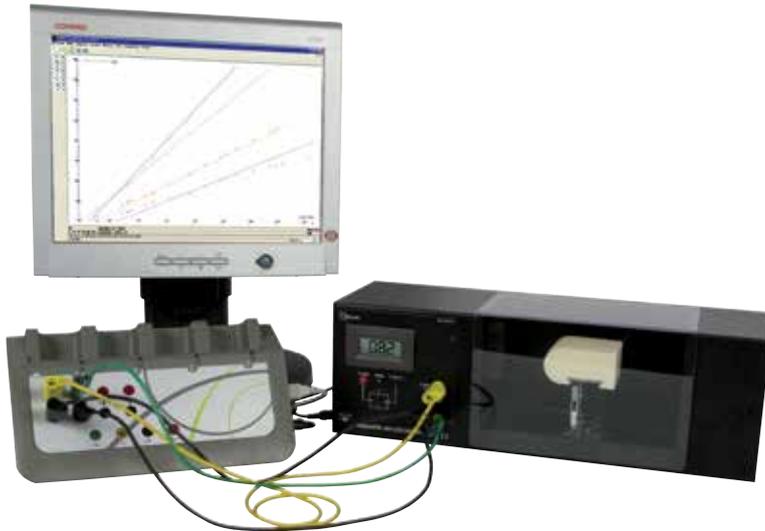
COMMENTAIRES

Oscillations de longue durée grâce aux roulements à billes. Amortissement par frein à courants de Foucault résistant à l'abrasion. Illustration simple du principe élémentaire des oscillations forcées.

COMPOSITION : Réf 322163

- Pendule de torsion selon Pohl
- Alimentation de Laboratoire 2 x 0 - 30 V/0 - 5 A DC/5 V/3 A fixe

- Chronomètre numérique
- Fils de connexion, 32 A, 750 mm



Thèmes abordés

- Action d'un fluide sur un solide en mouvement relatif
- Force de résistance aérodynamique en fonction du profil étudié et la vitesse du flux laminaire
- Détermination du Cx de différents profils aérodynamiques

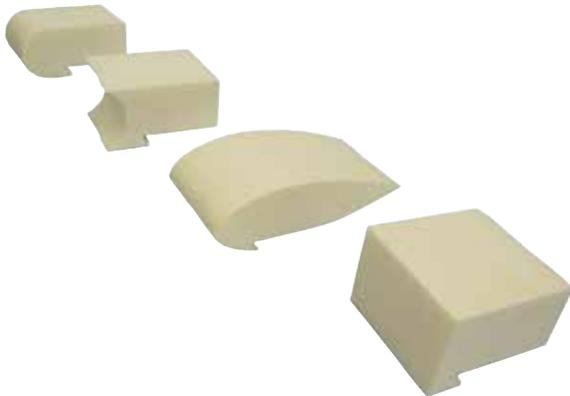
PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif, ici, va être de relever les vitesses d'écoulement d'air (v en m.s⁻¹) et les forces aérodynamiques afin de déterminer le coefficient aérodynamique (F en N) suivant la relation suivante :

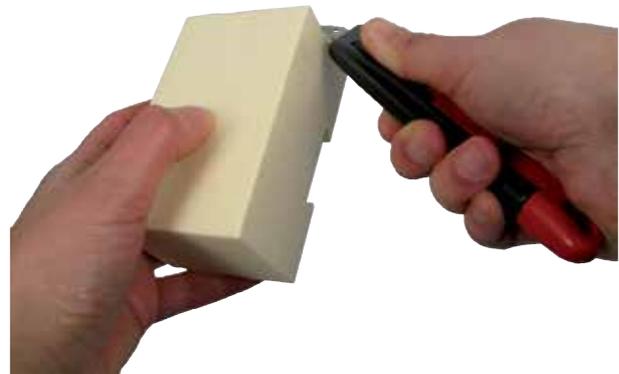
$$F = \frac{1}{2} \rho \times S \times C_x \times v^2$$

Avec ρ : la masse volumique de l'air, S : le maître-couple de chaque pièce.

La maquette, composée d'un écran et de douilles de sorties, permet différentes approches pédagogiques : soit par lecture sur l'afficheur, soit par Ex.A.O. Attention, les valeurs de forces données par la maquette sont en mN.



Profils fournis



Profils à sculpter soi-même Réf 243031

COMMENTAIRES

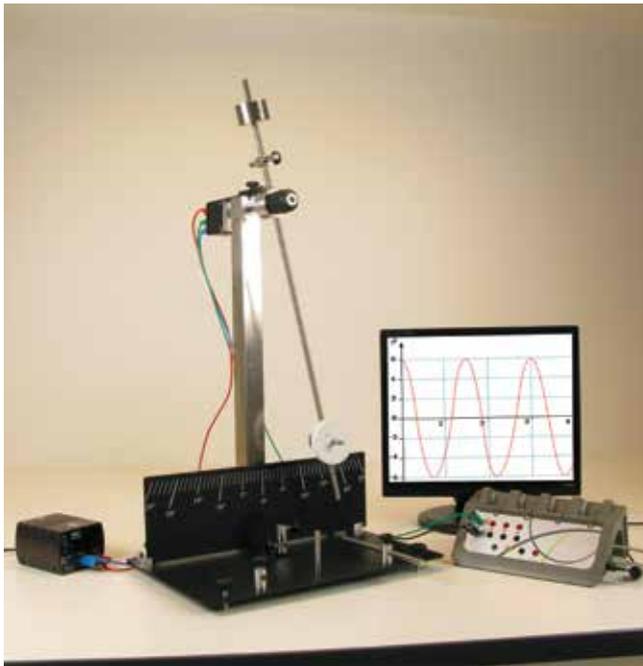
À l'aide de la maquette aérodynamisme, il est possible de mettre en évidence l'influence d'un profil de forme sur la force aérodynamique exercée par le flux d'air incident réglable.

L'étudiant étudiera les différents profils fournis et pourra le cas échéant fabriquer son propre profil avec des formes à sculpter soi-même à commander séparément.

COMPOSITION : Réf 322168

- Maquette aérodynamique (réf 243013)
- Console Foxy 2 (réf 485000)

- Logiciel A.S. Sup (réf 000137)
- Formes à sculpter (réf 243031)



Thèmes abordés

- Etude du pendule pesant, détermination du moment d'inertie
- Etude de l'amortissement par frottement fluide et solide
- Pendule de torsion par liaison à fil
- Pendules couplés, pendules sympathiques

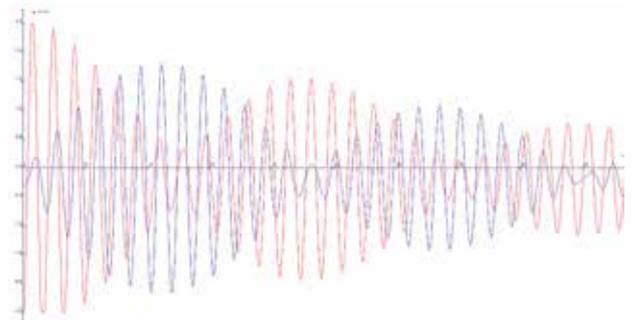
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce système de deux pendules oscillants couplés élastiquement par un fil de torsion peut être totalement désolidarisé et utilisé séparément comme deux pendules simples indépendants et complets.

L'appareil est livré avec un jeu de masses permettant de modifier l'inertie, un module aimanté pour l'étude de l'amortissement fluide par courant de Foucault, un patin de friction pour l'étude de l'amortissement solide.

Les deux pendules sont équipés de capteurs angulaires de précision sur roulement à billes.

Avec cet ensemble complet doté d'une interface d'ExAO, les acquisitions sont réalisées avec une précision temporelle pouvant aller jusqu'à 67 ns. Les calculs qui en découlent d'ordre 1 ou 2 sont permis. De plus, l'automatisation des acquisitions, les différents fils de torsion et les poids fournis permettent de réaliser plusieurs expériences dans le temps d'une séance de TP.



COMPOSITION : Réf 322138

- 1 Pendules couplés (réf 205024)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel Atelier Scientifique Sup (réf 000131)
- 1 Alimentation +/- 15V (réf 281002)
- 2 Cordons de sécurité rouges 1,5m (réf 284848)
- 2 Cordons de sécurité verts 1,5m (réf 283461)
- 2 Cordons de sécurité bleus 1,5m (réf 283462)
- 2 Cordons de sécurité noires 1,5m (réf 283459)



Thèmes abordés

- Statique et loi de Hooke
- Dynamique en oscillations libres et forcées
- Frottement fluide
- Equation différentielle du système
- Période propre d'un système
- Degré d'amortissement
- Etude de la résonance

PRINCIPES ET OBJECTIFS

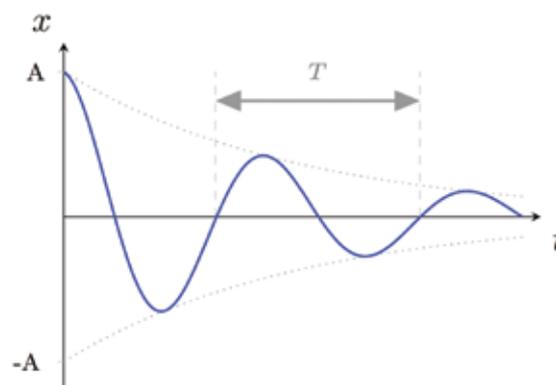
Ce dispositif d'oscillations forcées et résonance permet l'étude d'un système oscillant à un degré de liberté : en mode dynamique. Il permet également l'étude de la loi de Hooke : en mode statique. Les frottements dans l'eau ou dans l'huile permettent de compléter l'analyse par variation du coefficient de frottement.

La caméra didactique fournie permet l'acquisition et le traitement des mouvements.

Après l'acquisition vidéo, avec le logiciel Cinéris, l'étudiant pourra procéder par chronophotographie et extraction de trajectoires en fonction du temps.

L'ensemble des positions en fonction du temps sera étudiée mathématiquement selon le principe des oscillateurs à 1 degré de liberté.

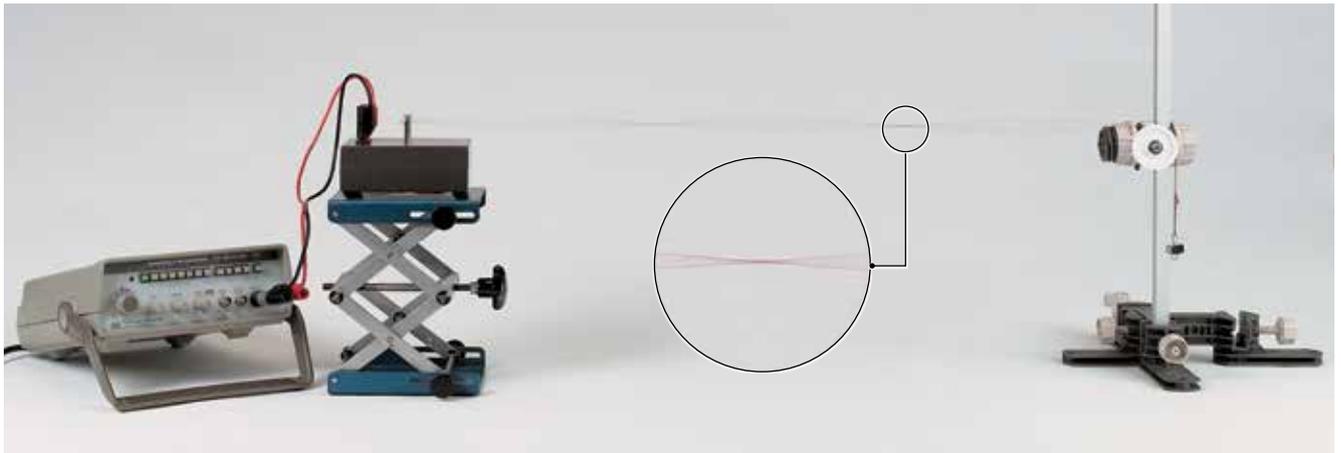
$$M\ddot{x} + B\dot{x} + Kx = f(t)$$



Courbe d'amortissement

COMPOSITION : Réf 322139

- Mallette oscillations forcées (réf 222130)
- Caméra didactique avec son logiciel Cinéris (réf 577015)
- Ensemble statif modumontage pour fixation caméra (réf 701293)



Thèmes abordés

- Visualiser différents modes propres de vibration transversale d'une corde.
- Visualiser différents modes propres de vibration longitudinale d'un ressort.

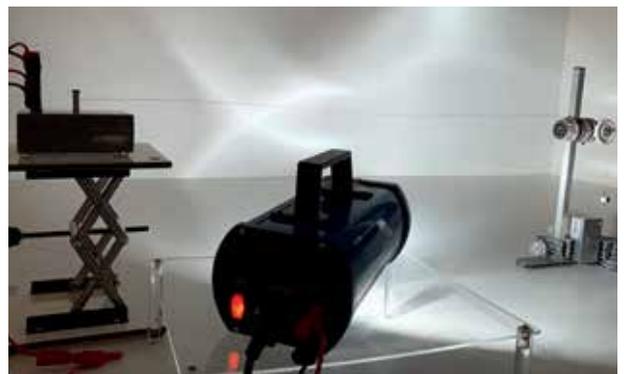
PRINCIPES ET OBJECTIFS

La corde de Melde est une corde sans raideur, aux extrémités de laquelle sont fixés un excitateur sinusoïdal (vibreur de Melde) d'une part et une masse réglable d'autre part. Le vibreur est commandé par un GBF amplifié, ou un GBF avec un amplificateur.

Il est également possible d'accrocher d'autres masses à celle suspendue à une extrémité de la corde, de façon à en faire varier sa tension. Le point de la corde en contact avec la poulie constitue un nœud de vibration. Une onde transversale incidente donnera naissance à une onde réfléchie en ce point.

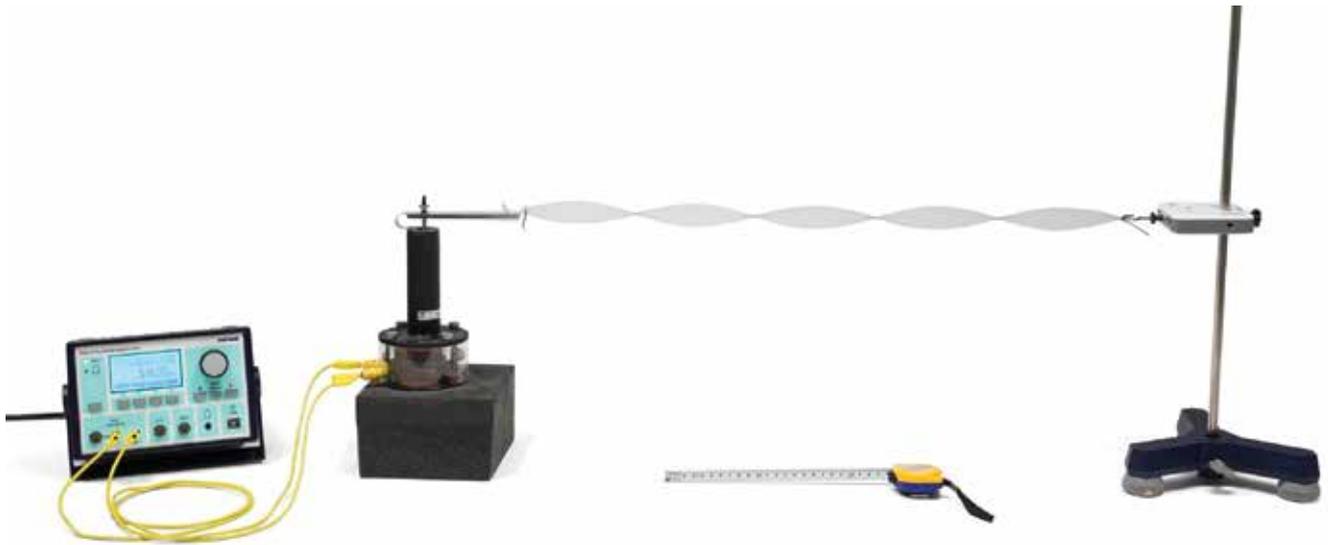
Lorsqu'on excite de manière sinusoïdale l'autre extrémité de la corde, il apparaît, pour certaines fréquences particulières, un phénomène de résonance. On visualise alors un mode propre d'oscillation transversale de la corde ; des fuseaux plus ou moins nombreux sont clairement visibles (ventres et creux).

Pour l'observation d'ondes longitudinales, la corde peut être remplacée par un ressort fixé verticalement. Le réglage de la fréquence de vibration permet d'obtenir des zones de compression et de raréfaction caractéristiques d'une onde se propageant le long d'un ressort.



COMPOSITION : Réf 322142

- | | |
|---|---|
| - 1 Vibreur de Melde (réf 222037) | - 1 Ressort pour ondes stationnaires (réf 222002) |
| - 1 GBF 2 MHz (réf 295139) | - 1 Mètre gradué (réf 744875) |
| - 1 Amplificateur pour GBF (réf 239009) | - 1 Support élévateur (réf 701967) |
| - 1 Cordon BNC banane (réf 283386) | - 1 Poulie de renvoi sur tige (réf 323017) |
| - 2 Pieds support Modumontage (réf 703453) | - 1 Boîte de masses à crochets (réf 703016) |
| - 1 Tige carrée 15 mm, long. 70 cm (réf 703459) | - 1 Dynamomètre (réf 322027) |
| - 1 Noix de serrage (réf 703452) | - 1 Stroboscope (réf 322089) |
| - 1 Cordonnet de couleur visible 25 mètres (réf 323018) | |



Thèmes abordés

- Longueur d'onde
- Vitesse de la phase
- Vitesse du groupe
- Equation de l'onde
- Onde stationnaire

PRINCIPES ET OBJECTIFS

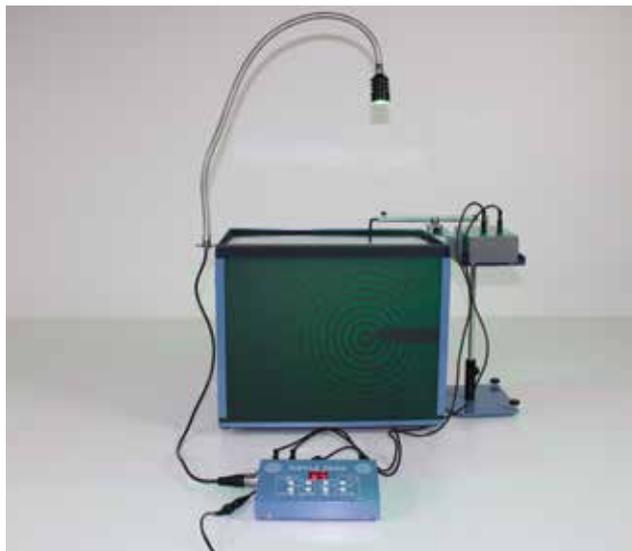
Une onde transversale stationnaire polarisée linéairement est générée sur un élastique de section carrée au moyen d'un générateur de vibrations. La longueur d'onde est déterminée en fonction de la fréquence d'excitation. Ensuite, la vitesse de phase de l'onde du câble est modifiée en changeant la contrainte de traction. La relation entre la vitesse de phase de la corde et la tension sur la corde est étudiée. À l'aide d'un stroboscope, l'onde stationnaire peut être représentée de façon encore plus impressionnante.

A contrainte de traction constante, la fréquence f dépend de la longueur d'onde λ de l'onde se propageant sur la corde. La fréquence est calculée en fonction de $1 / \lambda$. La vitesse de phase c peut être déterminée à partir de ce diagramme.

La vitesse de phase c de la gaine du câble, qui dépend de la contrainte de traction du câble, doit être mesurée. La vitesse de phase est indiquée en fonction de la contrainte de traction.

COMPOSITION : Réf 322167

- Générateur de fonction, affichage digital et interface USB
- Générateur de vibration externe pour cuve à ondes PHYWE
- Câble de liaison, 32 A, jaune, diverses longueurs | : 1000 mm
- Cobra SMARTsense Force & Accélération - Capteur pour mesurer la force et l'accélération $\pm 50 \text{ N} / \pm 16 \text{ g}$ (Bluetooth + USB)
- Trépied PHYWE
- Tiges de statif, acier inoxydable, diverses tailles | : 750 mm
- Fil de caoutchouc, 10 m
- Mètre-ruban, $l = 2 \text{ m}$



Thèmes abordés

- Ondes mécaniques progressives
- Ondes mécaniques stationnaires
- Longueur d'onde
- Diffraction, interférences
- Principe de Huygens
- Effet Doppler

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est de comprendre comment les ondes se propagent à la surface de l'eau et d'étudier la déformation des ondes en fonction des obstacles rencontrés.

Dans la cuve à ondes, le générateur électromagnétique piloté par un générateur associé à des accessoires de différentes formes permettent de générer une perturbation à la surface de l'eau. Un stroboscope synchrone ou asynchrone permet d'observer les ondes progressives ou stationnaires sur l'écran dépoli ou par projection.

Les particules d'eau se mettent ainsi en mouvement et l'onde mécanique se propage est appelée onde d'Airy qui est considérée sinusoïdale sur une surface libre.

Longueur d'onde :

Utiliser un accessoire source ponctuelle ou plane pour générer des ondes circulaires et déterminer graphiquement la longueur d'onde et calculer la célérité correspondante $v = \lambda/T$

Diffraction (entrée d'un port) :

Un accessoire d'onde plane et des obstacles permettant de régler l'ouverture plus ou moins proche de λ permettent d'étudier le phénomène de diffraction (principe de Huyghens Fresnel).

Interférences de plusieurs sources à fréquences égales :

Utiliser les accessoires 2 ou 4 sources pour visualiser la variation spatiale de l'amplitude résultante de la somme des amplitudes des ondes.



Ondes planes



Diffraction

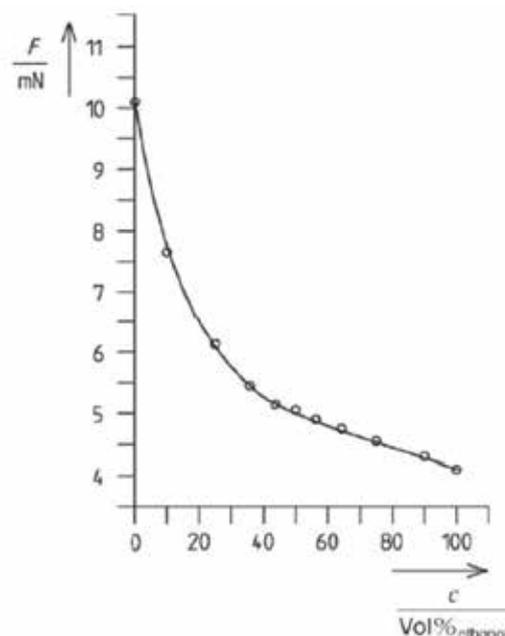


Interférences de 2 ondes

COMPOSITION : Réf 322182

- Cuve à ondes électromagnétique
- Cuve avec miroir de projection et écran de visualisation
- Générateur d'ondes à fréquence réglable (1-60 Hz) avec afficheur et touches phosphorescentes
- Vibreur de Melde Jeulin réf 222037
- Stroboscope à LED blanche 3 W sur flexible
- Alimentation : 12V / 1 A continu
- Ecran de visualisation : 400 x 330 mm

- 1 jeu de 4 excitateurs d'ondes :
 - Simples, doubles, multiples et planes
- 1 jeu de 7 obstacles transparents :
 - Trapézoïde, biconcave, biconvexe, faces parallèles
- Tuyau de vidange - Indicateur de niveau - Interrupteur On/Off
- Emballage : boîte individuelle + valise d'accessoires
- Stroboscope à DEL verte réf 322181



Tension de surface des mélanges eau/éthanol en fonction de la concentration d'éthanol

Thèmes abordés

- Énergie de surface
- Interface et tension de surface
- Adhésion et point de rupture
- Règle d'Eötvös

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La force est mesurée sur un anneau, à l'aide d'un appareil de mesure de la torsion, peu avant qu'un film liquide ne se déchire. La tension superficielle est calculée à partir du diamètre de l'anneau et de la force de déchirement. Les expériences menées sont destinées à la mesure de la tension superficielle de l'huile d'olive en fonction de la température et à celle des mélanges eau/méthanol en fonction du rapport de mélange.

COMMENTAIRES

Mesures de grande sensibilité grâce à la méthode de l'anneau. Le dynamomètre de torsion utilisé peut détecter de très petites forces et convient donc pour mesurer d'autres interactions électrostatiques et magnétiques entre les corps.

COMPOSITION : Réf 322164

- Agitateur magnétique avec chauffage et barreau magnétique 30 mm, cylindrique
- Dynamomètre de torsion, 0.01 N
- Bague pour la mesure de la tension superficielle
- Statif, base 210 x 130 mm, hauteur 750 mm
- Tige de support, acier inoxydable 50cm, filetage M10
- Pince universelle / Noix double
- Cristalliseur boro3.3, 150 mm / boro3.3, 125 mm
- Fil de soie, l = 200 m / Tubes verre, droit, l = 150mm, 10 pièces
- Robinet à 1 voie, droit / Tuyau de silicone, d.i. 7 mm
- Pipettes jaugée 10 mL + 20 mL / Poire de pipette de sécurité, jusqu'à 100 mL / Cuvette à pipettes
- Epruvette graduée, 100 / 1 mL
- Alcool éthylique, 500 mL / Huile d'olive pure, 100 mL / Eau distillée 5 L

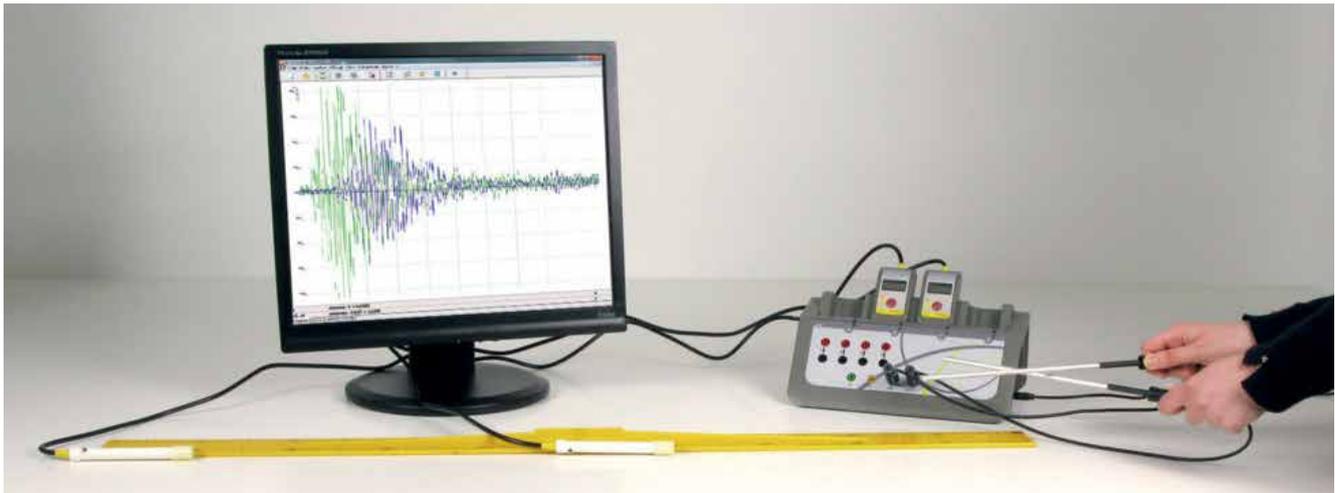
ONDES

L'étude fascinante des ondes est un domaine essentiel de la physique qui trouve de nombreuses applications dans notre quotidien.

Les ondes sont des perturbations qui se propagent dans l'espace et le temps, transportant de l'énergie sans transférer de matière. Elles sont omniprésentes dans notre environnement, que ce soit sous la forme de la lumière du soleil, des sons que nous entendons, ou des signaux radio et télévisés que nous captions.

Dans ce chapitre, nous aborderons par exemple **l'étude de la vitesse du son, de la propagation des ultrasons dans l'air et dans l'eau, des ondes stationnaires, l'effet Doppler, les ondes centimétriques ou l'étude des antennes et la technologie RFID.**

Bonne exploration !



Thèmes abordés

- Onde sonore
- Propagation du son
- Vitesse du son dans l'air
- Temps de vol

PRINCIPES ET OBJECTIFS

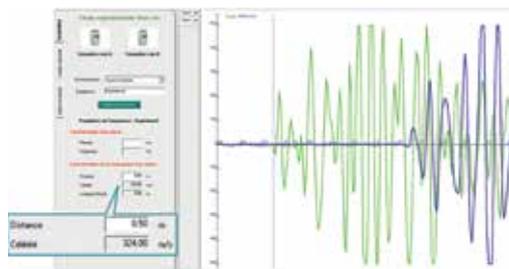
Le but de ce TP est de mesurer la vitesse d'une onde sonore dans l'air en visualisant sa propagation et en mesurant son « temps de vol ».

Les sondes (microphones omnidirectionnels) de deux capteurs sonomètre sont disposées à distance connue (50 cm par exemple) l'une de l'autre.

Le clap sonore, relié à l'entrée synchro de la console, permet de générer une onde sonore tout en démarant son enregistrement capté par les deux sondes. Une fois la distance d entre les deux sondes renseignée, la vitesse v_{son} est calculée automatiquement grâce à un module dédié :

$$v_{son} = \frac{d}{t}$$

t étant le temps de vol de l'onde sonore entre les deux sondes.

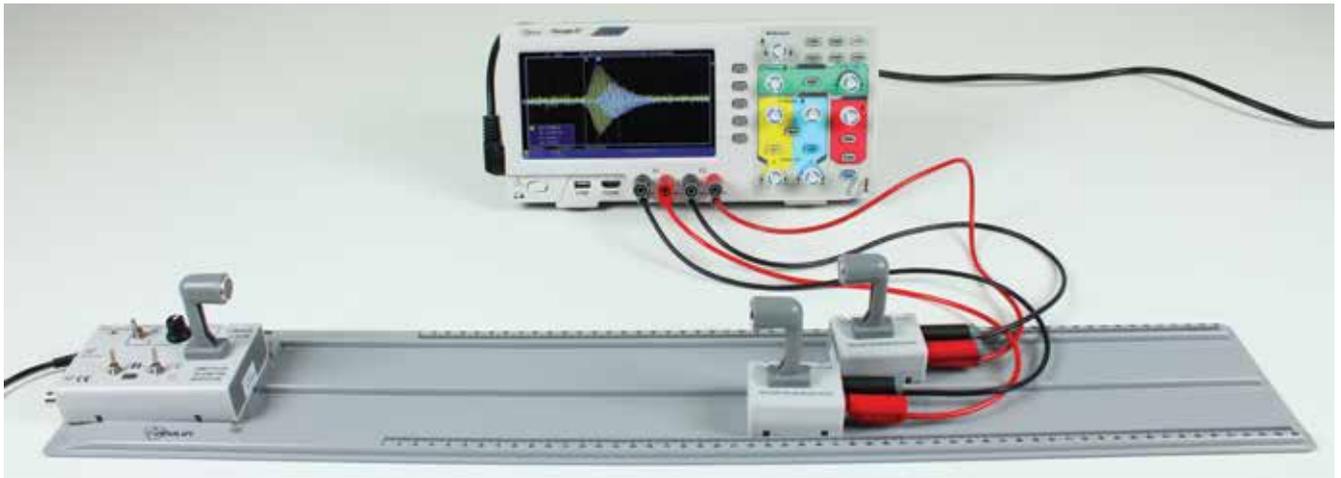


COMMENTAIRES

On profitera de l'enregistrement pour montrer la forme de l'onde sonore captée par la sonde la plus proche puis par la suivante avec une atténuation plus ou moins forte en fonction de la distance. Le temps de vol sera aussi mesuré graphiquement et les résultats comparés.

COMPOSITION : Réf 488072

- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 2 Capteurs Sonomètres (réf 482049)
- 1 Clap sonore (réf 453127)
- 1 règle 100 cm (réf 343011)



Thèmes abordés

- Vitesse des ultrasons
- Relation entre vitesse, distance et temps
- Décroissance en fonction de la distance

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un émetteur d'ultrasons émet une onde ultrasonore qui reproduit fidèlement la tension électrique appliquée à ses bornes. Un récepteur transforme l'onde ultrasonore en une tension électrique qui reproduit fidèlement l'onde ultrasonore. L'émetteur télémètre à ultrasons peut émettre des salves ou des ondes périodiques, nous utiliserons dans notre cas des salves courtes.

Alimenter l'émetteur Moduson avec le bloc alimentation 12V fourni, déposer celui-ci sur le rail Moduson pour que les 2 récepteurs soient bien en face de l'émetteur. Celui-ci doit être en position salve avec créneaux courts. Les 2 récepteurs sont positionnées à égale distance.

Raccorder les sorties douilles des 2 récepteurs sur les entrées de l'oscilloscope ou la console ExAO.

Eloigner lentement l'un des récepteurs par rapport à l'autre qui restera fixe. En fonction de la position respective des 2 récepteurs, un décalage entre les 2 réceptions est facilement mis en évidence.

A l'aide des curseurs de l'oscilloscope ou du pointeur du logiciel Atelier Scientifique, déterminer le delta t entre les 2 débuts de réception du signal pour chaque récepteur. Ensuite, cette valeur est utilisée pour calculer dans le tableur une vitesse, à l'aide de la distance séparant les 2 récepteurs.

Déplacer un des récepteurs, et réaliser une seconde mesure. On constate aisément que plus on éloigne les 2 récepteurs l'un de l'autre, plus l'écart entre les 2 signaux est important.

Calculer la vitesse du son en déterminant le temps de trajet entre les 2 récepteurs et la distance séparant les 2 récepteurs Moduson.

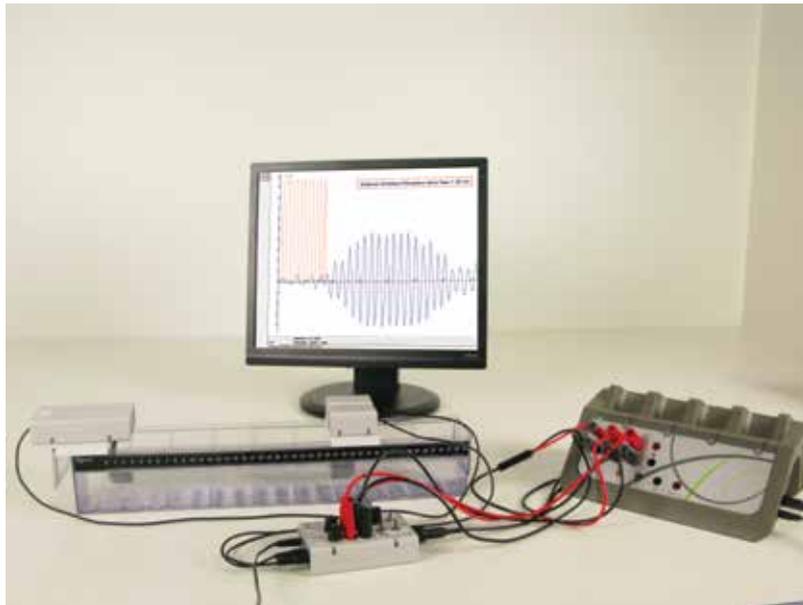
COMPOSITIONS

Composition (Réf 222152)

- Pack vitesse des ultrasons (réf 222010)
- Console Foxy 2 (réf 485000)
- Logiciel A.S. Sup (réf 000137)

Composition (Réf 222153)

- Pack US (réf 222010)
- Oscilloscope Iniscope 2 (réf 297705)



Thèmes abordés

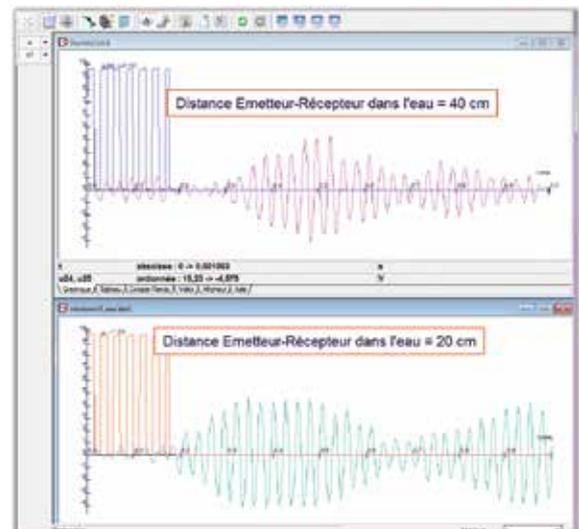
- Vitesse du son dans l'air et les liquides
- Nature vibratoire d'un ultrason (période, fréquence)
- Réflexion et absorption des ultrasons
- Mesure d'une distance par ultrasons
- Vérifier la relation $M=V/N$

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Grâce au support inclus, l'émetteur se place dans la cuve, préalablement remplie d'eau.

Les supports de récepteur vont permettre différents positionnements pour couvrir une large gamme de mesure. Avec un seul récepteur, celui-ci peut-être placé au centre de la cuve.

L'élève pourra alors déplacer le récepteur le long de la cuve, dans le but d'effectuer des mesures sur le signal reçu, via la console ExAO et le logiciel Atelier Scientifique SUP.



Propagation des ultrasons à 20cm et 40cm

POUR ALLER PLUS LOIN

D'autres expériences sont réalisables dans l'air :

- Mise en évidence de la nature vibratoire d'un ultrason, mesurer sa période et sa fréquence.
- Etude de la réflexion et l'absorption des ultrasons
- Observation de l'existence de points qui vibrent en phase
- Vérification de la relation $M = V/N$
- Mesure d'une distance par ultrasons

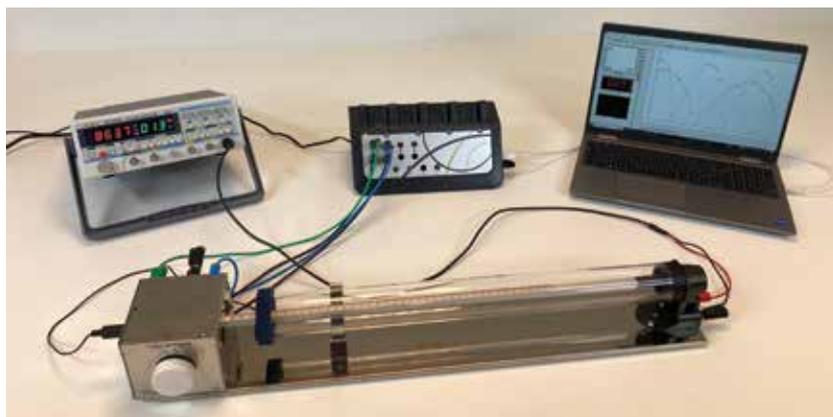


Découvrez les accessoires Moduson compatibles sur www.jeulin.com

[Ultrason - Étude du son | Jeulin](#)

COMPOSITION : Réf 222155

- Pack complet Moduson 3 (réf 222097)
- Console Foxy 2 (réf 485000)
- Logiciel A.S. Sup (réf 000137)



Thèmes abordés

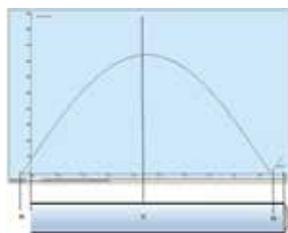
- Ondes stationnaires
- Résonance
- Tube de Kundt
- Fréquence et longueur d'onde
- Vitesse du son

PRINCIPES ET OBJECTIFS

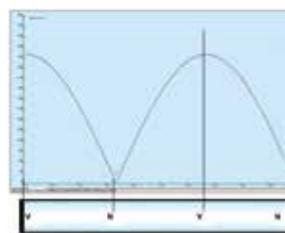
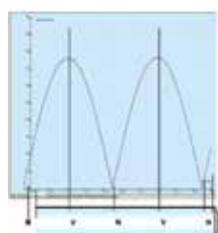
- Observer la formation d'ondes stationnaires dans un tube rempli d'air.
- Déterminer les conditions de la formation de ces ondes stationnaires
- Observer l'augmentation de l'intensité sonore lors de la résonance
- Mesurer la longueur d'onde des ondes stationnaires produites
- Comparer la valeur trouvée expérimentalement à celle trouvée par calcul
- Déterminer la vitesse de propagation du son dans l'air

L'expérience est réalisée avec un tube de Kundt muni de 3 sorties analogiques permettant la mesure du signal sonore, de son enveloppe et de sa position. L'onde sonore est générée par un haut-parleur alimenté par un GBF situé à une extrémité du tube ; l'autre extrémité pouvant être fermée ou ouverte. La facilité et la rapidité des mesures effectuées par la console Foxy permettant la réalisation de multiples enregistrements en modifiant les paramètres de l'expérience tube fermé ou ouvert et fréquence de l'onde).

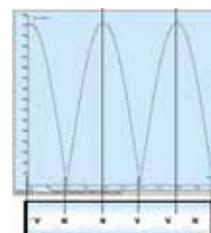
Quelques résultats obtenus :



Cas du tuyau ouvert – $f=346$ Hz et 696 Hz

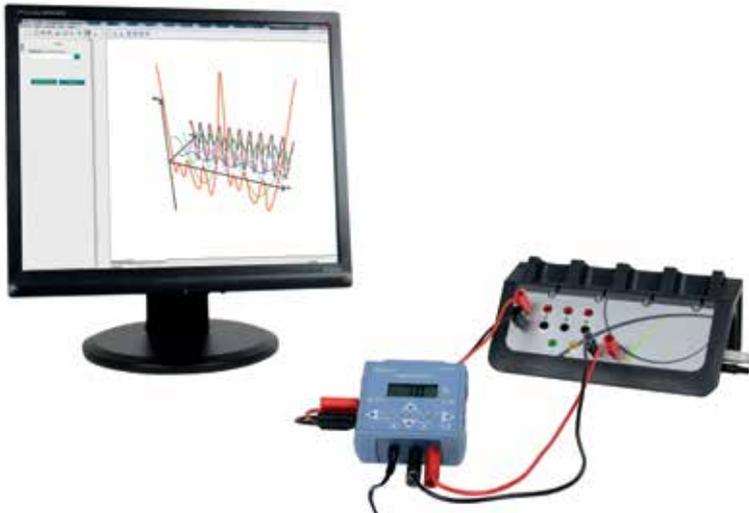


Cas du tuyau fermé – $f= 519$ et 865 Hz



COMPOSITION : Réf 322174

- 1 Interface d'ExAO Foxy (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 1 Tube de Kundt (réf 222044)
- 1 GBF (réf 295139)
- 1 Cordon BNC banane (réf 283386)
- 1 Cordon banane rouge (réf 283501)
- 2 Cordons banane noirs (réf 283502)
- 2 Cordons banane verts (réf 283456)
- 1 Cordon banane bleu (réf 283457)
- 1 Cordon banane jaune (réf 283455)

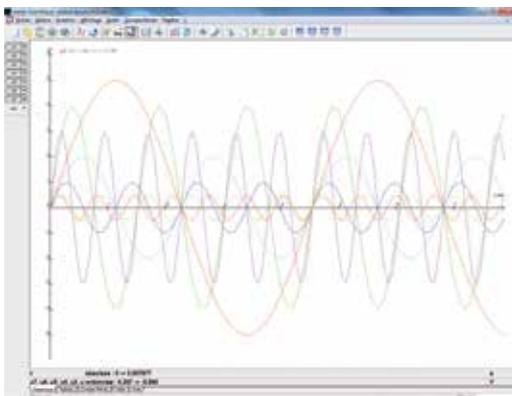


Thèmes abordés

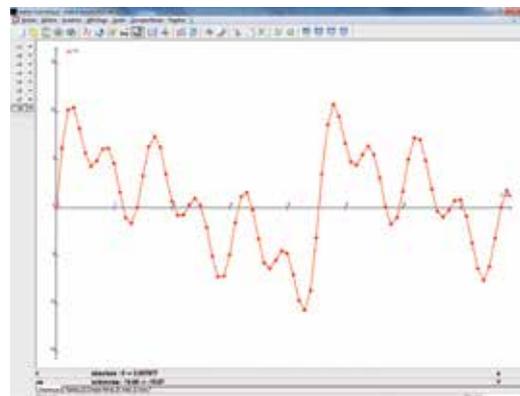
- Notion de timbre
- Notion de hauteur
- Construction d'une représentation spectrale
- Analyse spectrale par transformée de Fourier
- Notion d'harmoniques

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Les instruments de musique produisent des sons complexes qui sont perçus par l'oreille humaine. Par analogie avec ces instruments, l'élève configure le Spectrason et écoute avec un haut-parleur le résultat sonore produit par la sortie complexe. En 3 étapes, il va comprendre comment caractériser un son musical par sa hauteur et son timbre. Il réalise d'abord les acquisitions temporelles des signaux sinusoïdaux simples pour les caractériser (amplitude, période, fréquence). Puis à l'aide de ces acquisitions temporelles et du module dédié sons du logiciel Atelier Scientifique, il découvre le principe de construction d'une analyse spectrale. Enfin, il procède à l'analyse spectrale d'un signal complexe ou d'un véritable échantillon d'instrument de musique et il met en évidence que ces signaux se différencient par la hauteur et le timbre.



Analyse des signaux simples du Spectrason



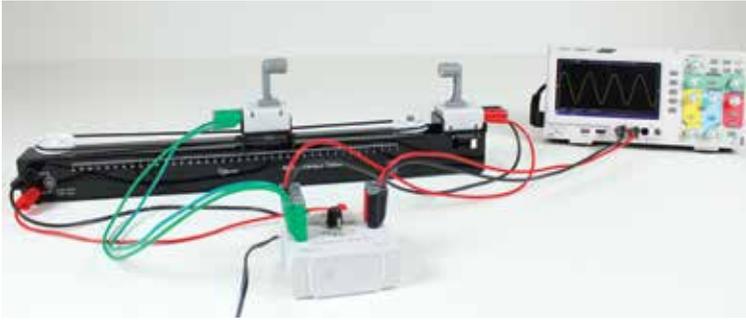
Analyse du signal complexe du Spectrason
résultat de la somme des signaux simples

COMMENTAIRES

Le dédié Sons du logiciel Atelier Scientifique intègre une activité pour caractériser des sons produits par des instruments de musique avec un adaptateur/capteur sonomètre. Il intègre également de vrais échantillons d'instruments et un nouvel outil de comparaison de spectres pour identifier et comparer les paramètres influents dans la hauteur et le timbre.

COMPOSITION : Réf 222112

- Spectrason (réf 222054)
- Console Foxy 2 (réf 485000)
- Logiciel A.S. Sup (réf 000137)



Thèmes abordés

- Propagation des ultrasons dans l'air
- Longueur d'onde, vitesse de propagation
- Décalage Doppler en fonction de la vitesse
- Analogie avec le radar automobile

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif du TP est de retrouver expérimentalement la relation de Doppler et son application à la mesure de vitesses.

1- Comparer la mesure de la vitesse par effet Doppler à la mesure par un système de référence.

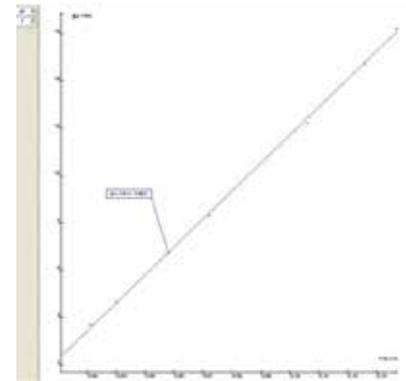
Mettre le chariot en mouvement, et prévoir un dispositif de mesure de vitesse (chronomètre, dispositif chronociné, caméra, etc). La vitesse pourra ainsi être validée par un système de référence.

2- Retrouver la relation de Doppler par l'expérience :

- Faire varier la vitesse v du chariot à l'aide du potentiomètre.
- Mesurer le décalage en fréquence Doppler correspondant à la fréquence du signal de sortie du boîtier Initio (par lecture au pointeur, ou par modélisation ou encore par transformée de Fourier : toutes ses solutions sont intégrées au logiciel Atelier Scientifique généraliste Physique Chimie).
- Mesurer la vitesse v du chariot par un dispositif de référence.
- Représenter Δf en fonction de v .
- En déduire la pente de la droite correspondante.
- Comparer cette valeur au rapport $c/fém$.
- En déduire l'équation de Doppler

3- Analogie avec le radar automobile

L'analogie avec le radar est rendue possible en positionnant l'émetteur et le récepteur Moduson® côte à côte et en fixant l'écran (fourni) sur le chariot mobile.



Tracé du décalage en fréquence Doppler en fonction de la vitesse du chariot

COMMENTAIRES

L'avantage d'un banc motorisé :

- Expériences reproductibles et répétibles
- Dispositif maîtrisé et sécurisé car vitesses faibles (cm.s^{-1}) et déplacements contrôlés
- La vitesse est constante durant le déplacement
- Mesures précises

Rôles du boîtier Doppler Par Ultrasons :

- Alimentation du banc
- Variation de la vitesse par variation de la tension d'alimentation (Marche avant et marche arrière)
- Alimentation de l'émetteur simple Moduson® (non fourni)
- Opération sur les signaux ultrasonores émis et reçu de façon à avoir, en sortie, un signal de fréquence égale à la différence des fréquences émises et reçues.

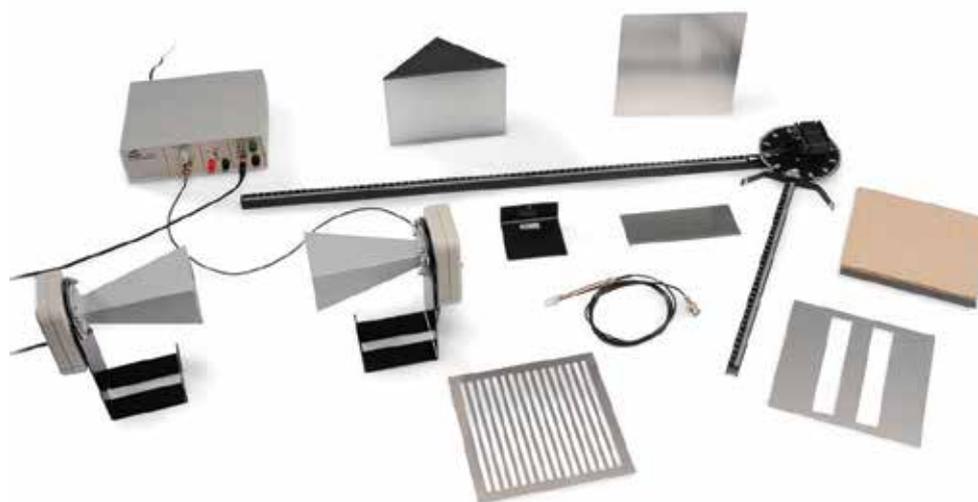
COMPOSITIONS

Composition (Réf 222131)

- Pack effet Doppler (réf 222138)
- Emetteur Moduson (réf 222076)
- Recepteur Moduson (réf 222078)
- Oscilloscope Iniscope 2 (réf 297705)

Composition (Réf 222132)

- Pack effet Doppler (réf 222138)
- Emetteur Moduson (réf 222076)
- Recepteur Moduson (réf 222078)
- Console Foxy 2 (réf 485000)
- Logiciel A.S. Sup (réf 000137)



Thèmes abordés

- Propagation rectiligne des micro-ondes
- Réflexion, absorption et transmission
- Blindage de micro-ondes
- Polarisation / Réfraction
- Diffraction / Interférences
- Transmission d'informations

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ensemble permettant de réaliser des expériences sur la propagation des ondes électromagnétiques (9,4 GHz) avec des longueurs d'onde centimétriques. Un émetteur à antenne conique émet un faisceau étroit d'ondes électromagnétiques de polarisation linéaire d'une longueur d'onde d'env. 3 cm. Pour modifier le sens de polarisation, tourner l'antenne conique sur l'axe du sens de propagation. Les ondes sont mises en évidence par un récepteur à antenne conique ou une sonde à micro-ondes. L'intensité du champ électromagnétique est convertie en une tension de sortie proportionnelle pouvant être mesurée avec un voltmètre. De plus, on peut activer un signal acoustique dont le volume est proportionnel à l'intensité.

COMMENTAIRES

- Ensemble complet
- Cornets rotatifs pour la polarisation
- Fréquence d'oscillateur : 9,5 GHz (longueur d'onde 3cm)
- Puissance d'émission : 10 - 25 mW
- Récepteur à antenne conique : diode au silicium avec résonateur
- Sonde à micro-ondes : diode au silicium avec résonateur

COMPOSITION : Réf 204029

- Unité de contrôle
- Émetteur avec cornet / Récepteur avec cornet / Sonde à micro-ondes
- Banc à micro-ondes, 800 mm / Banc articulé à micro-ondes, 400 mm avec porte-plaque
- Plaque de réflexion, 180x180 mm² / Grille de polarisation, 180x180 mm²
- Plaque d'absorption, matière fibreuse, 180x180 mm² / Prisme en paraffine
- Plateau porte prisme / Plaque avec fente double / Plaque couvrante pour fente double



1



2

Thèmes abordés

1- Technique des antennes :

- Diagramme précis des antennes
- Mesure de diagramme polaire et cartésien
- Directivité, angle d'ouverture
- Comparaison entre différentes antennes
- Adaptation d'impédance des antennes
- Types d'antennes : monopôles, dipôles, Yagi, hélicoïdales, patch et microstrip

2- Protocole RFID et NFC :

- Technologie RFID Standard ISO 15693
- Portée énergétique et transmission
- Écriture et lecture étiquette RFID
- Technologie NFC active et passive
- Écriture et lecture étiquette NFC
- Différents types de transpondeurs RFID et NFC

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le système UniTrain est un système évolutif performant d'enseignement assisté par ordinateur pour l'apprentissage et la formation en électricité et en électronique. L'Interface UniTrain en est le dispositif central. Ce dispositif fournit les entrées et sorties, les relais, les sources et la technique de mesure requis pour les expériences. L'interface est commandée via le PC. Le système est fourni avec un cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices et évaluation.

COMMENTAIRES

Sur le même principe, bien d'autres TPs dans toutes les disciplines sont disponibles (nous consulter).

COMPOSITIONS

TP Étude des antennes (Réf 604232)

Dispositif de base comprenant :

- 1 Interface UniTrain
- 1 Module d'accueil des cartes électroniques
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure

Cours Technique des antennes comprenant :

- 1 carte d'essais interface d'antenne, détecteur logarithmique > 60 dB zone dynamique, résolution 16 bits
- 1 plate-forme tournante pour antenne commandée par moteur pas à pas, avec une résolution de 0,1°
- 1 support avec matériel de fixation et câble de connexion

2- Protocole RFID et NFC (Réf 604252)

Dispositif de base comprenant :

- 1 Interface UniTrain
- 1 Module d'accueil des cartes électroniques
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure

Cours Protocole RFID et NFC comprenant :

- 1 carte d'essai RFID-/NFC-Reader
- 1 Transpondeur de mesure RFID
- 1 Transpondeur de mesure NFC
- Transpondeur
- 2 câbles BNC

PROPRIÉTÉS DE LA MATIÈRE

Les propriétés de la matière explorent les caractéristiques fondamentales de la matière et ses réactions face à différentes conditions et stimuli.

La matière, qui constitue tout ce qui nous entoure, possède des propriétés fascinantes qui déterminent son comportement dans diverses situations. Ce chapitre vise à vous familiariser avec ces propriétés, à travers une **série de travaux pratiques conçus par les sociétés Jeulin et Phywe, leaders dans la fourniture de solutions pédagogiques.**

Au cours de ce chapitre, vous pourrez découvrir nos solutions pour l'étude de phénomènes tels que la **loi de Boyle-Mariotte** et la **loi des gaz**. Vous explorerez également la **détermination de la capacité calorifique de l'eau et des métaux**, ainsi que les **changements d'état de la matière**.

Les travaux pratiques inclus dans ce chapitre couvrent également des sujets tels que **le transfert de l'énergie thermique, l'effet Peltier et l'effet Seebeck**, qui sont des aspects cruciaux de la thermodynamique. Vous aurez l'occasion de manipuler des outils tels que **le cube de Leslie, le moteur de Stirling**, et d'étudier des phénomènes comme **l'expansion thermique**.



Thèmes abordés

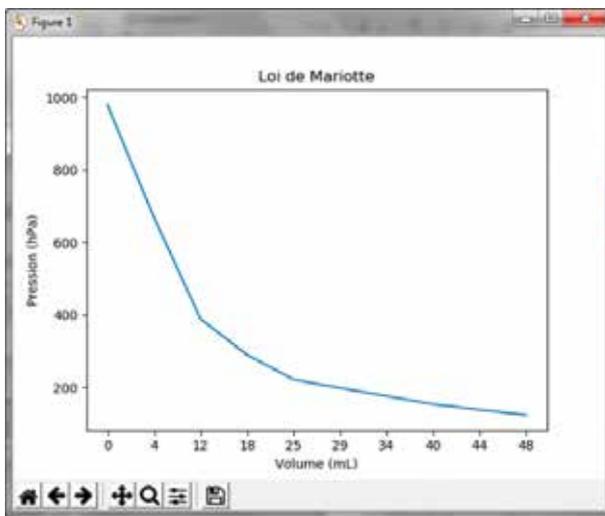
- Etude de la loi de Mariotte
- Programmation en Python

PRINCIPES ET OBJECTIFS

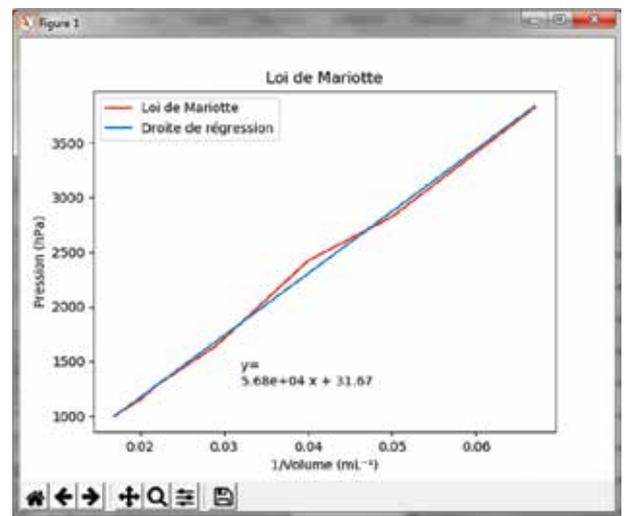
Etudier la relation entre la pression et le volume de l'air, à une température constante.

La distribution Python Jeulin fournie dispose d'une librairie de fonctions permettant de réaliser un programme mesurant la pression au sein d'une seringue de volume connu.

Les fonctions proposées permettent notamment l'affichage de la pression en fonction du volume, également de visualiser la droite $P=f(1/V)$ et de déterminer alors la droite de régression linéaire pour une expérience, en langage Python.



Tracé de la courbe $P=f(V)$ en langage Python.



Tracé de la courbe $P=f(1/V)$ avec sa droite de régression.

COMPOSITION : Réf 277734

- 1 carte Arduino UNO + cordon USB + shield Grove pour Arduino UNO + protection (réf 275785)
- 1 capteur de pression Jeulin type Grove (réf 276971)
- 1 maquette Loi de Mariotte (réf 252051)



Thèmes abordés

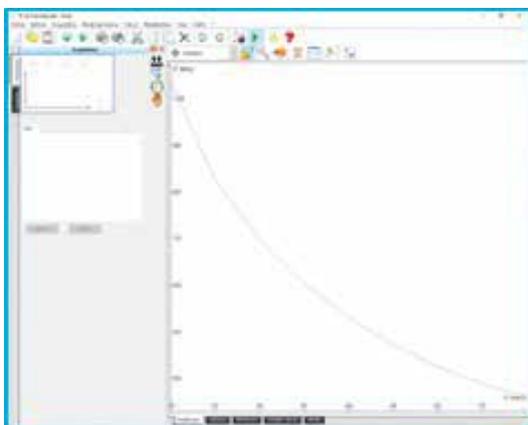
- Relation pression-volume d'un gaz
- Loi de Boyle – Mariotte
- Capteur pression permettant d'étudier aussi la pression dans un liquide.

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce TP permet de mettre en relation la pression et le volume à l'aide d'un capteur pression et d'un dispositif de compression de l'air. La seringue à piston vissant est montée sur socle ce qui assure une stabilité de l'ensemble même lorsque la seringue est comprimée. Ce dispositif permet donc de faire varier et maintenir la pression précisément et sans effort. Une sécurité escamotable permet de limiter la course du piston, et donc la pression, afin de protéger le manomètre ou pressiomètre qui sera connecté au dispositif.

La vanne 3 voies a 2 fonctions :

- Le réglage du volume d'air à introduire dans la seringue
- Couper la communication avec l'extérieur en mettant le manomètre dans le circuit de pression

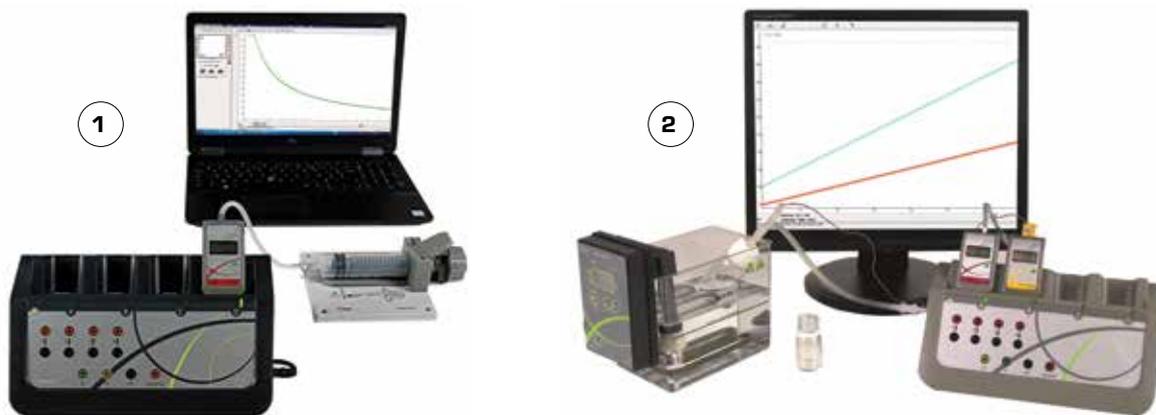


COMMENTAIRES

Grâce aux applications Redy, ce Tp est directement réalisable sur une tablette ou un smartphone ANDROID ou APPLE et sur n'importe quel PC. Le capteur dispose aussi d'une mémoire interne rendant possible une acquisition en parfaite autonomie puis son exportation vers un ordinateur.

COMPOSITION : Réf 485020

- Capteur pression Redy (réf 488 005)
- Loi de Mariotte (réf 252 051)



Thèmes abordés	
- Loi des gaz parfaits $PV = nRT$	- Echelle de température absolue
- Loi de Boyle-Mariotte	- Zéro absolu
- Loi de Gay-Lussac	

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La loi des gaz parfaits régit les variables volume $V(m^3)$, pression $P(Pa)$ et température $T (K)$ d'une quantité $n (mol)$ d'un gaz indépendamment de sa nature. Elle est exprimée par la relation (1) ci-dessous. R étant une constante universelle des gaz parfaits.

$$PV = nRT \quad (1)$$

Les TP suivants permettent la mise en pratique de deux lois issues de cette loi universelle :

1- Loi de Boyle-Mariotte

La loi de Boyle-Mariotte spécifie qu'à température constante, la pression d'une quantité donnée d'un gaz est inversement proportionnelle à son volume et réciproquement.

P et V seront mesurés à T et n constants et la relation résultante sera vérifiée.

$$P = Cte \frac{1}{V}$$

2- Loi de Gay-Lussac

La loi de Gay-Lussac spécifie qu'à volume constant, la pression d'une quantité donnée d'un gaz est proportionnelle à sa température et réciproquement.

P et T seront mesurés à V et n constants et la relation résultante sera vérifiée.

$$P = Cte T$$

COMMENTAIRES

L'utilisation de la gamme ExAO Foxy et de la suite logicielle Atelier scientifique rend la réalisation de ces expériences attractive en plus de la simplification de la mise en œuvre et de la rigueur apportée aux mesures.

COMPOSITIONS

1- Loi de Boyle-Mariotte (Réf 322171)

- 1 Maquette loi de Mariotte (réf 252051)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 1 Capteur Pression (réf 482038)

2- Loi de Gay-Lussac (Réf 322172)

- 1 Enceintes loi de Charles (réf 252052)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 1 Capteur Pression (réf 482038)
- 1 Capteur Thermocouple (réf 482036)
- 1 Bain-marie (réf 591074)

Thèmes abordés

- Masse molaire et masse molaire relative
- Propriétés des gaz
- Gaz parfaits
- Équations d'état



PRINCIPES ET OBJECTIFS

Tous les gaz peuvent être considérés, en première approximation, comme obéissant à l'équation des gaz parfaits qui relie la pression P , le volume V , la température T et la quantité de substance n d'un gaz exprimée en nombre de moles. Ce nombre vaut m / M où m est la masse de gaz présente et M la masse d'une mole de gaz. Le volume occupé par une masse connue de gaz doit être mesuré à une température et une pression données, de sorte que l'équation des gaz parfaits puisse être utilisée pour estimer la masse molaire du gaz. Les expériences proposent de déterminer les masses molaires des gaz hélium, azote, dioxyde de carbone et méthane.

Gas	Volume V / ml	Mass m / g	Ambient pressure $p / \text{mm Hg}$	Ambient Temperature T / K	Molar mass $M / \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	
					Exp.	Lit.
He	98.5	0.017	746.6	294.2	4.2	
	99.0	0.018	746.6	294.2	4.5	
	100.0	0.019	746.6	294.2	4.7	
					mean: 4.5	4.00
N ₂	98.5	0.115	746.6	294.2	28.7	
	99.5	0.115	746.6	294.2	28.4	
	99.0	0.118	746.6	294.2	29.3	
					mean: 28.3	28.02
CO ₂	99.0	0.178	746.0	294.7	44.3	
	99.0	0.175	746.0	294.7	43.5	
	98.0	0.179	746.0	294.7	45.0	
					mean: 44.3	44.01
CH ₄	99.5	0.066	744.5	294.7	16.4	
	100.0	0.072	744.5	294.7	17.8	
	98.0	0.069	744.5	294.7	17.7	
					mean: 17.3	16.04

Evaluation des masses molaires de différents gaz

COMMENTAIRES

Possibilité d'étudier de nombreux gaz différents.

COMPOSITION : Réf 240020

- Trépied / Tiges en acier inox / Pince universelle / Noix double
- Porte-seringue avec arrêt / Seringue 100 mL
- Robinet à 3 voies / Boule verre 2 robinets, 100 mL / Bouteille de sécurité 500 mL, verre
- Manomètre à ressorts, 0-1000 mbar
- Tubes verre, coudé / Robinet à 3 voies, en T
- Pompe à vide à palettes, 2 étages, 115 / 230 V / Raccord pour pompes à vide

- Tuyau caoutchouc pour expériences du vide, d.i. = 6mm + d.i. = 8mm / Colliers de serrage
- Station météorologique numérique affichage LCD
- Graisse de silicone, 50 g / Détendeur pour gaz comprimé
- Gaz en bombonne, N₂, 12 L / CO₂, 21g / Méthane, 12 L / He, 12 L

Accessoire nécessaire :

- Balance de précision 1mg



Thèmes abordés

- Méthode des mélanges
- Loi de joule

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Méthode des mélanges :

Dans le calorimètre, verser un volume V_1 d'eau à température ambiante. Noter la masse d'eau froide (m_1) et la température de cette eau (T_1).

Dans le calorimètre, verser rapidement ensuite un volume V_2 d'eau chaude à environ 50°C . Noter la masse d'eau chaude (m_2) et la température de cette eau (T_2). Couvrir et agiter. Noter la température d'équilibre (T_3).

La loi de conservation de l'énergie indique que la somme des énergies transférées par l'eau froide, le calorimètre et l'eau chaude est nulle.

$$Q_1 + Q_{cal} = 0 \text{ soit } m_1.C_{eau} (T_3-T_1) + C(T_3-T_1) + m_2.C_{eau} (T_3-T_2) = 0$$

Avec $C_{eau} = 4180 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Loi de Joule :

Cette expérience permet de quantifier l'énergie électrique apportée pour chauffer un volume d'eau et d'évaluer l'influence du temps de passage du courant, de la résistance ohmique.

On réalise un circuit série comprenant : 1 générateur de tension continue 6/12 V, 1 rhéostat 33Ω , 2,2 A, 1 joulemètre, 1 capteur température, la résistance chauffante à plonger dans le calorimètre.

Dans le calorimètre, verser un volume V_1 d'eau à température ambiante.

Noter la masse d'eau froide (m_1) et la température de cette eau (T_1).

Déclencher l'acquisition et régler rapidement l'intensité à la valeur souhaitée.

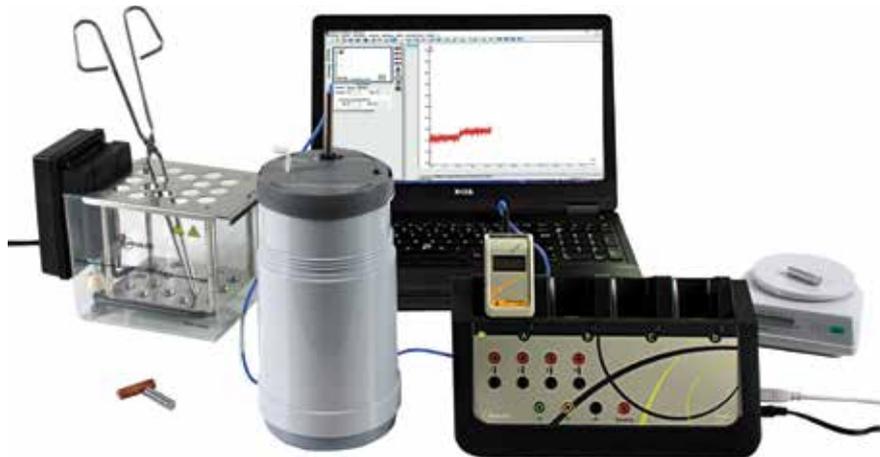
Reproduire l'expérience pour plusieurs valeurs de courant, tracer $Q=f(i^2)$ pour obtenir le même ΔT , on obtient une droite qui permet de conclure que l'énergie thermique est proportionnelle au courant au carré.

Refaire l'expérience en relevant Q pour plusieurs valeurs du temps pour vérifier que l'énergie thermique est proportionnelle au temps.

COMPOSITION : Réf 240032

- Calorimètre Dewar (réf 253081)
- Console Foxy (réf 485000)
- Capteur thermomètre (réf 482101)
- Joulemètre Initio 2 (réf 292087)

- Alimentation 12V 5A (réf 281483)
- Rhéostat 33Ω (réf 281277)
- Logiciel A.S. Sup (réf 000131)



Thèmes abordés

Échanges thermiques

Équilibre thermique

Capacité thermique

Transformation de l'énergie

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Une masse métallique connue M_m (pesée) est chauffée dans un bain-marie à une température T_{bain} . Elle est plongée dans un calorimètre contenant une quantité d'eau de masse M_{eau} et température initiale T_{eau} connues.

la température de l'eau est mesurée et enregistrée jusqu'à l'atteinte de l'équilibre thermique, à T_f , dans le calorimètre. La capacité thermique du métal est ainsi déterminée à partir de l'équation d'équilibre thermique :

$$Q_{m\acute{e}tal} = Q_{eau}$$

Soit

$$M_m C_m (T_{bain} - T_f) = M_{eau} C_{eau} (T_f - T_{eau})$$

Soit

$$C_m = \frac{M_{eau} C_{eau} (T_f - T_{eau})}{M_m (T_{bain} - T_f)}$$

COMMENTAIRES

L'utilisation de la gamme ExAO Foxy et de la suite logicielle Atelier scientifique rend la réalisation de ces expériences attractives en plus de la simplification de la mise en œuvre et de la rigueur apportée aux mesures.

D'autres expériences sont, bien entendu, réalisables avec les mêmes compositions telles que la chaleur de fusion de l'eau, la détermination de la capacité thermique du calorimètre, etc.

COMPOSITION : Réf 240030

- 1 Calorimètre (réf 253081)
- 1 Bain-marie (réf 591074)
- 1 Balance 500g/0,1g (réf 705008)
- 1 Lot de masses identiques (réf 312011)

- 1 Pince inox (réf 703105)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 1 Capteur Thermomètre (réf 482101)



Thèmes abordés

- Chaleur latente de changement d'état
- Transformation de l'énergie
- Équilibre thermique
- Rendement

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Une masse d'eau M_{eau} est introduite dans le calorimètre muni d'une sonde de température et placé sur une balance. Cette eau est chauffée à l'aide de la résistance du calorimètre dont la puissance est mesurée par un capteur volt-mètre et un capteur ampèremètre.

La température augmente et se stabilise à la température d'évaporation (100°C), on laisse une masse significative d'eau $M_{100^{\circ}\text{C}}$ (déterminée par la balance) s'évaporer et ce pendant un intervalle de temps $\Delta t_{100^{\circ}\text{C}}$. Le rendement μ du système de chauffe est déterminé à partir des courbes U, I et T dans la section de montée en température de M_{eau} (avant d'atteindre 100°C) de T_1 à T_2 en $\Delta t_{1 \rightarrow 2}$

$$Q_{1 \rightarrow 2} = M_{eau} C_{eau} (T_2 - T_1) = \mu U I \Delta t_{1 \rightarrow 2} \quad \text{soit} \quad \mu = \frac{M_{eau} C_{eau} (T_2 - T_1)}{U I \Delta t_{1 \rightarrow 2}}$$

La chaleur latente de vaporisation de l'eau est ainsi calculée : $Q_{m100^{\circ}\text{C}} = \mu U I \Delta t_{100^{\circ}\text{C}}$ et $L_{eau} = \frac{Q_{m100^{\circ}\text{C}}}{M_{100^{\circ}\text{C}}}$

COMMENTAIRES

L'utilisation de la gamme ExAO Foxy et de la suite logicielle Atelier scientifique rend la réalisation de ces expériences attractive en plus de la simplification de la mise en œuvre et de la rigueur apportée aux mesures.

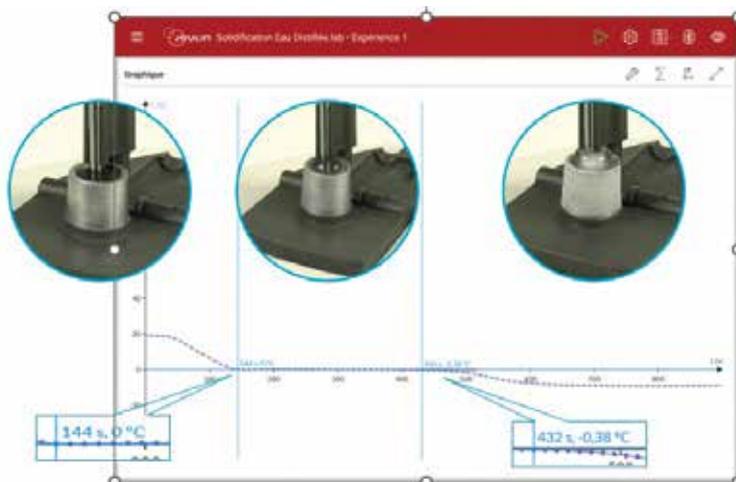
D'autres expériences sont, bien entendu, réalisables avec les mêmes compositions telles que la chaleur de fusion de l'eau, la détermination de la capacité thermique du calorimètre, etc.

COMPOSITION : Réf 240035

- 1 Calorimètre (réf 253081)
- 1 Balance 3000g / 0,1g (réf 705010)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 1 Capteur Thermomètre (réf 482101)
- 1 Capteur Voltmètre TRMS (réf 482035)
- 1 Ampèremètre TRMS (réf 482034)
- 1 Alimentation réglable 30 V / 5 A (réf 281490)
- 2 Cordons de sécurité 100 cm Banane à reprise arrière 4mm Noir (réf 284842)
- 3 Cordons de sécurité 100 cm Banane à reprise arrière 4mm Rouge (réf 284843)

Thèmes abordés

- Changements d'état
- Solidification
- Fusion



PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'eau existe sous trois formes différentes sur notre planète : solide, liquide et gaz. Que se passe-t-il lors du passage d'un état à un autre ? Comment évolue la température de l'eau distillée lors de la solidification, passage de l'état liquide à l'état solide ?

Le Minicongélateur est un appareil conçu pour refroidir un liquide contenu dans une petite enceinte de 4 mL. Il a été spécialement développé pour permettre l'étude des changements d'état de substances pures telles que l'eau, le cyclohexane ou de mélanges (eau-sel, eau-éthanol). Doté d'un support de thermomètre ergonomique, cet appareil permet de suivre l'évolution de la température du milieu étudié lors du changement d'état avec un thermomètre. On peut directement tracer et exploiter les courbes sur n'importe quel support numérique et ainsi rapidement comparer diverses substances ou faire varier un paramètre expérimental et obtenir rapidement et clairement le graphe correspondant.

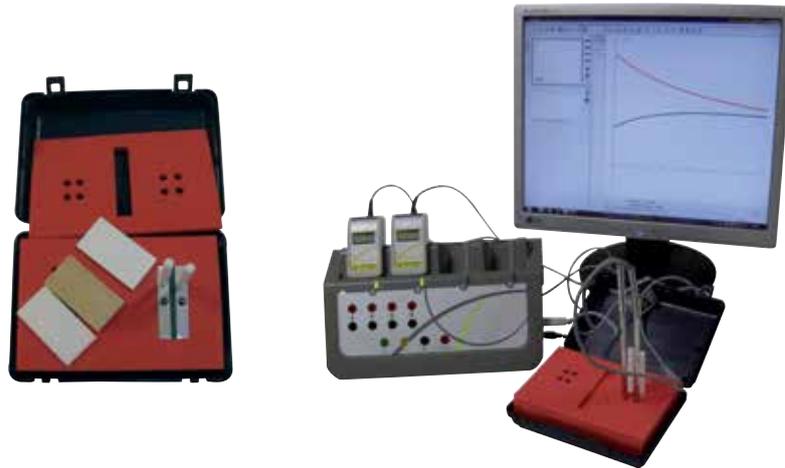


COMMENTAIRES

Grâce aux applications Redy, ce Tp est directement réalisable sur une tablette ou un smartphone ANDROID ou APPLE et sur n'importe quel PC. Le capteur dispose aussi d'une mémoire interne rendant possible une acquisition en parfaite autonomie puis son exportation vers un ordinateur.

COMPOSITION : Réf 485021

- Capteur thermomètre sans-fil Redy (réf 488004)
- Minicongélateur (réf 701075)
- Alimentation 6V-12V / 5A (réf 281483)



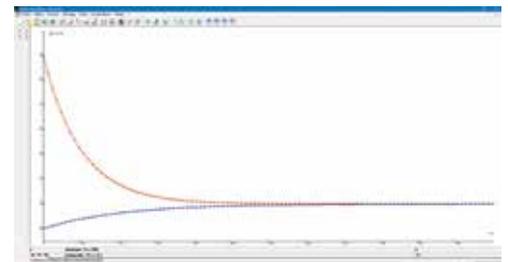
Thèmes abordés

- Conduction thermique
- Rayonnement thermique
- Résistance thermique
- Isolation

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ensemble destiné à mettre en évidence les phénomènes de transfert thermique par conduction et par rayonnement ainsi que le pouvoir isolant de différentes matières.

Le dispositif est composé d'une mallette en matière plastique qui sert, outre sa fonction de rangement, d'enceinte adiabatique pour la réalisation des expériences. Elle contient 2 blocs en acier et 2 blocs en aluminium de même taille ainsi que 2 tiges filetées en plastique pour manipuler les blocs chauds. Les blocs métalliques peuvent recevoir des sondes de température de 3 ou 6 mm de diamètre.



Les expériences consistent à porter les différents blocs à des températures initiales différentes (à l'aide d'un bain-marie non fourni), et enregistrer l'évolution de leurs températures respectives en fonction du temps jusqu'à l'atteinte du régime permanent. Et ce dans les conditions suivantes :

- Blocs en contact l'un de l'autre : conduction
- Blocs séparés par une mince lame d'air : rayonnement et, dans une faible mesure, convection
- Blocs séparés par 3 types de matériaux isolants de même épaisseur.

L'analyse, plus ou moins poussée selon l'objectif du TP, s'effectue avec le logiciel Atelier Scientifique.

COMMENTAIRES

Ce TP est une excellente introduction qualitative et quantitative à l'étude des différents modes de transfert thermique ainsi qu'aux moyens d'isolation en fonction de leur résistance thermique.

COMPOSITION : Réf 240040

- 1 Dispositif d'étude de la résistance thermique (réf 253115)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 2 Capteurs de température (réf 482101)
- Option**
- 1 Bain-marie (réf 591074)



Thèmes abordés

- Résistance thermique des matériaux
- Conductivité thermique des matériaux
- Flux thermique
- Loi de Fourier
- Relation entre R_{th} , φ et Δt

PRINCIPES ET OBJECTIFS

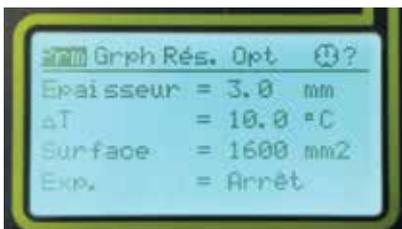
L'objectif de ce TP est de déterminer la résistance thermique de matériaux et d'en effectuer une classification du point de vue de leur capacité à isoler thermiquement une surface. Associer les bons matériaux pour une isolation efficace.

- 1 L'étudiant insère l'échantillon de son choix sur la surface prévue et coulisse la mâchoire haute pour caler l'échantillon par gravité.
- 2 À l'aide de l'encodeur, l'élève renseigne l'épaisseur et la surface correspondant à l'échantillon à tester.
- 3 L'étudiant déclenche le processus d'analyse afin d'atteindre le régime stationnaire (5 à 10 minutes).
- 4 L'élève valide le régime stationnaire après évaluation graphique. Tous les paramètres relatifs à la caractérisation du matériau s'affichent à l'écran dans l'unité du Système International.

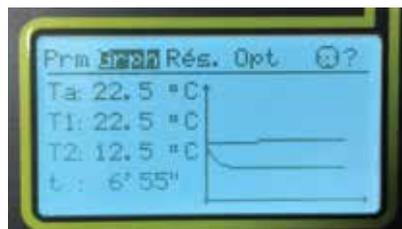
1



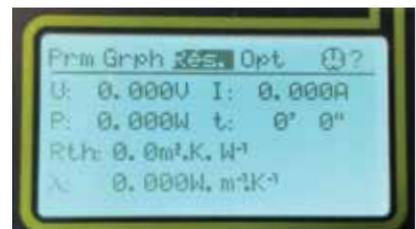
2



3



4



COMMENTAIRES

Le régime permanent maintenu permet de travailler sur une seule variable, la résistance thermique, et vérifier la conductivité thermique du matériau testé. Le système offre également la possibilité de vérifier l'addition des résistances thermiques lors de la superposition de plusieurs matériaux ou le rapport entre épaisseur et résistance thermique d'un matériau. En outre, des sorties analogiques permettent de faire l'acquisition de 3 grandeurs au choix sur une console d'acquisition.

COMPOSITION : Réf 253118

- Maquette résistance thermique
- Matériaux isolation (PVC, contre-plaqué, verre, polystyrène)
- Bloc d'alimentation



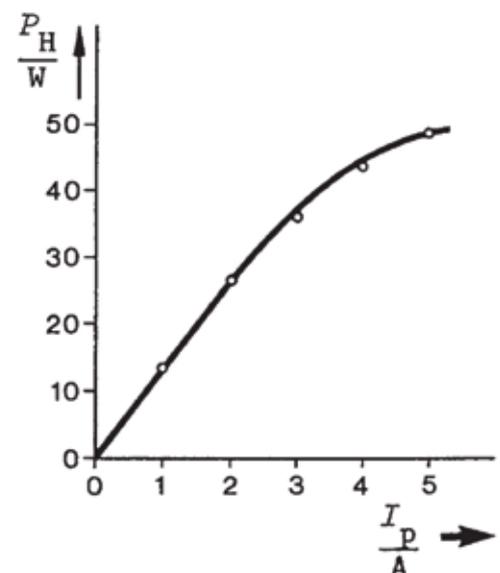
Thèmes abordés

- Effet Peltier / Pompe à chaleur
- Effet Joule
- Coefficient de Peltier / Thomson
- Capacité de refroidissement / Chauffage
- Conduction / Convection

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La capacité de refroidissement et de chauffage ainsi que l'efficacité d'une pompe à chaleur à effet Peltier sont déterminées dans différentes conditions de fonctionnement.

- 1 Détermination de la capacité de refroidissement de la pompe en fonction du courant et calcul du rendement à la puissance maximale.
- 2 Mesure de la capacité de chauffage de la pompe et son rendement à courant et température constants du côté froid.
- 3 Étude du comportement de la température lorsque la pompe est utilisée pour le refroidissement, le côté chaud étant refroidi à l'air.



Capacité de refroidissement de la pompe en fonction du courant de fonctionnement

COMMENTAIRES

La conception ouverte permet de comprendre pleinement les fonctions et les applications de ce type de dispositif qui n'est pas une "boîte noire" ! Les éléments clés de l'expérience peuvent également être utilisés pour étudier l'effet Seebeck.

COMPOSITION : Réf 240022

- Thermo-générateur avec 2 bains d'eau / échangeur de chaleur de fluides / Radiateur
- Bobine de chauffage avec douilles / Distributeur
- Rhéostat 33 ohms, 160 W / Fiches de Connexion, jeu de 2
- Alimentation universelle, affichage analogique, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Chronomètre numérique
- Soufflerie chaud froid
- Thermomètre de laboratoire, -10...+110°C / Thermomètre -10...+50°C
- Tube caoutchouc, d.i. = 6mm / Pince universelle / Noix double
- Trépied / Tige en acier inox, l = 250 mm, d = 10 mm
- Fils de connexion : 32 A, 250 mm / 32 A, 500 mm / 32 A, 750 mm
- Pâte thermo-conductrice, 60 g



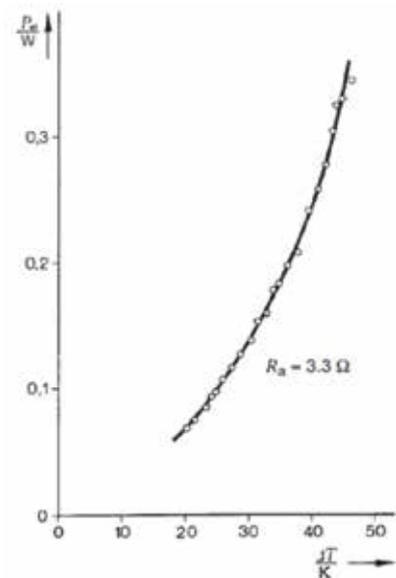
Thèmes abordés

- Effet Seebeck / Effet thermoélectrique
- Rendement
- Coefficient de Peltier / de Thomson
- Coefficient de Seebeck
- Conversion directe d'énergie

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Dans un thermo-générateur à semi-conducteurs, la tension à vide et le courant de court-circuit sont mesurés en fonction de la différence de température. La résistance interne, le coefficient Seebeck et le rendement sont déterminés.

- 1 Mesure de la tension à vide et le courant de court-circuit à différentes différences de température et évaluation du coefficient Seebeck.
- 2 Mesure du courant et de la tension pour une différence de température constante mais avec des résistances de charge différentes, et détermination de la résistance.
- 3 Détermination du rendement de la conversion d'énergie à partir de la quantité de chaleur consommée et de l'énergie électrique produite par unité de temps.



Puissance électrique générée en fonction de la différence de température

COMMENTAIRES

La conception ouverte permet de comprendre pleinement les fonctions et les applications de ce type de dispositif qui n'est pas une "boîte noire" ! Les éléments clés de l'expérience peuvent également être utilisés pour étudier l'effet Peltier.

COMPOSITION : Réf 240023

- Thermo-générateur avec 2 bains d'eau / échangeur de chaleur de fluides
- Pâte thermo-conductrice, 60 g
- Boîte de Connexion
- Rhéostat 33 ohms, 160 W
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Chronomètre numérique
- Thermostat à immersion Alpha A, 100°C, 230 V / Kit thermostatique externe
- Cuve pour thermostat, 6 L
- Thermomètre de laboratoire, -10...+110°C / Thermomètre -10...+50°C
- Résistances 2 Ohms 5%, 2w, G1 / 1 Ohm 2%, 2 W, boîtier G1 / 5 Ohms 5%, 2w, G1 / 10 Ohms 2%, 2W, G1
- Tube caoutchouc, d.i. = 6mm / Raccord pour tuyau, diamètre 6-10 mm
- Fils de connexion, 32 A, 500 mm



Thèmes abordés

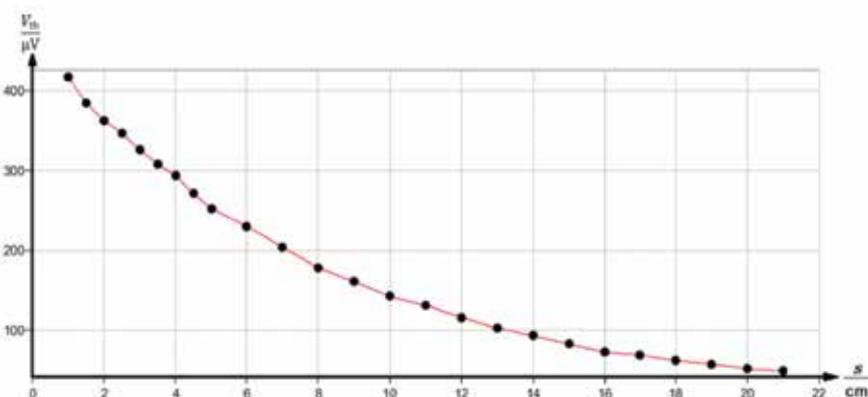
- Rayonnement thermique
- Emissance
- Loi de Kirchhoff
- Cube de Leslie
- Corps noir et corps gris

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le rayonnement thermique peut être mesuré sur toutes les surfaces dès lors que leurs températures diffèrent de celle de l'environnement. Par conséquent, plus le corps est chaud, plus la quantité de chaleur rayonnée sera importante. La couleur de la surface émettrice affecte également certaines caractéristiques du rayonnement : les surfaces sombres émettent par exemple plus de rayonnements thermiques que les claires.

Cet ensemble didactique est exploité pour :

- 1 Déterminer et comparer l'émissance des quatre faces d'un cube de Leslie à une température constante. Le rayonnement thermique du cube rempli d'eau bouillante est mesuré à l'aide d'une thermopile de Moll.
- 2 La même étude que précédemment mais en fonction de la température.
- 3 Relever la tension thermoélectrique en fonction de la température pour chaque face du cube et valider la loi de Kirchhoff sur le rayonnement thermique pour le cube de Leslie utilisé.



Mesure de l'émissance de la surface noire en fonction de la distance, à une température de 93C.

COMMENTAIRES

Une installation simple et des expériences étudiants ou de cours. Le cube de Leslie est un dispositif utilisé pour mesurer ou démontrer les variations du rayonnement thermique émis par différentes surfaces à la même température.

COMPOSITION : Réf 240024

- Cube de Leslie
- Thermopile selon Moll / Tube de protection
- Trépied / Embase / Tablette sur tige
- Chauffe-eau 1000 W
- Amplificateur de mesure universel
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Thermomètre, -10...+110 C
- Fils de connexion, 32 A, 750 mm
- Entonnoir, diam 50 mm / Becher DURAN®, forme haute, 2000 mL



Thèmes abordés

- Rayonnement infrarouge
- Emissivité thermique
- Diffusivité thermique
- Mesure par thermographie infrarouge
- Modélisation d'une image infrarouge étape par étape
- Modélisation de la température selon un profil ponctuel ou linéaire

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est d'aboutir, pour chacun des matériaux étudiés, à la détermination de la diffusivité thermique δ .

Mise en œuvre :

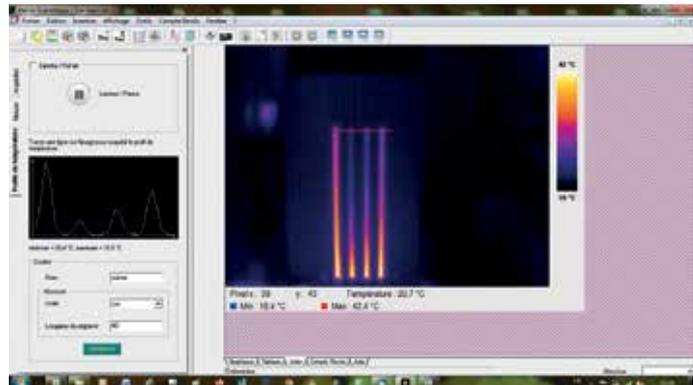
Les quatre tiges de même diamètre, sont introduites dans l'enceinte de conduction. A l'aide du bain thermostaté et de la pompe, on alimente l'enceinte en eau chaude, à température contrôlée (entre 45° et 65 °C). Chaque tige est recouverte d'une peinture noire mat afin de travailler avec un matériau qui a une émissivité proche de 1 qui vise à maximiser le rayonnement émis.

Observations et mesures :

Le logiciel dédié permet l'enregistrement simultané de la température en plusieurs points sur une même tige. Il est alors possible de comparer les observations directes sur les images thermographiques à différents instants, avec les mesures de températures aux points choisis.

Résultats et analyses :

Après un régime transitoire, les profils de température dans la tige n'évoluent plus, confirmant l'établissement d'un régime permanent. Qualitativement, les différents matériaux peuvent être classés par ordre de conductivité thermique croissante.



Profils de température obtenus avec la caméra Didactique infrarouge

COMMENTAIRES

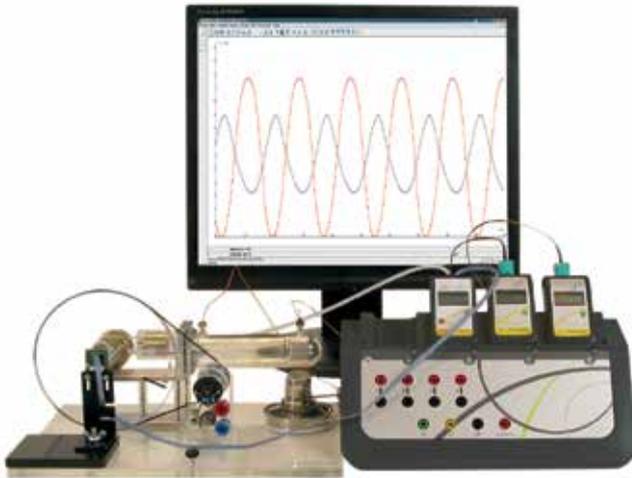
Ce TP est idéal avec la caméra thermique didactique (réf 577001) qui dispose d'un bolomètre Flir de qualité professionnelle associé à un logiciel entièrement didactique pour construire une image infrarouge étape par étape et effectuer les mesures et traitements adaptés à l'aide des outils graphiques et mathématiques de la suite Atelier Scientifique.

- 2 plages de mesures : -10/400°C; -10° / + 140°C : pas de driver à installer
- Logiciel didactique gratuit à télécharger : licence multiposte
- Boîtier adapté à tous types de montages (chimie, optique et Modumontage)
- Programmable en Python (acquisition/traitement)
- Profil thermique en 2D ou 3D

COMPOSITION : Réf 253180

- Ensemble étude de la conductibilité thermique (réf 253145)

- Caméra thermique didactique (réf 577001)
- Statif Modumontage (réf 701293)



Thèmes abordés

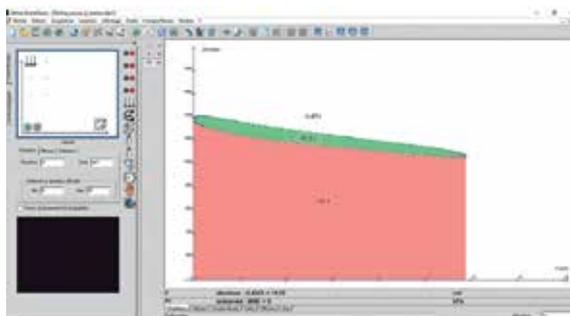
- Machine thermique
- Cycle thermodynamique à 4 transformations
- Nombreuses applications multidisciplinaires

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est de mettre en évidence le cycle de Stirling réel, pour le comparer au cycle théorique, et ainsi comparer le comportement d'un gaz parfait à celui d'un gaz réel. L'acquisition de la pression, du volume et de la température sont automatiques grâce à l'interface Foxy® 2.

Le dispositif permet de tracer le cycle de Stirling en coordonnées de Clapeyron (diagramme pV), et ainsi d'analyser le cycle de manière qualitative et quantitative.

La mesure de la pression se fait en temps réel, à l'aide d'un pressiomètre raccordé à un orifice sur le cylindre du piston de travail. Le volume est mesuré grâce à un capteur à effet Hall, placé sur la roue volante. La température peut également être mesurée au niveau de la source froide et de la source chaude directement sur le cylindre. Toutes ces mesures sont effectuées avec une grande vitesse d'acquisition et une grande reproductibilité dans le temps.



Aire sous la courbe permettant de déterminer le travail durant le cycle

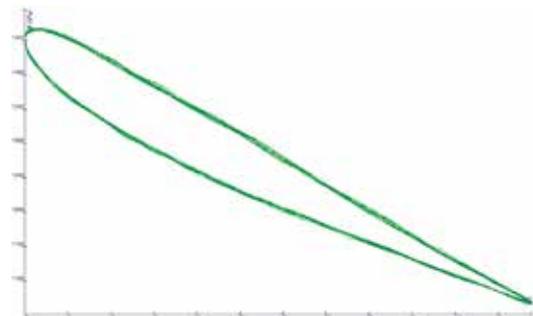


Diagramme de Clapeyron $P = f(V)$

COMMENTAIRES

Exemple pratique d'une machine thermique cyclique ditherme facile à mettre en œuvre et à analyser

- Tracé du cycle de Stirling en temps réel et comparaison avec la théorie
- Utilisation en générateur d'électricité et machine frigorifique

COMPOSITION : Réf 486040

- 1 Moteur stirling (réf 204081)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Capteur PV (Pression-Volume) Stirling (réf 482108)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)

Option :

- Capteur thermocouple (réf 482036)
- Sonde thermocouple (réf 253003)

DÉTERMINATION DU COP ET ANALYSE DU CYCLE D'UNE POMPE À CHALEUR (RÉFRIGÉRATEUR)



Thèmes abordés

- Cycles de chaleur d'une machine frigorifique
- Changements d'états
- Rendement du compresseur
- Détermination du coefficient de performance
- Analyse du cycle dans un diagramme de Mollier

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Principes et objectifs:

La pompe à chaleur D sert à illustrer le fonctionnement d'un réfrigérateur ou d'une pompe à chaleur de compression électrique. Les composants compresseur, condenseur, détendeur et évaporateur sont montés sur une plaque de base et sont reliés par un système fermé de tubes en cuivre et peuvent, grâce à leur agencement transparent, être directement mis en rapport avec la succession de changements d'état dans le cycle de la pompe thermique. Constitués de serpentins en cuivre, l'évaporateur et le condenseur sont plongés dans un réservoir d'eau faisant office de réservoir thermique pour déterminer la chaleur absorbée ou dégagée. Deux thermomètres numériques, permettent de déterminer la température respective des deux réservoirs.

Rendement du compresseur :

Le rendement η_{co} du compresseur est le résultat du rapport entre la quantité de chaleur ΔQ_2 amenée au réservoir d'eau chaude par intervalle de temps Δt et la puissance d'entraînement P du compresseur. Plus l'écart de température entre le condenseur et l'évaporateur est grand et plus elle diminue.

Représentation dans le diagramme de Mollier :

Grâce aux manomètres et thermomètres de la maquette, il est possible de tracer le cycle parcouru par le fluide frigorigène puis de déterminer la quantité de chaleur générée ou consommée par une variation de température ou au moment d'un changement d'état (liquide/vapeur).

Coefficient de performance théorique :

Le coefficient de performance théorique du cycle idéal peut être calculé à partir des enthalpies spécifiques relevées dans le diagramme de Mollier h_1 , h_2 et h_3 .

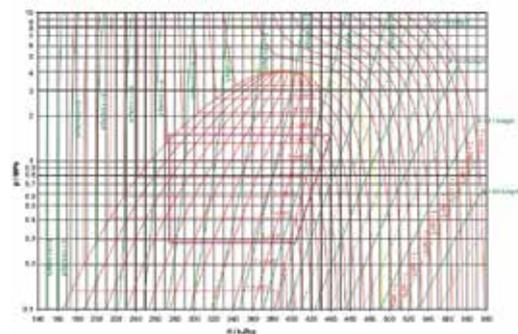
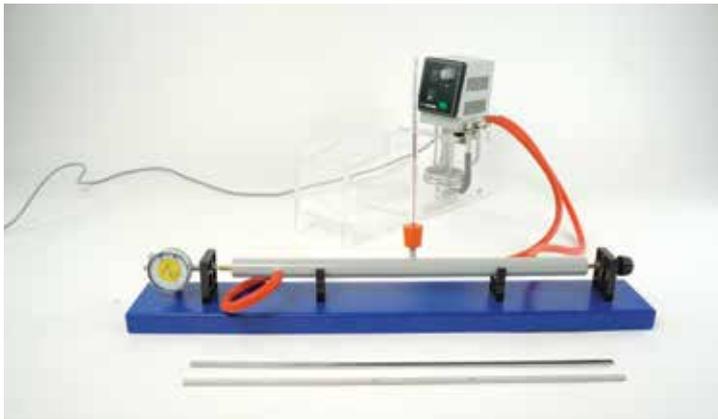


Diagramme de Mollier

COMPOSITION : Réf 240049

- Compresseur 120 W, condenseur et évaporateur
- Frigorigène R134A
- Réservoirs thermiques, 2000 ml chacun
- Manomètre côté basse et haute pression
- Thermomètre -20°C, -110°C
- Caméra thermique didactique (réf 277001)
- Statif Modimontage (réf 701293)



Thèmes abordés

- Expansion linéaire
- Expansion volumique
- Capacité thermique
- Equation de Grüneisen

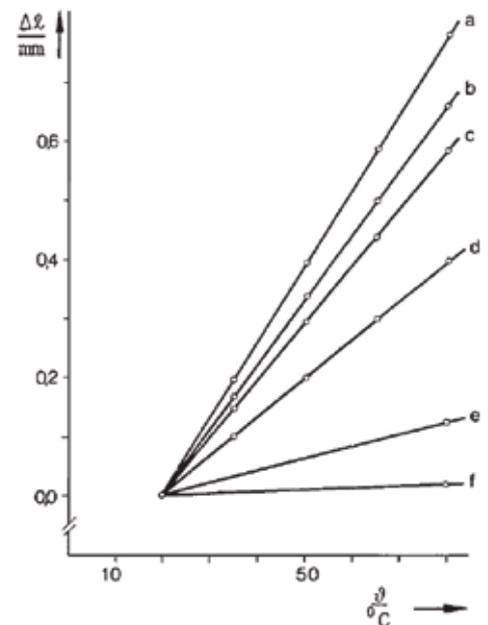
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Dans un solide ou un liquide, il existe un équilibre dynamique entre les forces de cohésion qui maintiennent les atomes ou les molécules ensemble et les conditions créées par la température.

Les forces de liaison entre les atomes varient d'un matériau à l'autre.

L'expansion volumique des liquides et l'expansion linéaire de divers matériaux sont déterminées en fonction de la température.

- 1 Détermination de la dilatation volumique de l'acétate d'éthyle ($C_4H_8O_2$), de l'alcool à brûler, de l'huile d'olive, du glycérol et l'eau en fonction de la température, à l'aide du pycnomètre.
- 2 Mesure de la dilatation linéaire du laiton, de l'aluminium, de l'acier en fonction de la température à l'aide d'un dilatomètre.



Relation entre la longueur et la température, pour a) Aluminium b) Laiton c) Cuivre d) Acier e) Verre Duran f) Verre de Quartz

COMMENTAIRES

Un même ensemble pour apprendre à connaître la dilatation thermique des solides et des liquides.

COMPOSITION : Réf 240021

- Dilatomètre avec indication à cadran
- Thermostat à immersion Alpha A, 100°C, 230 V / Kit thermostatique externe
- Cuve pour thermostat, 6 L
- Thermomètre de laboratoire, -10...+110°C
- Tube caoutchouc, d.i. = 6mm / Tube caoutchouc, d.i. = 10 mm / Raccord pour tuyau, diamètre 6-10mm
- Collier de serrage pour tuyau de diamètre 8-12 mm
- Seringue 1mL, jeu de 100 / Aiguilles 0,6 x 60 mm, jeu de 20
- Pissette 250 mL, plastique / Ballon fond plat, 100 mL / Becher boro3.3 100mL forme haute
- Acétate d'éthyle 250 mL / Glycérine 250 mL / Huile d'olive pure, 100 mL
- Pycnomètre calibré, 25 mL

Accessoire :

- Multimètre (non inclus)

OPTIQUE

Bienvenue dans ce chapitre consacré à l'optique, une branche captivante de la physique, dédiée à l'étude des propriétés de la lumière et de ses interactions avec la matière. Les travaux pratiques en optique englobent un vaste éventail de sujets, incluant **l'optique géométrique, l'optique ondulatoire, la polarisation, les interférences, la diffraction et la photonique.**

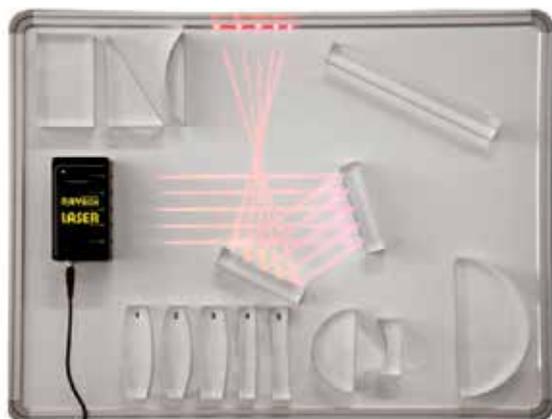
La photonique, science et technologie de la lumière, est un élément essentiel pour communiquer, voyager, produire de l'énergie propre, se loger, se soigner, s'alimenter et se divertir. La révolution digitale a été rendue possible grâce à la fibre optique et au laser, et la photonique continue de repousser les limites au XXI^e siècle avec des innovations telles que les voitures autonomes, la médecine personnalisée et l'énergie renouvelable. La filière photonique, qui compte près de 80 000 actifs aujourd'hui et devrait atteindre 150 000 actifs en 2030, représente un enjeu majeur de formation. C'est pourquoi **Jeulin s'est engagé en 2024 à soutenir l'Institut Photonique en tant que membre invité.**

Dans ce chapitre, vous trouverez une sélection d'expériences conçues pour familiariser les étudiants avec les principes fondamentaux de l'optique et de la photonique, tout en explorant leurs applications pratiques. **Ces travaux pratiques reposent sur le savoir-faire de nos marques Ovio, Dida Concept et Simpo, ainsi que sur celui de nos partenaires Phywe et Lucas Nulle.**

Chaque expérience est méticuleusement élaborée pour favoriser l'apprentissage actif et le développement de compétences pratiques. Les étudiants sont invités à manipuler, observer, mesurer et analyser les phénomènes lumineux, afin de saisir les concepts théoriques sous-jacents et de développer leur esprit critique.

Rejoignez-nous dans notre mission d'éclairer les esprits et de révéler les merveilles de la lumière.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE AU LASER



Thèmes abordés

- Rayons paraxiaux et marginaux
- Étude des dioptries, lentilles et miroirs
- Instruments d'optique et modèle de l'œil
- Simulation des lentilles correctrices
- Réflexion-réfraction, lois de Descartes

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cet ensemble permet d'illustrer de nombreux principes d'optique géométrique. La qualité des éléments d'optique donne des résultats bien visibles par les élèves.

Les planches didactiques et les composants sont magnétiques pour être utilisés sur tableau en démonstration de cours.

COMPOSITION

Ensemble de base laser vert-rouge (Réf 204377)

- 1 valise de 14 composants optiques sur semelles magnétiques (réf 202937)
- 6 planches pédagogiques : œil, appareil photo, télescope de Galilée, télescope de Kepler, correction de l'aberration géométrique, disque gradué Snell-Descartes
- 1 laser avec 4 faisceaux rouges et 1 faisceau vert sur semelle magnétique (réf 202914)

Ensemble complémentaire (Réf 204378)

- 1 valise de 15 composants optiques complémentaires sur semelles magnétiques

ENSEMBLE RÉFLEXION-RÉFRACTION



Thèmes abordés

- Angles d'incidence, de réflexion et de réfraction
- Indice d'un milieu transparent
- Lois de Snell-Descartes

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cet ensemble réflexion et réfraction permet la vérification des lois de Descartes à la traversée de deux milieux d'indices différents.

Très robuste, ce système donne des faisceaux très visibles qui permettent des mesures précises.

COMPOSITION

Ensemble Réflexion-Réfraction avec laser ligne vert (Réf 203443)

- 1 support avec plateau rotatif en acier gradué sur 360° tous les degrés
- 1 laser ligne vert (réf 203915)
- 1 lentille hémicylindrique de diamètre 90 mm sur semelle magnétique

Ensemble Réflexion-Réfraction avec laser ligne rouge (Réf 204443)

- Composition identique à 203443 avec laser ligne rouge 202915



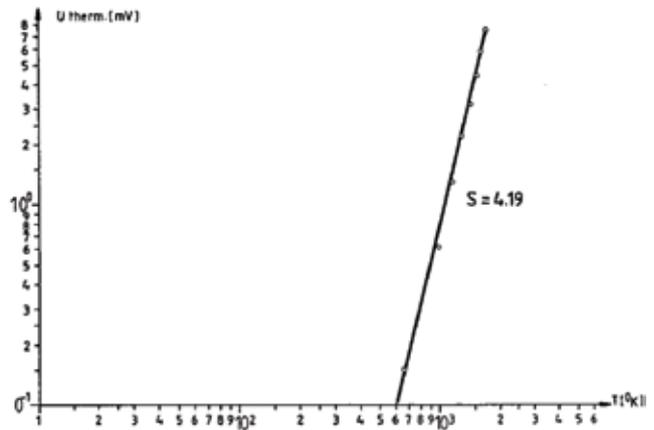
Thèmes abordés

- Rayonnement du corps noir
- f.e.m. thermoélectrique
- Dépendance des résistances à la T°

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Selon la loi de Stefan-Boltzmann, l'énergie émise par un corps noir par unité de surface et par unité de temps est proportionnelle à la puissance "quatre" de la température absolue du corps. La loi de Stefan-Boltzmann est également valable pour un corps dit "gris" dont la surface présente un coefficient d'absorption indépendant de la longueur d'onde inférieur à un. Dans l'expérience, le corps "gris" est représenté par le filament d'une lampe à incandescence dont l'émission d'énergie est étudiée en fonction de la température.

La première partie expérimentale consiste à mesurer la résistance du filament de la lampe à incandescence à la température ambiante et à déterminer la résistance R_0 du filament. Dans un second temps, la densité du flux d'énergie de la lampe est mesurée à différentes tensions de chauffage. Les courants de chauffage correspondants sont relevés pour chaque tension de chauffage et la résistance du filament correspondante est calculée.



f.e.m. thermoélectrique de la thermopile en fonction de la température absolue du filament

COMMENTAIRES

Expérience classique pour l'étude du rayonnement du corps noir. Mesure de haute précision grâce à une thermopile spéciale de type Moll.

COMPOSITION : Réf 204991

- Banc optique l = 60 cm / Pied réglable pour banc optique / Cavalier pour banc optique, h = 80 mm
- Amplificateur de mesure universel
- Thermopile selon Moll / Tube de protection
- Transformateur variable avec redresseur DC: 12 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A
- Douille, E14, sur tige / Lampe à incandescence 6V / 5A, E14
- Boîte de Connexion / Résistance 100 Ohm 2%, 1w, G1
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Fils de connexion, 32 A, 500 mm



Thèmes abordés

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| - Méthode d'autocollimation | - Méthode de Badal |
| - Relations de conjugaison | - Aberrations géométriques |
| - Méthode de Bessel | - Aberrations chromatiques |
| - Méthode de Silbermann | |

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La focométrie constitue la base de l'optique géométrique. Elle permet l'étude et la détermination d'un système optique. La distance focale d'un système est un paramètre indispensable pour son étude, il est donc nécessaire de savoir déterminer celle-ci par diverses méthodes.

Le terme aberration est utilisé pour décrire les différents défauts d'une lentille ou d'un système optique. On distingue 2 types d'aberrations : les aberrations géométriques donnant une déformation de l'image et les aberrations chromatiques ayant pour effet une irisation des contours de l'image.

COMMENTAIRES

L'ensemble principal 202764 permet d'étudier les principes fondamentaux de l'optique géométrique : mesure de distance focale par différentes méthodes, loi de conjugaison, grandissement, autocollimation... L'ensemble complémentaire 202765 permet d'aborder la notions d'aberrations géométriques et chromatiques.

COMPOSITIONS

TP Loi des lentilles (Réf 202764)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 4 cavaliers prismatiques standard (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique large (réf 202235)
- 1 source LED blanc froid (réf 204277)
- 4 porte-composants Clix (réf 204136)
- 7 bagues Clix (réf 204201)
- 1 lot de 7 lentilles et 2 miroirs de précision
- 1 diaphragme à iris (réf 202411)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202705)
- 1 écran d'auto-collimation (réf 202368)
- 1 râtelier de rangement (réf 202244)
- 1 notice d'expériences

Complément Étude des aberrations (Réf 202765)

- 1 jeton à diaphragme annulaire (réf 204769)
- 1 lentille plan-convexe f+50 mm
- 1 système épais Ø40 mm (réf 202318)
- 1 support sur tige (réf 202674)
- 1 lentille achromatique f+100 mm (réf 202295)
- 1 porte-composant à picots (réf 202442)
- 1 filtre rouge Paton (réf 202359)
- 1 filtre bleu Paton (réf 202363)
- 1 porte-lame mince sur tige (réf 202448)



Thèmes abordés

- Réglage d'une lunette de visée à l'infini
- Réglage d'un collimateur à l'infini
- Réalisation du pointage des plans focaux d'un système optique à étudier
- Utilisation et application de la méthode de Cornu
- Création d'un viseur à frontale fixe

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La méthode de Cornu est adaptée aussi bien aux systèmes convergents que divergents. Il s'agit d'une technique visant à déterminer les éléments cardinaux d'un système épais.

Pour cela, on marque le centre des faces d'entrée et de sortie du système optique à étudier. On cherche ensuite les 3 positions du viseur pour lesquelles l'image du collimateur, la marque sur la face de sortie et l'image de la marque d'entrée sont nettes. On relève à nouveau ces 3 positions après avoir retourné le système.

COMPOSITIONS

TP Focométrie par systèmes de visée (Réf 202769)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 1 cavalier prismatique standard (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique vertical (réf 202237)
- 1 cavalier prismatique à réglage transversal et vertical (réf 202511)
- 1 lunette autocollimatrice avec réticule croix et réglage par crémaillère (réf 202589)
- 2 bonnettes de visée +100 et +200 mm (réf 202580 et 202581)
- 1 collimateur avec réticule cible éclairé par LED et réglage par crémaillère (réf 202587)
- 1 porte-composant Clix (réf 204136)
- 6 bagues Clix (réf 204201)
- 4 lentilles Ø40 mm f+100, +200, +500 et -100 mm (réf 202274, 202277, 202280 et 202283)
- 1 miroir plan Ø40 mm (réf 202294)
- 1 miroir concave f200 mm (réf 202291)
- 1 râtelier de rangement (réf 202244)
- 1 notice d'expériences

Compositions Primax CPGE (Réf 202931 et 204754)

Ensembles permettant de réaliser à la fois les expériences de focométrie classiques (Loi des lentilles) et de focométrie par systèmes de visée.





Thèmes abordés

- Détermination de la distance focale de lentilles divergentes et convergentes

- Contrôle de collimation d'un faisceau laser

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le speckle ou granularité est lié à la diffusion d'une source cohérente sur un objet rugueux à l'échelle de la longueur d'onde de la source ou à un objet spéculaire éclairé.

La taille des grains de speckle est fonction de la longueur d'onde du laser, de la taille du faisceau qui éclaire et la distance entre cette surface éclairée et la surface sur laquelle se forme le motif de speckle.

Ainsi, la taille des grains de speckle évolue avec la section du faisceau laser dans le plan de l'écran dépoli. Une figure à gros speckle est observée lors du positionnement du dépoli dans le plan focal d'une lentille convergente. En deçà et au-delà du foyer, la taille des speckle est réduite.

COMMENTAIRES

Un ensemble simple et astucieux, basé sur l'utilisation de la torche laser 204080 et l'exploitation du phénomène de speckle.

Permet la mesure précise et reproductible de la distance focales de lentilles convergentes et divergentes.

COMPOSITIONS

TP Focométrie par Speckle (Réf 204713)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 5 cavaliers prismatiques standard (réf 202234)
- 1 torche laser (réf 204080)
- 1 lunette à speckle (réf 204708)
- 1 dépoli fin en format diapositive (réf 203296)
- 1 porte-lame mince sur tige (réf 202448)
- 2 porte-composants Clix (réf 204136)
- 7 bagues Clix (réf 204201)

- 1 lot de 4 lentilles convergentes de précision (+50, +100, +150 et +300 mm)
- 1 lot de 3 lentilles divergentes de précision (-50, -100 et -150 mm)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202705)
- 1 notice d'expériences

Ensemble Focométrie par speckle (Réf 204718)

- Composition identique à 204713 sans banc, ni cavaliers



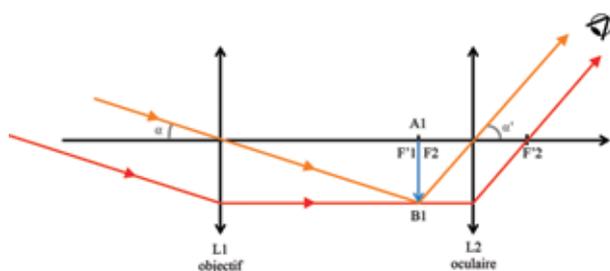
Thèmes abordés

- Étude d'un système afocal
- Réalisation d'un lunette astronomique
- Réalisation d'un microscope
- Réalisation d'un télescope de Newton

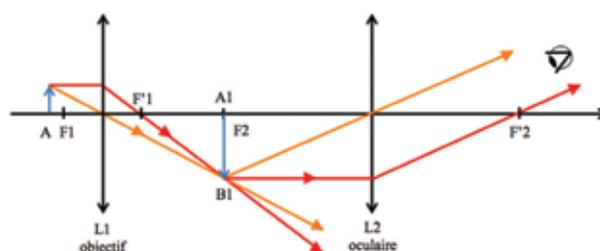
PRINCIPES ET OBJECTIFS

La lunette astronomique, ou 'Lunette de Kepler', permet d'augmenter la taille apparente et la luminosité des objets célestes lors de leur observation.

Elle est constituée d'une association de deux lentilles convergentes, dont l'objectif est de grande distance focale par rapport à l'oculaire. Comme il s'agit d'un système afocal, le foyer image de l'objectif est confondu avec le foyer image de l'oculaire.



Montage lunette astronomique



Montage microscope

COMMENTAIRES

La référence 204149 dispose de cavaliers à colonne percée permettant de fixer l'écartement de chaque système optique (objet à l'infini, lunette astronomique et œil fictif). Cette composition existe également avec des cavaliers standards sous la référence 204147.

COMPOSITIONS

Composition Prismax Lunette astronomique (Réf 204149)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf.204714)
- 7 cavaliers à colonne percée (réf 204144)
- 3 axes optiques Ø10 mm de longueurs respectives 490, 245 et 175 mm
- 1 lanterne LED blanc chaud avec condenseur, dépoli "d" et alimentation (réf 204748)
- 1 bague porte-clix pour lanterne LED (réf 204747)
- 1 bague avec dépoli pour lanterne LED (réf 202930)
- 1 variateur d'intensité (réf.203318)
- 1 butée pour tige (réf 204990)
- 1 écran métallique blanc quadrillé (réf 202368)
- 5 porte-composants Clix (réf.204136)
- 7 bagues Clix (réf.204201)
- 6 lentilles de précision Ø40 mm (focales +100 (x2), +125, +300 et +500 mm)

- 1 jeton objet "F" en métal (réf 212080)
- 1 jeton millimétré (réf 204740)
- 1 jeton planète (réf 204174)

Complément Microscope (Réf 204203)

- 1 lentille de précision Ø40 mm f+50 mm
- 1 micromètre objet sur lame microscopique (réf 574144)
- 1 lame microscopique à analyser (réf 575318)
- 1 porte-lame mince sur tige (réf 202448)

Complément Télescope (Réf 204204)

- 1 miroir concave Ø80 mm f250 mm (réf 202323)
- 1 miroir plan Ø40 mm (réf 202294)
- 1 porte-composant Ø80 mm (réf 202437)
- 1 pied optique (réf 203213)



Thèmes abordés

- Métrologie optique, alignement et autocollimation
- Calibration, étude des critères de qualité de composants optiques (doublet, lentille)
- Analyse de surface d'onde, mesure d'aberrations géométriques et chromatiques
- Tache image (Point Spread Function = PSF), fonction de Transfert de Modulation (FTM), rapport de Strehl
- Polynômes de Zernike
- Reconstruction de la surface d'onde en utilisant des méthodes zonales et / ou modales

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le montage utilise un capteur appelé ASO (Analyseur de Surface d'Onde) qui est un réseau de 38x38 microlentilles couplé à une matrice CMOS (2592x1944 pixels). Chaque lentille fait converger l'onde en un point dont la position dépend de la pente locale qu'avait l'onde sur la lentille en question. En comparant les positions de ces points par rapport aux points de référence, le logiciel est ainsi capable de reproduire la forme du front d'onde.

Ce logiciel, fourni avec l'analyseur de front d'onde, permet de visualiser, enregistrer et reconstruire la surface d'onde en temps réel. Il peut également quantifier les aberrations optiques, calculer les polynômes de Zernike, analyser la FTM ou la PSF.

Le principal but de ce TP est de déterminer la qualité d'un système optique (par exemple un doublet, en configuration infini-foyer) à l'aide d'un ASO de type Shack-Hartmann. En complément, l'utilisateur se formera aux réglages et alignements optiques, à la calibration du système et à l'exploitation des données.

Ce produit a été développé en collaboration avec l'Institut d'Optique Graduate School de St Etienne.

COMMENTAIRES

L'ASO a été spécialement conçu et développé par un spécialiste de l'imagerie et de l'instrumentation pour l'astronomie. Le Logiciel permet de visualiser et d'enregistrer l'image de l'ASO et d'effectuer la reconstruction de la surface d'onde en utilisant des méthodes zonales et / ou modales. Il permet entre autre de calibrer le système, de fournir les coefficients de Zernike et de quantifier les aberrations associées ou encore de remonter au profil de la surface d'onde.

COMPOSITIONS

TP analyseur de surface d'onde - Shack Hartmann (Réf 204863)

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268)
- 4 pieds magnétiques (réf 202542)
- 1 pied magnétique à translation latérale (réf 202707)
- 1 kit illumination : source LED avec pinhole 50 μ m, alimentation et support
- 1 cube séparateur non polarisant 50-50, L=25 mm (réf 203378)
- 1 plateau porte prisme avec doigt de maintien (réf 205132)

- 1 miroir diamètre 40 mm (planéité $\lambda/20$) en monture avec réglage X-Y (réf 205133)
- 1 doublet achromatique diamètre 50,8 mm, F=+300 mm
- 1 lentille plan-convexe diamètre 50,8 mm, F=+300 mm avec barillet
- 1 monture pour composant diamètre 50,8 mm (réf 204890)
- 1 noix optique d'accouplement (réf 205048)
- 1 ASO Shack Hartmann 38x38 points
- 1 logiciel d'acquisition et de traitement
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Netteté, mise au point
- Grandissement, grossissement
- Diaphragme, temps de pose et ISO
- Mesure de profondeur de champ
- Résolution, cercle de confusion
- Synthèse d'une image en couleurs

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le but de ce TP est de présenter le fonctionnement d'un appareil photo numérique et d'analyser les paramètres de prise de vue (mise au point, ouverture et temps de pose), les paramètres du système complet (angle de champ, grandissement, profondeur de champ et grossissement), les paramètres relatifs au capteur (sensibilité et résolution) ainsi que l'étude de l'image numérique obtenue.

COMMENTAIRES

Un appareil photographique numérique (ou APN) est un appareil photographique qui capte la lumière sur un support de type électronique, plutôt que sur un film argentique, et qui convertit l'information reçue par ce support pour la coder numériquement. Un appareil photo numérique utilise un capteur CCD ou CMOS pour acquérir les images, et les enregistre sur des cartes mémoire.

COMPOSITIONS

TP Etude d'un appareil photo numérique (Réf 204588)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 5 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique large (réf 202235)
- 1 pack APN + 3 objectifs dont un fixe (réf 204780)
- 1 mire de résolution (réf 204721)
- 1 mire de profondeur de champ (réf 204722)
- 2 lentilles convergentes avec support sur tige et 1 jeton dépoli (réf 676060)

- 1 objet de précision (réf.212074) avec support sur tige
- 3 filtres colorés au format diapositive (rouge, vert et bleu) et 1 porte-composant à valets (réf 202242)
- 1 source LED blanc froid (réf 204277)
- 1 notice d'expériences

Ensemble Étude d'un appareil photo numérique (Réf 204586)

- Composition identique à 204588 sans banc ni cavaliers



Thèmes abordés

- Dispersion par un prisme

- Dispersion par un réseau

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La dispersion chromatique est un phénomène optique qui se produit lorsque la lumière traverse un matériau dispersif comme un prisme ou un réseau. Ce processus décompose la lumière en ses différentes composantes spectrales en raison de la variation de vitesse subie par chaque longueur d'onde à la traversée du matériau dispersif.

COMMENTAIRES

Cet ensemble propose une série de mesures illustrant la dispersion chromatique : méthodes de dispersion par prisme ou réseau, mise en évidence de la déviation minimale par un prisme et analyse d'une source lumineuse.

COMPOSITION : Réf 204634

- 1 banc prismatique de 50 cm avec jeu de pieds réglables (réf 202520)
- 1 accouplement goniométrique avec banc prismatique de 50 cm (réf 204587)
- 5 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 lanterne LED blanc chaud (réf 204748)
- 1 fente réglable à ouverture symétrique (réf 202423)
- 1 plateau fixe sur tige (réf 202670) et 1 sur-platine porte-réseau (réf 202470)
- 1 support porte-prisme (réf 202243)
- 1 réseau Paton 300 traits/mm (réf 202342) et 1 réseau Paton 600 traits/mm (réf 202343)
- 1 prisme Crown (réf 202334) et 1 prisme Flint XD (réf 202336)
- 1 porte-lame mince (réf 202448)
- 1 jeu de 3 filtres colorés RVB (réf 202981)
- 1 porte-composant Clix (réf 204136) et 2 bagues Clix (réf 204201)
- 1 lentille de précision Ø40 mm (réf 202279)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Réglage et étalonnage d'un goniomètre
- Caractérisation d'un réseau ou d'un prisme
- Étude des spectres de raies
- Minimum de déviation d'un prisme
- Lecture d'un vernier

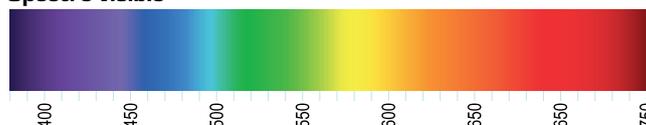
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un goniomètre permet la caractérisation de sources lumineuses en repérant le positionnement des raies d'émission. Ainsi, à l'aide d'un abaque, il est possible de déterminer les espèces chimiques qui composent la source lumineuse observée.

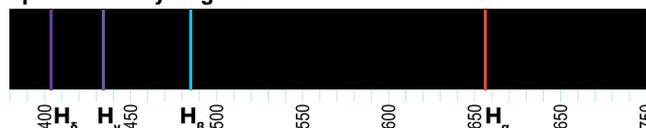
La série de Balmer désigne la série des raies de l'hydrogène, chacune correspondant à la transition énergétique d'un état supérieur vers l'état de niveau 2. Dans le visible, il est possible de distinguer les 4 premières raies : H_α , raie rouge @656 nm, H_β , raie turquoise @486 nm, H_γ , raie bleue @434 nm et H_δ , raie violette @410 nm.

SPECTRE

Spectre visible



Spectre de l'hydrogène



COMMENTAIRES

Cet ensemble permet une approche simple de la goniométrie et dispose des réglages et fonctions essentiels permettant la réalisation d'expériences de qualité.

COMPOSITIONS

TP Expériences de goniométrie (Réf 202793)

- 1 goniomètre (réf 202751) comprenant :
 - 1 lunette autocollimatrice à réticule croix et éclairage LED
 - 1 collimateur avec une fente réglable
 - 1 plateau fixe et 1 plateau réglable
 - 1 sur-platine porte-prisme
 - 1 sur-platine porte-réseau
- 1 alimentation spectrale (réf 204315) et 2 carters pour ampoule E27 (réf 203390)
- 1 ampoule spectrale E27 Mercure (réf 204093)
- 1 ampoule spectrale E27 Sodium (réf 204092)

- 3 réseaux Paton 100, 200 et 300 traits/mm (réf 202340, 202341 et 202342)
- 1 prisme Crown (réf 203010)
- 1 prisme Flint (réf 203246)
- 1 notice d'expériences

Complément Série de Balmer (Réf 204396)

- 1 alimentation pour tubes spectraux (réf 213050) avec minuteur (réf 204318)
- 1 tube spectral Hydrogène (réf 213053)
- 1 tube spectral Hélium (réf 213054)
- 1 tube spectral Néon (réf 213055)



Thèmes abordés

- Réglage et étalonnage d'un goniomètre
- Caractérisation d'un élément dispersif (réseau ou prisme)
- Minimum de déviation d'un prisme
- Caractérisation de sources lumineuses
- Séparation du doublet du Sodium
- Cannelures et lame de quartz

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le spectrogoniomètre permet l'étude et la caractérisation des systèmes de dispersion chromatique (principalement des prismes et des réseaux).

Avec le complément biréfringence du quartz, vous pourrez analyser les cannelures produites par les interférences entre les ondes ordinaires et extraordinaires issues de la lame de quartz.

COMMENTAIRES

L'ensemble proposé permet de réaliser des mesures et des études spectrales de précision aussi bien en goniométrie qu'en spectrogoniométrie : raies du Mercure, doublet de Sodium, minimum de déviation ou pouvoir de résolution des réseaux.

COMPOSITIONS

TP Expériences de spectrogonométrie (Réf 202795)

- 1 spectrogoniomètre (réf 202625) comprenant :
 - 1 lunette autocollimatrice à réticule croix et éclairage LED
 - 1 collimateur avec une fente symétrique réglable
 - 1 lunette auxiliaire avec réticule micrométrique au $1/20^{\text{ème}}$ de mm et éclairage LED
 - 1 plateau fixe et 1 plateau réglable
 - 1 sur-platine porte-prisme et 1 sur-platine porte-réseau
- 1 alimentation spectrale (réf 204315) et 2 carters pour ampoule E27 (réf 203390)
- 1 ampoule spectrale E27 Mercure (réf 204093) et 1 ampoule spectrale E27 Sodium (réf 204092)
- 1 réseau Paton 300 traits/mm (réf 202342) et 1 réseau Paton 600 traits/mm (réf 202343)
- 1 prisme Crown (réf 202334) et 1 prisme Flint XD (réf 202336)
- 1 pied optique (réf 203212)
- 1 notice d'expériences

Complément étude de la biréfringence du quartz (Réf 204706)

- 2 bonnettes polarisantes en monture 360° (réf 204696)
- 1 lame de quartz biréfringente (réf 204697) et 1 réseau Paton 100 traits/mm (réf 202340)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Dispersion par un réseau en réflexion
- Réglage d'un monochromateur en montage de Czerny-Turner
- Étude de la résolution et séparation spectrale d'un spectre de raies

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le monochromateur constitue le sous-ensemble principal des spectromètres. Cet instrument est conçu pour isoler une longueur d'onde particulière, ou une petite bande spectrale $\Delta\lambda$ d'une lumière incidente au travers d'une fente de sortie.

Dans ce TP, nous proposons de construire un monochromateur basé sur la configuration de Czerny-Turner qui est constituée d'un système optique comportant :

- une fente d'entrée qui agit comme une « source ponctuelle » et dont l'ouverture a une influence sur la luminosité et la résolution du système,
- un miroir de collimation,
- un réseau de diffraction en réflexion,
- un miroir de focalisation,
- une fente de sortie positionnée au foyer image du miroir de sortie dont l'ouverture permet également d'améliorer la résolution du système, mais limite aussi la luminosité en sortie.

COMMENTAIRES

En option, une barrette CCD 204354 permettra d'étalonner votre système afin de créer votre propre spectromètre.

COMPOSITION : Réf 205160

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268)
- 7 pieds magnétiques standards (réf 202541) et 1 pied magnétique large (réf 202542)
- 1 pied magnétique à translation latérale (réf 202707) et 1 pied magnétique à rainure (réf 202540)
- 1 pied magnétique à réglage angulaire (réf 204711) et des brides de fixations (réf 203267)
- 1 pied optique (réf 203213)
- 1 source LED blanc froid (réf 204277)
- 1 alimentation spectrale (réf 204315)
- 1 ampoule spectrale E27 Mercure (réf 204093) et 1 carter pour ampoule E27 (réf 203390)
- 2 fentes à ouverture symétrique (réf 202423)
- 2 miroirs concaves $f+100$ mm (réf 202290) et 2 miroirs concaves $f+200$ mm (réf 202291)
- 2 lentilles convergentes $f+50$ mm (réf 202273) et 4 porte-composants $\varnothing 40$ mm (réf 202439)
- 2 réseaux holographiques 600 et 1200 traits/mm (réf 202345 et 202346)
- 1 porte-lame sur tige (réf 202448)
- 1 diaphragme à iris grands bords (réf 203301) et 1 noix optique d'accouplement (réf 202680)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 écran blanc en plastique 15x15 cm (réf 202955)
- 1 notice d'expériences et 1 utilitaire logiciel GeoGebra



Thèmes abordés

- Études des différentes parties du dispositif : filtres (passe bande, passe haut, coupe bande) et de leurs comportements en fonction de l'angle d'incidence, spectromètre, sources
- Spectroscopie vibrationnelle, Diffusion Rayleigh, Diffusion Raman, nombre d'onde
- Phonons optiques, Fluorescence
- Modes de vibrations et effet de la polarisation
- Méthode d'analyse non destructive (polymères, cristal, liquide)

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Compréhension du fonctionnement d'un spectromètre Raman en réalisant par soi-même le montage et en assurant l'alignement optique et son optimisation. Analyse des principes fondamentaux de cette technique : mise en évidence pratique de l'effet Raman, phénomènes de luminescence, observation et exploitation de modes de vibrations, influence de la polarisation, ... au travers de différents cas pratiques en Physique du solide, en Chimie ou encore en Biologie.

Ce produit a été développé en collaboration avec le laboratoire LMOPS de Metz.

COMMENTAIRES

Unique ensemble pédagogique permettant d'aborder le thème de la Spectroscopie Raman et ses applications au niveau de l'Enseignement Supérieur. Ce produit est à la fois modulaire (possibilité de réaliser ses propres expériences, d'étudier les différentes parties du montage,...) et multidisciplinaire (Physique, Chimie, Biologie).

COMPOSITION : Réf 204808

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268)
- 1 ensemble de 10 pieds magnétiques standards (réf 202541 et 202542)
- 1 pied magnétique à translation latérale (réf 202707)
- 1 diode laser verte 532 nm - 100 mW - sortie fibrée / alimentation et 1 support fibre laser
- 3 paires de lunettes d'alignement et protection laser 532 nm jusque 100 mW (réf 202630)
- 1 diaphragme sur tige (réf 205042) et 1 lentille de collimation ($F=+50$ cm) sur tige (réf 205035)
- 1 miroir diamètre 25 mm, plan avec support à réglage X-Y sur tige (réf 205036)
- 1 filtre interférentiel 532 nm avec support sur tige (réf 205034)
- 1 filtre passe haut et 1 filtre coupe bande avec support à réglage X-Y sur tige (réf 205037 et 205038)
- 1 spectromètre USB compact Visible et sa fibre
- 1 support fibre 4 axes réglable X-Y + tilt (réf 205039)
- 1 lentille de focalisation ($F=+4$ cm) sur tige (réf 205040)
- 1 support multifonction sur tige (réf 205027) et 1 jeu de divers échantillons d'étude (réf 205028)
- 2 polariseurs linéaires en verre avec monture rotative (réf 202374)
- 1 source néon (réf 213011) et 1 lanterne LED (réf 204596)
- 1 puissance-mètre laser avec support sur tige (réf 295969 et 204612)
- 1 logiciel d'acquisition et de traitement
- 1 notice d'expériences

Thèmes abordés

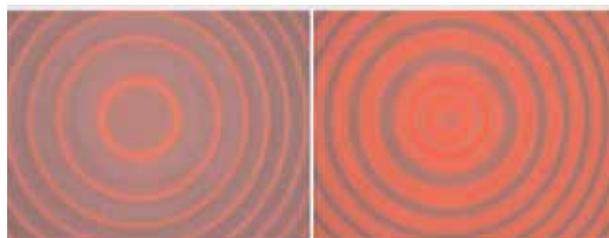
- Modèle atomique de Bohr
- Quantification des niveaux d'énergie
- Spin de l'électron
- Magnéton de Bohr
- Interféromètre de Fabry-Pérot



PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'effet Zeeman correspond à la division des raies spectrales des atomes dans un champ magnétique. Le plus simple est la division d'une raie spectrale en trois composantes, appelée "effet Zeeman normal".

Dans les expériences proposées, l'effet Zeeman normal et l'effet Zeeman anormal sont étudiés en utilisant une lampe spectrale au cadmium. La lampe au cadmium est soumise à différentes densités de flux magnétique et la séparation des raies du cadmium (effet Zeeman normal 643,8 nm, lumière rouge ; effet Zeeman anormal 508,6 nm, lumière verte) est étudiée à l'aide d'un interféromètre de Fabry-Pérot. L'évaluation des résultats conduit à une valeur assez précise du magnéton de Bohr.



Images de la séparation de raies spectrales par effet Zeeman

COMMENTAIRES

Découvrez l'origine du prix Nobel : Zeeman (1902). Effet Zeeman normal et anormal avec une seule et même installation. L'électro-aimant assure une variation fine du champ magnétique nécessaire aux calculs ou aux mesures. L'interféromètre Fabry-Pérot de haute précision permet d'obtenir de bons résultats. L'analyse de l'image est effectuée par un logiciel spécifique de capture et d'analyse.

COMPOSITION : Réf 204992

- Interféromètre Fabry-Pérot
- Lampe spectrale Cd pour effet Zeeman / Alimentation pour lampe spectrale
- Electro-aimant sans pièces polaires / Pièces polaires coniques percées / plateau rotatif
- Table tournante pour poids lourds
- Transformateur réglable avec affichage digital DC: 0...20 V, 12 A / AC: 0...25 V, 12 A
- Condensateur électrolytique 22.000 μ F
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Banc optique, l = 1000 mm / Pied réglable pour banc optique / Curseur pour banc optique, h = 80 mm
- Support de composants / - Diaphragme à iris diam. 2- 28 mm
- Lentilles en verre, biconvexe, f = + 300 mm / f = + 50 mm
- Polariseur sur tige / Préparation polarisante, mica quart d'onde / support universel rotatif
- Fils de connexion, 32 A, 250 mm / 32 A, 500 mm / 32 A, 750 mm / 32 A, 1000 mm
- Appareil photo numérique USB 1.3 Mpx / Support de caméra
- Objectif de 12 mm pour caméra
- Jeu de vis



Thèmes abordés

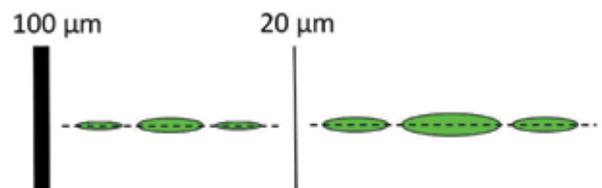
- Diffraction par une fente ou un fil
- Théorème de Babinet
- Figures de Fraunhofer
- Fentes et trous d'Young
- Fentes multiples

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le phénomène de diffraction se produit lorsqu'une onde lumineuse rencontre lors de sa propagation un obstacle de faible dimension (de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde de l'onde incidente). On peut alors observer derrière ces obstacles des figures de diffraction dont les caractéristiques dépendent de la forme et de la dimension de l'obstacle.



Différence entre la diffraction par une fente et la diffraction par un fil



Influence de la largeur de la fente

COMMENTAIRES

L'ensemble 202770 permet d'étudier le phénomène de diffraction par une fente ou un fil et ainsi vérifier le théorème de Babinet. Avec le système Ovisio, l'ensemble 202771 permet d'étudier et de visualiser les profils d'intensité des différentes figures de diffraction et d'interférences en temps réel sur un ordinateur.

COMPOSITIONS

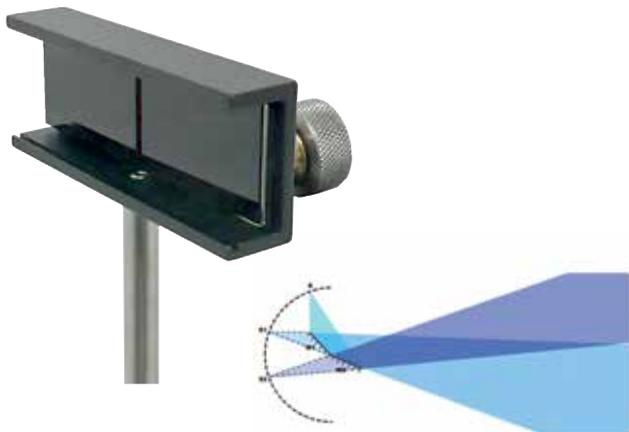
TP Diffraction par une fente ou un fil (Réf 202770)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 1 cavalier prismatique standard (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique transversal (réf 203470)
- 1 cavalier prismatique à réglage vertical (réf 202237)
- 1 laser vert 532 nm - 1 mW (réf 205157)
- 1 porte-composant Ø40 mm (réf 202241)
- 1 jetons fentes et fils (réf 202331)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences

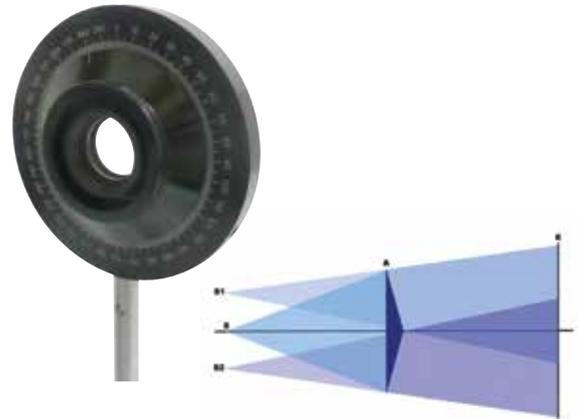
TP Diffraction et Interférences (Réf 202771)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 1 cavalier prismatique large (réf 202235)
- 1 cavalier prismatique transversal (réf 203470)
- 1 cavalier prismatique à réglage vertical (réf 202237)
- 1 laser vert 532 nm - 1 mW (réf 205157)
- 1 porte-composant rotatif à barillet (réf 202445)
- 4 jetons de diffraction (fentes et fils, fentes doubles, trous et trous d'Young, fentes multiples)
- 1 système Ovisio (réf 204272)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 écran métallique percé (réf 202706)
- 1 notice d'expériences

MIROIRS DE FRESNEL



BI-PRISME DE FRESNEL



Thèmes abordés

- Étude d'interférences non localisées

Thèmes abordés

- Étude d'interférences non localisées
- Détermination de l'angle au sommet du bi-prisme
- Détermination de l'indice du bi-prisme

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le principe des miroirs de Fresnel consiste à produire un champ d'interférences au sein d'un même faisceau réfléchi dont une partie est très légèrement décalée par rapport à l'autre ce qui équivaut à deux sources identiques décalées spatialement.

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un bi-prisme de Fresnel est constitué de deux prismes identiques accolés par la base et de même angle B très petit (une dizaine de minutes). Ce décalage donne lieu à des interférences dans la zone de recouvrement entre les deux faisceaux.

La mesure de l'interfrange permet de retrouver l'angle au sommet du prisme.

COMPOSITIONS

TP Miroirs de Fresnel (Réf 204765)

- 1 banc prismatique de 1 m avec jeu de pieds réglables (réf 202519)
- 3 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique transversal (réf 202392)
- 1 laser vert 532 nm - 1 mW (réf 205157)
- 1 objectif 10x (réf 574031)
- 1 porte-objectif (réf 202456)
- 1 miroirs de Fresnel (réf 204004)
- 1 lentille de projection $f+200$ mm (réf 202277)
- 1 porte-composant $\varnothing 40$ mm (réf 202241)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences

COMPOSITIONS

TP Bi-prisme de Fresnel (Réf 204766)

- 1 banc prismatique de 1 m avec jeu de pieds réglables (réf 202519)
- 3 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique transversal (réf 202392)
- 1 laser vert 532 nm - 1 mW (réf 205157)
- 1 objectif 10x (réf 574031)
- 1 porte-objectif (réf 202456)
- 1 bi-prisme de Fresnel (réf 202666)
- 1 lentille de projection $f+250$ mm (réf 202278)
- 1 porte-composant $\varnothing 40$ mm (réf 202241)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

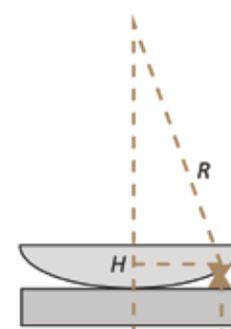
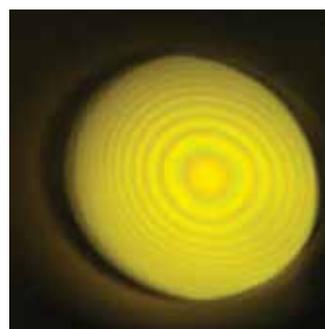
- Interférences par division d'amplitude
- Interférences localisées
- Anneaux par transmission
- Anneaux par réflexion

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Les anneaux de Newton sont obtenus grâce à des interférences localisées (c'est-à-dire se produisant au sein d'une surface S , par opposition aux interférences non localisées, se produisant dans le volume où deux faisceaux cohérents se superposent) à l'aide du dispositif suivant composé d'une lame plane et d'une lentille plan convexe faiblement convergente. L'ensemble constitue une lame d'air.

On éclaire le dispositif avec un faisceau monochromatique, normal aux dioptrés plans. Les dioptrés étant réfléchissants, chacun d'eux réfléchit une partie du rayonnement, l'autre étant transmise.

Les interférences produites sont dites localisées car elles sont observables dans une surface bien définie et peuvent être observées en réflexion ou en transmission.



COMMENTAIRES

Cet ensemble permet d'introduire le phénomène d'interférences localisées par l'observation des anneaux de Newton. Constitué d'une lame plane et d'une lame légèrement bombée, le dispositif crée ainsi une différence de marche entre les 2 réflexions. Le complément Mesures enrichit le nombre d'expériences réalisables.

COMPOSITIONS

TP Anneaux de Newton (Réf 202772)

- 1 banc prismatique de 1,5 m avec jeu de pieds réglables (réf 202518)
- 4 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique transversal (réf 202392)
- 2 pieds optiques (réf 203213)
- 1 alimentation spectrale (réf 204315)
- 1 ampoule spectrale E27 Sodium (réf 204092)
- 1 carter pour ampoule E27 (réf 203390)
- 1 système à Anneaux de Newton (réf 202425)
- 1 condenseur double (réf 202317)
- 2 lentilles Ø80 mm $f+200$ mm (réf 203241) en monture (réf 202437)

- 1 notice d'expériences
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)

Complément Mesures (Réf 202773)

- 1 cavalier prismatique large (réf 202235)
- 1 pied optique à réglage vertical (réf 203385)
- 1 source halogène 12 V / 75 W avec condenseur (réf 201051) et alimentation (réf 202909)
- 1 porte-composant rotatif à barillet (réf 202445)
- 3 filtres interférentiels Ø40 mm (436, 546 et 578 nm)
- 1 filtre anticalorique Ø40 mm
- 1 système Ovisio (réf 204271)



Thèmes abordés

- Filtrage passe-haut et passe-bas
- Détramage
- Reconnaissance de formes
- Détection de contours

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le filtrage permet de modifier certaines fréquences indésirables d'un objet en insérant un masque adapté dans le plan de Fourier. Dans ce plan particulier (plan de focalisation de l'image initiale), l'image ou les différentes fréquences spatiales qui la constituent, sont interprétées en tant que figure de diffraction.

- 1 Filtrage passe-bas et détramage**
 Masque ne laissant passer que le centre de l'objet : on enlève les hautes fréquences spatiales, ce qui a pour effet de supprimer les détails de l'objet.



Image initiale

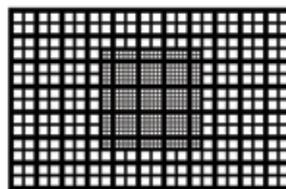


Filtrage par une fente verticale



Image finale

- 2 Filtrage passe-haut et détection de contours**
 Masque bloquant le centre de l'objet : on enlève les basses fréquences spatiales, ce qui accentue les bords de l'objet.



Objet initial



Filtrage par un masque circulaire



Image finale

COMMENTAIRES

Ces expériences nécessitent l'utilisation d'une source de lumière collimatée mais surtout épurée, c'est pourquoi la torche laser est idéale pour cette technique.

COMPOSITION : Réf 204624

- 1 banc prismatique de 1 m avec jeu de pieds réglables (réf 202519)
- 4 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique à déplacement vertical (réf 202237)
- 1 cavalier prismatique à déplacement transversal et longitudinal (réf 202510)
- 1 torche laser (réf 204080)
- 1 fente réglable à ouverture symétrique orientable (réf 202424)
- 1 porte-lame mince (réf 202448)
- 2 porte-composants à picots (réf 202442) et 1 porte-composant Clix (réf 04136)
- 1 lot de 4 objets pour filtrage de Fourier (grille double contraste, grille multiple, détramage, lettres mélangées)
- 2 jetons micro-lithographiés pour filtrage de Fourier (réf.203260 et 203261)
- 2 lentilles Ø40 mm (réf 202273 et 202274)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences



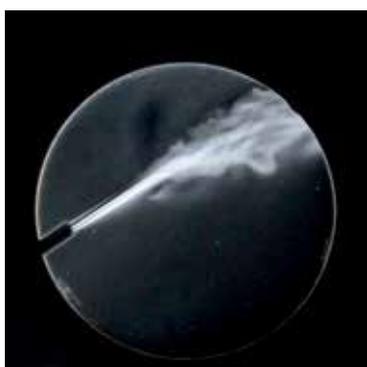
Thèmes abordés

- Filtrage spatial
- Contraste de phase
- Ombroscopie
- Imagerie Schlieren

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La strioscopie, ou visualisation de flux Schlieren, est l'observation de la lumière déviée par le mouvement de fluides ou par des variations de températures.

L'expérience proposée permet de s'affranchir des rayons lumineux non perturbés et réfléchis géométriquement par le miroir, et d'observer seulement les rayons ayant subi un changement de trajectoire. Le filtre bloque le centre de l'image ce qui a pour effet de supprimer les basses fréquences spatiales et ainsi d'accroître les variations « rapides » du contraste de l'image. Les basses fréquences spatiales correspondent aux variations « lentes » du contraste (fond continu).



Jet d'air provenant d'une bombe à air comprimé



Jet de gaz provenant d'un briquet

COMPOSITIONS

TP Strioscopie (réf 204761)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 1 cavalier prismatique standard (réf 202234) et 1 cavalier prismatique à réglage vertical (réf 202237)
- 1 cavalier prismatique transversal et vertical (réf 202511)
- 1 cavalier prismatique angulaire (réf 202514) et 1 pied optique (réf 203213)
- 1 source LED fibrée avec variateur d'intensité (réf 203349)
- 1 miroir Ø80 mm f+700 mm dans son porte-composant Ø80 mm (réf 204719)
- 1 filtre strioscopie et 1 porte-lame mince (réf 202448)
- 1 fibre optique 2 m (réf 202729) et 1 support de fibre SMA avec Clix (réf 204727)
- 1 plateau sur tige (réf 204806)
- 1 support réglable d'horizontalité (réf 202464)
- 1 appareil photo numérique avec un objectif 70-300 mm
- 1 notice d'expériences

Ensemble Strioscopie (Réf 204762)

- Composition identique à 204761 sans banc ni cavaliers



Thèmes abordés

- Réglage de l'interféromètre en lame d'air à faces parallèles
- Réglage de l'interféromètre en coin d'air
- Interférences avec différentes sources et notion de cohérence spatiale
- Mesure de l'indice de l'air
- Mesure de l'épaisseur et/ou de l'indice d'une lame très mince
- Étude des anti-coïncidences du Sodium et détermination du doublet

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un interféromètre de Michelson est un dispositif optique produisant des interférences lumineuses. Il se compose d'une lame séparatrice qui divise le faisceau incident en 2 faisceaux perpendiculaires. Ces faisceaux se reflètent ensuite sur deux miroirs distincts avant de se recombiner au niveau de la séparatrice. Les variations de longueur de trajet optique entre les deux faisceaux créent alors des interférences.

COMMENTAIRES

Fonctionnant aussi bien au laser qu'en lumière blanche, cet interféromètre de Michelson compact permet la réalisation de toutes les expériences principales du programme. L'espace libéré entre les miroirs et la séparatrice autorise par ailleurs des expériences et des mesures difficilement réalisables sur d'autres types d'interféromètres.

COMPOSITIONS

Interféromètre de Michelson compact (Réf 204371)

- 1 interféromètre de Michelson (réf 204805)
- 3 pieds optique (réf 203382)
- 1 laser vert 532 nm – 1 mW sur tige (réf 205157) avec extenseur x10 (réf 202992)
- 1 alimentation spectrale (réf 204315) et 2 carters pour ampoule E27 (réf 203390)
- 1 ampoule spectrale E27 Mercure (réf 204093) et 1 ampoule spectrale E27 Sodium (réf 204092)
- 1 lanterne LED blanc chaud (réf 204748) et son variateur d'intensité (réf 203318)
- 3 lentilles de projection Ø80 mm (f+150, +200 et +500 mm) en monture Ø80 mm (réf 202437)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 écran dépoli 20x20 cm (réf 202370)
- 1 notice d'expériences

Complément mesures (Réf 204372)

- 1 motorisation pour interféromètre de Michelson (réf 204611)
- 1 enceinte à vide L40 mm avec pompe manuelle (réf 204608)
- 1 kit lames minces (réf 204610)
- 1 barrette CCD numérique (réf 204354)



Thèmes abordés

- Réglage de l'interféromètre en lame d'air à faces parallèles
- Réglage de l'interféromètre en coin d'air
- Interférences avec différentes sources et notion de cohérence spatiale
- Interférences en lumière blanche : teintes de Newton et blanc d'ordre supérieur
- Mesure de l'indice de l'air
- Mesure de l'épaisseur et/ou de l'indice d'une lame très mince
- Étude des anti-coïncidences du Sodium et détermination du doublet

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un interféromètre de Michelson est un système d'interférences par division d'amplitude dont on distingue deux modes de fonctionnement.

- 1 Lorsque les deux miroirs de l'interféromètre sont parallèles par rapport à la séparatrice, on parle de réglage en lame d'air. Cela se traduit par des franges en anneaux localisées à l'infini.
- 2 Lorsque l'un des miroirs est légèrement incliné par rapport à l'autre, on parle de réglage en coin d'air. Ceci se traduit par des franges rectilignes localisées au voisinage des miroirs de l'interféromètre.

COMMENTAIRES

L'interféromètre de Michelson 203430 dispose des réglages les plus précis, d'une stabilité optimale et d'optiques idéales pour la projection de figures d'interférences contrastées et lumineuses en salle de cours. Une attention particulière est apportée à la qualité des optiques de cet appareil afin d'obtenir une symétrie des couleurs des franges irisées obtenues en lumière blanche.

COMPOSITIONS

Interféromètre de Michelson (Réf 204373)

- 1 interféromètre de Michelson (réf 203430)
- 3 pieds optique (réf 203213)
- 1 laser vert 532 nm – 1 mW sur tige (réf 205157) avec extenseur x10 (réf 202992)
- 1 alimentation spectrale (réf 204315)
- 2 carters pour ampoule E27 (réf 203390)
- 1 ampoule spectrale E27 Mercure (réf 204093)
- 1 ampoule spectrale E27 Sodium (réf 204092)
- 1 lanterne LED blanc chaud (réf 204748) et son variateur d'intensité (réf 203318)
- 3 lentilles de projection Ø80 mm (f+150, +200 et +500 mm) en monture Ø80 mm (réf 202437)

- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 écran dépoli 20x20 cm (réf 202370)
- 1 notice d'expériences

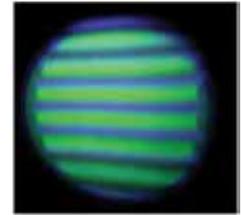
Complément mesures (Réf 204374)

- 1 motorisation pour interféromètre de Michelson (réf 202610)
- 1 enceinte à vide L40 mm avec pompe manuelle (réf 202613)
- 1 kit lames minces (réf 202615)
- 1 barrette CCD numérique (réf 204354)

1- INTERFÉROMÈTRE DE FABRY-PÉROT



2- INTERFÉROMÈTRE DE MACH-ZEHNDER



Thèmes abordés

- Réglage d'un interféromètre de Fabry-Pérot
- Séparation du doublet du Sodium
- Mesure de la finesse de la cavité et du pouvoir de résolution
- Mesure du coefficient de qualité

Thèmes abordés

- Réglage d'un interféromètre de Mach-Zehnder
- Cohérence, bande passante, analyse de source
- Mesure d'épaisseurs et d'indices

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'interféromètre de Fabry-Pérot est un dispositif optique composé de deux miroirs parallèles et semi-transparents formant une cavité résonnante. La lumière incidente est réfléchiée de manière répétitive entre ces miroirs créant ainsi des interférences.

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Constitué de deux miroirs et deux lames semi-réfléchissantes, la configuration de Mach-Zehnder est la forme la plus commune des interféromètres à deux ondes dont l'interféromètre de Michelson est une variante.

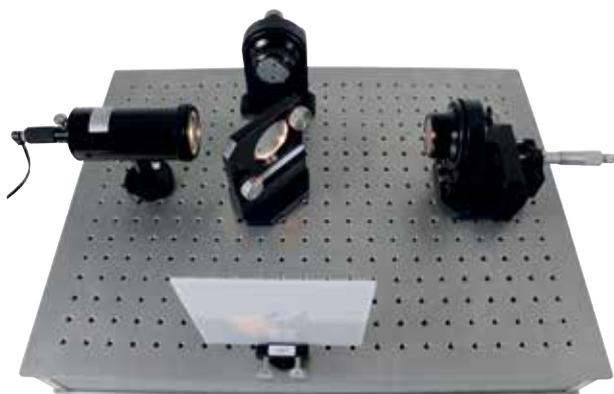
COMPOSITIONS

TP Étude d'un interféromètre de Fabry-Pérot (Réf 204375)

- 1 interféromètre de Fabry-Pérot (réf 202759)
- 3 pieds optique (réf 203213)
- 1 laser vert 532 nm - 1 mW sur tige (réf 205157) avec extenseur x10 (réf 202992)
- 1 alimentation spectrale (réf 204315)
- 2 carters pour ampoule E27 (réf 203390)
- 1 ampoule spectrale E27 Mercure (réf 204093)
- 1 ampoule spectrale E27 Sodium (réf 204092)
- 1 condenseur double (réf 202317)
- 1 lentille de projection Ø80 mm f+200 (réf 203241) en monture Ø80 mm (réf 202437)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences

TP Étude d'un interféromètre de Mach-Zehnder (Réf 204376)

- 1 interféromètre de Mach-Zehnder (réf 202760)
- 3 pieds optique (réf 203213)
- 1 laser vert 532 nm - 1 mW sur tige (réf 205157) avec extenseur x10 (réf 202992)
- 1 alimentation spectrale (réf 204315)
- 2 carters pour ampoule E27 (réf 203390)
- 1 ampoule spectrale E27 Mercure (réf 204093)
- 1 ampoule spectrale E27 Sodium (réf 204092)
- 1 lanterne LED blanc chaud (réf 204748)
- 1 variateur d'intensité (réf 203318)
- 3 lentilles de projection Ø80 mm (f+150, +200 et +500 mm) en monture Ø80 mm (réf 202437)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 écran dépoli 20x20 cm (réf 202370)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Interféromètre de Michelson
- Interféromètre de Mach-Zehnder
- Interféromètre de Fabry-Pérot
- Holographie par réflexion
- Holographie par transmission

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cet ensemble complet permet, avec un même système de montures, de construire son propre interféromètre :

- Interféromètre de Michelson :

Composé de deux miroirs réglables dont l'un translatable et d'une lame séparatrice. C'est l'interféromètre le plus connu et facile à construire, le chemin optique d'un des bras est modifiable avec précision.

- Interféromètre de Mach-Zehnder :

Composé de deux miroirs réglables et de deux lames séparatrices. Conception basée sur deux bras indépendants, sans aller-retour. Le chemin optique est délicat à modifier.

- Interféromètre de Fabry-Pérot :

Composé de deux miroirs de réflectivité 95% dont l'un réglable et translatable. Basé sur les interférences à ondes multiples, il possède la plus grande finesse et permet des analyses spectrales.

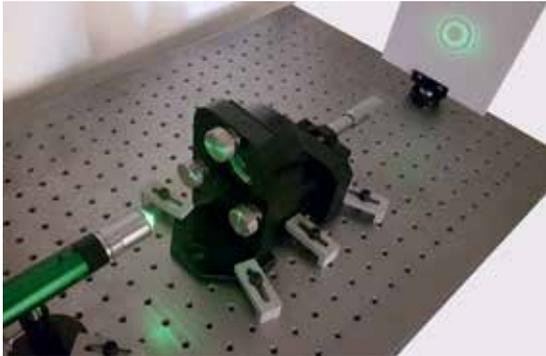
COMMENTAIRES

Avec cet ensemble de Poly-Interférométrie, tous les éléments sont fournis pour élaborer et comparer différentes configurations d'interféromètres, analyser les atouts et défauts, influencer sur la luminosité et la longueur des chemins optiques ou encore étudier différentes méthodes de compensation d'un retard optique. La qualité des optiques et la stabilité des fixations de la table optique vous permettent aussi d'envisager de fixer votre interféromètre de façon quasi-définitive avec la possibilité de l'utiliser en lumière polychromatique et de réaliser de nombreuses expériences.

COMPOSITION : Réf 205012

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268) avec 4 pieds anti-vibration (réf 205019)
- 3 pieds magnétiques simples (réf 202541) et 1 pied magnétique large (réf 202542)
- 2 pieds magnétiques à rainure (réf 202540) et des brides de fixation (réf 203267)
- 1 laser He-Ne 5 mW avec alimentation (réf 204293) et 1 support laser (réf 202433)
- 1 laser vert 532 nm (réf 205158) avec berceau inclinable (réf 203265)
- 1 source LED blanc froid (réf 204596)
- 1 couple de miroirs Ø40 mm de haute planéité
- 1 couple d'optiques pour Fabry-Pérot Ø40 mm de haute planéité
- 2 couples de lames séparatrice-compensatrice Ø50 mm
- 2 objectifs de microscopes (20x et 40x)
- 1 porte-lame mince (réf 202448) et 1 plateau sur tige (réf 202670)
- 2 écrans blancs en plastique 15x15 cm (réf 202955)
- 1 kit « mesures » : cuve à vide et lames minces
- 1 kit de produits de développement avec 5 plaques holographiques 6x6 cm (réf 205018)
- 2 paires de lunettes de sécurité laser (réf 202629)
- 1 notice d'expériences

FABRY-PÉROT SUR TABLE OPTIQUE



Thèmes abordés

- Réglage d'un interféromètre de Fabry-Pérot

PRINCIPES ET OBJECTIFS

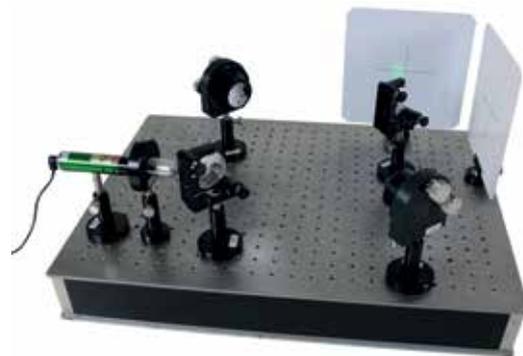
Interféromètre constitué de deux miroirs plans et parallèles à haut coefficient de réflexion. Son principal atout est son pouvoir de résolution élevé qui ouvre des champs d'applications différents des autres interféromètres.

COMPOSITIONS

TP Fabry-Pérot sur table optique (Réf 205120)

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268) avec 4 pieds anti-vibration (réf 205019)
- 1 pied magnétique large (réf 202542)
- 1 pied magnétique à rainure (réf 202540) et des brides de fixation (réf 203267)
- 1 laser vert 532 nm (réf 205158)
- 1 couple d'optiques pour Fabry-Pérot Ø40 mm de haute planéité
- 1 objectif de microscope 20x (réf 202598)
- 1 écran blanc en plastique 15x15 cm (réf 202955)
- 1 notice d'expériences

MACH-ZEHNDER SUR TABLE OPTIQUE



Thèmes abordés

- Réglage d'un interféromètre de Mach-Zehnder
- Interférométrie quantique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Interféromètre dont le principe est proche de celui du Michelson mais dont les trajets des deux faisceaux séparés ne reviennent pas sur eux-mêmes.

Il est également utilisé dans les expériences de mécanique quantique pour sa capacité à mettre en évidence l'aspect ondulatoire ou corpusculaire du photon.

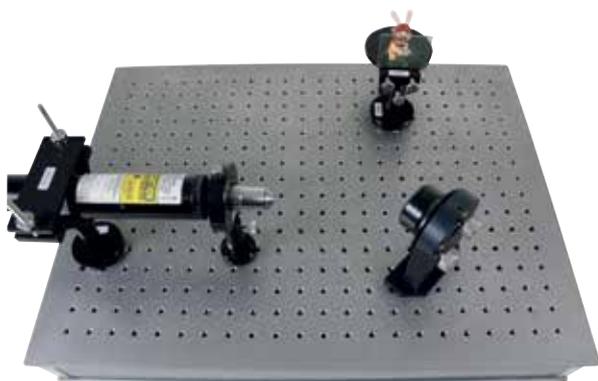
COMPOSITIONS

TP Mach-Zehnder sur table optique (Réf 205130)

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268) avec 4 pieds anti-vibration (réf 205019)
- 5 pieds magnétiques larges (réf 202542) et 1 pied magnétique simple (réf 202541)
- 2 pieds magnétiques à rainure (réf 202540) et des brides de fixation (réf 203267)
- 1 laser vert 532 nm (réf 205158)
- 1 couple de miroirs Ø40 mm de haute planéité
- 2 lames séparatrice Ø50 mm en monture X - Y
- 1 objectif de microscope 10x (réf 571430) ret son support X-Y (réf 203319)
- 2 écrans blanc métallique 20x20 cm
- 1 notice d'expériences

Option gomme quantique (Réf 205131)

- 3 polariseurs en monture graduée (réf 202374)
- 3 pieds magnétiques larges (réf 202542)
- 1 notice d'expériences



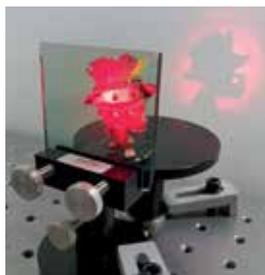
Thèmes abordés

- Hologramme par transmission
- Hologramme par réflexion
- Hologramme interférométrique et mesure d'une micro-déformation

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'holographie consiste à enregistrer par interférométrie sur un support photosensible l'onde lumineuse diffusée, diffractée par un objet éclairé, puis à restituer cette onde lumineuse à partir de l'enregistrement (ou hologramme). Il existe deux familles de montage d'enregistrement d'hologrammes : montage par transmission ou par réflexion. Lors de l'observation, l'hologramme obtenu par transmission doit être éclairé «par l'arrière» de la plaque et par une source Laser qui peut être d'une autre couleur que celle utilisée lors de l'enregistrement tandis qu'un hologramme obtenu par réflexion peut être éclairé «par l'avant» et par une source ponctuelle blanche (halogène, soleil, ...).

Ces montages sont également à l'origine de techniques d'interférométrie holographique consistant à créer des interférences à partir de l'hologramme d'un objet et de l'objet lui-même afin de mesurer avec précision des déplacements ou des déformations de l'ordre du micromètre. Il existe pour cela plusieurs méthodes largement utilisées dans l'industrie comme par exemple «l'interférométrie holographique par double exposition». Elle consiste à exposer deux fois la même plaque photosensible.



COMMENTAIRES

Expérience nécessitant la haute stabilité permise par la table à nid d'abeille. Matériel soigneusement sélectionné et adapté pour la réalisation d'hologrammes. Plusieurs montages et configurations sont possibles : en réflexion et en transmission ! Les plaques holographiques fournies permettent les deux utilisations.

COMPOSITION : Réf 205140

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268)
- 2 pieds magnétiques simples (réf 202541) et 2 pieds magnétiques larges (réf 202542)
- 1 pied magnétique à rainure (réf 202540) et des brides de fixation (réf 203267)
- 1 laser He-Ne 5 mW avec alimentation (réf 204293) et 1 support laser (réf 203321)
- 1 couple de miroirs Ø40 mm de haute planéité
- 1 lame séparatrice Ø50 mm en monture
- 1 objectif 40x (réf 202599) et son support à réglage X-Y (réf 203319)
- 2 porte-lames mince sur tige (réf 202448)
- 1 plateau sur tige (réf 202670)
- 1 écran blanc en plastique 15x15 cm (réf 202955)
- 2 paires de lunettes de sécurité laser (réf 202629)
- 30 plaques holographiques 6x6 cm (réf 601645)
- 1 produit de révélation non toxique (réf 601646)
- 1 produit de blanchiment non toxique (réf 601647)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Hologramme par réflexion
- Hologramme interférométrique et mesure d'une micro-déformation
- Hologramme double par réflexion et transmission
- Réalisation d'un filtre Notch
- Réalisation d'un réseau de diffraction

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est de réaliser différentes configurations expérimentales permettant l'enregistrement et la restitution d'hologrammes. Une fois l'enregistrement effectué, l'utilisateur aura à révéler, blanchir et sécher la plaque photosensible avant de terminer l'expérience par la reconstruction et l'observation de l'hologramme.

Ce produit a été développé en collaboration avec l'Université d'Aix-Marseille.



COMMENTAIRES

Accompagné d'une notice pédagogique, cet ensemble complet livré en mallette ne nécessite aucun matériel additionnel.

- Chacune des expériences est expliquée et agrémentée de visuels
- Processus de développement des plaques explicité
- Exploitation et ressources pédagogiques incluses

Retrouvez nos
consommables
holographiques



COMPOSITION : Réf 205145

- 1 laser He-Ne 1 mW polarisé (réf 202562)
- 1 expanseur 10x (réf 571430)
- 1 boîtier pour holographie avec 1 vis micrométrique à pas fin et 1 cale d'épaisseur calibrée
- 5 plaques holographiques
- 1 produit de révélation concentré pour laser continu (produit non toxique)
- 1 produit de blanchiment liquide prêt à l'emploi (produit non toxique)
- 1 flacon de photoflo pour le séchage
- 1 objet à holographier
- 1 source de lumière inactinique verte (réf 203356)
- 1 chronomètre (réf 351037)
- 1 contenant opaque pour entreposer les plaques à l'obscurité (réf 564049)
- 3 contenants pour le développement des plaques
- Matériel pour la dilution du produit de révélation
- 1 notice d'expériences

ÉTUDE DE LA POLARISATION, DES LAMES À RETARD AUX MILEUX ACTIFS



Thèmes abordés

- Loi de Malus
- Production et analyse d'une lumière polarisée
- Lames à retard de phase
- Pouvoir rotatoire et Loi de Biot
- Coefficients de Fresnel et angle de Brewster

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Toutes les ondes lumineuses ont un état de polarisation qui peut être déterminé en utilisant un polariseur et un luxmètre. Le détecteur permettra de connaître l'intensité lumineuse transmise dans la direction du polariseur, qui jouera dans ce cas le rôle d'analyseur.

Il existe 4 états différents de polarisation :

- **Rectiligne** : toutes les composantes spectrales sont polarisées suivant la même direction. On observe 2 extinctions et 2 maximums de luminosité à 180° d'écart.
- **Circulaire** : on observe une intensité constante quelle que soit l'orientation de l'analyseur.
- **Elliptique** : on observe des variations d'amplitude lumineuse sans toutefois atteindre une extinction.
- **Aléatoire** : lorsque l'intensité à la sortie de l'analyseur varie de façon non répétable. On parlera également dans ce cas de lumière non polarisée.

COMPOSITIONS

TP Polarisation et lames à retard (Réf 202786)

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 5 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 diode laser rouge 635 nm – 1 mW (réf 205154)
- 2 polariseurs en monture graduée (réf 202374)
- 1 lame demi-onde en monture graduée (réf 202380)
- 1 lame quart-onde en monture graduée (réf 202382)
- 1 luxmètre sur tige (réf 210010)
- 1 notice d'expériences

Complément Milieux actifs (Réf 202787)

- 1 cavalier prismatique standard (réf 202234) et 1 cavalier prismatique large (réf 202235)
- 1 alimentation spectrale (réf 204315)
- 1 ampoule spectrale E27 Sodium (réf 204092) et 1 carter pour ampoule E27 (réf 203390)
- 1 source LED blanc froid (réf 204277)
- 1 cuve de polarimétrie Øutile 40 mm – longueur 200 mm (réf 203389)
- 1 lame de Mica (réf 202669)
- 1 condenseur double (réf 202317)
- 1 lentille Ø40 mm f+200 mm (réf.204158) en monture (réf 202439)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)

Complément Brewster (Réf 202788)

- 1 accouplement goniométrique avec 1 banc prismatique de 50 cm (réf 204587)
- 1 plateau gradué à réglage angulaire (réf 202692) et 1 sur-platine porte-prisme (réf 202469)



Thèmes abordés

- Loi de Malus
- Retard d'une onde
- Production et analyse d'une lumière polarisée
- Afficheur à cristaux liquides

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'acronyme LCD signifie Liquid Crystal Display et désigne un écran à cristaux liquides.

Il est facile d'agir sur la structure des cristaux liquides notamment en appliquant un champ électrique. L'alignement des molécules du cristal liquide est alors contraint, ce qui a pour effet de modifier les propriétés optiques de ce dernier, en particulier sa polarisation. Le principe de fonctionnement est simple, en l'absence de champ électrique les molécules s'orientent naturellement (effet de twist) et la substance sera parfaitement transparente. A l'opposé, l'action d'un champ électrique crée une modification du milieu et la substance s'obscurcit.



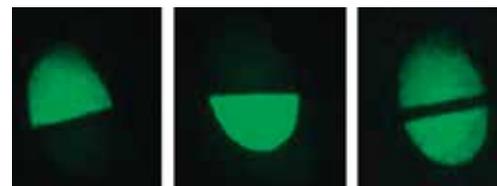
COMMENTAIRES

Le LCD d'étude 204054 est un afficheur 4 digits, pilotable en tension, permettant d'aller plus loin dans la compréhension du fonctionnement des cristaux liquides notamment en analysant la courbe de transmission d'un digit.



COMPOSITION : Réf 204529

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 7 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 lanterne LED blanc froid (réf 204277)
- 2 polariseurs en monture graduée (réf 202374)
- 1 lame demi-onde en monture graduée (réf 202380)
- 1 lame quart-onde en monture graduée (réf 202382)
- 1 système LCD par transmission (réf 202884)
- 1 luxmètre sur tige (réf 210010)
- 1 lentille de focalisation (réf 202275) en monture (réf 202241)
- 1 filtre Paton vert (réf 202361) et sa monture sur tige (réf 202242)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Retrouver l'angle de rotation θ
- Réaliser un étalonnage $\alpha=f(C)$
- Vérifier la loi de Biot

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La polarimétrie ou étude de substances optiquement actives permet de concilier propriétés chimiques et propriétés optiques. L'instrument généralement utilisé pour mesurer une déviation de la polarisation est un polarimètre de Laurent.

Dans un polarimètre à pénombre, on recherche l'angle de pénombre θ_p qui indique la rotation de la polarisation liée à la présence de la solution active.

L'angle de rotation θ de la substance testée est alors :

$$\theta = \theta_p - \theta_0, \text{ où } \theta_0 \text{ est l'angle d'équipénombre de référence et } \theta_p \text{ celui de la solution testée.}$$

COMMENTAIRES

L'ensemble 205022 fournit les composants et supports nécessaires pour réaliser l'étude de la polarimétrie. La composition 205310 est une solution complète qui propose l'ensemble des éléments précédents avec un banc prismatique et les cavaliers adaptés à la bonne réalisation des expériences.

COMPOSITIONS

Ensemble Polarimétrie (Réf 205022)

- 1 torche laser (réf 204080)
- 2 polariseurs en monture graduée (réf 202374)
- 1 analyse à pénombre en monture graduée (réf 202387)
- 2 cuves de polarimétrie \varnothing utile 40 mm – longueur 100 et 200 mm (réf 203379 + 203389)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences

TP Polarimétrie (Réf 205310)

Comprend un ensemble polarimétrie 205022 avec les éléments complémentaires :

- 1 banc prismatique de 2 m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 6 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique large (réf 202235)

Thèmes abordés

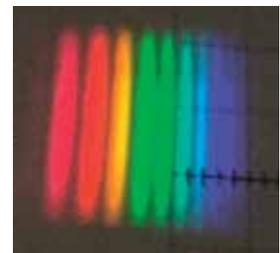
- Étude d'un milieu biréfringent uniaxe
- Observation d'un spectre cannelé



PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le cristal de quartz présente deux axes perpendiculaires privilégiés d'indices de réfraction différents. Les ondes qui le traversent sont décomposées sur ces deux axes et voyagent à des vitesses différentes. Elles se retrouvent déphasées en sortie du cristal.

Avec une source polychromatique polarisée, un spectre cannelé est alors créé en sortie du cristal et puis est analysé à l'aide d'un second polariseur. Selon l'épaisseur du cristal, le déphasage sera plus ou moins important, et les cannelures observées plus ou moins distantes. Ainsi, en connaissant l'épaisseur initiale et en mesurant la longueur d'onde des cannelures, il est possible de remonter à la biréfringence du cristal.



COMMENTAIRES

L'ensemble 205020 fournit les composants et supports nécessaires pour réaliser l'étude de la biréfringence d'une lame de quartz.

La composition 205021 est une solution complète qui propose l'ensemble des éléments précédents avec un banc prismatique et les cavaliers adaptés à la bonne réalisation des expériences.

COMPOSITIONS

Ensemble étude de la Biréfringence du quartz (Réf 205020)

- 1 source halogène 55 W (réf 202555)
- 2 polariseurs en monture graduée (réf 202374)
- 2 fentes réglables à ouverture symétrique (réf 202423)
- 1 lame de quartz en monture (réf 204697)
- 1 réseau par transmission 300 traits/mm (réf 202342)
- 1 plateau fixe sur tige (réf 202670) et 1 sur-platine porte-réseau (réf 202470)
- 1 décalage d'axe sur tige (réf 202458)
- 1 lentille Ø40 mm f+100 mm (réf 202274) et sa monture (réf 202439)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 notice d'expériences

TP Étude de la biréfringence du quartz (Réf 205021)

Comprend un ensemble biréfringence du quartz 205020 avec les éléments complémentaires :

- 1 banc prismatique de 1 m avec jeu de pieds réglables (réf 202519)
- 7 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique à déplacement transversal micrométrique (réf 203470)



Thèmes abordés

- Loi de Malus
- Production d'une polarisation circulaire
- Analyse de quelques ellipses de polarisation
- Polarisation par réflexion et angle de Brewster
- Mesure des indices (n,k) de substrats massifs par ellipsométrie à extinction
- Mesure d'épaisseur de couche transparente d'une centaine de nanomètres

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La plateforme goniométrique permet une grande précision de mesure (1 minute d'arc), nécessaire lorsque l'on souhaite vérifier avec exactitude les propriétés de polarisation de matériaux réfléchissants et réaliser des mesures précises d'indice de réfraction.

L'angle de Brewster est un angle d'incidence particulier pour lequel la lumière réfléchie possède des propriétés de polarisation particulières qui seront par exemple exploitées pour déterminer l'indice de réfraction d'un matériau ou l'épaisseur d'une couche transparente sur un substrat.

COMMENTAIRES

Ce TP a été revisité à des fins pédagogiques, en allant « pas à pas » vers la mesure d'indices optiques par ellipsométrie. Cette technique, courante dans l'industrie et la recherche, repose sur le principe d'une polarisation rendue elliptique après réflexion sur un échantillon.

COMPOSITION : Réf 205030

- 1 platine goniométrique de précision 1 minute d'arc avec porte réseau
- 2 bras pivotants porte composants
- 1 laser vert 532nm - 1mW (réf 205157)
- 1 diode laser rouge 650nm - 1mW (réf 205151)
- 3 polariseurs linéaires orientés dans le plan horizontal en monture graduée et rotative (réf 204651)
- 2 lames quart onde orientés dans le plan horizontal en monture graduée et rotative (réf 204652)
- 1 jeu de 4 échantillons d'étude (réf 205031)
- 1 puissance-mètre laser à sonde déportée sur tige (réf 295969 + 204612)
- 1 loupe éclairante (réf 204752)
- 1 utilitaire de calcul d'indices et d'épaisseur
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Principe de l'ellipsométrie et de l'ellipsométrie par extinction en particulier
- Détermination des angles ellipsométriques d'un matériau, méthode d'alignement optique
- Mesure des indices d'un substrat de silicium, d'un métal et d'un verre
- Mesure de l'indice (n) et de l'épaisseur (e) d'une couche de SiO₂ déposée sur substrat de silicium
- Évolution de n et e lors d'un changement de longueur d'onde
- Mise en évidence, via le logiciel, de l'influence d'une erreur de mesure sur les valeurs de n, k et e

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'ellipsométrie est une technique optique reposant sur la mesure du changement de l'état de polarisation d'un faisceau lumineux après réflexion sur une surface. Cette modification dépend de la surface à étudier. Ainsi, pour une longueur d'onde et un angle d'incidence donné, il est possible de déterminer les angles ellipsométriques d'un matériau et d'en déduire ses caractéristiques (indices n et k, épaisseur e).

L'ellipsométrie à extinction est basée sur la recherche du minimum de lumière réfléchi par ajustement des angles d'un polariseur et d'un analyseur.

L'objectif du montage proposé est d'assembler et de régler un ellipsomètre didactique pour déterminer les indices et l'épaisseur de différents échantillons (substrat de silicium, monocouche de SiO₂ sur substrat de silicium, aluminium, verre) et analyser les conséquences de la variation de longueur d'onde et de l'angle d'incidence.

Ce produit a été développé en collaboration avec le laboratoire LCP-A2MC de Metz

COMMENTAIRES

L'ellipsométrie est une technique de mesure optique non destructive largement utilisée dans le milieu industriel (mesures d'épaisseurs, de propriétés optiques, ...). Ce TP permet une approche didactique, théorique et pratique de l'ellipsométrie. Le matériel fourni peut également être utilisé pour d'autres types d'études (réflexion vitreuse, Brewster, polarisation...).

COMPOSITION : Réf 202789

- 1 platine goniométrique de précision 1 minute d'arc avec porte réseau
- 2 bras pivotants porte composants
- 1 jeu de 4 échantillons d'étude
- 1 laser vert 532nm - 1mW à symétrie circulaire, alimentation (réf 205157)
- 1 diode laser rouge 650nm - 1mW à symétrie circulaire, alimentation (réf 205151)
- 2 polariseurs linéaires orientés dans le plan horizontal en monture graduée et rotative (réf 204651)
- 1 polariseur circulaire, en monture graduée et rotative (réf 202655)
- 1 lame quart onde en monture graduée et rotative (réf 202378)
- 1 puissancemètre laser à sonde déportée sur tige (réf 295969 + 204612)
- 1 loupe éclairante (réf 204752)
- 1 logiciel de calcul dédié
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Polarisation et changement de l'état de polarisation de la lumière
- Biréfringence naturelle et induite par un champ électrique
- Modulation de polarisation, modulation d'amplitude
- Modulateur électro-optique, cristal de Niobate de Lithium (LiNbO_3), effet Pockels
- Tension demi-onde (V_π), mesure de coefficient électro-optique par différentes méthodes
- Transmission optique en espace libre, démodulation

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un faisceau laser est polarisé rectilignement à 45° des axes (X,Y) du cristal de Niobate de Lithium. Le faisceau traverse ce cristal suivant son axe optique (Z).

Une tension appliquée au modulateur permet de modifier de manière linéaire un des indices de réfraction du cristal de LiNbO_3 (effet Pockels). La biréfringence naturelle du matériau est alors modifiée, entraînant un déphasage entre les ondes ordinaires et extraordinaires se propageant dans le cristal. Ce déphasage induit une modification de la polarisation en sortie du modulateur. L'analyseur placé avant le détecteur permet de transformer cette variation de polarisation en variation d'intensité.

Ce produit a été développé en collaboration avec le laboratoire LMOPS de Metz.

COMPOSITIONS

Ensemble effet Pockels et modulation électro-optique (Réf 204852)

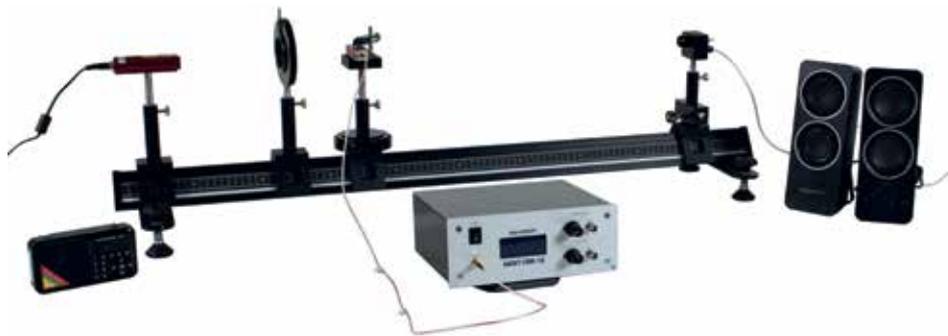
- 1 modulateur électro-optique (cellule de Pockels, cristal LiNbO_3) avec 2 câbles SMA-SMA
- 1 générateur-amplificateur de commande pour cellule de Pockels
- 1 détecteur amplifié à gain réglable
- 1 notice d'expériences

TP Effet Pockels et modulation électro-optique avec laser vert (Réf 204850)

Comprend un ensemble Effet Pockels 204852 avec les éléments complémentaires :

- 1 banc prismatique de 1 m avec jeu de pieds réglables (réf 202519)
- 5 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique à réglage latéral (réf 202392)
- 1 laser vert @532 nm sur tige (réf 205157)
- 2 polariseurs en monture graduée (réf 202374)
- 1 lame quart-onde polaroïd en monture rotative graduée (réf 202378)
- 1 kit multimédia (radio + enceintes + toute la connectique nécessaire au bon fonctionnement)

TP Effet Pockels et modulation électro-optique avec laser He-Ne (Réf 204851)



Thèmes abordés

- Cellule de Bragg / Détermination de l'angle de diffraction de Bragg
- Étude des faisceaux diffractés en fonction de la fréquence de l'onde acoustique
- Évaluation de la vitesse de l'onde acoustique dans le matériau
- Mesure de l'intensité de diffraction en fonction de la puissance de l'onde acoustique
- Calcul du rendement de diffraction et de l'absorption du milieu
- Étude de la modulation acousto-optique et application à l'inscription et au transport d'un signal audio sur une porteuse optique
- Étude de la déflexion acousto-optique et application à la projection et à l'adressage optique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'effet acousto-optique concerne l'interaction entre une onde ultrasonore et une onde optique dans un milieu solide ou liquide. L'onde acoustique provoque la propagation d'une déformation et par suite une variation de l'indice de réfraction dans le milieu. L'onde acoustique est produite par exemple par un transducteur piézoélectrique.

La variation d'indice de réfraction présente une périodicité spatiale et temporelle. Le réseau d'indice se déplace parallèlement à lui-même à la vitesse de l'onde acoustique. Comme cette vitesse est très inférieure à celle de la lumière, l'onde acoustique peut être considérée comme stationnaire et le réseau fixe vis à vis du faisceau lumineux incident. Le réseau d'indice de réfraction constitué par interaction acousto-optique est alors utilisé pour provoquer la diffraction d'une onde optique.

COMPOSITIONS

Ensemble déflexion et modulation acousto-optique (Réf 204858)

- 1 modulateur / déflecteur acousto-optique (cellule de Bragg)
- 1 alimentation de commande pour cellule acousto-optique
- 1 plateau porte-objets avec réglage d'horizontalité
- 1 détecteur amplifié à gain réglable (réf 204888)
- 1 notice d'expériences

TP Déflexion et modulation acousto-optique avec diode laser rouge (Réf 204860)

Comprend un ensemble Acousto-optique 204858 avec les éléments complémentaires :

- 1 banc prismatique de 1 m avec jeu de pieds réglables (réf 202519)

- 2 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique à réglage angulaire (réf 202514)
- 1 pied d'optique (réf 203212)
- 1 diode laser rouge (réf 202721)
- 1 polariseur en monture graduée (réf 202374)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 capteur CCD/CMOS numérique + filtres OD1, OD3, polariseur + logiciel (réf 204354)
- 1 kit multimédia (radio + enceintes + toute la connectique nécessaire au bon fonctionnement)

TP Déflexion et modulation acousto-optique avec laser He-Ne (Réf 204859)



Thèmes abordés

- Polarisation linéaire, circulaire, elliptique
- Polarisation de la lumière laser
- Plan de polarisation
- Mesure et vérification de la loi Malus
- Biréfringence
- Faisceau ordinaire / extraordinaire
- lame demi-onde et quart d'onde
- Matériau optiquement actif

PRINCIPES ET OBJECTIFS

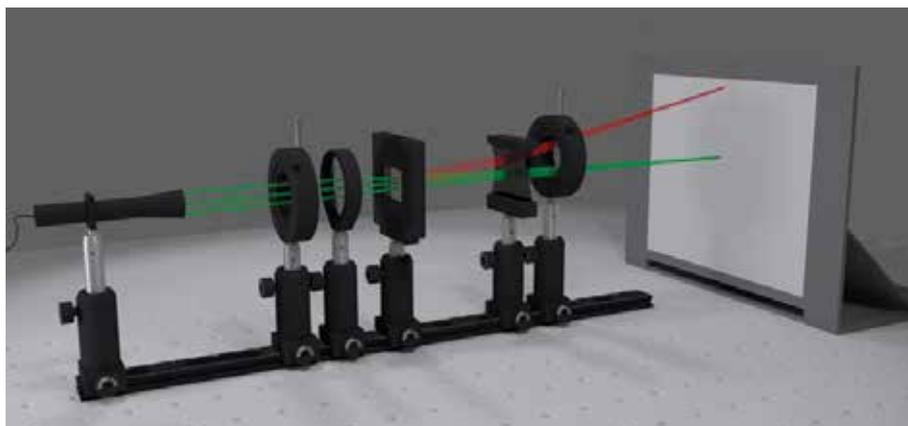
En plus de l'intensité et de la longueur d'onde, une propriété fondamentale de la lumière est la polarisation. Basé sur la conception de la lumière comme une onde transversale, le vecteur champ électrique se propage dans un plan défini comme le plan de polarisation. Ce plan de polarisation peut être filtré et mis en rotation par des éléments optiques tels que des polariseurs ou des lames cristallines à retard.

COMMENTAIRES

Dans ce kit expérimental, un faisceau laser vert est d'abord préparé par un polariseur, c'est-à-dire un filtre polarisant qui transmet qu'un seul état de polarisation du faisceau laser. Cette lumière polarisée bien définie est ensuite envoyée à travers l'une des lames à retard demi-onde ou quart-onde qui introduit un déphasage des ondes électromagnétiques et donc une modification de l'état de polarisation du faisceau. Une lumière polarisée linéairement, circulairement ou elliptiquement est générée et analysée au moyen d'un second filtre polarisant. La lumière transmise à travers ce polariseur est détectée par un photodétecteur PIN et la tension correspondant à l'intensité de la lumière est affichée sur un multimètre numérique. Une grande variété de courbes de distribution d'intensité en fonction de l'angle de l'analyseur et de l'angle des lames à retard demi-onde ou quart-onde sont mesurées dans ces expériences. Enfin, la loi de Malus peut être expérimentalement reproduite et vérifiée.

COMPOSITION : Réf 204840

- 1 rail optique 0,5 m avec règle graduée
- 1 diode laser verte @532 nm en monture sur cavalier
- 1 contrôleur de diode laser verte
- 2 polariseurs en monture rotative sur cavalier
- 1 lame quart-d'onde en monture rotative sur cavalier
- 1 lame demi-d'onde en monture rotative sur cavalier
- 1 composant actif en monture rotative sur cavalier
- 1 photodiode sur cavalier
- 1 filtre interférentiel
- 1 multimètre digital
- 1 notice d'expériences (en anglais)



Thèmes abordés

- Configuration optique d'un projecteur
- Propriétés de la lumière polarisée
- Propriétés optiques des cristaux liquides
- Modulation de phase et modulation d'amplitude de la lumière
- Diffraction par des structures à changement dynamique
- Éléments optiques diffractifs auto-conçus et leur interaction
- Filtrages de fréquences spatiales
- Optique de Fourier, interférométrie, holographie

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le dispositif SLM (Spatial Light Modulator) est simple à utiliser pour l'affichage d'images à l'aide d'un écran à cristaux liquides (LCD) monochrome et transparent. La petite taille du système et son interface de contrôle confortable sont des caractéristiques majeures pour permettre une utilisation aisée.

Ce TP permet l'étude des principes et applications du SLM dans les domaines de l'imagerie, de la diffraction, de l'optique de Fourier et de la polarisation.

COMMENTAIRES

Le modulateur spatial de lumière étudié ici est basé sur des micro-cristaux liquides transmissifs et présente une résolution de 1024 x 768 pixels pour un champ de 3 cm de coté.

Ce SLM fournit un déphasage d'environ 2π à 450 nm, $1,8\pi$ à 532 nm et 1π à 800 nm.

Le SLM est livré avec monture, alimentation, câble USB, câble HDMI, adaptateur, logiciel de pilotage avec bibliothèque d'exemples et programmes Labview.

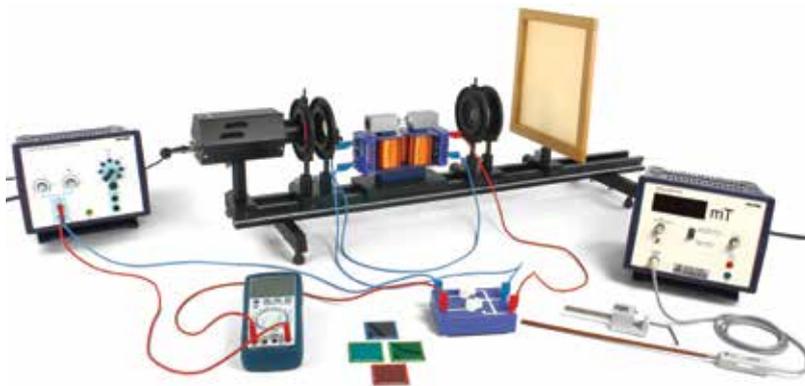
COMPOSITIONS

TP modulateur spatial de lumière SLM (réf 204845)

- 1 rail optique
- 4 cavaliers
- 1 Modulateur Spatial de Lumière (SLM) : 400-850 nm / 1024X768 pixels avec monture
- 1 logiciel de contrôle, connectique, et manuel d'utilisation

- 1 module laser vert @532 nm - classe 2B avec alimentation
- 1 extenseur de faisceau
- 1 monture pour le laser
- 2 polariseurs rotatifs en monture
- 1 notice d'expériences

Option lunette de sécurité laser (Réf 202630)



Thèmes abordés

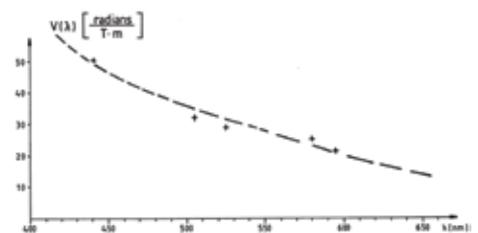
- Interaction électromagnétiques
- Oscillation des électrons
- Electromagnétisme
- Polarisation
- Constante de Verdet
- Effet Hall

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'effet Faraday est un phénomène magnéto-optique. Il implique une interaction entre une lumière polarisée linéairement et un milieu matériel (ici un barreau de verre en Flint) soumis à un champ magnétique. Le facteur de proportionnalité, appelé constante de Verdet, est étudié en fonction de la longueur d'onde et du milieu optique.

Les différentes étapes de l'étude sont :

- 1 La détermination de la densité du flux magnétique entre les pièces polaires à l'aide de la sonde Hall axiale du teslamètre pour différents courants de bobine.
- 2 La mesure de la densité maximale du flux en fonction du courant de la bobine et l'établissement de la relation entre la densité moyenne du flux et le courant de la bobine.
- 3 L'évaluation de l'angle de rotation en fonction de la densité de flux moyenne en utilisant différents filtres de couleur. Le calcul de la constante de Verdet correspondante dans chaque cas.



Constante de Verdet en fonction de la longueur d'onde

COMMENTAIRES

Permet de relier les domaines de l'optique et de l'électromagnétisme.

COMPOSITION : Réf 204993

- Tige de verre pour effet Faraday
- Bobine, 600 spires / Pièces polaires, percées / Noyau en U, tôle magnétique laminé
- Lampe expérimentale LED HEX 2
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Commutateur en croix
- Teslamètre numérique / Sonde Hall, axiale
- Lentille en verre, biconvexe, $f = + 150$ mm / Support de composants / support rotatif universel
- Support de plateau à glissière pour banc optique
- Filtres colorés : violet/ bleu-vert / vert / jaune /
- Polariseur sur tige
- écran translucide, 250 x 250 mm
- Banc optique, $L = 1000$ mm / Pied réglable pour banc optique
- Cavaliers pour banc optique : $h = 30$ mm / $h = 80$ mm
- Tige de support acier inoxydable , 100mm / Noix double
- Alimentation universelle, affichage analogique, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A



Thèmes abordés

- Propriétés fondamentales de la résonance plasmonique de surface, ondes évanescentes et ondes de surface
- Excitation de la résonance plasmon avec un Laser He-Ne, mesure de la position angulaire de l'extinction plasmon
- Sensibilité de la technique et dépendance de l'extinction plasmon en fonction de la longueur d'onde
- Permittivité diélectrique de l'or, approche des applications de bio-détection

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Dans un métal, le gaz d'électrons peut osciller en bloc donnant lieu à une oscillation de charges. Cette oscillation peut être couplée à une onde électromagnétique, donnant d'ailleurs un moyen de détecter ces oscillations de charges.

On distingue deux types d'oscillations :

- L'oscillation plasma présente dans tout le volume du métal.
- Une oscillation particulière des électrons d'une couche superficielle (quelques dizaines de nanomètres) qui donne lieu à l'onde plasmon de surface. Cette onde est confinée au voisinage de l'interface métal-air ou métal-liquide.

Une onde lumineuse excitatrice monochromatique entre en couplage avec l'onde plasmon de surface se propageant à la surface d'un film d'or déposé sur un prisme. On mesure l'intensité réfléchi en fonction de l'angle afin d'obtenir la courbe d'extinction plasmonique. On note également une dépendance en longueur d'onde. En lumière blanche, un phénomène spectaculaire peut être observé, le faisceau réfléchi par la couche d'or change de couleur en fonction de l'angle.



La lumière réfléchi par la couche d'or change de couleur en fonction de l'angle et donc du couplage

COMMENTAIRES

L'objectif de cet ensemble didactique est d'étudier le couplage entre une onde lumineuse excitatrice et l'onde plasmon de surface se propageant à la surface d'un film d'or de quelques nanomètres déposé sur un prisme. L'extinction plasmon est étudiée avec un laser mais aussi en lumière blanche.

Ce TP permet non seulement de visualiser l'extinction plasmon mais également d'en mesurer précisément l'angle, de calculer la permittivité diélectrique de l'or, d'observer l'effet de la polarisation, d'étudier les propriétés de la réflexion d'une lumière blanche ou d'introduire une application aux mesures physico-chimiques.

COMPOSITION : Réf 204861

- 1 banc prismatique de 2m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 2 cavaliers prismatiques standards (réf 202234) et 1 cavalier prismatique large (réf 202235)
- 2 cavaliers prismatiques à réglage latéral (réf 202392)
- 1 cavalier tournant (réf 204122) et 1 pied d'optique (réf 203212)
- 1 diode laser rouge 650 nm - 1mW (réf 204151) et 1 support laser
- 1 objectif achromatique de précision 10X (réf 571430)
- 1 porte objectif sur tige avec réglage X-Y (réf 202457)
- 1 source 12V/75W avec condensateur (réf 201051) et alimentation (réf 202909)
- 1 polariseur en monture graduée (réf 202374) et 1 diaphragme à iris (réf 202411)
- 4 filtres interférentiels (BP 3 nm) au diamètre 25 mm avec bague d'adaptation
- 1 lentille diamètre 40 mm, F+300 mm (réf 202279) en monture
- 1 support porte-prisme (réf 202243)
- 1 prisme « plasmon » (3 faces polies), hauteur 40 mm avec dépôt d'un film mince d'or
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 202368)
- 1 puissance-mètre laser à sonde déportée sur tige (réf 295969 + 204612)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Transmission d'un signal par voie optique
- Multiplexage en longueur d'onde
- Démultiplexage en longueur d'onde

PRINCIPES ET OBJECTIFS

- Transmission d'un signal par voie optique :

Des diodes laser modulables sont utilisées pour transporter un signal. Elles peuvent être modulées par voie externe (radio, GBF). Les sources ayant des longueurs d'onde différentes, il est possible de les combiner en entrée de fibre (multiplexage) et de les séparer en sortie (démultiplexage).

- Multiplexage en longueur d'onde :

Un réseau de diffraction dévie le faisceau de la diode laser rouge avec un angle différent de celui de la diode laser bleue. Cette propriété est mise à profit pour injecter les deux signaux dans une même fibre. Il est également possible de simplement utiliser la grande ouverture numérique de la fibre pour injecter directement les faisceaux des 2 diodes laser avec une incidence adéquate.

- Démultiplexage en longueur d'onde :

En sortie de la fibre, le même réseau de diffraction permet de séparer angulairement le signal porté par la lumière rouge de celui porté par la source bleue. Une autre méthode consiste à utiliser des filtres colorés bleus et rouges pour isoler et séparer les signaux.

COMMENTAIRES

Ce TP retrace les points clés d'une chaîne complète de système de télécommunication optique :

- Son émission (sources modulables laser)
- Un moyen de transmission (la fibre optique)
- Sa réception (photodiodes)
- Deux systèmes différents de multiplexage et démultiplexage en longueur d'onde (avec réseaux de diffraction et filtres dichroïques)

COMPOSITION : Réf 204633

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268)
- 8 pieds magnétiques simples (réf 202542)
- 2 pieds magnétiques à réglage latéral (réf 202707)
- 1 laser rouge modulable (réf 201004)
- 1 laser bleu modulable (réf 204598)
- 2 phototransistors SFH-300
- 3 porte-composants simples (réf 202439)
- 2 supports pour fibre avec embases SMA Clix sur tige (réf 204727)
- 1 porte-lame mince sur tige (réf 202448)
- 1 réseau Paton 600 traits/mm (réf 202343)
- 2 lentilles convergentes, $f = + 50$ mm (réf 202273) et 2 filtres dichroïques : jaune et bleu (réf 204023 + 204020)
- 1 fibre plastique SMA - 2 m (réf 202729)



Thèmes abordés

Lignes à 4 fils :

- Caractéristique des lignes à 4 fils
- Paramètres linéiques avec pont de mesure
- Temps de propagation des impulsions
- Transmission et distorsion des impulsion selon terminaison de ligne adaptée ou non
- Coefficient de réflexion de la ligne

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le système UniTrain est un système performant d'enseignement assisté par ordinateur pour l'apprentissage et la formation en électricité et en électronique. L'Interface UniTrain constitue l'appareil central. Ce dispositif met à disposition les entrées et les sorties ainsi que les relais, les sources et la technique de mesure requis pour les expériences. L'interface est commandée via le PC. Le système est fourni avec un cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluation.

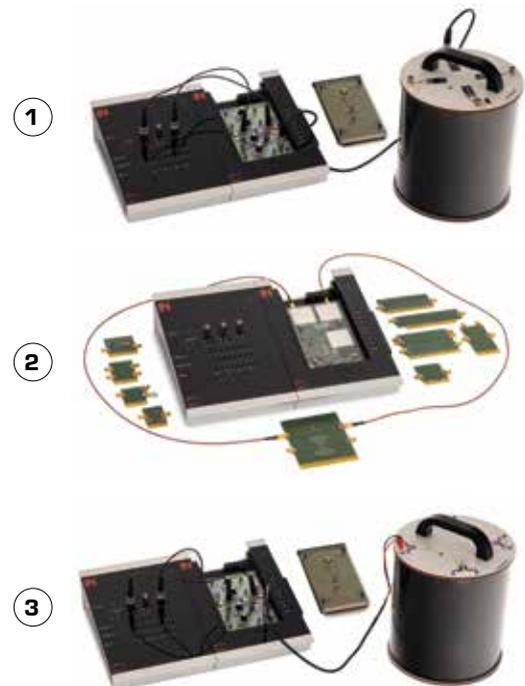
Autres TP disponibles :

1- TP Lignes coaxiales (Ref 604282)

- Résistance, capacité, inductance linéique
- Pont de Wheatstone, Wien, Maxwell
- Impédance caractéristique d'un câble coaxial
- Réflexions selon la terminaison du câble
- Terminée correcte pour éliminer les réflexions

2- TP Lignes microstrip – microrubans (Ref 604283)

- Substrat, formes de lignes
- Mesure d'amplitude et de phase
- Analyse de différents éléments comme coupleurs, matrice
- Analyse de filtres 3ème et 5ème ordre
- Analyse d'amplificateur actifs MMIC et FET



COMPOSITION

3- TP lignes à 4 fils (Réf 604284)

- Interface UniTrain
- 1 Modules d'accueil des cartes électronique
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure
- Cours câbles à 4 fils



Thèmes abordés

- Modulation directe d'un faisceau par diode laser
- Modulation indirecte d'un faisceau laser par effet électro-optique (effet Pockels), polarisation de la lumière
- Injection et transport d'un signal dans une fibre optique, coupleur fibré
- Multiplexage en longueur d'onde (WDM), démultiplexage
- Démodulation, transmission optique de signaux vidéo et audio

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le multiplexage en longueur d'onde consiste à transmettre dans un même conduit, une fibre optique, plusieurs canaux à différentes longueurs d'onde, chacun d'entre eux étant porteur d'information. Les canaux modulés sont multiplexés à l'émission et démultiplexés avant détection. Le multiplexage en longueur d'onde permet de véhiculer, à fibre de ligne équivalente, un débit plus important qu'un système de transmission ne transportant qu'un seul canal.

L'objectif principal de ce TP est d'aborder et d'étudier les différentes parties d'une liaison de télécommunication optique : de l'inscription d'un signal sur une porteuse optique jusqu'à sa réception, en passant par son transport et sa détection.

COMMENTAIRES

Le principal avantage de cette maquette est d'être pédagogique. Elle permet aux étudiants de comprendre les différentes parties d'une Télécommunication Optique.

Plus d'une quinzaine d'heures d'expériences possibles durant lesquelles les utilisateurs pourront étudier chaque partie séparément (modulation par effet électro-optique, coupleur fibré, multiplexage et démultiplexage, ...) mais également se former aux techniques d'alignement optique et d'injection dans une fibre.

COMPOSITION : Réf 204853

- 1 table optique à nid d'abeille 600x450 mm (réf 203268)
- 1 ensemble de pieds magnétiques (réf 202541, 202542, 202540)
- 1 diode laser verte 532nm - 5 mW - (réf 205166)
- 1 diode laser rouge 670nm - 3 mW modulable jusqu'à 50 MHz (réf 205121) avec son support (réf 202434)
- 1 alimentation pour diode laser modulable (réf 205122)
- 2 polariseurs en monture graduée (réf 202374)
- 1 lame quart-onde 560 nm en monture graduée (réf 202378)
- 3 supports d'injection sur tige avec réglages X-Y et translation micrométrique
- 3 objectifs de microscope de précision 10X (réf 571430)
- 1 modulateur électro-optique (cellule de Pockels, cristal LiNbO₃) avec 2 câbles SMA-SMA
- 1 générateur-amplificateur de commande pour cellule de Pockels
- 2 détecteurs amplifiés à gain réglable
- 1 coupleur fibré multimode 2X1 achromatique connecté FC/PC
- 1 réseau Paton 600 traits/mm avec support (réf 202343+202448)
- 1 écran blanc (réf 202955)
- 1 kit multimédia (radio + enceintes et toute la connectique)
- 2 lunettes de sécurité laser (réf 202630)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Réglage et optimisation de l'injection, mesure de pertes
- Détermination de l'ouverture numérique, calcul de l'indice de la gaine
- Détermination expérimentale du profil d'indice du cœur, profil parabolique d'une fibre à gradient d'indice
- Mesure du diamètre du cœur, calcul de la fréquence normalisée, du nombre de modes dans la fibre, de la longueur d'onde de coupure
- Observation du comportement en lumière polarisée, dépolarisation par une fibre

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le but du TP proposé est d'étudier différentes caractéristiques d'une fibre optique sans avoir besoin d'instruments performants et onéreux (type analyseur de spectre ou réflectomètre). Ce TP est particulièrement bien étudié pour débiter une formation et initier les étudiants à la manipulation et aux précautions à prendre lors de mesures sur une fibre optique. Outre les techniques « classiques » utilisées sur les fibres, ce TP propose également deux méthodes originales pour la mesure du profil d'indice et du diamètre du cœur de la fibre.

Ce produit a été développé en collaboration avec la LPro Télécom et l'Institut XLIM de Limoges

COMMENTAIRES

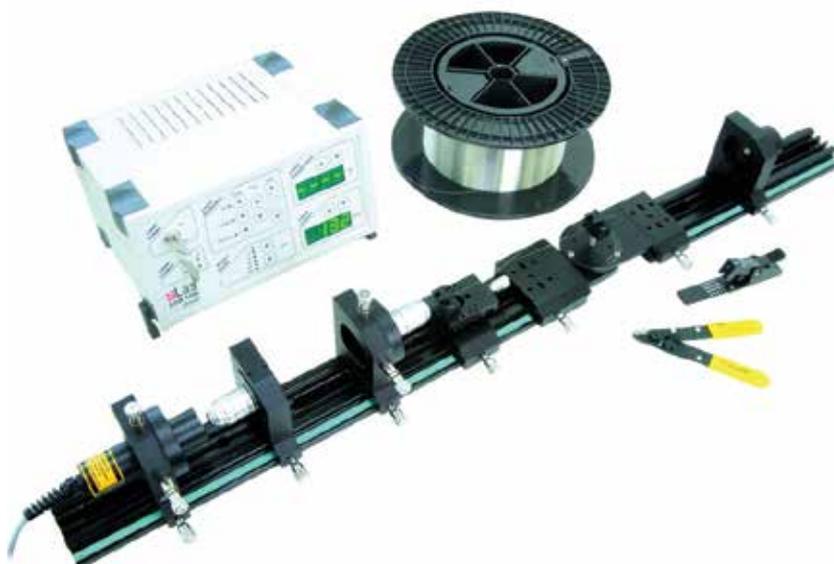
Ajustement et optimisation de l'injection d'un laser dans le cœur d'une fibre, ouverture numérique, pertes, atténuation. Calcul des indices de cœur et de gaine après avoir caractérisé le faisceau émergent de la fibre. Détermination expérimentale du profil d'indice au sein du cœur de la fibre à gradient d'indice. Mesure précise du diamètre du cœur grâce à un micromètre objet et une mesure de grandissement. Mise en évidence de la dépolarisation par réflexion.

COMPOSITION : Réf 204845

- 1 banc prismatique de 2m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 3 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique à réglage longitudinal et vertical (réf 202512)
- 1 cavalier prismatique à réglage transversal de précision avec vernier micrométrique (réf.203470)
- 1 cavalier prismatique à réglage transversal et vertical (réf 202511)
- 1 cavalier prismatique à réglage longitudinal (réf 202509)
- 1 source 12V/75W avec condenseur et alimentation (réf 201051+202909)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 200x200 mm (réf 202368)
- 1 diode laser verte 532nm - 3mW avec alimentation (réf 205166)
- 2 polariseurs en monture graduée (réf 202374)
- 1 micromètre objet 2 axes (réf 202988) avec monture associée
- 3 objectifs de microscope de précision (1 X10 et 2 X20) avec porte objectif sur tige
- 1 fibre optique multimode à gradient d'indice (réf 204802) avec monture adaptée
- 1 décalage d'axe sur tige (réf 202458)
- 1 puissancemètre laser avec support sur tige (réf 295969 + 204612)
- 2 lunettes de sécurité laser (réf 202630)
- 1 notice d'expériences

Thèmes abordés

- Manipulation et préparation des fibres silice
- Guidage de la lumière dans les fibres monomodes et multimodes
- Ouverture numérique et angle d'acceptance d'une fibre
- Étude des caractéristiques de la diode laser modulable
- Vitesse de transmission et étude des pertes
- Détermination de la longueur d'une fibre ou de son indice



PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cet ensemble, fourni avec un kilomètre de fibre monomode et multimode, est conçu pour introduire la théorie et la manipulation des fibres en silice. L'utilisateur commence la préparation des extrémités des fibres par dénudage et clivage avec des outils appropriés puis étudie le couplage de la lumière laser dans une fibre nue. La lumière couplée dans la fibre provient d'une diode laser monomode dont la puissance est ajustable et modulable.

Les paramètres des fibres comme l'angle d'acceptance et l'ouverture numérique, la vitesse de transmission et les pertes de transmission sont mesurés.

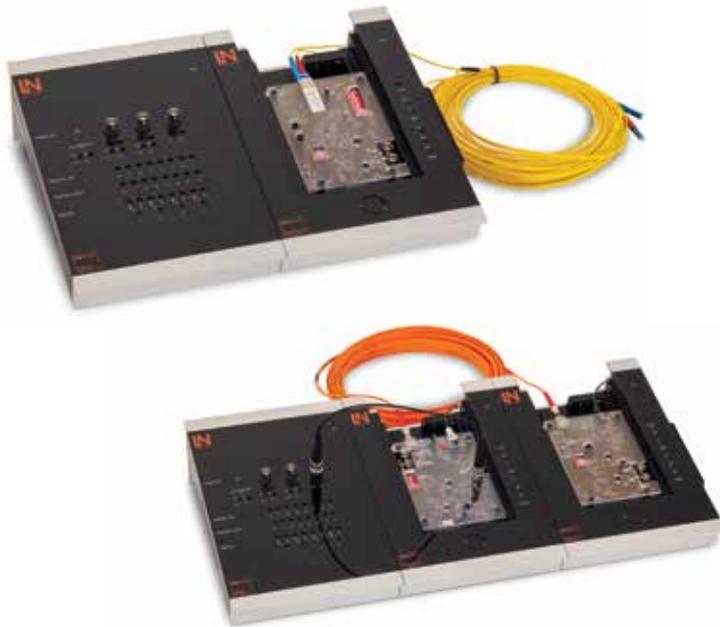
COMMENTAIRES

Ce kit pédagogique inclut tous les composants mécaniques, optiques et électroniques requis pour pouvoir appréhender la technologie des communications par fibre optique qui est indispensable de nos jours. L'accent est mis sur la préparation de la fibre par l'utilisateur qui se forme à la manipulation correcte des outils de dénudage et de clivage.

L'unité de contrôle de la diode laser monomode permet le réglage de la puissance, la modulation de la diode mais également d'amplifier le signal issu de la photodiode.

COMPOSITION : Réf 204839

- 1 rail optique 0,5 m, avec règle graduée
- 1 rail optique 0,4 m, avec règle graduée
- 1 diode laser pulsée IR en monture avec ajustement 2 axes et support sur cavalier
- 1 contrôleur de diode laser
- 1 collimateur de faisceau avec support sur cavalier
- 1 support fibre optique avec ajustement 2 axes et support sur cavalier
- 1 support de fibre avec translation sur cavalier
- 1 support de fibre sur cavalier avec articulation angulaire
- 1 photodiode avec support sur cavalier
- 2 bobines \approx 1000 m de fibres silice (monomode et multimode)
- 1 pince à dénuder et cliveuse pour fibre
- 1 carte de visualisation IR (800-1600 nm)
- 1 jeu de câbles BNC et adaptateurs nécessaires
- 1 notice d'expériences (en anglais)



Thèmes abordés

- Fibres Multi/Mono modes
- Techniques de couplage
- Mesures des paramètres des fibres
- Émetteurs / Récepteurs
- Câbles et connecteurs
- Méthodes de transmission

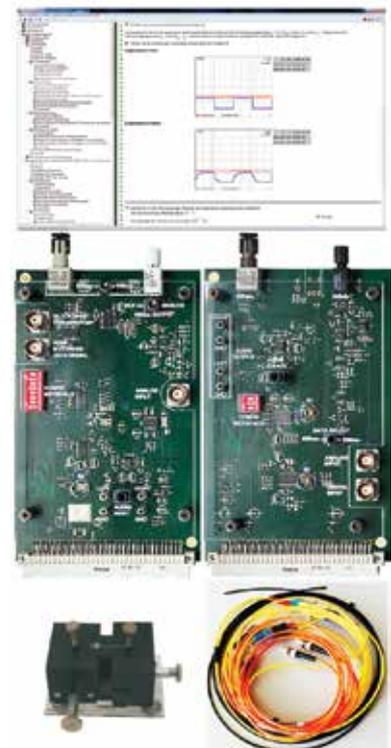
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Pour 650nm / 820nm

- Fibres optiques comme outil de transmission optique : Bases technologiques / Domaines de longueurs d'ondes / Paramètres physiques / Atténuation / Ouverture numérique / dispersion et ses conséquences / Fibre optique multi- et monomode
- Technique de couplage : Couplage sans / avec déconnexion / Installation / prise en main, nettoyage
- Émetteur optique et récepteur pour 650nm / 820nm : Émetteur LED, photodiode PIN / Transmission de signal analogique et numérique
- Applications : Signal PCM / Codage / perte de temps

Pour 1300nm

- Fibre optique à base de fibre de verre : Construction du câble / Fabrication / Comparaison entre multimode et monomode / Longueur d'onde / Ouverture numérique / Atténuation / Dispersion
- Types de câbles et de connecteurs : Comparaison entre PC, UPC et APC
- Émetteurs et récepteurs optiques : Mesures de précaution lors de la manipulation de lasers / Module émetteur-récepteur 1300 nm, monomode / Module émetteur-récepteur 1300 nm, multimode
- Couche application : Modulation par impulsion et codage (MIC) / CODEC



COMPOSITION : nous consulter

- Carte d'essais émetteur fibres optiques avec 2 diodes émettrices à différentes longueurs d'onde 650 nm/820 nm / Carte d'essais récepteur fibres optiques 650 nm/820 nm
- Carte d'expérimentation « Émetteur/récepteur 1300 nm »
- Module d'essai/tests pour fibre optique
- Câbles patch fibre optique / Cordon de brassage
- Accessoires / Valise de rangement / Navigateur Labsoft et logiciel de cours



Thèmes abordés

- Paramètres des fibres optiques : ouverture numérique, atténuation et dispersion en fonction de la longueur d'onde et de la longueur de fibre, perte par courbure, modes
- Caractérisations de composants : diodes lasers et photodiodes, multiplexeur-démultiplexeur en longueur d'onde, fibre à réseau de Bragg, circulateur à fibre, amplificateur à fibre dopé Erbium (EDFA)
- Systèmes de communications numérique, analogique, liaison par multiplexage (WDM) et démultiplexage en longueur d'onde
- Tests et analyses

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Kit «clé en main» complet (composants, accessoires, logiciel, théories, protocoles d'expériences et résultats). Solution robuste et fiable utilisant des composants industriels et des fibres Télécom. Objectifs pédagogiques en rapport avec le contenu des programmes et permettant une véritable approche du monde industriel.

Système évolutif : possibilité de développer ses propres expériences, de rajouter des composants externes pour mener d'autres études.

Cette plateforme se décline en 4 versions :

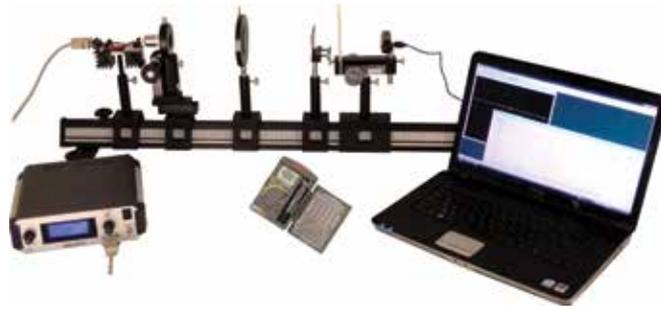
- Version BASIC (Réf 204846)
- Version EDFA (Réf 204847)
- Version WDM (Réf 204848)
- Version PREMIUM (Réf 204849)



Plus d'informations ici

COMMENTAIRES

Solution de formation innovante et très avancée, couvrant les domaines clés de l'Optique, de l'Optoélectronique et des Communications Optiques. Ce Kit est un système autonome qui exploite des composants issus de l'industrie ne nécessitant aucun équipement annexe pour son fonctionnement ou pour l'analyse des données. Le logiciel interactif contient également les concepts théoriques liés à chaque expérience.



Thèmes abordés

- Détermination de la caractéristique courant/tension d'une diode laser
- Étude de la variation de longueur d'onde avec le courant d'alimentation et de la température
- Mesure de la puissance optique en fonction du courant de la photodiode interne de la diode (courant de moniteur)
- Mesure de la divergence du faisceau émis et détermination des dimensions de la zone émettrice
- Étude de la puissance optique en fonction du courant d'injection et de la température
- Évaluation du taux de polarisation en fonction de la puissance optique
- Calcul du rendement électrique-optique
- Asservissement en température, en courant, en puissance
- Détermination du seuil d'oscillation et étude de son évolution avec la température

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Une diode laser est d'un point de vue électronique une diode à semi-conducteur. Elle possède une caractéristique $IDL = f(U_{DL})$ (courant de la diode en fonction de la tension à ses bornes) de même allure qu'une diode normale. Cette caractéristique présente donc un seuil au delà duquel le courant va pouvoir traverser la diode, puis augmenter rapidement en fonction de la tension. Les techniques d'alimentation des diodes lasers sont abordées dans ce TP, notamment par l'utilisation d'un contrôleur de diode laser.

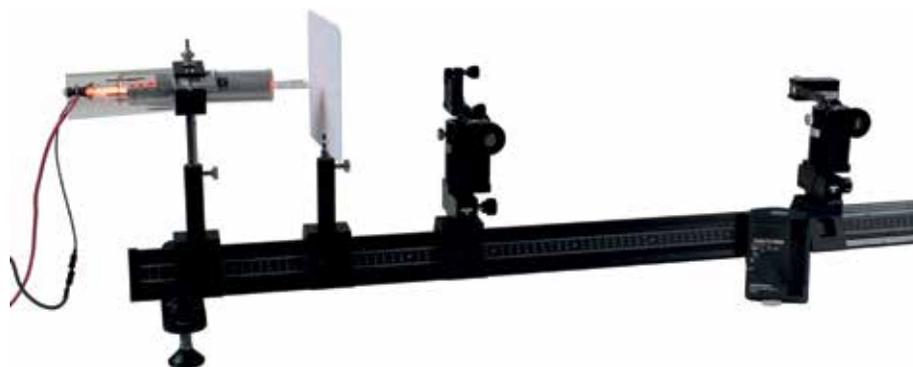
COMMENTAIRES

Ce TP est très riche pédagogiquement puisqu'il couvre différents domaines et que les phénomènes observés peuvent être analysés de manière plus ou moins approfondie en fonction des besoins.

L'utilisation du contrôleur de diode laser permet : de mener des études en température, de contrôler le courant d'injection, de mesurer le courant de moniteur, de mesurer la tension aux bornes de la diode

COMPOSITION : Réf 204891

- 1 banc prismatique de 1 m avec jeu de pieds réglables (réf 202519)
- 1 objectif achromatique de précision 10X (réf 571430)
- 4 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 porte lame mince sur tige (réf 202448)
- 1 cavalier prismatique à réglage latéral et vertical (réf 202512)
- 1 réseau de diffraction 600 traits/mm (réf 202343)
- 1 diode Laser (650 nm – 7 mW) et son support de régulation de température
- 1 polariseur en monture graduée (réf 202374)
- 1 alimentation et contrôleur numérique pour diode laser
- 1 puissance-mètre laser avec support adapté (réf 295969 + 204612)
- 1 porte objectif sur tige avec réglage X-Y (réf 202457)
- 1 système Ovisio (réf 204270)
- 2 paires de lunettes de sécurité laser (réf 202629)
- 1 notice d'expériences



Thèmes abordés

- Réglage et alignement d'une cavité laser via un miroir externe

- Méthode d'autocollimation, cavité résonnante, effet Laser

- Étude des conditions de stabilité de la cavité. Mesure de la puissance d'émission en fonction de la longueur de la cavité

- Étude des propriétés géométriques : profil spatial, faisceau gaussien, col (waist), longueur de Rayleigh (Zr), divergence

- Étude des spectres du gaz Hélium-Néon et du rayonnement laser, monochromaticité, luminescence

- Étude de la polarisation, mesure du taux de polarisation. Observation des différents modes transverses

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le Kit utilisé se compose d'un tube rempli d'un gaz He-Ne. Un miroir fixe, de rayon de courbure $R1 = 60$ cm et de réflectivité $\approx 99,99\%$, se trouve scellé à l'intérieur de ce tube. A l'opposé de ce miroir, une fenêtre de Brewster permet de polariser le faisceau de sortie. Pour fermer la cavité laser, un deuxième miroir (externe) est utilisé. Son rayon de courbure est $R2 = 45$ cm (un miroir de 100 cm est disponible en option, réf.205115) et sa réflectivité proche de 99%. L'horizontalité et la verticalité de ce miroir peuvent être réglées par le biais de 2 vis micrométriques.

Ce produit a été développé en collaboration avec l'école CY TECH de Cergy.

COMPOSITIONS

TP réglage et étude d'une cavité He-Ne (Réf 204856)

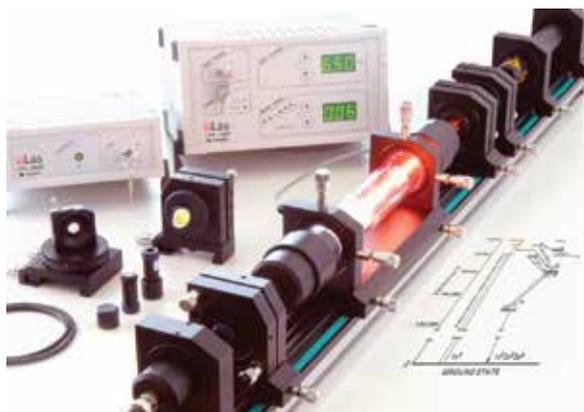
- 1 banc prismatique de 2m avec jeu de pieds réglables (réf 202233)
- 4 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique à réglage latéral (réf 202392)
- 2 cavaliers prismatiques à réglage latéral et vertical (réf 202511)
- 1 tube Plasma He-Ne avec support et alimentation de laboratoire
- 1 miroir de sortie de cavité $R2 = 45$ cm avec monture réglable de précision X-Y (réf 205101)
- 1 polariseur en monture gradué (réf 202374)
- 1 diaphragme à iris (réf 202411)
- 1 lentille diamètre 40 mm en monture
- 1 écran percé (réf 202706)

- 1 puissancemètre laser avec support adapté (réf 295969 + 204612)
- 1 caméra d'analyse Ovisio (réf 204269)
- 1 spectromètre à fibre avec support adapté (réf 204601)
- 1 source Néon avec alimentation (réf 213011)
- 1 notice d'expériences

Ensemble Réglage et étude d'une cavité He-Ne (Réf 204855)

- 1 tube Plasma He-Ne avec support et alimentation de laboratoire
- 1 miroir de sortie de cavité $R2 = 45$ cm avec monture réglable de précision X-Y (réf 205101)
- 1 notice d'expériences

Option miroir de sortie cavité laser F+100 cm (Réf 205115)



Thèmes abordés

- Propriétés des lasers à gaz, pompage par décharge électrique, raies d'émission et niveaux d'énergie de l'hélium et du néon
- Optimisation de la puissance de sortie du laser par alignement de la cavité résonante
- Largeur et forme du faisceau laser à l'intérieur et à l'extérieur de la cavité, étude du critère de stabilité
- Observation des modes transverses, sélection du mode longitudinal par un étalon
- Sélection de raies lasers par filtre biréfringent (Lyot) et par prisme de Littrow

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce TP exploite un tube laser à gaz He-Ne en configuration ouverte des deux côtés et disposant de fenêtres de Brewster. Des miroirs externes permettent de fermer le résonateur et il est alors possible d'étudier les principes de base des lasers à gaz comme par exemple la stabilité du résonateur, la cohérence et le comportement des modes. L'utilisation d'un filtre biréfringent (Lyot) ou d'un prisme (Littrow) permet de sélectionner la longueur d'onde de sortie. Grâce à un réseau de diffraction, les différentes raies laser peuvent être séparées spatialement. La sélection de mode est également étudiée à l'aide d'un étalon monomode. Il existe une version de base 204826 qui peut être complétée par la suite.

COMMENTAIRES

Ce kit pédagogique a été conçu pour aider les étudiants à comprendre l'interaction des différents composants d'un laser à gaz, des résonateurs lasers, des propriétés de modes, jusqu'à l'influence de différents composants optiques sélectifs en longueur d'onde utilisés dans les lasers à gaz. Tous les composants optomécaniques disposent de réglages fins. Plusieurs miroirs, de réflectivité et rayon de courbure différents peuvent être facilement interchangeables.

COMPOSITION : Réf 204825

- 1 rail optique 1,5 m avec règle graduée
- 1 laser He-Ne avec support et contrôleur
- 2 supports miroir à réglage angulaire sur cavalier
- 1 photodiode sur cavalier
- 1 laser vert avec support et alimentation (pour alignement de la cavité)
- 3 miroirs pour cavité résonante
- 1 filtre biréfringent (Lyot) avec support rotatif sur cavalier
- 1 prisme de Littrow avec support à réglage angulaire sur cavalier
- 1 étalon monomode avec support à réglage angulaire sur cavalier
- 2 miroirs supplémentaires pour cavité résonante
- 1 réseau en transmission sur cavalier
- 2 polariseurs en monture rotative sur cavalier
- 1 lame demi-onde en monture rotative sur cavalier
- 1 lame quart-onde en monture rotative sur cavalier
- 2 paires de lunettes de sécurité Laser
- 1 kit de nettoyage pour optiques
- 1 notice d'expériences (en anglais)



Thèmes abordés

- Coefficient d'Einstein, absorption, émission spontanée et stimulée
- Diode Laser, seuil et courbe d'efficacité de la diode
- Dépendance de la longueur d'onde avec la température de la diode laser
- Pompage optique, optimisation de l'absorption
- Absorption du cristal Nd: YAG
- Décroissance de fluorescence, durée de vie de l'état excité
- Filtre interférentiel et filtre passe-haut

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Absorption et émission stimulée par pompage optique sont des processus importants dans l'effet Laser. Le pompage optique permet l'inversion de population et son efficacité dépend de l'absorption du milieu actif et des transitions d'émissions possibles dans celui-ci.

En ajustant la température de la diode laser, et donc en changeant sa longueur d'onde, il est possible d'optimiser l'absorption du cristal Nd:YAG et donc l'efficacité du pompage optique. Le profil spectral d'absorption du cristal peut ainsi être obtenu.

La désexcitation du milieu génère une fluorescence qui est collectée par une optique adaptée et mesurée par une photodiode après avoir été filtrée (1064 nm). La durée de vie de l'état excité est ainsi mesurée.

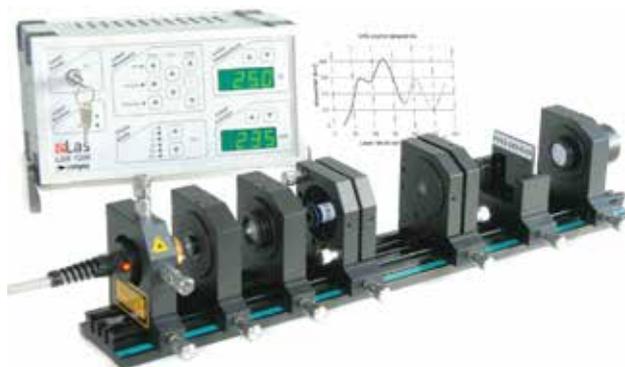
COMMENTAIRES

Cet ensemble permet d'introduire toutes les notions indispensables à la compréhension des processus intervenant dans l'effet Laser. Il peut être complété par des miroirs permettant de réaliser un résonateur et ainsi aborder l'amplification et la cavité Laser Nd:YAG.

La diode laser, munie d'un dispositif de refroidissement thermoélectrique, est utilisée pour pomper un cristal Nd:YAG. Le contrôleur de la diode laser permet de modifier des paramètres comme la température et le courant de la diode de pompage mais également de la moduler en intensité.

COMPOSITION : Réf 204834

- 1 rail optique 0,5 m, avec règle graduée
- 1 diode laser 100 mW - 808 nm, stabilisée en température avec support rotatif sur cavalier
- 1 contrôleur de diode laser (température, courant, modulation)
- 1 optique de mise en forme pour faisceau laser avec support sur cavalier
- 1 cristal Nd:YAG en monture avec ajustement 2 axes et support sur cavalier
- 2 optiques de mise en forme pour faisceau fluorescent avec support sur cavalier
- 1 filtre passe haut
- 1 filtre interférentiel (1064 nm)
- 1 support filtre sur cavalier
- 1 photodiode PIN avec support sur cavalier
- 1 carte de visualisation IR (800-1600 nm)
- 1 notice d'expériences (en anglais)



Thèmes abordés

- Assemblage d'une cavité laser et optimisation de la puissance de sortie par alignement du résonateur
- Génération de seconde harmonique par doublage de fréquence (cristal de KTP)
- Propriétés des modes transverses
- Génération d'impulsions courtes par système Q-switch actif (cristal de LiNbO_3) ou passif (absorbant saturable Cr^{4+} : YAG)
- Critère de stabilité du fonctionnement du laser et optimisation de la cavité
- Caractérisation de la génération d'impulsions

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce kit pédagogique permet de monter, régler et d'étudier un laser Nd:YAG pompé par diode laser. Comme pour le TP 204834, la diode est d'abord entièrement caractérisée et les propriétés d'absorption du cristal Nd:YAG sont investiguées. L'étape suivante consiste en la réalisation du résonateur avant d'en étudier ses propriétés. Enfin, les différentes options vont permettre d'appréhender le doublage de fréquence ou la génération d'impulsions.

COMMENTAIRES

Ce kit pédagogique est parfait pour former les utilisateurs aux principes de fonctionnement des lasers solides et en particulier le Laser Nd:YAG. Outre les manipulations et les nombreuses mesures, la théorie est largement abordée. Ce système est le plus flexible du marché. Tous les composants peuvent être installés et changés en peu de temps et de nombreuses études peuvent être menées selon vos besoins. Ce kit utilise une diode laser de 450 mW avec refroidisseur et thermistance intégrés pour asservir sa température. Le boîtier électronique polyvalent comprend le contrôle de la température et du courant d'injection de la diode laser, un générateur de fonctions intégré pour moduler le courant de la diode laser et un amplificateur pour la photodiode.

COMPOSITIONS

TP laser Nd:YAG (Réf 204820)

- 1 rail optique 0,5 m, avec règle graduée
- 1 diode laser 450 mW - 808 nm, stabilisée en température avec support rotatif sur cavalier
- 1 contrôleur de diode laser (température, courant, modulation)
- 1 optique de mise en forme pour diode de pompe avec support sur cavalier
- 1 optique de focalisation avec support sur cavalier
- 1 cristal Nd:YAG en monture avec ajustement 2 axes et support sur cavalier

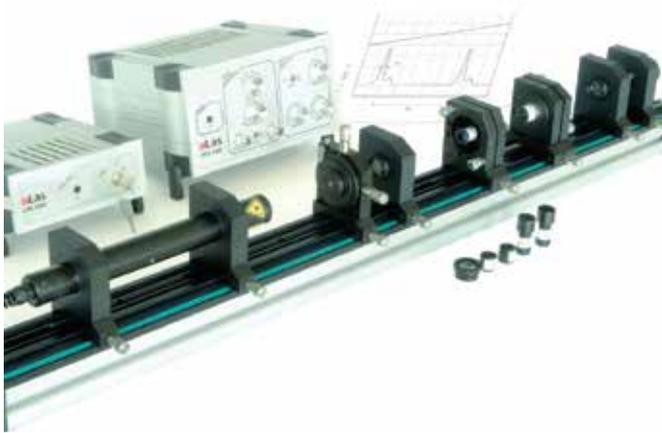
- 1 miroir de sortie (R=98%) en monture avec ajustement 2 axes et support sur cavalier
- 1 filtre passe haut avec support sur cavalier
- 1 photodiode PIN avec support sur cavalier
- 1 carte de visualisation IR (800-1600 nm)
- 1 kit de nettoyage pour optiques
- 1 notice d'expériences (en anglais)

Option doublage de fréquence (Réf 204821)

Option Q-Switch actif (Réf 204822)

Option Q-Switch passif (Réf 204823)

Option ensemble de miroirs (Réf 204824)



Thèmes abordés

- Interférence à 2 ondes, interférences multiples
- Intervalle Spectral Libre (ISL), résolution, finesse
- Différents types de résonateur Fabry-Pérot
- Critère de stabilité
- Analyse spectrale d'un Laser He-Ne
- Effets de la polarisation

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce résonateur didactique de type Fabry-Pérot concerne l'étude de son intervalle spectral libre et sa finesse ainsi que l'analyse des modes d'un laser He-Ne.

Un des miroirs du résonateur est monté sur un transducteur piézo-électrique, ce qui permet de réaliser un balayage de la cavité et de l'utiliser comme analyseur de spectre.

En modifiant le type de miroirs (l'ensemble complet 204827 en comprend 3 paires différentes) et la longueur de la cavité, il est possible d'explorer plusieurs configurations. Dans le cas d'un résonateur plan parallèle, un extenseur de faisceau est utilisé pour agrandir le diamètre du faisceau laser. Enfin, pour discriminer des deux modes polarisés du laser, un filtre de polarisation est fourni.

Il existe une version de base 204828 qui peut être complétée par la suite.

COMMENTAIRES

Contrairement aux analyseurs Fabry-Pérot à balayage commerciaux, ce système offre une vision complète de tous ses composants et il est entièrement réglable. Il est formé par deux miroirs (concave ou plan) positionnés face à face pour obtenir différentes configurations (plane ou confocale) de résonateur. La position d'un des miroirs est ajustable à l'aide d'un élément piézo-électrique, indispensable pour scanner la cavité.

COMPOSITIONS

TP Résonateur de Fabry-Pérot – version de base (Réf 204828)

- 1 rail optique 1 m, avec règle graduée
- 1 laser He-Ne avec support et alimentation
- 1 support miroir à réglage angulaire sur cavalier
- 1 support miroir à réglage angulaire et axial (piézo-électrique) sur cavalier
- 1 paire de miroirs (concave $R=75$ mm)
- 1 contrôleur pour platine piézo-électrique et photodiode
- 1 photodiode sur cavalier
- 1 kit de nettoyage pour optiques
- 1 notice d'expériences (en anglais)

TP Résonateur de Fabry-Pérot – version complète (Réf 204827)

Comprend la version de base 204828 avec les éléments complémentaires :

- 1 extenseur de faisceau avec ajustement 2 axes sur cavalier
- 1 collimateur de faisceau sur cavalier pour rail
- 2 paires de miroirs (concave $R=100$ mm, plan)
- 1 optique de mise en forme de faisceau sur cavalier
- 1 polariseur en monture rotative sur cavalier



Thèmes abordés

- Caractérisation de la diode laser
- Absorption / Émission du milieu amplificateur
- Pompage optique
- Décroissance de fluorescence et durée vie des états excités
- Seuil de déclenchement de l'effet laser, pertes
- Comportement dynamique du laser
- Extension : amplificateur à fibre dopée Erbium

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cet ensemble offre de nombreuses expériences possibles. Le seuil de déclenchement de l'émission laser et l'efficacité de la pompe laser à 980 nm peuvent être déterminés. Le couplage de la source de pompage dans la fibre dopée Erbium ainsi que les propriétés d'absorption et de fluorescence sont étudiées. Un laser linéaire à fibre dopée Erbium peut être réalisé à l'aide d'un miroir résonant. En fermant cette cavité, il est également possible de construire un Laser à fibre en anneau ! Ces deux types de configurations (peuvent être étudiés par rapport à des paramètres tels que la longueur de fibre active (4 longueurs fournies), le niveau des pertes, la puissance de la pompe, et ainsi de suite.

En option, un Laser à 1,55 microns permet d'étudier l'amplificateur à fibre dopée Erbium (EDFA).

COMMENTAIRES

Cet ensemble permet d'étudier toutes les parties d'un laser à fibre : système de pompage, milieu actif, cavité linéaire ou en anneau. Le boîtier de contrôle de la diode de pompe permet de contrôler la température et le courant d'injection de la diode laser, mais aussi de moduler le courant et donc la puissance de sortie. Il dispose également d'un amplificateur pour la photodiode.

COMPOSITIONS

TP Laser à fibre (Réf 204832)

- 1 plaque de base 70 x 50 cm
- 1 diode laser fibrée 980 nm / 100 mW
- 1 contrôleur de diode laser (température, courant, modulation)
- 1 coupleur fibré WDM 3 voies 980/1550 nm
- 1 cylindre à 4 fibres dopées Erbium de longueurs différentes (1 - 4 m)
- 1 diode optique 1550 nm
- 1 paire de collimateurs pour fibre avec support de réglage pour propagation en espace libre
- 1 filtre de densité neutre variable disposant de 11 niveaux d'atténuation
- 1 photodiode Si avec ajustement 2 axes sur cavalier
- 1 photodiode GaAs avec ajustement 2 axes sur cavalier
- 1 miroir plan sur cavalier
- 1 jeu de raccords pour fibres monomodes
- 1 carte de visualisation IR (800-1600 nm)
- 1 kit de nettoyage pour optiques
- 1 notice d'expériences (en anglais)

Option amplificateur à fibre dopée Erbium (EDFA) (Réf 204833)



Thèmes abordés

- Puissance optique, intensité et densité d'énergie
- Taille et angle de divergence du faisceau laser
- Mesure du profil du faisceau d'un laser à semi-conducteur (DPSS) et d'une diode laser
- Méthode dite « du couteau » et étude de la modification du faisceau par une lentille
- Dépendance du profil du faisceau en fonction de la position axiale Z «du couteau»
- Paramètres du faisceau, longueur de Rayleigh et détermination du facteur de qualité M^2

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Les principaux paramètres d'un rayonnement laser sont le rayon ou le diamètre du faisceau, son angle de divergence et la longueur de Rayleigh. Ces grandeurs permettent notamment de déterminer la densité d'énergie. La mesure des dimensions et de la position exacte du point de focalisation ainsi que le facteur de qualité du faisceau M^2 sont fondamentaux pour l'optimisation des systèmes lasers existants et le développement de nouveaux.

Dans ce TP, les propriétés spatiales des faisceaux de deux lasers sont quantifiées et leurs profils sont obtenus par la méthode dite « du couteau ». Les deux sources étudiées sont : un module à semi-conducteur pompé par diode et une diode laser.

COMMENTAIRES

Dans ce TP, les propriétés spatiales des faisceaux de deux types de lasers sont quantifiées et leurs profils sont obtenus par la méthode dite « du couteau ».

Les résultats expérimentaux sont utilisés pour déterminer rayon, divergence, longueur de Rayleigh ou encore facteur de qualité M^2 de chaque source.

COMPOSITION : Réf 204829

- 1 rail optique 0,5 m, avec règle graduée
- 1 diode laser verte DPSS en monture sur cavalier
- 1 diode laser rouge
- 1 contrôleur de diodes lasers
- 1 optique de focalisation avec support sur cavalier
- 1 système de mesure «couteau» avec support rotatif sur cavalier
- 1 optique de collimation avec support sur cavalier
- 1 photodiode avec support sur cavalier
- 1 filtre de densité neutre en monture
- 1 multimètre numérique
- 1 notice d'expériences (en anglais)



Thèmes abordés

- Puissance optique et intensité d'un laser continu vert collimaté
- Puissance optique et intensité d'une LED jaune
- Dépendance de l'intensité avec la distance, vérification de la relation en $1/r^2$
- Mesure de puissance moyenne d'une source laser pulsée
- Mesure de la largeur d'impulsion et du taux de répétition
- Puissance crête et énergie d'une impulsion laser

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La puissance d'un rayonnement électromagnétique (ou flux lumineux) correspond à la quantité d'énergie émise par la source en une seconde, alors que l'intensité lumineuse (ou irradiance) relie puissance et unité de surface. Par conséquent, à puissance constante, l'intensité d'une source lumineuse peut varier en fonction des paramètres géométriques du faisceau.

Afin de démontrer ces relations et de les vérifier quantitativement, le dispositif expérimental utilise deux sources lumineuses aux formes géométriques de faisceaux très différentes. Les mesures de puissance et d'intensité sont effectuées avec un wattmètre et un diaphragme à iris à ouverture réglable permet la variation de la section du faisceau. En complément (204831), une source de lumière (diode laser) à impulsions nanosecondes et un détecteur rapide permettent d'étudier d'autres caractéristiques comme la puissance moyenne, la puissance crête, la largeur de l'impulsion ou encore le taux de répétition.

COMMENTAIRES

La première partie des expériences consiste en la mesure de la puissance d'une diode laser (DPSS) verte et d'une LED jaune. La décroissance en $1/r^2$ de la puissance avec la distance est vérifiée expérimentalement. La deuxième partie traite de profil de faisceau qui peut être déduit à partir de la puissance transmise par un diaphragme à iris dont l'ouverture est réglable.

En option (référence 204831), une diode laser impulsionnelle et un détecteur adéquat vont permettre d'aborder les notions relatives aux impulsions et aux puissances associées.

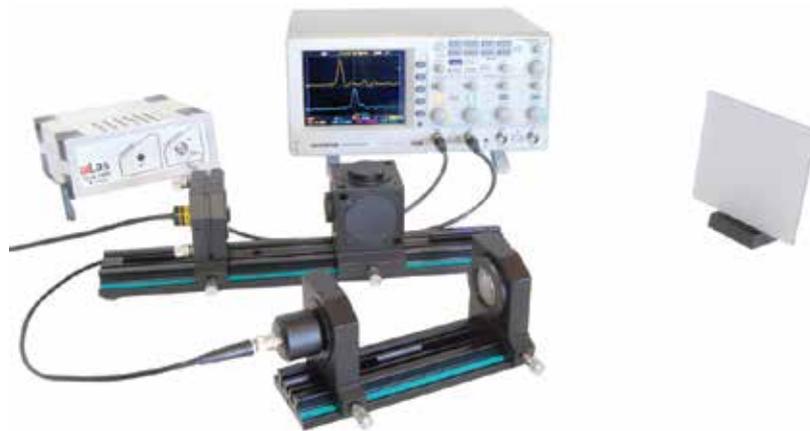
COMPOSITIONS

TP Mesure de puissance et intensité (Réf 204830)

- 1 rail optique 1m, avec règle graduée
- 1 diode laser verte 532 nm en monture sur cavalier
- 1 contrôleur de diode laser verte
- 1 LED jaune en monture sur cavalier
- 1 contrôleur de LED
- 1 optique de collimation avec support sur cavalier

- 1 diaphragme à iris avec support sur cavalier
- 1 mesureur de puissance optique avec support sur cavalier
- 1 multimètre numérique
- 1 notice d'expériences (en anglais)

Complément mesure d'impulsions (Réf 204831)



Thèmes abordés

- Diode laser impulsionnelle, durée, énergie
- Écho lumineux, temps de vol
- Principe du LIDAR, Mesure de distances de quelques dizaines de centimètres à plusieurs dizaines de mètres
- Mesure de la vitesse de la lumière

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Après avoir assemblé le kit de télémétrie, des mesures de distances peuvent être effectuées. Le module laser envoie des impulsions courtes et intenses vers une cible (diffusante). Une séparatrice permet de diriger l'onde émise et l'onde reçue vers deux photodétecteurs rapides reliés à un oscilloscope. La comparaison des signaux permet de mesurer le décalage temporel entre émission et réception, c'est à dire le temps de vol, relié à la distance de la cible.

Une autre expérience consiste à utiliser la mesure du temps de vol et la connaissance de la distance au rétro-réflécteur pour déterminer la vitesse de la lumière.

COMMENTAIRES

Le système LIDAR envoie une onde impulsionnelle vers une cible qui la diffuse ou la renvoie vers le système LIDAR. La plage maximale de détection dépend de l'énergie et de la divergence de l'impulsion mais aussi de la quantité de lumière revenant vers le détecteur. La résolution du système dépend quant à elle de la largeur temporelle de l'impulsion. La mesure expérimentale du temps de vol des impulsions lasers rétrodiffusées par la cible permet de déterminer la distance de l'objet.

La largeur temporelle de l'impulsion atteint moins de 5 ns et des distances inférieures à 40 cm peuvent encore être mesurées dans l'environnement des salles d'enseignements.

COMPOSITION : Réf 204836

- 1 rail optique 0,5 m, avec règle graduée
- 1 rail optique 0,2 m, avec règle graduée
- 1 diode laser pulsée 1535 nm en monture avec ajustement 2 axes et support sur cavalier
- 1 contrôleur de diode laser
- 1 séparateur de faisceau avec support sur cavalier
- 2 optiques de focalisation pour photodiode avec support sur cavalier
- 2 photodiodes GaAs avec support sur cavalier
- 1 cible diffusante sur pied
- 1 carte de visualisation IR (800-1600 nm)
- 1 kit de nettoyage pour optiques
- 1 notice d'expériences (en anglais)



Thèmes abordés

- Système d'assistance à la conduite
- Conduite autonome
- Bases physiques : Lumière et Laser
- Structure et fonctionnement du LIDAR
- Méthodes de mesure
- Traitement des signaux
- Détection de l'environnement

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce système d'apprentissage vous offre la possibilité d'aborder le thème du système de détection et d'estimation de la distance par la lumière (LIDAR, Light Detection And Ranging) et d'acquérir des compétences importantes en matière de diagnostic pour ce système moderne d'assistance à la conduite. Le matériel se compose d'un module LIDAR réel, qui reproduit de manière optimale le fonctionnement du LIDAR dans le véhicule. Contrairement au système du véhicule, celui-ci est ouvert et permet ainsi aux apprenants d'avoir un aperçu unique de la structure et du fonctionnement. Le cours en ligne associé approfondit encore ces thèmes grâce à de nombreuses images et animations.

Les différentes manipulations proposées :

- Etalonnage du LIDAR à l'aide d'un tableau d'étalonnage
- Diagnostic dans le bus CAN
- Diagnostic dans l'alimentation en tension
- Diagnostic dans la technologie des actionneurs

COMMENTAIRES

Une attention particulière est accordée au domaine du diagnostic. Grâce à différents scénarios d'erreurs que l'apprenant peut activer facilement dans le cadre du cours en ligne, il se familiarise avec les erreurs et les dysfonctionnements typiques qui peuvent survenir dans un tel système.

Grâce à la carte de calibrage fournie, l'apprenant peut même effectuer le réglage du LIDAR dans la salle de classe. Il peut ensuite transférer directement ses connaissances au travail sur le véhicule réel. Ainsi, ce cours est la préparation parfaite pour le diagnostic et le calibrage du LIDAR sur un véhicule réel.

COMPOSITION : Réf 604235

- Cours: Système LIDAR en automobile
- UniTrain Interface avec instruments virtuels (base VI)
- UniTrain Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure
- Expérimenteur UniTrain / Moniteur CAN/LIN
- Panneau d'étalonnage pour les systèmes LIDAR (UniTrain)
- Ensemble de disques en plexiglas pour les systèmes LIDAR (UniTrain)

AIDE À LA CONDUITE : CAMÉRA DE REcul / STATIONNEMENT



1

AIDE À LA CONDUITE : CAMÉRA / RECONNAISSANCE DES PANNEAUX



2

Thèmes abordés

1- Aide à la conduite : caméra de recul / stationnement :

- Fonctionnement du système d'assistance
- Intégration de la caméra dans le système global
- Fonctionnement des capteurs à ultrason
- Rôle du système d'assistance
- Apprentissage des possibilités de diagnostic
- Familiarisation avec les limites du système

2- Aide à la conduite : caméra / reconnaissance des panneaux :

- Fonctionnement du système d'assistance
- Intégration de la caméra dans le système global
- Rôle du système d'assistance
- Apprentissage des possibilités de diagnostic
- Familiarisation avec les limites du système

PRINCIPES ET OBJECTIFS

1- Aide à la conduite : caméra de recul / stationnement :

Ce Kit présente aux apprenants le système arrière complet d'un véhicule, constitué de plusieurs capteurs à ultrason ainsi que d'une caméra de marche arrière. En plus des particularités techniques du système global ainsi que du fonctionnement des différents composants, l'apprenant se familiarise également avec la manipulation pratique et le diagnostic du système. Il découvre ainsi les limites physiques du système d'assistance ainsi que les méthodes de diagnostic permettant de répondre à différentes réclamations.

2- Aide à la conduite : caméra / reconnaissance des panneaux :

Pour comprendre ce thème délicat et pouvoir diagnostiquer le système, le Kit développé présente la théorie et la pratique de ce système complexe. Les apprenants mettent en service un système ADAS (Advanced Driver Assistance Systems ou Système avancé d'aide à la conduite) complet pour y réaliser différents exercices pratiques. Les compétences de diagnostic requises sont également transmises dans le cadre de ce système.

COMPOSITIONS

Aide à la conduite : caméra de recul / stationnement :
Nous consulter (réf 604236)

Aide à la conduite : caméra / reconnaissance des panneaux :
Nous consulter (réf 604253)



Thèmes abordés

- Décalage Doppler, mesure de vitesse
- Interférences à 2 ondes, diffusion de la lumière
- Taille des particules, disque dépoli ou avec des rayures
- Influence de la focalisation sur les battements
- Transformée de Fourier

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce kit est de montrer et d'étudier le principe de fonctionnement d'un Anémomètre Doppler Laser (LDA). En général, cette technique est utilisée pour déterminer la vitesse d'un écoulement (air ou liquide). Dans l'expérience proposée, un faisceau laser est divisé en deux rayons cohérents qui vont se croiser et interférer au niveau du point de mesure pour donner naissance à un réseau de franges brillantes et sombres périodiquement espacées.

Un disque acrylique en rotation est placé dans cette zone de mesure. Les particules de poussière collées sur la surface du disque permettent la diffusion de la lumière. Lorsque la particule traverse une zone claire du champ d'interférences, elle réfléchit la lumière ... puis lorsqu'elle traverse une zone sombre, elle ne la réfléchit plus. Au final, un détecteur collecte un signal périodique dont la fréquence permet de déduire la vitesse des particules et donc celle de la rotation angulaire du disque.

L'amplitude de modulation dépend de la taille des particules et des conclusions semi-quantitatives pourront être tirées. Une autre application concerne la mesure de la vitesse d'un écoulement liquide traversant une cellule reliée à une petite pompe.

COMMENTAIRES

L'Anémométrie Laser Doppler (LDA) est une technique sans contact pour la mesure de vitesses. Son principe est basé sur le phénomène du décalage de fréquence Doppler de la lumière (laser) diffusée par des particules en mouvement. Le décalage de fréquence est directement lié à la vitesse des particules, ce qui en fait une technique de mesure absolue qui ne nécessite aucun étalonnage.

Ce kit nécessite des réglages et des alignements optiques soignés afin d'obtenir un contraste le plus élevé possible au niveau des battements. Cependant, en cas de signaux dégradés, la fréquence des battements peut néanmoins être estimée soit en mesurant l'écart temporel des oscillations, soit par la fonction de transformation de Fourier rapide de l'oscilloscope.

COMPOSITION : Réf 204837

- 1 rail optique 0,8 m, avec règle graduée
- 1 diode laser en monture avec ajustement et support sur cavalier
- 1 contrôleur de diode laser avec oscilloscope intégré
- 1 filtre atténuateur variable avec support sur cavalier
- 1 séparateur de faisceau et optique de re-direction avec support sur cavalier
- 1 optique de focalisation avec support sur cavalier
- 1 système de rotation motorisé avec disques de dispersion en acrylique sur support
- 1 contrôleur du système de rotation
- 1 lentille de collimation avec support sur cavalier
- 1 photodiode avec support sur cavalier
- 1 notice d'expériences (en anglais)



Thèmes abordés

- Laser He-Ne en anneau
- Modes, Étalon monomode
- Interférences entre les 2 rayons contra-propagatifs
- Effet Sagnac
- Étalonnage et facteur de calibration
- Seuil de détection
- Mesure dynamique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cet ensemble pédagogique permet de montrer aux étudiants comment utiliser et régler les éléments optiques et mécaniques pour réaliser les alignements d'un tel système. Dans l'anneau, les rayons lasers se propagent dans les deux sens et interfèrent. Les signaux sont détectés, amplifiés, transmis à un comparateur puis un signal TTL est généré. Lorsque ce laser est mis en rotation, les chemins optiques horaire et anti-horaire ne sont plus identiques et une fréquence de battement va pouvoir être mesurée.

Après avoir effectué l'alignement du montage et obtenu les interférences, il convient d'étalonner le système. Pour cela, la table de rotation est entraînée avec une série de vitesses angulaires croissantes. La pente de la relation linéaire résultante donne le facteur de calibration.

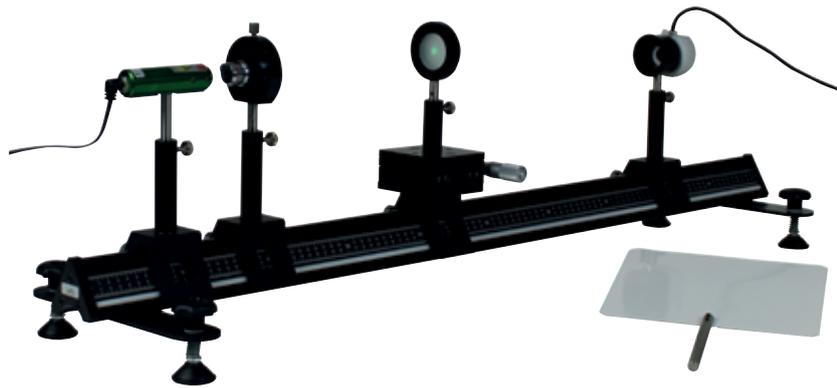
Lorsque le balayage de vitesse s'effectue sur de faibles valeurs, il est possible d'accéder à la valeur seuil de détection qui correspond à la disparition des interférences.

COMMENTAIRES

Le gyroscope Laser est l'une des applications les plus fascinantes du Laser. Il s'agit d'un capteur de rotation absolue de haute précision. Ce TP aborde à la fois le réglage du montage expérimental et les principes de la mesure.

COMPOSITION : Réf 204835

- 1 plateforme gyroscope avec laser He-Ne annulaire (tube laser, miroirs, étalon monomode)
- 1 photodétecteur
- 1 boîtier amplificateur et comparateur pour les signaux de détection
- 1 alimentation pour Laser He-Ne
- 1 système de rotation pour la plateforme
- 1 contrôleur pour la rotation avec Joy-Stick
- 1 laser d'ajustement pour l'alignement du résonateur
- 1 fréquencemètre
- 1 kit de nettoyage pour optiques
- 1 notice d'expériences (en anglais)



Thèmes abordés

- Répartition d'intensité dans une figure de speckle
- Taille des grains de speckle et évolutions en fonction de certains paramètres
- Photographie de speckle exploitée après Transformée de Fourier Directe pour la mesure de déplacements latéraux micrométriques
- Analogie avec les trous d'Young, mesure d'interfranges
- Expositions multiples et observations de maxima et minima principaux et secondaires
- Analogie avec l'holographie où l'information est présente en tout point de l'objet

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Après diffusion par une surface rugueuse, les ondes lumineuses cohérentes émises par une source laser interfèrent de manière constructive en certains points de l'espace et destructive en d'autres : cet ensemble de taches lumineuses appelé figure de speckle existe dans tout l'espace où se superposent les ondes diffusées par la surface.

La méthode classique d'expositions multiples d'une même plaque photographique et de développement de l'image est remplacée avantageusement par une addition numérique des différentes images de speckle. L'éclairage de l'image ainsi réalisé par une lumière identique à celle qui a servi à former le speckle est équivalente à une transformée de Fourier qui est calculée de manière discrète sur l'image numérique.

COMMENTAIRES

Un logiciel dédié permet d'exploiter les images capturées à l'aide de la caméra. Il possède de nombreuses fonctionnalités comme la possibilité de réaliser des sommes d'images, de calculer des Transformées de Fourier d'images 2D, de procéder à un étalonnage et à des mesures de déplacements ou encore de mesurer des angles de franges. Ce TP est innovant et spectaculaire dans la mesure où le résultat d'un calcul d'une transformée de Fourier discrète sur un speckle conduit à une figure d'interférences comparable à celle obtenue avec des dispositifs classiques tels que les trous d'Young ou encore le biprisme de Fresnel.

COMPOSITION : Réf 204862

- 1 banc prismatique de 1 m avec jeu de pieds réglables (réf 202519)
- 3 cavaliers prismatiques standards (réf 202234)
- 1 cavalier prismatique à réglage latéral de précision avec vernier 0.01 mm (réf 203470)
- 1 diode laser verte 532nm - 1mW (réf 205158)
- 1 objectif de microscope x4 (réf 202595) et 1 porte-objectif à réglage X-Y (réf 205137)
- 1 objet dépoli seul diamètre 40 mm (réf 676060) et 1 porte composant pour diamètre 40 mm (réf 205138)
- 1 écran métallique blanc et quadrillé 20x20 cm (réf 205139)
- 1 caméra Ovisio (réf 204269)
- 1 notice d'expériences

Thèmes abordés

La Réalité Virtuelle (ou VR) permet d'offrir des expériences d'apprentissage innovantes et enrichissantes aux étudiants. Cet outil immersif et interactif permet aux utilisateurs d'explorer et de manipuler des objets virtuels et de compléter leurs enseignements classiques en amplifiant les effets pédagogiques des Travaux Pratiques réels. En plus de son caractère innovant et de son attractivité, la VR offre de nombreux avantages : coût du matériel limité, disponibilité et mobilité, absence de risques pour l'utilisateur, etc.

L'Immersive Photonics Lab (IPL) est une application de Réalité Virtuelle, dédiée à la formation en photonique, qui reproduit fidèlement les phénomènes physiques et permet de développer efficacement les compétences procédurales. Elle émule les équipements d'optique et laser nécessaires pour former les étudiants, partout, tout le temps et sans risque de blessures.

Immersive Photonics Lab

Une application de réalité virtuelle pour la formation en photonique



PRINCIPES ET OBJECTIFS

1- ALIGNEMENT LASER

Le but de ce TP est d'apprendre à aligner un faisceau laser sur un axe prédéfini, en utilisant deux miroirs et 2 diaphragmes.

- 1 Découvrir la procédure d'alignement.
- 2 Comprendre le montage optique pour savoir sur quel miroir agir dans une configuration particulière. Savoir réappliquer la procédure d'alignement.
- 3 Savoir appliquer la procédure d'alignement avec des exigences de précisions plus grandes.
- 4 Savoir appliquer la procédure d'alignement en autonomie avec un faisceau laser dont la propagation n'est pas rendue visible (contrairement aux niveaux 1 à 3).

2- TÉLESCOPE

Le but de ce TP est d'apprendre à placer correctement une lentille dans un faisceau laser et d'aligner un système optique de type télescope constitué d'une lentille divergente et d'une lentille convergente.

- 1 Comprendre l'effet d'une lentille convergente et d'une lentille divergente sur un faisceau laser collimaté. Reconnaître une lentille convergente ou une lentille divergente. Déterminer la distance focale d'une lentille.
- 2 Connaître les conventions liées au sens de propagation de la lumière. Savoir appliquer les différentes étapes de positionnement d'une lentille dans un faisceau laser.
- 3 Savoir monter un télescope afocal galiléen en positionnant et réglant correctement les deux lentilles.

COMPOSITIONS

1- Ensemble complet casque et logiciel Alignement laser (Réf 204902)

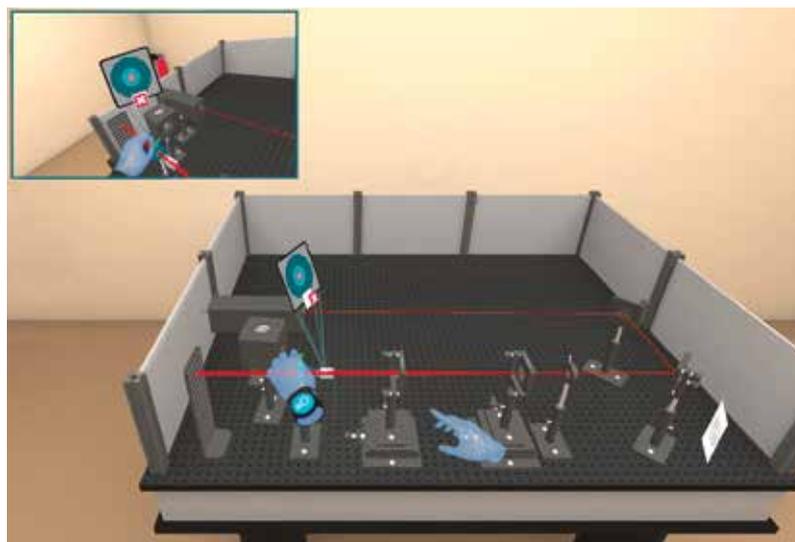
- 1 logiciel IPL Alignement laser
- 1 casque de réalité virtuelle Meta Quest 2 avec sangle spéciale et étui de transport

Logiciel Alignement laser (Réf 204901)

2- Ensemble complet casque et logiciel Télescope (Réf 204904)

- 1 logiciel IPL Télescope
- 1 casque de réalité virtuelle Meta Quest 2 avec sangle spéciale et étui de transport

Logiciel Télescope (Réf 204903)



PRINCIPES ET OBJECTIFS

3- INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

Le but de ce TP est d'apprendre à régler un interféromètre de Michelson déjà monté en utilisant une source monochromatique.

- 1 Comprendre le principe de l'interféromètre de Michelson. Comprendre le rôle des différents composants dans le montage. Interpréter une figure d'interférence réglée en lame d'air. Savoir trouver la teinte plate [contact optique] lorsque le Michelson est réglé en lame d'air.
- 2 Interpréter une figure d'interférence en coin d'air. Savoir passer d'un réglage en coin d'air à un réglage en lame d'air.
- 3 Savoir revenir au contact optique d'un interféromètre de Michelson dérégulé.

4- SÉCURITÉ LASER

Le but de ce TP est d'apprendre à transporter un faisceau laser infrarouge en sécurité et sans fuite laser à l'aide de miroirs, d'un bloqueur de faisceau et d'une carte infrarouge.

- 1 Savoir mettre en pratique les bons gestes pour transporter en sécurité un faisceau laser visible grâce à l'utilisation de deux bloqueurs de faisceaux et avec des miroirs pré-réglés.
- 2 Savoir mettre en pratique les bons gestes pour transporter en sécurité un faisceau laser visible grâce à l'utilisation de deux bloqueurs de faisceaux et avec des miroirs dont tous les axes de réglage ont été libérés.
- 3 Savoir mettre en pratique les bons gestes pour transporter en sécurité un faisceau laser invisible grâce à l'utilisation d'une carte infrarouge, d'un bloqueur de faisceaux et avec des miroirs dont tous les axes de réglage ont été libérés.

COMPOSITIONS

3- Ensemble complet casque et logiciel Michelson (Réf 204906)

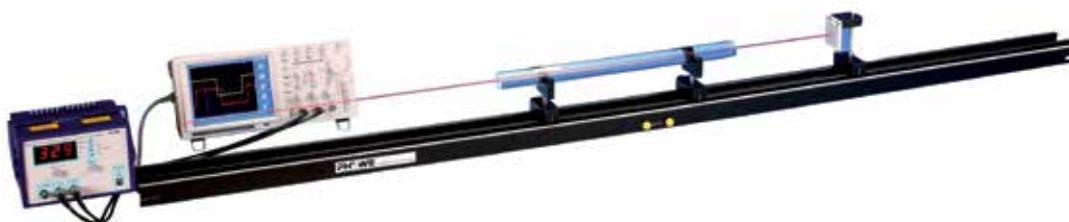
- 1 logiciel IPL Interféromètre de Michelson
- 1 casque de réalité virtuelle Meta Quest 2 avec sangle spéciale et étui de transport

Logiciel Michelson (Réf 204905)

4- Ensemble complet casque et logiciel Sécurité laser (Réf 204909)

- 1 logiciel IPL Sécurité laser
- 1 casque de réalité virtuelle Meta Quest 2 avec sangle spéciale et étui de transport

Logiciel Sécurité laser (Réf 204908)



Thèmes abordés

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| - Indice de réfraction | - Phase, déphasage |
| - Longueur d'onde, Fréquence | - Modulation d'intensité lumineuse |

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'intensité de la lumière est modulée et la relation de phase entre le signal de l'émetteur et celui du récepteur est comparée. La vitesse de la lumière est calculée à partir de la relation entre les changements de phase et le trajet de la lumière.

Cette méthode est exploitée pour déterminer la vitesse de la lumière dans l'air, dans l'eau et dans une résine synthétique. Les résultats sont alors utilisés pour calculer les indices de réfraction des différents milieux.

L'intensité d'une diode laser est modulée à haute fréquence et le faisceau est réfléchi, après avoir parcouru une certaine distance, vers l'appareil. La phase du signal reçu est comparée à celle du signal émis. La vitesse de la lumière est alors calculée à partir de la différence de phase mesurée, de la fréquence de modulation et de la longueur de trajet de la lumière.

COMMENTAIRES

Déterminez par vous-même ce qu'est réellement la "vitesse de la lumière". Découvrez comment la vitesse de la lumière diffère d'un matériau à l'autre.

Lors de la propagation de la lumière dans le milieu autre que l'air, comme dans le verre ou dans l'eau, la lumière voyage plus lentement que dans le vide. Le rapport entre c et la vitesse v à laquelle la lumière se déplace dans le milieu s'appelle l'indice de réfraction n du milieu ($n = c/v$). L'augmentation de l'indice de réfraction correspond à une diminution de la vitesse de la lumière dans le milieu.

COMPOSITION : Réf 204994

- Appareil de mesure de la vitesse de la lumière,
- Rétro-rélecteur avec tige
- Alimentation 12 V / 2 A
- Support coulissant pour banc optique
- Banc optique, $l = 180$ cm,
- Support pour instrument de mesure de la vitesse de la lumière
- Cylindre en verre acrylique avec support
- Cellule tubulaire avec support
- Câble de données USB / Câble blindé BNC
- Oscilloscope numérique, minimum 2 voies - 20MHz

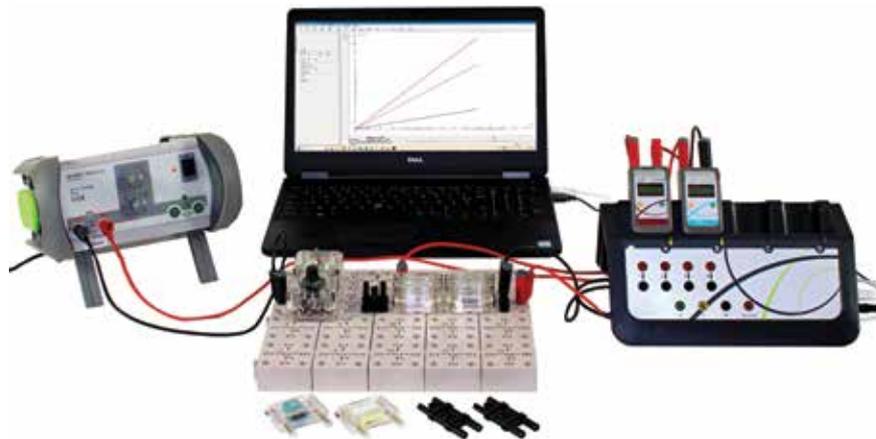
ÉLECTRICITÉ

L'électricité est un domaine fondamental de la physique qui sous-tend le fonctionnement de la plupart des technologies modernes.

L'électricité, cette forme d'énergie résultant du déplacement ou de l'accumulation de charges électriques, est un phénomène omniprésent dans notre vie quotidienne. Ce chapitre vise à vous fournir une compréhension approfondie des principes fondamentaux de l'électricité, à travers une série de travaux pratiques conçus par les sociétés Jeulin et Phywe, leaders dans la fourniture de solutions pédagogiques.

Au cours de ce chapitre, vous serez amenés à étudier des phénomènes tels que **la loi d'Ohm** et **le pont de Wheatstone**, qui régissent **le comportement des circuits électriques**. Vous explorerez également **les circuits RLC, les transformateurs et les moteurs**, des composants clés des systèmes électriques.

Les travaux pratiques inclus dans ce chapitre couvrent également des sujets tels que **les filtres et le diagramme de Bode, les systèmes d'énergies renouvelables** comme **le photovoltaïque et la pile à combustible**, ainsi que **les modulations, le potentiel de Coulomb et les champs électrostatiques**.



Thèmes abordés

- Résistance électrique
- Caractéristique d'un résistor
- Loi d'Ohm
- Résistances en série
- Résistances en parallèle

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Vérification de la loi d'Ohm : $U = RI$

Application de la loi d'Ohm pour vérifier les relations des valeurs des résistances équivalentes série (R_{eqS}) et parallèle (R_{eqP}) :

Résistance série : $R_{eqS} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

Résistance parallèle : $\frac{1}{R_{eqP}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \dots$

La collection des platines et composants UME représente la solution évolutive la plus polyvalente pour l'étude de circuits électriques et électroniques simples.

COMMENTAIRES

Il est à noter que la composition permet d'aller plus loin dans l'étude des circuits électriques et électroniques :

- **Étude de la loi d'Ohm en courant alternatif** : l'alimentation fournit une tension alternative et les capteurs disposent du mode TRMS.
- **Étude d'autres composants disponibles en UME** : condensateurs, diodes, zeners, inducteurs, transistors, amplificateurs, etc.
- **Étude de circuits variés** : RLC, filtres, etc.

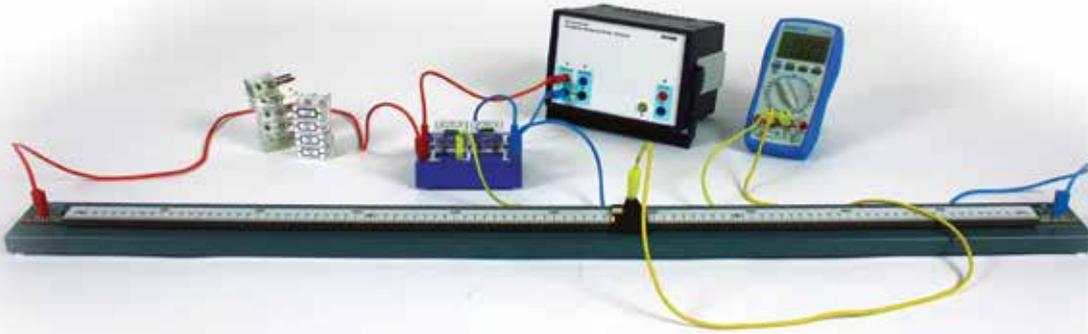
COMPOSITION : Réf 280347

- 1 Ensemble Platine 40 contacts et 4 cavaliers UME (réf 280190)
- 2 Résistor UME 100Ω 3W (réf 302289)
- 1 Résistor UME 68Ω 3W (réf 280062)
- 1 Résistor UME 150Ω 3W (réf 280081)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)

- 1 Capteur Voltmètre TRMS (réf 482035)
- 1 Ampèremètre TRMS (réf 482034)
- 1 Alimentation ÉVO2 3/4,5/6/7,5/9/12V AC et DC (réf 281404)

Complément non fourni :

- Cordons de sécurité à commander selon les besoins du TP à réaliser.



Thèmes abordés

- Lois de Kirchhoff
- Montage en parallèle
- Tension
- Montage en série
- Résistance

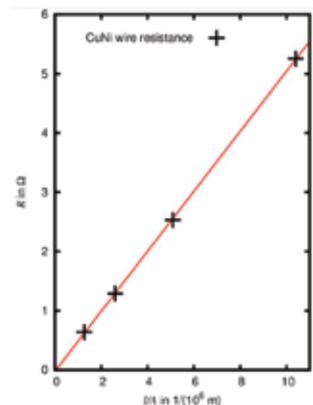
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le circuit du pont de Wheatstone est utilisé pour déterminer des résistances inconnues.

La résistance totale des résistances connectées en parallèle ou en série est mesurée.

Les différentes tâches sont :

- De trouver des résistances inconnues
- De déterminer la résistance totale de résistances en série ou de résistances en parallèle
- De mesurer la faible résistance et déterminer la résistivité du CuNi



Résistance d'un fil conducteur en fonction de sa géométrie

COMMENTAIRES

Possibilité de nombreuses mesures très précises et reproductibles. Convient également à la mesure de faibles résistances.

COMPOSITION : Réf 280350

- Pont de Wheatstone
- Boîte de Connexion
- Résistances : 1 Ohm (2%), 2 W, boîtier G1 / 2 Ohm 5%, 2W, G1 / 5 ohm 5%, 2W, G1
- Résistances 1W, boîtier G1 : 10 Ohm / 100 Ohm / 150 Ohm / 330 Ohm / 680 Ohm
- Résistance 1 W, boîtier G1 : 47 Ohm / 220 Ohm
- Alimentation 0...12 V CC, 2 A / 6 V, 12 V CA, 5 A
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Fils de connexion, 32 A : 1000 mm / 500 mm / 1000 mm



Thèmes abordés

- Transformateur élévateur ou abaisseur
- Soudure par point
- Expérience de l'anneau de fusion
- Freinage par courant de Foucault
- Pertes et rendement

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est de caractériser le fonctionnement d'un transformateur monophasé constitué de 2 enroulements couplés sur un noyau métallique.

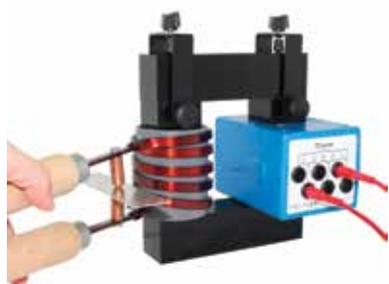
L'étudiant évaluera l'impact du nombre de spires au primaire et au secondaire sur le rapport de transformation afin d'élever ou abaisser la tension d'entrée,

D'autres relevés permettront de déterminer les pertes et le rendement de la chaîne.

A vide, il est possible de déterminer les pertes fer.

En charge, on détermine le rendement global de l'ensemble.

Puis en court-circuit, on détermine les pertes par effet joule (pertes cuivre).



Soudure par point



Anneaux de fusion



Malette de rangement

COMPOSITION : Réf 280342

- Noyau en U + I avec étriers démontables 150 x 140 x 40
- 1 bobine 72 spires à 4 sorties intermédiaires
- 1 bobine 600 spires avec 1 sortie intermédiaire
- 1 bobine 1200 spires avec 1 sortie intermédiaire
- 1 bobine 600 spires avec cordon secteur inclus
- 1 paire de pôles en acier
- 1 pendule de WALTENHOFEN
- 1 bobine 5 spires en cuivre
- 1 anneau de fusion + fil à souder

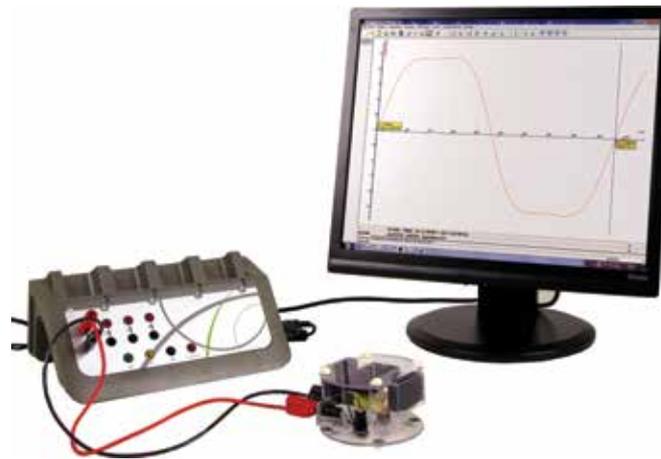
- 1 anneau de THOMSON
- Alimentation 30V / 5A (réf 281490)

Poids : 12,8 kg

Emballage : valisette 510 x 370 x 125 mm

Options :

- Capteur voltmètre TRM (réf 482035)
- 1 console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 logiciel A.S. Sup (réf 000131)



Ce TP peut aussi être réalisé avec un oscilloscope

Thèmes abordés

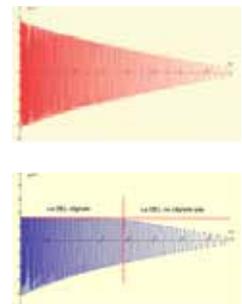
- Production d'une tension variable
- Flux magnétique
- Conversion d'énergie mécanique - électrique
- Force électromotrice
- Loi de Lenz

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Illustrer le principe d'un générateur de courant alternatif ou alternateur par la mise en évidence des lois de l'électromagnétisme qui régissent son fonctionnement.

La conception de l'alternateur répond à des objectifs pédagogiques :

- La facilité de compréhension : le mécanisme est complètement visible grâce à l'utilisation de matériaux transparents et des codes couleur. Ainsi l'effet de toute action est visualisée en temps réel : la vitesse de rotation détermine la fréquence du signal généré ; le branchement d'une diode se traduit par un écrêtage.
- L'apprentissage par l'expérience : la « réversibilité » en est le meilleur exemple pour expliquer la notion de variation relative du champ magnétique par rapport au conducteur.



Tension de sortie de l'alternateur

COMMENTAIRES

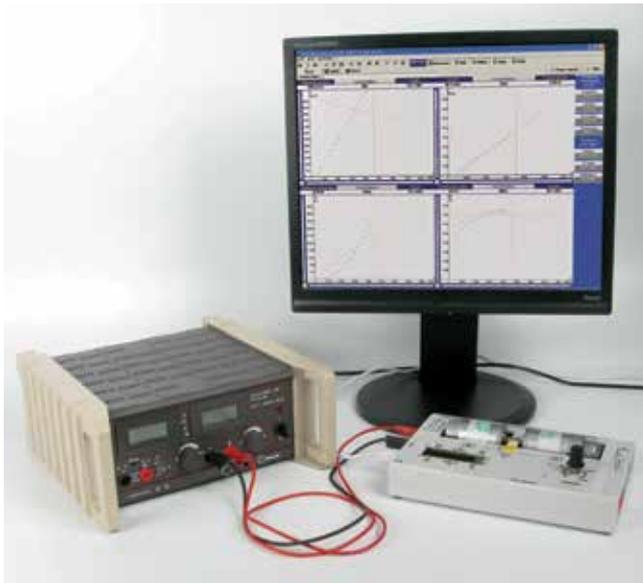
Selon l'objectif pédagogique du TP plusieurs autres thèmes peuvent être abordés :

- Conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique puis lumineuse (avec Indicateur de puissance en option*)
- Tension alternative : notions de période, fréquence, amplitude, etc.
- Valeur instantanée et valeur efficace d'une tension alternative (avec capteur Voltmètre TRMS en option*)



COMPOSITION : Réf 280371

- 1 Alternateur réversible de démonstration (réf 253081)
 - 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
 - 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- Options :**
- 1 Capteur Voltmètre TRMS (réf 482035)
 - 1 Indicateur de puissance (réf 282009)



Thèmes abordés

- Etude des caractéristiques en moteur
- Etude du moteur sur charge variable
- Etude des caractéristiques en génératrice
- Etude d'une chaîne énergétique (énergie et rendement)

PRINCIPES ET OBJECTIFS

En alimentant le moteur à courant continu avec une tension variable jusqu'à 24 V et en réalisant des relevés successifs pour différentes valeurs de charge à l'aide du potentiomètre, l'élève obtient une ou plusieurs caractéristiques simultanément dont la caractéristique couple-vitesse du moteur. C'est cette dernière qui lui permet de définir le point de fonctionnement en fonction de la valeur de charge imposée par le professeur.

Les nombreuses possibilités d'acquisitions et de traitement du logiciel offrent une grande diversité de manipulations :

- Tracé et exploitation des caractéristiques
- Détermination du rendement du moteur
- Détermination d'un point de fonctionnement
- Vérification de la relation entre le courant et le couple résistant
- Vérification de la relation entre la tension et la vitesse angulaire
- Détermination de l'énergie mise en jeu lors d'un cycle de charge préprogrammé



COMMENTAIRES

L'élève a la possibilité de travailler suivant 2 modes de fonctionnement :

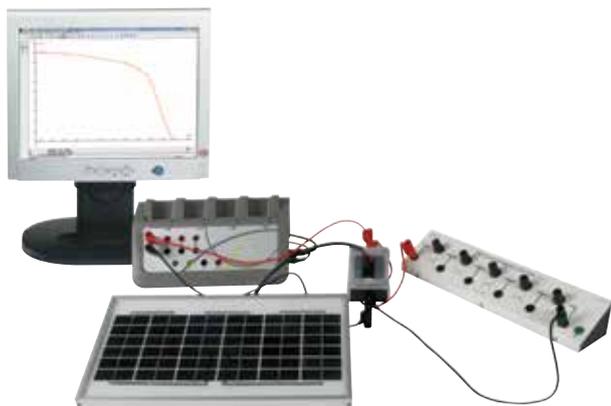
- En autonomie grâce à l'afficheur de la maquette pour effectuer ses relevés.
- En mode connecté en USB avec le logiciel fourni pour réaliser le suivi des grandeurs affichées sur le tableau de bord et le tracé de plusieurs caractéristiques simultanément, avec de nombreuses grandeurs accessibles et au choix.

Des outils de traitement intégrés facilitent l'interprétation des résultats. Le pilotage de la charge par ce logiciel permet d'aller plus loin en évaluant l'énergie mise en jeu dans la chaîne électromécanique.

COMPOSITION : Réf 280344

- Maquette conversion électromécanique (réf 282081)
- Alimentation 30 V / 5A (réf 281490)

CARACTÉRISTIQUE COURANT-TENSION ET MPP (MAXIMUM POWER POINT) D'UN PANNEAU SOLAIRE



Thèmes abordés

- Bilan énergétique d'un panneau photovoltaïque
- Courbe courant-tension
- MPP d'un panneau solaire
- Utilisation d'un solarimètre pour déterminer un rendement

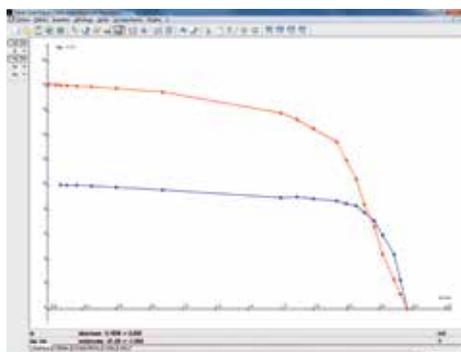
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le but de ce TP est de calculer les puissances de crêtes pour deux panneaux solaires (silicium amorphe et silicium polycristallin) à partir de la caractéristique courant-tension.

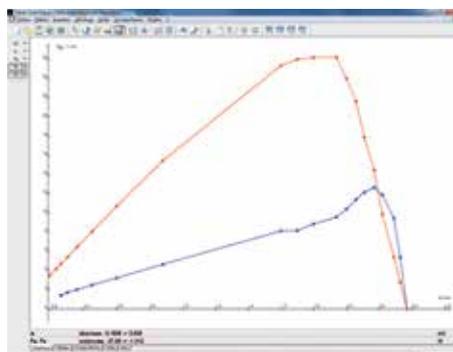
A l'aide de 2 capteurs courant et tension, nous traçons la caractéristique courant-tension de chaque panneau en faisant varier le courant dans le circuit à l'aide d'une résistance variable,

Puis par calcul à l'aide du tableur du logiciel Atelier Scientifique, nous déterminons la courbe de puissance pour chacun des 2 panneaux, ce qui permet de déterminer les points au maximum de puissance,

Enfin à l'aide d'un solarimètre, on détermine l'énergie lumineuse à la surface incidente du panneau, puis nous calculons le rendement optimal pour chacun,



Caractéristiques courant-tension des panneaux solaires



Courbes de puissance pour déterminer le MPP

COMMENTAIRES

Figurant parmi les produits de la gamme **Initio® 2**, ce luxmètre solarimètre réf 211054 mesure l'éclairement lumineux en lux et l'éclairement énergétique en $W.m^2$.



COMPOSITION : Réf 280370

- Panneaux solaire polycristallin (réf 282045)
- Panneaux solaire amorphe (réf 282044)
- Capteur voltmètre (réf 482035)
- Capteur ampèremètre (réf 482034)
- Console Foxy 2 (réf 485000)
- Boite de résistance 4 décades (réf 281044)
- Lampe LED 40 W (réf 280184)



Thèmes abordés

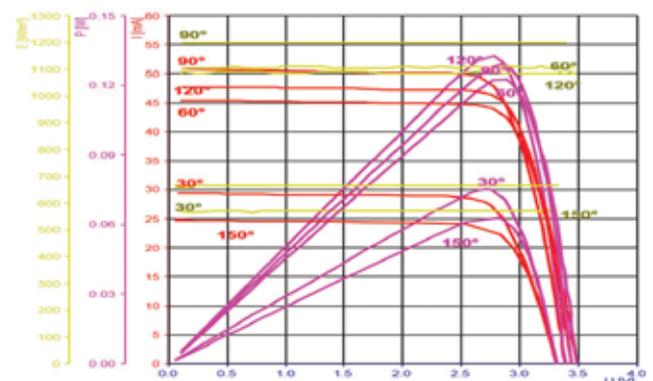
- Bases de la photovoltaïque
- Montage série / parallèle, avec / sans diode de protection
- Simulation du soleil avec inclinaison
- Représentation des courbes U, I, P, température / Irradiance
- Stockage dans batterie
- Recherche d'erreurs

PRINCIPES ET OBJECTIFS

A l'aide de nombreuses expériences et animations, les cours UniTrain sur la technique de l'énergie constituent une excellente entrée en matière dans les questions actuelles de la technique énergétique électrique. La production d'énergie électrique à partir d'énergies renouvelables ainsi que les processus dans les réseaux de distribution sont traités dans différents cours. Les expériences permettent de reproduire sur une très basse tension de sécurité les processus typiques qui nécessitent une attention particulière dans la production et la distribution de l'énergie électrique.

Le cours UniTrain sur la photovoltaïque illustre clairement le principe de fonctionnement et le mode opératoire de cellules solaires.

L'interface UniTrain constitue l'appareil central. Ce dispositif met à disposition les entrées et les sorties ainsi que les relais, les sources et la technique de mesure requis pour les expériences. L'interface est commandée via le PC.



Traceur de courbes intégré :
U, I, P, température / Irradiance

COMPOSITION : Réf 604237

- Interface UniTrain
- Cours Technique d'énergie électrique : Photovoltaïque



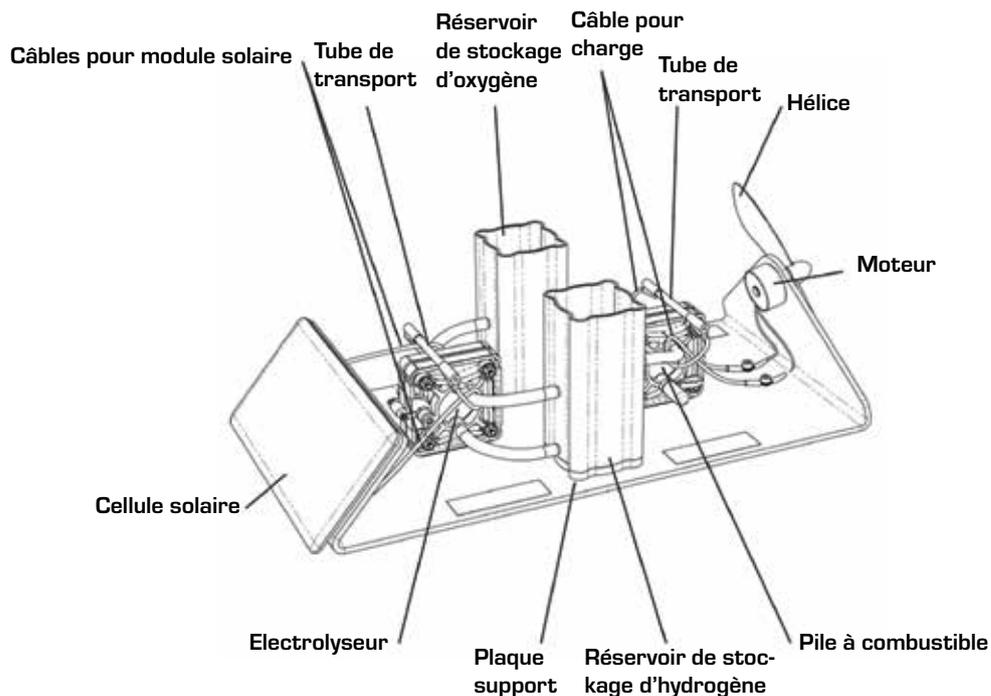
Thèmes abordés

- Produire et stocker hydrogène et oxygène
- Rapport 2/1 entre hydrogène et oxygène
- Electrolyseur
- Pile à combustible
- Cellule solaire

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le modèle pédagogique « JUNIOR Basic » est composé d'un module solaire, d'un électrolyseur, deux réservoirs de stockage de gaz pour l'hydrogène et l'oxygène, une pile à combustible et une charge électrique, le tout monté sur une plaque de base. Lorsque le module solaire reçoit une quantité adéquate de lumière, l'électrolyseur produit de l'hydrogène et de l'oxygène à l'aide d'eau distillée. Les gaz sont stockés temporairement puis entrent dans la pile à combustible, où ils sont convertis retourne à l'eau pendant que de l'énergie électrique et de la chaleur sont générées.

Les composants sont illustrés dans le graphique suivant :

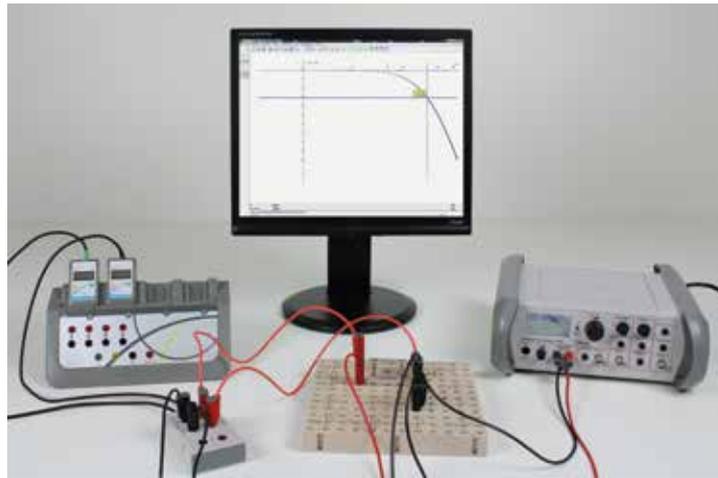


Il existe 2 modes de fonctionnement que vous pouvez mettre en œuvre :

- En « mode stockage », l'hydrogène et l'oxygène sont stockés temporairement dans le réservoirs de stockage de gaz. Dans ce mode de fonctionnement, le modèle pédagogique peut être utilisé pour réaliser des expériences.
- En « mode démonstration », aucun stockage de gaz n'a lieu. Ce mode de fonctionnement est réservé uniquement à des fins de démonstration pour rendre concret le principe d'une pile à combustible

COMPOSITION : Réf 280320

- 1 maquette
- 1 bouteille d'eau
- 1 manuel d'utilisation et 1 manuel complémentaire



Thèmes abordés

- Étude des filtres électroniques passe-bas, passe-haut, passe-bande et coupe-bande
- Mesures directes et simultanées de la tension U_e , de la tension U_s et du courant I
- Mesures directes avec représentation des courbes de gain et de phase, tracé de diagramme de Bode
- Identification des filtres par méthode asymptotique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce dispositif pédagogique apporte une solution pour l'étude des filtres plus efficace et plus simple de mise en œuvre que l'oscilloscope. En effet, grâce au capteur Bode, les réponses en gain et en phase du filtre pourront être déterminées simultanément avec une grande précision.

Le passage en échelle logarithmique se fait en 1 clic dans l'Atelier Scientifique. Grâce aux outils de représentation graphique, les asymptotes sont facilement tracées et les points d'intersection aisément repérables, à l'aide des fonctions de zoom du logiciel.

COMMENTAIRES

Avec cet ensemble pédagogique, on réalise un TP complet, rapidement permettant ainsi de consacrer la majeure partie du temps à l'exploitation des résultats et à la compréhension du comportement des différents filtres prévus au programme. Avec la console Foxy et son logiciel dédié, la représentation des courbes de gain et de phase se fait instantanément, ainsi que le tracé de diagramme de Bode.

COMPOSITION : Réf 485030

- 1 platine UME (réf 302178)
- 1 Résistance UME $1k\Omega$ (réf 302291)
- 1 Condensateur UME $470\mu F$ (réf 302296)
- 3 Cordons rouges (réf 284824)
- 3 Cordons noirs (réf 284823)
- 1 console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 1 capteur Bode Foxy (réf 482095)
- 1 GBF (réf 293256)



Rigol propose une large sélection de produits **Rigol** : **oscilloscope, générateur de fonctions, analyseur de spectre, alimentation.**

La société **Rigol** est devenue depuis 2006 le deuxième fabricant mondial d'oscilloscopes. Son développement rapide prouve l'engagement de **Rigol** dans la recherche de nouvelles technologies et la satisfaction des clients. Son objectif a toujours été de proposer des produits innovants et de qualité à un prix abordable, par exemple la série

des oscilloscopes DS1000Z dont le best-seller DS1054Z, ou la série des analyseurs de spectre DSA800.

Distributeur officiel de la marque Rigol en France depuis plus de 10 ans, nous entretenons des relations privilégiées avec les équipes techniques de **Rigol** et vous offre ainsi la meilleure sécurité et la meilleure qualité de service en ayant les moyens de répondre à vos questions les plus pointues.



Jeulin vous propose les produits de la marque **Siglent**. Cette jeune société, créée en 2002, possède ses propres ressources en recherche et développement, plus de 100 ingénieurs, ainsi que ses propres lignes de fabrication. Sa présence sur la scène

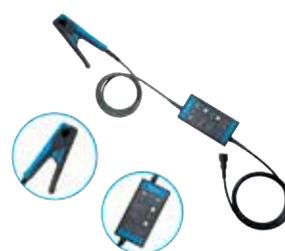
mondiale est en augmentation constante et de manière exponentielle. Les produits Siglent, tels que le **générateur** SDG1032X ou l'**oscilloscope** SDS1052DL+, produits d'entrée de gamme, ainsi que le nouveau générateur SDG2082X et l'**analyseur de spectre** SSA3021X dans le milieu de gamme, sont connus et réputés pour leur rapport qualité / prix quasiment imbattable.

Jeulin et son département Polytech Instrumentation font partie des distributeurs majeurs de la marque Siglent sur le marché européen et bénéficie de ce fait de relations privilégiées avec la marque, ce qui garantit à nos clients une réactivité optimale aux moindres questions d'utilisation, même les plus complexes.



Micsig est une jeune société basée à Shenzhen en Chine spécialisée dans les appareils de mesures à destination du domaine des Transports. Elle est à l'origine du concept **oscilloscope tablette** lancé en 2013.

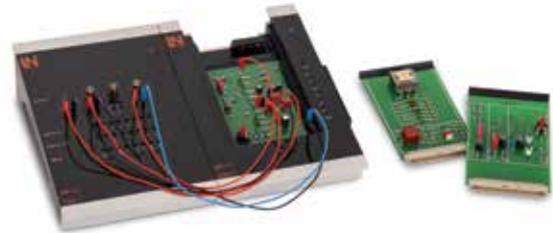
Depuis, ils ont développé une série de produits basés sur ce principe et proposent maintenant plusieurs gammes de tablettes et de sondes différentielles et de courants, toutes caractérisées par leur côté inventif et original. Plusieurs de leurs innovations ont été brevetées à travers le monde. **Micsig** est un partenaire direct ce qui vous garantit le meilleur support technique et commercial et l'accès immédiat à leurs dernières nouveautés.



1- QUADRIPOLES ET FILTRES



2- FILTRES ACTIFS



Thèmes abordés

- Fonction de transfert d'un quadripôle
- Réponse en phase et fréquence de coupure
- Analyse de diagramme de Bode de filtres
- Fonction de transfert, bande passante, fréquence de résonance de circuits oscillants
- Circuits oscillants parallèle avec diodes varicap

Thèmes abordés

- Filtres actifs avec comparaison
- Ordre de filtres, pente, décalage de phase max
- Schéma de tolérance
- Différentes approximations des filtres : filtres de Bessel, de Butterworth et de Tchebychev
- Mesures sur filtre d'ordre 2 et 4

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le système UniTrain est un système évolutif performant d'enseignement assisté par ordinateur pour l'apprentissage et la formation en électricité et en électronique. L'Interface UniTrain en est le dispositif central. Ce dispositif fournit les entrées et sorties, les relais, les sources et la technique de mesure requis pour les expériences. L'interface est commandée via le PC. Le système est fourni avec un cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices et évaluation.



Quadripôles



Filtres

COMPOSITIONS

1- TP Étude des quadripôles et filtres (Réf 604238)

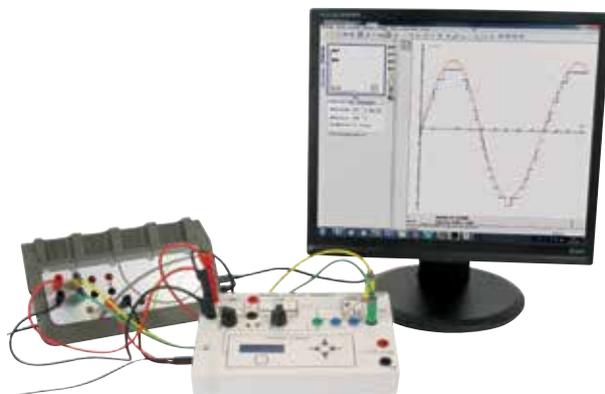
- Interface UniTrain
- Module d'accueil des cartes électronique
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure
- Cours quadripôles et filtres composé de :
 - 1 carte d'essais passe-haut et passe-bas RC, combinaison RC possible via fiche à pont
 - 1 carte d'essais filtre bande passante, comprenant :
 - 2 circuits oscillants parallèles à couplage capacitif
 - 1 carte d'essais bande passante et filtre coupe-bande
 - 1 carte d'essais circuits oscillants en série, parallèles et circuit oscillant réglable

COMPOSITIONS

2- TP Étude des filtres actifs avec amplificateur (Réf 604254)

- Interface UniTrain
- Module d'accueil des cartes électronique
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure
- Cours quadripôles et filtres composé de :
 - 1 carte d'expérimentation passe-bas d'ordre 2 et 4
 - 1 carte d'expérimentation passe-haut d'ordre 2 et 4
 - 1 carte d'expérimentation passe-bande et coupe-bande d'ordre 2

Ce TP peut aussi être réalisé avec un oscilloscope



Thèmes abordés

- Conversion analogique-numérique
- Conversion numérique-analogique
- Echantillonneur bloqueur
- Fréquence d'échantillonnage
- Résolution du convertisseur, quantum
- Capteurs et actionneurs
- Chaîne de traitement de l'information
- Trame numérique

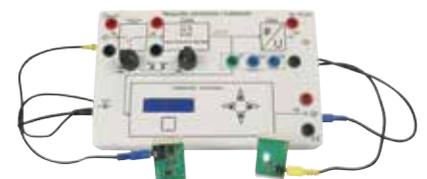
PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objet de ce TP est de mettre en œuvre une chaîne de mesure complète, en partant du capteur en entrée de la maquette conversion-traitement, en passant par la numérisation et le traitement des données, jusqu'à l'actionneur branché en sortie de la maquette. Etape par étape, l'élève étudie la réponse du capteur en fonction de la grandeur physique mesurée, puis la conversion analogique-numérique et numérique-analogique, et enfin le traitement des données numérisées pour aboutir au pilotage de l'actionneur.

- 1 L'échantillonneur bloqueur est activé, soit en manuel par appui sur un bouton poussoir, soit en automatique à une fréquence que l'élève configure avec un commutateur.
- 2 Le convertisseur analogique-numérique transforme la tension bloquée en un mot binaire affiché à l'aide de DEL, dont l'élève règle la résolution à l'aide d'un commutateur.
- 3 Le convertisseur numérique-analogique restitue une tension. Cette tension est l'image de la tension quantifiée qui peut être comparée à la tension échantillonnée-bloquée (voir ci-contre).
- 4 La trame de données peut être mesurée pour montrer le principe de concaténation des données numériques sous forme série, données qui sont l'image du signal analogique numérisé.
- 5 Le traitement numérique permet de définir la caractéristique de transfert d'un capteur, pour afficher la valeur de la grandeur physique vraie (grandeur et unité) et programmer une consigne pour piloter un actionneur.

COMMENTAIRES

Le traitement numérique permet de configurer la fonction de transfert du capteur branché en entrée, pour afficher la valeur de la grandeur physique vraie (grandeur et unité) qui par le biais d'une configuration adéquate de la sortie via l'interface de traitement numérique permettra de piloter un actionneur. En fonction du capteur utilisé, il est possible d'imaginer différents scénarios permettant de créer une activité contextualisée (gestion chauffage, éclairage, ventilation, détecteur présence ou d'objet...)

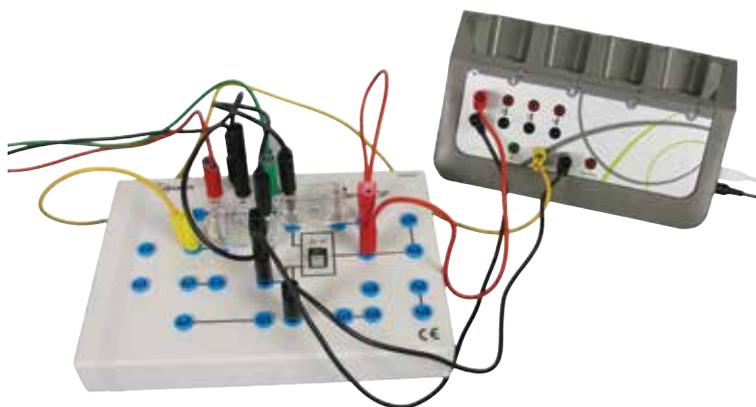


COMPOSITION : Réf 280385

- Maquette conversion traitement (réf 185040)
- Console Foxy 2 (réf 485000)

- Logiciel A.S. Sup (réf 000131)

CONDITIONNEMENT D'UN SIGNAL ANALOGIQUE AVEC UN AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL



Thèmes abordés

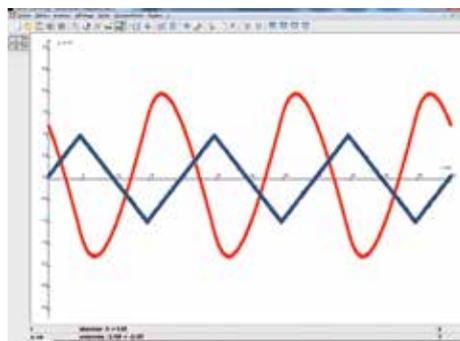
- Conditionnement d'un signal analogique
- Conditionnement d'un capteur
- Amplificateur opérationnel

PRINCIPES ET OBJECTIFS

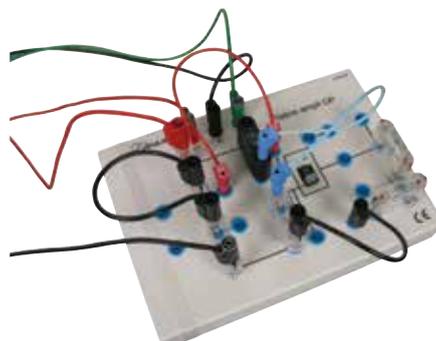
L'objectif de ce TP est de réaliser les montages de bases de l'ampli op pour ainsi découvrir la notion de traitement analogique de l'information et de manière plus globale le conditionnement, avec la possibilité de réaliser des montages mettant en scène une chaîne de mesure et de pilotage. La compatibilité avec les composants UME et la sérigraphie permettent de réaliser les montages rapidement.

Les montages suivants pourront être mis en œuvre :

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| - Amplificateur inverseur | - Amplificateur non inverseur | - Suiveur |
| - Soustracteur | - Sommateur inverseur | - Sommateur non inverseur |
| - Dérivateur | - Intégrateur | - Comparateur de tensions |
| - Oscillateur multivibrateur astable | | |



Courbes d'entrée et sortie
d'un montage intégrateur



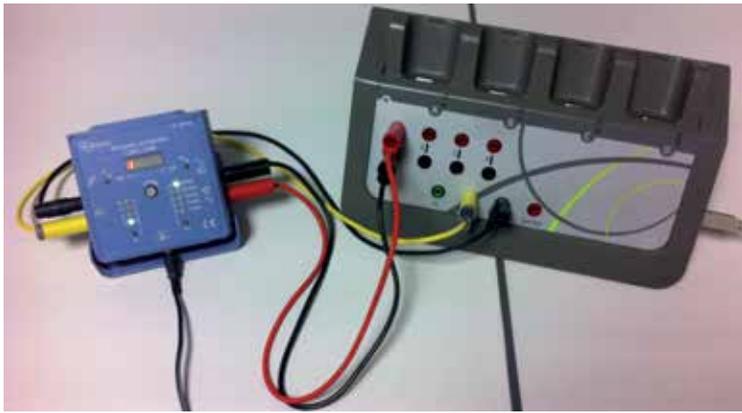
Conditionnement d'un capteur

COMMENTAIRES

La maquette ampli-op permet de réaliser le conditionnement d'un capteur afin de réaliser une action concrète. Sur le montage présenté à droite, la photorésistance permet de détecter le niveau de luminosité ambiante. Le montage en comparateur de l'amplificateur opérationnel permet d'allumer une DEL (Sonde crépusculaire).

COMPOSITION : Réf 280390

- | | |
|--|--------------------------------|
| - Maquette Ampli-OP (réf 302055) | - 1 UME del rouge (réf 302278) |
| - Console Foxy 2 (réf 485000) | - 1 UME LDR (réf 302293) |
| - Logiciel A.S. Sup (réf 000131) | - 1 UME 100 nF (réf 302295) |
| - Alimentation 15V / 0,4A (réf 281002) | - 1 UME del verte (réf 302304) |
| - 3 UME 6,8 kΩ (réf 302321) | - 2 UME 10kΩ (réf 302292) |
| - 1 UME 33 kΩ (réf 302322) | - 1 UME 68kΩ (réf 280062) |
| - 1 UME 1 kΩ (réf 302291) | |



Thèmes abordés

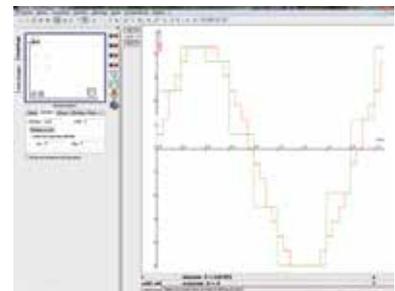
- Conversion analogique numérique
- Conversion numérique analogique
- Echantillonnage
- Quantification
- Fidélité du convertisseur
- Mot binaire

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La maquette CAN/CNA permet à vos élèves d'étudier progressivement les bases de la conversion de tout type de signal y compris sonore, en évaluant l'influence des différents paramètres (résolution, fréquence d'échantillonnage) sur la qualité de restitution du signal.

a) L'échantillonnage

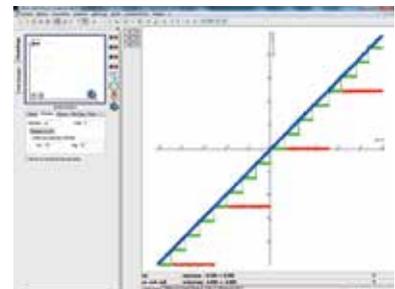
Brancher en entrée de la maquette CAN/CNA un générateur basse fréquence et configurer un signal périodique simple (triangulaire) de fréquence, par exemple, 100 Hz et d'amplitude maximale 5V. Sélectionner le mode de conversion direct (la fréquence d'échantillonnage sera alors de 20kHz) et régler une résolution quelconque. Raccorder l'entrée et la sortie de la maquette sur les entrées directes 1 et 2 de la console d'acquisition. Dans le logiciel Atelier Scientifique, lancer l'acquisition pour obtenir les relevés des signaux d'entrée et de sortie de manière à les comparer. On observe que l'échantillonneur-bloqueur bloque la tension pendant une durée T_e mesurable avec l'outil pointeur. Cette durée est appelée période d'échantillonnage.



Etude de la fréquence

b) Quantification

Modifier la valeur de la résolution (2, 4, 8 et 10 bits) et réaliser l'acquisition des signaux d'entrée et de sortie. On distingue sur le graphique des niveaux de tension avec un pas dépendant de la résolution réglée, c'est le quantum qui définit un ensemble de niveaux de tension. Pour une tension d'entrée bloquée, on détermine la valeur la plus proche appartenant à cet ensemble de données discrétisées.



Etude du Quantum

c) Numérisation

Lors de la numérisation, le temps et la tension sont associés à un couple de valeurs numériques. Par modification de la valeur de résolution, l'élève comprend que celle-ci désigne le nombre de bits nécessaires permettant d'associer une tension mesurée à une grandeur numérique. Pour 10 bits, le nombre total de combinaisons est donc de 1024 ($1024=2^{10}$). Un bit est un signal pouvant prendre 2 valeurs, 0 ou 1. Plusieurs bits combinés (10 dans le cas d'une résolution 10 bits) forment un mot (binaire) représentant ces valeurs numériques.

d) Un microphone jack 3,5mm peut être branché en entrée et un haut-parleur 8Ω en sortie afin d'évaluer la fidélité de la conversion en fonction de la résolution et de la fréquence d'échantillonnage.



Numérisation, stockage et restitution d'un signal sonore

COMPOSITION : Réf 280341

- Maquette CAN/CNA (réf 185020)
- Console Foxy (réf 485000)
- Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- Microphone (réf 221023)
- Haut-parleur protégé 10W (réf 292049)

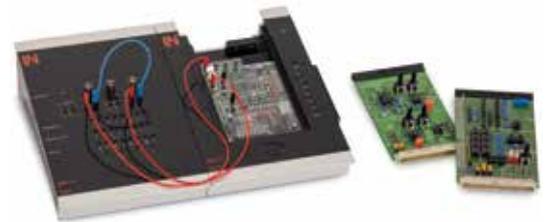


Thèmes abordés

- Convertisseur numérique/analogique
- Application régulation de volume
- Convertisseur analogique/numérique
- Application diverses
- Convertisseur U/f et f/U
- Recherche d'erreurs

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Une formation approfondie dans les bases de la technique des télécommunications est la condition indispensable pour bien comprendre les rapports complexes dans les différents domaines et formes d'application. Ce système d'entraînement est spécialement adapté pour satisfaire aux exigences de la formation orientée à la pratique des techniciens et des ingénieurs. Les bases des systèmes électriques et électroniques sont illustrées à l'aide de nombreux exemples, explications et exercices pratiques. Le système UniTrain est un système performant d'enseignement assisté par ordinateur pour l'apprentissage et la formation en électricité et en électronique. L'interface UniTrain constitue l'appareil central. Le dispositif fournit les entrées et les sorties ainsi que les relais, les sources et la technique de mesure requis pour les expériences. L'interface est commandée via le PC. Le système est fourni avec un cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluation.



Cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluations

COMPOSITION : Réf 604239

- Interface UniTrain
- Module d'accueil des cartes électronique
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure
- Cours circuits convertisseurs A/N et N/A composé de :
 - 1 carte d'expérimentation avec 1 convertisseur N/A avec résistances pondérées et 1 convertisseur N/A avec réseau R2R, montage discret
 - 1 carte d'expérimentation avec 1 convertisseur A/N, procédé à simple et double rampe et 1 convertisseur A/N procédé parallèle (convertisseur flash), montage discret
 - 1 carte d'expérimentation avec 1 convertisseur U/f et 1 convertisseur f/U

ÉTUDE DE LA MODULATION ANALOGIQUE AM / FM, AVEC ACQUISITION DE DONNÉES ET COURS INTERACTIF



Thèmes abordés

- Principe modulation AM
- Porteuse, degré et trapèze de modulation
- Modulation DBL et BLU
- Principe modulation FM
- Excursion de fréquence
- Indice de modulation

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le système UniTrain est un système performant d'enseignement assisté par ordinateur pour l'apprentissage et la formation en électricité et en électronique. L'interface UniTrain constitue l'appareil central. Ce dispositif met à disposition les entrées et les sorties ainsi que les relais, les sources et la technique de mesure requis pour les expériences. L'interface est commandée via le PC. Le système est fourni avec un cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluation.

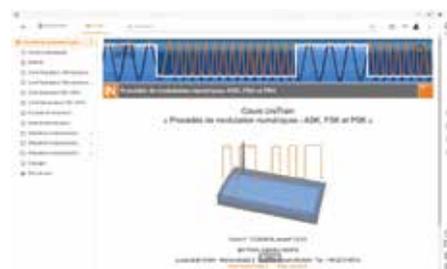
Autres TP disponibles :

TP Modulations numérique PAM, PCM, DELTA (Réf 604255)

- Chaîne complète de conversion A/N, codage, transmission numérique, conversion N/A
- Fréquence d'échantillonnage / Shannon
- Modulation AMI, MIC, A-Law et μ -Law
- Codage de ligne AMI, HDB3 et AMI modifié
- Multiplexage temporel de 2 canaux
- Simulation d'erreurs sur bits et de transmission

TP Modulations numérique ASK, FSK, PSK (Réf 604256)

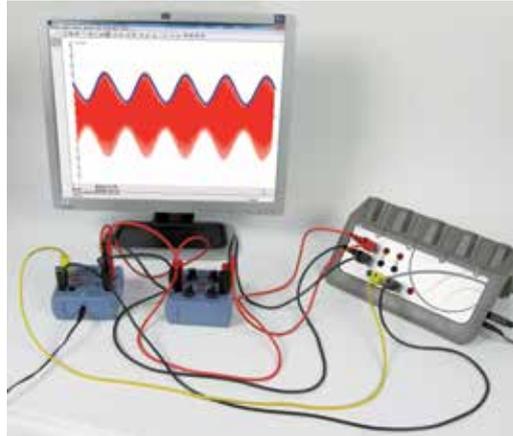
- Modulation numériques ASK, FSK, PSK
- Mesure et spectre des signaux
- Modulateur et démodulateurs
- Modulation QPSK et le DIBIT transmis
- Effets de différentes vitesses de transmission
- Simulation d'erreurs sur bits



Cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluations

COMPOSITION : Réf 604240

- Interface UniTrain
- 2 Modules d'accueil des cartes électronique
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure
- Cours modulation AM / FM



Thèmes abordés

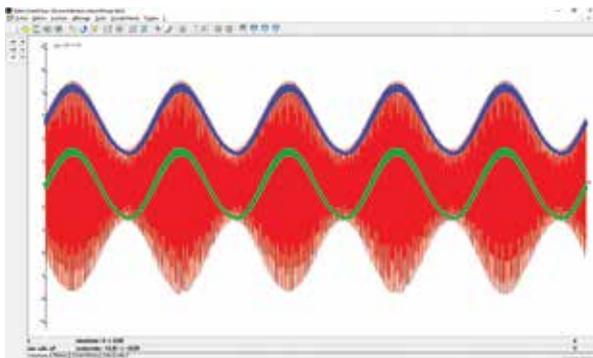
- Modulation d'amplitude
- Multiplieur AD633
- Démodulation par détecteur de crête
- Transmission d'une information

PRINCIPES ET OBJECTIFS

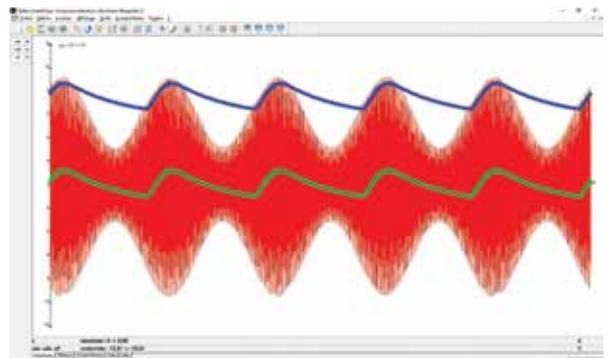
L'objectif de ce TP est de réaliser la modulation et la démodulation en amplitude d'un signal informatif. Pour réaliser expérimentalement la modulation d'amplitude d'une porteuse par un signal modulant on utilise un multiplieur. Un multiplieur AD633 intégré dans ce boîtier permet de réaliser la multiplication de 2 signaux et donc la modulation d'amplitude d'un signal d'entrée. Une porteuse à 150 kHz est générée par le Modulateur ce qui permet d'éviter l'utilisation d'un GBF supplémentaire. Il est, cela dit, possible d'utiliser les douilles de sécurité prévues pour brancher un GBF utilisé comme porteuse.

Brancher la sortie S1 sur l'entrée directe 1 de la console Foxy® . Brancher la sortie du Multiplieur-Modulateur sur l'entrée directe 2.

En jouant sur les paramètres du détecteur de crête et du filtre au niveau du modulateur, il est possible de déterminer les paramètres adéquates pour reconstruire le signal informatif d'origine.



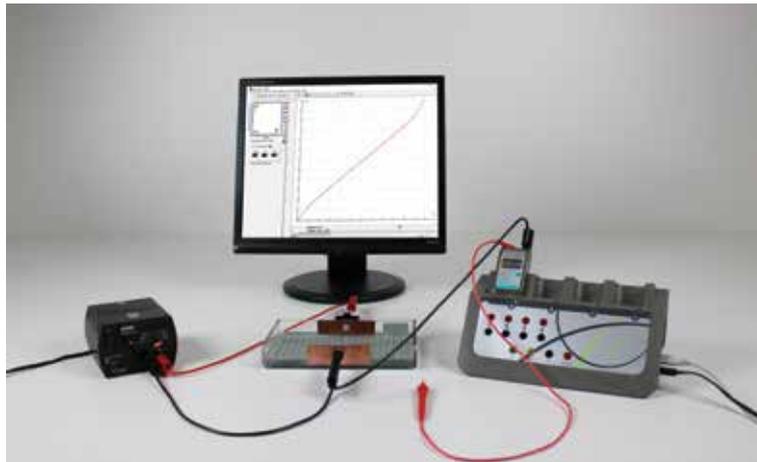
Cas d'une bonne détection de crête



Cas d'une mauvaise détection de crête

COMPOSITION : Réf 280380

- 1 Multiplieur Modulateur (réf 302210)
- 1 Console Foxy 2 (réf 485000)
- 1 Démodulateur (réf 302215)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)



Thèmes abordés

- Champ électrostatique
- Champ électrique (V/m)
- Condensateur plan
- Potentiel local
- Lignes équipotentielles

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est d'étudier la répartition du champ électrostatique entre les 2 électrodes de cuivre modélisant un condensateur plan disposées à l'intérieur d'une cuve remplie d'une solution de sulfate de cuivre assurant la conductivité électrique.

Remplir la cuve d'une solution de sulfate de cuivre de concentration 0,01 mol/L.. Les 2 plaques de cuivre sont reliées à une alimentation continue délivrant une tension de 6 ou 12V par exemple.

Précautions :

Les 2 plaques doivent être au plus proche du fond de la cuve et la cuve remplie d'environ 1cm de liquide. La pointe de touche permettant de prélever les potentiels doit être tenue verticalement pour chaque prise de potentiel.

Approche qualitative :

Déplacer la sonde perpendiculairement aux plaques puis parallèlement aux plaques et noter les observations.

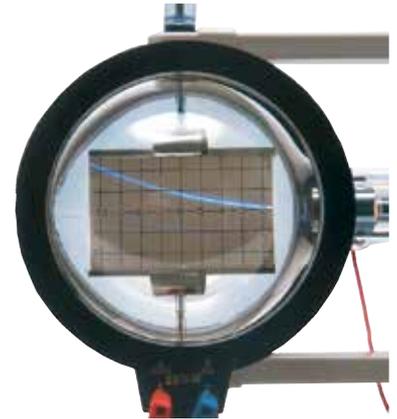
Approche quantitative :

Relever le potentiel perpendiculairement aux électrodes en fonction de la distance. On constate que la courbe obtenu est de la forme $U=kx$ avec $k=U/d$ représentant la valeur du champ électrique. Puis reporter sur du papier millimétré les potentiels entre la masse et la sonde qui vérifient $U(\text{masse-sonde})=\text{constante}$ afin de tracer les lignes équipotentielles. Tracer la représentation du champ électrique en traçant des lignes perpendiculaires aux lignes équipotentielles. L'électrode mobile permet d'obtenir différentes cartographies des lignes équipotentielles.

COMPOSITION : Réf 280335

- Cuve rhéographique à électrode mobile (réf 280264)
- Alimentation 12V/1A (réf 281001)
- Jeu de cordons avec pointes de touche (réf 284089)
- Option :**
- Sulfate de cuivre 250g (réf 105245)

DÉVIATION D'UNE PARTICULE CHARGÉE ET RAPPORT E/M



Thèmes abordés

- Déviation électrique
- Déviation magnétique avec bobines de Helmholtz
- Détermination du rapport e/m

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est de réaliser la déviation magnétique et électrique d'une particule chargée.

Déviation magnétique :

Placez les bobines dans les alésages correspondants du porte-tube. Mettez l'alimentation haute tension en service. Appliquez de la tension aux bobines et observez le faisceau. Le faisceau suit une trajectoire circulaire, la déviation se produit dans un plan qui est perpendiculaire au champ magnétique.

Un électron de masse m et de charge e , qui se déplace perpendiculairement à un champ magnétique B , est forcé de suivre une trajectoire circulaire à cause de la force Lorentz B et v , v étant la vitesse de l'électron et r le rayon de courbure.

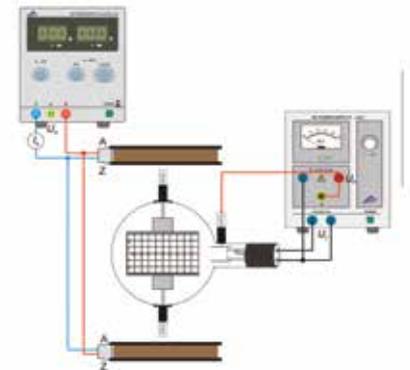
Déviation électrique :

Mettez l'alimentation haute tension en service. Mettez la tension du condensateur en marche et observez le faisceau.

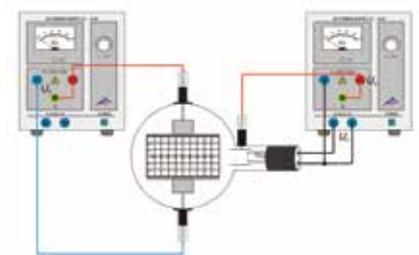
Un électron, qui traverse à la vitesse v le champ électrique E d'un condensateur à plaques de tension UP et dont les plaques présentent un écart d , est dévié sur une trajectoire parabolique.

Détermination du rapport e/m :

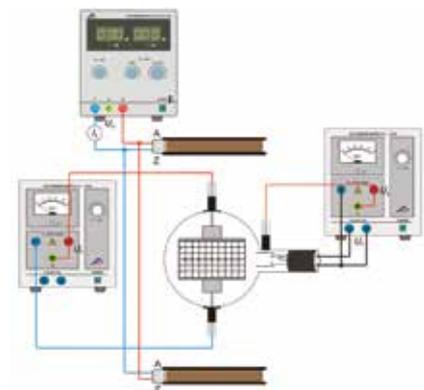
En appliquant la deuxième loi de Newton à l'électron accéléré par un potentiel électrique connu et dévié de manière circulaire par un champ magnétique perpendiculaire, on montre que les électrons subissent une accélération $a_y = eE/m$.



Déviation magnétique



Déviation électrique



Détermination de E/m

COMPOSITION : Réf 280384

- 1 Déflectron (réf 232005)
- 2 Alimentations haute tension (réf 281142)
- 1 Lot de cordons pour déflectron (réf 283598)
- 1 alimentation evo 2 F6 / F12 (réf 281483)



Multimetrix®
metrix®

Le groupe **Chauvin Arnoux**, leader du marché de la mesure en France et très présent à l'international, est expert de la mesure des grandeurs électriques et physiques dans les domaines industriel et tertiaire. La maîtrise totale de la conception et de la fabrication

des produits en interne permet au groupe d'innover en permanence et de proposer une offre produits et services très large répondant à tous les besoins. Fort de ses liens étroits et privilégiés avec le milieu de l'Education Nationale, **Chauvin Arnoux** accompagne les acteurs de l'enseignement en participant à de nombreux événements, par la publication des Cahiers de l'Instrumentation, par la création d'une certification mesure et grâce à une offre en instrumentation de mesure adaptée aux besoins pédagogiques.



GW INSTEK

Simply Reliable

Fondée en 1975, Good Will Instrument Co., Ltd était le premier fabricant professionnel à Taiwan spécialisé dans les instruments électriques de test et de mesure. GW Instek a commencé en tant que fabricant d'alimentations et s'est rapidement développé dans le développement d'instruments de test et de mesure électroniques de haute précision. D'abord sous traitant de grandes marque européennes et américaines, Instek propose dorénavant directement (grâce à son centre logistique basé en Hollande) ses produits tels que les oscilloscopes numériques, les charges électroniques, les multimètres de tables, les outils de test haute tension ainsi que les générateurs de fonctions.



PeakTech®

La société **PeakTech**, basée à Ahrensburg près de Hambourg en Allemagne, est une société spécialisée dans le domaine des **instruments de mesure pour l'industrie et l'artisanat** depuis plus de 50 ans.

La gamme de produits comprend essentiellement des instruments pour l'électronique (multimètre, alimentation, GBF, etc) et les mesures environnementales (température, vitesse de l'air, hygrométrie, etc).



DÉTERMINATION DE LA VALEUR DE LA CHARGE ÉLÉMENTAIRE



Thèmes abordés

- Expérience de Millikan
- Quantification de la charge électrique
- Charge électrique élémentaire
- Gouttelette d'huile dans un champ électrique
- Frottement de Stokes, poids, poussée verticale
- Tension flottante
- Vitesse de descente/montée

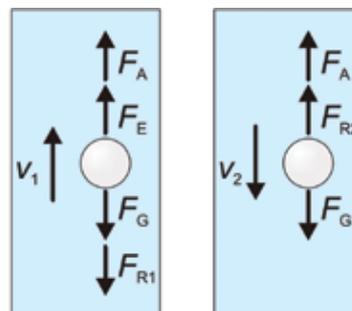
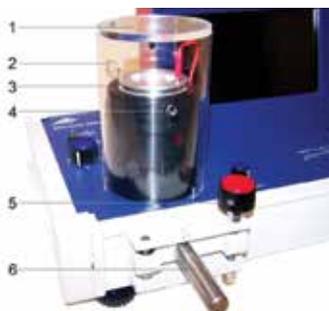
PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est de pulvériser à l'aide d'une poire des gouttes d'huile dans une enceinte constituée d'un condensateur plan chargé dans lequel est généré un champ électrique. Ces gouttes sont soumises à plusieurs forces (force électrique, portance de l'air, frottement de Stokes et force gravitationnelle).

Le champ électrique appliqué au condensateur est réglable par l'utilisateur (valeur/polarité) de sorte que les gouttes pourront se trouver soit en position d'équilibre, soit monter ou descendre. Puis avec l'objectif du microscope, on détermine, en fonction de la méthode et de la tension choisie, le temps de déplacement de la goutte considérée. En calculant le rapport entre la distance parcourue et la durée pour la parcourir, on en déduit ensuite les charges de ces gouttes qui divisées par un nombre entier n présentent une dispersion autour de ce qu'on appelle la charge élémentaire communément nommée « e ».

Chambre d'expérimentation :

- 1- Capot de protection
- 2- Logement pour pulvérisateur d'huile
- 3- Plaque de condensateur
- 4- Fenêtre d'observation
- 5- Régulateur vertical pour tête de microscope
- 6- Trépied pour microscope de mesure



Déplacement de la goutte d'huile et forces appliquées

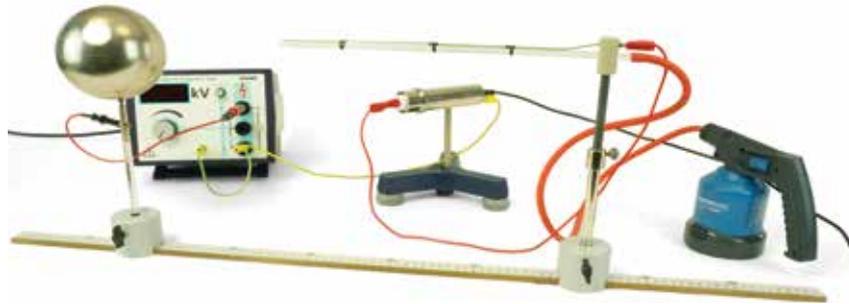
COMMENTAIRES

- Appareil compact avec unité de mesure et d'affichage intégrée
- Écran tactile pour un maniement simple et ergonomique
- Dispositif d'éclairage sans entretien pour un éclairage homogène avec deux LED vertes
- Capteurs de pression et de température intégrés pour déterminer automatiquement les paramètres significatifs (température, viscosité et pression)

COMPOSITION : Réf 280195

- Appareil de base avec chambre d'expérimentation + affichage
- Microscope de mesure

- 1 Pulvérisateur d'huile
- 50 ml d'huile de Millikan
- 1 Alimentation enfichable 12V / 1A



Thèmes abordés

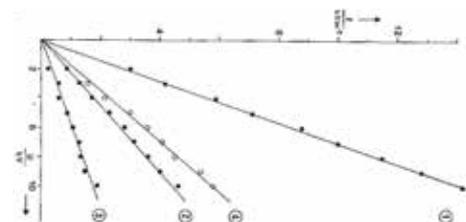
- Champ électrique / Intensité / Flux
- Charge électrique / Règle de Gauss
- Densité de charge de surface
- Induction
- Potentiel électrostatique
- Différence de potentiel

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Des sphères conductrices de différents diamètres sont chargées électriquement. Les potentiels statiques et les intensités de champ électrique correspondantes sont déterminés par ordinateur au moyen d'un mesureur de champ électrique avec une sonde de mesure du potentiel, en fonction de la position et de la tension.

Dans le détail, les tâches proposées sont :

- Pour une sphère conductrice de diamètre $2R = 12$ cm, le potentiel électrostatique est déterminé en fonction de la tension à une distance constante de la surface de la sphère.
- Pour les sphères conductrices de diamètres $2R = 12$ cm et $2R = 4$ cm, le potentiel électrostatique à tension constante est déterminé en fonction de la distance à la surface de la sphère.
- Pour les deux sphères conductrices, l'intensité du champ électrique est déterminée en fonction de la tension de charge à trois distances différentes de la surface de la sphère.
- Pour la sphère conductrice de diamètre $2R = 12$ cm, l'intensité du champ électrique est déterminée en fonction de la distance par rapport à la surface de la sphère à une tension de charge constante.



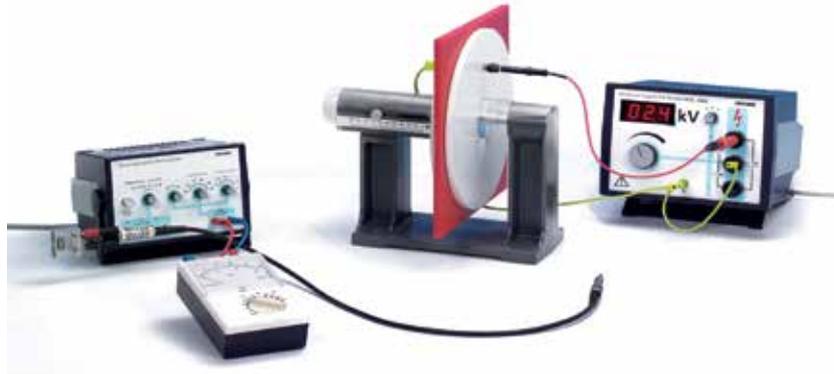
La force du champ électrique en fonction du potentiel

COMMENTAIRES

Fournit une haute tension non dangereuse. Mesure sans perte de l'intensité du champ électrique. Mesureur de champ électrique très sensible, également adapté à la mesure électrostatique des tensions.

COMPOSITION : Réf 280351

- Sonde de potentiel
- Plaque de condensateur avec ouverture $d=55$ mm
- Alimentation haute tension DC: 0... ± 10 kV, 2 mA
- Sphères conductrices : $d = 20$ mm / $d = 40$ mm / $d = 120$ mm
- Résistance 10 mégohms
- Tige isolante / Embase / Tige-raccord / Trépied
- Règle graduée, $l=1000$ mm
- Tube caoutchouc, d.i. = 6 mm
- Brûleur, butane sudogaz x 2000
- Cartouche butane 190 g
- Fils de Connexion : 30 kV, $l = 500$ mm / 32 A : 750 mm / 250 mm
- Appareil de mesure de champ électrique, USB



Thèmes abordés

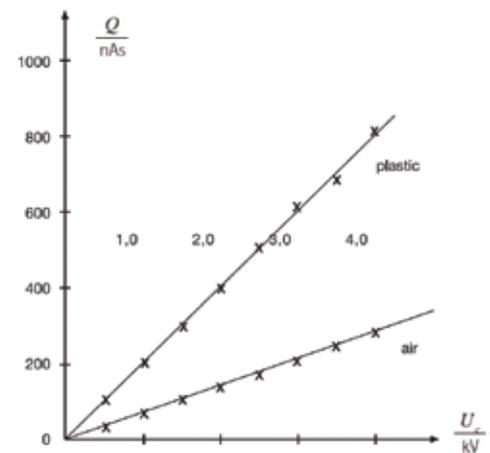
- Equations de Maxwell
- Charges réelles / Charges libres
- Constante électrique
- Déplacement diélectrique
- Capacité d'un condensateur à plaques
- Polarisation et Constante diélectrique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La constante électrique est déterminée en mesurant la charge d'un condensateur à plaques auquel on applique une tension. La constante diélectrique est déterminée de la même manière, avec du plastique ou du verre remplissant l'espace entre les plaques.

Les expériences proposées sont :

- Mesure de la relation entre la charge Q et la tension U à l'aide d'un condensateur à plaques.
- Détermination de la constante électrique à partir de la relation mesurée précédemment.
- Mesure de la charge d'un condensateur à plaques en fonction de l'inverse de la distance entre les plaques, sous une tension constante.
- Détermination des constantes diélectriques de différents matériaux par comparaison avec des mesures effectuées avec de l'air entre les plaques du condensateur.



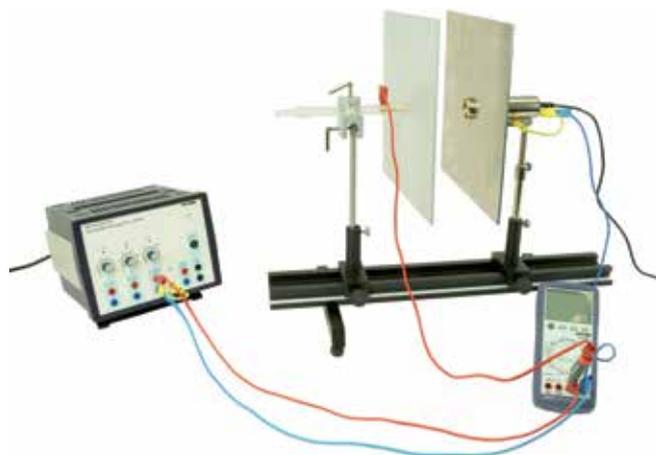
Charge électrostatique Q d'un condensateur à plaques en fonction de la tension appliquée avec et sans diélectrique (plastique) entre les plaques

COMMENTAIRES

Fournit une haute tension non dangereuse. Installation expérimentale facile grâce à une conception claire et compacte. Investissement intelligent : L'amplificateur de mesure universel inclus peut également être utilisé pour d'autres applications.

COMPOSITION : Réf 280352

- Condensateur à plateau, d = 260mm
- Plaque de plastique (diélectrique), 283 x 283 mm / Plaque de verre (diélectrique), 300 x 300 mm
- Résistance 10 mégohms / Condensateur 220 nF, 250 V, boîtier G1
- Amplificateur de mesure universel
- Alimentation haute tension DC: 0... ± 10 kV, 2 mA
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Fils de Connexion : 19 A, 100 mm / 32 A, 500 mm / 32 A, 1000 mm
- Fil de Connexion 30 kV, l 500mm / Câble blindé BNC, l = 1 m
- Adaptateur; douille BNC/fiche 4mm / Connecteur en T, type BNC / Adaptateur fiche BNC / douilles 4 mm



Thèmes abordés

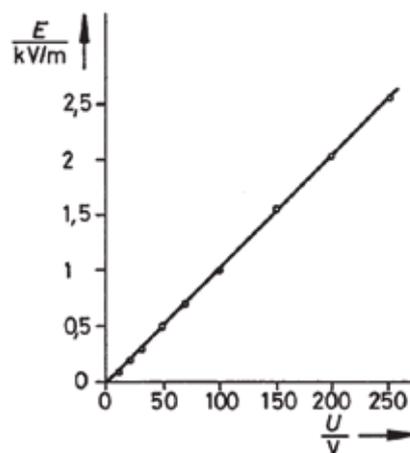
- Condensateur
- Champ électrique
- Potentiel / Tension
- Lignes équipotentielles

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un champ électrique uniforme E est produit entre les plaques chargées d'un condensateur. L'intensité du champ est déterminée par ordinateur à l'aide d'un mesureur de champ électrique, en fonction de l'écartement entre les plaques d et de la tension U . Le potentiel à l'intérieur du champ est mesuré à l'aide d'une sonde de mesure de potentiel.

Plusieurs tâches sont proposées :

- Etude de la relation entre la tension et l'intensité du champ électrique, avec un écartement constant ou une tension constante entre les plaques.
- Dans le condensateur à plaques, mesure du potentiel à l'aide d'une sonde, en fonction de la position.



Force du champ électrique comme fonction du potentiel de la plaque

COMMENTAIRES

Mesure, sans perte, de l'intensité du champ électrique. Mesureur de champ électrique très sensible, également adapté à la mesure électrostatique des tensions.

COMPOSITION : Réf 280353

- Plaque de condensateur 283x283 mm / Plaque de condensateur avec ouverture $d=55\text{mm}$
- Sonde de potentiel / Appareil de mesure de champ électrique, USB
- Alimentation régulée DC: 0...12 V, 0,5 A; 0...650 V, 50 mA / AC: 6,3 V, 2 A
- Résistance 10 mégohms
- Brûleur, butane sudogaz x2000 / Cartouche butane 190 g / Tube caoutchouc, d.i. = 6mm
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Fils de Connexion : 19 A, 100 mm / 32 A, 750 mm
- Banc optique $l = 60\text{ cm}$ / Pied réglable pour banc optique / Curseur pour banc optique, $h = 80\text{ mm}$
- Tige en acier inox, $l = 250\text{ mm}$, $d = 10\text{ mm}$ / Tige-raccord / Noix double / Embase
- Règle graduée, $l = 200\text{mm}$, plastique



Thèmes abordés

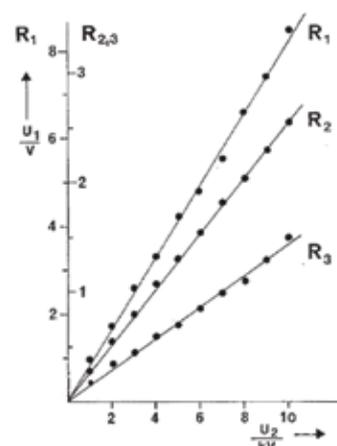
- Tension / Potentiel
- Charge / Champ électrique
- Induction électrostatique
- Constante d'induction électrostatique
- Capacité / Condensateur
- Diélectrique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Des sphères métalliques de différents rayons et un condensateur sphérique sont chargés au moyen d'une tension variable. Les charges induites sont déterminées à l'aide d'un amplificateur de mesure. Les capacités correspondantes sont déduites des valeurs de tension et de charge.

Les différentes tâches proposées sont :

- Détermination de la capacité de trois sphères métalliques de diamètres différents.
- Détermination de la capacité d'un condensateur sphérique.
- Détermination des diamètres de chaque corps d'épreuve et calcul de leurs valeurs de capacité.



Tension de charge U_2 en fonction de la tension de mesure U_1 pour différentes sphères conductrices

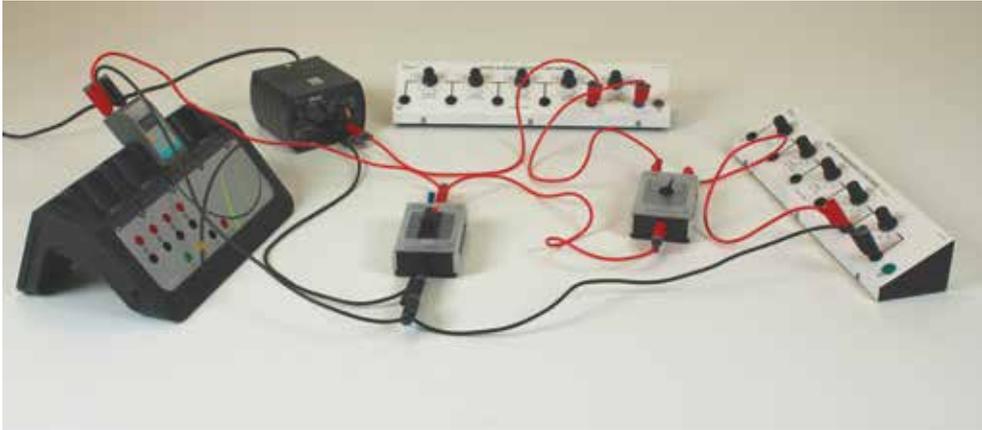
COMMENTAIRES

Fournit une haute tension non dangereuse. Plusieurs sphères conductrices incluses. Investissement astucieux : L'amplificateur de mesure universel inclus peut également être utilisé pour d'autres applications.

COMPOSITION : Réf 280354

- Sphères conductrices, d20 mm / d40 mm / d120 mm / Hémisphères de Cavendish / Balle de plastique
- Tube capillaire, diam. 1,7mm, l 250mm / Fil de cuivre, d = 0,5 mm, l = 50 m / Tige isolante
- Résistance 10 mégohms / - Condensateur 10 nF / 250 V, G1
- Alimentation haute tension DC: 0... ± 10 kV, 2 mA
- Amplificateur de mesure universel
- Multimètre analogique, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 2 MΩ, protection contre les surcharges

- Multimètre numérique avec thermocouple
- Câble blindé BNC, l = 1 m / Adaptateur, douille BNC/fiche 4mm
- Connecteur en T, type BNC / Adaptateur fiche BNC / douilles 4 mm / Pincettes crocodile isolées, 5 paires
- Pied à coulisse, plastique / Base et Embase / Noix double / Pince universelle avec articulation
- Tiges en acier inox : l = 750 mm, d = 12 mm / l = 500 mm, d = 10 mm
- Fils de Connexion : 19 A, 100 mm / 32 A, 500 mm / 32 A, 750 mm



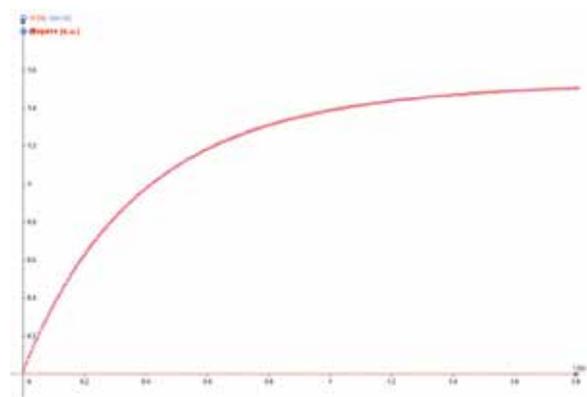
Thèmes abordés

- Charge d'un condensateur
- Décharge d'un condensateur
- Constante de temps
- Equation différentielle

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La tension du générateur reste constante.
 Les élèves doivent déterminer la valeur de capacité permettant de réaliser un stimulateur cardiaque. Les valeurs de résistances pour la charge et la décharge sont imposées.

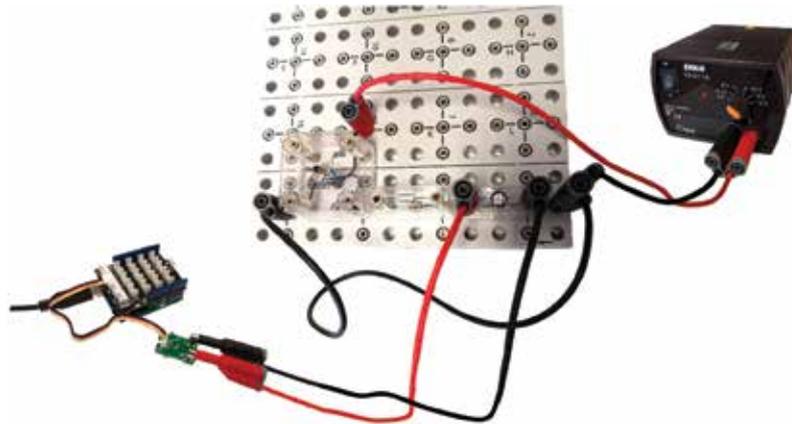
Ils étudient ensuite la charge puis la décharge d'un condensateur d'une capacité en adéquation avec l'exemple proposé. Quatre volets sont proposés : une modélisation de la courbe obtenue, une détermination graphique de la constante de temps avec la détermination de l'écart relatif et une résolution de l'équation différentielle.



Charge du condensateur

COMPOSITION : Réf 250031

- Interface Foxy (réf 485000)
- Logiciel A.S. Sup (réf 000110)
- Capteur voltmètre (réf 482035)
- Générateur 6 V (réf 281001)
- Résistance $R = 4 \text{ k}\Omega$ (réf 281046)
- Condensateur de $100 \mu\text{F}$ (réf 750615)
- Cordon électrique de sécurité à reprise arrière (réf 283497 x 3 et réf 283496 x 5)
- Interrupteur inverseur (réf 283289)
- Support dipôle universel (réf 283052)



Thèmes abordés

- Etude de la charge/décharge d'un condensateur

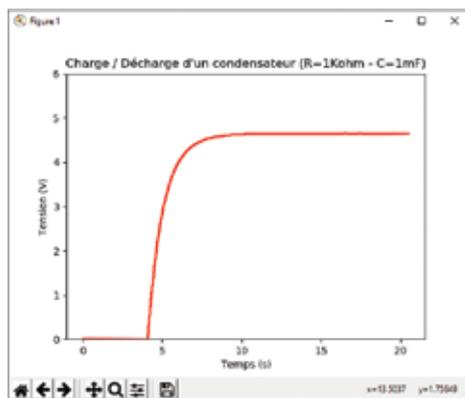
- Programmation en Python

PRINCIPES ET OBJECTIFS

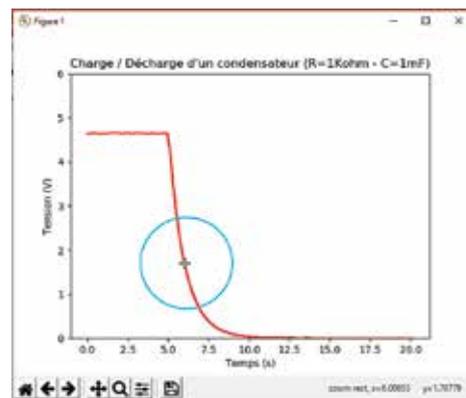
Etudier la charge et la décharge d'un condensateur dans un circuit RC, à l'aide d'une carte Arduino, et de programmes en langage Python.

La distribution Python Jeulin fournie dispose d'une librairie de fonctions permettant de réaliser un programme mesurant la tension aux bornes du condensateur.

Les fonctions proposées permettent notamment l'affichage de la courbe de charge et de décharge, et la détermination de la constante de temps du circuit réalisé, en langage Python.



Courbe de charge d'un condensateur $U = f(t)$



Courbe de charge d'un condensateur $U = f(t)$
avec détermination de sa constante de temps

COMPOSITION : Réf 277735

- 1 carte Arduino UNO + cordon USB + shield Arduino UNO + protection (réf 275785)
- 1 adaptateur douilles bananes (réf 277231)
- 1 commutateur sécurisé (réf 302308)
- 1 résistance 1kΩ UME (réf 302291)

- 1 condensateur 1000 μF UME (réf 302283)
- 1 platine 40 puits UME (réf 302177)
- 1 alimentation électrique F3-F12 (réf 281001)
- 2 cordons électriques rouges 50 cm (réf 283073)
- 2 cordons électriques noirs 50 cm (réf 283078)



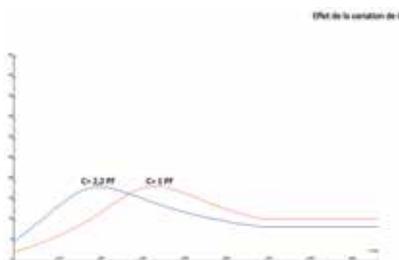
Thèmes abordés

- Etude du phénomène de résonance
- Circuit RLC série
- Facteur de qualité
- Courbe de Lissajous

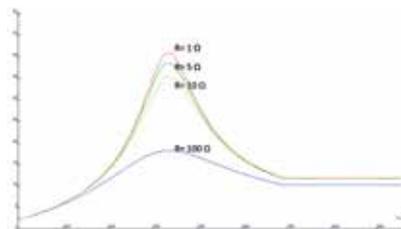
PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'objectif de ce TP est de mesurer la réponse en intensité ou en tension d'un circuit RLC série soumis à la tension sinusoïdale d'un GBF. La sortie vobulable du Générateur GF5+ peut être directement pilotée par la console Foxy 2, pour balayer automatiquement la gamme de fréquence choisie.

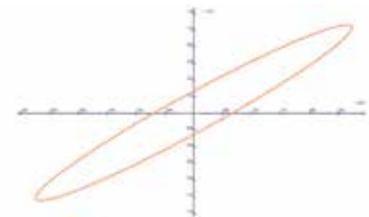
La courbe de résonance est tracée en quelques secondes, et son analyse permet une détermination précise de la fréquence de résonance, grâce aux outils d'analyse graphique de l'Atelier Scientifique Sup et de son tableur intégré. Un tel gain de temps sur les mesures, permet d'enchaîner les acquisitions, en faisant varier les valeurs des composants au cours de la même séance de TP.



Courbes de Résonance RLC avec deux capacités différente



Courbes de Résonance RLC avec différentes résistances



Passage Courbe de Lissajous facile, grâce au mode de représentation XY de l'AS Supérieur

COMMENTAIRES

Le balayage des fréquences est directement piloté par la console Foxy 2. Ce qui permet un gain de temps dans l'obtention des courbes de résonance, avec une acquisition rapide des courbes en intensité comme en tension. La détermination de la fréquence de résonance est possible par analyse graphique directe et par courbe de Lissajous.

COMPOSITION : Réf 485013

- Console Foxy 2 (réf 485000)
- Générateur GBF 5 Plus (réf 293256)
- Capteur Ampèremètre TRMS (réf 482034)
- Résistance 100Ω (réf 302289)
- Bobine 70 mH (réf 302277)
- Condenseur 1μF (réf 302282)
- Capteur Voltmètre TRMS (réf 482035)
- Logiciel A.S Sup (réf 000131)
- Platine UME 40 Puits
- 2 Cordons BNC-Banane (réf 283386)
- 2 Cordons électrique rouges (réf 283073)
- 2 Cordons électrique noirs (réf 283078)



Depuis 2008, le leader mondial en instrumentation de mesures **Keysight Technologies** (anciennement nommé Hewlett Packard puis Agilent Technologies) s'est associé à Polytech Instrumentation pour promouvoir ses produits sur le marché de l'industrie, de la recherche et de la formation. Nous avons ainsi participé avec

un large succès aux lancements de produits à l'avant-garde de la technologie comme les séries d'oscilloscope InfiniVision. L'innovation chez **Keysight Technologies** ne s'est pas limitée à l'oscilloscopie ; ils ont ainsi très largement contribué aux développements des multimètres de tables (Série 3446X), des générateurs de fonctions (Série 33500) et de bien d'autres domaines de l'instrumentation. L'équipe Polytech Instrumentation formée par les spécialistes de **Keysight** se met à votre disposition pour vous présenter les dernières nouveautés de ce leader incontesté de l'instrumentation : **Keysight Technologies**.



Tektronix

FLUKE

KEITHLEY
A Tektronix Company

Ces trois entités appartiennent au groupe Fortive.

Leader mondial dans le domaine des oscilloscopes, **Tektronix**

possède une gamme de produits étendue afin de répondre à l'ensemble des demandes clients. Les produits **Tektronix** s'adaptent à tous les budgets en proposant des oscilloscopes d'entrée de gamme série TBS1000C et haut de gamme avec les séries MDO3000 et MDO4000. **Tektronix** investit continuellement dans les nouvelles technologies, et propose des solutions pour préparer les ingénieurs de demain. **Keithley** recouvre une gamme vaste de multimètres de table hautes performances, d'acquisition de données et des SMU utilisés pour le test de production, le contrôle de processus, le développement de produits et la recherche. **Fluke**, leader mondial du matériels de tests portables, est depuis toujours, synonyme de qualité, robustesse et de précision. Ses multimètres garantis à vie (série 170), ses oscilloscopes portables Scopemeter et ses caméras thermiques sont les produits phares de la marque.



**TELEDYNE
FLIR**

EXTECH
INSTRUMENTS
A FLIR COMPANY

La société **FLIR Systems** a été créée en 1978 afin d'ouvrir la voie au développement de systèmes de **thermographie infrarouge hautes performances**, pour des applications embarquées à bord d'avions. Aujourd'hui, FLIR Systems est le premier construc-

teur mondial de caméras infrarouges et de nombreuses applications commerciales, industrielles et publiques.

Les systèmes de **thermographie infrarouge de FLIR Systems** sont basés sur une technologie de pointe pour la détection du rayonnement infrarouge (ou de la chaleur), permettant à l'utilisateur de voir ou de mesurer de faibles différences de température. Sa filiale Extech propose une large palette d'outils de mesures et de diagnostics aussi bien dans le domaine électrique qu'environnemental.

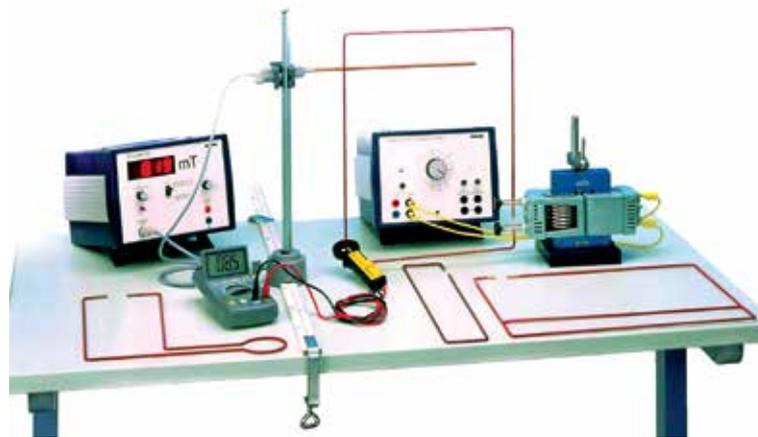


ELECTROMAGNÉTIQUE

L'électromagnétisme explore les interactions entre les charges électriques en mouvement et les champs magnétiques.

L'électromagnétisme, qui sous-tend le fonctionnement de nombreuses technologies modernes, est un phénomène complexe et passionnant. Ce chapitre vise à vous fournir une compréhension approfondie des principes fondamentaux de l'électromagnétisme, à travers **une série de travaux pratiques conçus par les sociétés Jeulin et Phywe, leaders dans la fourniture de solutions pédagogiques.**

Au cours de ce chapitre, vous serez amenés à étudier des phénomènes tels que **les bobines de Helmholtz et la loi de Biot-Savart**, qui régissent le comportement des champs magnétiques générés par des courants électriques. Vous explorerez également **l'effet Hall**.



Thèmes abordés

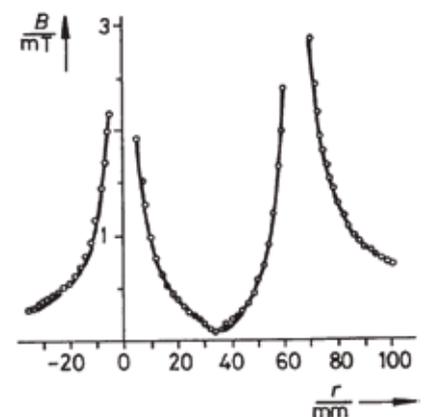
- Equations de Maxwell
- Induction
- Flux magnétique
- Superposition des champs magnétiques

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un courant qui circule dans un ou deux conducteurs droits voisins produit un champ magnétique autour d'eux. On détermine les dépendances de ces champs magnétiques avec la distance du conducteur et avec le courant.

Cet ensemble didactique permet la détermination du champ magnétique :

- d'un conducteur droit en fonction du courant
- d'un conducteur droit en fonction de la distance au conducteur
- de deux conducteurs parallèles, dans lesquels le courant circule dans le même sens, en fonction de la distance d'un conducteur sur la ligne reliant les deux conducteurs
- de deux conducteurs parallèles, dans lesquels le courant circule en sens inverse, en fonction de la distance d'un conducteur sur la ligne joignant les deux conducteurs.



Composant du champ magnétique de 2 conducteurs parallèles sur l'axe des x en fonction de la distance d'un conducteur

COMMENTAIRES

Quatre conducteurs de courant différents permettent d'observer le champ magnétique dans différentes configurations. Le montage expérimental permet d'appréhender les équations de Maxwell. Aucune calibration supplémentaire n'est nécessaire, le Teslamètre est calibré jusqu'à 1 T.

COMPOSITION : Réf 280355

- Conducteurs électriques, jeu de 4
- Bobine 6 spires / Bobine, 140 tours, 6 prises / Dispositif de serrage
- Noyau de fer, court, feuilleté / Noyau en U, tôle magnétique laminé
- Transformateur variable avec redresseur DC: 12 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A
- Teslamètre numérique / Sonde Hall, axiale
- Transformateur pour adaptateur d'intensité
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Règle graduée, l=1000 mm
- Embase / Tige en acier inoxydable, l = 500 mm, d = 10 mm / Noix double
- Pince de table / Pince universelle
- Fil de Connexion , 32 A, 500 mm

CRÉER UN CHAMP MAGNÉTIQUE QUASI UNIFORME ENTRE 2 BOBINES DE HELMHOLTZ



Thèmes abordés

- Champ magnétique
- Bobines de Helmholtz
- Champ uniforme

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le but de ce TP est d'étudier le comportement du champ magnétique circulant dans les bobines, et ainsi déterminer la disposition particulière pour avoir un champ uniforme.

Placer un capteur teslamètre sur son support en mettant la sonde à interdistance des 2 bobines de Helmholtz.

Mettre l'alimentation en marche.

Mettre l'intensité au minimum.

Réaliser des acquisitions du champ magnétique tous les 0,5A.

Modéliser la courbe sous forme de droite pour en obtenir l'équation. Clic droit, sélectionner « Droite »

Clic gauche sur le premier point, maintenir enfoncé, se positionner sur le dernier point et appuyer sur Entrée : la droite se fige.

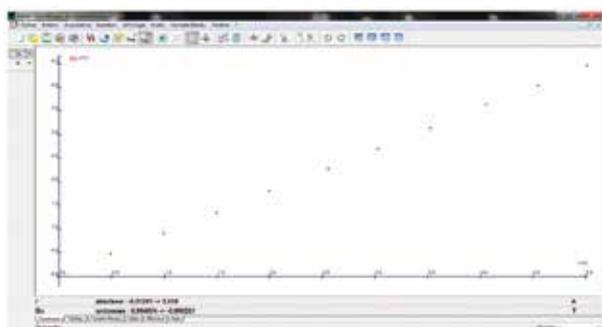
La relation qui lie le champ magnétique à l'intensité du courant :

$$B = 740 \times y0 \times i$$

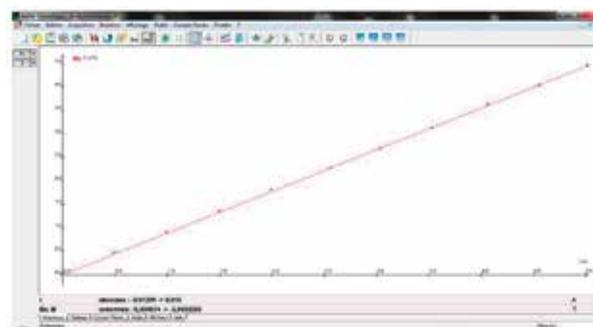
Avec $y0 = 4 \times \pi \times e-7$ S.I.

Calculer « $740 \times y0$ »

Comparer ce résultat avec le coefficient directeur de la droite.



Acquisition du champ magnétique en fonction du courant



Modélisation linéaire du champ magnétique

COMPOSITION : Réf 280376

- Bobines plates à écartement variable (réf 292014)
- Alimentation réglable 30 V - 5A (réf 281490)
- Console Foxy 2 (réf 485000)

- Capteur Teslamètre (réf 482045)
- Logiciel A.S. Sup (000131)



Thèmes abordés

- Champ magnétique
- Champ en fonction de la position
- Champ en fonction de l'intensité du courant (influence du nombre de spires)
- f.e.m d'induction

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce TP a pour but d'étudier le champ magnétique généré à l'intérieur d'un solénoïde. Nous allons mesurer, à l'aide d'une sonde teslamétrique l'évolution du champ en fonction de la distance en partant de l'intérieur du solénoïde jusqu'à sa sortie.

Connecter le solénoïde à l'alimentation : 6 V – Courant continu (configuration 200 spires).

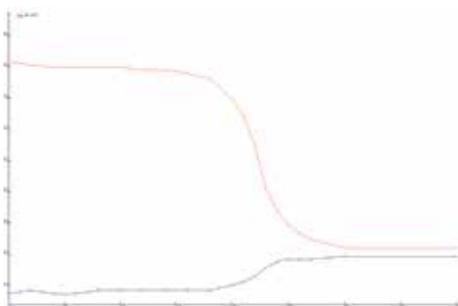
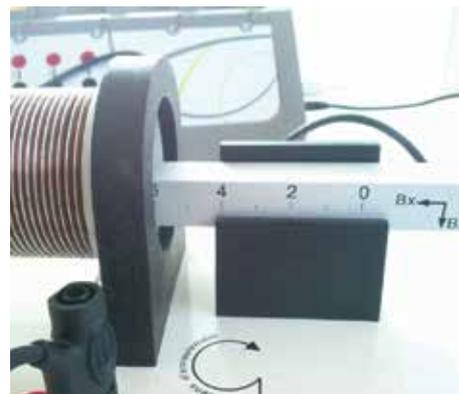
Placer le teslamètre sur le support et régler le zéro sur la marque prévue à cet effet.

Lancer l'acquisition et réaliser des mesures du champ magnétique tous les 2 cm par exemple. Continuer jusqu'à atteindre le bout de la sonde ($d = 26$ cm). Continuer à prendre quelques mesures en s'éloignant, puis stopper l'acquisition.

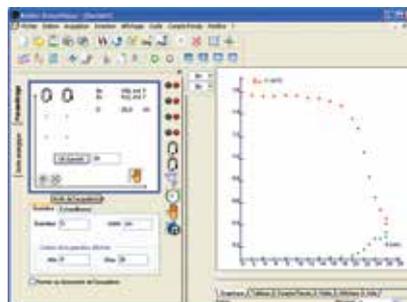
Relier les points entre eux. On observe que le champ magnétique est quasi uniforme à l'intérieur du solénoïde, et qu'au voisinage des extrémités il décroît.

$B_x = \text{cste}$ et $B_z = 0$ jusqu'à $d = 16$ cm environ.

Plus la sonde s'approche de l'extrémité du solénoïde et plus le champ magnétique mesuré se rapproche du champ magnétique terrestre. A partir de $d = 30$ cm le champ mesuré est le champ magnétique terrestre.



Champ magnétique B_x et B_z en fonction de la distance



Acquisition des valeurs de champ tous les 2 cm

COMPOSITION : Réf 280386

- Solénoïde (réf 292012)
- Alimentation F6 / F12 (réf 281483)
- Console Foxy 2 (réf 485000)

- Logiciel A.S. Sup (000131)
- Capteur T eslamètre (réf 482045)



Thèmes abordés

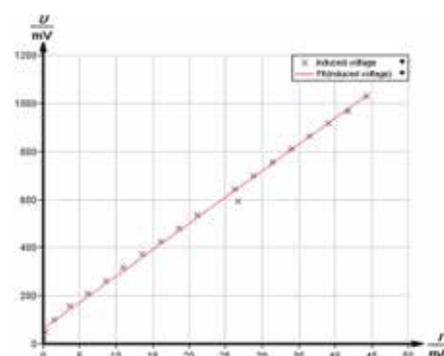
- Loi de Lenz
- Self-inductance
- Solénoïdes
- Transformateur
- Circuit oscillant / Résonance
- Oscillation amortie
- Facteur Q

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Une tension rectangulaire de basse fréquence est appliquée à des circuits oscillants comprenant des bobines et des condensateurs pour produire des oscillations libres et amorties. Les valeurs d'inductance sont calculées à partir des fréquences propres mesurées, la capacité étant connue.

Les tâches demandées sont :

- Connecter des bobines de différentes dimensions (longueur, rayon, nombre de tours) avec une capacité C connue pour former un circuit oscillant.
- A partir des mesures des fréquences propres, calculer les inductances des bobines et déterminer les relations entre : l'inductance et le nombre de spires / l'inductance et la longueur / l'inductance et le rayon



Comparaison des inductances expérimentables et calculées

COMMENTAIRES

Une installation rapide, facile et soignée. Commutation à la volée des nombreuses bobines d'induction pour une expérimentation rapide et facile. Réglage facile de la fréquence grâce au générateur de fonctions numériques.

COMPOSITION : Réf 280356

- Bobines, jeu de 7 : 300 spires, d 40mm / 300 spires, d 32mm / 300 spires, d 25mm / 200 spires, d 40mm / 100 spires, d40 mm / 150 spires, d 25mm / 75 spires, d25 mm
- Bobine, 1200 spires
- Condensateur 470 nF / 250 V, boîtier G1
- Oscilloscope numérique à mémoire, 20 MHz minimum, 2 canaux
- Générateur de fonction, affichage digital et interface USB
- Adaptateur fiche BNC / douilles 4 mm
- Boîte de Connexion
- Fils de connexion : 32 A, 250 mm / 32 A, 500 mm



Thèmes abordés

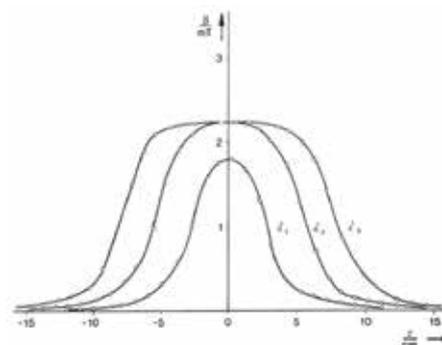
- Boucle métallique
- Loi de Biot-Savart
- Effet Hall / Champ magnétique
- Induction
- Densité du flux magnétique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le champ magnétique le long de l'axe de boucles métalliques et de bobines de différentes dimensions est mesuré avec un teslamètre (sonde de Hall). La relation entre l'intensité maximale du champ et les dimensions est étudiée et une comparaison est faite entre les effets mesurés et théoriques de la position.

Les principales parties expérimentales consistent à :

- Mesurer l'intensité du flux magnétique au milieu de différentes boucles de fil avec la sonde de Hall et étudier sa dépendance par rapport au rayon et au nombre de tours.
- Déterminer la constante du champ magnétique.
- Mesurer la densité du flux magnétique le long de l'axe de longues bobines et la comparer aux valeurs théoriques.



Densité du flux magnétique le long de l'axe d'une bobine. Valeurs mesurées (cercles) et courbe théorique (ligne continue).

COMMENTAIRES

Installation simple qui permet une mesure facile de l'intensité du flux magnétique en fonction de différents paramètres. Pas de calibration nécessaire, le Teslamètre est calibré jusqu'à 1 T.

COMPOSITION : Réf 280357

- Bobines inductrices, jeu de 7 / Conducteurs de forme circulaire, jeu de 5
- Teslamètre numérique / Sonde Hall, axiale
- Alimentation universelle, affichage analogique, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Règle graduée, l=1000 mm
- Embase / Tige en acier inox, l = 250 mm, d = 10 mm
- Distributeur / Noix double / Pince / Pince universelle
- Plateforme élévatrice 200 x 200 mm
- Adaptateur fiche 4 mm / douille 2 mm, la paire
- Fils de connexion : 32 A, 500 mm



Thèmes abordés

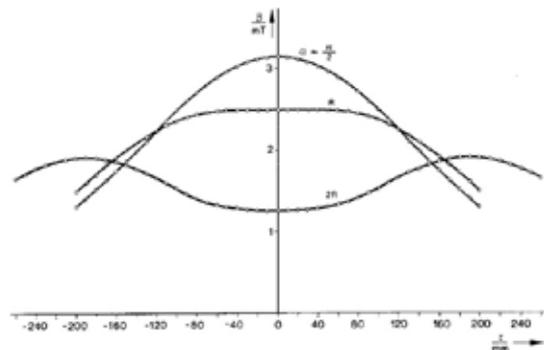
- Équations de Maxwell
- Boucle métallique
- Bobines plates
- Loi de Biot-Savart
- Effet Hall

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La distribution spatiale de l'intensité du champ entre une paire de bobines dans l'arrangement de Helmholtz est mesurée. L'espacement auquel un champ magnétique uniforme est produit est étudié et la superposition des deux champs individuels pour former le champ combiné de la paire de bobines est démontrée.

Cet ensemble didactique permet les tâches ci-dessous :

- Mesurer la densité de flux magnétique le long de l'axe z des bobines plates lorsque la distance entre ces bobines $a = R$ ($R =$ rayon des bobines) et lorsque la distance est plus grande et plus petite que le rayon.
- Mesurer la distribution spatiale de l'induction magnétique lorsque la distance entre les bobines $a = R$, en utilisant la symétrie de rotation du montage : a) mesure de la composante axiale B_z ; b) mesure de la composante radiale B_r .
- Mesurer les composantes radiales B'_r et B''_r des deux bobines individuelles dans le plan médian entre elles et démontrer la superposition des deux champs : $B_r = 0$.



Distribution du champ magnétique d'une paire de bobines en configuration de Helmholtz en fonction de la distance.

COMMENTAIRES

Champ magnétique particulièrement homogène et densité de flux élevée grâce au grand diamètre de la bobine de Helmholtz. Les bobines de Helmholtz conviennent à de multiples autres expériences élémentaires.

COMPOSITION : Réf 280358

- | | |
|---|--|
| - Bobines de Helmholtz, la paire | - Règle graduée, $l=1000$ mm |
| - Alimentation universelle, affichage analogique, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A | - Embase / Tige en acier inox, $l = 250$ mm, $d = 10$ mm / Noix double |
| - Multimètre numérique avec thermocouple | - Pince de table / Pince universelle |
| - Teslamètre numérique / Sonde Hall, axiale | - Fils de connexion, 32 A, 500 mm |



Thèmes abordés

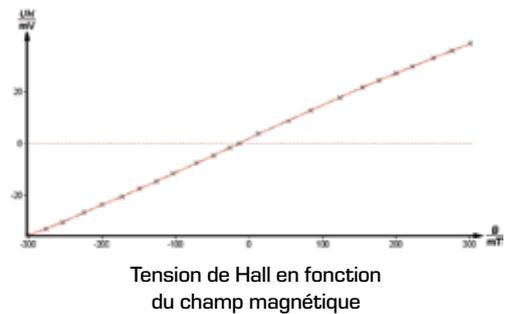
- Semi-conducteur
- Théorie des bandes / Bande interdite
- Conductivité intrinsèque / extrinsèque
- Bande de valence / de conduction
- La force de Lorentz
- Induction magnétique
- Tension et coefficient de Hall

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La résistivité et la tension de Hall d'un échantillon rectangulaire de germanium sont mesurées en fonction de la température et du champ magnétique. L'espacement des bandes, la conductivité spécifique, le type de porteur de charge et la mobilité des porteurs de charge sont déterminés à partir de ces mesures.

Les expériences proposées sont listées ci-dessous :

- La tension de Hall est mesurée à température ambiante et champ magnétique constant en fonction du courant de contrôle et tracée sur un graphique.
- La tension dans l'échantillon est mesurée à température ambiante et selon un courant de contrôle constant en fonction de l'induction magnétique B.
- La tension dans l'échantillon est mesurée selon un courant de contrôle constant, en fonction de la température. L'espacement des bandes du germanium est calculé à partir de ces mesures.
- La tension de Hall U_H est mesurée en fonction de l'induction magnétique B, à température ambiante. Les signes des porteurs de charge et la constante de Hall R_H, ainsi que la mobilité de Hall et la concentration des porteurs p sont calculés à partir de ces mesures.
- La tension de Hall U_H est mesurée en fonction de la température selon une induction magnétique constante B et les valeurs sont illustrées sur un graphique.



COMMENTAIRES

Possibilité de composition sans teslamètre numérique.

COMPOSITION : Réf 280359

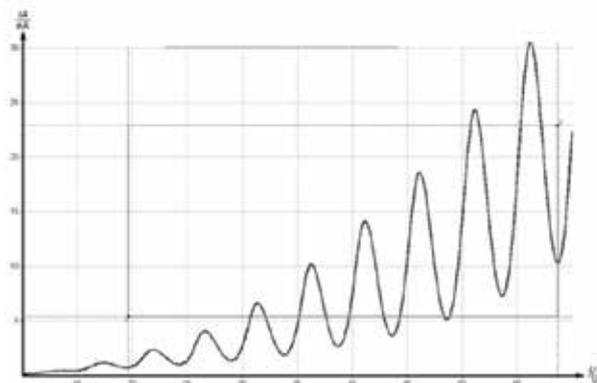
- Module de base pour effet Hall, USB
- Plaque pour effet Hall, Germanium dopé p / Plaque pour effet Hall, Germanium dopé n
- Bobine, 600 spires / Noyau en U, tôle magnétique laminé / 2 Pièces polaires, planes, 30 x 30 x 48 mm
- Sonde Hall, tangentielle, capuchon de protection
- Teslamètre numérique
- Multimètre numérique avec thermocouple
- Alimentation 0...12 V CC, 2 A / 6 V, 12 V CA, 5 A
- Trépied / Tige en acier inox, l = 250 mm, d = 10 mm / Noix double
- Fils de connexion : 32 A, 500 mm / , 32 A, 750 mm

PHYSIQUE MODERNE

La physique moderne est un domaine captivant de la physique qui explore les phénomènes à l'échelle atomique et subatomique, ainsi que les lois fondamentales de l'univers.

La physique moderne, qui a révolutionné notre compréhension du monde et a donné naissance à de nombreuses technologies de pointe, est un domaine en constante évolution. Ce chapitre vise à vous fournir une compréhension approfondie des principes fondamentaux de la physique moderne, à travers une **série de travaux pratiques conçus par les sociétés Jeulin et Phywe, leaders dans la fourniture de solutions pédagogiques.**

Au cours de ce chapitre, vous serez amenés à étudier des phénomènes tels que **les rayons X et la Résonance Magnétique Nucléaire (RMN)**, qui sont largement utilisés dans les domaines médicaux et industriels. Vous explorerez également **l'expérience de Franck-Hertz, la série de Balmer et la constante de Rydberg**. De plus, vous aurez l'occasion d'étudier les principes et applications d'un **microscope à force atomique** et d'une **chambre à brouillard**, des outils essentiels dans la recherche en physique moderne.



Exemple d'une courbe de Franck-Hertz enregistrée à $T = 175^{\circ}\text{C}$

Thèmes abordés

- Quantité d'énergie
- Saut quantique
- Collision des électrons
- Énergie d'excitation

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Les électrons sont accélérés dans un tube rempli de vapeur de néon. L'énergie d'excitation du néon est déterminée à partir de la distance entre les minima équidistants du courant d'électrons dans un champ électrique opposé variable.

L'étude se décompose en deux parties :

- Enregistrer l'intensité du contre courant I_s dans un tube de Franck-Hertz en fonction de la tension anodique U_a .
- Déterminer l'énergie d'excitation E_a à partir de la position des minima ou maxima de l'intensité du courant par formation de la différence.

COMMENTAIRES

Fascinante expérience du prix Nobel (Franck-Hertz 1925). Tube néon compact dans un boîtier robuste - prêt à l'emploi grâce à un temps de chauffe court. Unité de contrôle compatible avec les tubes Ne et Hg. Logiciel facile à utiliser pour le contrôle, l'acquisition des données et l'évaluation.

COMPOSITION : Réf 280362

- Alimentation pour tube de Franck-Hertz
- Tube de Franck-Hertz au néon avec boîtier
- Fil de Connexion pour tube Franck-Hertz / Câble blindé BNC, $l = 1$ m
- Logiciel pour expérience de Franck-Hertz / Adaptateur USB - RS232

Variante : Expérience de Franck-Hertz avec tube Hg (réf 280363)



Thèmes abordés

Le système à rayons X peut être appliqué à tous les domaines en utilisant la solution qui s'adapte à vos besoins.

Expériences en :

- Physique
- Médecine
- Géosciences
- Sciences Naturelles
- Sciences des matériaux

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Appareil à rayons X didactisé et entièrement sécurisé avec système de tubes anodiques rapidement interchangeables. Découvrez la combinaison parfaite d'une technologie innovante et des normes de sécurité les plus élevées avec un design moderne.

Partie du programme	Champ d'application	Champs d'application					
		Phy	Chim	Bio	Sci Med	Sci Geo	Sci Eng
Physique Moderne - Physique Atomique Physique Moderne - Physique des Rayons X	Spectres caractéristiques	X					
Physique Moderne - Physique Atomique Physique Moderne - Physique des Rayons X	Absorption des rayonnements	X					
Physique Moderne - Physique moléculaire & de l'état solide	Physique de l'état solide	X					
Physique Moderne - Physique des Rayons X Chimie Inorganique - Chimie de l'état solide & Cristallographie	Diffraction des Rayons X	X	X				
Chimie Inorganique - Chimie de l'état solide & Cristallographie Géo Science - Analyse par Rayons X Science des Matériaux - Analyse de structures par Rayons X	Analyse de structures		X			X	
Physique Moderne - Physique des Rayons X Spectroscopie - Analyse par fluorescence X Science des Matériaux - Analyse par fluorescence X Géo Science - Analyse par Rayons X	Spectroscopie par Rayons X	X				X	X
Géo Science - Analyse par Rayons X	Analyse de roches					X	
Science des Matériaux - Analyse de structures par Rayons X Science des Matériaux - Analyse par fluorescence X	Analyse de Matériaux		X				X
Analyse non destructives - Méthodes par Rayons X	Analyse Non Destructive						X
Médecine/Biologie - Radiologie Analyse non destructives - Méthodes par Rayons X	Diagnostic par Rayons X				X		X
Médecine/Biologie - Radiologie Médecine Nucléaire - Dosimétrie par Rayons X	Dosimétrie			X	X		
Médecine/Biologie - Radiologie	Radiologie / Radiographie			X	X		
Médecine/Biologie - Radiologie Analyse non destructives - Méthodes par Rayons X	Tomographie	X		X	X		X



PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cet appareil à rayons X est utilisé pour la fluoroscopie et l'imagerie à rayons X, les expériences d'ionisation et de dosimétrie, la tomographie, les images de Laue et de Debye-Scherrer, la spectroscopie à rayons X, la réflexion de Bragg, l'étude des caractéristiques de différents matériaux anodiques, la Loi de Moseley, la détermination de la constante de Planck et de la constante de Rydberg, la loi de Duane Hunt, l'absorption des rayons X en fonction de l'épaisseur du matériau et de l'énergie, les expériences sur les milieux de contraste, la radiographie, la diffusion de Compton ou encore la diffractométrie des rayons X.

COMMENTAIRES

4 matériaux d'anode pour des expériences spécifiques (W, Mo, Cu, Fe). Contrôle de l'appareil simultanément, manuellement et par ordinateur. Manipulations interactives et intuitives. Façade extra large sur 3 côtés (Diagonales : 20" / 12" / 9", 51cm/30cm/23cm). Écran TFT rétro-éclairé haute résolution. Grand espace d'expérimentation à température contrôlée et à ventilation interne. Plus d'une cinquantaine d'expériences variées visant tous les domaines scientifiques.

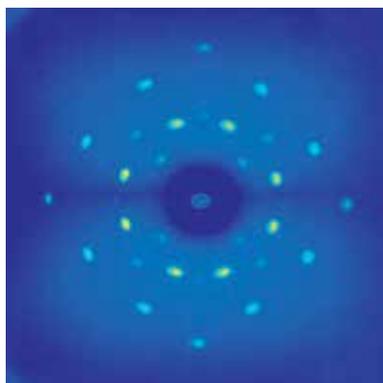


Diagramme de diffraction de Laue

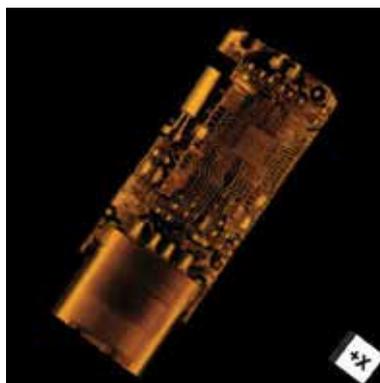
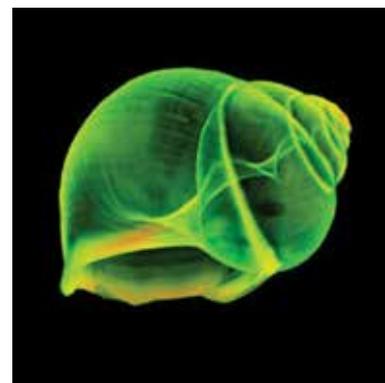


Image interne d'une clé USB



Vue intérieure d'une coquille d'escargot

COMPOSITION : nous consulter

L'appareil de base devra être complété par un des 4 types de tubes à rayons X (Fe, Cu, Mo, W) et un goniomètre.

Plusieurs types de détecteurs sont également proposés : Tube compteur Geiger-Müller / Détecteur d'énergie à rayons X / Capteur numérique d'image.

Des extensions dédiées peuvent être rajoutées en fonction des expériences visées : Extensions "Physique de l'état solide" / "Caractérisation" / "Analyse cristallographique" / "Imagerie médicale" / "Analyse des matériaux" / " Dosimétrie et Radioprotection"



Thèmes abordés

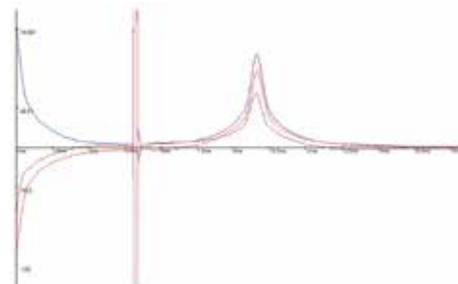
- Spins nucléaires
- Noyaux atomiques / moment magnétique
- Précession des spins nucléaires
- Aimantation / Condition de résonance
- Angle de nutation
- Echo de spin / Temps de relaxation

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Les principes fondamentaux du phénomène de résonance magnétique nucléaire (RMN) sont explorés. Les expériences sont réalisées à l'aide d'un dispositif didactisé permettant l'étude de petits échantillons. Le pilotage s'effectue au moyen du logiciel fourni. Les investigations comprennent le réglage de la fréquence du système à la fréquence de Larmor, la détermination de l'angle de basculement du vecteur d'aimantation (angle de nutation), l'influence de la quantité de substance et des inhomogénéités particulières du champ magnétique, la mesure d'un signal d'écho de spin et une procédure de moyennisation pour optimiser le rapport signal sur bruit. Le réglage de tous ces paramètres est indispensable pour obtenir une image RMN exploitable.

Les tâches proposées sont :

- Réglage de la fréquence du système à la fréquence de Larmor.
- Réglage de la durée de l'impulsion HF (Haute Fréquence) pour déterminer l'angle de basculement du vecteur d'aimantation (angle de nutation).
- Etude de l'influence de la quantité de substances sur l'amplitude du signal de l'induction libre (FID= Free Induction Decay). Corriger les défauts d'inhomogénéité du champ magnétique superposé (SHIM).
- Retrouver un signal d'induction libre (FID) relaxé par écho de spin avec une impulsion de re-phasage à 180°C. Optimiser le rapport signal / bruit du signal d'induction libre (FID).



Signal d'écho de spin après une impulsion HF idéale de 90° (53µs)

COMMENTAIRES

Système d'enseignement de la RMN complet, facile à installer et abordable. Un seul système pour couvrir tous les aspects, des bases de la RMN aux séquences d'imagerie 2D et 3D sophistiquées. Guide détaillé d'expérimentations inclus dans le système.

COMPOSITION : Réf 280366

- Unité de contrôle : Amplificateur de gradient, émetteur et récepteur / Alimentation électrique : 12 V DC, 2 A / Bloc d'alimentation (externe) : 100-240 VAC, 50/60 Hz, 2 A.
- Unité magnétique : Système de gradient haut de gamme pour les images 2D et 3D / Fréquence du système : 22 MHz / Intensité du champ : 500 mT / Homogénéité du champ : < 100 ppm / Diamètre de l'échantillon : max. 10 mm.
- Logiciel : Langues : Allemand/anglais (autres langues sur demande) / Formats de données : DICOM, JPEG, CSV, TXT / Boîte à son pour un son RMN réaliste.
- Jeu d'échantillons avec 5 échantillons différents et tube d'échantillon vide / Documentation de 100 pages incluse, couvrant 5 expériences.
- Câbles de connexion inclus / Mallette de transport robuste.



Thèmes abordés

- Microscopie à force atomique (AFM)
- Potentiel de Lennard-Jones
- Imagerie des nanostructures
- Mode de force statique / dynamique
- Boucle de rétroaction

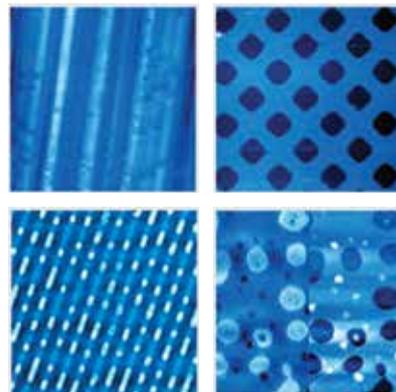
PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'approche d'une pointe de silicium pointue montée sur un cantilever à la surface d'un échantillon entraîne une interaction à l'échelle atomique. Le résultat est une flexion du cantilever qui est détectée par un laser.

En mode statique, la déviation résultante est utilisée pour étudier la topographie de la surface de l'échantillon ligne par ligne en utilisant une boucle de rétroaction. En mode dynamique, le cantilever est mis en oscillation à une fréquence fixe, ce qui entraîne une amplitude amortie près de la surface.

Les paramètres de mesure (point de consigne, gain de rétroaction) jouent un rôle crucial pour la qualité de l'image. Leur effet sur la qualité de l'image est étudié pour différents échantillons nanostructurés.

- Apprenez à monter un cantilever (avec pointe) et à approcher la pointe vers un échantillon.
- Étudiez l'influence des paramètres de balayage sur la qualité et les performances de l'imagerie, par exemple le gain PID, le point de consigne (force), l'amplitude vibratoire et la vitesse de balayage. Utilisez les modes statique et dynamique.
- Imagez différents échantillons (microstructures, nanotubes de carbone, coupe transversale de peau, bactéries, matrice de CD, structure de puce, billes de verre) en optimisant les paramètres respectifs.



Images de différentes micro-structures

COMMENTAIRES

Investigation en mode statique et dynamique. Modification de nombreux paramètres pour optimiser la qualité de l'image. Conçu sur mesure pour être utilisé dans les laboratoires d'enseignement. Le microscope est constitué d'un seul instrument compact et portable, aucun instrument supplémentaire n'est nécessaire. Isolation des vibrations pour des résultats meilleurs et reproductibles. Logiciel inclus. Ordinateur non fourni.

COMPOSITION : Réf 280367

- Microscope à force atomique compact – AFM
- Jeu de 6 échantillons / Jeu d'outils pour le montage des cantilever et échantillons
- Alimentation (100-240V, 50/60Hz) / Cable USB : longueur 3m
- Logiciel pour mesure, contrôle, analyse et visualisation (une, deux et trois dimensions)
- Manuel comprenant mode opératoire succinct pour expériences de base
- Valise en aluminium (44cm x 32cm x 14cm)



Thèmes abordés

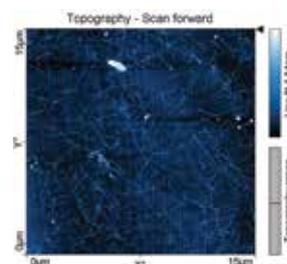
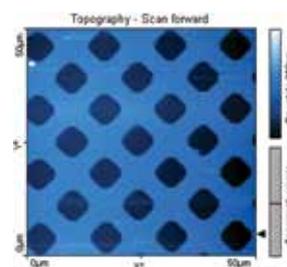
- Effet tunnel / STM
- Structures hexagonales
- Imagerie à l'échelle sub-nanométrique
- Dispositifs piézo-électriques
- Densité locale d'états (LDOS)
- Mode hauteur constante
- Mode courant constant

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Approcher une pointe métallique très pointue d'un échantillon électriquement conducteur en appliquant un champ électrique conduit à un courant entre la pointe et l'échantillon sans aucun contact mécanique. Ce courant dit à effet tunnel est utilisé pour étudier la topographie électronique à l'échelle sub-nanométrique d'une surface de graphite (HOPG) fraîchement préparée. En balayant la pointe ligne par ligne sur la surface, les atomes de graphite et la structure hexagonale sont alors imagés.

Les différentes tâches sont :

- Préparer une pointe en Pt-Ir et l'échantillon de graphite pyrolytique orienté (HOPG) et approcher la pointe de l'échantillon.
- Étudier la topographie des couches et la hauteur des marches entre les couches voisines en mode courant constant.
- Visualiser l'arrangement des atomes de graphite en optimisant les paramètres d'effet tunnel et de balayage.
- Interpréter la structure en analysant les angles et les distances entre les atomes et les rangées atomiques et en utilisant le modèle de graphite 2D et 3D.
- Mesurer et comparez les images dans les modes à hauteur constante et à courant constant.



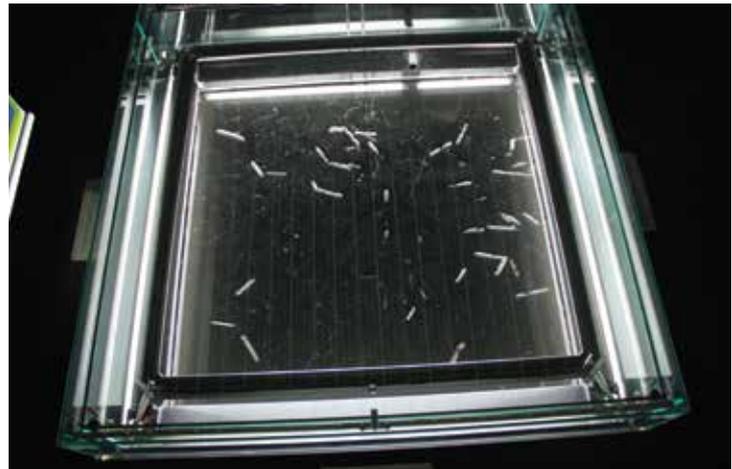
Images topographiques STM

COMMENTAIRES

Observez les atomes en quelques minutes. Système conçu sur mesure pour être utilisé dans les laboratoires d'enseignement. Le microscope est constitué d'un seul instrument compact et portable, aucun instrument supplémentaire n'est nécessaire. Isolé des vibrations pour des résultats meilleurs et reproductibles. Peut être utilisé à la fois pour l'imagerie de résolution atomique et pour la spectroscopie. Possibilité d'effectuer des expériences supplémentaires avec un échantillon d'or.

COMPOSITION : Réf 280366

- Microscope à effet tunnel compact – STM
- Outillage nécessaire pour la préparation des pointes
- Fil en Pt-Ir pour pointes : longueur 30 cm, diam. 0,25 mm
- Echantillons : graphite (HOPG), film or (111) et 4 supports d'échantillon
- Alimentation (100-240 V, 50/60 Hz), câble USB
- Logiciel d'enseignement et d'apprentissage interactif



Traces générées par différents types de particules

Thèmes abordés

- Particules α , β , γ
- Particules ionisantes
- Mésons
- Rayonnement cosmique
- Décroissance radioactive
- Vitesse des particules
- Force de Lorentz

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La chambre à brouillard rend l'invisible visible. A chaque instant on peut déterminer de nombreuses traces de rayonnement et déterminer le type de particules selon leurs formes et leurs trajectoires (Alpha, Béta et Gamma).

Un sas permet l'introduction de sources radioactives artificielles permettant ainsi la réalisation d'expériences intéressantes :

- Détermination du bruit de fond radiatif.
- Visualisation des particules α , β , γ et des mésons.
- Visualisation de la désintégration du thorium (radon).
- Déviation des particules β dans un champ magnétique.

COMMENTAIRES

La chambre à brouillard permet l'observation du rayonnement naturel environnant (rayonnement cosmique et radioactivité naturelle). Découvrez cette expérience inspirée du prix Nobel : CTR Wilson (1927). Seul instrument permettant de visualiser le rayonnement naturel et cosmique. Expériences qualitatives et quantitatives.

COMPOSITION : Réf 280365

- Dimensions de la chambre : 64 x 64 x 60 cm
- Surface active d'observation : 45 x 45 cm
- Volume réservoir d'isopropanol très pur : 2 litres
- Alcool isopropylique, extra pur, 1000 mL (Qté = 2)
- Eclairage : Tubes fluorescents intégrés
- Minuterie : 7 x 24 heures
- Tension d'alimentation : 230 VAC 50 Hz
- Puissance absorbée : 0,9 kVA
- Poids : env. 80 kg

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Les sciences de l'ingénieur, un domaine dynamique et innovant qui combine les principes de la physique, de la chimie, des mathématiques et de l'informatique pour concevoir, développer et optimiser des systèmes technologiques.

Les sciences de l'ingénieur, qui sont au cœur des avancées technologiques modernes, offrent un large éventail de possibilités et de défis. Ce chapitre vise à vous fournir une compréhension approfondie des principes fondamentaux des sciences de l'ingénieur, à travers **une série de travaux pratiques conçus par les sociétés Jeulin et Lucas Nulle, leaders dans la fourniture de solutions pédagogiques.**

Au cours de ce chapitre, vous serez amenés à étudier des domaines tels que **l'intelligence artificielle, les énergies renouvelables comme le photovoltaïque et l'éolien, le smart grid, l'internet des objets, les bus dans l'industrie automobile, les véhicules hybrides, le diagnostic des batteries et le prototypage de circuits imprimés.** Ces sujets sont non seulement fascinants, mais aussi d'une grande pertinence pour les défis technologiques actuels et futurs.



Thèmes abordés

- Application et optimisation d'algorithmes d'auto-apprentissage
- Réseaux neuronaux artificiels
- Création de propres algorithmes
- Mise en œuvre complète d'applications d'apprentissage
- Jeu, reconnaissance de panneaux
- Contrôle optique de la qualité industrielle
- Matériel et logiciels spécialisés dans les applications d'apprentissage automatique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Une unité de commande polyvalente pour les applications d'IA, composée d'un ordinateur mono-carte avec de nombreuses interfaces pour la communication et l'intégration dans d'autres systèmes.

À l'aide du logiciel de cours correspondant, des modèles d'IA pour différentes tâches sont créés et entraînés localement dans l'appareil. Le système de formation permet la réalisation du flux de travail complet nécessaire à l'implémentation d'une application d'IA à l'aide d'exemples pratiques, de l'acquisition des données à l'application de l'algorithme fini. Les avantages et les possibilités de l'apprentissage automatique sont enseignés, ainsi que les compétences nécessaires pour l'utiliser de manière ciblée.

Les instructions de réalisation des expériences sont réunies dans un cours Interactif. Ce cours multimédia introduit pas à pas le thème de l'apprentissage automatique. Les bases théoriques sont enseignées via des animations faciles à comprendre. Ce cours interactif forme un environnement expérimental pratique avec les instruments virtuels.

Application et optimisation d'algorithmes d'auto-apprentissage (réseaux neuronaux artificiels) jusqu'à la création de propres algorithmes. Mise en œuvre complète d'applications d'apprentissage automatique sur la base de projets à caractère illustratif. Entrée en matière ludique avec le jeu « pierre - papier - ciseaux contre IA ». Contrôle optique de la qualité.



Cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluation

COMPOSITION : Réf 604241

- Unité de commande IA
- Cours Introduction pratique à l'apprentissage automatique
- Caméra et accessoires pour IA

PHOTOVOLTAÏQUE AVEC ACQUISITION DE DONNÉES ET COURS INTERACTIF



①



②



③

Thèmes abordés

- Bases et caractéristiques de la photovoltaïque
- Synchronisation réseau monophasé et triphasé
- Stockage, onduleur
- Détermination de de l'accélération terrestre

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'équipement Photovoltaïque offre de nombreux travaux pratiques réalisables avec des composants industriels. Le système de formation propose une simulation très réaliste de la course du soleil. Des émulateurs photovoltaïques permettent de réaliser les expériences avec réalisme, même en l'absence de soleil, directement dans votre laboratoire. Le montage d'installations PV en parallèle avec le réseau est présenté de façon très réaliste. Les techniques de derating de l'onduleur et le transformateur réglable du réseau local sont utilisés pour stabiliser le réseau électrique. Différents modes de fonctionnement sont pris en considération de même que le développement de micro-réseaux visant à augmenter la sécurité d'approvisionnement. La transmission des connaissances et du savoir-faire ainsi que l'évaluation assistée par ordinateur des données de mesure, sont rendues possibles grâce au cours multimédia Photovoltaïque avec le logiciel SCADA Power Lab.



Combinaison PV hybride avec petite éolienne



Régulation pilotée tension locale réseau avec transformateur pilotable par SCADA

COMPOSITIONS

1- TP Photovoltaïque avancé avec cours interactif (Réf 604242)

- EPH 2.1 Bases de la photovoltaïque et caractéristiques
- EPH 2.2 Stockage local, onduleur local
- EPH 2.3 Synchronisation réseau monophasée

2- TP Photovoltaïque professionnel avec cours interactif (Réf 604257)

- EPH 3.1 Bases PV caractéristiques
- EPH 3.2 Synchronisation triphasée, derating
- EPH 3.3 Régulation tension réseau local
- EPH 3.4 Batterie Lithium autonome

3- TP Photovoltaïque hybride avec cours interactif (Réf 604258)

- EPH 4.1 Onduleur hybride avec batterie
- EPH 4.2 Micro-réseau local photovoltaïque / éolien



①



②



③



PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'équipement permet d'étudier la structure et le fonctionnement des éoliennes modernes. Le banc d'essai de machines à servocommande et son logiciel permettent d'émuler l'influence de la force du vent et la structure mécanique de l'éolienne fidèlement, jusque dans les plus petits détails. L'unité de commande pour la machine asynchrone à double alimentation (générateur de l'éolienne) garantit une commande et une visualisation confortables pendant les expériences. Le cours multimédia correspondant transmet les connaissances, soutient les montages interactifs et permet une évaluation assistée par ordinateur des données de mesure.



TP Petites éoliennes en site isolé (Réf 604243)

- Fonctionnement en site isolé
- Simulation du vent dans le laboratoire
- Batterie pour stockage de l'énergie
- Générateur à aimants permanent
- Onduleur local 230V
- Éolienne extérieure disponible en option
- Cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluation



TP Micro-réseau avec installation photovoltaïque et petite éolienne (Réf 604259)

- Installation de systèmes hybrides photovoltaïques avec petite centrale éolienne
- Paramétrage des régulateurs de charge
- Montage et test d'un microréseau composé d'un système hybride photovoltaïque et d'une petite centrale éolienne
- Observation du flux d'énergie avec émulation de la course du soleil et du profil de vent



TP Eoliennes MADA avec synchronisation au réseau triphasé (Réf 604260)

- Simulation du vent dans le laboratoire
- Générateur asynchrone triphasé à double alimentation 1 kW (DFIG)
- Synchro manuelle/automatisée avec le réseau triphasé 380 V
- Intégration dans Scada Smart Grid
- Cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluation
- Option comportement en cas d'erreurs de réseau FRT « Fault ride through »**



①



②

Thèmes abordés

1- Transmission Haute Tension Courant Continu HVDC

- Simulation du transport de l'énergie électrique dans ligne HVDC
- Simulation de stockage dans batteries
- Conversion triphasée vers courant continu
- Simulation de longueur de ligne
- Adaptation du facteur de puissance, de la tension, de la fréquence
- Combinaison possible avec photovoltaïque, éolien et autres
- Intégration SCADA Smart Grid

2- Eolienne avec transmission Haute Tension Courant Continu HVDC

- Régulation de la tension de circuit intermédiaire
- Génération de puissance réactive sans flux de puissance active (STATCOM)
- Synchronisation manuelle et automatique avec le réseau
- Régulation de la puissance réactive de la transmission à haute tension continue avec modification du flux de puissance
- Régulation individuelle de la puissance réactive pour les deux postes de conversion
- Analyse des pertes pour différentes longueurs de lignes de transmission
- Démarrage autonome avec consommateurs passifs du système CCHT/HVDC
- Couplage d'éoliennes au système CCHT / HVDC

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Transmission d'énergie durable pour des réseaux futurs efficaces et fiables.

La transmission à haute tension continue (CCHT / HVDC) est un procédé de transport d'énergie électrique à haute tension continue. La CCHT/HVDC est utilisée sur de grandes distances, étant donné qu'à partir de certaines distances, la transmission à haute tension continue, malgré les pertes de convertisseur supplémentaires, affiche dans l'ensemble des pertes de transmission moindres que lors du transport d'énergie par courant alternatif triphasé. La transmission à haute tension continue est également utilisée lors du transport d'énergie sur de plus courtes distances lorsque la ligne de transmission électrique possède, pour des raisons de conception, une capacité linéique très élevée. C'est notamment le cas pour les câbles maritimes mais aussi pour les câbles souterrains.

Une autre application est le couplage en court-circuit DC, qui est utilisé pour l'échange direct d'énergie électrique entre des réseaux triphasés à courant alternatif qui ne sont pas exploités avec une fréquence réseau synchrone.

COMPOSITIONS

- 1 - TP Transmission Haute Tension Courant Continu HVDC (réf 604244)
- 2 - TP Eolienne avec transmission Haute Tension Courant Continu HVDC (réf 604245)



PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le réseau intelligent Smart grid :

- Coordination améliorée entre la consommation et la génération d'énergie par ex. par la commutation intelligente de charges en fonction de l'offre d'énergie.
- Emploi d'une technologie d'information moderne, tels Internet, capteurs, commandes et dispositifs de transmission sans fil.
- « Smart metering » - des compteurs numériques mesurent la consommation électrique aux points terminaux du réseau.
- Migration de la consommation domestique hors des périodes de pointe .
- Mise en service directe par le distributeur d'énergie des applications flexibles, comme le lavage de linge, hors des périodes de pointe.

Les systèmes didactiques Lucas-Nülle sont déjà prêts pour le progrès :

- Instruments de mesure intelligents disposant de différentes interfaces de communication (par ex. LAN, RS485, USB) et éléments de commande.
- Logiciel SCADA Power Engineering Lab pour la commande et l'évaluation du réseau intelligent.
- Smart Grid réalisé par logiciel SCADA, y compris Soft SPS.
- Logiciel SCADA didactique.
- Étude de charges changeant dynamiquement et production en laboratoire.
- Gestion intelligente de l'énergie.
- Intégration modulaire des énergies renouvelables avec technique de protection dans le smart grid.

Nous consulter pour définir le système qui vous est adapté.





Thèmes abordés

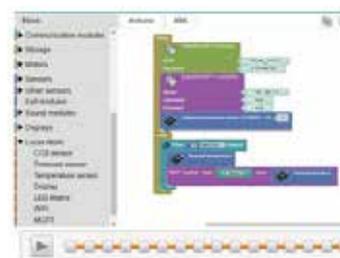
- Capteurs dans dispositifs IoT
- Intégrer des capteurs de CO₂, de la température, de la pression et de l'humidité
- Configurer l'affichage sur matrice LED RVB
- Afficher des valeurs sur l'écran OLED
- Intégrer les valeurs mesurées dans un environnement sans fil
- Donner l'accès aux valeurs à travers un switch sur n'importe quel appareil connecté
- Créer un serveur sur PC pour rassembler les valeurs de différentes stations de mesure
- Programmation graphique avec Ardublock ou programmation classique dev. Arduino

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Les instructions de réalisation des expériences sont réunies dans un cours interactif qui introduit pas à pas le thème « IoT Surveillance du climat ambiant ». Les étudiants développent en cours, de manière autonome, un feu de signalisation de CO₂. Ils utilisent le dispositif et s'en servent pour enregistrer la teneur en CO₂, la température et l'humidité ambiante. Ce faisant, ils apprennent à programmer un contrôleur à l'aide du langage de programmation graphique Ardublock et à traiter les données mesurées. Ces données sont ensuite utilisées pour évaluer la qualité de l'air qui est restituée par un code couleurs distinct, à l'aide d'une matrice RVB constituée de 54 LED pilotables individuellement, à la manière d'un feu de signalisation.

Au cours de l'étape suivante, une communication sans fil est établie entre deux appareils de surveillance du climat ambiant et les valeurs mesurées à partir de différents points de mesure sont ainsi utilisées pour évaluer l'air ambiant.

Enfin, une application IoT (Internet of Things) est mise en œuvre étape par étape sur cette base, afin de vous permettre d'accéder aux données de mesure depuis n'importe quel terminal pouvant être connecté à Internet.



Cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluations

COMPOSITION : Réf 604246

- 2 unités « IoT Surveillance du climat ambiant »
- 1 routeur WLAN pour une intégration aisée dans un réseau existant



① Version IMS



② Version IMU

Thèmes abordés

- Production intelligente contrôlée par ERP
- ERP gestion globale de la commande jusqu'à la livraison et la facturation
- Superviser et contrôler la production dans SCADA
- Configurer ses lignes de production dans le MES
- Statistiques de production dans ERP et Grafana (temps, énergie etc.)
- Intégration libre avec OPC UA

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'Industrie 4.0 décrit, entre autres, l'interaction intelligente de l'homme et de la technique. La production intègre des pièces intelligentes, des moyens de production et des étapes flexibles de création de valeurs. On réalise ainsi une production répartie avec une souplesse maximale à un prix minimal. Une usine intelligente comprend la communication entre le produit et l'installation de fabrication. Le produit renferme ses informations de fabrication dans une forme que pourra lire la machine, par ex. sur une puce RFID. Ces données déterminent alors le chemin du produit à travers l'installation et les différentes étapes de la fabrication.

Mini-chaîne de production de véhicules Industrie 4.0 avec ERP

Le système peut être utilisée pour la production entièrement automatique de maquette de véhicules constituée de deux parties, pouvant être illuminé en différentes couleurs.

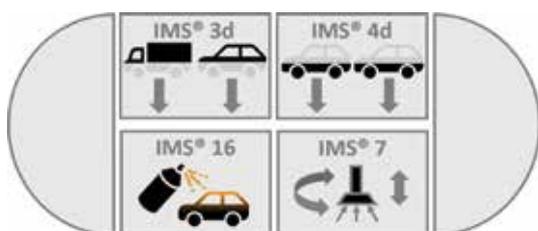
Deux types de carrosserie au choix.

Application IoT avec voitures connectée en Wi-Fi à l'ERP. Les fonctions peuvent être testées à distance et validées par l'opérateur.

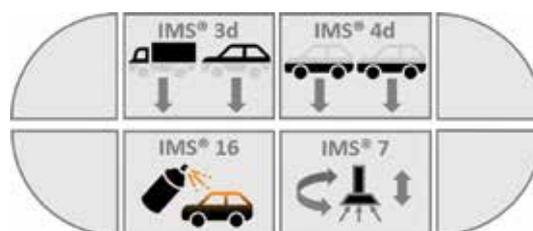
Les porte-pièces sont équipés de puces RFID et l'ERP connait le positionnement des porte pièce.

Le produit fini est retiré du processus de production et peut être préparé pour l'expédition.

Une interface de type Webshop permet de commander directement les véhicules souhaités.



1 - Chaîne de production Industrie 4.0 avec ERP (version IMS) Réf 604247



2 - Chaîne de production Industrie 4.0 avec ERP (version IMU) Réf 604261



Thèmes abordés

- Saisie en temps réel de l'état de la machine par analyse des vibrations
- Enregistrement des données de vibration et analyse du spectre de fréquences (FFT)
- Classification des images d'erreur et paramétrage de niveaux d'avertissement et d'alerte dans la surveillance d'état
- Étude de différentes images d'erreur :
 - Analyse d'erreurs d'alignement
 - Analyse de déséquilibres dans le système d'entraînement
 - Analyse de dommages des paliers
 - Analyse de dommages des engrenages

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La maintenance conditionnelle fournit en temps réel différents paramètres des entraînements. Il est ainsi possible d'obtenir des informations sur l'état actuel de l'entraînement ou de la machine. La maintenance conditionnelle permet ainsi une identification précise des erreurs, une action préventive, une optimisation des intervalles de maintenance et une réduction des durées d'immobilisation tout en assurant la fiabilité de la production.

- Analyse vibratoire complète avec FFT
- Simulation de charges industrielles
- Possibilité d'insérer des erreurs mécaniques côté moteur
 - Erreur sur le roulement / d'engrenage
 - Erreur de balourd modifiable / de désalignement
- Possibilité d'insérer des erreurs simulées côté charge industrielle
 - Programmation libre de l'erreur que vous souhaitez insérer
 - Erreurs pouvant évoluer dans le temps
 - Erreurs programmées pouvant naturellement se combiner aux erreurs mécaniques moteur
- Unité de mesure pour capteurs avec port TCP / Modbus
 - Pour un accès à distance aux valeurs
 - Pour pouvoir faire du big data avec les valeurs et des analyses complémentaires
- Cours interactif d'apprentissage complet avec animations, exercices, évaluation



COMPOSITION

- TP Simulation de charges industrielles et analyse vibratoire (réf 604248)



Thèmes abordés

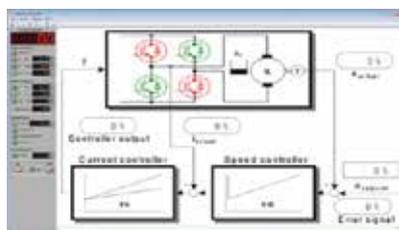
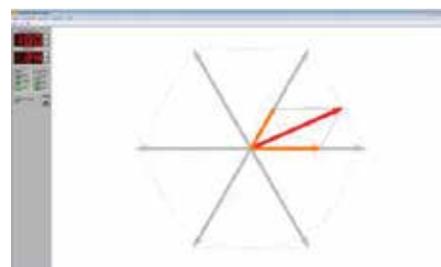
- Diodes, Thyristors, IGBT
- Commutation commandée par le réseau ou commutation automatique
- Convertisseurs de fréquence
- Commande de moteur AC, DC ou à aimant permanent BLDC
- Interface JTAG Matlab Simulink intégrée avec boîtier USB (option)

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un convertisseur de fréquence moderne transforme n'importe quel moteur standard triphasé en un entraînement à vitesse variable. La robustesse et la large diffusion du moteur standard triphasé ont largement contribué au succès de la technique d'entraînement électronique avec convertisseurs de fréquence.

Les convertisseurs de fréquence sont aujourd'hui utilisés dans un grand nombre d'applications comme, par exemple, les machines textiles, les machines d'emballage, les appareils de levage et même les machines à laver. Le système de formation permet d'étudier l'interaction entre l'électronique de puissance et le moteur et de se familiariser avec celle-ci.

En raison de la simplicité de leur structure de régulation, les entraînements avec convertisseurs et moteurs à courant continu fournissent une bonne entrée en matière dans le domaine des entraînements régulés. L'observation distincte de la régulation du courant et du régime permet une mise en service progressive et l'optimisation des paramètres de régulation. Le système de formation illustre de façon claire la fonction d'un système d'entraînement régulé.



Multiples instruments de commande et de visualisation LN intégrés

COMPOSITIONS

- TP EPE 41 Commande de moteurs asynchrone avec convertisseur didactique (réf 604249)
- TP EPE 42 Commande de moteurs BLDC avec convertisseur Didactique (réf 604262)
- TP EPE 42 Commande de moteurs DC avec convertisseur Didactique (réf 604263)



Thèmes abordés

1- Système de stabilisation de conduite ABS/ESP/ASR

- Simulation de diverses situations de conduite
- Visualisation de l'activation ABS / ASR / ESP
- Simulation de la nature de la chaussée (sec, humide, gelé)
- 4 roues entraînées séparément
- Simulation sous-virage ou survirage
- Mesure du signal capteur de vitesse des roues
- Mesure bus CAN capteur angle de braquage
- Diagnostic des systèmes ABS/ESP/ASR

2- Bus CAN en automobile

- Apprendre les différences entre le CAN Low Speed et le CAN High Speed
- Déterminer par l'expérience la vitesse de transmission des données (CAN Low Speed et CAN High Speed)
- Apprendre la structure de la trame d'un message CAN
- Éditer et émettre des messages CAN via PC
- Rechercher des erreurs

3- Bus LIN en automobile

- Topologie et composants d'un système de bus LIN en automobile
- Apprentissage du principe d'adressage du bus LIN
- Structure de la trame d'un message LIN
- Analyse et interprétation des messages LIN
- Édition et émission des messages LIN via PC
- Recherche des erreurs

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce système d'apprentissage vous offre une vue d'ensemble unique dans les différents systèmes et leurs processus de régulation de manière simple et visible à l'œil humain. Toutes les situations de conduites significatives peuvent être testées grâce à des paramètres de simulation réglables (comportement à la conduite, état de la chaussée, angle de braquage, vitesse, puissance de freinage).

Le cours multimédia fourni présente tous les contenus théoriques requis en les expliquant de façon simple et claire à l'aide de nombreuses vidéos et animations. La simulation d'erreurs intégrée et les différents tests des connaissances permettent de suivre les progrès de l'étudiant.

COMPOSITIONS

1- TP Système de stabilisation de conduite ABS/ESP/ASR (Réf 604264)

- Interface UniTrain
- Système de stabilisation de conduite ABS/ESP/ASR
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure

2- TP Bus CAN en automobile (Réf 604265)

- Interface UniTrain
- Module d'accueil des cartes électronique
- Cours BUS CAN en automobile
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure

3- TP Bus LIN en automobile (Réf 604266)

- Interface UniTrain
- Module d'accueil des cartes électronique
- Cours Bus LIN en automobile
- Accessoires de mesure, shunts et câbles de mesure

VÉHICULE ÉLECTRIQUE ET DIAGNOSTIC BATTERIES HT AVEC COURS INTERACTIF



①



②

Thèmes abordés

1- Véhicule électrique et hybride avec cours interactif

- Préparation à l'habilitation électrique sur VE/VH
- Intervention et diagnostic sur VE/VH
- Batteries dans les véhicules électriques et hybrides

2- Diagnostic batteries HT avec cours interactif

- Diagnostic des batteries haute tension
- Visualisation de l'état de charge des 16 modules li-ion (tension, température, etc.)
- Pré-conditionnement dans un état de charge souhaité par outil de diagnostic
- Utilisé pour la certification avancée pour les véhicules électriques et hybrides

PRINCIPES ET OBJECTIFS

1- Véhicule électrique et hybride avec cours interactif :

L'étudiant travaille directement sur un système HT réel qui, grâce à sa protection spéciale, n'exige toutefois aucune qualification préalable. Ce système de formation crée ainsi un environnement de travail sûr et permet de se concentrer sur son travail. L'étudiant apprend tous les contenus théoriques importants grâce au cours d'apprentissage interactif. Chaque chapitre théorique est accompagné de nombreux exercices pratiques et de questions de connaissances, de sorte que les compétences de diagnostic nécessaires sont également développées. Celles-ci sont particulièrement encouragées par le système de diagnostic intégré et les scénarios d'erreur spécialement sélectionnés. Seul ce système de formation offre la possibilité aux étudiants de réaliser diverses stratégies de diagnostic, y compris des mesures sur un système HT avec des tensions HT réelles, en respectant les exigences de sécurité les plus élevées.

2- Diagnostic batteries HT avec cours interactif :

La batterie HT est construite de telle manière qu'elle peut être démontée afin de remplacer des cellules et des capteurs individuels. De cette façon, la batterie HT est diagnostiquée et réparée d'une manière orientée vers l'action et la pratique.

Une attention particulière est accordée aux situations critiques pour le système qui peuvent survenir en cas de dysfonctionnement du véhicule hybride et électrique.

COMPOSITIONS

1- TP Cartrain Base des véhicules électriques et hybrides (réf 604251)

2- TP Cartrain Gestion, diagnostic et remise en état de batterie HT (réf 604267)



Thèmes abordés

- Fabrication à partir de fichiers standards au format GERBER
- Passage du prototypage à la production
- Têtes magnétiques interchangeables en un clic
- Portabilité
- Plateforme chauffante pour le traitement de l'encre conductrice et la fusion de la pâte à braser
- Nombreuses encres pour optimiser les résultats à obtenir

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'imprimante Voltera V-One permet de réaliser des circuits imprimés suivant un fichier spécifique. Très utile dans un FabLab pour développer ses propres cartes électroniques. Pour réaliser vos circuits en simple ou double couches, vous pouvez utiliser n'importe quel support : souple, dur, fin, épais, ...

L'alignement et la compensation en hauteur sont gérés automatiquement. Après, il sera possible de percer et éventuellement d'installer des rivets. La V-One est donc l'outil ultime de création de circuits imprimés pour votre FabLab et plus encore. Avec cet appareil, fini les produits chimiques et les graveuses de circuits.



Les différentes étapes de fabrication avec l'imprimante V-One

01

CALIBRAGE

Avant le perçage et l'impression de l'encre, il est nécessaire de réaliser une topographie de surface.

Un outil de palpage avec un algorithme précis vient scruter la surface du support, afin d'obtenir une impression très précise.



02

PERÇAGE

À partir d'un fichier gerber Drill, les trous sont réalisés avec la tête de perçage de haute précision.



03

IMPRESSIION

L'impression est réalisée avec une tête de distribution interchangeable utilisée pour déposer de l'encre conductrice ou de la pâte à braser sur votre carte.



04

TRAITEMENT ET CUISSON DE L'ENCRE CONDUCTRICE

La machine est équipée d'un élément chauffant de 550 W pour la cuisson de l'encre conductrice et de la pâte à braser.



05

POSE DE RIVETS CONDUCTEURS

Lors de la conception de circuit double face, après l'impression et la cuisson des 2 faces des pistes conductrices, il est nécessaire de relier les faces par des rivets.



06

6- POSE DE PÂTE À BRASER

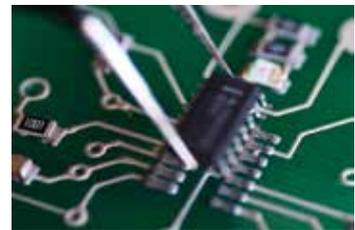
La pose de la pâte à braser est réalisée avec la tête de distribution. Pas besoin de réaliser des pochoirs coûteux à chaque prototype



07

7- POSE DES COMPOSANTS CMS

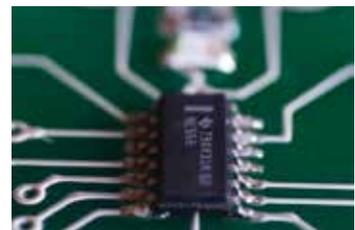
La pose des composants CMS, se fait à l'aide d'une pince brucelle. La pose manuelle reste très simple étant donné la taille des circuits à concevoir.



08

8- FUSION DES COMPOSANTS CMS

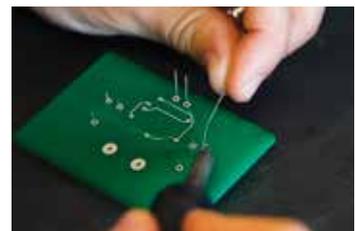
La fusion de la pâte à braser achève la réalisation du circuit imprimé. Le temps de fusion très rapide (5 minutes) n'altère pas les caractéristiques des composants.



09

9- MONTAGE DES COMPOSANTS TRAVERSANTS

La soudure spécifique livrée avec la machine est optimisée pour l'encre conductrice.

**COMPOSITION**

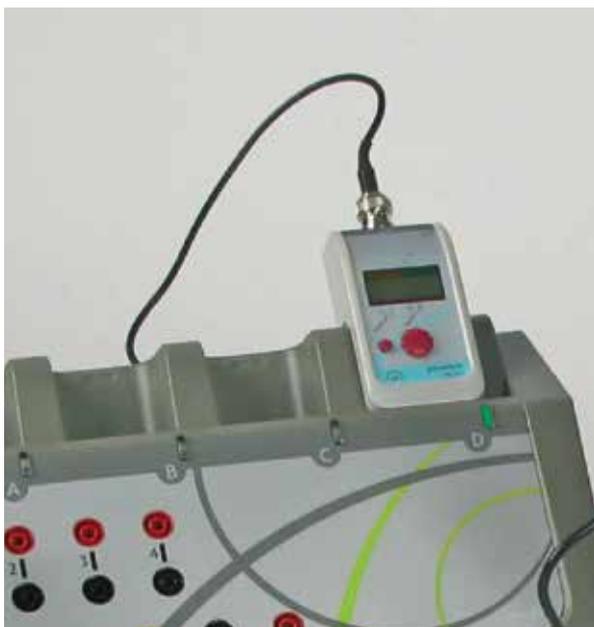
- Voltera V-ONE + starter kit + tête de perçage (Ref 452203)

CHIMIE

La chimie est un domaine fascinant de la science qui étudie la composition, la structure, les propriétés et les réactions de la matière.

La chimie, qui joue un rôle clé dans notre vie quotidienne et dans de nombreux secteurs industriels, est un domaine riche et varié. Ce chapitre vise à vous fournir une compréhension approfondie des principes fondamentaux de la chimie, à travers **une série de travaux pratiques conçus par les sociétés Jeulin, Phywe et Originalys.**

Au cours de ce chapitre, vous serez amenés à étudier des techniques telles que **le dosage pHmétrique, le dosage conductimétrique, la loi de Beer-Lambert, la colorimétrie par ExAO, l'influence de la pression osmotique sur la concentration, les principes de base de la Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) et de la potentiométrie Ferro cyanure.** Ces techniques sont non seulement essentielles en chimie, mais aussi largement utilisées dans de nombreux domaines d'application.



Capteur pH



Exemple de Montage

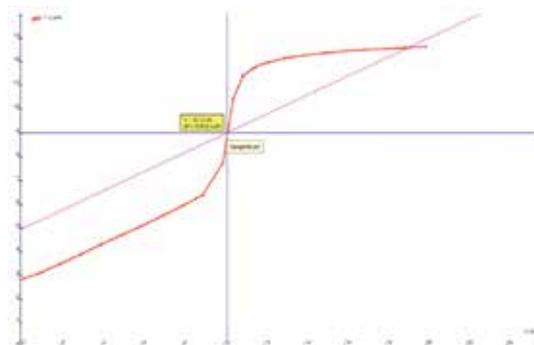
Thèmes abordés

- Dosage par titrage
- Méthode des tangentes
- Triacide
- Méthode de la dérivée
- Equivalence

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le protocole se base sur une série de mesures permettant d'obtenir pour différents volumes d'hydroxyde de sodium versés (V_b), les valeurs de pH correspondantes.

Dans un premier temps, il est nécessaire d'établir un protocole expérimental pour répondre à la problématique. Après avoir déterminé la masse d'acide citrique nécessaire pour réaliser la recette, les élèves effectuent le titrage pH-métrique de 5 mL d'un jus de citron afin de déterminer la masse d'acide citrique contenu dans un citron. Après l'acquisition des données et l'analyse, le traitement s'effectue à l'aide du logiciel Atelier Scientifique.



Courbe de dosage par titrage

COMPOSITION : Réf 250032

- Interface Foxy (réf 485000)
- Logiciel Atelier Scientifique (réf 000110)
- Capteur pH avec sonde (réf 482203 et 703408)
- Burette graduée de 25 mL (réf 713318)
- Potence et pince (réf 701292 et 703367)
- Bécher forme haute de 250 mL (réf 713196)
- Eprouvette graduée de 100 mL (réf 713249)
- Pipette jaugée de 5 mL (réf 713286)
- Poire à pipeter (réf 703664)
- Agitateur magnétique avec turbulent (réf 701399)
- Bécher de 100 mL (réf 713119) x4
- Papier joseph (réf 724076)



Montage

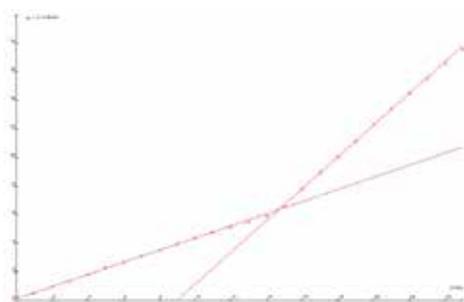
Thèmes abordés

- Dosage par titrage
- Equivalence

- Loi de Kohlrausch

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le protocole se base sur une série de mesures permettant d'obtenir pour différents volumes d'acide chlorhydrique (V_a), les valeurs de conductivité. Dans un premier temps, il est nécessaire d'établir un protocole expérimental pour répondre à la problématique. Les élèves réalisent le titrage conductimétrique afin de déterminer la concentration en quantité de matière d'ammoniac de la solution à disposition et vérifient si la courbe obtenue est cohérente avec la loi de Kohlrausch. Ils déterminent la concentration en quantité de matière d'ammoniac de la solution commerciale et vérifient que les concentrations en quantité de matière concordent. Après l'acquisition des données et l'analyse, le traitement s'effectue à l'aide du logiciel Atelier Scientifique.



Courbe de titrage conductimétrique

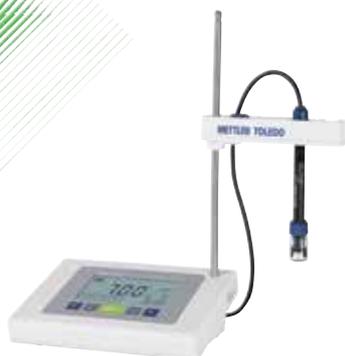


COMPOSITION : Réf 250033

- Interface Foxy (réf 485000)
- Logiciel Atelier Scientifique (réf 000110)
- Capteur conductimètre avec électrode (réf 482056)
- Burette graduée de 25 mL (réf 713318)
- Potence et pince (réf 701292 et 703367)
- Bêcher forme haute de 250 mL (réf 713196)
- Pipette jaugée de 20,0 mL (réf 713576)
- Poire à pipeter (réf 703664)
- Agitateur magnétique avec turbulent (réf 701399)
- Bêcher de 100 mL (réf 713119) x4
- Papier joseph (réf 703083)
- Eprouvette graduée de 100 mL (réf 713249)

METTLER TOLEDO

JEULIN vous propose une large gamme d'appareils de mesure électrochimique du fabricant METTLER-TOLEDO.



pH-mètre de paillasse FiveEasy F20 version Éducation



Conductimètre de paillasse FiveEasy F20 version Éducation

SECOMAM
GROUPE AQUALABO

Le spécialiste français en spectrophotométrie.



Spectrophotomètre Visible Prim'Light



Spectrophotomètre Visible UviLine 9300

JENWAY

JEULIN, vous propose une sélection de spectrophotomètres du fabricant JENWAY.



Spectrophotomètre UV-Visible 7205



Spectrophotomètres UV-Visible 7305 & 7315



Thèmes abordés

En Chimie :

- Dosage par étalonnage, Loi Bee Lambert.

En SVT :

- Détermination de l'activité spécifique d'une enzyme.

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce colorimètre permet de réaliser les mesures et les dosages en transmission (0 à 100%) ou en absorbance.

Il peut être exploité en appareil de mesure ou connecté à une interface Ex.A.O. par la sortie analogique intégrée.

Cet appareil est doté d'un large écran graphique (, cm) et d'une molette de sélection unique.

Les informations sont bien visibles et les fonctionnalités sont facilement accessibles : choix des longueurs d'onde, zéro automatique (blanc) en début de manipulation, passage Transmittance / Absorbance.

Le porte-échantillon accepte des cuves section carrée 10 x 10 mm ou des tubes à essais Ø 14 mm (non fournis).

Les 7 LED assurent une couverture spectrale élargie et une excellente précision.



COMPOSITION : Réf. 701648

- Nouvelle technologie LED d'une excellente précision
- 7 longueurs d'onde à sélectionner
- Utilisable en appareil de mesure autonome ou en Ex.A.O.

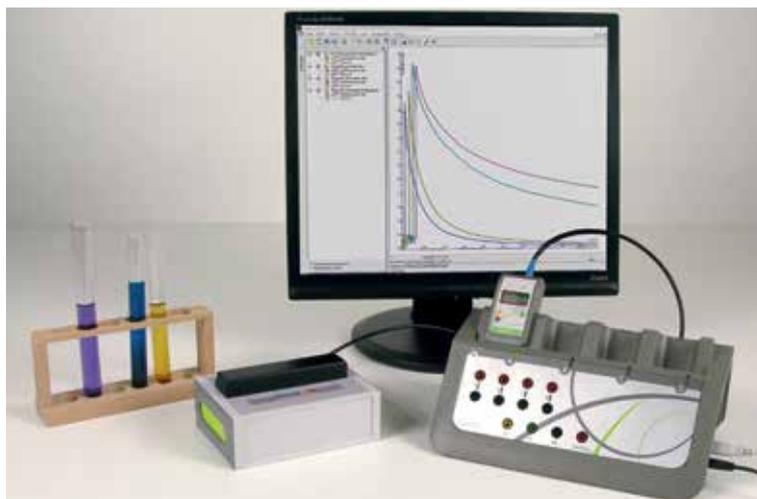
Nombre de longueurs d'onde : 7

Longueur d'onde : 470, 525, 570, 590, 605, 626, 660 nm.

Porte échantillon : Cuves 10 x 10 mm ou de tubes à essais Ø 14 mm

Sortie analogique : Oui

Technologie : LED



Thèmes abordés

- Expérience de Beer-Lambert
- Cinétique de réactions
- Dosages en transmittance ou en Absorbance
- Application à la SVT : enzymologie

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Toute solution colorée absorbe plus ou moins les radiations lumineuses du spectre du visible. L'absorption d'une radiation lumineuse par une entité chimique (atome, molécule ou ion) dépend en particulier de la longueur d'onde λ de la radiation.

Lorsqu'un faisceau de lumière traverse la solution, l'intensité lumineuse du faisceau transmis I est inférieure à celle du faisceau incident I_0 . La solution absorbe une partie de l'intensité lumineuse reçue. Le colorimètre compare les intensités des faisceaux incident et transmis par calcul de la grandeur appelée absorbance A .

Le capteur colorimètre ExAO est composé de plusieurs sources LED pilotables individuellement.

Toutes les combinaisons de longueurs d'ondes sont possibles : vous pouvez effectuer une mesure unique ou multiple (entre 415 et 655 nm).

De nombreuses expériences sont réalisables dans des conditions reproductibles ET en automatisant l'acquisition, cela représente un gain de temps important.

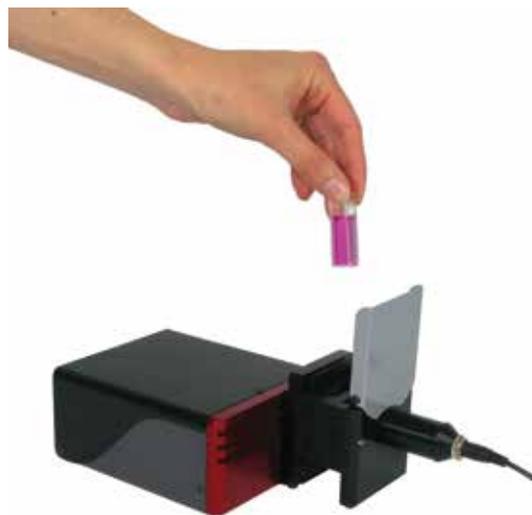


COMPOSITION : Réf 488073

- 1 Console ExAO Foxy (réf 485000)
- 1 Logiciel A.S. Sup (réf 000131)
- 1 Colorimètre (réf 482087)
- 2 Burettes graduées 25 mL (réf 723364)
- 1 Support pour burettes (réf 701972)
- 6 Tubes à essais (réf 713059)
- 6 Bouchons n°1 (réf 703500)
- 1 Portoir pour tubes à essais (réf 701567)
- 6 Bêchers 100 mL (réf 713119)
- 8 Cuves transparentes pour colorimètre (réf 701449)
- 1 Pipette plastique (réf 724190)
- 4 Seringues 1 ml (réf 723077)
- 4 Seringues 5 ml (réf 723079)



Gamme étalon



Montage

Thèmes abordés

- Dosage par comparaison
- Echelle de teintes

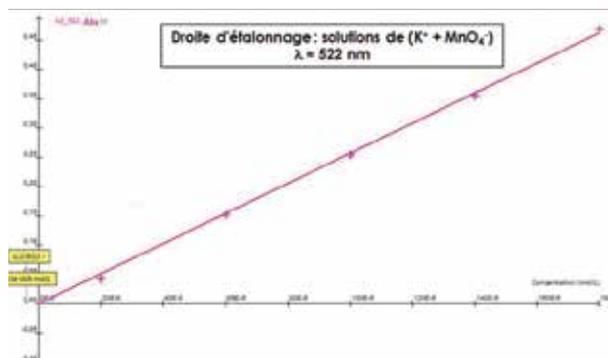
- Dosage spectrophotométrique
- Absorbance et spectre d'absorption

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le protocole utilise dans un premier temps une échelle de teintes pour donner un encadrement portant sur la valeur de la concentration d'une solution contenant une seule espèce chimique colorée dissoute.

Dans un second temps, il utilise un spectrophotomètre et s'appuie sur la loi de Beer-Lambert $A = k \times c$ pour déterminer une valeur précise de la concentration de l'une des espèces chimiques colorées dissoutes dans la solution étudiée.

Le protocole pourra également s'appuyer sur l'étude du spectre d'absorbance $A = f(\lambda)$ pour identifier la nature des espèces chimiques colorées dissoutes en solution.



Courbe de dosage spectrophotométrique

COMPOSITION : Réf 250034

- Spectrophotomètre (réf 204603)
- Logiciel inclus
- 2 Burettes 25 ml sur support (réf 713318)
- Tubes à essais sur support (réf 701568)
- Bouchons n°1 (réf 703500)

- Bêchers 100 mL (réf 713119) x2
- Cuves pour spectrophotomètre (réf 701119)
- 1,0 L de solution mère de permanganate de potassium (réf 104050)
- 1 pissette d'eau distillée (réf 107625 et 723186)



Montage

Thèmes abordés

- Cinétique chimique
- Suivi de réaction par spectrophotométrie
- Dosage spectrophotométrique
- Absorbance et spectre d'absorption

PRINCIPES ET OBJECTIFS

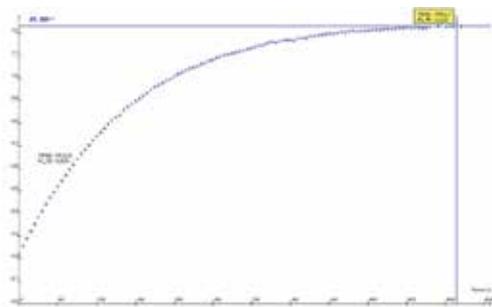
L'ion peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$ est un puissant oxydant. Il réagit notamment avec les ions iodure I^- selon la réaction d'oxydoréduction suivante : $S_2O_8^{2-} + 2 I^- = I_2 + 2 SO_4^{2-}$

Comment peut-on suivre l'évolution temporelle de cette transformation chimique lente à température ambiante ? Les élèves suivent en direct l'évolution temporelle de cette transformation chimique en utilisant une méthode physique non destructive (spectrophotométrie).

Ils exploitent cette courbe et tracent le spectre $A = f(\lambda)$ pour la solution mère de diiode afin de déterminer la longueur d'onde à laquelle travailler.

Pour λ fixée, ils tracent la droite d'étalonnage $A = f([I_2])$ pour différentes solutions de diiode de concentrations connues.

Pour λ fixée, ils tracent et exploitent la courbe $A = f(t)$ permettant de suivre la cinétique de la réaction entre $S_2O_8^{2-}$ et I^- .



Courbe de dosage spectrophotométrique



Gamme étalon

COMPOSITION : Réf 250035

- Spectrophotomètre (réf 204603)
- Logiciel inclus
- Burettes graduées 25 mL (sur support) (réf 713318 x 2, réf 701292 x 2, réf 703367 x 2)
- Tubes à essais (sur support) (réf 181011 + réf 701568)
- Bouchons n°1 (réf 703500)
- Bécher 100 mL (réf 713119 x2)
- Cuve transparente pour spectrophotomètre (réf 701119)
- Pipette plastique (réf 723157)
- Chronomètre (réf 351037)
- Pipette jaugée 5 ml (réf 713046)
- Pipette jaugée 10 ml (réf 713047)
- Poire à pipeter (réf 703664)



NANALYSIS existe depuis 2009. L'entreprise développe et fabrique des Spectromètres RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) pour la marché de l'instrumentation de laboratoire. JEULIN, vous propose plusieurs modèles en 60 MHz et 100 MHz.



Spectromètre NMReady 60 simple canal 60 MHz



Spectromètre Nanalysis-100 e 60 simple canal 100 MHz



Spectromètre NMReady 60 PRO bicanal 60 MHz



Spectromètre Nanalysis-100PRO multicanal 100 MHz



JASCO est un fabricant de matériels de laboratoire Spectrophotomètres UV/Visible, FT/IR, NIR, Fluorescence, Polarimétrie avec plus de 50 ans d'expériences et d'innovations au service de l'Enseignement et de la Recherche.

Depuis 1996, JASCO apporte la meilleure solution à vos attentes analytiques.

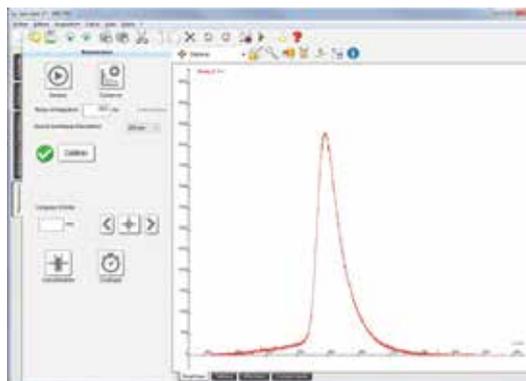


Spectromètre FT/IR-4XLE



Spectrofluorimètre FP-8250

FLUORESCENCE AVEC LE SPECTROPHOTOMÈTRE USB/BLUETOOTH JEULIN



Logiciel - Fluorescence

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce spectrophotomètre USB/Bluetooth a été développé pour réaliser des mesures :

En physique :

- Réalisation et analyses de spectres d'émission de sources lumineuses internes ou externes (à l'aide de l'accessoire fibre optique).
- Découverte des notions d'absorbance/transmittance et de couleurs complémentaires grâce à l'emplacement pour des filtres colorés.

En chimie :

- Mesures de l'absorbance et de la transmittance de solutions
- Mesures en fonction de la concentration ou en fonction du temps
- Mesures et analyses de spectres d'émission de solutions lumineuses non soumises à une longueur d'onde d'excitation (chimiluminescence) grâce à l'extinction possible de la source lumineuse intégrée.

En SVT :

- Mesures et analyses de spectres d'émission de composés fluorescents soumis à une longueur d'onde d'excitation (chlorophylle).

Mode de mesure :	Transmittance
	Absorbance
	Fluorescence / Chimiluminescence
Résolution :	2 - 3 nm
Echantillons :	Cuve ou tube 10x10mm
	Diapositive 50x50mm
Bande spectrale :	360 - 1000 nm
Sources lumineuses :	LED blanche + couleurs sélectionnables (via logiciel)
	LED d'excitation latérales 395-415 nm et 500-540 nm
Connexions :	USB
	Bluetooth
Connexions :	Intégré (mode USB) - Plug & Play

COMPOSITION :

Spectrophotomètre seul (Réf 705414) :

- Spectrophotomètre
- Cache cuve/filtre
- Cordon USB
- Bloc secteur

Spectrophotomètre + fibre optique (Réf 705432) :

- Spectrophotomètre
- Cache cuve/filtre
- Cordon USB
- Bloc secteur
- Fibre optique sur support



HEIDOLPH est un des premiers constructeurs de matériel de laboratoire à la qualité haut de gamme.



Évaporateur rotatif



Agitateur magnétique chauffant



Un des premiers fabricants mondiaux dans le secteur des additifs et instruments de mesure.



Viscosimètre



Spectrocolorimètre



Cartes de contraste



JEULIN, vous propose une large gamme de produits de laboratoire et d'appareils de mesure chimique du fabricant DLAB.



Multiparamètre portable



Agitateur magnétique chauffant



Micro centrifugeuse

INFLUENCE DE LA PRESSION OSMOTIQUE SUR LA CONCENTRATION



Thèmes abordés

- Osmose
- Pression osmotique
- Concentration

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Dans cette structure à sept chambres, la dépendance de la pression osmotique sur la concentration de la solution utilisée peut être démontrée très clairement. Les deuxième, quatrième et sixième chambres sont remplies respectivement d'une solution de sucre à 5%, 10% et 15% et les autres segments sont remplis d'eau. Un film de cellophane est étiré entre les différents segments en tant que membrane semi-perméable. La dépendance du processus osmotique par rapport aux concentrations utilisées peut être facilement déterminée par les changements dans les colonnes liquides des capillaires.

Les deux principaux objectifs expérimentaux sont :

- D'étudier les processus osmotiques à l'aide d'un modèle simple.
- De déterminer la dépendance de la pression osmotique sur la concentration des molécules dissoutes

COMMENTAIRES

Détermination quantitative de différents procédés d'osmose. Plusieurs points de mesure permettent une analyse détaillée. Tests échelonnables : le nombre de points de mesure peut être modifié à volonté.

COMPOSITION : Réf 322166

- Support à filtration pour 2 entonnoirs
- Tige-support acier inoxydable 600 mm, Ø 10 mm / Tige en scier inox, l = 750 mm, d = 12 mm
- Chambre osmose / électrochimie
- Chambre supplémentaire pour Osmose / électrochimie
- Tube capillaire, d 1,7mm, l 450mm / Support tube en verre avec pince
- Echelle graduée 350 mm / Noix double

- Becher boro3.3 250ml forme haute / Baguette boro 3,3 , d=7mm, l=300mm
- Cuillère à spatule en acier spécial, l =150 mm
- Pissette 500 ml, plastique / Entonnoir, diam 50 mm
- Paire de ciseaux, 180mm / Papier cellophane 300 X 200 mm
- Balance de précision, Sartorius, 620 g : 1 mg
- Hydrate de sulfate de cuivre 250 g / Eau distillée 5 L / Glucose 250 g



Thèmes abordés

- Synthèse d'une fibre synthétique
- Polymérisation par étapes

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Un film de nylon est formé à l'interface de deux liquides non miscibles. Lorsqu'on tire ce film hors du cristalliseur dans lequel il s'est formé afin d'obtenir un filament, ce film est immédiatement et régulièrement reconstitué. On génère ainsi un brin de nylon jusqu'à épuisement de l'une des deux solutions.

COMPOSITION : Réf 102022

- 10 ampoules phase organique
- 10 ampoules phase aqueuse

- 1 notice détaillée fournie et téléchargeable

SYNTHÈSE DE PIGMENTS



Thèmes abordés

- Synthèse de 4 pigments différents
- Réaliser un montage à reflux
- Réaliser un montage à filtration (par gravité ou sous vide)

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce kit permet de réaliser les synthèses de 4 pigments d'origine minérale. C'est alors l'occasion de revenir sur les méthodes ancestrales de peintures en synthétisant les pigments utilisés autrefois. Grâce aux réactifs pré-dosés conditionnés dans des formats d'emballages prévus pour une distribution par paillasse, la préparation de ces quatre synthèses est allégée.

COMPOSITION : Réf 106440

- Kit synthèse de pigments
- 2 béchers 100 mL
- 5 erlenmeyers de 100 mL
- 1 Eprouvette de 100 mL
- 4 Entonnoir plastique
- 4 Papier filtre
- 2 Feuille de papier absorbant

- Acide paratoluène sulfonique 2 mL/ 0,2g
- 200 mL eau déminéralisée
- 1 Paire de gants de protection en vinyle ou latex
- 1 Paire de lunettes de sécurité
- 1 Pince bois
- 1 Système permettant un reflux
- 1 Système de chauffage



**RESPECTEZ-VOUS LES RÈGLEMENTATIONS RELATIVES
AU STOCKAGE DES PRODUITS DANGEREUX ?**



LES EXPERTS JEULIN SONT LÀ POUR VOUS AIDER !



asecos[®]

Jeulin et asecos, partenaires d'excellence, offrent une solution complète pour le stockage sûr des produits dangereux.

En tant qu'expert et leader mondial en stockage de produits chimiques, asecos propose une gamme étendue d'armoires de sécurité certifiées, conformes aux normes NF EN 14470-1 /-2 et DIN EN 16121/16122.

Nous assurons un stockage idéal pour une manipulation sûre des produits dangereux grâce à nos services de conseil technique, d'installation et de formation.



erlab
Vous pouvez respirer.



Le laboratoire de Recherche et Développement Erlab

Erlab est un expert pour la sécurité des personnels qui travaillent en laboratoire dans le domaine de la chimie ou de la biologie. Erlab développe, depuis ses origines, les technologies de filtration les plus avancées et les équipements les plus fiables, pour leur assurer à la fois la plus grande sécurité et un confort de travail exceptionnel.

La collaboration entre Jeulin et Erlab dure depuis de longues années. Ainsi nous vous assurons une protection maximale lors de manipulations chimiques ou de rangements de produits chimiques dans le secteur académique.



Thèmes abordés

- Principes de base de la résonance magnétique Nucléaire

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Les principes fondamentaux du phénomène de résonance magnétique nucléaire (RMN) sont explorés. Les expériences sont réalisées à l'aide d'un dispositif MRT didactisé permettant l'étude de petits échantillons. Le pilotage se fait au moyen du logiciel fourni. Les investigations comprennent le réglage de la fréquence du système à la fréquence de Larmor, la détermination de l'angle de basculement du vecteur d'aimantation (angle de nutation), l'influence de la quantité de substance et des inhomogénéités particulières du champ magnétique, la mesure d'un signal d'écho de spin et une procédure de moyennisation pour optimiser le rapport signal sur bruit. Le réglage de tous ces paramètres est indispensable pour obtenir une image RM exploitable.

- 1 Réglage de la fréquence du système à la fréquence de Larmor.
- 2 Réglage de la durée de l'impulsion HF (Haute Fréquence) pour déterminer l'angle de basculement du vecteur d'aimantation (angle de nutation).
- 3 Influence de la quantité de substances sur l'amplitude du signal de l'introduction libre (FID= Free Induction Decay).
- 4 Corriger les défauts d'inhomogénéité du champ magnétique superposé (shim).
- 5 Retrouver un signal d'induction libre (FID) relaxé par écho de spin avec une impulsion de rephasage à 180° .
- 6 Optimiser le rapport signal / bruit du signal d'induction libre (FID).

COMMENTAIRES

Cet appareil est recommandé pour former les utilisateurs aux principes de base de la résonance magnétique nucléaire.

COMPOSITION : Réf 705765

Appareil d'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM) avec logiciel et manuel



Thèmes abordés

- Système oxydant-réducteur
- Courbe Intensité-potentiel
- Domaine d'inertie électrochimique du solvant
- Surtensions – Étude d'un système rapide.

PRINCIPES ET OBJECTIFS

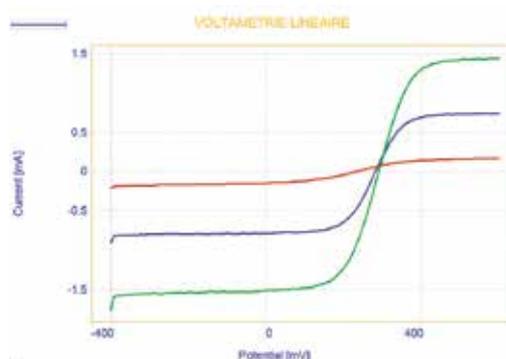
Le but de ce TP est de tracer les courbes intensité-potentiel ($i-f$) des trois solutions A, B et C et d'étudier les paramètres qui influencent un système électrochimique.

COMMENTAIRES

Ce pack Enseignement proposé est utilisé par le professeur en cours, travaux pratiques ou en travail d'initiative personnelle encadrée (TIPE).

Il permet d'illustrer les notions des programmes de PC, PC*, MP, PSI, PT et TPC.

- Des courbes de voltammétries linéaires en quelques minutes.
- Observation des vagues successives d'oxydoréduction.
- Mise en évidence de systèmes lents et rapides.
- Observation du palier de diffusion et de l'influence de l'agitation.
- Étude du domaine d'inertie électrochimique, d'accumulateurs.
- Aller plus loin en TIPE avec des études de corrosion.



COMPOSITION : Réf 702853

- 1 Potentiostat Galvanostat Impédancemètre OGS080 Originalys
- 1 électrode à disque tournant – EDT/RDE
- 1 électrode de Voltammétrie Fil de platine longueur 120 mm à rodage

- 1 électrode de référence Ag/AgCl pour les applications de voltammétrie
- 1 pont électrolytique
- 1 logiciel OrigaMaster

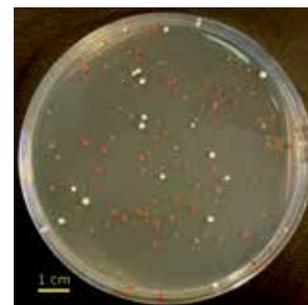
& SCIENCES DE LA VIE DE LA TERRE

Les Sciences et Vie de la Terre (SVT) étudient les organismes vivants, leur évolution, leur fonctionnement et leurs interactions avec l'environnement.

Elles jouent un rôle crucial dans notre compréhension du monde vivant et de notre planète et qui sont en constante évolution. Ce chapitre vise à vous fournir une compréhension approfondie des principes fondamentaux des Sciences et Vie de la Terre, à travers une série de travaux pratiques conçus par la société Jeulin, un leader dans la fourniture de solutions pédagogiques.

Au cours de ce chapitre, vous serez amenés à étudier des techniques et des phénomènes tels que **la PCR, la génétique, l'influence de l'irradiation par les ultraviolets sur les levures, la détection d'OGM "naturels", l'activité enzymatique de la glucose oxydase, le réflexe myotatique, la respiration et fermentation de levure, le climat et le cycle du carbone, et le flux hydrique chez le végétal...** Ces sujets sont non seulement fascinants, mais aussi d'une grande pertinence pour les défis environnementaux et de santé actuels et futurs.

MESURER L'EFFET DES UV SUR LE GÉNOME DE LA LEVURE *S. CEREVISIAE* ADE 2



Thèmes abordés

- Mesurer l'influence de l'action des UV sur l'ADN génomique (agent mutagène)
- Appréhender la notion de mutation de l'ADN et ses effets létaux et non létaux
- Apprendre à travailler en condition stérile en microbiologie

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Chaque groupe dispose de 5 boîtes de Pétri pour suivre la croissance de la levure *S. cerevisiae* ADE 2.

4 boîtes seront exposées à des niveaux différents et croissants d'exposition aux UV, la 5e non exposée étant le témoin. Les résultats sont visibles après 5 jours d'incubation à 37°C.

L'action des UV est observable à 2 niveaux : au niveau du phénotype (mutations non létales), la couleur des colonies redevenant crème au lieu de rouge, et au niveau des mutations létales, quantifiables par suivi du taux de mortalité des colonies / témoin.

L'expérience dure 2 séances de 50 min. Les réactifs sont livrés pour 18 binômes.



Enceinte UV réf. 701435
Lampe UV (tubes UV 254 et 365 nm) + enceinte de protection. Idéal pour ce TP

COMMENTAIRES

Ce kit est idéal pour apprendre à travailler en condition stérile dans un laboratoire de microbiologie. Les élèves en début de cursus supérieur pourront manipuler des levures sans danger et visualiser grâce à la couleur le lien entre le génotype et le phénotype. Commander 2 semaines avant la date de réception souhaitée. Les livraisons se font exclusivement le mardi et mercredi avant 13h00.

COMPOSITION : Réf 118029

Ce kit contient une boîte souche de *S. cerevisiae* ADE 2 pour repiquage, 90 boîtes de Pétri 90 mm avec le milieu de culture YPG pré coulé dans les boîtes. 20 inoculateurs, 20 tubes 5 ml, 40 pipettes Pasteur, 40 râpeaux.

2 autres formats de kits mutagénèse existent :

- Réf 117087 : Le milieu de culture est prêt à être coulé dans les boîtes.
- Réf 117088 : Le milieu de culture est à préparer (format déshydraté) puis à couler dans les boîtes.

THERMOCYCLEUR 16 PUIITS



Le thermocycleur le plus vendu dans les lycées en France !

- Véritable appareil de laboratoire performant et didactique
- Logiciel intuitif pour le suivi en temps réel de l'amplification
- Pilotage écran, PC ou tablette

Jeulin a conçu un thermocycleur qui est à la fois un outil didactique et un véritable appareil de laboratoire. Performance, simplicité d'utilisation, rapidité, robustesse et sécurité, tout a été pensé pour rendre accessible l'amplification génique par PCR.

3 modes de pilotage

À partir de l'écran d'affichage, du PC ou tablette, il s'adapte à la configuration de votre classe. Modifier, créer, supprimer, la programmation est simplifiée et personnalisable à l'infini.

De 5°C à 100 °C en quelques secondes !

Les durées d'amplifications sont courtes (25 à 70 min suivant les TP) car le thermocycleur bénéficie d'un **module à effet Peltier** identique aux thermocycleurs professionnels. Il dispose également d'un mode de conservation des échantillons à 4°C à la fin de l'amplification.

Sécurisé

La conception Jeulin est la garantie du respect des normes sécurité thermique et électrique européennes (CE).

Modèles	Thermocycleur Jeulin
Nombres d'échantillon	16
Volume de l'échantillon	0,2 mL
Echelle de température	1 à 99°C
Vitesse de chauffage	3°C/s
Nombre max de programmes personnalisables	illimités
Référence	591110

DOSSIERS D'EXPÉRIENCES ET VIDÉOS PÉDAGOGIQUES



LOGICIEL PCR INCLUS GRATUITEMENT



- Suivi des cycles en temps réel (avancement, cycles, durée)
- Compteur du nombre de copies théoriques
- Animation synchronisée au déroulement des cycles



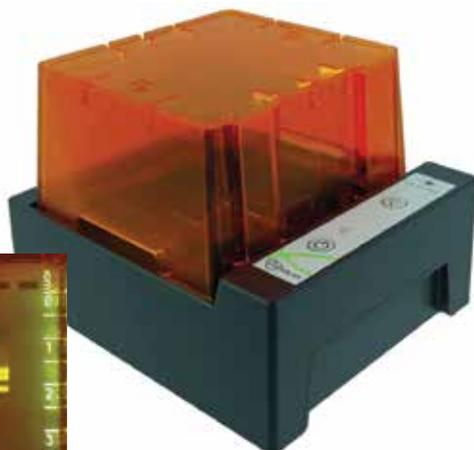
Des guides complets et pratiques traitant les aspects organisationnels et pédagogiques, pour la réalisation des TP avec le thermocycleur didactique.

1 SYSTÈME D'ÉLECTROPHORÈSE PHOREASY®

phorEasy



Réf. 708150



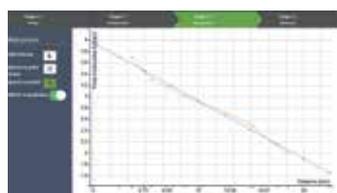
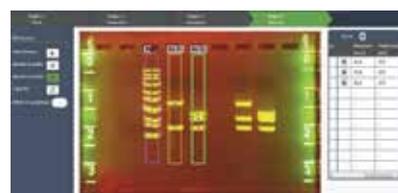
- Système d'électrophorèse et transilluminateur compact tout-en-un
- Visualisez en temps réel des électrophorèses en haute résolution
- Vision 360°
- Plus d'économie et moins de déchet
- Migration en moins de 15 minutes

Composition :

Embase avec transilluminateur intégré, couvercle filtre, électrodes graphites, support de coulage un gel, peigne 6 ou 9 puits, support de lecture de gel, alimentation 48 V, le tout rangé dans une mallette.

2 LOGICIEL EN LIGNE GRATUIT

Notre logiciel vous permet de mesurer avec précision la taille des fragments d'ADN sur votre gel. Prenez une photo avec votre smartphone à la fin de la migration, transférez là dans le logiciel et suivez les étapes jusqu'au compte rendu.



- Résultats obtenus en 4 étapes
- Détermination précise de la taille des fragments d'ADN
- Utilisation simple et intuitive
- Compte rendu automatique

Découvrir l'univers de la PCR en classe



Thermocycleur, kits...



www.platfornenum.jeulin.fr

Ressources à disposition sur la plateforme numérique Jeulin

3 ACCESSOIRES ET CONSOMMABLES

Désignation	Réf.
Adaptateur vision fluorescence	708249
Système de coulage phorEasy	708250
Gel Agarose EasyGreen™ 1% précoulés	117270
Gel Agarose EasyGreen™ 2% précoulés	117271
Gel Agarose EasyGreen™ 1% précoulés + TAE 10X	117273
Gel Agarose EasyGreen™ 2% précoulés + TAE 10X	117274



Tout est pensé pour la pratique

NOS KITS PCR ET ADN



Sécurisés, pratiques et adaptés à la durée d'une séance de TP en classe, nos kits didactiques sont développés pour être au plus près du réel et des expériences scientifiques réalisées en laboratoire.



RÉALISEZ UNE VÉRITABLE PCR !

Nous vous fournissons le matériel biologie accompagné d'une notice, fiche paillasse et d'un dossier d'expérience détaillé.



PCR Express - Principe de réplication de l'ADN

Réf. 117119



PCR
Levure transformée GFP

Réf. 117263

PCR
Détection d'OGM naturels

Réf. 117262

PCR
Détection d'un virus bactériophage T4

Réf. 117236

PCR
Séquence ALU locus PV92

Réf. 117138

PCR
Sensibilité au PTC

Réf. 117139

PCR
Détection d'une résistance aux antibiotiques

Réf. 117136

PCR
Transfert de gènes chloroplastiques

Réf. 117149

PCR
Amplification d'un gène ancestral du cytosquelette

Réf. 117140

PCR
A la recherche du gène AMEL chez les oiseaux

Réf. 117141

PCR
Variation du gène de l'amélogénine

Réf. 117137

ADN
Allèle RhD Neandertal et Homo sapiens

Réf. 117259

ADN
Diabète type 2 par CRISPR CAS9

Réf. 117260

ADN
Empreinte génétique VNTR

Réf. 117261

ADN
Microbiote de l'abeille

Réf. 117228

ADN
Mucoviscidose

Réf. 117227

ADN
Drépanocytose

Réf. 117225

ADN
Hémochromatose

Réf. 117226

Avec nos kits ADN prêt-à-déposer, pas d'amplification, nous vous fournissons l'ADN déjà amplifié près pour la séparation sur gel.



ENCORE BEAUCOUP PLUS SUR WWW.JEULIN.COM



CONTACTEZ-NOUS SI VOUS VOULEZ PARTICIPER À L'ÉLABORATION D'UN TP

LE BRASSAGE GÉNÉTIQUE ET SA CONTRIBUTION À LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

Thèmes abordés

- Dihybridisme interchromosomique Chr II et Chr III
- Dihybridisme intrachromosomique Chr III (crossing over)
- Monohybridisme F2 directe
- Hérité lié au sexe



PRINCIPES ET OBJECTIFS

Observer à la loupe binoculaire une population de 300 individus triés, élaborer des modèles, étudier la ségrégation des chromosomes et la répartition des gènes. À partir de ces résultats, définir le type de loi héréditaire auquel répond la souche étudiée.

Dihybridisme interchromosomique Chr II et Chr III

- Mutations étudiées : Ailes vestigiales et corps ébène.**
- 1 lame Parents : P1 homozygotes sauvages, P2 homozygotes mutés.
 - 1 lame F1 (P1 x P2) : 100 % ailes longues et corps clair.
 - 6 lames F2 obtenues en back cross (F1 x P2 muté) : 25 % phénotype sauvage, 25 % phénotype muté, 25 % aile longue et corps ébène, 25 % et ailes vestigiales et corps clair.

Dihybridisme intrachromosomique Chr III (crossing over)

- Mutations étudiées : Ailes vestigiales et corps noir.**
- 1 lame Parents : P1 homozygotes sauvage x P2 homozygotes mutés.
 - 1 lame F1 (P1 x P2) : 100 % ailes longues et corps clair.
 - 6 lames F2 obtenues en back cross (femelle F1 x mâle P2 muté) : 41,5 % phénotype sauvage, 41,5 % phénotype muté, 8,5 % aile longue x corps noir, 8,5 % aile vestigiale x corps clair.

Monohybridisme F2 directe

- Mutation étudiée : Ailes vestigiales.**
- 1 lame Parents : P1 homozygotes sauvages x P2 homozygotes mutés.
 - 1 lame F1 (P1 x P2) : 100 % phénotype ailes longues (dominance).
 - 6 lames F2 directe (F1 x F1) : 75 % ailes longues, 25 % ailes vestigiales.

Hérité lié au sexe

- Monohybridisme. Mutations étudiées : œil rouge / œil blanc.**
- 1 lame Parents : femelles/mâles œil rouge (sauvage), femelles/mâles œil blanc (muté).
 - 1 lame F1 (femelle œil rouge x mâle œil blanc) : 100 % mâles et femelles œil rouge.
 - 6 lames test F1 du croisement contraire (femelle œil blanc x mâle œil rouge) : 50 % femelles œil rouge, 50 % mâles œil blanc.

COMPOSITION : Réf. 575291

Lot de 4 mallettes

Chaque mallette contient 8 lames représentant un croisement complet de drosophiles inclus en résine, stable et inaltérable, pour réaliser une étude génétique : 1 lame parents, 1 lame F1, 6 lames test F2.

Chaque lame contient 40 individus triés et comptés soit plus de 300 individus au total. Les proportions de mouches correspondent aux fréquences théoriques attendues. Une notice décrit les croisements, génotypes et phénotypes, à chaque étape.

Chaque malette est disponible individuellement : 575470 / 575471 / 575472 / 575473.



Migration d'ADN marqueurs (PSII et OGM) extraits de 2 aliments du commerce à base de maïs. De gauche à droite : 1= poids moléculaire. 2 et 3 = aliments 1. 4 et 5 = aliments 2.

Thèmes abordés

- Mettre en évidence l'existence de nombreuses plantes transgéniques à l'état naturel (OGM)
- Réaliser un expérience de biologie moléculaire complète : extraction, purification, amplification par PCR et électrophorèse sur gel, analyse des séquences d'ADN

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Pour créer des OGM en laboratoire (insertion de séquences d'ADN exogènes dans un génome cible), les scientifiques utilisent la technique du vecteur de gène qui repose sur la capacité de certaines bactéries type agrobacterium à transférer du matériel génétique.

Ce procédé reprend in vitro un phénomène qui se déroule fréquemment dans la nature. En 2019, des chercheurs de l'IBMP ont mis en évidence l'existence de nombreuses plantes transgéniques à l'état naturel et que ce phénomène avait été plus fréquent au cours de l'évolution des plantes.

Ce TP propose de détecter la présence ou l'absence d'un gène d'agrobactérium par PCR dans le génome de l'arachide, une séquence ADN héritée naturellement. Cette présence témoigne d'un transfert génétique horizontal passé au cours de l'évolution. L'expérience sera complétée par l'analyse des séquences à l'aide d'un logiciel de génétique.

Ce kit est prévu pour 20 binômes. Il faut prévoir 2 séances de 60 minutes.

COMMENTAIRES

Si vous souhaitez aborder le sujet OGM sur une seule séance nous avons développé le kit détection d'OGM dans un aliment référence 117233. Les fragments d'ADN sont déjà amplifiés prêt à être déposer sur gel d'agarose. Le but est de contrôler la présence ou l'absence de fragments d'ADN transgéniques dans un maïs estampillé « bio ».

COMPOSITION : Réf 118030

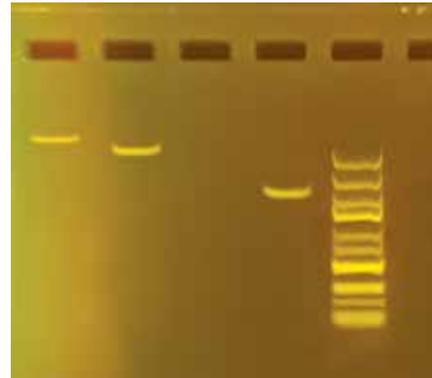
- Microtubes PCR
- Amorces
- Réactifs PCR prêt à l'emploi
- Echantillons de cacahuète non cuites
- Echelle de poids moléculaire
- Lot de 10 gels Agarose EasyGreen™ 2 % précoulés
- 200 ml de TAE 10X.



TRANSGÈNE DE LA LEVURE *S. CEREVISIAE* ET DÉTECTION PAR PCR DE LA GFP



1- Expression d'une protéine de la fluorescence GFP dans une levure sur milieu sélectif



2- PCR levure transformée GFP

Thèmes abordés

- Apprendre à travailler en conditions stériles dans un laboratoire de microbiologie

- Réaliser un transfert de gène inter-espèce

- Mesurer l'expression de la protéine GFP sur milieu sélectif

- Réaliser un protocole complet de PCR

PRINCIPES ET OBJECTIFS

1- TRANSGÉNÈSE

Jeulin a conçu un protocole qui ne nécessite pas de rendre les cellules compétentes. Il suffit de remettre en suspension des cellules de levures fraîches à partir d'une colonie, de mélanger avec la solution de transformation et l'ADN plasmidique, d'agiter (vortex) puis de laisser incuber 30 min à 42°C. Les levures sont ensuite mises en culture pour vérifier l'efficacité du transfert, puis la révélation de l'expression du gène de la bioluminescence est réalisée en éclairant les boîtes aux rayonnements UV.

Cette expérience dure environ 120 min + 1 séance de lecture de résultats.

2- PCR

Vérifier par amplification PCR la présence du gène GFP responsable de la fluorescence d'une levure transformée.

Expérience en 3 temps : extraction/purification de l'échantillon, amplification par PCR et électrophorèse sur gel d'agarose.

L'élève peut aussi tester les souches obtenues grâce au TP Transgénèse. Le protocole et les amorces sont compatibles.

Pour cette expérience prévoir 2 séances de 60 min. Le kit est prévu pour 20 PCR.

COMMENTAIRES

Nous vous proposons deux kits qui sont réalisables séparément ou l'un après l'autre pour une expérimentation complète liant protéomique et génomique dans un laboratoire de microbiologie.

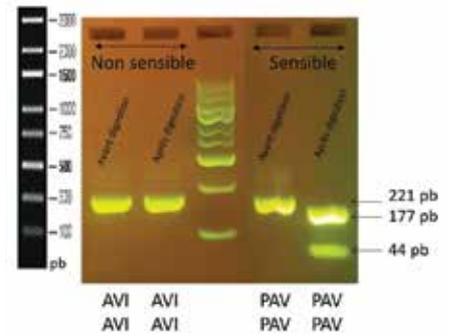
COMPOSITION : Réf 118031

TP Transgénèse :

- Souche de levures sur boîte
- Milieu prêt à couler YPD et URA -
- Boîtes de Pétri
- Râteaux
- Bâtonnets stériles
- Microtubes stériles

TP PCR GFP :

- Microtubes PCR
- Amorces
- Réactifs PCR prêt à l'emploi
- 2 souches de levure
- Echelle de poids moléculaire



Thèmes abordés

- Principe de la PCR et étude de la relation phénotype/génotype
- Étude des mutations et variations alléliques inter-individu (notions de SNP et site de restriction)

- Réalisation et analyse d'un gel d'électrophorèse d'ADN
- Aborder les fonctions d'une endonucléase ou enzyme de restriction

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le PTC (PhénylThioCarbamide) est un composé organique amer présent dans certains végétaux comme le chou de Bruxelles ou le brocoli, environ 30 % de la population est sensible à ce composé.

L'objectif de ce TP est de proposer aux élèves d'établir la relation entre phénotype et génotype, à partir de leur propre patrimoine génétique. Le phénotype est caractérisé facilement à l'aide des bandelettes test, le génotype est déterminé par amplification génique du gène TAS2R38 à partir d'un simple prélèvement des cellules de l'épiderme (buccal ou du dessus de la main). L'expérience dure 2 séances de 60 min. Les réactifs sont livrés pour 18 PCR.



COMMENTAIRES

Un dossier d'expérience est disponible sur notre plateforme numérique pour préparer l'expérience, suivre pas à pas le protocole et investiguer.

Deux autres kits sont disponibles sur ce thème. Un kit PCR incluant des matrices d'ADN à amplifier (pas de prélèvement de cellules de l'épiderme), réf. 117241 et un kit ADN prêt à déposer, les élèves n'ont que l'électrophorèse des individus à analyser, réf. 117229.

PCR : APPROCHE EXPÉRIMENTALE DE LA GÉNOMIQUE L'EXEMPLE DU GÈNE TAS2R38 ET DE LA SENSIBILITÉ AU PTC

PRÉPARÉ

- Matrice de cellule et thermocycleur
- Protocole de son d'annonce

THERMOCYCLEUR +

DIAGNOSTIC

EXTENSION

- 2^e phase
- Préparation de la matrice par le table et la lecture séquence + séquençage

MÉTHODOLOGIE

1. Réalisation de la PCR
2. Séquençage de la PCR
3. Analyse de la séquence de la PCR
4. Analyse de la PTC
5. Analyse de la PTC

RESSOURCES

- Séquençage, séquençage de la PCR

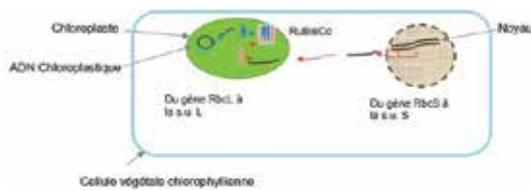
Dossier d'expérience sur www.platformenum.jeulin.fr

COMPOSITION : Réf 118032

- Microtubes PCR
- Anses de prélèvement
- Amorces
- Réactifs PCR prêt à l'emploi
- Enzyme de restriction
- Échelle de poids moléculaire

Matériel complémentaire nécessaire :

- Micropipettes P20 et embouts
- Système d'électrophorèse phorEasy (réf 708150)
- Thermocycleur à module Peltier (réf 591110)
- Tampon TAE
- Agarose
- Colorant GelGreen®



Localisation des gènes qui codent pour la petite (s.u.S) et la grande (s.u.L) sous unité de la RuBisCO



Résultats de migration des fragments d'ADN de la petite et grande sous-unité de la RuBisCO sur gel. De gauche à droite : Témoin poids moléculaire, feuille de radis, racine tubérisée de radis, feuille de chou fleur, méristème de chou fleur

Thèmes abordés

- Principe de la PCR et étude de l'endosymbiose
- Étude de l'expression de deux gènes (nucléaire et chloroplastique) codant pour l'enzyme RuBisCO
- Réalisation et analyse d'un gel d'électrophorèse d'ADN

PRINCIPES ET OBJECTIFS

De nombreux éléments scientifiques étayent la théorie selon laquelle les chloroplastes sont dérivés d'une cyanobactérie intégrée dans une cellule eucaryote ancestrale et que les gènes de la bactérie endosymbiotique auraient été transférés en grande partie dans le génome de la cellule eucaryote constituant un exemple de transfert horizontal. Peut-on mettre en évidence, une preuve de ce transfert de matériel génétique du génome chloroplastique vers génome nucléaire de la cellule végétale ?

On se propose de rechercher par la technique d'amplification par PCR, la présence des gènes codant les sous-unités S et L de la RuBisCo chez des plantes comme le radis (*Raphanus sativus*) ou le chou-fleur (*Brassica oleracea* variété botrytis). L'expérience dure 2 séances de 60 min. Les réactifs sont livrés pour 20 PCR.



COMMENTAIRES

Un dossier d'expérience est disponible sur notre plateforme numérique pour préparer l'expérience, suivre pas à pas le protocole et investiguer. L'activité peut être complétée par l'analyse des séquences nucléotidiques et protéiques de la RuBisCO chez différentes espèces pour reconstruire en partie l'histoire évolutive de ces espèces ou encore par la recherche du type de bactéries qui s'est associé à une cellule eucaryote et a donné naissance aux chloroplastes des plantes et algues vertes. Sur le même sujet est disponible un kit ADN prêt à déposer où les élèves n'ont que l'électrophorèse à analyser, réf. 117231.



Dossier d'expérience sur www.plateformenum.jeulin.fr

COMPOSITION : Réf 118033

- Amorces prêt à l'emploi
- Mix PCR [Nucléotides + Taq polymérase]
- DNA release
- Marqueur de poids moléculaire
- Tampon d'extraction
- Microtubes PCR
- Micro-pilons

Matériel complémentaire nécessaire :

- Micropipettes P20 et embouts
- Système d'électrophorèse phorEasy [réf 708150]
- Thermocycleur à module Peltier [réf 591110]
- Tampon TAE
- Agarose
- Colorant GelGreen®

APPRENTISSAGE DE LA MICROPIPETTE ET INITIATION À L'ENZYMOLOGIE PAR FLUORESCENCE



Visualisation de la fluorescence d'une gamme de dilution



Thèmes abordés

- Fonctionnement d'une micropipette

- Réalisation d'une gamme d'étalonnage et dosage d'une solution colorée

- Principe de la fluorescence

- Principe d'une réaction enzymatique et étude des différents paramètres qui l'influencent

PRINCIPES ET OBJECTIFS

APPRENTISSAGE DE LA MICROPIPETTE

Ce kit permet aux élèves de s'initier à l'utilisation des micropipettes et effectueront les calculs nécessaires pour réaliser une gamme d'étalonnage et doser une solution colorée. Ils aborderont également le principe de la fluorescence puisqu'ils visualiseront directement leurs résultats en utilisant l'adaptateur vision fluorescence de la phorEasy.

L'expérience dure 50 min. Les réactifs sont livrés pour 24 binômes.

INITIATION À L'ENZYMOLOGIE PAR FLUORESCENCE

Ce kit permet d'aborder les paramètres d'une réaction enzymatique (vitesse de réaction, influence de la concentration en enzyme et en substrat, température et pH) à travers l'activité de la Beta-Galactosidase qui est capable de réagir avec un analogue du lactose et de produire ainsi un composé fluorescent visible.

L'expérience dure 50 min. Les réactifs sont livrés pour 24 binômes.

COMMENTAIRES

Ces kits sont proposés pour initier les élèves de première ou deuxième année à l'utilisation de la micropipette en biologie moléculaire. La fluorescence est une plus qui permet voir rapidement les erreurs de pipetage.

Matériel complémentaire nécessaire :

Micropipettes P1000, P100, P20 et embouts, visionneuse moléculaire phorEasy réf. 708150 et son support de tubes réf. 708249, portoir de tubes réf. 527055 ou 527030, bain marie réf. 591074.



Adaptateur vision fluorescence phorEasy réf. 708249

COMPOSITION : Réf 118034

Apprentissage de la micropipette :

- Solution colorée fluorescente
- Diluant
- Tubes

Initiation à l'enzymologie par fluorescence :

- Solution de substrat analogue du lactose
- Solution de Beta-Galactosidase
- Diluant
- Solutions d'acide et de base
- Tubes

TEST ELISA DÉTERMINER LA CONCENTRATION D'UN ANTICORPS DANS UNE SOLUTION



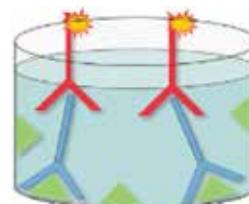
Thèmes abordés

- Réaliser un protocole de dosage colorimétrique (application en diagnostic médicale)
- Vaccination et réponses adaptatives du système immunitaire face à un agent pathogène
- Relation antigène-anticorps

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Réaliser un protocole d'immunodosage afin de déterminer la quantité d'anticorps spécifiques ayant réagi avec les antigènes fixés sur le fonds des cupules fournies, et ce, avec une sensibilité de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{ml}$. Le dosage est réalisé grâce à une gamme étalon qui permet d'établir une échelle de teintes de référence. L'objectif est de déterminer la concentration d'anticorps présent dans un échantillon de sérum pour savoir si l'individu est immunisé ou pas face à l'antigène étudié.

L'expérience dure 1 séance de 50 min. Les réactifs sont livrés pour 24 binômes.



Représentation schématique du test ELISA. L'anticorps primaire (bleu) interagit avec l'antigène à mesurer (vert). L'anticorps secondaire (rouge) interagit avec l'anticorps primaire. L'intensité de la coloration donnera une indication sur la présence et la concentration de l'antigène.

COMMENTAIRES

Nous vous proposons un test ELISA réaliste comme en laboratoire.

Pour aller plus loin dans l'expérience, en fin de manipulation, chaque groupe pourra prendre une photo de la barrette (avec un smartphone par exemple). À l'aide d'un logiciel de traitement de l'image (Mesurim), ils réaliseront une courbe d'étalonnage afin de déterminer plus précisément la concentration en anticorps du sérum et valider leur première conclusion déterminée visuellement.

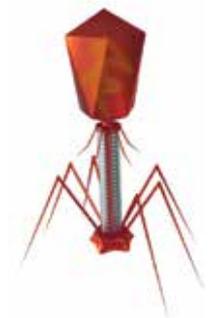
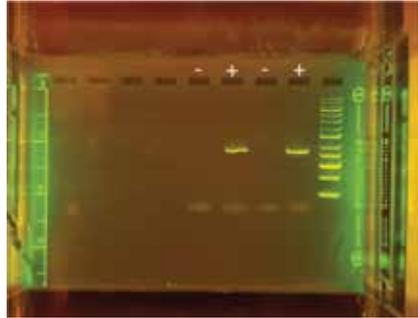
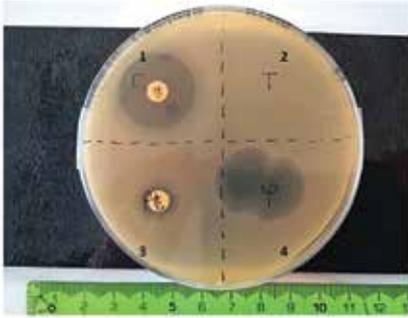
COMPOSITION : Réf 118035

- 24 barrettes de 8 cupules « tapissées » de BSA (antigène)
- 2 supports de barrettes
- 1 tube de sérum de lapin immunisé anti-BSA
- 1 tube de sérum de lapin non immunisé
- 1 tube d'anticorps réactifs secondaires couplés à 1 enzyme

- Solution Tween, tampon de dilution PBS 10x
- 1 tube de substrat de l'enzyme (TMB)

Matériel complémentaire nécessaire :
- Micropipettes P20 et embouts

EFFET ANTIBACTÉRIEN DU VIRUS T4 ET DÉTECTION PAR AMPLIFICATION PAR PCR



Thèmes abordés

- Découvrir les bactériophages, acteurs essentiels à l'équilibre des microbiotes

- Réaliser un antibiogramme

- Réaliser une amplification par PCR d'un virus

PRINCIPES ET OBJECTIFS

EFFET ANTIBACTÉRIEN DU VIRUS T4

Comparer in vitro l'effet bactéricide des bactériophages à celui de deux antibiotiques. Cette activité reprend le principe d'un antibiogramme. Une boîte de culture d'E. coli est divisée en 4 zones : 2 antibiotiques sont testés en comparaison d'une goutte d'une solution (bactériophages), le 4ème quart est la zone témoin.

L'expérience dure 1 séance de 60 min, un temps d'incubation des bactéries de 3 jours et 1 séance de lecture des résultats. Les réactifs sont livrés pour 40 boîtes.

PCR DE DÉTECTION DU VIRUS T4

Les résultats du TP1 montrent qu'un élément, non visible au microscope et présent dans la suspension déposée, produit des plages d'inhibition de la croissance bactérienne équivalente à celles de certains antibiotiques.

L'analyse PCR va permettre de déterminer la présence d'un gène viral dans la suspension et que donc cet effet bactéricide est dû à un virus : le bactériophage T4.

L'expérience dure 2 séances de 60 min. Les réactifs sont livrés pour 20 PCR.

À partir des solutions de bactériophages des deux expériences, il est possible de faire le titrage des bactériophages en suspension avec du tampon PBS. On visualise ainsi que chaque micro-plage de lyse est le résultat de l'action d'un seul virus.



Titration du bactériophage T4

COMPOSITION : Réf 118036

Effet antibactérien du virus T4 :

- Milieu Mueller Hinton 1L
- 1 tube inoculum Escherichia coli (type k12) lyophilisée
- Eau stérile (50 ml)
- Bactériophages T4
- Disques d'antibiotiques (pénicilline et tétracycline)
- 40 boîtes de Pétri
- 40 pipette Pasteur 1 ml
- 40 râpeaux

PCR :

- Amorces prêt à l'emploi
- Mix PCR [Nucléotides + Taq polymérase]
- Bactériophages T4
- DNA release
- Marqueur de poids moléculaire
- Tampon d'extraction
- 20 microtubes PCR

Titration :

- Tampon PBS

Matériel complémentaire nécessaire :

- Micropipettes P20 et embouts
- Système d'électrophorèse phorEasy réf. 708150
- Thermocycleur à module Peltier réf. 591110
- Tampon TAE, agarose, colorant GelGreen®

MESURER L'EFFICACITÉ DE 4 ANTIBIOTIQUES SUR 2 SOUCHES DE BACTÉRIES



Thèmes abordés

- Apprendre à travailler en condition stérile dans un laboratoire de microbiologie
- Réaliser un antibiogramme par la méthode de diffusion en milieu gélosé
- Déterminer la concentration minimale inhibitrice de l'antibiotique (CMI)
- Illustrer la notion de variation génétique bactérienne

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Mesurer l'efficacité de 4 antibiotiques sur 2 souches de bactéries.

Après une rapide réactivation des souches lyophilisées, chaque binôme ensemence les deux souches bactériennes sur deux boîtes gélosées distinctes. 4 disques antibiotiques différents sont ensuite déposés. La lecture des résultats s'effectue après 24 à 48 heures. L'inhibition de croissance bactérienne se traduit par une zone circulaire 'claire' sans bactérie, zone d'autant plus large que la bactérie est sensible à l'antibiotique.

L'expérience dure 60 min (incubation 24h à 48h). Les réactifs sont livrés pour 25 expériences.

COMMENTAIRES

Notre notice vous accompagne dans la réalisation du protocole expérimental. Les souches sont considérées comme des inoculums. Il faut prévoir des boîtes de Pétri 90 mm pour éviter le croisement des cercle d'inhibition. Tous les consommables sont disponibles sur Jeulin.com.



COMPOSITION : Réf 118037

- 2 Tubes d'inoculum Escherichia coli et Staphylococcus epidermidis
- Culture dense lyophilisée (souche Pasteur)
- 2 Tubes stériles d'eau
- Antibiotiques (4 x 50 disques), ampicilline 10 µg, pénicilline 10 µg, tétracycline 30 µg, acide nalixidique 30 µg
- Milieu Mueller-Hinton en flacon prêt à couler (5 x 200 ml)
- 50 Boîtes de Pétri 90 mm 3 ergots
- 50 Pipettes Pasteur 1 ml
- 50 Râteaux stériles.

CHROMATOGRAPHIE DES PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS CHEZ LE LIERRE



Thèmes abordés

- Montrer que la chlorophylle est composée de plusieurs pigments

- Séparer des pigments constitutifs par chromatographie sur support papier

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La chromatographie liquide-solide est basée sur la répartition des solutés entre l'adsorbant fixe et le liquide mobile. Chacun des solutés est soumis à une force de rétention (par adsorption) et une force d'entraînement par la phase mobile. L'équilibre qui en résulte aboutit à une migration différentielle des solutés de l'échantillon à analyser en fonction de leurs caractéristiques moléculaires (taille et polarité de la molécule) ce qui permet leur séparation.

Ce TP permet de mettre en évidence que la chlorophylle est composée de plusieurs pigments différents. 4 types de pigments sont visibles après la chromatographie : les chlorophylles a et b, les xanthophylles et les carotènes.

COMMENTAIRES

Cette manipulation peut être réalisée sur d'autres types de plantes vertes, épinards, blettes ou tout végétal possédant des feuilles vert franc. Il existe différents pigments caractérisés par leur couleur. Vous pouvez établir des comparaisons avec d'autres végétaux photosynthétiques de type algues rouges ou brunes. Il est possible de remplacer le papier chromatographie par des plaques de silice découpées aux mêmes dimensions. Chaque type de pigments est caractérisé par l'absorption de radiations lumineuses.

Pour aller plus loin, nous vous proposons également un TP sur le spectre d'absorption de la chlorophylle brute (Référence : 118659) qui permet d'étudier la manière dont les pigments foliaires absorbent préférentiellement certaines radiations de la lumière visible et comparer les spectre d'absorption de végétaux à l'aide d'un spectrophotomètre à fibre optique.



Algue rouge



Algue brune

COMPOSITION : Réf 591073

- Ensemble 6 cuves + bouchons
- 1 lot de 36 bandelettes

Matériel complémentaire nécessaire :

- Feuilles de lierre
- Ethanol
- Ether de pétrole

- Acétone
- Cyclohexane
- Mortier
- Pilon
- Entonnoir
- Filtre
- Liquipettes ou micropipette



Thèmes abordés

- Appréhender les principales techniques de l'électrophorèse

- S'entraîner au maniement d'une micropipette

- Comprendre la fonction d'une électrophorèse dans une démarche scientifique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Réaliser 3 types d'expérience avec nos 12 réactifs prêt à déposer :

- 1 Séparation en fonction taille moléculaire**
L'élève dépose des mélanges colorés dans le puits. La migration va permettre de séparer les différents composants des réactifs déposés.
- 2 Séparation en fonction du point isoélectrique**
Cette expérience permet de visualiser le véritable moteur du déplacement des molécules, à savoir, les caractéristiques des molécules soumises à un champ électrique.
- 3 Principe du transilluminateur et de la visualisation par fluorescence**
Les principales observations des résultats sont faites l'œil nu, cependant parmi les réactifs utilisés certains ont également des propriétés fluorescentes sous l'excitation d'une lumière bleue. À l'aide d'un dispositif transilluminateur, abordez les notions de lumières d'excitation et d'émission.

L'expérience dure 1 séance de 60 min (15 min par migration). Les réactifs sont livrés pour 40 binômes (240 dépôts soit 40 gels d'électrophorèse à 3 %).

COMMENTAIRES

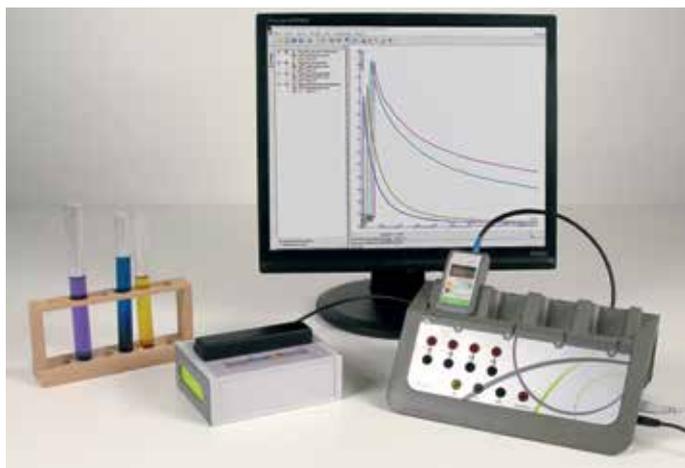
Ce TP aborde les prémices du fonctionnement d'un des outils les plus utilisés en la biologie moléculaire. Il est approprié pour les premières et deuxième années de cycle supérieur qui débute dans le maniement des micropipettes et les bases de l'électrophorèse.

COMPOSITION : Réf 108081

- 12 tubes de mélanges de réactifs colorés prêt à déposer
- Agarose (19 g), tampon TAE 10X (350 ml équivalent 3,5 L de TAE 1X)

Matériel complémentaire nécessaire :

- Micropipette P20 et embouts
- Electrophorèse phorEasy réf. 708150 ou autre système d'électrophorèse horizontal
- Transilluminateur avec source lumineuse bleue et filtre orange.



Thèmes abordés

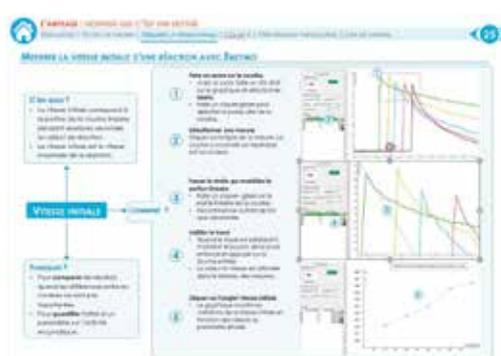
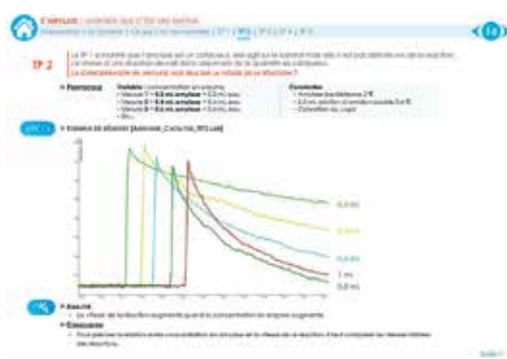
- Enzymologie
- Action de l'amylase sur l'amidon

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le but de l'expérience consiste à étudier l'influence d'un paramètre, tels que la concentration en substrat, la concentration en enzyme, la concentration en inhibiteur, la température ou bien un paramètre personnalisé, sur la cinétique de la réaction enzymatique.

Le capteur Colorimètre Color4 est conçu pour permettre aux élèves d'aborder simplement les expérimentations en enzymologie. Le choix d'un « multicolorimètre » permet de rationaliser le travail des élèves et de se consacrer rapidement à la synthèse des résultats. Il est possible de regrouper les manipulations par thèmes ($V_i = f([S])$, $V_i = f([E])$, $V_i = f(T^\circ)$, $V_i = f(\text{pH})$, etc...) et d'obtenir les résultats recherchés en une seule acquisition qui regroupe quatre mesures.

La nouvelle version du module Enzymo permet de gérer facilement l'acquisition en reconnaissant directement le capteur Colorimètre Color4, puis l'exploitation graphique des courbes. Notamment grâce à un outil graphique permettant de déterminer la vitesse initiale en traçant les tangentes à t_0 par un simple cliquer-glisser.



COMMENTAIRES

4 mesures simultanées pour un gain de temps important.

COMPOSITION : Réf 485018

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Logiciel Atelier Scientifique Complet SVT (réf 000109)
- Capteur Colorimètre Color 4 (réf 482087)



Thèmes abordés

- Enzymologie
- Dosage du glucose
- Transformations chimiques spécifiques

PRINCIPES ET OBJECTIFS

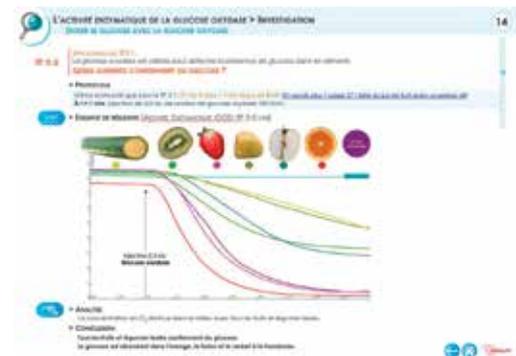
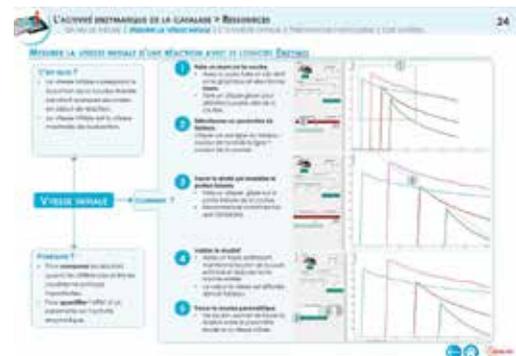
Les enzymes sont des protéines qui catalysent des transformations chimiques spécifiques : on parle de biocatalyseur. On se propose, dans ce TP, de montrer l'influence de la concentration en substrat sur la vitesse de réaction.

L'enzyme étudiée est la glucose oxydase (GOD) qui catalyse l'oxydation du glucose en acide G-gluconique. La réaction est la suivante :



On remarque que le dioxygène est un substrat de la réaction. C'est la concentration de ce réactif qui sera suivie durant l'expérimentation à l'aide de la sonde à oxygène. Six solutions de concentration en glucose échelonnées sont créées ainsi qu'une solution d'enzyme. Le but est de suivre la concentration en oxygène dans ces différentes solutions avant et après l'introduction de GOD.

Un outil graphique est spécifiquement incorporé dans le logiciel pour mesurer les vitesses initiales. Le logiciel permet de tracer et suivre facilement l'influence d'un paramètre en réalisant une courbe paramétrique.

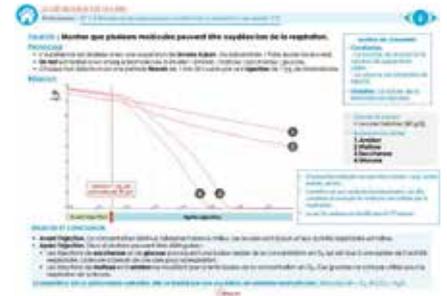
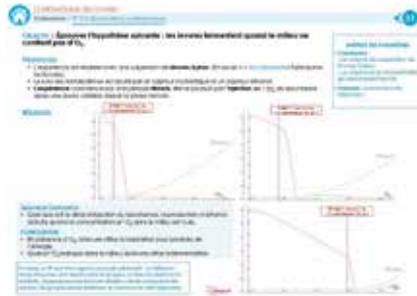


COMMENTAIRES

Il est possible avec le même logiciel de montrer l'influence de la température, du pH... On peut ainsi envisager de répartir l'étude des paramètres entre plusieurs groupes d'élèves.

COMPOSITION : Réf 485019

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Logiciel Atelier Scientifique Complet SVT (réf 000109)
- Capteur sonde optique à oxygène air/eau (réf 482082)
- Bioréacteur 3 (réf 453064)
- Bloc alimentation (réf 281612)



Thèmes abordés

- Respiration
- Fermentation
- Variabilité génétique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

La respiration est souvent mal comprise car le mot est ambigu.

- Pour tout le monde, la respiration désigne les échanges gazeux respiratoires réalisés à l'échelle de l'organisme.
- Pour le biologiste, la respiration est un phénomène cellulaire qui désigne la régénération de l'ATP par oxydation d'une biomolécule dans les mitochondries.

Pour contextualiser cette étude, il est possible de partir du vécu des élèves et de l'association respiration - consommation de dioxygène. Un questionnement autour de la respiration d'autres êtres vivants, et d'êtres unicellulaires comme la levure, permet d'amorcer une remise en cause des représentations initiales, et justifie une investigation expérimentale.

Le fermenteur est organisé autour d'une enceinte en verre de 2 litres, il dispose de : 4 emplacements de Ø 12 mm et de 2 emplacements de Ø 6 mm permettant de plonger les sondes O₂, CO₂, luxmètre, thermomètre, pH, turbidimètre, éthanol ; un orifice équipé d'un dispositif de prélèvement d'une aliquote et d'introduction de liquide ; un orifice pour le système de bullage ; un orifice de thermorégulateur.

Les spécificités du bouchon permettent une gestion relative de la pression. La chaîne d'acquisition permet de mesurer de façon fiable et répétable :

- L' O₂ pour étudier le métabolisme respiratoire des levures et le passage de la respiration à la fermentation.
- L' éthanol pour étudier le passage du métabolisme respiratoire au métabolisme fermentaire.
- Le CO₂ : la respiration et la fermentation alcoolique produisent du CO₂.

On peut directement tracer et exploiter le graphe de ces mesures dans le logiciel qui intègre des outils graphiques, des outils numériques et un tableur/graphueur pour une exploitation complète des résultats.

COMPOSITIONS

TP en Foxy 2 (Réf 485027)

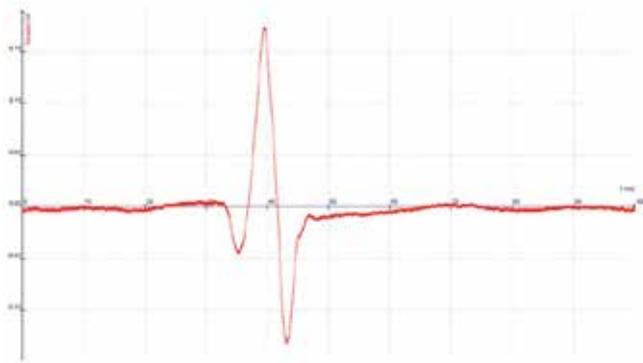
- Console Foxy 2 SVT (réf 485 500)
- Logiciel Atelier Scientifique complet SVT (réf 000109)
- Capteur sonde optique à oxygène air/eau (réf 482082)
- Capteur + sonde CO₂ Air/Eau (réf 482085)
- Fermenteur (réf 453040)
- Capteur éthanol (réf 482053)

- Sonde éthanol (réf 453084)

- Fermenteur (réf 453040)

TP en Redy (Réf 485028)

- Capteur oxymètre optique air/eau Redy (réf 488015)
- Capteur CO₂ air/eau Redy (réf 488016)
- Capteur éthanol Redy (réf 488 026)
- Fermenteur (réf 453 040)



Enregistrement de l'activité électrique lors d'un choc bref sur le tendon d'achille

Thèmes abordés

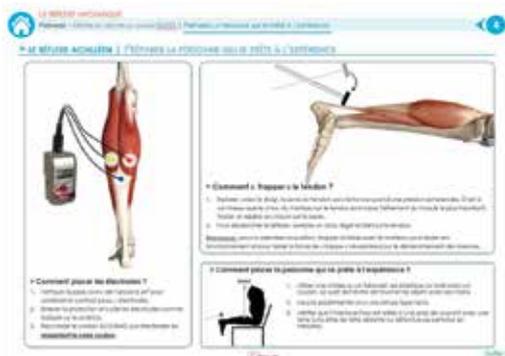
- Réflexe achilléen
- Réflexe rotulien
- Moelle épinière

PRINCIPES ET OBJECTIFS

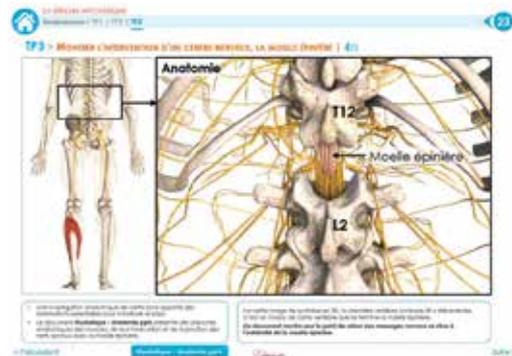
C'est un examen parmi d'autres que peut réaliser un médecin : percuter un tendon avec un marteau pour étudier la réponse à ce stimulus. L'un de ces examens consiste à exercer un choc bref sur le tendon d'Achille pour tester cette activité réflexe.

Quand un muscle squelettique se contracte, il se raccourcit, ce qui exerce une traction et un mouvement relatif des os auxquels il est relié par des tendons. Les activités motrices peuvent être classées en trois groupes : l'activité réflexe, l'activité volontaire et l'activité automatique.

Dans le TP guidé pas à pas, l'activité étudiée par le médecin est présentée comme une activité réflexe. L'objectif de ce TP est de valider expérimentalement cette affirmation. Les résultats de ce TP permettront d'expliquer la fonction du réflexe myotatique : assurer le maintien de la posture. Les électrodes captent les faibles signaux électriques qui sont associés à la contraction mécanique du muscle. Ces signaux électriques sont ensuite traités et amplifiés par le capteur. Le lancement de l'acquisition se fait grâce au martoréflex qui produit le stimulus ce qui assure la parfaite maîtrise de la synchronisation. La fréquence d'acquisition élevée permet d'acquérir parfaitement le phénomène et d'obtenir des courbes reproductibles et fiables. L'exploitation de la courbe se fait facilement grâce aux outils graphiques et au tableur intégré du logiciel.



Le réflexe achilléen



La moelle épinière

COMPOSITIONS

TP en Foxy 2 (Réf 485022)

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Logiciel Atelier Scientifique complet SVT (réf 000109)
- Capteur Électrophy (réf 482093)
- Martoréflex électronique (réf 453068)
- Electrode ECG-EMG adhésives (réf 453029)

TP en Redy (Réf 485023)

- Capteur réflexe myotatique sans-fil Redy (réf 488034)
- Martoréflex électronique (réf 453068)
- Electrode ECG-EMG adhésives (réf 453029)



Thèmes abordés

- ATP
- Cellule musculaire
- Cycle de KREBS

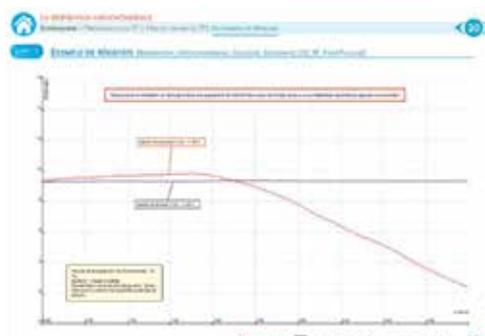
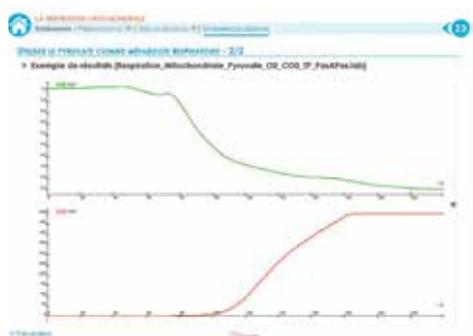
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Notre organisme consomme quotidiennement environ 40 kg d'ATP en moyenne. Paradoxalement, les mesures de concentration en ATP réalisées au sein des cellules permettent d'estimer que la quantité totale d'ATP dans un organisme humain est extrêmement faible (moins de 100 g chez un adulte pesant 70 kg dont 30 kg de masse musculaire).

Comment l'organisme peut-il alors consommer quotidiennement autant d'ATP alors qu'il n'en possède quasiment pas ? L'objectif de ce TP est de comprendre l'importance de régénérer les molécules d'ATP après sa consommation mais aussi de savoir sous quel mécanisme cette molécule est métabolisée. En effet, il existe différentes voies métaboliques, notamment la voie aérobie basée sur la respiration et l'oxydation des molécules organiques, telle que le glucose ou les acides gras. L'existence de différentes voies métaboliques est abordée, notamment la voie aérobie qui repose sur la respiration et l'oxydation de molécules organiques telles que le glucose ou encore des acides gras libres.

L'observation d'une portion de fibre musculaire striée en microscopie électronique à transmission révèle la présence de très nombreuses mitochondries (jusqu'à 2000, voire davantage dans une seule cellule) à proximité immédiate des myofibrilles tandis que la plupart des cellules de notre organisme n'en comportent que quelques centaines. De plus, la respiration cellulaire reposant sur les mitochondries, l'étude justifie d'étudier le fonctionnement des mitochondries en cherchant à mettre en évidence sa consommation du dioxygène en présence de molécules organiques. Cette manipulation permet alors de montrer que des mitochondries en suspension n'utilisent finalement pas le glucose mais le pyruvate, molécule organique issue de la glycolyse dont l'oxydation permet de régénérer l'ATP.

Il est donc possible de montrer à l'aide d'un dispositif ExAO qu'une suspension de mitochondries oxydent du pyruvate et non du glucose en consommant du dioxygène.



COMPOSITIONS

TP en Foxy 2 (réf 485025)

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Logiciel Atelier Scientifique complet SVT (réf 000109)
- Capteur sonde optique à oxygène air/eau (réf 482082)
- Bioréacteur 3 (réf 453064)
- Bloc alimentation (réf 281612)

TP en Redy (réf 485026)

- Capteur oxymètre optique air/eau Redy (réf 488015)
- Bioréacteur 3 (réf 453064)
- Bloc alimentation (réf 281612)



Thèmes abordés

- Ventilation pulmonaire
- Effort physique
- Respiration
- Récupération

PRINCIPES ET OBJECTIFS

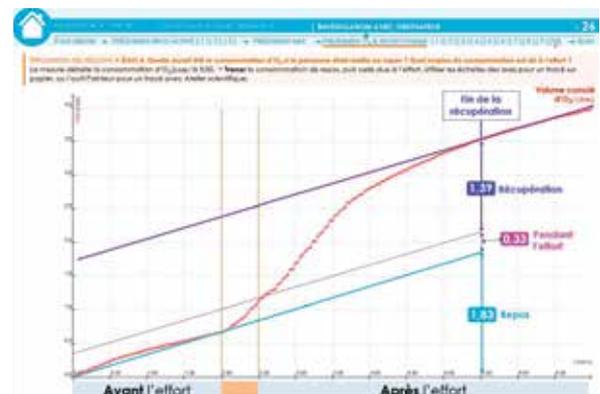
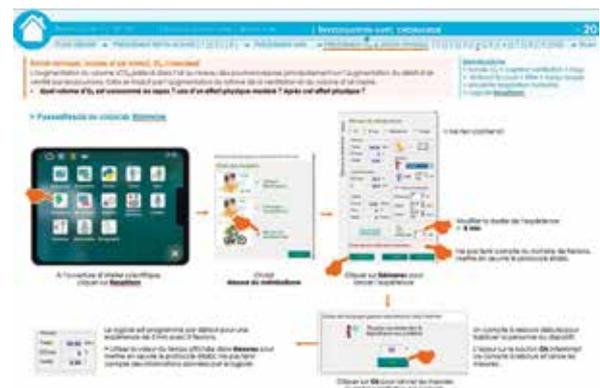
Un muscle en activité consomme beaucoup de dioxygène. La mise en activité coordonnée des muscles lors d'un effort physique nécessite un apport important de dioxygène. Comment l'organisme adapte-t-il les prélèvements d'O₂ dans l'air lors d'un effort physique ?

L'augmentation du volume d'O₂ prélevé dans l'air au niveau des poumons repose principalement sur l'augmentation du débit d'air ventilé par les poumons. Cela se traduit par l'augmentation du rythme de la ventilation et du volume d'air inspiré.

Quel volume d'O₂ est consommé au repos ? Lors d'un effort physique modéré ? Après cet effort physique ?

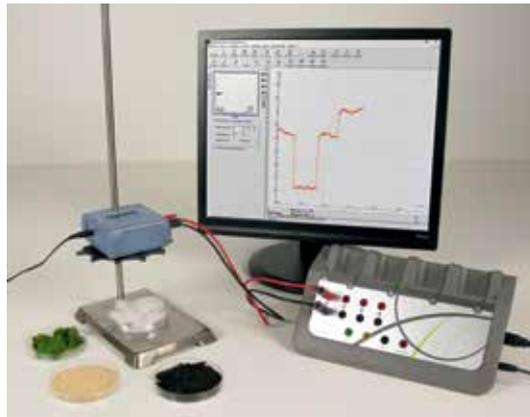
La sonde O₂ mesure le taux d'O₂ dans l'air expiré. Le capteur volumétrique mesure la volume d'air expiré. L'acquisition va permettre de tracer le graphe de la consommation d'O₂ pour la phase de repos, la phase d'effort et après l'effort.

Le logiciel permet de gérer toutes les phases de l'acquisition et calcule directement la consommation d'O₂. L'exploitation de la courbe se fait facilement grâce aux outils graphiques et au tableur intégré du logiciel.



COMPOSITION : Réf 485024

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Capteur Ventilation (réf 482109)
- Logiciel Atelier Scientifique complet SVT (réf 000109)
- Enceinte respiration humaine (réf 453143)
- Capteur sonde optique à oxygène air/eau (réf 482082)



Thèmes abordés

- Mesurer l'albédo terrestre
- Expliquer le principe de fonctionnement d'un satellite et son utilité dans la mesure du climat global
- Mesurer l'influence de la fonte des glaces, la végétation... sur l'albédo
- Retrouver la signature spectrale de différents matériaux

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le radiomètre est équipé d'une photodiode et de 4 filtres. C'est un dispositif d'analyse du flux lumineux renvoyé par un objet. Cet objet situé sous le radiomètre éclairé par une source (soleil, source halogène...) renvoie une lumière dont le spectre est modifié.

TP 1 : Un étudiant émet l'hypothèse que la déforestation aggrave le réchauffement climatique en mettant la roche à nu. L'objectif est de mesurer le flux de lumière (albédo) renvoyé par une couverture végétale (feuille d'arbre) et par une surface minérale (terre nue, sable) pour montrer que l'albédo diminue grâce aux forêts qui agissent positivement sur le climat.

TP 2 : Vous pouvez également utiliser la réflexion lumineuse comme un outil de diagnostic. Le but est de retrouver la signature spectrale de différents matériaux en utilisant différentes longueurs d'ondes (filtres) : végétation, sol nu terre, sable, eau, glace. Cette expérience permet de faire le lien avec l'albédo, le fonctionnement d'une image satellitaire et le climat.



COMMENTAIRES

Le radiomètre inclus un dispositif de mesure qui le rend exploitable en autonomie mais vous pouvez procéder à l'acquisition des données avec une console ExAO et exploiter les données sur ordinateur. Le radiomètre est assez simple à calibrer mais attention à l'éclairage de la salle, les néons scintillants et la lumière naturelle extérieur influence le calibrage et les mesures.

COMPOSITION : Réf 545018

- Radiomètre
- Support de montage
- 4 boîtes de Pétri en verre

ATLANTIQUE NORD RELATION ENTRE PRODUCTION PRIMAIRE DU PHYTOPLANCTON ET DU BIOTOPE



Thèmes abordés

1- Variation de la production du phytoplancton en Atlantique Nord

- Ecosystème marin
- Biotope

2- Production de phytoplancton au niveau terrestre

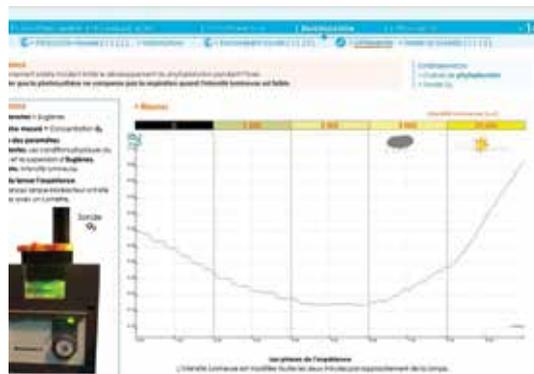
- Photosynthèse
- Respiration

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Le **phytoplancton**, constitue l'ensemble des végétaux microscopiques et unicellulaires qui flottent à la surface de l'eau et dérivent au gré des courants. Il est composé d'**algues** microscopiques et de **cyanobactéries**. Ces algues et cyanobactéries possèdent des **pigments chlorophylliens** qui captent l'énergie lumineuse nécessaire à la **photosynthèse**.

Dans l'océan Atlantique, le phytoplancton est toujours abondant vers 50° de latitude nord, mais cette abondance se réduit au printemps et à l'automne au-delà de cette latitude. La relation entre l'abondance du phytoplancton et la latitude s'explique par les fortes variations de l'énergie solaire incidente qui agit comme facteur limitant la photosynthèse...

L'investigation dans l'océan Atlantique nord peut servir de support pour construire le concept d'écosystème, pour étudier le service écosystémique d'approvisionnement en nourriture, ou pour étudier la production primaire d'un écosystème marin pélagique. La chaîne d'acquisition permet d'étudier la photosynthèse de façon fiable et répétable.



COMMENTAIRES

Ce TP permet de coupler l'investigation à l'échelle de la planète grâce à l'application en ligne **Observ-Terre** avec l'investigation au laboratoire.

COMPOSITIONS

TP en Foxy 2 (Réf 485014)

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Logiciel Atelier Scientifique complet SVT (réf 000109)
- Capteur sonde optique à oxygène air/eau (réf 482082)
- Capteur + sonde CO₂ Air/Eau (réf 482085)
- Bioréacteur 3 (réf 453064)
- Bloc alimentation (réf 281612)

TP en Redy (Réf 485015)

- Capteur oxymètre optique air/eau Redy (réf 488015)
- Capteur CO₂ air/eau Redy (réf 488016)
- Bioréacteur 3 (réf 453064)
- Bloc alimentation (réf 281612)



Thèmes abordés

- Cycle du carbone

- Changement climatique

- Climat

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cette investigation permet de construire un savoir scientifique de base sur le cycle du carbone, pour mieux comprendre les mesures d'atténuation et d'adaptation proposées, pour limiter les effets du changement climatique.

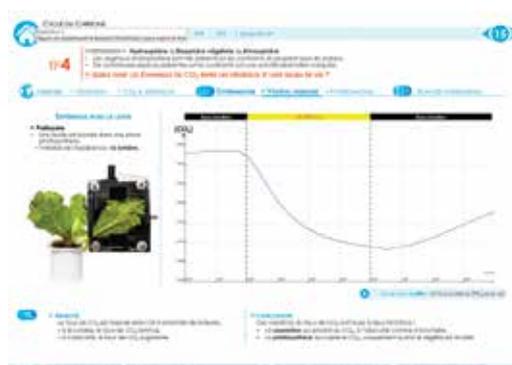
L'investigation combine deux méthodes et deux échelles pour un objectif commun : comprendre les variations du taux du CO₂ atmosphérique.

Investigation à l'échelle de la planète avec l'application en ligne ObservTerre

- Étudier les variations spatiales et temporelles de deux paramètres : le taux du CO₂ atmosphérique et la production primaire.

Investigation expérimentale | ExAO

- Découvrir expérimentalement les flux qui déterminent le taux du CO₂ atmosphérique.
 - Utiliser le bilan de ces flux pour construire un cycle simple du carbone.
 - Mettre en relation ce cycle simple avec un bilan carbone réalisé à l'échelle de la planète.



COMPOSITIONS

TP en Foxy 2 (Réf 485016)

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Logiciel Atelier Scientifique complet SVT (réf 000109)
- Capteur + sonde CO₂ Air / Eau (réf 482082)
- Pince photosynthèse (réf 453131)

TP en Redy (Réf 485017)

- Capteur CO₂ Air / Eau Redy (réf 482016)
- Pince photosynthèse (réf 453131)



Thèmes abordés

- Photosynthèse
- Chlorophylle
- Production primaire
- Variations saisonnières

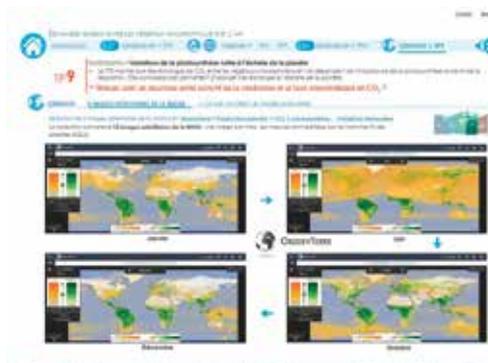
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Les investigations montrent la dualité des échanges gazeux associés à la respiration et à la photosynthèse chez les végétaux chlorophylliens.

Algues unicellulaires et cyanobactéries constituent le phytoplancton, présent en quantité variable dans la couche superficielle des océans, des lacs, ...

Le phytoplancton occupe le premier maillon des chaînes alimentaires dans les océans. Grâce à la photosynthèse, il utilise l'énergie solaire pour produire de la matière organique à partir de la matière minérale.

La micro-enceinte a été spécialement conçue pour une approche mono-facteur: la micro-enceinte photosynthèse permet de manipuler de faible volume réactionnel. Ainsi, 2 à 4 ml de solution de micro algues (euglène, scenedesmus, ...) suffisent. Associée à une sonde oxygène optique, on obtient des résultats remarquables.



COMMENTAIRES

On peut prolonger l'expérimentation à l'échelle de la planète grâce à l'application de la plateforme numérique OBSERV-TERRE ou à l'échelle microscopique grâce à l'application IDOL.

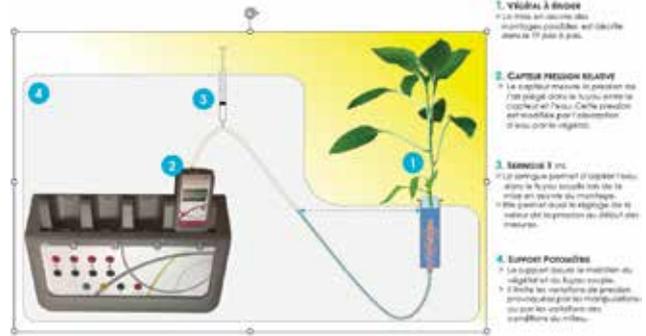
COMPOSITIONS

TP en Foxy 2 (Réf 485029)

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Logiciel Atelier Scientifique complet SVT (réf 000109)
- Capteur sonde optique à oxygène air/eau (réf 482082)
- Micro-enceinte photosynthèse (réf 45316)

TP en Redy (Réf 485031)

- Capteur oxymètre optique Air / Eau Redy (réf 482016)
- Micro-enceinte photosynthèse (réf 45316)



1. VÉGÉTAL À ÉtUDIER
 * Le choix du végétal doit être le plus possible en fonction de la taille de la plante et de la durée de l'expérience.

2. CAPTEUR PRESSION RELATIVE
 * Le capteur mesure la pression relative dans le végétal. Cette pression est transmise par l'osmosemètre à l'eau du réservoir.

3. SERINGUE 5 mL
 * La seringue permet d'injecter l'eau dans le végétal. Elle doit être remplie d'eau stérile et être maintenue à l'horizontale pour éviter les bulles.

4. SERINGUE POTOMÉTRIQUE
 * La seringue mesure le volume d'eau injecté dans le végétal. Elle doit être remplie d'eau stérile et être maintenue à l'horizontale pour éviter les bulles.

Le capteur pression relative et son montage

Thèmes abordés

- Mesure d'un prélèvement d'eau par un végétal
- Recherche du moteur du transport de la sève brute
- Effet de la température sur la transpiration d'un végétal

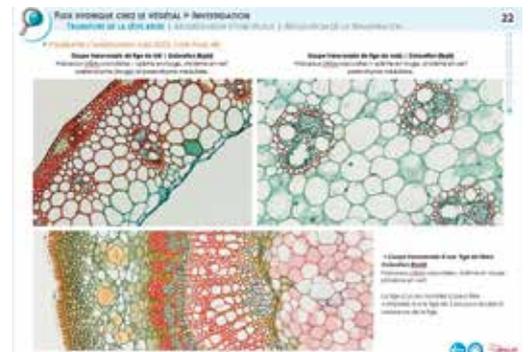
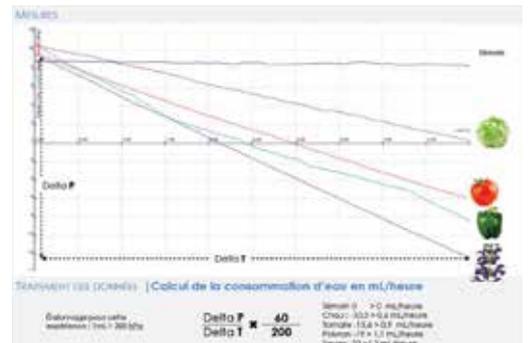
PRINCIPES ET OBJECTIFS

Ce dispositif permet d'étudier les besoins hydriques d'un végétal en fonction de l'influence de paramètres du milieu. Le capteur de pression relative mesure les variations de pression ; plus le flux hydrique est important plus la pression diminue.

4 activités sont proposées dans ce TP :

- Besoins journaliers en eau
- Recherche du moteur du transport de la sève brute
- Modélisation du fonctionnement de la feuille et régulation de la transpiration.

Des ressources complémentaires sont disponibles sur notre application d'imagerie didactique en ligne IDOL. Elles vous permettent de poursuivre l'investigation en liant l'observation à l'échelle microscopique avec les résultats expérimentaux.



COMPOSITION : Réf 485012

- Console Foxy 2 SVT (réf 485500)
- Logiciel Atelier Scientifique complet SVT (réf 000109)
- Capteur pression relative (réf 482086)
- Seringue 60 mL (réf 723064)
- Seringue 5 mL (réf 723079)
- Seringue 1 mL (réf 723077)
- Vanne 3 voies

INFLUENCE DE L'AUXINE ET LA CYTOKININE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ŒILLET



Thèmes abordés

- Travailler dans des conditions stériles dans un laboratoire de culture *in vitro*
- Étudier la croissance d'une plante et l'effet des hormones auxine ou cytokine ou amoxicilline sur son développement

PRINCIPES ET OBJECTIFS

L'expérience consiste à étudier l'influence de la nature des hormones présentes sur le type de croissance obtenu.

La culture *in vitro* s'effectue à partir d'un entrenœud d'un plant d'œillet. Les graines doivent être mises à germer au moins 6 semaines avant le TP, pour obtenir des plants de taille suffisante. Les résultats de croissance observés respectivement sous l'influence des hormones utilisées sont la formation d'un plant, d'un cal et l'enracinement de la plantule, au bout de 4 à 6 semaines de culture.

Pour réaliser cette expérience, prévoir 3 séances de 50 min. Les réactifs sont livrés pour 10 à 20 tests, suivant le flacon utilisé.



COMMENTAIRES

Nous avons décrit dans la notice tout le protocole à suivre pour réaliser l'expérience à bien. A la fin du TP, les plantules enracinées pourront être transférées en serre.

COMPOSITION : Réf 118038

- 1 sachet de graines d'œillet
- 1 flacon Milieu OE1 enrichi en Cytokinine (dose pour 400 mL)
- 1 flacon Milieu OE2 enrichi en Cytokinine + Auxine (dose pour 400 mL)
- 1 flacon Milieu OE3 enrichi en Auxine (dose pour 400 mL)

Matériels complémentaires nécessaires :

- Flacon avec bouchon ou tube à essai en verre (réf 713524)
- Papier Joseph (réf 703084)
- Pince stérile (réf 564027)
- Scalpel (réf 564014)
- Ethanol 95° (réf 102002)
- Bain marie (réf 591074)
- Bec bunsen ou bec électrique (réf 701291)
- Mini serre (réf 554107 ou 554108 ou 554028)

DIGITAL CLASSROOM

L'enseignement numérique

Qu'est ce que c'est ? Le concept de **digital classroom** repose sur l'utilisation d'un enseignement numérique où chaque élève dispose d'un microscope équipé d'une caméra, connecté à un PC, une tablette ou un smartphone. Grâce au logiciel Labscope, le professeur peut accéder à chaque appareil et suivre les observations de tous les élèves simultanément. Cette technologie permet d'identifier des observations spécifiques et de les partager avec toute la classe sans nécessiter de déplacements individuels des élèves.

1 **Choix du microscope pour chaque poste (élève et prof)**

Microscope Primostar 3 avec caméra intégrée Microscope Primostar 3 avec caméra externe Stemi 305 avec caméra externe (ou intégrée)

2 **Choix de l'appareil qui se connecte à chaque microscope**

Smartphone ou tablette ou ordinateur

3 **Réalisation des observations**

Observation sur smartphone Observation sur PC Observation sur tablette

4 **Partager & échanger autour des différentes observations (de l'enseignant vers les élèves mais également des élèves vers les autres élèves)**

Thèmes abordés

- Histologie animale et humaine
- Histologie végétale
- Microbiologie
- Bactériologie
- Mycologie

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Cette façon d'enseigner permet :

- De se déplacer librement dans la salle de classe tout en gardant un aperçu des microscopes de vos étudiants
- De parler aux étudiants et de partager leurs travaux en direct avec d'autres personnes
- De choisir les images d'un étudiant et de les expliquer aux autres
- De partager des images et vidéos en ligne.

COMPOSITION

- Microscope gamme Primostar 3 (avec sortie trinoculaire ou caméra intégrée)
- Stéréomicroscope Stemi 305 (avec sortie trinoculaire)
- Caméra gamme Axiocam
- Préparations microscopiques
- Outils informatiques : PC, tablette, smartphone
- Logiciel Labscope (version gratuite ou payante)

VISUALISER LES SYSTÈMES CONDUCTEURS D'UNE PLANTE : XYLÈME ET PHLOÈME



Thèmes abordés

- Montrer qu'il existe deux systèmes distincts responsables de la conduction de sève au sein d'une tige

- Apprendre à utiliser un microscope optique

PRINCIPES ET OBJECTIFS

Activité 1

Il s'agit de montrer qu'il existe des structures responsables de la conduction de sève au sein d'une tige (trempé pendant 24h dans du bleu de méthylène).

Une coupe fine de la tige observée au microscope met en évidence un tissu coloré par le bleu de méthylène, spécialisé dans la conduction : les vaisseaux conducteurs.



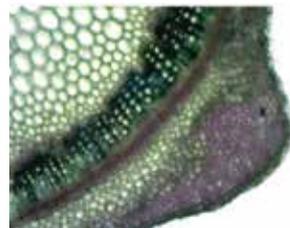
Portion de tige de menthe CT (x 100, bleu de méthylène)

Activité 2

Il s'agit désormais de montrer qu'il existe deux systèmes distincts de conduction de la sève au sein d'une tige.

Suivre les étapes du protocole de double coloration (carmin aluné et vert brillant).

Il existe deux types de sèves de composition distincte, ce qui suggère qu'elles circulent dans des systèmes séparés au sein du végétal, le xylème (en bleu-vert) et le phloème (en rose).



Portion de tige de menthe CT (x 100, carmino-vert)



Vaisseaux du xylème (x 400, carmino-vert)

COMMENTAIRES

La menthe est un végétal intéressant car connu des élèves et disponible toute l'année. La double coloration donne de très bons résultats sur d'autres végétaux (estragon, céleri). Privilégier des solutions de carmin aluné et de vert brillant séparées plutôt qu'un mélange des deux qui donne de moins bons résultats.

COMPOSITION : Réf 118038

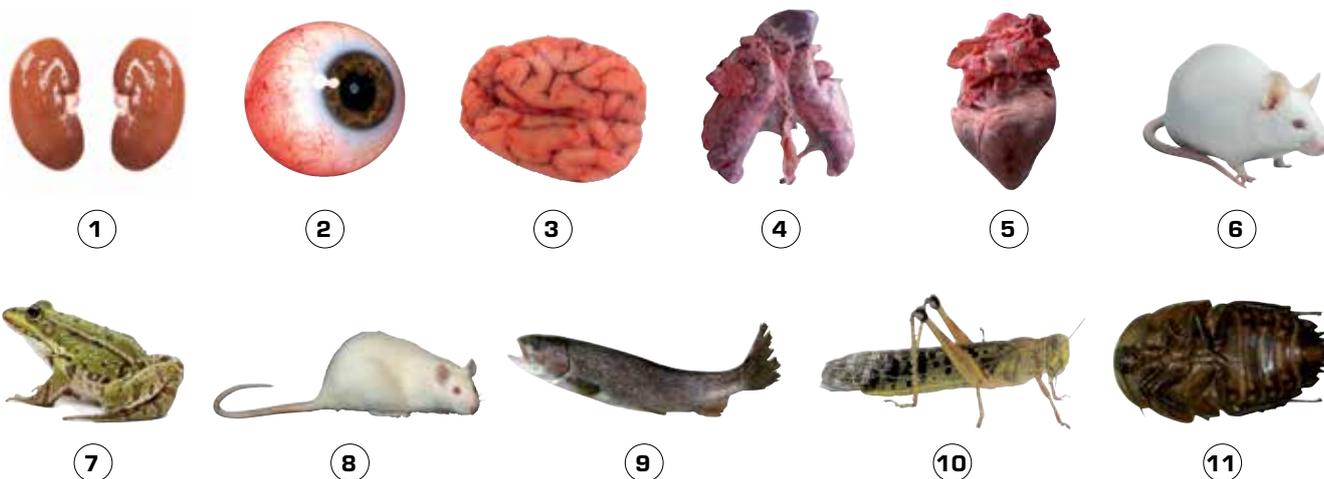
- 4 flacons 60 ml de réactifs (vert brillant, carmin aluné, sodium hypochlorite, acide éthanoïque)

- 4 pipettes compte gouttes
- 1 portoir

Matériels complémentaires nécessaires :

- Lame de sécurité (réf 564064)
- Lames porte-objets (réf 573013)
- Lamelles couvre-objets (réf 573015)

- Moelle de sureau (réf 573018)
- Verres de montre 60 mm en verre (lot de 10, réf 713066)
- Microscope



Désignation	Sexe	Référence	Conditionnement	Conservation
Organes à disséquer				
1- Rein		108028	A l'unité	Congélation
2- Oeil		108016		
3- Cerveille de porc		118000		
4- Coeur / Poumon				
Porc		118020	A l'unité	Congélation
Agneau		118027		
5- Coeur				
Agneau		118017	A l'unité	Congélation
Dinde		108024	Lot de 10	
Porc		11016	A l'unité	
Les vertébrés				
6- Souris adultes	Femelle	118011	A l'unité	Congélation
	Mâle	118010		
	Mâle et Femelle non trié	118022		
7- Grenouilles	Femelle	118012		
	Mâle	118013		
	Mâle et Femelle non trié	118023		
8- Rats adultes	Femelle	118014		
	Mâle	118015		
	Mâle et Femelle non trié	118015		
9- Truite non triée		118021		
Les insectes				
10- Criquets fixés	Femelle	108027	A l'unité	Fixés dans une solution à base d'alcool
	Mâle	108025		
Criquets congelés	Femelle	108053		
	Mâle	108052		
11- Blatte fixée		108006		Fixés dans une solution à base d'alcool

Conditions de vente particulières à l'achat d'animaux

Les commandes doivent être passées au minimum 7 jours ouvrés avant la date de livraison souhaitée. Les livraisons se font exclusivement du mardi au vendredi. Ces produits font l'objet d'une tarification spéciale pour la livraison (voir sur le site Jeulin.com ou contacter notre service client).

INSTRUMENTS DE DISSECTION



① **Trousse garnie de 10 instruments inox pour dissection**



② **Lampe à dissection à LED**

En acier inoxydable. Scalpel, rasoir, pince forte, pince fine, ciseaux fort, ciseaux fins, aiguille droite, aiguille courbe, aiguille lancéolée, sonde cannelée.

Lampe à dissection à LED. Flexible de 32 cm s'orientant dans toutes les directions. Luminosité 240 lumens, 2000 lux à 30 cm. Culot type E14. Alimentation 230 V.



③ **Cuvette à dissection avec mousse**

Cuvette à dissection en plastique PP, rigide, autoclavable. Mousse rigide, clair et amovible, fixé par 6 plots.

Réf. 564001

Réf. 566013

Réf. 566009

Tous nos instruments de dissection sur jeulin.com



Jeulin - Bio-Rad, partenariat* exclusif sur la gamme éducation

Jeulin est le distributeur officiel et exclusif de Bio-Rad sur sa gamme éducation (EDU). Appareils, kits, réactifs, nos commerciaux vous accompagne dans le choix de vos produits.



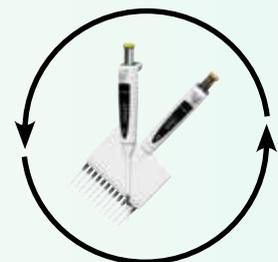
*Offre réservée aux lycées, BTS et CPGE

Toutes les infos produits sur Jeulin.com



Programme d'échange de pipette Bénéficiez de 35 à 40% de remise !

Offre de reprise : Sartorius reprend vos anciennes pipettes et vous offre 35% de remise sur les pipettes Tacta® et 40% de remise sur les pipettes Proline® Plus !

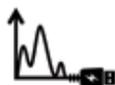


Offre valable jusqu'au 31 décembre 2024

Toutes les infos produits sur Jeulin.com

Étudier les préparations réalisées au laboratoire

Delio



PRINCIPES ET OBJECTIFS

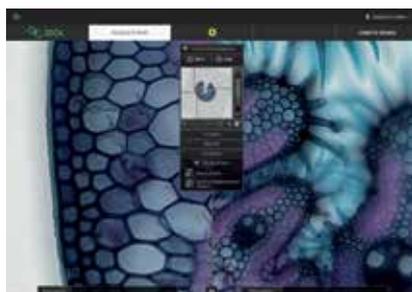
- Numériser la préparation avec la caméra pour une investigation sur un écran.
- Utiliser le logiciel embarqué dans la caméra pour :
 - Sauvegarder les zones d'intérêt de la préparation, traiter les images obtenues
 - Mettre en œuvre une investigation : mesurer une distance, une surface, compter
 - Interpréter l'image : schématiser, annoter, commenter.

COMPOSITION

- Microscope : exemple réf 571408

- Caméra : exemple réf 577000

Étudier les lames virtuelles de la bibliothèque IDOL



Feuille d'oyat en coupe transversale.
Comparaison de deux tissus différents



Lame mince d'éclotite observée en LPNA x LPA

PRINCIPES ET OBJECTIFS

- IDOL est un microscope en ligne avec une bibliothèque de 175 lames et 12 images (roches, caryotype...)
- Utiliser de la simplicité d'exploration d'une lame virtuelle¹ : zoom continu, mise au point.
- Placer des repères pour mémoriser des zones d'intérêt lors de l'exploration de la lame.
- Mettre en œuvre une investigation : mesurer une distance ou une surface, compter, cartographier, comparer des zones distantes de la lame ou comparer des lames différentes.
- Enregistrer des images de la lame pour les commenter e-mago-Web ou autre logiciel.

1. Lame virtuelle. Préparation microscopique numérisée avec le scanner de lame Nanozoomer Hamamatsu

Retrouvez notre applicatif IDOL sur notre plateforme numérique :





We make it visible.

Dans les domaines des sciences biologiques et des sciences des matériaux, ainsi que pour l'enseignement et les pratiques cliniques courantes, ZEISS, l'un des principaux fabricants de microscopes, propose des solutions innovantes. Les microscopes ZEISS sont largement utilisés à travers le monde, que ce soit dans l'industrie de haute technologie, dans la fabrication et l'assemblage, dans le traitement et la recherche des matières premières, ou encore dans les applications biomédicales.

Microscopes droits



Primostar 3



Primovert

Microscope inversé



Axiolab 5

Stéréomicroscope



Stémi 305



L'unité Microscope Solutions de Nikon est dédiée à fournir des services aux clients dans les domaines de la recherche, de la biotechnologie/pharmacie, du laboratoire clinique et de l'éducation, en proposant des solutions d'imagerie de pointe basées sur des microscopes de haute qualité.



Eclipse Ei



Eclipse Si



Le département de microscopie de la marque Olympus est hautement spécialisé dans le domaine de l'imagerie microscopique. Olympus est un fabricant de renom de microscopes qui propose une large gamme d'instruments pour la recherche scientifique, la biologie, la médecine et d'autres applications. Les microscopes Olympus sont réputés pour leur qualité optique exceptionnelle, leur fiabilité et leurs performances avancées.

Aujourd'hui le département microscopie d'Olympus s'est séparé des autres départements et existe sous une nouvelle entreprise indépendante nommée Evident.



CX 23



CX 33

Micropipettes

Mécaniques

- Les plus sûres et les plus ergonomiques du marché
- Exactitude et légèreté
- Flexibilité élevée grâce à une vaste gamme de volumes



Electroniques

- Manipulation intuitive avec touche bidirectionnelle
- Multifonctions logiques
- Autonomie de charge



Centrifugeuses

Du modèle compact, portable au modèle polyvalent multi-fonctions. Affinez votre choix en fonction des vitesses et capacités volumiques des tubes/flacons qui conviennent à vos manipulations



Bain thermostaté CORIO C-B

La série CORIO C-B sont équipés de cuves transparentes ou à inox de haute qualité. Cette gamme est destinée pour la thermorégulation interne, pour des températures de travail de +20 à 100°C.

- Modèles pour les applications internes
- Cuve transparentes ou inox de haute qualité
- Affichage lumineux blanc



Incubateurs

- Modèles à convection naturelle ou forcée
- Contrôle par sonde Pt 100 Ohms
- Fermeture facile « sans les mains »

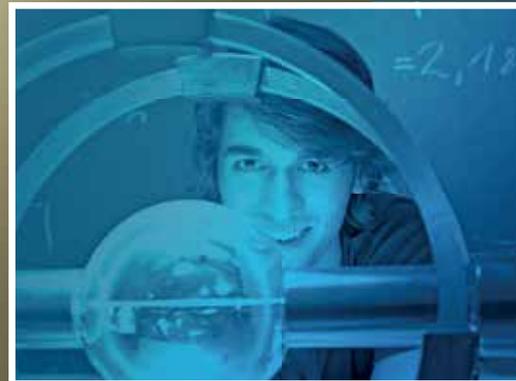




PHYWE



**OBJECTIFS
DE DÉVELOPPEMENT
DURABLE**



Pour une
**éducation de
haute qualité**



LN EDUCATION
GROUP

EXP

Expériences
Scientifiques
& Techniques

MÉCANIQUE
ONDES
PROPRIÉTÉS DE LA MATIÈRE
OPTIQUE
ELECTRICITÉ
ELECTROMAGNÉTISME
PHYSIQUE MODERNE
SCIENCES DE L'INGÉNIEUR
CHIMIE
SVT



468, rue Jacques-Monod, CS 21900, 27019 Evreux cedex, France
Métropole • Tél. 02 32 29 40 00 - Fax 02 32 29 43 99
International • Tél. +33 (0)2 32 29 40 23 - Fax +33 (0)2 32 29 43 24
www.jeulin.com
SAS au capital de 1000 000 € • TVA intracommunautaire FR47 344 652 490 • Siren 344 652 490 RCS Evreux

Article : 951780



91951780 10000001