



Catalogue Expériences Sciences physiques

Édition 2022



Contact

Commandes et renseignements



didalab

Z.A. de la Clef Saint-Pierre
5, rue du Groupe Manoukian
78 990 ELANCOURT
FRANCE



01 30 66 08 88

Du lundi au vendredi
de 9 h à 12 h 30
et de 14 h à 18 h



www.didalab.fr

E-mail : didalab@didalab.fr

Nos techniciens sont à votre écoute pour répondre à toutes vos questions

Sciences Physiques

Stéphanie KOWALKOWSKI

 01 30 66 59 67 • 06 84 76 90 89

 stephanie.k@didalab.fr

Export

Sylvie LEGRAS

 01 30 66 59 64

 sylvie.legras@didalab.fr

Service Après-Vente

 01 30 66 08 88

 sav@didalab.fr



Chers enseignants,

DIDALAB est, depuis bien des années, un acteur majeur de l'enseignement supérieur et ceci grâce à vous. Notre seule volonté est, et a toujours été, de vous fournir le meilleur matériel au meilleur prix. Vous avez su tout au long de notre partenariat nous montrer la bonne direction.

DIDALAB prend le chemin de la modernisation et rénove sa gamme depuis 4 ans maintenant. Les résultats sont probants, mais nous devons aller encore plus loin pour vous proposer de nouveaux produits, plus fonctionnels, plus didactiques, au meilleur prix. Aller plus loin, pour vous proposer un meilleur service, un accompagnement toujours plus précis, entendre vos demandes, avancer ensemble.

Ensemble, prenons le parti de l'évolution et construisons l'éducation de demain.

Jean SANCERRE
Président

>> DIDALAB c'est désormais une gamme pensée pour vos besoins...



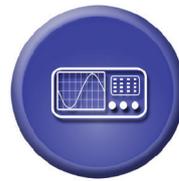
Les produits DIDALAB sont des produits haut de gamme conçus pour avoir le meilleur rapport Qualité/Plurifonctionnalité et spécialement conçus pour l'enseignement supérieur.



Produits spécialement conçus pour répondre au mieux à vos exigences tout en vous assurant le meilleur rapport Qualité/Prix/Fonction et spécialement conçus pour l'enseignement secondaire.



Produits non fabriqués par DIDALAB, mais sélectionnés et approuvés par notre contrôle Qualité.



SOMMAIRE

Mécanique

Expériences

Chute libre et plan incliné	6
Mouvement uniforme et collisions	8
Oscillations forcées et résonance	10
Etude des pendules	12
Ondes sonores stationnaires	14
Etude des ondes ultrasonores	16
Ondes planes et principe diffractif	18
Tension superficielle d'un liquide	20

Optique

Expériences

Loi des lentilles	24
Dispersion d'un prisme, d'un réseau	26
Réflexion - Réfraction	28
Maquette d'étude de l'appareil photo	30
Loi de polarisation	32
Diffraction et Interférences	34
Anneaux de Newton	36
Expériences de Michelson	38
Etude du Mach-Zender	40
Etude du Fabry-Pérot	42
Spectrométrie - Spectrophotométrie	44

Thermodynamique

Expériences

Capacité thermique	48
Etude du point critique du gaz	50
Conduction thermique	52

Electricité

Expériences

Etude des micro-ondes	56
Traitement de l'information en temps réel	58
Lois fondamentales d'électricité	60
Loi de Biot et Savart	62
Etude du transformateur	64

Physique de la Matière

Expériences

Expérience de Millikan	68
Effet Zeeman	70
Démonstration de la Constante de Planck	72

Mécanique

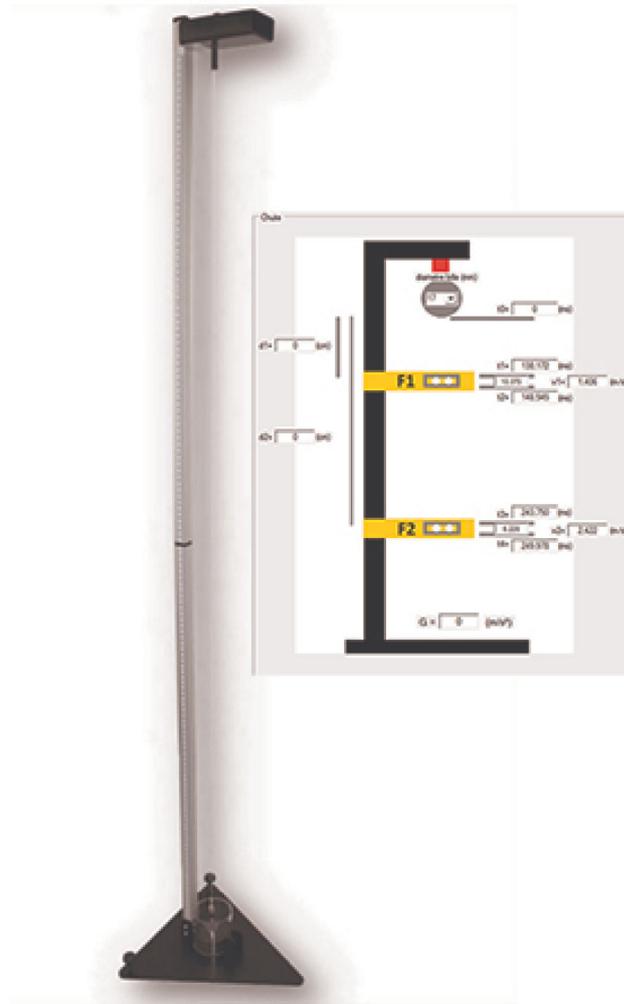
Expériences

Chute libre	6
Mouvement uniforme et collisions	8
Oscillations forcées et résonance	10
Etude des pendules	12
Ondes sonores stationnaires	14
Etude des ondes ultrasonores.	16
Ondes planes et principe diffractif	18
Tension superficielle d'un liquide.	20

Chute libre

Ce banc multifonctions permet de réaliser un standard de la mécanique. Il vous permettra de réaliser les expériences de chute libre. Cet appareil est principalement constitué d'une structure tube 20x20mm en profilé aluminium (L = 140 cm) avec graduation au mm sur 1.3 m monté sur un socle stable, et un dispositif de libération (bille) avec électro-aimant.

La manipulation est informatisée grâce à un système de fourches optiques/chronomètre pour un traitement didactique de vos expériences. Ces capteurs optiques peuvent être positionnés sur toute la longueur du banc. Un réceptacle permet d'amortir la chute et de recueillir la bille.



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PHM 022 420	Ensemble chute libre	1	10

Sujets abordés

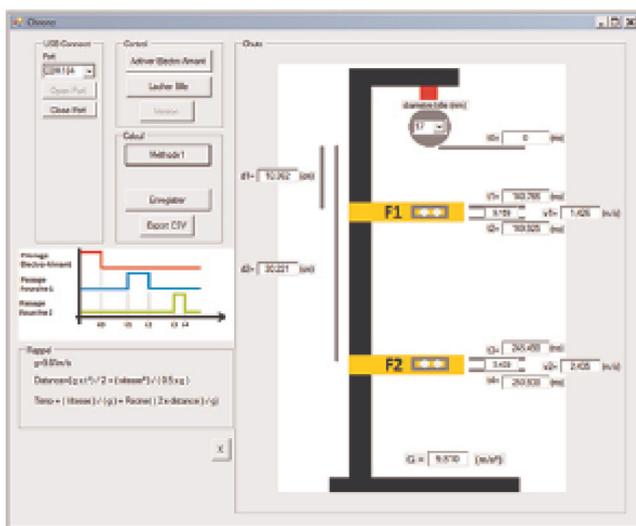
- » Energie potentielle de pesanteur
- » Energie cinétique
- » Relation entre hauteur de chute et temps de chute
- » Accélération due à la gravité
- » Etude des frottements statiques
- » Détermination de la constante de pesanteur



→ Détermination de la valeur de la constante de pesanteur

Pour déterminer la valeur de la constante de pesanteur, on utilise le banc en configuration chute libre. On positionne le premier capteur à la hauteur souhaitée sur le rail gradué. On le mettra de préférence sur une graduation multiple de 10 pour faciliter la lecture des mesures. On raccorde les capteurs au chronomètre. On place le support de l'électro-aimant sur le rail gradué au dessus du premier capteur, de sorte que la vitesse initiale de la bille soit nulle. On lance le logiciel du chronomètre. On peut activer la mise en tension ou hors tension de l'électroaimant avec le logiciel. En mettant hors tension cela libère la bille.*

→ Logiciel Chronoo



Le logiciel ChronooV2 permet de récupérer les temps correspondant au passage de la bille devant chaque fourche.

Il permet de se connecter au boîtier sans installation de driver particulier.

Une fois l'acquisition effectuée, il permet une aide au calcul et en déduit les vitesses de la bille au passage des fourches, ainsi que leur position.

Les relevés peuvent être enregistrés puis exporter en CSV afin de faire les exploitations et tracés sous un tableur.

Mouvement uniforme et collisions

Le banc à coussin d'air est un appareil scientifique utilisé pour étudier le mouvement dans un environnement de basse friction. Son nom provient de sa structure : de l'air est soufflé dans un banc qui dispose de petits trous sur toute sa surface, permettant à des mobiles de glisser en réduisant les frictions au minimum. Les mobiles à base triangulaire s'adaptent parfaitement à la forme du banc et sont utilisés pour étudier le mouvement dans des conditions de basse friction.

Le banc à coussin d'air est aussi utilisé pour étudier les collisions, élastiques et inélastiques. Comme très peu d'énergie est perdue dans la friction, il est aisé de démontrer quelle quantité de mouvement est conservée avant et après la collision. Le banc peut être utilisé afin de calculer la force de gravité lorsqu'il est incliné par rapport à l'horizontal ou également servir de système de chute libre en étant à la verticale. Un système de fourche optique vient compléter le banc pour acquérir les mesures sur ordinateur.

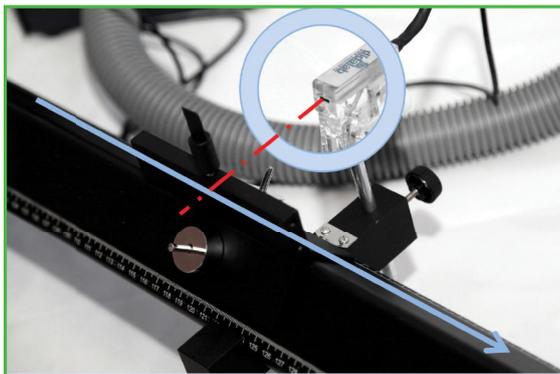


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PHM 022 565	Banc à coussin d'air seul	1	8
PMM 013 961	Système de chronométrage	1	9

Sujets abordés

- » Mouvements uniformes
- » Mouvements accélérés
- » Seconde Loi de Newton
- » Accélérométrie
- » Loi des collisions
- » Chute libre



→ Mouvements uniformes

On observe un objet animé d'un mouvement rectiligne uniformément variable et on détermine la vitesse instantanée et la vitesse moyenne de l'objet dans son mouvement rectiligne uniformément variable.

Lorsqu'un objet est animé d'un mouvement rectiligne sur un laps de temps Δt et qu'il parcourt la distance ΔX , alors sa vitesse moyenne pendant le laps de temps Δt est de :

$$v = \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

Pour traduire la vitesse réelle de l'objet à un point donné, Δt doit être aussi petit que possible. La vitesse moyenne sera d'autant plus proche de la vitesse réelle que Δt sera courte. Lorsque Δt est proche de 0, la vitesse moyenne est proche de la limite, si bien que la vitesse moyenne de l'objet est considérée comme égale à la vitesse instantanée au point considéré.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta X}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v$$

→ Loi des collisions

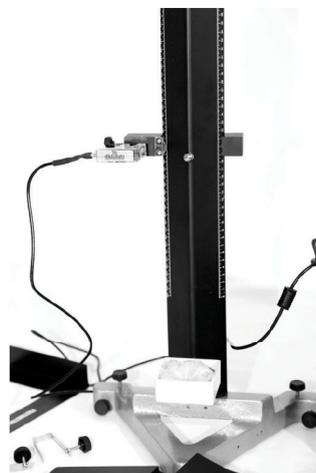


On fixe un amortisseur élastique à chaque extrémité du banc à coussin d'air. On positionne deux mobiles à 30 cm et à 80 cm. On vérifie que le banc à coussin d'air est bien à l'horizontal.

Prendre les deux mobiles avec un disque de surcharge et un butoir flexible en métal. On détermine avec une balance la masse de chaque mobile. On donne une petite vitesse initiale à l'un des mobiles, l'autre étant au repos et on enregistre la trajectoire. On vérifie que la quantité de mouvement totale et l'énergie mécanique sont conservées. On met une deuxième surcharge sur l'un des mobiles. On donne une petite vitesse initiale à l'un des mobiles, l'autre étant au repos et on enregistre la trajectoire. En utilisant le principe de la conservation de la quantité de mouvement, on détermine la masse de la surcharge. On vérifie le résultat en pesant la surcharge.

→ Chute libre

Pour déterminer la valeur de la constante de pesanteur, on va utiliser le banc à la vertical. On place le support de l'électroaimant sur le rail gradué au dessus du premier capteur (de sorte que la vitesse initiale de la bille soit nulle. (La mise en tension ou hors tension de l'électroaimant s'effectue depuis le logiciel). Le logiciel affiche la vitesse de la bille au niveau du premier capteur, la vitesse de la bille au niveau du deuxième capteur et l'intervalle de temps entre les deux mesures, et donne ainsi l'accélération de la bille. La valeur de l'accélération étant égale à la constante de pesanteur en chute libre.



Oscillations forcées et résonance

Ce dispositif complet d'oscillations forcées et résonance permet l'étude du pendule élastique simple, tant en statique qu'en dynamique. Un plateau porte-masse est relié par une tige, et quatre masses sont livrées avec l'appareil. Une règle graduée que l'on peut déplacer pour la mettre en face de l'index du mobile lié au ressort assure la lecture des allongements. Une éprouvette remplie d'eau ou d'huile, sert à l'étude de l'amortissement fluide.

Par ailleurs, le plateau porte masse qui plonge dans cette éprouvette est interchangeable sous formes de disques de différents diamètres, permettant de faire varier le coefficient de frottement. Le ressort est accouplé à un moteur par le biais d'un disque, ce qui assure une excitation sinusoïdale du système. La fréquence d'excitation est variable, alors que l'étude statique est réalisée simplement avec le moteur arrêté. La fréquence d'excitation (réglable de 0,1Hz à 3Hz) est affichée de manière digitale sur le boîtier du moteur.

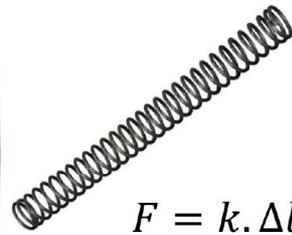


Équipement nécessaire

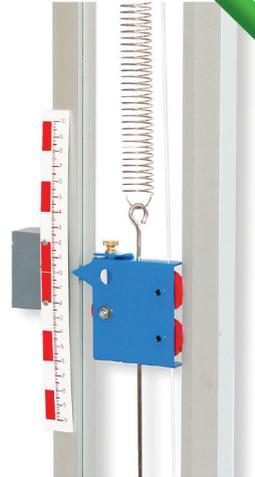
Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PHD 015 130	Appareil pour étude des oscillations	1	9

Sujets 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



$$F = k \cdot \Delta l$$



→ Etude statique : détermination de la constante de raideur d'un ressort

On souhaite déterminer la constante de raideur k des ressorts disponibles en mesurant leur allongement à l'équilibre lorsqu'ils sont chargés avec des masses de poids connu : on choisit un ressort et on mesure sa longueur à vide. On place ensuite une masse à l'extrémité de ce ressort, puis on mesure sa nouvelle longueur ainsi chargé. En répétant l'opération avec plusieurs masses, on pourra préciser la valeur de la constante de raideur obtenue.

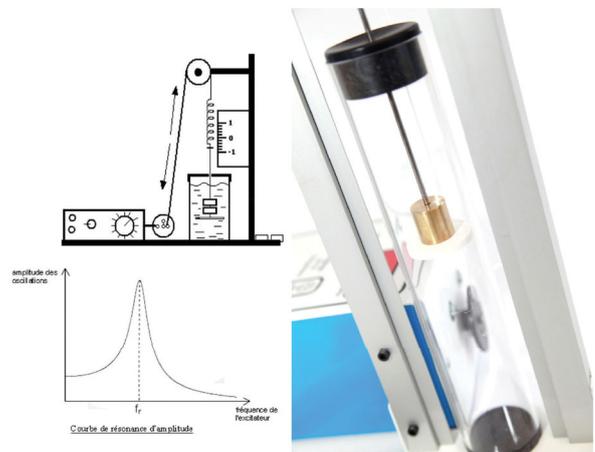
→ Etude de l'amortissement



On remplit la burette d'eau et on ajuste si besoin la hauteur du système pour que la masse reste tout le temps dans l'eau au cours du mouvement. On fixe la masse de plus petit diamètre au ressort, et on écarte la masse verticalement de sa position d'équilibre de 2 ou 3 cm. On lâche le système et on mesure la période d'oscillation du système. On pourra refaire l'expérience avec une autre masse ou un fluide différent.

→ Etude de la résonance

Le système oscillant est constitué du ressort de raideur la plus petite et d'une masse cylindrique de petit diamètre. Les oscillations forcées seront générées par la rotation du moteur. On fera varier la vitesse de rotation du moteur, donc la fréquence d'oscillation du système. On remplit la burette graduée d'eau et on y plonge la masse. On agit doucement sur la fréquence du moteur pour mettre le système en mouvement. On pourra comparer la fréquence de rotation du moteur et la fréquence d'oscillation du ressort, et tracer la courbe de résonance.



Etude des pendules

Cet ensemble mécanique complet permet de faire l'étude d'un pendule pesant, d'un pendule de torsion ou de pendules couplés. Il se compose de deux pendules pesants (pouvant être basculés à 90° pour devenir un pendule de torsion), d'un jeu de masses, des fils de torsion et de solides de différents moment d'inertie. Chaque pendule est équipé d'un capteur sans contact pour un mouvement fluide et sans frottement. Le tout est accompagné d'un système d'acquisition et d'un logiciel dédié permettant l'exploitation de données telles que la période du pendule ou l'amplitude des oscillations de celui-ci.



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PHD 006 580	Pendule pesant	2	6
PHD 006 581	Éléments de couplage	1	7
PHD 006 582	Jeu de solides	1	6

Sujets abordés

- » Etude du pendule pesant
- » Etude de l'amortissement fluide et solide
- » Vérification du théorème de Huygens
- » Mesure de la constante de torsion d'un fil métallique
- » Mesure du moment d'inertie d'un corps
- » Etude des pendules sympathiques
- » Etude de la résonnance



→ Etude de l'amortissement par frottement fluide

En engageant un aimant à l'extrémité du pendule, les courants de Foucault engendrés par le déplacement de l'aimant devant la plaque en aluminium, provoquent un amortissement par frottement visqueux. L'aimant peut être placé à différentes distances de la plaque afin de simuler un amortissement plus ou moins fort. Grâce au logiciel, on mesure la période T (curseurs sur l'axe des abscisses) et les amplitudes successives (curseurs sur l'axe des ordonnées) du pendule. On montre que les amplitudes décroissent suivant une progression géométrique et que le freinage fluide n'influe pas sensiblement sur la période du pendule.

→ Détermination de la constante de torsion d'une tige



Un solide de forme géométrique simple (disque, barre), dont il est facile de calculer le moment d'inertie par rapport à un axe, est fixé à l'extrémité du fil de torsion vertical. On fait osciller le solide et on relève sa période T grâce au logiciel fourni.

Grâce à cette période et au moment d'inertie du solide, on peut calculer la constante de torsion de la tige métallique. Différents diamètres de tiges vous sont fournis.

→ Vérification de la période des battements

On relie les deux pendules pesants par une tige de torsion, puis on leur impose la même masse m . On libère un pendule dans sa position d'équilibre, on écarte le deuxième de sa position d'équilibre et on le lâche. On récupère l'intervalle de temps entre deux arrêts successifs de ce deuxième pendule sur le logiciel.

Il représente la période des battements qu'on pourra comparer à la valeur théorique.



Ondes sonores stationnaires

Une onde stationnaire est le phénomène résultant de l'addition d'au moins deux ondes, de fréquence identique, se propageant dans un même milieu dans des directions différentes. Une onde stationnaire se caractérise par des éléments fixes dans le temps (longueur d'onde, ventre, noeud, vitesse).

Le tube de Kundt permet l'observation d'une onde stationnaire. Une enceinte couplée à un générateur de fonctions permet de générer des ondes de diverses fréquences. Un micro munit d'un amplificateur permet de pouvoir observer la forme de l'onde en divers endroits du tube. On repèrera ainsi par mesure les maxima (sonde sur un ventre) et les minima de pression (sonde sur un nœud) de l'onde stationnaire. Le signal observé est visible sur l'oscilloscope

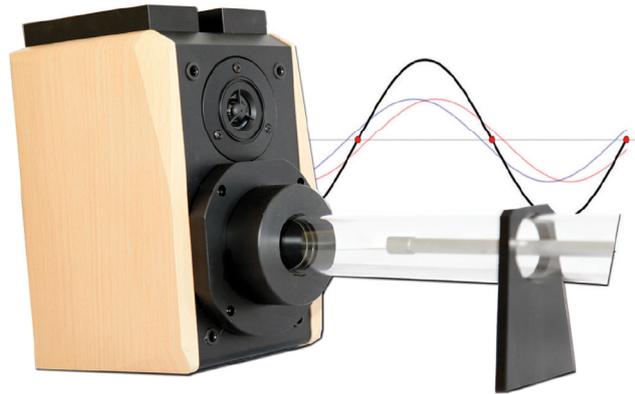


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PHD 015 602	Tube de Kundt	1	12
PHD 015 613	Amplificateur	1	13
PMM 063 805	Oscilloscope numérique 2 x 70 MHz	1	Cf Site Internet
PMM 062 685	Générateur de fonctions 5 MHz	1	Cf Site Internet
PEM 010 180	Cordon noir BNC - 1m - 50 ohms	2	85

Sujets abordés

- » Ondes sonores stationnaires
- » Absorption des matériaux



→ Ondes sonores stationnaires

Le principe du tube de Kundt est le suivant : Un tube est fermé à une extrémité par un « porte-micro ». Celui-ci est fabriqué à partir de matériau absorbant (homogène, isotrope), il est également cylindrique et d'épaisseur finie e . À l'autre extrémité, un haut parleur alimenté par un générateur basse fréquence émet une onde sonore de fréquence pure (onde incidente) qui est réfléchiée par le porte-micro à la traversée du tube, l'onde perd de l'amplitude (transformation d'énergie par absorption). L'onde réfléchiée est par ailleurs en déphasage (dû au retard) avec l'onde incidente. Les ondes réfléchiées et incidentes se composent pour former une onde stationnaire. Le micro et son amplificateur nous permettent ensuite de pouvoir observer facilement toute la forme de notre onde.

→ Absorption des matériaux

Avec un tube de Kundt il est possible de pouvoir mesurer le coefficient d'absorption de différents matériaux. Pour cela, il suffit de positionner devant le « porte micro » une rondelle du matériau que l'on souhaite étudier de même taille que le tube. Voici quelques exemples de coefficient d'absorption de différents matériaux :

Matériaux	Coefficient d'absorption		
	125 Hz	1 kHz	4 kHz
Bois peint	0,05	0,03	0,029
Mur crépi	0,01	0,04	0,018
Moquette	0,15	0,46	0,36
Feutre 20 mm	0,18	0,58	0,61
Parquet bois	0,03	0,11	0,18
Glaces et vitres	0,03	0,03	0,019
Briques	0,015	0,028	0,05
Rideau velours	0,1	0,51	0,45
Rideau léger	0,05	0,17	0,43
Laine de verre 10 mm	0,5	0,89	0,71
Plafond platre	0,04	0,039	0,079
Sol en marbre	0,01	0,01	0,01
Sol en carrelage	0,01	0,012	0,012

Etude des ondes ultrasonores

L'onde ultrasonore est une vibration mécanique se propageant dans un milieu élastique. Leur gamme de fréquence se situe entre 20 kHz et 1 GHz. Elle est définie par sa longueur d'onde, sa fréquence et sa vitesse de propagation qui dépend de l'élasticité et de la densité du milieu.

Leur petite longueur d'onde leur confère une propagation assimilable à celle des ondes optiques et permet ainsi de leur appliquer les lois relatives à l'optique physique.

Nous générerons les ondes ultra-sonores à l'aide d'un générateur de fonctions basse fréquence et d'un émetteur (ou enceinte). Des microphones adaptés permettront leur réception et leur analyse. Un ensemble d'accessoires rend possible l'étude des lois d'optiques (transmission, réflexion, diffraction,...)



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PHD 015 615	Enceinte	1	12
PHD 015 614	Emetteur double	1	13
PHD 015 612	Microphone	1	13
PHD 015 616	Récepteur ultrasonores	1	13
PED 022 163	Fentes et multi-fentes	1	73
PED 022 164	Ecran métal	1	73
PBU 070 300	Banc avec accouplement et 2 cavaliers	1	10
PMM 063 805	Oscilloscope numérique 2 x 70 MHz	1	Cf Site Internet
PMM 062 685	Générateur de fonctions 5 MHz	1	Cf Site Internet
PEM 010 180	Cordon noir BNC - 1m - 50 ohms	2	85
PEM 010 021	Cordon noir BNC mâle/mâle- 1m	2	85

Sujets abordés

- » Ondes ultrasonores stationnaires
- » Absorption ultrasonores dans l'air
- » Diffraction par une fente simple ou un bord
- » Interférences par une fente double
- » Détermination de la longueur d'onde
- » Interférences à deux sources cohérentes
- » Réflexion

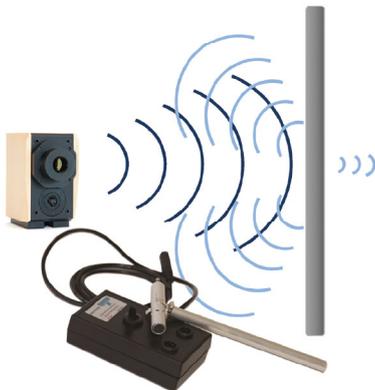


→ Diffraction par une fente ou un bord

La diffraction est le comportement des ondes lorsqu'elles rencontrent un obstacle ou une ouverture, le phénomène peut être interprété par la diffusion d'une onde par les points de l'objet. La diffraction se manifeste par le fait qu'après la rencontre d'un objet, la densité de l'onde n'est pas conservée. La diffraction est le résultat de l'interférence des ondes diffusées par chaque point.

Dans le domaine de l'étude des phénomènes de propagation des ondes, la diffraction intervient systématiquement lorsque l'onde rencontre un objet qui entrave une partie de sa propagation (typiquement le bord d'un mur ou le bord d'un objectif). Elle est ensuite diffractée avec d'autant plus d'intensité que la dimension de l'ouverture qu'elle franchit se rapproche de sa longueur d'onde : une onde type radio sera facilement diffractée par des bâtiments dans une ville par exemple. Ici nous mettrons en évidence ce phénomène grâce à la fente de largeur variable ou juste à l'un de ses bords.

→ Réflexion



Lorsqu'une onde sonore effectue une réflexion sur une surface, une partie de l'onde est absorbée et transmise dans le matériau, tandis que le reste de l'onde est réfléchi à la manière d'une réflexion spéculaire en optique.

Pour des matériaux solides comme le bois et le métal placés dans l'air, une grande partie de l'onde est réfléchi, environ 99 %, tandis que le faible pourcentage restant est absorbé et transmis dans le matériau. Pour des matériaux poreux comme des mousses ou des éponges, on assiste à une plus grande absorption, et donc, indirectement, à une plus faible réflexion, puisque l'onde sonore perd de l'énergie à cause de la force de frottement favorisée par la surface poreuse. D'une manière générale, plus un matériau est dense, même s'il est poreux, plus il contribue à augmenter la réflexion de l'onde sonore.

→ Interférences à deux sources cohérentes

Pour cette expérience nous utiliserons deux générateurs basse fréquence, ceux de l'émetteur double à une fréquence proche de 40 kHz. Nous pourrons ensuite, en le plaçant sur le plateau goniométrique et le récepteur au bout du banc de 50 cm, mettre en œuvre et observer plusieurs situations :

- En phase
- En faisant varier le déphasage.
- En opposition de phase.
- Amplitudes différentes.
- Variation de l'écartement des deux sources.



Ondes planes/principe diffractif

La cuve à ondes est l'outil de démonstration par excellence. Avec ce nouveau système numérisé par Webcam, vous pourrez désormais utiliser la cuve à ondes avec les tableaux interactifs et les vidéos projecteurs. Le logiciel simple et intuitif permet la mise en œuvre rapide des mesures par le biais de curseurs et peut donc être utilisé en travaux pratique pour faire des mesures précises.

Avec la cuve à ondes, c'est tous les phénomènes ondulatoires qui deviennent accessibles et compréhensible par les élèves, ondes planes, diffraction, interférences. Tout est démontrable.

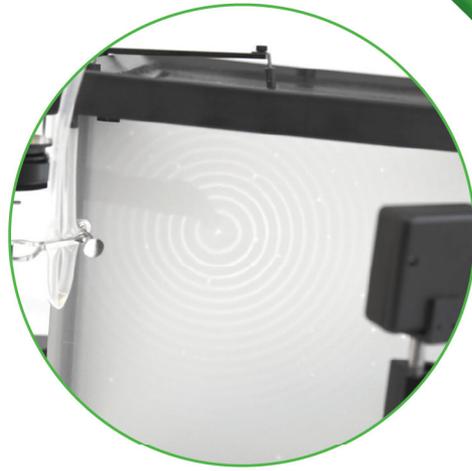


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PHM 022 690	Cuve à ondes	1	17
POD 010 030	Webcam didactique	1	31
POD 002 193	Pied demi-lune hauteur 120 mm	2	20

Sujets abordés

- » Principe de Huygens
- » Ondes planes
- » Diffraction
- » Interférences



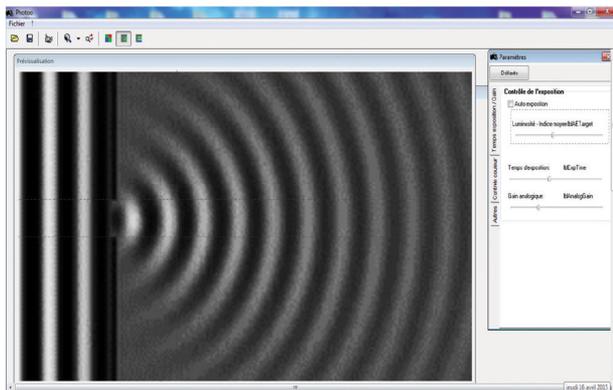
→ Réflexion

Le but de cette activité est d'étudier la réflexion d'une onde plane sur différents obstacles : une barrière droite et une barrière incurvée.

Un rayon est une droite qui indique la direction d'une onde plane. Les fronts d'onde sont perpendiculaires au rayon. Lorsqu'une onde se reflète sur une surface, l'angle d'incidence (angle entre le rayon incident et la normale à la surface) est égal à l'angle de réflexion (angle entre le rayon réfléchi et la normale à la surface).

Nous utiliserons pour cette expérience deux des accessoires de la cuve à ondes et l'excitateur plan. Les réflexions seront visualisées depuis le logiciel.

→ Diffraction



Toujours avec l'excitateur plan, le but de cette activité est de déterminer comment le phénomène de diffraction évolue lorsque l'on fait varier la largeur de la fente (espace entre les barrières) ou lorsque la longueur d'onde change.

Lorsqu'un front d'ondes planes passe au travers d'une fente, un nouveau front d'ondes circulaire est créé. Si la fente est large par rapport à la longueur d'onde, le nouveau front d'ondes circulaire aura tendance à se transformer en front d'ondes plane. Si au contraire la fente est petite par rapport à la longueur d'ondes, la partie du front d'ondes planes passant par la fente formera bien un front d'onde circulaire. Ce phénomène est appelé diffraction.

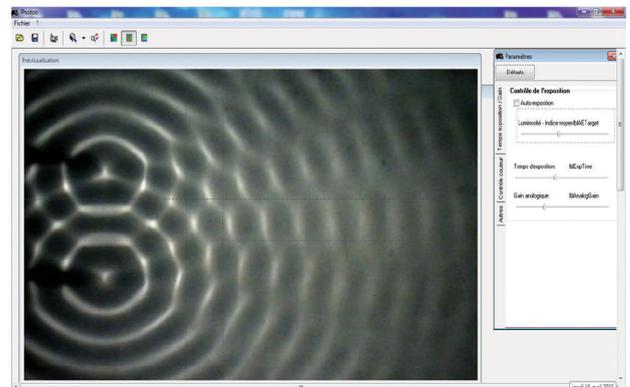
→ Interférences

Le but de l'activité est de déterminer comment «l'interférence d'onde» formée par 2 fentes ou par 2 sources d'excitation évolue lorsque la largeur de fente change ou que la longueur d'onde change.

Lorsqu'un front d'ondes planes traverse 2 fentes, le nouveau front d'ondes généré se comporte comme s'il y avait 2 sources ponctuelles d'excitation. Les formes d'ondes circulaires sortant des 2 fentes interfèrent entre elles de manière constructive ou destructive. Les positions d'intensité maximale (interférence constructive) sont définies par la formule suivante :

$$d \cdot \sin \theta = n \cdot \lambda$$

Avec d l'espace entre les 2 fentes, θ l'angle entre les 2 positions d'intensité maximale, λ la longueur d'onde.



Tension superficielle d'un liquide

Ce dispositif permet la mesure du coefficient de tension superficielle par la méthode de l'anneau (également appelée méthode de Nouÿ) pour les fluides de faibles et moyennes concentrations en tensio-actifs (eau, eau chaude, huile, alcool ...). Un anneau horizontal, de quelques millimètres d'épaisseur, est suspendu à l'extrémité d'un dynamomètre. On immerge l'anneau dans le liquide qui le mouille parfaitement. On le fait émerger : un ménisque se forme alors à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de l'anneau. La valeur affichée sur le dynamomètre permet de remonter jusqu'à la valeur de la tension superficielle. Ce dispositif comprend deux anneaux suspendus, deux dynamomètres et un support à croisillons.



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PHD 008 162	Anneau double	1	9
CGM 011 050	Socle en A	1	20
POD 002 220	Support élévateur à croisillons	1	20
PHM 021 920	Dynamomètre 0.2 N	1	19
CGM 011 393	Noix de serrage double	1	20
277	Tige	1	

Sujets abordés

- » Energie de surface
- » Mesure de la tension superficielle
- » Méthode de Nouÿ ou arrachement



→ Méthode Du Nouÿ pour la tension superficielle de l'eau

Un anneau métallique, de rayon connu, accroché à un dynamomètre est immergé dans un liquide qui le mouille parfaitement. Pour l'arracher du liquide, il faut vaincre, au voisinage de la surface libre, une force, qui est la force de tension. On place un petit cristalloir rempli d'eau sur un support élévateur et on suspend le dynamomètre au dessus du liquide. On suspend l'anneau à l'extrémité inférieure du dynamomètre. On l'immerge complètement en relevant le support à croisillons. On abaisse ensuite lentement le support afin de sortir l'anneau du liquide. Le dynamomètre s'allonge sous l'effet des forces de tension superficielle. On relève la valeur de la force d'arrachement sur le dynamomètre au moment où l'anneau se détache du liquide, afin de déterminer la valeur de la tension superficielle.

→ Comparaison de la tension superficielle de différents fluides



Avec les dynamomètres de 0,1 N et 0,2 N, vous serez capables de mesurer la valeur de la tension superficielle d'une multitude de fluides ayant une tension superficielle plus ou moins élevées : eau, eau salée, eau chaude, eau savonneuse, huile, alcool ... L'idée étant pour les élèves de constater les différences de précision de la mise en œuvre de leur protocole de test.

→ Dépendance de la surface en contact avec le fluide

Nous fournissons deux anneaux pour cette expérience. En effet, la valeur de la tension superficielle étant dépendante de la surface en contact avec le fluide, vous pourrez comparer les valeurs de tension superficielle pour un même fluide et deux diamètres d'anneaux différents.



Département Export

Afin de répondre à la demande grandissante de sa clientèle internationale, Didalab s'est dotée d'un département complet capable de répondre à tous ses clients francophones, anglophones, hispanophones ou lusophones. Une équipe commerciale, particulièrement formée et entraînée à traiter les dossiers exports (Financements, lettres de crédit, mise en place de cautions, conseils en incoterms, contrôles par organismes agréés) est prête à vous assister dans vos démarches bancaires et administratives à l'importation dans votre propre pays. Une équipe de préparateurs et logisticiens maîtrise parfaitement les contraintes d'emballage et d'expédition par terre, air et mer.

- **Assistance client** : Nos ingénieurs et techniciens sont à votre disposition pour l'installation de nos équipements sur site, une aide à la prise en main des matériels et enfin une assistance permanente par téléphone, email, vidéoconférence.
- **Expérience et Conseils** : Didalab est riche d'une longue expérience à l'exportation, création de laboratoires clefs en main dans de nombreux pays : Algérie, Cameroun, Chine, Egypte, Liban, Libye, Maroc, Sénégal, Tunisie, Turquie, Vietnam, etc.
- **Présence locale** : Nous sommes représentés dans la plupart des pays avec lesquels nous travaillons. Ce réseau d'agents est un appui commercial indispensable ; il assure en outre un SAV efficace à plusieurs milliers de kilomètres de nos ateliers.

Génie Électrique

- Électronique analogique
- Électronique numérique
- Informatique industrielle
- Automatismes
- Asservissement et régulation
- Électronique de puissance
- Électrotechnique
- Télécom - TV numérique
- Réseaux & Convergence VDI



Optique

Expériences

Loi des lentilles	24
Dispersion d'un prisme et d'un réseau	26
Réflexion - Réfraction.....	28
Maquette appareil photo.....	30
Loi de polarisation	32
Diffraction et Interférences	34
Anneaux de Newton.....	36
Expériences de Michelson	38
Etude du Mach-Zender	40
Etude du Fabry-Pérot	42
Spectrométrie - Spectrophotométrie.....	44

Loi des lentilles

Cet ensemble optique complet vous permettra de mettre en œuvre les méthodes principales pour l'étude de la focométrie. Vous pourrez déterminer les distances focales et les plans nodaux de lentilles convergentes, divergentes, de miroirs et de systèmes épais.

L'utilisation de systèmes optiques usuels, comme les lunettes ou les collimateurs, vous permettra de réaliser les différentes mesures et vous familiarisera avec la base des instruments d'optique, que vous réutiliserez lors de prochaines expériences.

OPTIQUE



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
POF 010 110	Banc d'optique de 2 mètres	1	38
DPO 020 100	Lanterne à LED	1	39
POF 010 124	Cavalier standard	5	38
POD 010 090	Porte-composant diamètre 40 mm	3	43
POD 010 002	Ecran métallique millimétré	1	43
POD 069 380	Collimateur simple	1	44
POD 069 400	Lunette de visée simple	1	44
POD 069 411	Bonnette + 100 mm	1	44
POD 069 412	Bonnette + 200 mm	1	44
POD 060 500	Support pour système épais	1	46
POD 061 260	Système épais	1	46
POD 010 511	Jeu de composants optique	1	55
POD 608 605	Lentille diamètre 40 mm - $f = +250$ mm	2	55

Sujets abordés

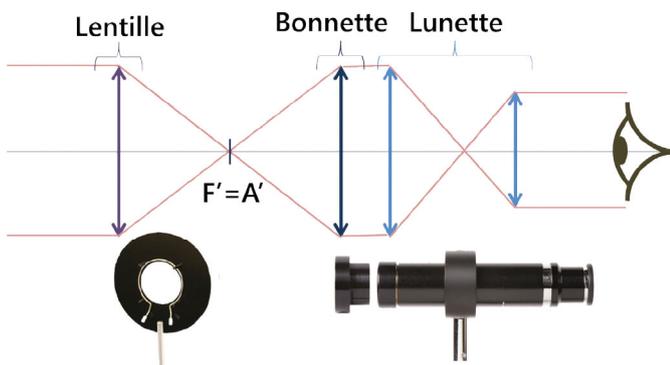
- » Méthode de Bessel
- » Méthode d'autocollimation
- » Méthode de Silbermann
- » Méthode de Badal
- » Méthode des points conjugués
- » Utilisation d'une lunette à frontale fixe
- » Méthode de Cornu



→ Méthode de Bessel

La méthode de Bessel permet de déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente. Elle consiste à imposer une distance D entre un objet A (grâce par exemple une lettre apposée sur la lanterne) et un écran E et à rechercher les deux positions de la lentille qui donnent une image nette de A sur l'écran E . La différence entre ces deux positions représente la distance d . En mesurant les distances d et D on calcule la valeur de la distance focale de la lentille.

→ Utilisation d'une lunette à frontale fixe



Avant tout, la lunette de visée doit être réglée à l'infini (en regardant par exemple un objet lointain par la fenêtre). Une fois celle-ci réglée elle permet le réglage du collimateur. Celui-ci joue le rôle d'objet. À l'aide d'une lentille additionnelle (bonnette), qu'on accole à l'objectif de la lunette, on transforme la lunette en viseur à frontale fixe.

On place alors, une lentille divergente devant le collimateur et on pointe successivement à l'aide du viseur la lentille (qu'on a marquée précédemment avec un trait de feutre) et l'image de la mire par la lentille. On obtient grâce à ces deux mesures la distance focale de la lentille.

→ Méthode de Cornu

On choisit deux lentilles à placer dans le système épais. On aligne sur le banc un collimateur (réglé sur l'infini), le système épais à étudier et un viseur à frontale fixe. On vise successivement 3 éléments : l'image du réticule, la face de sortie et la face d'entrée du système épais (repérées par deux marques distinctes sur chaque face du système). On retourne le système épais et on recommence les 3 mesures : l'image du réticule, la face de sortie et la face d'entrée du système.

En appliquant les relations de Newton (c'est-à-dire les formules de conjugaison avec origines aux foyers) on calcule la distance focale du système épais.



Dispersion d'un prisme, d'un réseau

Le Spectrogoniomètre LEMARDELEY, fabriqué par Didalab, est la marque d'un savoir faire qui se modernise depuis plus de 40 ans.

Au programme des classes préparatoires, il permet l'étude des prismes et des réseaux de diffraction. Equipé d'un vernier gravé avec une précision d'une minute d'arc, d'une lunette autocollimatrice, d'une lunette micrométrique et d'un collimateur à fente micrométrique, il offre une prise en main rapide et précise.

La camera didactique fournie dans cette expérience permet les captures des différentes dispersions et l'utilisation de celles-ci en démonstration de cours ou lors des compte rendus de travaux pratiques.

OPTIQUE



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
POD 068 070	Spectrogoniomètre	1	22
POD 010 030	Webcam didactique	1	31
POD 010 050	Lampe Mercure basse pression	1	33
POD 010 058	Lampe Sodium basse pression	1	33
POD 010 056	Pied pour lampe spectrale	1	33
POD 062 000	Réseau Paton 300 tr/mm	1	54
POD 062 100	Réseau Paton 600 tr/mm	1	54
POD 010 620	Prisme creux	1	56
POD 068 030	Prisme en Crown	1	56
POD 010 616	Prisme 30-60-90°	1	56

Sujets abordés

- » Dispersion
- » Indice de réfraction
- » Etude de l'angle d'un prisme
- » Réglage du goniomètre
- » Détermination du pas d'un réseau
- » Spectrométrie - Analyse d'une source spectrale

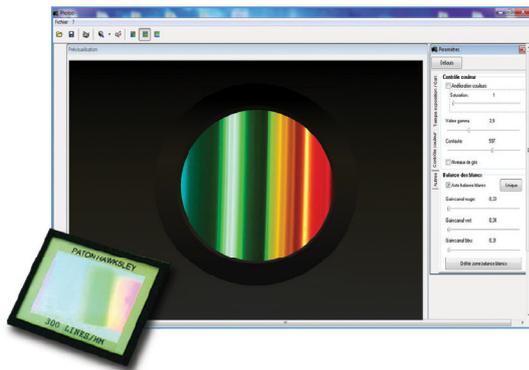


→ Indice de réfraction

Un prisme est un bloc de verre taillé, composé classiquement de trois faces sur une base triangulaire. C'est un instrument optique utilisé pour réfracter la lumière, la réfléchir ou la disperser. La dispersion et la réfraction dépendent de l'indice du matériau utilisé pour le prisme.

Nous vous proposons un prisme en Crown (peu dispersif), un en Flint (très dispersif), un prisme creux et un jeu de prismes en verre d'indice à déterminer. Les élèves pourront ainsi couvrir les cas de figures principaux des prismes. Le plateau porte prisme du goniomètre est adaptable pour fonctionner avec d'autres prismes si vous le désirez.

→ Détermination du pas d'un réseau



Un réseau de diffraction est un dispositif optique composé d'une série de fentes parallèles (réseau en transmission), ou de rayures réfléchissantes (réseau en réflexion).

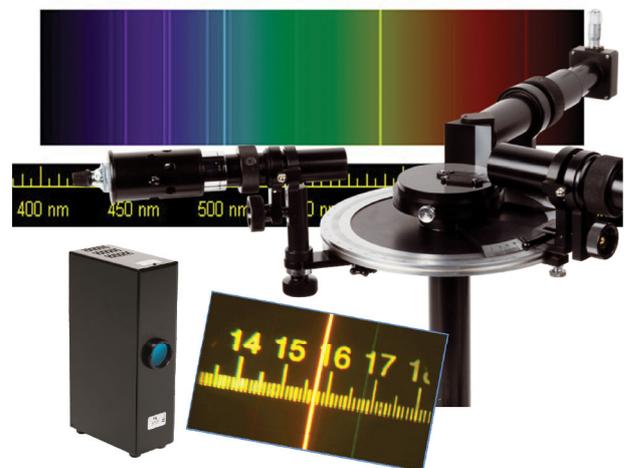
Ces traits sont espacés de manière régulière, l'espacement est appelé le « pas » du réseau. En fonction de ce pas, la dispersion de la lumière ne sera pas la même, large pour un réseau avec un pas faible et plus concentrée pour un réseau à pas plus élevé. La fente micrométrique du goniomètre permet un ajustement précis de la finesse des raies observées.

→ Spectrométrie - Analyse d'une source spectrale

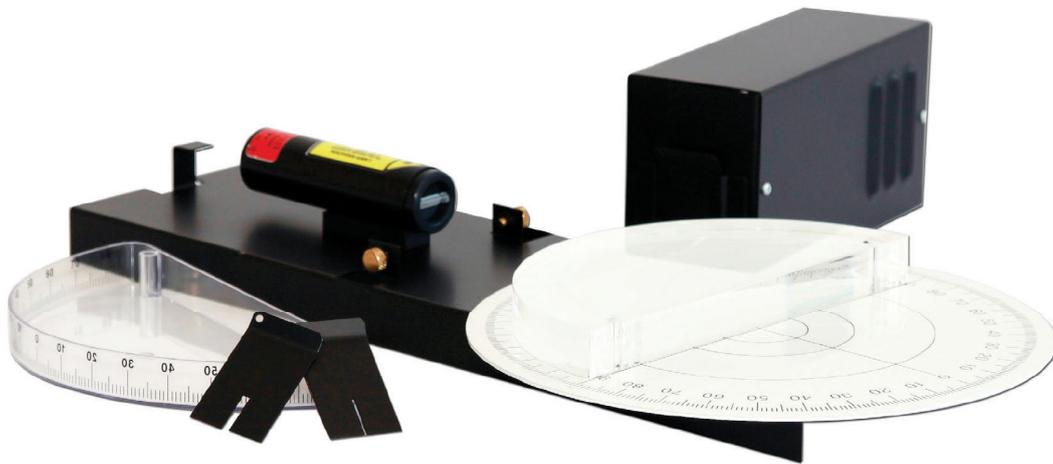
Il est possible avec la lunette micrométrique de pouvoir faire des mesures de longueur d'onde, comme si vous utilisiez un spectromètre à fibre optique SPID.

Le spectrogoniomètre, par le biais de cette expérience, devient un vrai support pratique pour lier théorie des réseaux et fonctionnement des spectromètres à fibre répandus maintenant dans tous les établissements. Outre ceci, cette expérience apporte une réflexion sur la mise en œuvre d'un système de mesure et le protocole à mettre en place pour arriver au résultat ainsi que la précision de celui-ci.

Le calcul d'incertitude étant un incontournable des classes préparatoires, les élèves pourront ainsi critiquer un processus qu'ils auront eux même mis en place.



Cette expérience vous permettra de visualiser et de faire l'étude du comportement de la lumière à la surface d'un dioptre. Vous mettrez en évidence les phénomènes de réflexion et de réfraction de la lumière en fonction du milieu qu'elle traverse. La mise en pratique de la loi de Snell-Descartes abordée en cours théorique prend ici une dimension ludique et expérimentale évidente. Vous pourrez également, avec la cuve hémicylindrique, retrouver l'indice de réfraction d'un milieu et en déduire la vitesse de propagation de la lumière dans ce milieu. Ce kit expérimental comprend une lanterne, une diode laser avec générateur de ligne et un ensemble mécanique gradué constitué de fentes, disque en plexiglas et cuve hémicylindrique.

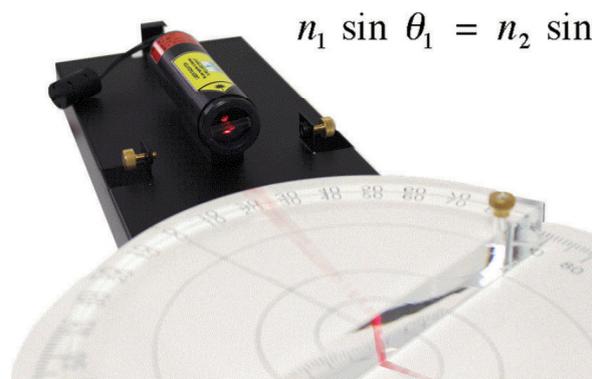


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page
POD 063 202	Mécanique pour Discoptic	1	167
POD 060 203	Laser pour Discoptic	1	167
POD 060 200	Lanterne pour Discoptic	1	167
POD 099 000	Alimentation pour Lanterne	1	167

Sujets abordés

- » Loi de Snell-Descartes
- » Etude de la réflexion
- » Etude de la réfraction
- » Réflexion totale ou partielle
- » Angle limite de réfraction
- » Indice d'un milieu
- » Analyse de spectre en réflexion
- » Notion de réfringence



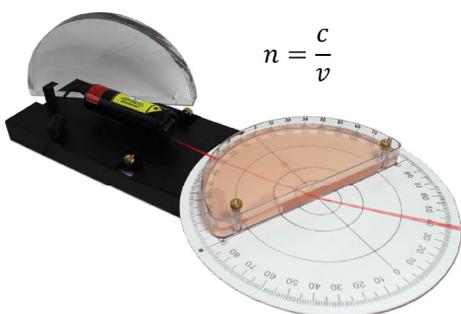
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

→ Mise en évidence de la réfraction

La réfraction est le changement de direction que subit un rayon lumineux quand il traverse la surface de deux milieux transparents différents. En relevant l'angle du rayon incident et l'angle du rayon réfracté avec le disque gradué, on peut vérifier la loi de Snell Descartes.

On peut également comparer les angles de trois rayons réfractés en plaçant une multi fente à la sortie de la lanterne.

→ Calcul de l'indice d'un milieu



$$n = \frac{c}{v}$$

On place un liquide d'indice de réfraction inconnu dans la cuve hémicylindrique (eau sucrée, huile...) puis, grâce à un laser équipé d'un générateur de ligne, on fait entrer un rayon incident dans cette cuve.

On repère l'angle du rayon réfracté par rapport à la normale, qui nous permet de trouver l'indice de réfraction du milieu. Avec cet indice, on peut calculer la vitesse de la lumière dans ce milieu avec la relation $n=c/v$.

→ Mise en évidence de la réflexion totale

Le phénomène de réflexion totale survient lorsqu'un rayon lumineux arrive sur la surface de séparation de deux milieux d'indices optiques différents avec un angle d'incidence supérieur à une valeur limite. Il n'y a plus de rayon réfracté mais un rayon réfléchi. C'est le principe de diffusion que l'on retrouve dans les fibres optiques. On place le demi-cylindre directement à la sortie de la lanterne (on génère un faisceau avec une fente) ou du laser. Le rayon lumineux sortant va passer d'un milieu plus réfringent (le plexiglas) à un milieu moins réfringent (l'air). En tournant le disque gradué, on repère l'angle de la réflexion totale.



Maquette d'étude de l'appareil photo

La maquette de l'appareil photo numérique didactique est un excellent outil pour comprendre le fonctionnement d'un appareil photo. Les objectifs, à focale fixe et à focale variable permettent la mise en œuvre du diaphragme pour la profondeur de champ et la compréhension de la notion de zoom optique. Le logiciel permettra l'étude d'un zoom numérique, du réglage de la balance des blancs ou encore l'étude du filtre de Bayer.

Utilisable sur banc avec une tige de 10mm ou sur pied d'appareil photo, la maquette possède un système de visée réflex où chaque élément est visible et identifiable. Fournit avec une notice complète, vous aurez toutes les pistes pour mettre en œuvre l'appareil photo dans vos travaux pratiques et projets de fin d'année.

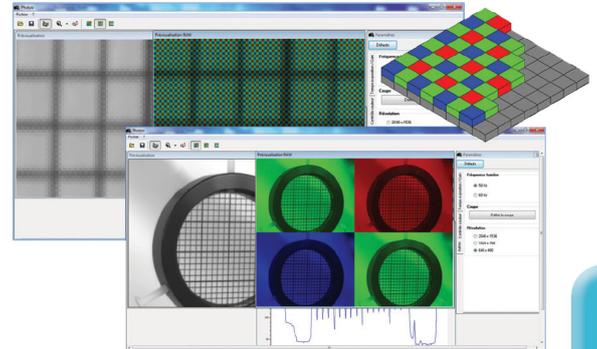


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
POF 010 810	Appareil photo numérique	1	169
POD 010 090	Porte composant simple	1	43
POF 010 110	Banc d'optique 2 mètres	1	38
POF 010 124	Cavalier standard	2	38
POD 069 140	Lanterne à variateur	1	39
POD 002 192	Pied demi-lune	1	63
POD 066 500	Objet millimétré diam 40 mm	1	51
POD 060 260	Support de prisme	1	46
POD 010 002	Ecran métallique millimétré	1	43
POD 061 932	Filtre dichroïque rouge	1	54
POD 061 933	Filtre dichroïque vert	1	54
POD 061 934	Filtre dichroïque bleu	1	54

Sujets abordés

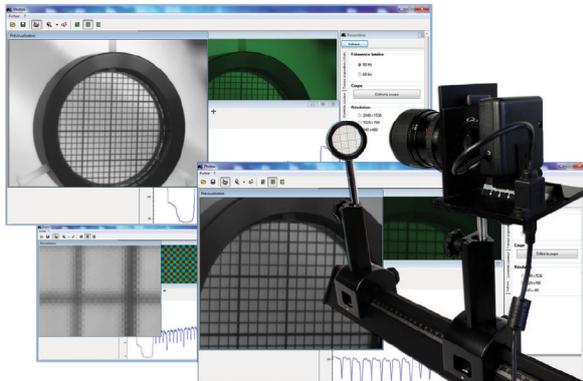
- » Etude de la visée réflex
- » Ouverture, temps de pose, mise au point
- » Profondeur de champ
- » Filtre de Bayer
- » Balance des Blancs
- » Zoom optique - Zoom numérique
- » Etude d'une image numérique, compression
- » Fichier RAW
- » Etude des objectifs photographiques



→ Filtre de Bayer

Une matrice de Bayer, également appelée filtre de Bayer ou encore mosaïque de Bayer, est un type de Color Array, c'est-à-dire une matrice de filtres de couleur placée devant le capteur numérique afin de pouvoir enregistrer des photographies en couleur. Cette matrice est constituée à 50 % de filtres verts, à 25 % de filtres rouges et à 25 % de filtres bleus. Un pixel d'appareil photographique utile est donc en réalité une constitution de 4 pixels. Le logiciel «Photoo», fourni avec la maquette de l'appareil photo, permet de mettre en évidence ce filtre et de comprendre le fonctionnement de la couleur sur le capteur.

→ Zoom optique - Zoom numérique

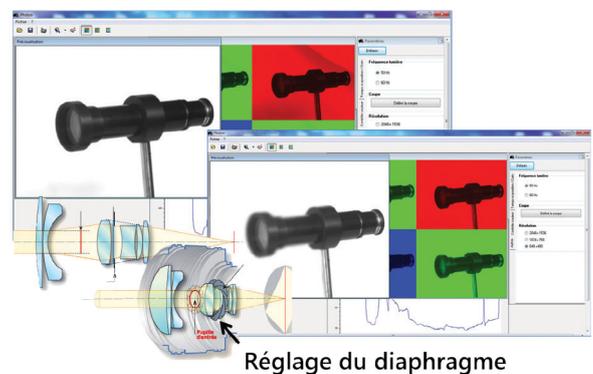


Un zoom optique est possible avec un objectif à focale variable. Une commande (ou bague, levier, molette, manivelle ou moteur) déplaçant plusieurs groupes de lentilles à l'intérieur de l'objectif permet de modifier de manière continue la distance focale résultante et donc le grandissement, ce qui modifie l'angle de champ couvert par l'objectif et la taille des éléments de l'image.

Un « zoom numérique », permis par le logiciel Photoo, simule un changement de la distance focale par des techniques de redimensionnement de l'image. Attention, un trop grand zoom numérique laisse entrevoir la forme des pixels. Vous pourrez l'observer avec le logiciel en zoomant jusqu'à 32 fois.

→ Profondeur de champ

Pour un réglage et une utilisation donné d'un appareil photographique, la profondeur de champ correspond à la zone de l'espace dans laquelle doit se trouver le sujet à photographier pour que l'on puisse en obtenir une image que l'œil (ou le capteur) acceptera comme nette. L'étendue de cette zone dépend des paramètres de la prise de vue ; notamment de la distance de mise au point, de l'ouverture du diaphragme et des dimensions de la surface sensible. Plus la profondeur de champ est étendue, plus elle intègre le sujet dans son environnement. A contrario, plus elle est courte, plus elle l'isole. Avec la maquette de l'appareil photo vous pourrez mettre en œuvre aisément tous ces paramètres sur une plage restreinte (macro simulée) avec une petite figurine par exemple.



Loi de polarisation

La lumière est une onde électromagnétique et sa polarisation est caractérisée par l'orientation du champ électrique (ou champ magnétique) dans le plan perpendiculaire à sa propagation. Ce dispositif optique complet vous permet de mettre en place et d'étudier les principes de bases de la polarisation de la lumière. Vous pourrez étudier l'état de polarisation des sources, vérifier la loi de Malus, analyser les effets de différentes lames à retard sur la polarisation.

Les intensités lumineuses s'affichent via un logiciel d'acquisition relié à une photodiode USB. Avec la cuve à faces parallèles, on étudie la polarité de solutions sucrées, et on met en œuvre la loi de Biot.

OPTIQUE

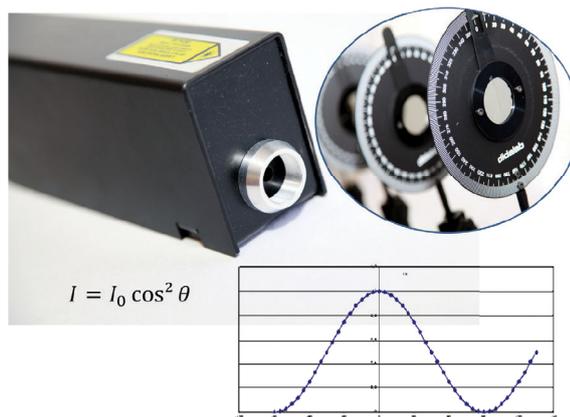


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
POF 010 112	Banc d'optique 1 mètre	1	38
POf 010 124	Cavalier standard	6	38
DPO 020 100	Lanterne à LED	1	39
POD 013 210	Laser HeNe	1	39
POD 012 005	Détecteur photodiode USB	1	31
POD 060 910	Paire de filtres polarisants	1	49
POD 060 955	Lame 1/4 onde 430-700 nm	1	49
POD 060 965	Lame 1/2 onde 430-700 nm	1	49
POD 060 961	Analyseur à pénombre	1	49
POD 010 002	Écran universel millimétré	1	43
POD 060 450	Cuve à faces parallèles	1	49

Sujets abordés

- » Loi de Malus
- » Polarisation rectiligne
- » Polarisation aléatoire
- » Loi de Biot
- » Substance dextrogyre, lévogyre



→ Polarisation d'un laser et vérification de la loi de Malus

On place le laser sur le banc optique. Après avoir déterminé le sens de polarisation du laser, on place le polariseur selon l'angle permettant d'obtenir le maximum d'intensité lumineuse. On place ensuite un deuxième polariseur servant d'analyseur. Le détecteur photodiode permet de mesurer l'intensité lumineuse reçue. On fait tourner l'analyseur et on relève l'intensité lumineuse résultante. En traçant le graphe de l'intensité lumineuse en fonction de l'angle de rotation de l'analyseur, on obtient un graphe de forme sinusoïdal avec des extinctions. On observe les angles remarquables entre le polariseur et l'analyseur donnant des maxima d'intensité. La polarisation est rectiligne.

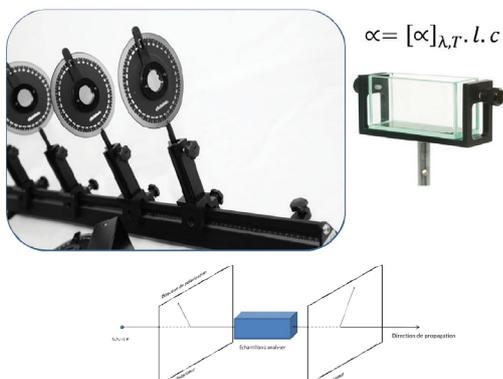
→ Mise en oeuvre de lame demi onde et quart d'onde

On place sur le banc le laser et une lame quart d'onde entre le polariseur et l'analyseur. On positionne le premier polariseur à 90° et la lame quart d'onde à 45° , puis on tourne progressivement l'analyseur. On constate que la position de l'analyseur n'a aucune influence sur la polarisation.

On place maintenant la lame quart d'onde à un angle quelconque, et on tourne l'analyseur. On constate que l'on ne parvient pas à avoir une extinction totale mais un minimum d'intensité.



→ Vérification de la loi de Biot



Certaines substances « optiquement actives » ont la capacité de changer le sens de polarisation de la lumière. La substance est dite « dextrogyre » lorsqu'elle fait changer le sens de polarisation vers la droite, ou « lévogyre » si elle fait tourner le sens de polarisation vers la gauche. La loi de Biot énonce que l'angle de rotation est proportionnel à la concentration de la substance active. On pourra démontrer cette loi en plaçant la cuve à faces parallèles contenant la substance active entre le polariseur et l'analyseur.

Diffraction et Interférences

Cet ensemble optique permet de mettre en évidence le phénomène de diffraction par plusieurs composants: fentes, traits, trous. On pourra également étudier l'influence de la longueur d'onde dans les phénomènes d'interférences et de diffraction. On mettra en évidence l'influence de la distance, de la largeur des fentes et de l'écartement de celle-ci dans un système interférentiel. Avec la caméra CCD Caliens, on pourra comparer la figure d'interférences ou diffraction obtenue en pratique avec la courbe théorique

OPTIQUE



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
POF 010 110	Banc d'optique de 2 mètres	1	38
POF 010 124	Cavalier standard	2	38
POF 010 126	Cavalier à déplacement latéral	1	38
POF 010 300	Caméra Caliens Lycée	1	41
POD 010 025	Jeu de filtres	1	42
POD 010 110	Porte composant simple	1	43
POD 013 136	Diode laser bleue	1	40
POD 013 133	Diode laser rouge	1	40
POD 013 132	Diode laser verte	1	40
POD 066 710	Fentes de Young	1	42
POD 066 700	Fentes simples	1	42
POD 066 720	Fentes multiples	1	42
POD 066 730	Trous de Young	1	42
POD 010 002	Ecran métallique	1	43
POF 010 610	Etude d'un capteur CCD	1	42

Sujets abordés

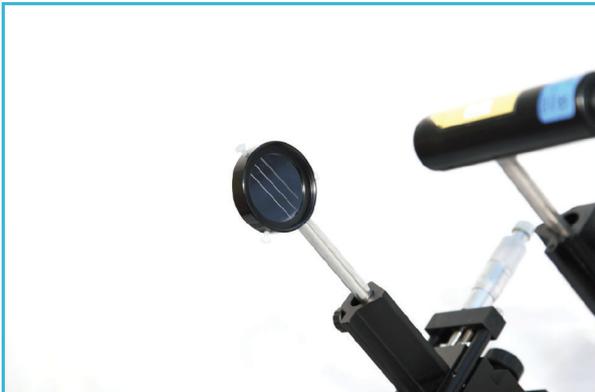
- » Diffraction par une fente
- » Diffraction par un trou
- » Interférences en fentes de Young
- » Interférences en fentes multiples
- » Interférences en trous de Young
- » Mise en évidence de l'influence de la longueur d'onde
- » Nature ondulatoire de la lumière
- » Mise en oeuvre d'une barrette CCD



→ Mise en oeuvre de la diffraction

Le phénomène de diffraction se produit lorsqu'une onde rencontre un obstacle dont les dimensions sont du même ordre de grandeur que la longueur d'onde. On place entre le laser et la caméra CALIENS (ou l'écran) le jeton comportant les fentes simples de différentes largeurs sur un cavalier à déplacement latéral (ce qui nous permet de se déplacer le long des fentes de largeur variable). La figure de diffraction s'affiche sur le logiciel. Elle est constituée d'une tâche centrale encadrée de zones sombres et de tâches lumineuses. En mesurant l'interfrange, on peut déterminer la longueur d'onde du laser, ou la largeur de la fente.

→ Mise en œuvre des franges d'interférences



Le phénomène d'interférences se produit lorsque deux ondes cohérentes se superposent. En éclairant en lumière monochromatique (laser) un jeton comportant des fentes de Young, on observe une succession de franges sombres et brillantes. A partir de cette figure d'interférences et notamment de la valeur de l'interfrange, on pourra remonter à la valeur de la distance entre les fentes.

→ Mise en œuvre d'une barrette CCD

En plaçant la caméra Caliens à l'extrémité de votre banc optique, vous faites arriver votre signal lumineux sur la barrette CCD. Grâce au jeu de filtres, on affiche le signal sans saturation. Le signal s'affiche en temps réel. Le logiciel permet de simuler le signal obtenu à une courbe théorique: On simule le type de fente, la taille de celle-ci, et la longueur d'onde avec laquelle on travaille. Le logiciel affiche la courbe théorique correspondant à ces caractéristiques, qu'on pourra comparer au signal obtenu en pratique. Avec le câble BNC et un oscilloscope, il est également possible de comparer le « signal brut analogique » et le « signal numérique » sur le logiciel.



Anneaux de Newton

Une lentille très légèrement convexe est mise en contact avec la face plane d'une lame de verre. Il se forme alors un coin d'air avec une surface de délimitation curviligne. Si l'on éclaire le dispositif avec une lumière incidente à rayons parallèles, il se forme alors des anneaux d'interférence concentriques autour du point de contact des deux surfaces. L'écartement entre les anneaux d'interférence n'est pas constant puisque la surface de délimitation du coin d'air est curviligne.

Nous utiliserons ici un viseur pour venir faire nos mesures. Nous pourrions coupler celui-ci à une webcam pour récupérer les données sur informatique.

OPTIQUE

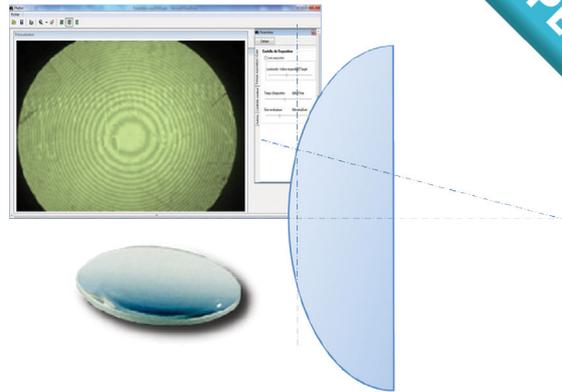


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page
POF 010 112	Banc d'optique 1 mètre	1	38
POF 010 124	Cavalier standard	3	38
POF 010 126	Cavalier à déplacement latéral	1	38
POD 066 061	Dispositif anneaux de Newton	1	48
POD 010 030	Webcam didactique	1	31
POD 010 057	Lampe spectrale Mercure haute pression	1	33
POD 010 056	Pied pour lampe spectrale	1	33
POD 010 572	Filtre interférentiel vert - 546 nm	1	54
POD 069 440	Viseur	1	45
POD 061 250	Condenseur double	1	47

Sujets abordés

- » Rayon de courbure
- » lame d'air



→ Rayon de courbure

Le dispositif des anneaux de Newton donne des anneaux compte tenu de sa symétrie de révolution. Une autre différence se manifeste par la nature des réflexions mises en jeu. La réflexion est de type verre-air sur le dioptre sphérique de la lentille et air-verre sur le miroir. On a donc pour les anneaux de Newton :

$$\delta(P) = 2e(P) \pm \frac{\lambda_0}{2} = 2R(1 - \cos \theta(P)) \pm \frac{\lambda_0}{2} \sim R\theta^2(P) \pm \frac{\lambda_0}{2}$$

Si l'on appelle ρ le rayon des anneaux nous voyons que :

$$\rho(P) = R\theta(P) \Rightarrow \delta(P) = \frac{\rho^2(P)}{R} \pm \frac{\lambda_0}{2}$$

Les anneaux de Newton sont ici observés en transmission car la lame plane est transparente, l'anneau central est donc brillant.

→ lame d'air

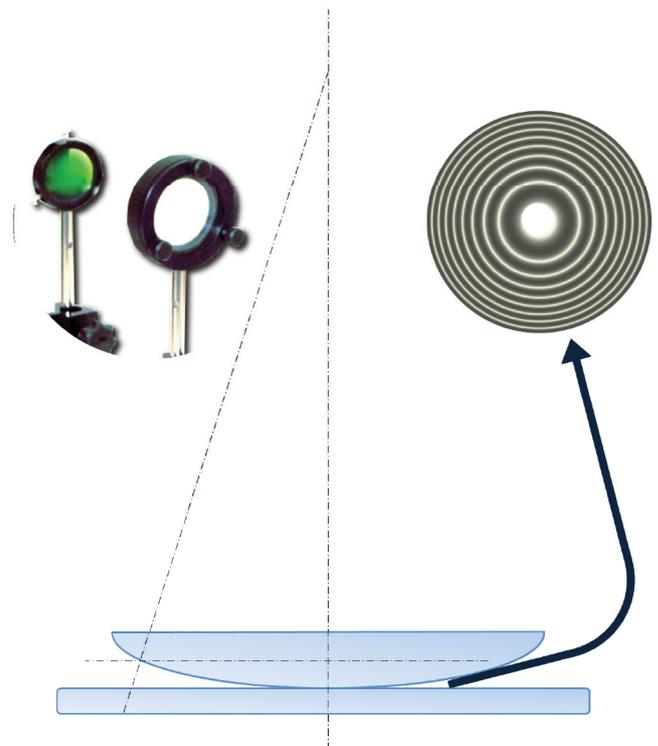
On éclaire sous incidence normale, avec un faisceau de lumière parallèle monochromatique, une lentille plan convexe de grand rayon posée sur une lame de verre. Une partie d'un rayon se réfléchit sur l'interface verre-air sans changement de phase. L'autre partie traverse cet interface et une fraction de ce rayon se réfléchit sur la lame inférieure. Comme ce rayon est réfléchi par un milieu plus réfringent, cette réflexion introduit un déphasage de π .

Ces deux rayons réfléchis, d'amplitudes voisines, interfèrent en donnant des franges de lame mince localisées au voisinage de la face sphérique de la lentille.

Soit R le rayon de courbure de la face inférieure de la lentille. Soit $r = OI$ la distance entre le rayon et l'axe optique du système.

On a $IJ = e = R - (R^2 - r^2)^{1/2} = R - R(1 - r^2/R^2)^{1/2}$. Comme r est beaucoup plus petit que R , on a : $e \approx r^2/2R$. L'expression de la différence de marche est $\delta = 2e + \lambda/2 = r^2/R + \lambda/2$.

Comme le système admet un axe de révolution, les franges sont des anneaux centrés sur cet axe. Les anneaux sombres sont obtenus quand $\delta = (2k + 1)\lambda/2$ ou pour $2e = r^2/R = k\lambda$. Si la lentille est en contact optique avec le plan inférieur le premier anneau est sombre. Les anneaux suivants (la différence de marche augmente de une longueur d'onde entre deux anneaux) ont des rayons proportionnels à la racine carrée d'un nombre entier : $rk = (k\lambda R)^{1/2}$.



Expériences de Michelson

L'interféromètre de Michelson est un dispositif optique qui produit des interférences par division d'amplitude. Il est constitué de deux miroirs plans et d'une lame semi-réfléchissante accolée à une compensatrice. Plusieurs expériences sont possibles comme la configuration en lame d'air et celle en coin d'air, la mesure d'indice de réfraction du vide ou l'épaisseur d'une lame en verre. Les battements du sodium par exemple sont aussi possibles avec le moteur. Nous pouvons également mettre en avant l'effet piézo-électrique.

OPTIQUE

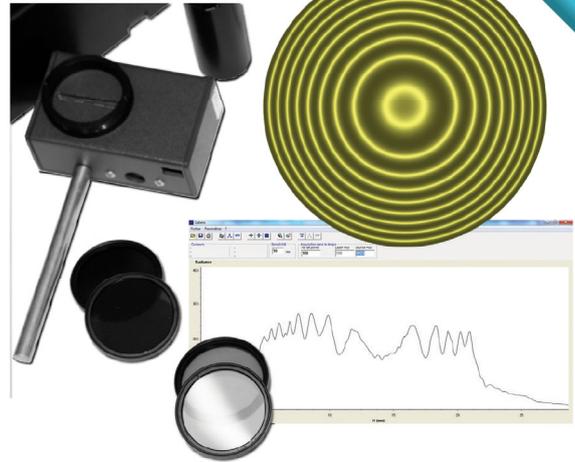


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page
POD 013 495	Interféromètre de Michelson	1	98
POD 013 565	Motorisation pour Michelson	1	98
POD 010 057	Lampe Mercure Haute pression	1	101
POD 010 058	Lampe Sodium basse pression	1	101
POD 010 056	Pied pour lampe spectrale	1	101
POD 069 140	Lanterne à variateur	1	77
POD 013 210	Laser HeNe	1	101
POD 013 497	Porte lame	1	98
POD 013 499	Cuve à vide + pompe manuelle	1	99
POD 060 230	Support de lame simple	1	84
POD 010 053	Condenseur	1	85
POD 002 192	Pied demi-lune	4	101
POD 060 130	Porte-composant diam 80 mm	1	81
POD 608 420	Lentille $f = +100$ mm diam 80 mm	1	93
POD 010 020	Caméra Caliens Supérieur	1	100

Sujets abordés

- » Battement d'une lampe spectrale
- » Notion de coin d'air
- » Contact optique et blanc d'ordre supérieur
- » Epaisseur d'une lame en verre
- » Mesure de l'indice de l'air
- » Transformée de Fourier d'une lampe spectrale
- » Etude du Michelson
- » Les anneaux, loi en \sqrt{n}

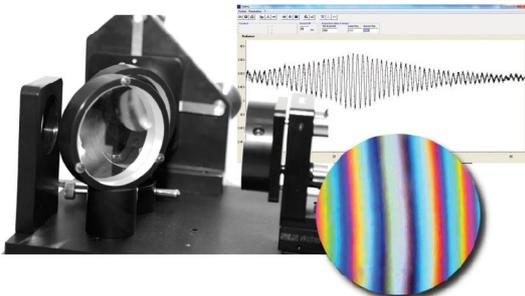


→ Les anneaux, loi en \sqrt{n}

Vérifier la théorie de constitution des anneaux d'égal inclinaison. Si l'on étudie le diamètre des anneaux concentriques, on doit constater que ce diamètre varie d'un anneau selon la racine de son ordre. Ainsi, le quatrième anneau sera 2 fois plus grand que le premier. Cette étude sera menée avec une source sodium (ou mercure haute pression filtrée).

Afin de conserver une trace des résultats, nous utiliserons le détecteur CCD Caliens, nous permettant de mesurer précisément les diamètres des anneaux et de pouvoir générer une banque de donnée avec vos appareils dans la préparation des travaux pratiques.

→ Notion de coin d'air



La lame d'air est une appellation issue des positions de miroirs. Le coin d'air désigne lui aussi l'effet généré par une configuration particulière des réglages.

On appelle « coin d'air » une faible inclinaison de M2 par rapport à M1 au voisinage immédiat du contact optique. Tout se passe en effet comme si les deux faisceaux interféraient après un passage dans un coin d'air.

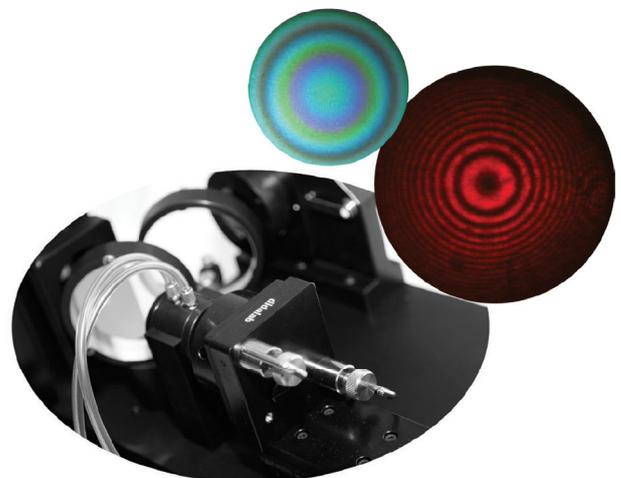
→ Mesure de l'indice de l'air

Dans l'un des bras d'un interféromètre de Michelson réglé en anneaux pour la lumière du laser, est placée une cuve hermétique à faces parallèles dans laquelle on peut faire le vide.

Le pompage de l'air dans la cuve produit une variation de la différence de marche qui se traduit par un défilement des anneaux à l'écran.

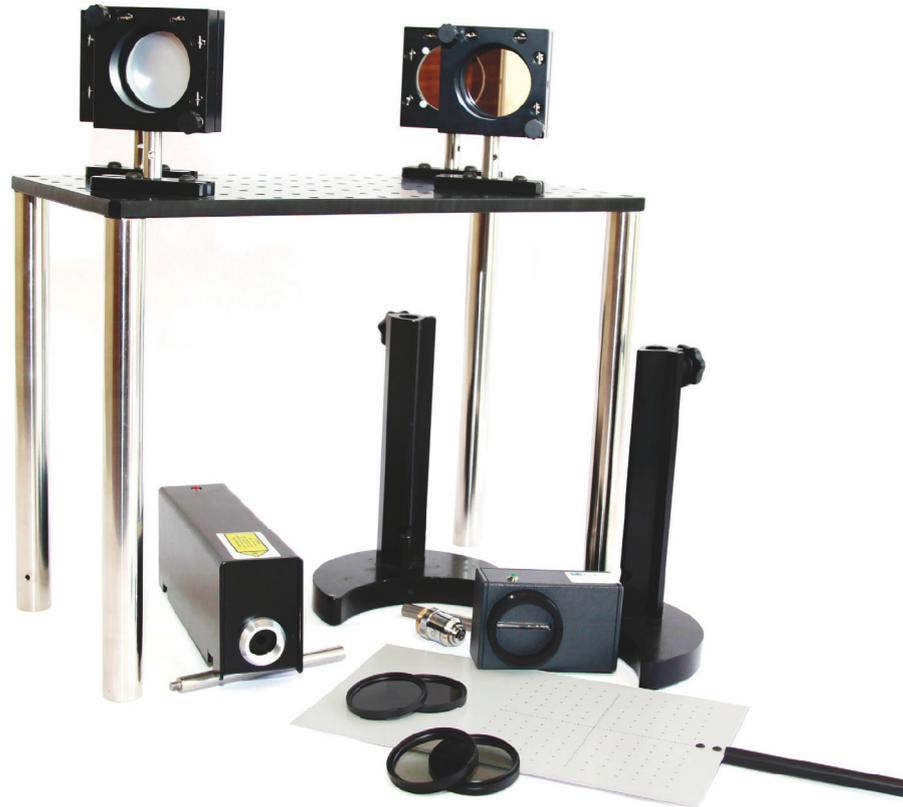
Le comptage des anneaux qui défilent au centre de la figure permet de réaliser une mesure de l'indice de l'air.

Dans la pratique nous dépressuriserons la cuve successivement pour plusieurs valeurs de la pression : -200, -400, -600, -800, -900 hPa (dépression par rapport à la pression atmosphérique). A chaque ouverture, nous lancerons un enregistrement avec la camera Caliens puis repérerons le nombre d'oscillations en sortie.



Etude du Mach-Zender

L'interféromètre de Mach-Zender est constitué de deux miroirs et de deux lames semi-réfléchissantes. Un faisceau lumineux est divisé en deux, puis ces deux faisceaux sont alors recombinaés à l'aide d'un miroir semi-réfléchissant. L'une des deux voies sera appelée voie de référence tandis que l'autre nous permet d'effectuer les mesures sur l'indice du vide ou l'épaisseur de lame.

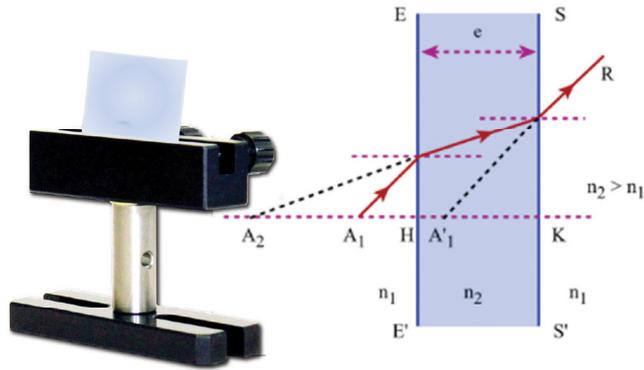


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page
POF 020 300	Interféromètre de Mach Zender	1	59
POD 013 210	Laser HeNe	1	63
POD 067 040	Objectif 10x	1	63
POD 002 192	Pied demi-lune	3	63
POD 010 002	Ecran universel millimétré	1	43
POD 060 550	Porte objectif	1	50
POF 020 305	Porte lame essentiel	1	58
POD 010 020	Caméra Caliens Supérieur	1	62

Sujets abordés

- » Epaisseur d'une lame de verre
- » Etude du Mach-Zender
- » Interférences à deux voies

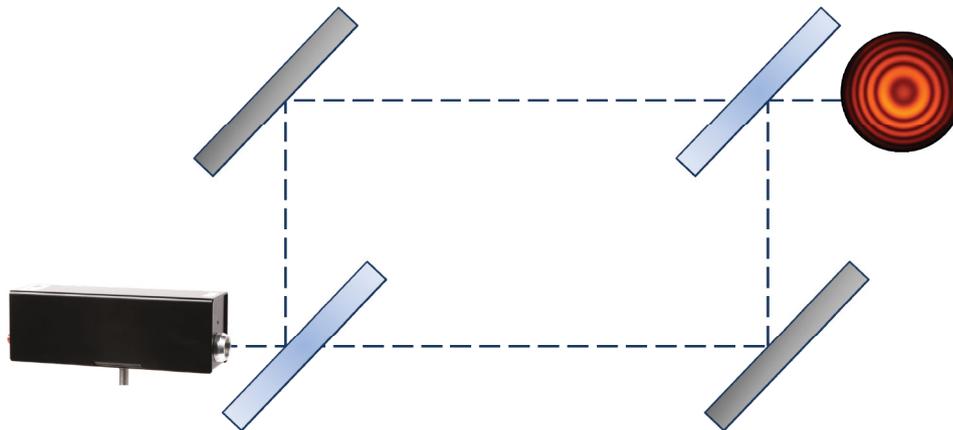


→ Epaisseur d'une lame de verre

On ajoute une lame, mince de faible épaisseur, puis une lame épaisse ayant une épaisseur plus importante, sur l'un des bras de l'interféromètre de Mach-Zender.

L'ajout de cette lame va introduire, dans le système, un milieu d'indice optique différent ce qui va modifier le trajet optique du faisceau qui la traverse. On se propose donc de voir l'impact de cette modification sur la figure d'interférences. Dans ce cas, le faisceau se propageant sur le bras 1 traverse une lame mince ce qui modifie son trajet optique par rapport au cas précédent. Cette nouvelle distance s'écrit : $D'1 = D1 + e (n-1)$, où n représente l'indice de la lame et e son épaisseur.

→ Interférences à deux voies



Le Mach-Zender est un interféromètre à deux faisceaux. Il fonctionne selon le principe suivant:

Le faisceau lumineux cohérent issu d'une source laser est divisé en deux faisceaux partiels par un composant optique. Ces derniers suivent des trajectoires différentes, sont déviés par des miroirs, puis sont à nouveau réunis et superposés par un autre composant optique. La superposition des ondes lumineuses aboutit à une image d'interférences. Si le chemin optique, c'est-à-dire le produit entre l'indice de réfraction et le chemin géométrique, de l'un des faisceaux varie, il apparaît un déphasage avec le second faisceau. Il en résulte une modification de l'image d'interférence qui permet de tirer des conclusions quant à la modification du chemin optique. Contrairement à l'interféromètre de Michelson, les faisceaux lumineux partiels ne sont pas réfléchis sur eux-mêmes mais suivent chacun un chemin particulier jusqu'à ce qu'ils soient à nouveau réunis. De ce fait, les mesures effectuées sur des matériaux transparents, par exemple la mesure de l'indice de réfraction, sont plus simples à comprendre et donc plus claires pour les élèves.

Etude du Fabry-Pérot

L'interféromètre de Fabry-Pérot est constitué de deux lames semi-réfléchissantes parallèles, séparées d'une distance L (Le coefficient de réflexion des lames est supérieur à 90%). Un rayon lumineux qui entre entre les deux lames se réfléchit un très grand nombre de fois avant de sortir.

A chaque réflexion, une portion R de l'intensité est réfléchi et une portion $(1 - R)$ est transmise.

Les rayons qui sortent interfèrent à l'infini ou dans le plan focal d'une lentille.

L'interférence multiple ne peut être constructive que si tous les rayons sont approximativement en phase et ceci d'autant plus que le nombre de rayons est important donc que R est grand.

Les rayons ne sont en phase que pour certains angles θ particuliers qui dépendent de λ et de L .

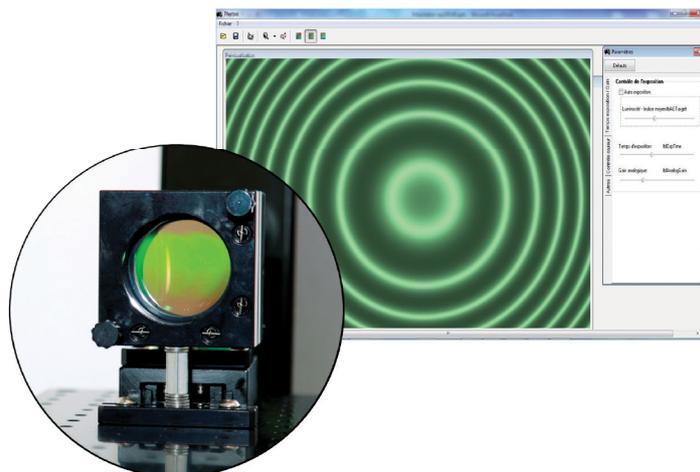


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page
POF 020 200	Interféromètre de Fabry Pérot	1	59
POD 013 210	Laser HeNe	1	63
POD 067 040	Objectif 10x	1	63
POD 002 192	Pied demi-lune	2	63
POD 010 002	Ecran universel millimétré	1	43
POD 010 057	Lampe Mercure Haute pression	1	33
POD 010 572	Filtre interférentiel vert - 546 nm	1	54
POD 010 056	Pied pour lampe spectrale	1	33

Sujets abordés

- » Interférences
- » Etude du Fabry Pérot
- » Longueur d'onde
- » Spectrométrie



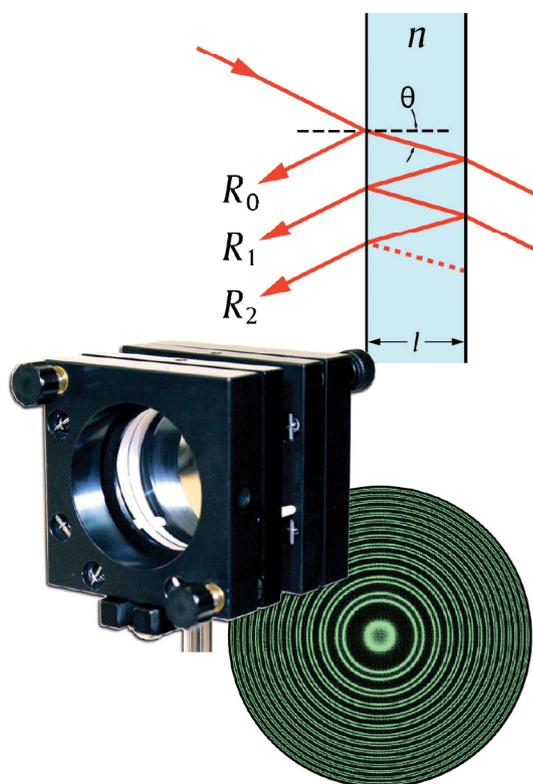
→ Spectrométrie

La lampe à vapeur de Mercure (Hg) contient un doublet spectral composé de deux longueurs d'ondes très proches l'une de l'autre.

L'utilisation d'un interféromètre de type Fabry-Perot permet de distinguer nettement ces deux longueurs d'ondes et de mesurer leur écart spectral.

Pour ce faire nous utiliserons le filtre interférentiel afin de ne sélectionner que ce doublet parmi la gamme spectrale de la lampe Mercure.

→ Etude du Fabry Pérot - Finesse



Pour pouvoir mieux séparer les différents anneaux, il est intéressant qu'ils soient les plus fins possibles. Cela est équivalent à affiner les pics de la courbe précédente, c'est-à-dire à réduire $\Delta\lambda$ par rapport à $\delta\lambda$. Ainsi, un interféromètre de bonne qualité présentera un $\Delta\lambda$ beaucoup plus faible que $\delta\lambda$.

Pour simplifier, on utilise la grandeur suivante, appelée finesse :

$$F = \frac{\delta\lambda}{\Delta\lambda}$$

Et donc, plus la finesse est importante, plus les anneaux sont fins. Afin d'augmenter cette finesse, il est possible de rendre les surfaces formant la cavité très réfléchissantes. En effet, on peut montrer que la finesse augmente avec le coefficient de réflexion des surfaces.

Ainsi les interféromètres de Fabry-Perot dans le commerce peuvent avoir des finesesses valant quelques dizaines voir quelques centaines. En recherche on peut même aller jusqu'à quelques centaines de milliers.

Cette finesse élevée est un atout important de ce type d'interféromètres par rapport à l'interféromètre de Michelson, qui a une finesse de 2.

La finesse peut-être reliée au temps de vie des photons dans la cavité et à l'intervalle spectral libre en fréquence ISL :

$$F = 2\pi N$$

Ainsi, le nombre d'oscillations N effectuées par la lumière dans la cavité est d'autant plus grand que la finesse est élevée :

$$F = 2\pi\tau ISL$$

Spectrométrie - Spectrophotométrie

Le spectromètre SPID permet l'étude des composantes simples du spectre lumineux de différentes sources de lumière : lampes spectrales, sources continues, lasers, lampes courantes, etc. Il permet également l'étude de filtres, solides ou non, en transmission ou en absorption. Un module d'absorption vous permet de mettre en œuvre très facilement la Loi de Beer Lambert et d'observer des courbes de cinétiques chimiques. Livré avec un support d'expériences, il vous donnera également des pistes pour mettre en œuvre vos propres idées de travaux pratiques.

OPTIQUE

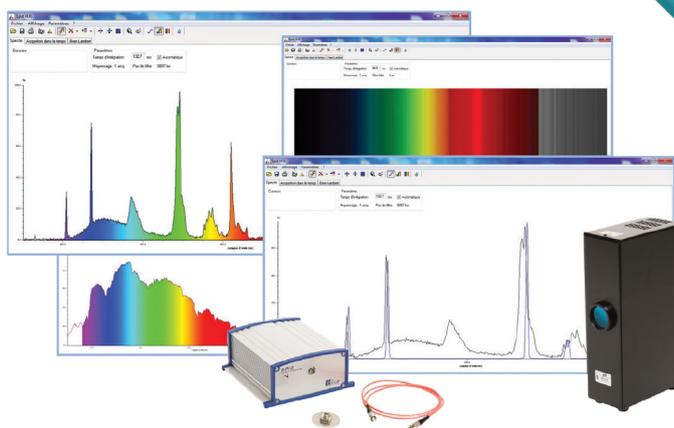


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page
POF 010 361	Spectrophotomètre Supérieur	1	28
POD 010 050	Lampe Mercure basse pression	1	31
POD 010 058	Lampe Sodium basse pression	1	31
POD 069 140	Lanterne à variateur	1	39
POD 010 110	Porte composant simple	1	43
POD 002 192	Pied demi-lune	3	63
POD 060 230	Support de lame simple	1	46
POD 010 572	Filtre interférentiel vert - 546 nm	1	54
POM 052 022	Filtre rouge	1	54
POM 052 023	Filtre bleu	1	54
POM 052 024	Filtre jaune	1	54
POM 052 025	Filtre vert	1	54

Sujets abordés

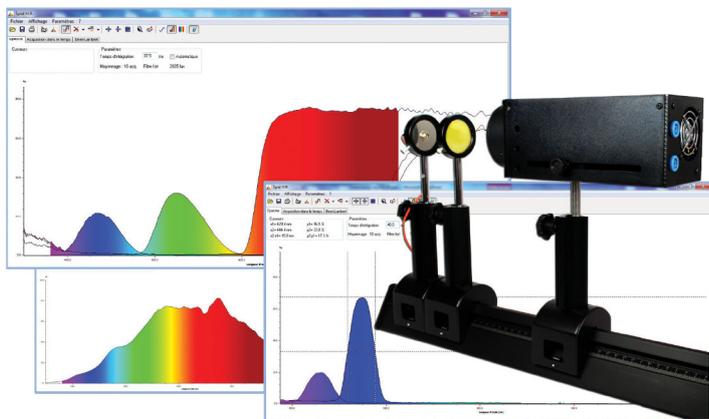
- » Etude cinétique chimique en 3D
- » Etude de spectres de filtres colorés
- » Etude de spectre de raies
- » Loi de Beer Lambert
- » Spectre du soleil
- » Loi de Wien
- » Analyse de spectre en réflexion
- » Pic d'absorption du Sodium
- » Température de couleur
- » Etalonnage d'un appareil et incertitude



→ Etude de spectre

La fibre optique permet une grande liberté de mouvement. Utilisée en démonstration de cours, elle vous permettra de passer de source en source aisément. Le logiciel simple et intuitif, multiposte, permet la mesure et la superposition des courbes. Idéal pour montrer les gaz composant différentes ampoules, comme le mercure dans les ampoules à économie d'énergie. Couplé avec un vidéo projecteur, le spectromètre SPID sera un outil performant de votre pédagogie. Trois modes d'affichage, simple, coloré ou en mode spectroscopie sont disponibles.

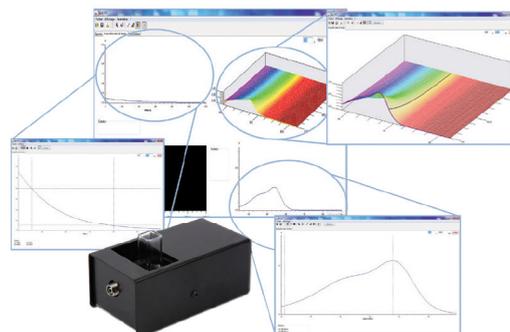
→ Etude de spectre de filtres colorés



Pour étudier des filtres de couleurs, il vous suffit d'avoir une source à spectre continu, généralement une halogène, de deux pieds d'optique et du jeton porte fibre livré avec le spectrophotomètre. Le logiciel vous permet de créer une référence et de pouvoir mettre en œuvre, filtre solide ou filtre liquide, en les positionnant simplement devant la fibre immobile. La courbe de transmission ou d'absorption s'affiche instantanément sur l'écran. Montrer, d'une nouvelle façon, la synthèse des couleurs. Etudier le principe des filtres interférentiels.

→ Etude de cinétique chimique en 3D

Avant, vos élèves n'avaient pas forcément la possibilité de construire une démarche scientifique avec la cinétique. Vous deviez leur communiquer un λ_{max} . Dorénavant, vous pouvez leur demander de choisir eux-même un λ en fonction des données du produit à étudier, pour ensuite se repositionner au λ_{max} exact qu'ils ont maintenant la possibilité de mesurer. Ceci grâce au fait que le spectrophotomètre observe toutes les longueurs d'onde en temps réel et les affiche en 3D. Vous pouvez ainsi désormais naviguer dans votre acquisition à tout instant et à toute longueur d'onde.





Teslamètre numérique ITAC

Le Teslamètre permet la détection et la mesure de champs magnétiques de 0,1 mT à 200 mT (ou des valeurs négative) (champ couramment créé par des courants de 2 à 10 A).

Précision 2% minimum de la plage de calibre.

- Mesures simultanées de b_x , b_y et b_z
- Boîtier ergonomique métal, encombrement minimum
- Sonde triaxiale et graduée, fournie
- Triple capteur protégé
- 2 gammes de mesure : -20 à 20mT et -200 à 200mT
- Sortie numérique pour l'informatisation des mesures



Le Teslamètre est composé d'un boîtier et d'une sonde triaxiale graduée permettant la mesure selon 3 axes B_x , B_y et B_z grâce à 3 capteurs à effet de Hall.

CARACTERISTIQUES :

Sortie signal : sensibilité minimum: calibre 20 mT, sensibilité 0.5% ; calibre 200 mT, sensibilité 0.5%

Bande passante : 0 à 100 Hz (à - 3dB).

Connexion : HDMI pour la sonde – USB pour l'ordinateur.

Logiciel dédié compatible Windows avec exportation des données utiles.

PAM 067 365 **Teslamètre numérique ITAC**

DIDALAB ACCEDE A LA CERTIFICATION ISO9001/2015

Didalab, toujours soucieuse de satisfaire les besoins de sa clientèle, a obtenu avec succès la certification ISO9001 le 19 Juillet 2012.



Thermodynamique

Expériences

Capacité thermique.....	48
Etude du point critique du gaz	50
Conduction thermique	52

Capacité thermique

Une quantité d'eau, dont on connaît le volume, est chauffée à l'aide de résistances. La production de chaleur électrique est donc connue. A partir de l'augmentation de la température et de l'énergie thermique, on peut calculer la capacité thermique spécifique de l'eau. En outre, cette valeur est corrigée en tenant compte de la capacité calorifique du calorimètre; Des échantillons métalliques chauds sont placés dans un calorimètre rempli d'eau à basse température. La capacité calorifique des échantillons est déterminée à partir de l'augmentation de la température de l'eau. Lorsque des pièces sont en contact les unes avec les autres et ont des quantités de chaleur différentes, celles-ci se répartissent de façon à ce que toutes auront la même température. Si les capacités thermiques et les températures initiales sont connues, alors la température finale peut être prédite. A l'inverse, la température finale peut être utilisée pour obtenir la capacité de chaleur lorsque les températures initiales sont connues.



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produits
PTD 039 505	Calorimètre à vase Dewar	1	68
PMM 062 603	Alimentation 0-30V/0-10A	1	Cf Site Internet
PMM 062 900	Multimètre numérique	1	Cf Site Internet
PTD 039 504	Cubes métalliques	1	68
PEM 080 100	Lot de 2 cordons 1 mètre (1 rouge/1 noir)	3	85

Sujets abordés

- » Détermination de la capacité thermique spécifique de l'eau ou d'un liquide.
- » Détermination de la capacité calorifique du calorimètre
- » Détermination de la capacité calorifique spécifique de l'aluminium, du fer et du laiton
- » Loi de Joule



→ Capacité calorifique du calorimètre

On place une certaine quantité d'eau dans le calorimètre à vase Dewar. On ferme celui-ci et on place la sonde de température. Attendre l'équilibre thermique et noter la température. On prélève exactement la même quantité d'eau chaude, dont on mesure la température. On verse rapidement cette quantité d'eau chaude dans le calorimètre. On ferme celui-ci, et on agite régulièrement et on note la température d'équilibre. Le calorimètre étant adiabatique, l'eau est isolée thermiquement du milieu extérieur.

→ Loi de Joule et influence de la résistance



On verse une quantité d'eau (masse et volumes connus) connue à température ambiante dans le calorimètre. On relève la température de l'eau et on place les résistances choisies dans les douilles prévues sur le capot du calorimètre. On allume le générateur et on règle l'intensité à la valeur souhaitée, puis on agite. Après quelques minutes, on relève la nouvelle valeur de température. En utilisant la loi de conservation de l'énergie, et en traçant la droite reliant la valeur de l'énergie thermique en fonction du temps, on retrouve la valeur de la résistance appliquée au calorimètre.

→ Mesure de la capacité thermique massique du laiton

On chauffe l'eau d'un récipient dans lequel une masse métallique (exemple du laiton) est immergée. La masse est placée sur un isolant de manière à ce qu'elle ne soit pas en contact avec les parois du récipient. On arrête le chauffage avant ébullition de l'eau. On relève la température de l'eau, qui est aussi celle du métal et on plonge rapidement la masse dans l'eau du calorimètre. (masse d'eau prise au robinet de température connue généralement ambiante). On attend l'équilibre thermique en agitant et on mesure la température d'équilibre. Après quelques minutes, la température va s'équilibrer à une certaine valeur, variable en fonction du matériau.



Solide	Capacité thermique massique ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)
Cuivre	385
Laiton	377
Aluminium	897
Acier inoxydable	502



Etude du point critique du gaz

Cette expérience va vous permettre l'étude de la compressibilité et la liquéfaction d'un gaz (ici l'hexafluorure de soufre). L'appareil permet d'atteindre la pression et la température critique.

En travaux pratiques, il sera utilisé pour construire le réseau des isothermes dans le diagramme de Clapeyron.

Lors de vos démonstrations de cours, on montrera la liquéfaction du gaz, on suivra l'évolution des volumes respectifs liquide-gaz au cours de la compression. On montrera également la continuité des états gazeux et liquide au-dessus du point critique en réalisant l'expérience classique de contournement du point critique.

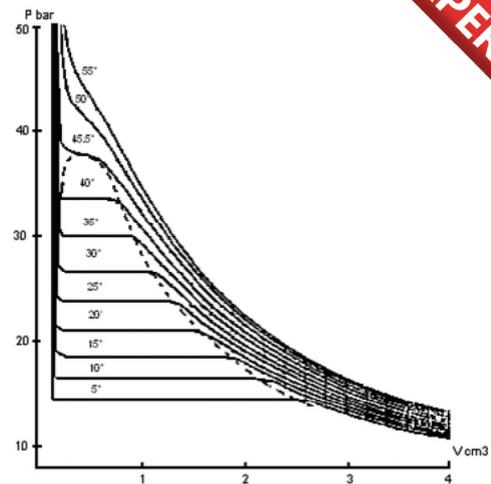
THERMODYNA-
MIQUE

Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produits
PHD 009 960	Appareil du point critique	1	66
PHD 009 660	Bain thermostatique	1	67
PHD 008 898	Pompe à vide	1	67
PHD 009 953	Piège à vide	1	67

Sujets abordés

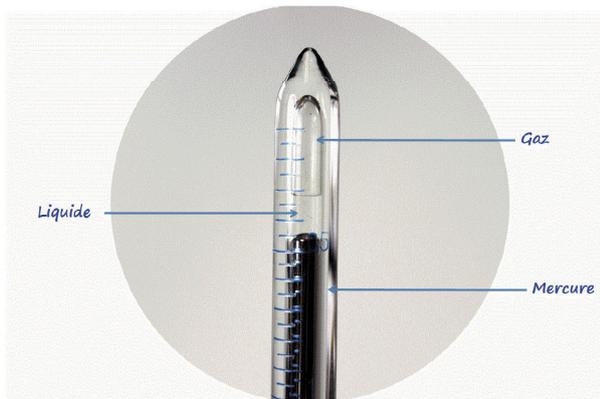
- » Diagrammes de Clapeyron
- » Loi des états correspondants
- » Contournement du point critique
- » Courbes de pression de vapeur saturante
- » Point critique
- » Diagramme d'Amagat
- » Opalescence critique



→ Diagrammes de Clapeyron

Après avoir mis en place la circulation d'eau dans la jacquette, on règle le thermostat sur la température voulue. Une fois la température stabilisée, on commence la compression du gaz situé à l'intérieur de l'éprouvette, grâce au volant situé sous l'appareil. Une fois la pression stabilisée, on relève les valeurs correspondantes au Volume (V) et à la pression (p). On continue cette compression lentement et par palier. Pour chaque palier, on relève V et p, jusqu'à atteindre 45 bars. On recommence cette manipulation pour des températures croissantes jusqu'à atteindre 50°C. On peut ensuite tracer les diagrammes de Clapeyron.

→ Contournement du point critique

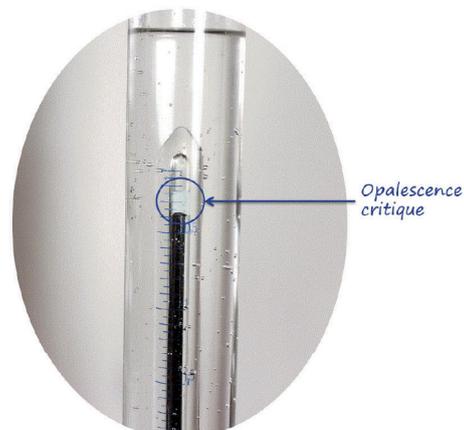


On règle la température sur 42°C, puis on se place au voisinage du point critique, soit environ 35 bars. On baisse la pression à l'aide du volant jusqu'à disparition du liquide. On obtient une transition liquide-gaz. On procède ensuite au réchauffement du système jusqu'à 48°C. Une fois cette température atteinte, on comprime à nouveau le gaz jusqu'à 45 bars. On n'observe aucun ménisque. On passe ensuite à une phase de refroidissement jusqu'à 42°C. Puis on abaisse la pression pour revenir à la position d'origine (soit 35 bars). On obtient de nouveau la transition liquide-gaz.

En réalisant ces étapes, le fluide aura été successivement à l'état de vapeur, à l'état hypercritique et à l'état liquide sans que l'on puisse à aucun moment observer une transition entre ces états.

→ Opalescence critique

L'opalescence critique est un phénomène que l'on peut observer à l'interface d'un fluide au voisinage du point critique. Pour cela on règle la température pour qu'elle atteigne 45°, puis on augmente la pression à l'aide du volant pour se rapprocher du point critique. Une fois ces 2 conditions atteintes, on fait baisser la pression, la lumière qui traverse le milieu formé autour du point critique est diffusée et prend une teinte bleutée.



Conduction thermique

Cet appareil complet permet de mettre en œuvre la loi fondamentale liant le flux thermique au gradient de température et à la surface traversée par le flux.

Une barre métallique est chauffée électriquement à une extrémité. Une circulation d'air tempéré permet le maintien de la température de la deuxième extrémité à une valeur sensiblement constante.

Une série de huit capteurs de température est répartie le long de la barre métallique à étudier. Grâce à un système d'acquisition et son logiciel, on récupère la température de chaque capteur en fonction du temps, ainsi que le flux de chaleur en Watt. Toutes les données acquises au cours du temps sont exploitables.



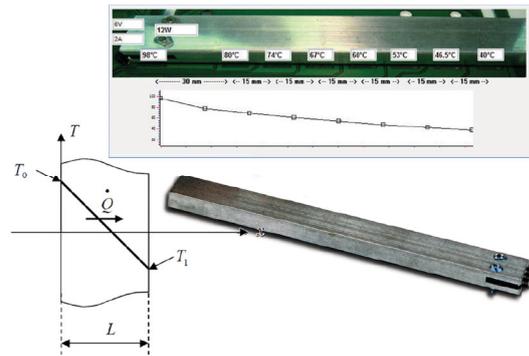
THERMODYNAMIQUE

Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produits
PTD 009 915	Appareil de conduction thermique	1	69
PTD 009 919	Barre en acier	1	69

Sujets abordés

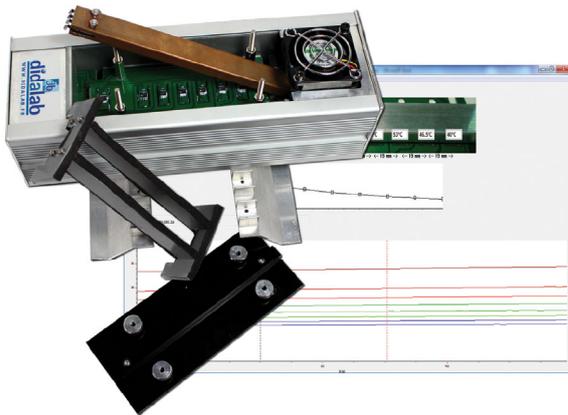
- » Transfert thermique
- » Conduction thermique
- » Résistance thermique
- » Loi de Fourier
- » Propriétés des matériaux



→ Conductivité en régime stationnaire

On place la barre à étudier dans le boîtier. On ferme celui-ci avec les vis de serrage de manière à se rapprocher au maximum des conditions adiabatiques. On lance la chauffe ainsi que le refroidissement. Les températures des 8 capteurs s'affichent ainsi que le flux thermique. Au bout d'une quinzaine de minutes, le régime permanent est atteint: la température est constante en fonction du temps en tout point de l'espace. On affiche la droite représentant le gradient de température, c'est-à-dire la température en fonction de la position de chaque capteur. En exploitant le coefficient directeur ou l'ordonnée à l'origine de cette droite, on retrouve la valeur de la conductivité du matériau grâce à la loi de Fourier.

→ Etude du régime transitoire

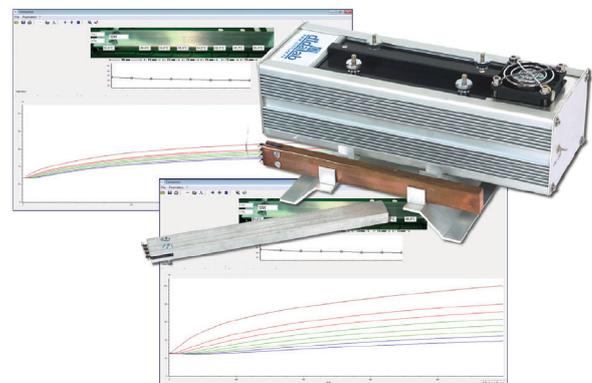


On met en place la barre à étudier dans le boîtier et on lance une acquisition. Dans ce régime, la température n'a pas encore atteint une température d'équilibre. Le logiciel permet d'afficher la température de chaque capteur en fonction du temps. En connaissant la masse volumique du matériau, on peut retrouver la valeur de la diffusivité du matériau avec l'équation de diffusion de la chaleur.

→ Comparaison de différents matériaux

Nous fournissons une barre en cuivre et une barre en aluminium, (une barre en acier est disponible en option), ce qui permet de comparer les conductivités des différents matériaux. Les barres sont facilement interchangeables. L'étude des 3 matériaux est possible pendant un TP de 2h maximum.

On pourra également travailler sur le retour à l'état d'origine après une chauffe, ou sur la chauffe continue sans refroidissement.



EXPERIENCES

THERMODYNA-
MIQUE

Electricité

Expériences

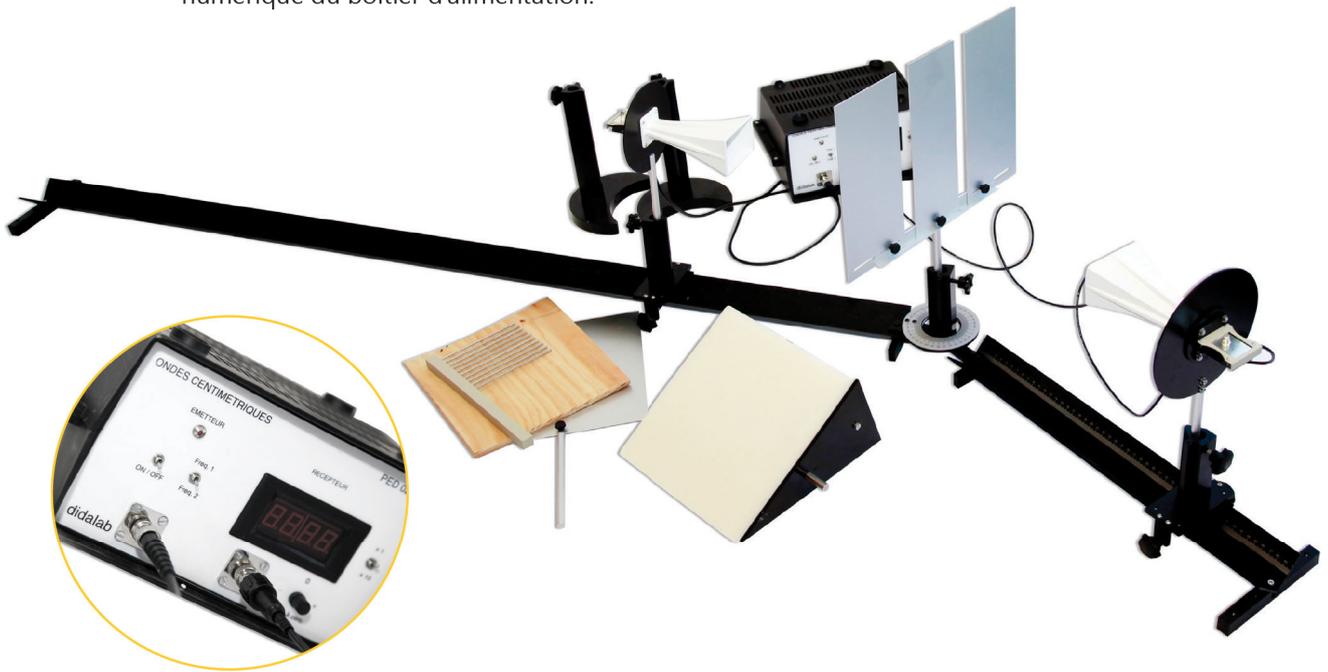
Etude des micro-ondes	56
Traitement de l'information en temps réel	58
Lois fondamentales d'électricité	60
Loi de Biot et Savart	62
Etude du transformateur	64

Etude des micro-ondes

Le dispositif d'étude des ondes centimétriques est un excellent outil de compréhension des phénomènes ondulatoires et offre un très bon parallèle avec les expériences d'optique géométrique. Avec ce système vous pourrez mettre en œuvre des expériences de diffraction, d'interférences, de polarisation et même monter un Michelson.

Vous pourrez également étudier les ondes stationnaires et tracer le diagramme de rayonnement d'une antenne cornet.

Toutes les données captées par les deux récepteurs sont lisibles directement sur l'afficheur numérique du boîtier d'alimentation.



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PED 022 160	Kit de détection	1	73
PED 022 162	Prisme en paraffine	2	73
PBU 070 300	Banc avec accouplement et 2 cavaliers	1	10
PED 022 163	Fentes et Multi-fentes	1	73
PED 022 164	Ecran métal	2	73
PED 022 165	Ecran bois	1	73
PED 022 166	Peigne de polarisation	1	73
PED 022 167	Séparatrice	1	73
POD 002 192	Pied demi-lune	4	20

Sujets abordés

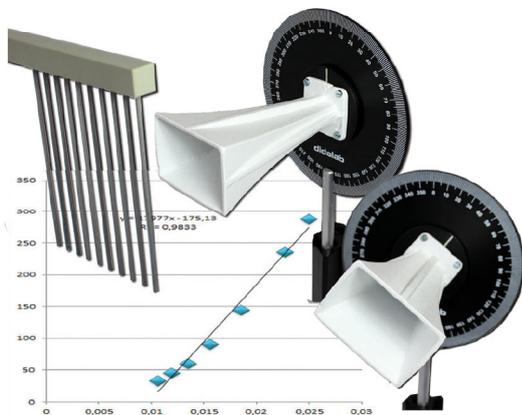
- » Propagation rectiligne des micro-ondes
- » Réflexion, absorption et transmission
- » Polarisation
- » Réfraction
- » Diffraction et l'interférences
- » Michelson
- » Ondes stationnaires
- » Effet tunnel



→ Diffraction - Interférences

On parle d'interférences lorsque deux ondes de même type se rencontrent et interagissent l'une avec l'autre. Ce phénomène apparaît souvent en optique avec les ondes lumineuses, mais il s'obtient également avec des ondes électromagnétiques d'autres longueurs d'ondes. Grâce au banc et à son accouplement goniométrique, il vous sera possible de mettre en œuvre facilement toutes les manipulations d'interférences ou de diffractions. Les fentes sont ajustables pour mettre en œuvre plusieurs largeurs de fentes différentes, aussi bien en fente simple qu'en fente double.

→ Polarisation



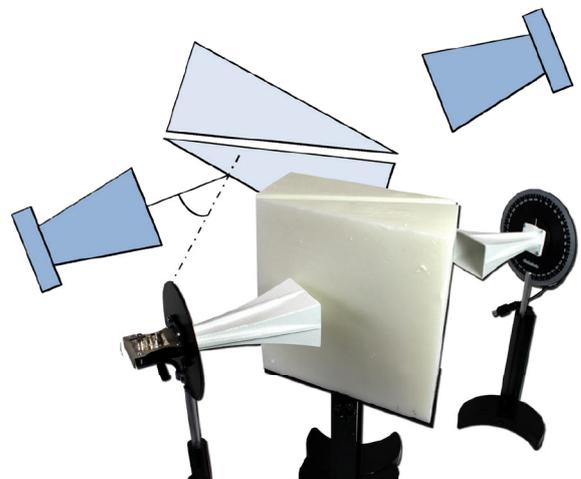
Il est possible de démontrer que les diodes sont polarisées rectilignement. Pour cela on utilise le peigne, constitué de barreaux métalliques parallèles et espacés de 0,5 cm. Lorsque les barres sont verticales, l'onde passe.

Lorsqu'elles sont horizontales, l'onde ne passe plus. Avec le système de graduation du récepteur, il est possible de pouvoir réaliser quantitativement la loi de Malus. On utilise l'afficheur numérique pour relever directement chaque valeur.

ÉLECTRICITÉ

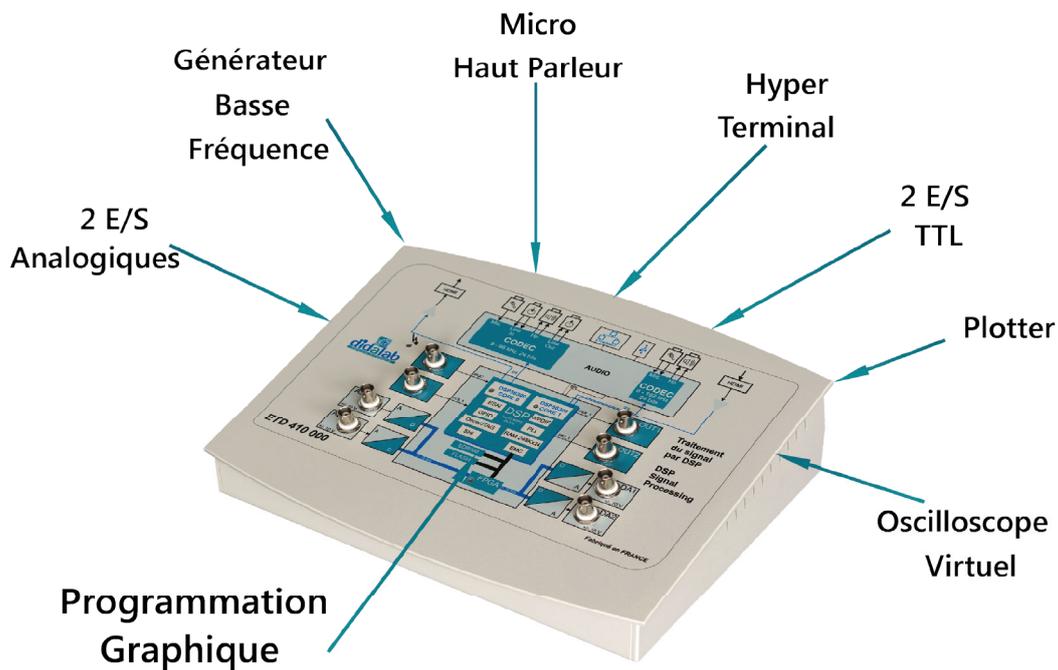
→ Effet tunnel

Il est possible de montrer un cas d'effet tunnel avec les prismes en paraffine et le kit de détection. On place le premier prisme dans une configuration où le récepteur ne reçoit plus aucun signal (réflexion totale). Le signal diffracté n'est plus, ou peu perçu par le récepteur. Lorsque l'on ajoute le deuxième prisme derrière le premier, on constate que le récepteur capte à nouveau un signal. Celui-ci est transmis par effet tunnel.



Traitement de l'information temps réel

- Très ergonomique, prise en main ultra rapide, conviviale et intuitive
- Programmation Graphique
- Oscilloscope virtuel temps réel jusqu'à 32 canaux simultanément
- Un catalogue avec plus de 500 fonctions disponibles
- Possibilité d'enrichir le catalogue à l'aide de blocs créés par l'utilisateur
- La plateforme FIBULA Graphic offre une vision conceptuelle de haut niveau permettant le plus souvent de faire abstraction de la couche matérielle

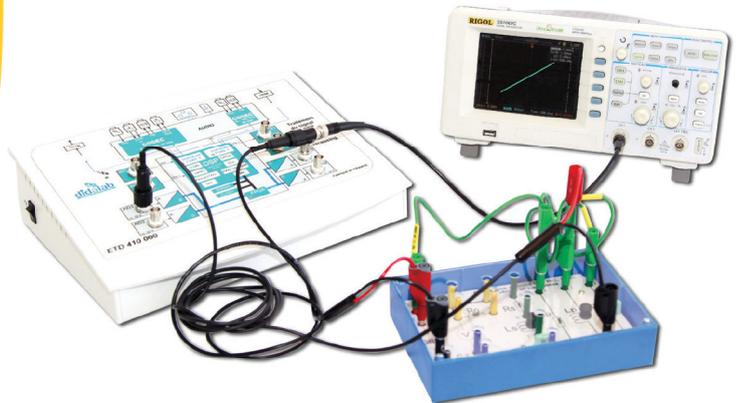


Équipement nécessaire

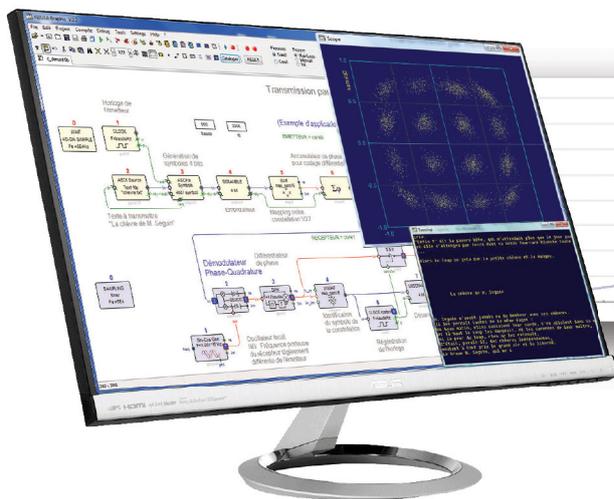
Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
ETD 410 B	Traitement du signal	1	75
EMD 019 040	Générateur de fonctions	1	Cf Site Internet
EMD 018 015	Oscilloscope 2 x 100 MHz	1	Cf Site Internet
PED 025 300	Circuit RLC intégré	1	81
PEM 010 180	Cordon BNC/2 fiches bananes	2	85
PEM 080 020	Cordons noir 0.5 mètre	1	85

Sujets abordés

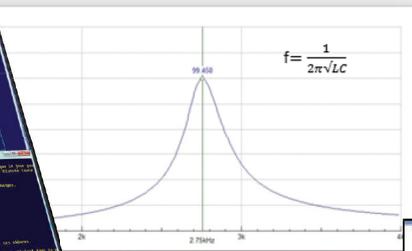
- » Quantification
- » Théorème de Shannon
- » CAN - CNA
- » Série de Fourier
- » Analyse Spectrale
- » Filtrage Analogique
- » Filtrage Numérique
- » Bode – Nyquist
- » Modulation – Démodulation



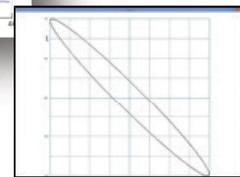
→ Résonance circuit RLC



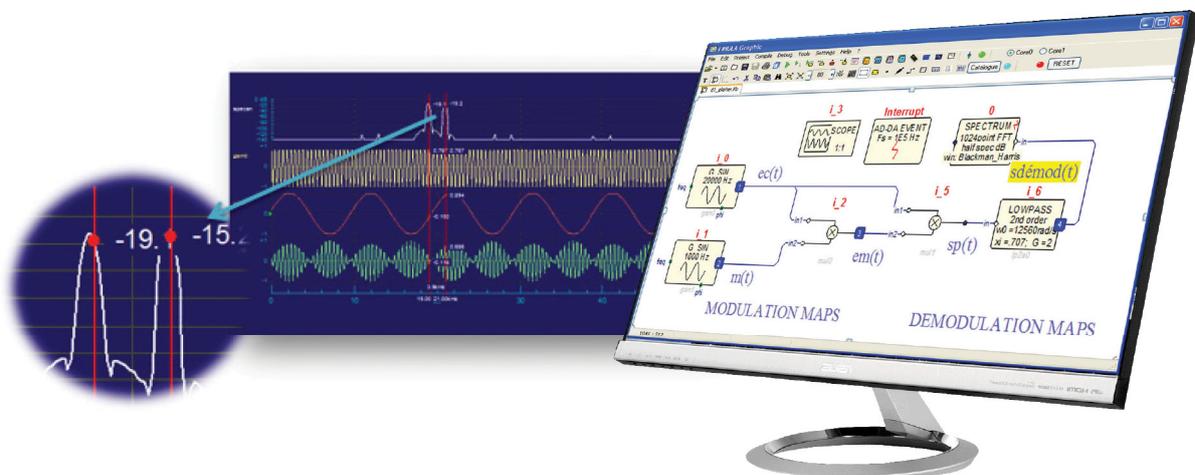
Plotter



Mode XY



→ Modulation analogique continue : AM

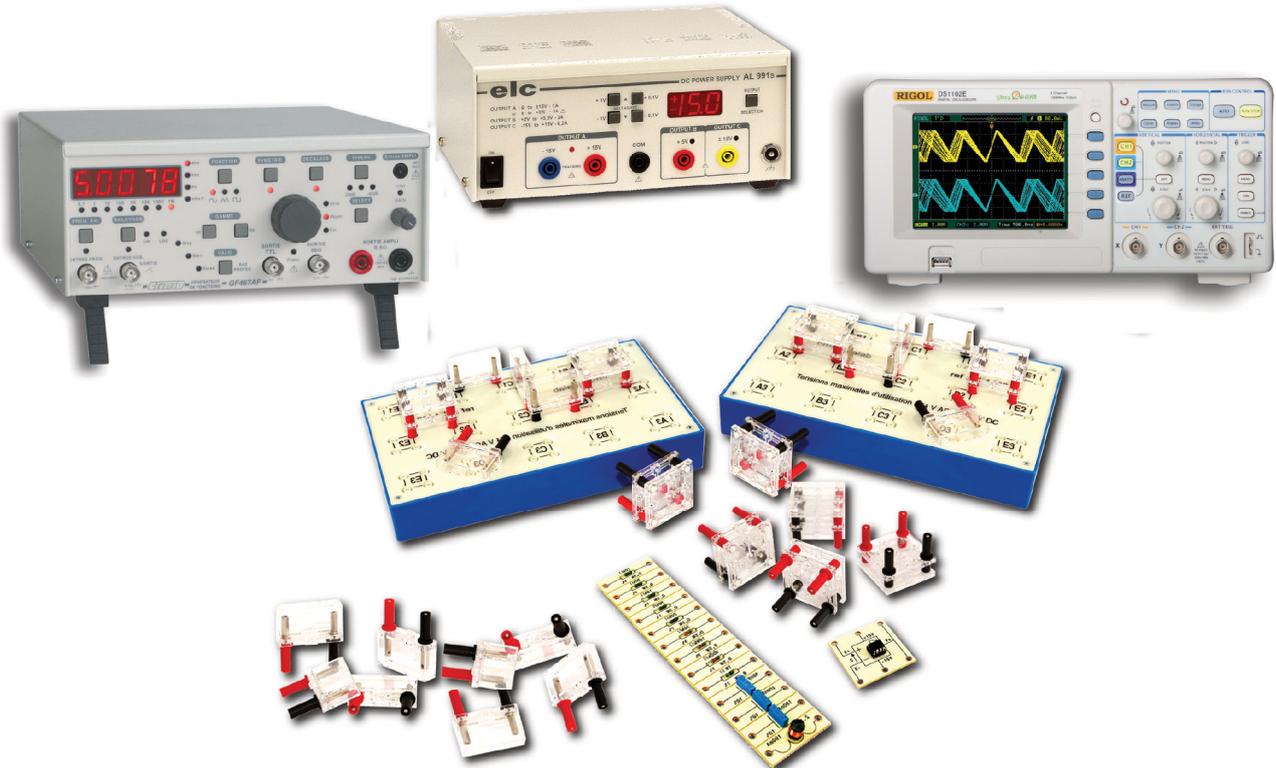


Lois fondamentales d'électricité

Un circuit RLC est un circuit linéaire contenant une résistance électrique, une bobine (inductance) et un condensateur (capacité).

Pour étudier le comportement des condensateurs dans des circuits à courant continu et alternatif, on mesure la tension aux bornes du condensateur et on détermine le courant à partir de la chute de tension dans une résistance ohmique branchée en série.

Dans un circuit, il est possible de calculer les différences de potentiel aux bornes de résistance et l'intensité du courant en appliquant les deux lois de Kirchhoff : la loi des nœuds et la loi des mailles.

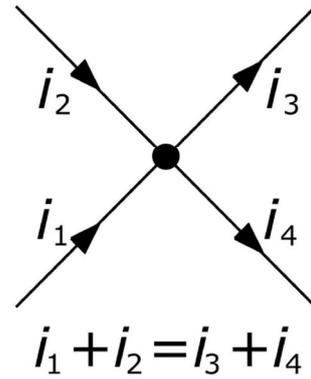


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PEM 015 600	Platine universelle	2	80
PEM 015 701	Etude en courant continu	1	80
PEM 015 721	Etude en courant alternatif	1	80
PEM 015 630	Porte composant - Lot de 12	1	80
PEM 015 641	Cavalier quadripolaire	2	81
PEM 015 760	Amplificateur opérationnel	1	81
PMM 062 460	Alimentation réglable triple	1	Cf Site Internet
PEM 080 020	Cordons noir - 50 cm - lot de 10	1	85
PEM 080 021	Cordons rouge - 50 cm - lot de 10	1	85
PMM 062 680	Générateur de fonctions 5 MHz	1	Cf Site Internet
EMD 018 015	Oscilloscope numérique 2 x 100 MHz	1	Cf Site Internet
PEM 063 700	Adaptateur BNC/douilles 4 mm	3	85

Sujets abordés

- » Loi de Kirchhoff
- » Loi d'Ohms
- » Circuit RLC
- » Etude en courant continu
- » Etude en courant Alternatif
- » Amplificateur opérationnel



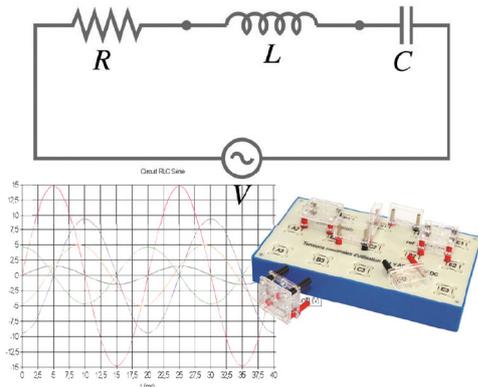
→ Loi de Kirchhoff

La somme des intensités des courants qui entrent par un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui sortent du même nœud. L'intensité d'un courant est une grandeur algébrique (positive ou négative) définie par rapport à l'orientation du fil. Par exemple, si l'intensité dans un fil entrant est 3 A, cela signifie que ce fil porte un courant sortant de - 3 A.

D'après la loi des nœuds, on a donc : $i_1 + i_2 = i_3 + i_4$.

La loi des nœuds n'est valide que si le flux du champ électrique entourant chaque nœud reste nul ou constant. Elle n'est donc pas valable en électrostatique.

→ Circuit RLC



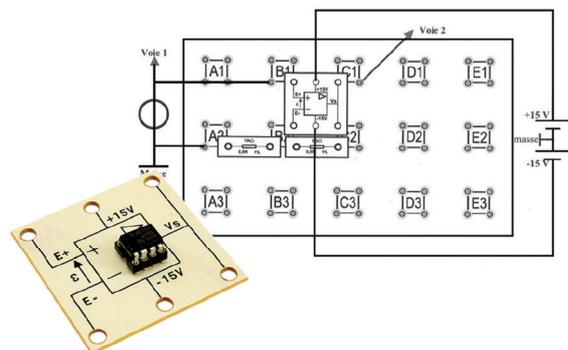
En électrocinétique, un circuit RLC est un circuit linéaire contenant une résistance électrique, une bobine et un condensateur.

Il existe deux types de circuits RLC série ou parallèle, selon l'interconnexion des trois types de composants. Le comportement d'un circuit RLC est généralement décrit par une équation différentielle du second ordre (là où des circuits RL ou circuits RC se comportent comme des circuits du premier ordre).

À l'aide d'un générateur de signaux, il est possible d'injecter dans le circuit des oscillations et observer dans certains cas une résonance, caractérisée par une augmentation du courant.

→ Amplificateur opérationnel - Non inverseur

Pour cette étude, l'amplificateur opérationnel utilisé est considéré parfait et fonctionne en « mode linéaire » car il utilise une contre réaction sur l'entrée inverseuse de l'AOP. La contre-réaction sur l'entrée inverseuse permet d'effectuer une contre-réaction négative : toute augmentation de la tension de sortie va diminuer la tension différentielle d'entrée de l'AOP. Ainsi, la différence de tension entre les deux entrées de l'amplificateur est maintenue à zéro. De plus, l'impédance d'entrée étant infinie, aucun courant ne circule dans ces entrées. On retrouve donc la tension V_e en sortie du pont diviseur de tension non chargé formé par R_2 et R_1 .



Loi de Biot et Savart

Avec le teslamètre numérique 3 axes, vous pouvez maintenant acquérir le champ magnétique facilement. Grâce au logiciel vous récupérez directement les valeurs de champs sur votre ordinateur. Les comptes rendus de travaux pratiques s'en trouvent accélérés. Dans ce pack d'expérience nous vous proposons l'étude de la Loi de Biot et Savart à travers deux grands classiques que sont la bobine de Helmholtz et le solénoïde.



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PAM 067 365	Teslamètre numérique	1	76
PAM 067 370	Bobines de Helmholtz	1	76
PAM 067 375	Solénoïde	1	76
PEM 080 100	Lot de 2 cordons 1 mètre (1 rouge/1 noir)	3	85
PMM 062 603	Alimentation réglable simple	1	Cf Site Internet

Sujets abordés

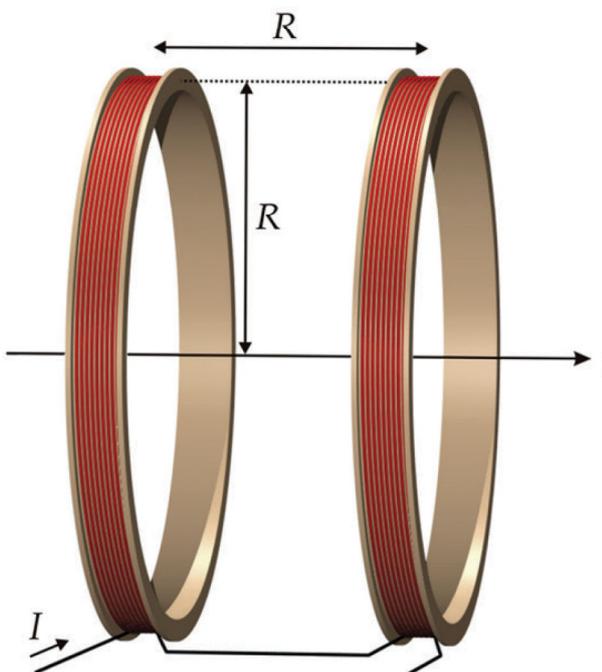
- » Loi de Biot-Savart
- » Solénoïde
- » Champ magnétique
- » Induction
- » La densité du flux magnétique



→ Champ magnétique - Solénoïde

Un solénoïde est un dispositif constitué d'un fil électrique enroulé régulièrement en hélice de façon à former une bobine longue. Parcouru par un courant, il produit un champ magnétique dans son voisinage, et plus particulièrement à l'intérieur de l'hélice où ce champ est quasiment uniforme. L'avantage du solénoïde réside dans cette uniformité. Mais il présente aussi des inconvénients : il est plus encombrant que les bobines de Helmholtz et ne peut pas produire un champ magnétique élevé sans matériel coûteux et système de refroidissement.

→ Biot et Savart - Bobines de Helmholtz



Les bobines de Helmholtz, sont un dispositif constitué de deux bobines circulaires de même rayon, parallèles, et placées l'une en face de l'autre à une distance égale à leur rayon. En faisant circuler un courant électrique dans ces bobines, on crée un champ magnétique dans leur voisinage, qui a la particularité d'être relativement uniforme au centre du dispositif dans un volume plus petit que les bobines elles-mêmes.

Ce type de bobines est souvent utilisé en physique pour créer des champs magnétiques quasi-uniformes relativement faibles avec peu de matériel. On peut par exemple s'en servir pour éliminer le champ magnétique terrestre afin qu'il ne perturbe pas une expérience.

On peut modéliser les bobines de Helmholtz par deux associations de n spires parcourues par un même courant I , de mêmes rayons R , et séparées d'une distance R .

On peut calculer l'expression du champ magnétique, via la loi de Biot et Savart, sur l'axe des bobines à partir du champ créé par une bobine pour tout point de cet axe, à une distance x de son centre :

$$B_{\text{spire}}(x) = \frac{\mu_0 n I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

Etude du transformateur

Ce kit permettant l'étude expérimentale des transformateurs comprend un circuit magnétique et une série de bobines et d'accessoires variés: deux bobines de 250 spires, deux bobines de 500 spires, une bobine de 1000 spires, une bobine de 135 spires, une bobine de 5 spires, une paire de pôles, un élément en acier trempé et un en fer doux, ainsi qu'une spire creuse. Toutes les bobines sont munies de douilles de sécurité Ø 4 mm et sont recouvertes d'un capot plastique isolant rendant inaccessible le bobinage.

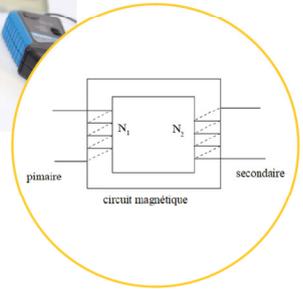
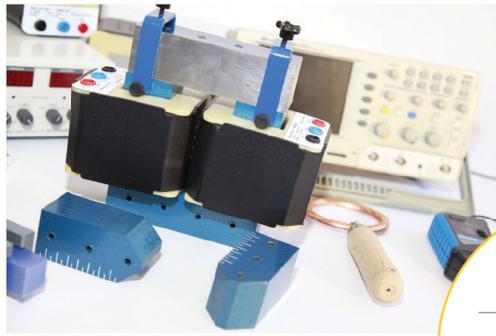


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PED 021 370	Kit d'étude du transformateur	1	78
PAM 067 690	Kit du courant de Foucault	1	79
PMM 062 685	Générateur de fonctions 5 MHz	1	Cf Site Internet
PMM 062 220	Alimentation réglable double	1	Cf Site Internet
PEM 080 030	Cordons noir - 100 cm - Lot de 10	1	85
PEM 080 031	Cordons rouge - 100 cm - Lot de 10	1	85
EMD 018 015	Oscilloscope numérique 2 x 100 MHz	1	Cf Site Internet
PMM 062 331	Pince ampèremétrique	1	Cf Site Internet
PMM 064 000	Rhéostat 320 W	1	84
PEM 063 700	Adaptateur BNC/douilles 4 mm	2	85

Sujets abordés

- » Etude du transformateur
- » Pertes par hystérésis
- » Pertes par courants de Foucault
- » Pertes par effet Joule
- » Rapport de transformation



→ Vérification de la relation entre les tensions aux bornes de chaque bobine

Un transformateur monophasé est constitué de deux parties essentielles : un circuit magnétique (dit « fer ») et deux bobines de cuivre que l'on place sur chaque branche du circuit. Une première bobine est alimentée à l'aide d'une tension sinusoïdale. Elle devient alors la primaire. Le transformateur transfère l'énergie issue de la primaire vers la secondaire par induction magnétique. La tension apparue aux bornes de la secondaire peut être mesurée. En modifiant le nombre de spires de la primaire et de la secondaire, nous pouvons mesurer les différents rapports de tension et vérifier expérimentalement leur égalité avec les rapports de nombre de spires (soit le rapport de transformation)

→ Etude des pertes du transformateur



Le transformateur monophasé n'est pas un transformateur idéal. En connectant différentes charges (à l'aide d'un rhéostat) en sortie de la secondaire, nous pouvons mesurer le rendement entre puissance absorbée et puissance restituée par la primaire vers la secondaire. Cet exemple de mesure permet de mettre en évidence l'existence de pertes au niveau du transformateur. L'étude du transformateur à vide (c'est-à-dire sans charge derrière la secondaire) permet de déterminer les pertes liées au fer (pertes par hystérésis et par courants de Foucault). Une série de mesures peut être réalisée en alternant le nombre de spires des bobines primaire et secondaire et en variant la tension d'alimentation. A partir des mesures de tension, de courant et de déphasage (réalisées grâce à l'oscilloscope et la sonde ampèremétrique), nous pouvons calculer ainsi les pertes du fer et démontrer leur linéarité en fonction du carré de la tension efficace. Enfin, une seconde étude, en court-circuit cette fois, permet quant à elle de déterminer les pertes liées aux résistances des enroulements de cuivre de chaque bobine : ce sont les pertes par effet Joule.

→ Expériences autour du magnétisme

Une série d'accessoires fournis avec le transformateur monophasé permet de mettre en évidence plusieurs phénomènes physiques liés au magnétisme. Par exemple, en plaçant la spire creuse autour d'une des branches du transformateur, nous pouvons constater son échauffement lorsqu'elle est soumise au champ magnétique généré par une bobine. Ceci permet de démontrer le principe du chauffage par induction. La bobine 5 spires permet quant à elle de générer des courants élevés et de montrer le principe de soudage par point. Pour finir, le dispositif pour courants de Foucault montre le comportement d'un matériau soumis à un champ magnétique. Le ralentissement du disque plein en aluminium confirme la présence des courants de Foucault induits dans les matériaux métalliques soumis à un champ magnétique variable et permet d'aborder le principe du freinage par courant de Foucault.



Physique de la Matière

Expériences

Expérience de Millikan	68
Effet Zeeman	70
Démonstration de la Constante de Planck	72

Expérience de Millikan

La manipulation a pour but de refaire d'une manière simplifiée l'expérience historique par laquelle Millikan, en 1909, a déterminé la valeur exacte de la charge « e » de l'électron. Elle consiste à étudier le mouvement d'une gouttelette d'huile chargée, soumise au champ électrique d'un condensateur plan, une source blanche et un viseur. Ce dispositif complet est composé de plusieurs parties: une source blanche et un viseur, une partie mécanique/optique ainsi qu'un laser et une webcam vous permettant d'observer le phénomène en temps réel directement sur votre ordinateur.



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
PSD 022 040	Appareil de Millikan	1	88
PSD 022 060	Générateur de Millikan	1	88
POD 010 030	Webcam didactique	1	31
POD 013 132	Diode laser verte	1	40

Sujets abordés

- » Mesure de la charge électrique d'un électron.
- » Démonstration de la nature quantique d'un électron
- » Mise en oeuvre d'un viseur
- » Observation didactique sur webcam



→ Détermination de la charge électrique d'un électron

Avec un nébuliseur, on pulvérise des gouttelettes d'huile dans un condensateur constitué de deux plaques d'alliage léger. En passant par deux petits trous percés sur le support plastique du condensateur, certaines de ces gouttelettes se chargent par frottement électrostatique.

Une fois entrées entre les deux plaques du condensateur plan, ces gouttelettes d'huile sont observées à travers un viseur. Ce dernier possède un objectif à long foyer, qui permet de viser les gouttelettes d'huile qui tombent selon l'axe du condensateur et se détachent comme des points brillants sur un fond sombre. Son oculaire possède un oculaire gravé au dixième de millimètre.

Une webcam fournie avec un logiciel dédié, directement placée derrière le viseur permet un affichage en temps réel du phénomène sur l'ordinateur.

L'ensemble est fixé sur un socle par une tige télescopique permettant de mettre le viseur à hauteur convenable pour l'utilisateur.

Dans un premier temps, nous vaporisons des gouttelettes d'huile sans mettre les plaques du condensateur en charge. Quand le mouvement tourbillonnaire a cessé, on applique une tension aux bornes du condensateur et on repère la ou les gouttes qui sont freinées par le champ (ce sont les gouttelettes qui ont été ionisées).

On relève la tension permettant d'immobiliser complètement la goutte. On coupe la tension et on déclenche simultanément le chronomètre (intégré au générateur de Millikan). On mesure le temps mis par la goutte pour franchir un certain nombre de graduations du micromètre.

En calculant la vitesse de chute de la gouttelette d'huile, on en déduira sa charge électrique. On verra qu'en fonction de la vitesse de la gouttelette et de sa taille, celle-ci est toujours un multiple de la charge électrique e , charge élémentaire de l'électron.

Effet Zeeman

L'effet Zeeman a pour origine la subdivision des niveaux d'énergie des atomes ou des molécules plongés dans un champ magnétique. Selon les conditions, les raies spectrales se divisent en un nombre impair de composantes (l'effet est dit « normal ») ou bien en un nombre pair (l'effet est dit « anomal » ou « anormal » par simplification lexicale). Ce phénomène est observable à l'œil ou depuis un écran d'ordinateur par l'intermédiaire de la webcam didactique fournie dans ce pack.

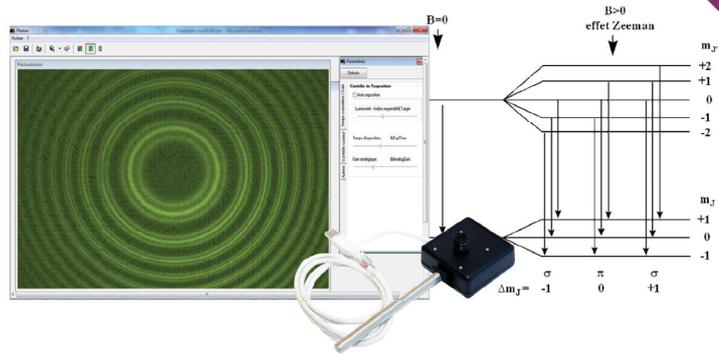


Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page Produit
POD 013 550	Ensemble pour effet Zeeman	1	89
POF 010 112	Banc d'optique 1 mètre	1	38
POF 010 124	Cavalier standard	6	38
POD 061 250	Condenseur double	1	47
POD 060 410	Diaphragme à iris	1	47
POF 020 250	Etalon Fabry Pérot	1	59
POM 052 025	Filtre plastique vert	1	54
POD 060 230	Support de lame	1	58
POD 010 030	Webcam didactique	1	31
POF 010 815	Objectif à focal fixe	1	Cf Site Internet
POF 010 820	Bague pour objectif	1	Cf Site Internet

Sujets abordés

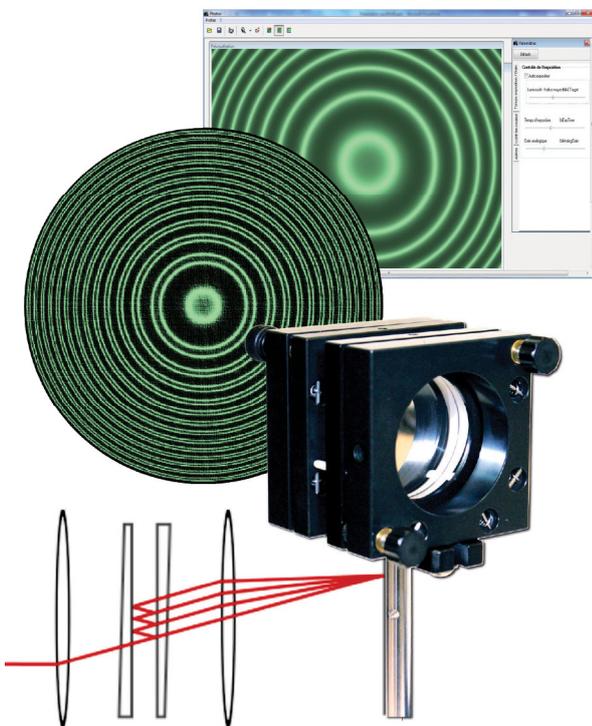
- » Modèle atomique de Bohr
- » Effet Normal et Anormal
- » Fabry Pérot
- » Electron tournant



→ Effet Normal

Pour observer l'effet Normal, nous utiliserons la lampe mercure avec un filtre vert pour sélectionner le spectre et n'observer que la raie 546 nanomètres du mercure. En sortie du boîtier Zeeman contenant les bobines et la source spectrale, nous observons donc notre source en dehors de l'axe du champ magnétique, à sa perpendiculaire. Placer en premier lieu un diaphragme, puis un condenseur. Derrière nous placerons l'étalon de Fabry-Pérot préalablement réglé, enfin notre filtre vert juste avant de placer notre capteur CCD. Nous n'utiliserons pas pour cette manipulation la lentille objectif du capteur, mais un objectif d'appareil photo afin d'obtenir de meilleures images. Branchez ensuite l'alimentation et montez doucement jusqu'à observer les anneaux qui se divisent en trois. Pour observer l'effet anormal, nous nous placerons dans l'axe du champ magnétique et nous n'utiliserons pas le diaphragme.

→ Etude du Fabry Pérot - Finesse



Pour pouvoir mieux séparer les différents anneaux, il est intéressant qu'ils soient les plus fins possibles. Cela est équivalent à affiner les pics de la courbe précédente, c'est-à-dire à réduire $\Delta\lambda$ par rapport à $\delta\lambda$. Ainsi, un interféromètre de bonne qualité présentera un $\Delta\lambda$ beaucoup plus faible que $\delta\lambda$.

Pour simplifier, on utilise la grandeur suivante, appelée finesse :

$$F = \frac{\delta\lambda}{\Delta\lambda}$$

Et donc, plus la finesse est importante, plus les anneaux sont fins. Afin d'augmenter cette finesse, il est possible de rendre les surfaces formant la cavité très réfléchissantes. En effet, on peut montrer que la finesse augmente avec le coefficient de réflexion des surfaces.

Ainsi les interféromètres de Fabry-Perot dans le commerce peuvent avoir des finesesses valant quelques dizaines voir quelques centaines. En recherche on peut même aller jusqu'à quelques centaines de milliers.

Cette finesse élevée est un atout important de ce type d'interféromètres par rapport à l'interféromètre de Michelson, qui a une finesse de 2.

La finesse peut-être reliée au temps de vie des photons dans la cavité et à l'intervalle spectral libre en fréquence ISL :

$$F = 2\pi N$$

Ainsi, le nombre d'oscillations N effectuées par la lumière dans la cavité est d'autant plus grand que la finesse est élevée :

$$F = 2\pi\tau ISL$$

Démonstration de la Constante de Planck

La mise en évidence de l'effet photoélectrique, émission d'électrons par un matériau métallique lorsque ce dernier est exposé à un rayonnement électromagnétique de fréquence suffisamment élevée, permet d'approcher et de mieux comprendre l'aspect particulaire de la lumière. L'expérience proposée, avec notre cellule photoélectrique, une lampe spectrale mercure haute pression et un micro-ampèremètre, propose de montrer l'effet photoélectrique, de vérifier l'équation d'Einstein et de mesurer expérimentalement la valeur de la constante de Planck. Pour cela, la cellule photoélectrique, possédant une gamme spectrale de 340 à 700 nm environ, est montée dans un boîtier métallique assurant son isolation lumineuse et sa sécurité. Une monture à barillet fixée sur le devant de ce boîtier permet de placer différents filtres et diaphragmes devant la cellule, afin de pouvoir réaliser un ensemble de mesures. Enfin, un seul appareil sert à la fois d'alimentation pour l'anode et la cathode de la cellule avec deux gammes de tension (-2/2 V et -2/30 V) et de micro-ampèremètre pour mesurer le photo-courant (avec plusieurs gammes de mesure : 10⁻⁸ à 10⁻¹³ A).



Équipement nécessaire

Référence	Désignation	Quantité	Page produits
POD 068 951	Constante de Planck	1	150
POD 010 057	Lampe Mercure haute pression	1	166
POD 010 056	Pied pour lampe spectrale	1	166
POD 002 192	Pied demi-lune	1	101

Sujets abordés

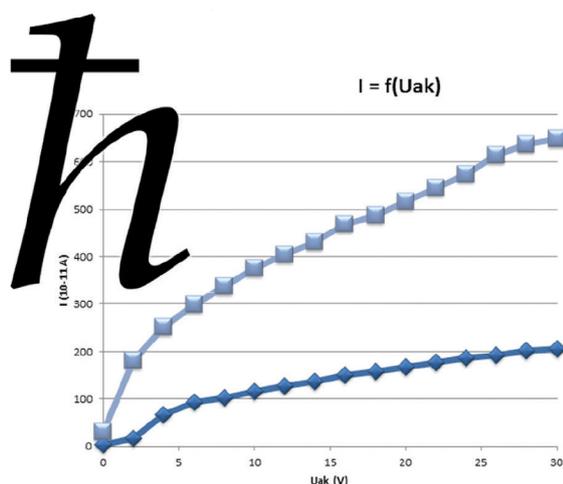
- » Détermination de h
- » Mise en œuvre d'un protocole
- » Mesure de la caractéristique courant-tension de la cellule photoélectrique



→ Mesure de la caractéristique courant-tension de la cellule photoélectrique

La valeur du photo-courant augmente en même temps que la valeur de la différence de potentiel électrique appliquée entre la cathode et l'anode UAK. Ce photo-courant finit par atteindre une saturation quand UAK atteint une certaine valeur et ce niveau de saturation dépend de l'intensité lumineuse mais pas de la fréquence incidente. Quand UAK devient négatif, le photo-courant chute. Avec cette expérience, nous pouvons mesurer différentes caractéristiques courant-tension de la cellule photoélectrique, en fonction de l'intensité lumineuse (avec les diaphragmes) et en fonction de la fréquence incidente issue de la lampe Mercure (à l'aide du jeu de filtre). Cela permet de vérifier expérimentalement la correspondance avec la caractéristique théorique.

→ Détermination expérimentale de la valeur de la constante de Planck h



Selon la théorie d'Einstein, la lumière est composée d'un flux de particules, appelées photons. L'énergie de chaque photon est alors égale à $E = h \cdot \nu$ où h est la constante de Planck. La mesure de la constante de Planck à partir de l'effet photoélectrique repose sur la détermination de la différence de potentiel de coupure (pour laquelle le photo-courant est nul) pour différentes fréquences incidentes homogène. Pour cela, nous proposons d'utiliser la méthode du « courant zéro » ou méthode de compensation. En se plaçant dans la gamme de mesure de 10-13 A, on modifie la valeur du potentiel jusqu'à atteindre un photo-courant nul. On couvre alors la lampe spectrale et on mesure le courant, cette valeur de courant étant très proche du courant d'obscurité et du bruit de la cellule photoélectrique. On découvre la lampe et on ajuste le potentiel pour atteindre la valeur de courant précédemment mesurée, on obtient alors le potentiel de coupure en fonction de la fréquence incidente. A partir de la pente de la droite potentiel - fréquence, on peut calculer expérimentalement la valeur de h .

Découvrez l'univers Didalab

www.didalab.fr



Une visite complète de tous les services de l'entreprise

Afin de démontrer que Didalab est réellement fabricant des équipements, une visite de l'entreprise est accessible au travers du Web.

Vous pouvez visiter chaque service de notre département :

- » Bureau d'étude et industrialisation
- » Service d'ordonnancement et suivi de fabrication
- » Intégration, montage et test
- » Service emballage
- » Logistique et expédition



Des démonstrations en ligne

Pour vous permettre de bien évaluer les performances de ses équipements, Didalab met en ligne toutes une série de «Vidées démonstrations».

Visualisez ces démonstrations :

- » Présentation générales
- » Outils logiciels spécifiques
- » Applications aux équipements (Automatique, Télécommunications, Traitements de signal, etc)



Présentation générale



Serveur & organes réseau



Périphériques réseau

Une entrée par diplômes

Pour vous aider dans votre recherche d'équipements en réponse à une exigence de votre référentiel, Didalab a mis au point une entrée dans le site par filière et diplôme.

Pour chaque cas, (exemples ci-dessous, Bac Pro SEN, Traitement de l'Information et DUT R&T Télécommunications) vous trouverez nos propositions :



The screenshot shows the Didalab website interface with search results for two different diploma types. On the left is a navigation menu with categories like 'RECHERCHE CATALOGUE', 'LE CATALOGUE GENERAL', 'FILIERES', and 'REFERENTIELS'. The main content area shows search results for 'Bac SEN' and 'DUT R&T'. The 'Bac SEN' results include a table with columns for 'Fonction', 'Référence', and 'Produit proposé dans la Gamme Didalab'. The 'DUT R&T' results show a table with columns for 'Fonction', 'Référence', and 'Produit proposé dans la Gamme Didalab'.

Fonction	Référence	Produit proposé dans la Gamme Didalab
Fonction filage électrique		
Fonction numérisation		
Fonction amplification		
Fonction modulation - démodulation	ETD 410 000	
Fonction multiplexage temporel et fréquentiel		
Fonction transmission de données		
Fonction commutation		
Fonction commutation CAN et CAN2		
Fonction commutation CAN et CAN2	ETD 410 000	
Fonction commutation CAN et CAN2		
Fonction commutation CAN et CAN2		
Fonction commutation CAN et CAN2	ETD 001 000	
Fonction commutation CAN et CAN2		
Fonction commutation CAN et CAN2		

Fonction	Référence	Produit proposé dans la Gamme Didalab
Modulation analogique	ETD 411 100	Suggestion 3
Démultiplexage analogique	ETD 411 200	ETD 411 300
Modulation numérique	ETD 410 000	Suggestion 3
Démultiplexage numérique	ETD 410 000	EFD 001 000

Z.A de la Clef Saint-Pierre - 5 rue du groupe Manoukian - 78990 ELANCOURT - FRANCE
Tél : 33 (0)1 30 66 08 88 - Télécopieur : 33 (0)1 30 66 72 20 - Email : didalab@didalab.fr

www.didalab.fr



CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENTS GÉNÉRALITÉS:

Toute commande ou réception de produits DIDALAB emporte de plein droit l'adhésion sans réserve, ni exceptions de l'acheteur aux présentes conditions, à l'exclusion de toute condition contraire non formellement acceptée par écrit par DIDALAB. Les offres de prix, sauf stipulation contraire, ne sont valables que pendant les 30 jours suivant leur établissement.

CATALOGUES ET DOCUMENTS

Les photos, textes figurant dans nos catalogues, prospectus et autres documents commerciaux ou joints aux offres n'ont qu'un caractère informatif et ne constituent aucun engagement, sauf convention écrite contraire. Nous nous réservons le droit de modifier la présentation et/ou les caractéristiques de nos matériels dans un souci d'amélioration et de service à notre clientèle.

UTILISATION DES PRODUITS

Tous les équipements, produits et réactifs que nous fournissons sont destinés exclusivement à des usages de laboratoire. La vente de produits chimiques est réservée exclusivement aux établissements scolaires et nous ne pouvons en aucun cas déroger à cette règle. Nous déclinons toute responsabilité dans le cas où les articles feraient l'objet d'un usage impropre à leur destination originale. Les utilisateurs sont également responsables des expériences et manipulations réalisées avec ces articles, ils veilleront en particulier à une utilisation conforme aux prescriptions légales concernant l'hygiène et la sécurité des personnes.

PASSATION DES COMMANDES

Pour éviter toute erreur, nous conseillons à nos clients de noter lisiblement sur leurs commandes, les références, les désignations, les quantités ainsi que l'adresse de livraison et de facturation, si elle est différente de la première. Les commandes téléphoniques reçues n'engagent notre Société, quant à leur exécution, que si elles ont été confirmées par courrier ou par fax, ou si le code client a été donné au téléphone (en cas de confirmation par écrit, l'acheteur devra indiquer clairement «confirmation de commande sur son document»). Les ordres recueillis par nos représentants doivent être revêtus de la signature et du cachet de l'acheteur, après confirmation de notre part si les conditions accordées ne sont pas celles habituellement pratiquées. Nous nous réservons le droit d'exiger de tout client et notamment des clients ne possédant pas un compte ouvert chez nous des garanties de règlement, ou une avance forfaitaire pouvant aller de 30 à 100 %, soit au moment de l'acceptation de la commande, soit au cours de son exécution. Si une situation financière défavorable de l'acheteur parvient à notre connaissance, en cas de non-obtention de garantie, nous pourrions résilier tout ou partie du contrat et de la commande.

PRIX

Nos prix, sauf stipulation contraire, sont ceux du tarif en vigueur à la date de l'acceptation de la commande, sur la base des conditions économiques et fiscales en vigueur. Si ces conditions changent (taux de change, droits, taxes, matières premières, etc.) les prix facturés sont susceptibles de varier conformément aux modalités légalement autorisées. Si la livraison d'une commande se fait partiellement, le règlement se fera au fur et à mesure des mises à disposition du matériel. L'acheteur ne pourra pas suspendre ses paiements sur la totalité de la commande pour ce motif.

CONDITIONNEMENT DE RÈGLEMENT

Conformément à la Loi, nos factures sont payables net, sans escompte, à réception des marchandises. Tout autre type de règlement doit être au préalable accepté par écrit par notre service commercial. Le paiement consécutif à la remise d'un chèque ou d'un effet de commerce ne sera réputé réalisé qu'au moment de son encaissement effectif.

La traite doit être retournée et acceptée dans les 48 heures suivant la réception de la marchandise, en indiquant la domiciliation bancaire. Les frais sont à la charge du client, quelles que soient les stipulations portées sur les commandes de ce dernier. Les traites n'apportent ni novation, ni dérogation à cette clause attributive de juridiction. Si la livraison d'une commande se fait partiellement, le règlement se fera au

fur et à mesure des mises à disposition du matériel. L'acheteur ne pourra pas suspendre ses paiements sur la totalité de la commande pour ce motif.

RETARD DE PAIEMENT

En cas de non-paiement constaté au bout de 30 jours, délai prévu par la Loi, le paiement d'intérêts de retard, au taux directeur de la Banque Centrale Européenne majoré de 7 points de pourcentage et arrondi au demi-point de pourcentage supérieur, sera exigé de plein droit et sans mise en demeure, outre les frais de recouvrement et de contentieux éventuels. En cas de retard de paiement aux échéances contractuelles indiquées sur nos factures et accusés de réception, nous nous réservons la faculté d'interrompre ou d'annuler les commandes en cours.

LIVRAISONS

L'acheteur indiquera sur le récépissé du transporteur, son nom en toutes lettres, la date. Il apposera sa signature et le cachet de son établissement sur le récépissé. Toute marchandise, même expédiée en franco, est livrée aux risques et périls du destinataire qui doit exercer son recours contre le transporteur en cas de manquant, casse, perte ou autre avarie. En cas de soucis, l'acheteur notera des réserves précises (casse, traces de chocs, le nombre de colis manquant...) sur le récépissé du transporteur et confirmera par lettre recommandée au transporteur dans les 3 jours qui suivent la réception (un double du courrier devra nous être adressé simultanément). L'acheteur vérifiera, le nombre, l'état des colis et leur contenu en présence du livreur. Si le livreur n'accepte pas de patienter, l'acheteur indiquera sur le récépissé «Le transporteur n'a pas voulu attendre le déballage du colis». Pour la marchandise que DIDALAB s'est chargé d'expédier ou de faire expédier, le transfert des risques a lieu dès le chargement chez DIDALAB ou son représentant. Pour la marchandise à enlever chez DIDALAB ou son représentant par les soins de l'acheteur ou de son représentant, le transfert des risques a lieu dès la prise en charge par le client ou son représentant. Aucun retour de marchandise ne sera accepté sans notre accord écrit. Un retour ne peut être effectué que sur du matériel n'ayant subi aucune altération ou modification et dans son emballage d'origine.

DROIT DE RETOUR

Tout article qui ne donnerait pas satisfaction peut nous être retourné, après accord de nos services, dans les 14 jours suivant sa réception. Un article retourné peut être échangé, mis en avoir ou remboursé. Tout retour doit se faire dans son emballage d'origine, le matériel complet, en bon état. Sauf accord particulier, les frais de retour sont à la charge de l'acheteur. Les présentes conditions de vente sont également applicables aux livraisons hors du territoire national. Tout retour de matériel doit avoir l'accord préalable du service commercial.

GARANTIES

Les matériels livrés par DIDALAB sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 1 an après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel. Sont exclus de la garantie de 1 an: la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, le mobilier, les équipements multimédias, les sondes pH, les pièces d'usure. Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit. Tout retour de matériel doit avoir l'accord préalable du service commercial. Vices apparents nous ne pourrions admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois. La garantie ne

s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

S.A.V.

Nous assurons le S.A.V. et la réparation des matériels toutes marques. Nous nous réservons toutefois le droit de décliner la remise en état d'un matériel trop ancien. L'intervention S.A.V. doit se faire avec notre accord préalable écrit.

PROPRIÉTÉ ET DROITS

DIDALAB conserve l'entière propriété intellectuelle et/ou industrielle des matériels, documents d'accompagnement, notices d'emploi, ainsi que des projets, affaires spécifiques, logiciels, vidéogrammes. L'acheteur s'interdit de les reproduire, adapter, publier sans l'autorisation écrite de la Société DIDALAB. Certains noms et marques utilisés dans nos catalogues et documentations ont fait l'objet d'un dépôt légal.

DÉCHETS DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES (EEE) PROFESSIONNELS

Pour les équipements concernés par le décret n° 2005/829 relatif à l'élimination des déchets issus des équipements électriques et électroniques conformément à l'article 18 dudit décret, l'organisation et le financement de l'enlèvement et du traitement des déchets d'EEE objets du présent contrat de vente sont transférés au client qui les accepte. Le client s'assurera de la collecte, du traitement et de la valorisation de l'équipement conformément à l'article 21 dudit décret. Les obligations susvisées doivent être transmises par les acheteurs professionnels successifs jusqu'à l'utilisateur final de l'EEE.

CLAUSE DE RÉSERVE DE PROPRIÉTÉ

DIDALAB se réserve expressément la propriété des produits livrés jusqu'au paiement intégral du prix de vente conformément à la Loi. Aucun escompte pour paiement anticipé n'est consenti. En cas de règlement après la date d'échéance, des pénalités de retard seront appliquées. À cet égard, ne constitue pas des paiements au sens de la présente clause, la remise de traites ou de tout titre créant une obligation de payer. L'acheteur ne peut donner en gage ou transférer à titre de garantie la propriété des marchandises livrées. Il est interdit à l'acheteur de revendre les marchandises livrées s'il se trouve en état de cessation de paiement ou en état d'insolvabilité. L'acheteur cède à DIDALAB en cas de revente toutes les créances nées à son profit de la vente au tiers acquéreur, mais reste tenu envers DIDALAB à titre principal du paiement du prix stipulé pour la vente initiale. En cas de saisie ou de toute intervention d'un tiers, l'acheteur est tenu d'en aviser immédiatement le vendeur par lettre avec accusé réception. En cas de non-paiement total ou partiel du prix à échéance, le vendeur peut exiger de plein droit et sans formalité la restitution de la chose aux frais, risques et périls de l'acheteur.

JURIDICTION

En cas de litige, quel qu'il soit, le Tribunal de Commerce d'obédience géographique reste seul compétent. Toute convention passée entre l'acheteur et DIDALAB est soumise au droit national seul applicable. En raison des réglementations en vigueur, l'acheteur s'engage expressément à obtenir notre accord, préalablement à toute exportation ou réexportation du territoire national du matériel vendu. À défaut, nous déclinons toute responsabilité et obligation si cette procédure d'autorisation n'était pas observée par l'acheteur.

CONSEILS TECHNIQUES

Les conseils techniques que la société DIDALAB pourrait donner au client ne sauraient en aucun cas entraîner pour la société DIDALAB une quelconque responsabilité.

Une idée ? Un produit ?

DIDALAB développe pour vous !

Avec la réforme de l'enseignement, les besoins en matériels évoluent.

Pour que le matériel évolue lui aussi avec votre enseignement, il vous faut des entreprises chevronnées, efficaces et capables d'être à votre écoute et à même de comprendre vos contraintes.

Contactez-nous à l'adresse suivante : developpement@didalab.fr

Nous étudierons avec vous votre demande et nous vous apporterons une réponse concrète sur la faisabilité de celle-ci.



**Tout cela en croisant les informations
entre une équipe de professionnels
et plusieurs de vos collègues en France
ayant les mêmes besoins que vous.**



WWW.DIDALAB.FR



didalab

Z.A. de la Clef Saint-Pierre
5, rue du Groupe Manoukian
78 990 ELANCOURT
FRANCE



01 30 66 08 88

Du lundi au vendredi
de 9 h à 12 h 30
et de 14 h à 18 h



www.didalab.fr

E-mail : didalab@didalab.fr