

CIRUISEF

Projet d' « Armoire de Physique »

Niveau Licence

Un constat : L'organisation de travaux pratiques est partout et toujours difficile, mais dans les services de Physique isolés, c'est parfois une tâche insurmontable. Le moindre élément manquant dans une manipulation conduit à la supprimer, et progressivement on constate que l'enseignement expérimental disparaît de nombreux cursus universitaires.

Une solution concrète : Après une expérience réussie de « Malette de chimie » visant à fournir tout le matériel et les produits de départ permettant d'effectuer un minimum d'expériences de Chimie, notre Association a continué selon le même principe pour des expériences de Physique. Quelques Laboratoires disposent déjà parfois de certains matériels, et les programmes étant fort divers, l'ensemble a été conçu comme une « armoire » dont chaque tiroir correspondrait à une manipulation. Les utilisateurs choisiraient un ou plusieurs tiroirs...

Une dizaine de Collègues de plusieurs Universités ont « planché » sur un minimum d'expérimentation physique générale au niveau universitaire, aussi bien pour des Chimistes ou des Biologistes que pour des Physiciens ou Electroniciens...

Le résultat : Une douzaine de manipulations couvrant les principaux thèmes abordés en première et deuxième années scientifiques post-bac. Chacun de ces ensembles constitue un « tiroir » permettant d'équiper un poste de travail de deux ou trois étudiants. Certains éléments coûteux (balance, générateur basse fréquence, oscilloscope...) sont à partager entre plusieurs tiroirs dans le cadre de rotations entre manipulations au long de l'année.

La durée prévue de chaque manipulation est de deux à trois heures, plus une préparation préalable et une exploitation des résultats expérimentaux. Les manipulations se concrétisent le plus souvent par un compte-rendu écrit de 4 à 6 pages.

Les documents (fiches de manipulation, listes de matériels...) seront fournis en format Word standard de manière à pouvoir être adaptés aux programmes et conditions locales. La fourniture de pièces de maintenance sera assurée.

Il est à noter que les manipulations sont conçues pour pouvoir être effectuées sans avoir suivi le cours « théorique » correspondant. Dans les documents de manipulation figurent donc les informations nécessaires à la compréhension des expériences, en se basant sur les notions essentielles des programmes des lycées supposées acquises.

Un travail collaboratif : Nous sommes tous enseignants, et mettons à disposition notre propre expérience. Ayant plus facilement à disposition certains matériels, les tâtonnements inévitables ont été plus efficaces qu'ils ne pourraient être en site isolé. Mais ces manipulations sont évidemment améliorables, et nous attendons vos propres suggestions. Par ailleurs, beaucoup sont conçues pour n'être qu'un premier élément, destiné à être reproduit en plusieurs postes par vous mêmes avec vos propres moyens. N'hésitez pas, nous pourrions vous fournir les petites pièces (ressorts, poulies, éléments électriques... parfois difficile à trouver !

Qui sommes-nous ? La CIRUISEF (Conférence Internationale des Responsables des Universités et Institutions à dominante Scientifique et technique d'Expression Française) est une Association à but non lucratif. Elle réunit depuis 1988, les responsables, Doyens de Facultés, Présidents ou Recteurs d'Universités, dans le domaine scientifique des pays francophones.

Elle constitue l'un des quatorze réseaux institutionnels de l'AUF, Agence universitaire de la Francophonie.

Ses objectifs sont de favoriser les échanges, la coopération et la solidarité entre les institutions scientifiques francophones d'Enseignement supérieur du Nord et du Sud, et de contribuer à l'amélioration de la formation des étudiants et des enseignants dans les domaines des sciences exactes, naturelles et technologiques.

Comment nous contacter ?

Madame Evelyne GARNIER-ZARLI, Université Paris 12, Créteil, FRANCE, Présidente de la CIRUISEF gamier@univ-paris12.fr

M. Aboubacar SAKO, Université d'Abidjan, COTE d'IVOIRE, Coordonnateur Armoire de Physique okasabouone@yahoo.fr

M. Michel GOUET, Université Paris 12 FRANCE, Coordonnateur Armoire de Physique gouet@univ-paris12.fr

Le Financement ?

La disponibilité d'un ensemble cohérent de manipulations nous permet de soutenir des dossiers de financement auprès de divers organismes de coopération Française ou Internationale.

Dès à présent quelques matériels peuvent déjà être fournis sur nos fonds propres pour ceux des Collègues qui souhaiteraient monter immédiatement quelques expériences. N'hésitez pas à nous contacter.

Les manipulations (mises au point au 28 février 2007)

Mécanique

Aboubacar Sako, U. d'Abidjan, Jean-Marie Frere, U. Libre de Bruxelles,
Michel GOUET et Moktar RAY, Université Paris 12 Créteil

Composition des forces (addition de vecteurs) : Il s'agit de vérifier (pour trois forces) qu'à l'équilibre la somme des composantes des forces sur un axe quelconque (par exemple vertical et horizontal) est nulle.

Un panneau vertical supporte deux poulies, dont les points de fixation sont choisis par l'expérimentateur. Deux fils souples y passent, un troisième est attaché aux deux premiers. Sur chaque fil sont suspendues des masses connues M_1 , M_2 et M_3 (un choix est à la disposition des étudiants, ils peuvent les peser à la balance). La direction des fils matérialise les directions des forces. Elles sont relevées soit par tracé crayon-papier, soit par photographie.

Pendule simple : Le but de ce TP est de calculer l'accélération de la pesanteur g

Un pendule simple constitué par une masse considérée ponctuelle m lié à un fil inextensible est suspendu à une potence. La période des oscillations est mesurée au moyen d'un chronomètre électronique.

En principe $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. On vérifie que la période est bien liée à la longueur par une fonction $T = l^{1/2}$ puis on détermine

l'accélération de la pesanteur g . On utilise éventuellement un tableur, on évalue l'incertitude et éventuellement on peut aussi effectuer une analyse statistique.

Chute parabolique : Vérification de la loi de conservation de l'énergie mécanique, et détermination de l'accélération de la pesanteur g .

A cette occasion, apprentissage de manipulation simple mais très délicate.

Une bille est lâchée sur un guide (tube courbé sur 1/4 cercle) et en ressort avec une vitesse v horizontale telle que $\frac{1}{2}mv^2 = mg\Delta h$. Une fois sortie, la bille chute librement d'une hauteur variable (de 5 à 20 cm), et tombe sur la table en laissant une trace (papier carbone sur papier blanc). Cette chute est parabolique, si la résistance de l'air est négligeable. Les relevés des distances horizontales parcourues en fonction de la hauteur de chute permettent de la vérifier.

Là encore, l'observation de la reproductibilité, les calculs d'incertitudes, l'analyse statistique et l'évaluation des phénomènes secondaires (effet de l'air, rotation de la bille, orientation du guide...) sont bienvenus.

Chute avec vitesse initiale : Une potence porte un électro-aimant retenant une bille d'acier, et deux capteurs photo-électriques liés à un chronomètre électronique. La bille est lâchée...

Les lois de la mécanique prévoient que l'altitude z est égale à $\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + z_0$, t étant le temps s'écoulant entre les passages de la bille devant les capteurs, mesuré par un chronomètre électronique.

Manipulation dont le principe est très classique, mais dont la réalisation demande beaucoup de soin (en particulier lors de l'alignement vertical des capteurs et de l'électro-aimant).

Electricité

Aboubacar Sako, U. d'Abidjan, Jean-Marie Frere, U. Libre de Bruxelles

Mesures avec multimètre, résistances linéaire, assemblage de résistances : Initiation à l'utilisation d'instruments de mesure électriques omniprésents. Vérification des résultats classiques d'associations de résistances.

Transposition (parfois difficile !) d'un schéma de principe à une réalisation concrète, avec fils, bornes, etc.

Mesures avec un multimètre, résistance non-linéaire (ampoule électrique) : Fréquemment les résistances dépendent de divers paramètres : température (lampes à incandescence et bien sûr thermistances), éclairage, pression... On tracera la courbe caractéristique courant-tension d'une ampoule basse tension.

Cette manipulation est le prétexte à constater que la réalité est souvent complexe, même si les « lois » n'envisagent en général que l'un des aspects, et à découvrir le concept de capteur.

Circuit RL et RC, impédance, charge d'un condensateur, relaxation : Apprentissage de l'utilisation d'un oscilloscope, compréhension des notions de base des phénomènes périodiques.

On détermine l'inductance (L) d'une bobine, son impédance (Z) et le déphasage (ϕ) entre la tension que l'on lui applique et le courant qui la traverse en régime sinusoïdal.

Puis on détermine la capacité (C) d'un condensateur, on visualise en le soumettant à une tension « carrée » le phénomène de relaxation et l'on vérifie sa dépendance avec le facteur de temps (τ)

Circuit RLC série sous tension alternative sinusoïdale : Détermination de la capacité d'un condensateur, et de l'inductance d'une bobine insérés dans un circuit RLC.

En soumettant à une tension sinusoïdale de fréquence variable, détermination expérimentale de la fréquence de résonance et tracé de la bande passante.

Vérification du déphasage entre tension et intensité en fonction de la fréquence.

Ces interprétations seront l'occasion de tracer des courbes en coordonnées non linéaires.

Optique

Laurence Kovacic, Francis Seccia, U. de Provence-Marseille

Loupe, œil, microscope : En utilisant un banc d'optique, une source de lumière, des lentilles de verre et une lentille gonflable en silicone :

Former des images et vérifier rapidement les formules de conjugaison

Modéliser un œil au moyen de la lentille à focale variable et d'un écran, ajuster la mise au point et représenter le trajet des rayons lumineux sur un schéma.

Avec cet « œil », mettre en évidence l'effet loupe, déduire le grossissement de l'image...

En ajoutant à l'œil deux lentilles « objectif » et « oculaire » on modélisera un microscope.

Les défauts de l'œil : Sur le banc d'optique, détermination de la distance focale de lentilles par auto-collimation.

Modélisation d'un œil avec ses caractéristiques optiques (notions de punctum remotum, punctum proximum).

Enfin figuration d'un œil comportant des défauts (myopie, hypermétropie, presbytie, astigmatisme) au moyen de la lentille à focale variable et tentative de correction de ces défauts en ajoutant des lentilles correctrices.

Indice de réfraction, optique physique, dispersion de la lumière

Vérification de la loi de Snell-Descartes. Détermination de l'indice de l'eau (cuve demi-cylindrique).

Utilisation des prismes. Montrer qu'il existe une condition d'émergence du faisceau. Détermination de l'indice dans le rouge, dans le bleu et constatation de la dispersion en lumière blanche.

Diffraction de la lumière par un cheveu, interférence avec des fentes de Young et diffraction par un réseau.

N.B. : Cette manipulation nécessite une pièce très assombrie.

Thermodynamique – Energie

Mokhtar Ray, Bernard Clairac, Michel Gouet, U. Paris 12 – Créteil

N.B. : Ces deux manipulations sont beaucoup plus intéressantes si l'on dispose d'un microordinateur (thermomètre interfacé permettant l'enregistrement des températures, exploitation par tableur).

Fusion de la glace : Un « calorimètre » de fabrication locale contient de la glace pilée initialement à -15°C environ. Il est chauffé électriquement (puissance connue), la température est suivie au moyen d'un thermomètre (thermocouple) servant aussi d'agitateur.

On constate successivement l'échauffement de la glace, sa fusion à température constante, et l'échauffement de l'eau.

Détermination des enthalpies spécifiques de la glace, de l'eau et de l'enthalpie de transformation glace \Rightarrow eau liquide.
Constatation de l'effet d'un soluté (sel) sur la température d'équilibre glace-solution aqueuse.
Surtout, réflexion sur les causes d'erreurs et sur les transferts de chaleur.

Régulation de température : Une boîte métallique comporte un chauffage, un thermostat et un thermocouple permettant de suivre l'évolution de sa température au cours du temps. L'ensemble figure un four, une étuve...

Observation des oscillations de la température régulée autour de la consigne, réflexion sur les facteurs de qualité de cette régulation. La mise en route d'un petit ventilateur interne permet en particulier de vérifier l'effet d'une agitation du milieu thermostaté.

Les réflexions débouchent sur l'intérêt des régulations perfectionnées (proportionnelles, intégrales et dérivées...).

FLUIDES

Patrice Jenffer, Etienne Guyon, U. d'Orsay et ESPCI (Paris)

Les notions introduites ici ne le sont pas classiquement lors des deux premières années d'études générales scientifiques. Cependant en raison de l'importance pratique des phénomènes concernant les fluides, il semble maintenant indispensable d'initier nos étudiants très tôt, avant même qu'ils ne disposent des connaissances mathématiques permettant une compréhension plus fine de ces phénomènes. Outre le vocabulaire et la compréhension des phénomènes, ces manipulations sont l'occasion d'acquérir du doigté et nécessitent la plus grande propreté pour donner des résultats exploitables.

Mesure de viscosité par écoulement dans un tube : La viscosité η exprime la force nécessaire pour provoquer le déplacement relatif de couches de fluides, ce qui produit un cisaillement. Elle est mesurée en poiseuilles (Pl) . 1 Pl = $1 \text{ kg.m}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

L'accès à la viscosité η se fait par mesure de l'écoulement dans un tube calibré), sous l'effet d'une différence de pression constante assurée par la dénivellation entre un réservoir et un tube capillaire.

Divers liquides et solutions peuvent être comparés.

Détermination de la viscosité par l'étude de chute de billes : Une bille lâchée avec une vitesse initiale nulle est accélérée par son poids. La force de traînée due à la viscosité exercée par le fluide augmente avec la vitesse de chute (force de Stokes).

Au bout de quelques centimètres, le poids, diminué de la poussée d'Archimède, est compensée par la force de Stokes. La chute s'effectue alors à vitesse constante. La mesure de cette vitesse permet de remonter à la viscosité.

Mesure de tension superficielle par arrachement d'anneau : La tension superficielle est un phénomène d'importance pratique considérable : peintures, émulsions, détergents, collage...

On déterminera la tension superficielle en mesurant la force nécessaire pour détacher de la surface d'un liquide un anneau métallique. L'anneau est suspendu par trois fils à un crochet relié à un dynamomètre. Le liquide est abaissé de manière douce et régulière en actionnant le support de hauteur réglable.

En préparation :

Oscillations d'un système masse-ressort.

Etudes sur les ultra-sons.

Etude d'un mouvement accéléré sur plan incliné, analyse par enregistrement sur webcam.

Kit de maintenance et petites réalisations (outillage de base d'un labo de Physique).

Pour plus d'informations

site de la CIRUISEF <http://ciruisef.com>