

PROGRAMME	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
-----------	------------------------------

III. PRÉPARATIONS ET SYNTHÈSES

1. Contrôle qualitatif de pureté

Détermination d'une température de fusion.

Détermination d'une température normale d'ébullition:

- utilisation d'une courbe de distillation.

Détermination d'un indice de réfraction.

Chromatographie sur plaque.

Chromatographie en phase gazeuse.

2. Purifications

Recristallisation.

Rectification.

3. Autres techniques de laboratoire

Entraînement à la vapeur d'eau.

Relargage.

Décantation.

Extractions:

- liquide-liquide en discontinu,

- solide-liquide en continu.

Séchage d'une phase liquide.

Filtrations sur papier à pression normale et sous pression réduite.

4. Synthèse

Synthèses minérales (au moins deux).

Synthèses organiques (au moins deux).

On sensibilisera en permanence les élèves à la sécurité et aux problèmes de l'environnement.

Toutes les techniques seront étudiées dans le but d'un contrôle systématique de qualité d'un produit préparé. On fera remarquer qu'une impureté diminue la température de fusion.

Toute utilisation de thermomètre nécessite une correction de colonne émergente (la relation sera donnée).

On indiquera comment passer de la détermination expérimentale de la température d'ébullition à la pression de l'expérience, à celle dans les conditions normales.

Seule la notion de différence de vitesse de migration dans une phase fixe sera introduite. Les conditions expérimentales seront données par le professeur.

On identifiera un composant d'un mélange.

On insistera sur les critères de choix d'un solvant de recristallisation.

On amènera les élèves à la notion de minimum de solvant chaud pour la mise en solution et à la notion de refroidissement.

Cette partie du programme sera dans la mesure du possible traitée en liaison avec le cours de technologie.

On réalisera des séparations par rectification à pression atmosphérique et sous pression réduite (cas de deux composés miscibles ne donnant pas d'azéotrope).

On justifiera le choix du matériel à mettre en œuvre.

Technique à traiter en liaison avec le cours de technologie.

On insistera sur la lecture de températures et compositions sur des courbes données.

Ces techniques constituent une suite logique de l'entraînement à la vapeur.

On justifiera le choix des matériels et des produits (solvants d'extraction, desséchants) à utiliser.

Le choix des synthèses doit permettre la mise en œuvre de techniques générales aussi diverses que possible.

On préparera un solide et un liquide dont on déterminera les critères de pureté.

COURS DE PHYSIQUE

CLASSE DE PREMIÈRE

(2 heures hebdomadaires)

Arrêté du 10 juillet 1992

(BO hors série du 24 septembre 1992- Tome III - Brochure 3)

Cet enseignement a pour objectif de fournir aux élèves les connaissances fondamentales et les savoir-faire correspondants, ceci en relation directe avec les techniques de mesure physique utilisées au laboratoire de chimie et au hall de génie chimique.

Le programme s'articule autour de trois domaines :

- optique (10 semaines),
- électricité (15 semaines),
- travail et chaleur (10 semaines).

La pondération est indicative. La progression doit se faire en harmonie avec les nécessités de l'enseignement de la chimie et de la technologie.

1. OPTIQUE

Objectifs généraux : fournir aux élèves les connaissances fondamentales et les savoir-faire indispensables dans l'exercice de leur métier ou pour la poursuite de leurs études.

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
-----------	-----------------	------------------------------

I. PROPAGATION

(Rappels de seconde)

Lois de l'optique géométrique. Connaître :

- propagation rectiligne,
- lois de la réflexion,
- lois de la réfraction,
- indice de réfraction : définition, mesure.

TP : Utilisation du réfractomètre à prisme.

Cette partie du programme du tronc commun de seconde sera revue de façon succincte en s'appuyant sur les expériences de cours et de travaux pratiques.

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
Nature ondulatoire de la lumière. Conséquences: interférences lumineuses, diffraction. Fréquence, longueur d'onde.	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître le lien entre nature ondulatoire et phénomènes d'interférences et de diffraction. • Connaître: <ul style="list-style-type: none"> - longueur d'onde, - célérité, - fréquence. • Connaître la relation $\lambda = \frac{c}{\nu}$ 	
En liaison avec la spectroscopie.	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître la célérité de la lumière dans le vide. 	
Division de la lumière. Vue d'ensemble sur le spectre électromagnétique.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître un spectre de bandes et un spectre de raies. • Connaître l'ordre de grandeur de longueurs d'ondes et de fréquences. 	
TP: étalonnage d'un spectroscope		
Utilisation d'un capteur optoélectronique dans un montage.	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir qu'il permet de transformer une grandeur optique en un signal électrique. • Savoir utiliser les caractéristiques de transfert. 	Il s'agit de donner quelques indications élémentaires sur le composant et sur le principe de sa mise en œuvre (à l'exclusion de toute étude de la structure et du fonctionnement interne).

Ceci sera fait en TP

II. APPLICATIONS DE L'OPTIQUE À LA CHIMIE

Photométrie d'absorption: notion de photométrie.
Loi de Beer-Lambert.

- Connaître les grandeurs flux énergétique et absorbance D.
- Savoir y associer transmission $\tau = \frac{\Phi}{\Phi_0}$ et $D = -\log \tau$

L'étude de la photométrie reste modeste: on ne définira que deux grandeurs: le flux énergétique et l'absorbance (densité optique).
La loi de Beer-Lambert sera donnée sans démonstration.
L'absorbance est le logarithme du facteur de transmission τ , lui-même rapport de deux flux Φ/Φ_0 d'où $D = \epsilon.c.x$, x étant l'épaisseur traversée, ϵ le facteur d'absorption.

Spectrophotométrie, présentation de quelques applications utilisées au laboratoire de chimie: UV, visible, IR.
Importance.

- Savoir qu'un spectre est caractéristique d'une substance.
- En TP, savoir vérifier qu'une substance suit la loi de Beer-Lambert.
- Savoir déterminer une concentration.

L'objectif est de montrer que la spectrophotométrie permet:

- d'identifier des corps par leur spectre d'absorption (UV, visible, IR).
- de déterminer la concentration d'une substance en se plaçant à une longueur d'onde donnée et en appliquant la loi de Beer-Lambert.

TP: utilisation d'un spectrophotomètre

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
Etude expérimentale de la polarisation rectiligne de lumière: transversalité des ondes. Polarisation rotatoire. Loi de Biot.	<ul style="list-style-type: none"> • Distinguer lumière polarisée et lumière non polarisée; • Savoir mesurer un pouvoir rotatoire. • Savoir utiliser la loi de Biot pour calculer un pouvoir rotatoire spécifique d'une substance chirale ou pour déterminer une concentration d'un corps optiquement actif. 	Cette question ne donnera lieu à aucune interprétation théorique. On donnera l'expression du théorème de Malus. On mettra en évidence le phénomène de polarisation rotatoire et on utilisera la loi de Biot pour calculer, selon les normes en vigueur, le pouvoir rotatoire spécifique d'une substance chirale ou pour déterminer la concentration d'un seul corps optiquement actif.
TP: principe et utilisation d'un polarimètre.		

2. ÉLECTRICITÉ

Objectifs généraux: il s'agit de fournir aux élèves les outils conceptuels indispensables à la compréhension des phénomènes qu'ils rencontreront dans leur vie professionnelle. Les expériences de cours et les séances de travaux pratiques seront largement utilisées pour rendre concrètes les notions du programme qui, du point de vue théorique, seront présentées sous la forme la plus simple possible.

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
-----------	-----------------	------------------------------

I. LOIS GÉNÉRALES DE L'ÉLECTRICITÉ EN COURANT CONTINU

Tout ceci est à traiter en liaison avec les travaux pratiques.

1.1 Lois relatives aux réseaux, lois des nœuds, des mailles, loi d'Ohm pour une portion de circuit contenant un électromoteur.

Savoir appliquer les lois à des circuits simples pour calculer l'intensité dans une portion de circuit et la d.d.p. entre deux points.

Les conventions d'algèbrisation seront choisies de la manière la plus naturelle. De cette façon, les exercices qui peuvent être résolus simplement sans utilisation explicite de l'algèbrisation demeurent simples: il suffit de choisir les conventions pour que les grandeurs algébriques considérées soient a priori positives. Les mesures algébriques fournies par les appareils numériques (voltmètres et ampèremètres) utilisés en courant continu, seront explicitées.

On privilégiera des exemples concrets appliqués à des mesures physiques utiles aux chimistes en liaison avec les TP et utilisant éventuellement l'Amplificateur Opérationnel.

TP: étude d'une chaîne de mesure comportant un AO.

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
-----------	-----------------	------------------------------

1.2 Puissance électrique reçue ou fournie par un dipôle. Loi de Joule pour une résistance.

Bilan des puissances pour une portion de circuit comprenant un électromoteur.

Bilan énergétique dans un circuit électrique.

• Savoir que :

– Un dipôle traverse par un courant d'intensité I , aux bornes duquel existe la tension U (en valeur absolue), fournit de l'énergie à u reste d u circuit (cas d u générateur), ou en consomme (cas du récepteur). La puissance électrique correspondante est $P = UI$.

– Un générateur (E, r) fournit la puissance électrique EI et en consomme rI^2 par effet Joule; il fournit le reste UI au circuit.

– Un récepteur (E', r') consomme la puissance électrique UI ; il restitue $r'I^2$ sous forme de chaleur et le reste $E'I$ sous une autre forme (mécanique, chimique...).

• Connaître le cas particulier du conducteur ohmique $P = RI^2$.

• Savoir retrouver la loi d'Ohm pour un dipôle en faisant son bilan énergétique en régime permanent.

• Savoir qu'en régime permanent, toute l'énergie électrique fournie à un circuit est restituée par celui-ci sous forme de chaleur et éventuellement sous d'autres formes.

• Dans le cas de dispositifs électroniques, savoir comparer puissance d'entrée et puissance de sortie, et donner les raisons de leur différence (dissipation, rôle de l'alimentation...).

TP : bilan énergétique dans un circuit électrique avec un composant électronique.

1.3 Condensateurs. Capacité d'un condensateur; association de condensateurs en parallèle.

Energie stockée dans un condensateur: $W = \frac{1}{2} CU^2$.

Champ électrique uniforme entre les armatures d'un condensateur plan.

Force subie par une charge électrique placée dans un champ électrique.

• Connaître la relation en régime permanent $Q = It$.

• Savoir que les charges des armatures sont toujours opposées.

• Connaître :

– la relation $Q_A = C U_{AB}$,

– l'unité de charge : le Coulomb,

– l'unité de capacité : le Farad,

– $C = \sum C_i$.

• Savoir que le condensateur permet d'emmagasiner de l'énergie pendant sa charge et de la restituer lors de la décharge.

• Connaître la relation $W = \frac{1}{2} CU_{AB}^2$

Toute cette étude doit avoir un fort support expérimental, y compris en cours.

La notion de capacité est introduite expérimentalement par utilisation d'un générateur de courant dont la théorie n'est pas à présenter au cours de leçon correspondante.

La formule $W = \frac{1}{2} CU^2$ sera donnée sans

démonstration.

On profitera de l'étude des condensateurs pour introduire la notion de champ électrique uniforme, les relations $U = Ed$ et $\vec{\tau} = q \vec{E}$, et faire remarquer expérimentalement que l'animation de l'écran d'un oscilloscope est une conséquence de cette dernière relation.

TP : charge d'un condensateur à courant constant.

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
-----------	-----------------	------------------------------

II. ÉLECTROMAGNÉTISME

II.1 Champ magnétique.

Visualisation des lignes de champ (spectre magnétique). Mesure de B à l'aide d'une sonde à effet Hall.

• Connaître l'orientation d'une aiguille aimantée dans un champ magnétique.

• Savoir que \vec{B} est tangent aux lignes de champ.

• Connaître l'unité de champ magnétique : le Tesla (T).

TP : mesure de B avec sonde à effet Hall.

II.2 Les courants, sources de champ magnétique.

Proportionnalité (dans l'air) du champ magnétique à l'intensité du courant qui le crée; expression du champ magnétique produit par un solénoïde infiniment long.

• Savoir relier, pour une bobine, le sens du courant et la direction et le sens de B .

• Savoir que la valeur de B est proportionnelle, dans l'air, à l'intensité des courants sources.

II.3 Action d'un champ magnétique uniforme sur un élément de circuit parcouru par un courant: loi de Laplace.

Savoir déterminer les caractéristiques de \vec{f} .

L'écriture $\vec{f} = i \vec{l} \wedge \vec{B}$ sera employée, mais il s'agit uniquement d'utiliser un symbole général qui résume la règle de passage des vecteurs \vec{l} et \vec{B} au vecteur \vec{f} ; cette règle doit être apprise classiquement par ailleurs. Les propriétés du produit vectoriel ne seront pas utilisées.

II.4 Induction électromagnétique.

Notion de flux du vecteur champ magnétique à travers une surface.

Mise en évidence expérimentale d'une f.e.m. induite dans le cas d'un circuit que l'on déplace dans un champ magnétique indépendant du temps.

Loi qualitative de Lenz.

Expression de la f.e.m. induite, loi de Faraday.

• Connaître la notion de flux, son unité : le Weber (Wb).

• Savoir qu'une variation de flux à travers un circuit fermé crée une f.e.m. d'induction donc un courant induit.

• Connaître la loi de Lenz.

• Savoir en déduire le sens du courant induit dans un circuit fermé, le signe de la f.e.m. induite aux bornes d'un circuit ouvert.

• Connaître la loi de Faraday.

• Savoir calculer $|e|$ dans un cas simple.

Les élèves doivent savoir déterminer le sens du courant induit dans un circuit fermé siège d'une f.e.m. induite, en utilisant la loi de Lenz. Ils doivent en déduire le signe de la tension existant aux bornes du circuit dans le cas où celui-ci est ouvert. Dans des cas simples ils doivent pouvoir calculer la valeur absolue de la f.e.m.

La relation $|e| = BLv$ n'est pas au programme. On montrera aux élèves des applications concrètes des lois de Faraday et de Laplace.

II.5 Auto-induction, induction propre d'un circuit.

Energie emmagasinée dans un circuit parcouru par un

wurant: $W = \frac{1}{2} LI^2$.

• Connaître l'unité d'auto-inductance: le Henry.

• Savoir que l'énergie emmagasinée dans une bobine parcourue par un courant est $W = \frac{1}{2} LI^2$.

On se limitera à la mise en évidence expérimentale de l'auto-induction. On donnera l'unité de L . On montrera que la bobine permet de stocker de l'énergie.

3. TRAVAIL ET CHALEUR

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
-----------	-----------------	------------------------------

I. LES GAZ

Notion de pression, principe fondamental de l'hydrostatique.

Compressibilité des gaz : loi de Mariotte.

Dilatation des gaz : relation $pV = nRT$.

- Connaître :
 - Pression dans les gaz : signification microscopique de la pression (la pression croît avec l'agitation moléculaire).
 - Unités de pression : le pascal, le bar.
 - Valeur de la pression atmosphérique normale en pascal et en centimètre de mercure.
 - Loi de Mariotte : pour une masse donnée de gaz $pV = \text{Constante}$ à température constante.
 - Savoir mesurer une différence de pression à partir d'une dénivellation manométrique, d'un manomètre ou d'un capteur.
 - Connaître :
 - Température absolue, définition : pour une masse donnée de gaz, la température absolue est définie comme une grandeur proportionnelle au produit pV .
 - Echelle Celsius ; échelle absolue.
 - $T = t + 273,15$; unité : kelvin K.
 - Existence du zéro absolu.
 - Savoir que l'agitation moléculaire dans un gaz croît avec la température.
 - Connaître la proportionnalité de $\frac{pV}{T}$ à la quantité de matière, la loi des gaz parfaits : $pV = nRT$ (R : constante des gaz parfaits : sa valeur n'est pas à mémoriser).
 - Savoir appliquer la loi sous la forme $pV = nRT$ et sous la forme : $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ entre deux états d'une même masse de gaz.

On présentera les éléments de statique des fluides.

On donnera le modèle du gaz parfait, on citera les gaz qui s'en approchent au moins dans certaines conditions ; on donnera une interprétation qualitative microscopique de la notion de pression. La loi de Mariotte est présentée d'abord expérimentalement.

La relation $pV = nRT$ permet de définir l'échelle des températures absolues. On pensera à assurer la liaison avec le cours de chimie générale (équilibres) et de technologie chimique.

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
-----------	-----------------	------------------------------

II. ÉNERGIE : ÉNERGIE MÉCANIQUE, TRAVAIL, CHALEUR

II.1 Travail et puissance des forces agissant sur un solide en mouvement de translation. Énergie cinétique de translation.

Théorème de l'énergie cinétique.

• Reconnaître qu'un solide est en mouvement de translation.

• Connaître l'expression du travail d'une force constante en grandeur, direction et sens, lors d'un déplacement rectiligne $AB : W_{AB} = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos \theta$
 $\theta = (\vec{F}, \vec{AB})$

• Connaître unités et conditions d'application de la relation ci-dessus : le travail d'une force perpendiculaire au déplacement est nul. Dans les autres cas, il faudrait passer par la notion de travail élémentaire (calcul non exigible).

• Savoir que dans le cas particulier du travail du poids dans le champ de pesanteur uniforme :

- il est indépendant du chemin suivi ;
 - il dépend de la différence d'altitude.
- Mémoriser son expression littérale.

• Connaître :

- l'expression de la puissance moyenne :

$$P_{AB} = \frac{W_{AB}}{t_B - t_A}$$

- l'expression de la puissance instantanée :

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

- l'unité de puissance : le Watt.

• Savoir, à partir du watt, définir le kilowatt-heure, unité de travail.

• Connaître quelques ordres de grandeur.

• Savoir convertir des kWh en J.

• Connaître :

- l'expression de l'énergie cinétique pour un point matériel ou un solide de

masse m en translation : $E_c = \frac{1}{2} mv^2$.

- l'énoncé du théorème de l'énergie cinétique et son expression littérale.

• Savoir appliquer le théorème au solide en translation :

- choix du système,
- inventaire des forces appliquées au solide,
- choix des deux états entre lesquels on applique le théorème.

L'énergie cinétique, comme le travail, seront introduits à l'occasion du mouvement rectiligne de translation, avec une expérimentation appropriée.

L'extension au mouvement de rotation autour d'un axe, important dans l'industrie, se fera par analogie et sans démonstration : on admettra que la vitesse est remplacée par la vitesse angulaire, que la masse est remplacée par le moment d'inertie. On donnera l'expression des moments d'inertie dans quelques cas simples et importants.

PROGRAMME	MIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
<p>II.2 Poids d'un corps. Énergie potentielle de pesanteur. Conservation de l'énergie mécanique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître : <ul style="list-style-type: none"> - la définition du champ de pesanteur uniforme : \vec{g} identique en tout point. - l'expression de l'énergie potentielle d'un solide dans le champ de pesanteur suppose uniforme : $E_p = mgz$ avec : <ul style="list-style-type: none"> - z altitude du centre d'inertie du solide (axe orienté vers le haut), - $E_p = 0$ pour $z = 0$. • Savoir que l'énergie potentielle diminue quand l'altitude diminue et inversement qu'elle augmente quand l'altitude augmente. $E_{pA} - E_{pB} = mg(z_A - z_B) = W_{AB}(\vec{P})$ <ul style="list-style-type: none"> • Savoir que l'énergie mécanique totale du solide est $E = E_c + E_p$ et que E se conserve dans le cas d'une chute libre. 	<p>Cette étude ne donnera lieu à aucun développement mathématique excessif. On n'hésitera pas à s'appuyer sur des cas concrets puis à admettre la généralisation.</p>
<p>II.3 Travail, chaleur, frottements. Premier principe de la thermodynamique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Associer sur quelques exemples la diminution de l'énergie mécanique d'un système par frottement et la production de chaleur. • Savoir qu'une quantité de chaleur se mesure en Joule. • Savoir que $W + Q = U_2 - U_1$. 	<p>A partir de l'examen de situations concrètes prises dans la vie courante ou au laboratoire on montrera que dans la pratique l'énergie mécanique ne se conserve pas et qu'il y a production de chalets (d'où, par exemple, la nécessité de fournir un surcroît d'énergie électrique aux machines qui fournissent un travail).</p> <p>On introduira ainsi le premier principe de la thermodynamique pour un système que l'on définira soigneusement : la somme des énergies cinétiques et potentielles des particules du système constitue son capital énergétique U. U, appelée énergie interne du système, a une valeur qui ne dépend que de l'état actuel du système et non de son histoire. C'est une fonction d'état. On déduit de cela que, au cours d'une transformation permettant de passer d'un état d'équilibre 1 à un état d'équilibre 2, $w + Q = U_2 - U_1$, W étant le travail et Q la chaleur reçue par le système.</p> <p>On n'a pas de faire l'lien avec le cours de chimie au cours duquel est développée la question de la chaleur de réaction.</p>
<p>II.4 Exemples de mesures calorimétriques. Capacité thermique massique. Enthalpie de changement d'état pour un corps pur. Enthalpie de réaction.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir que fournir de la chaleur à un système n'élève pas forcément sa température. • Connaître la signification des termes : <ul style="list-style-type: none"> - Calorimètre (bouteille thermos...). - Équilibre thermique. - Capacité thermique massique d'une substance homogène. 	<p>Ceci sera fait dans le cadre de deux séances de TP.</p> <p>L'utilisation du terme « enthalpie » ne doit pas donner lieu à une présentation théorique. Ce n'est qu'une appellation de la chaleur dans une transformation à pression constante.</p>

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les relations : <ul style="list-style-type: none"> $Q = mc \theta_f - \theta_i$ et $Q = mh$ (ou $Q = mL$) et leurs conditions d'application. • Savoir que lorsqu'on met en contact deux corps à des températures différentes, le transfert d'énergie sous forme de chaleur se fait toujours spontanément du corps dont la température est la plus élevée (corps chaud) vers celui dont la température est la moins élevée (corps froid). • Savoir qu'à l'intérieur d'un calorimètre, la somme des quantités de chaleur cédées par les corps « chauds » est égale à la somme des quantités de chaleur absorbées par les corps « froids ». 	<p>Ceci sera fait en TP.</p>

TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE

CLASSE DE PREMIÈRE

(2 heures hebdomadaires)

Arrêté du 10 juillet 1992

(BO hors série du 24 septembre 1992)

Les mesures physiques **contribuent** à la formation des élèves des sections CLPI de plusieurs façons :

— d'abord **elles leur** permettent d'assurer la liaison indispensable **entre** les notions théoriques et le travail expérimental, **seule garantie** d'une bonne appropriation des connaissances;

— ensuite **elles contribuent** à la formation professionnelle **dans trois domaines** spécifiques: d'abord **celui** de la **chimie** proprement dite où l'utilisation des mesures physiques est indispensable, ensuite **celui** de l'électricité qu'il est **nécessaire** d'aborder puisque de nombreux appareils comportent des composants électroniques et des systèmes électrotechniques, **enfin celui** de l'informatique **domaine** de communication essentiel, à l'époque actuelle, au **sein** de l'entreprise **entre** le site de la réaction chimique et ceux qui la commandent.

Il **convient dans toute** la mesure du possible de **tenir compte** des méthodes modernes d'acquisition et de traitement des données. En **conséquence** on utilisera de **façon** significative l'ordinateur **comme outil** de laboratoire. Le matériel possédant **son** propre système informatique d'acquisition et de traitement des données est également recommandé.

L'élève sera **formé** à utiliser traitement de **texte** scientifique et tableur. L'**interfaçage** sera réalisé, selon le matériel disponible, en fonction des connaissances acquises en classe de seconde, et utilisé **dans** la mise en **œuvre** des TP **chaque fois que** ceci sera possible.

En utilisant des logiciels adaptés, on habituera l'élève à **bien** distinguer les différentes étapes:

- acquisition de mesures pour obtenir un tableau,
- hypothèse d'un **modèle**,
- traitement mathématique,
- analyse critique de la qualité des mesures, **et/ou** de la **pertinence** du modèle.

PROGRAMME	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
I. ÉLECTRICITÉ	
Utilisation et principe du matériel de mesure : multimètres, oscilloscope, capteurs. Traitement des mesures effectuées.	Le futur chimiste doit posséder certains savoir-faire fondamentaux dans le domaine des mesures électriques. Les ambitions demeurent modestes mais il est essentiel qu'une bonne maîtrise soit acquise en liaison avec le cours d'électricité. <i>Par exemple</i> <ul style="list-style-type: none">• Etude d'une chaîne de mesure utilisant un amplificateur opérationnel en régime linéaire (ce sera l'occasion de mesurer des résistances, des tensions, des intensités...).• Bilan énergétique dans un circuit électrique ou un composant électronique (par exemple régulateur intégré de tension).• Etude de la charge d'un condensateur à courant constant et de l'énergie emmagasinée.• Mesurage d'un champ magnétique à l'aide d'une sonde à effet Hall.• Utilisation d'un capteur optoélectronique dans un montage.
II. ÉTUDE DES FLUIDES	
Mesure de la tension superficielle d'un liquide. Mesure du coefficient de viscosité dynamique d'un liquide. Etude de mélanges binaires; équilibres solides-solutions ; eutexie.	Cette étude est seulement faite en TP en vue de l'enseignement de génie chimique de terminale. Il s'agit d'une approche expérimentale de quelques concepts fondamentaux.
III. MESURES CALORIMÉTRIQUES	On se limitera à ce qui peut être fait au cours de deux séances de TP.
IV. OPTIQUE	
Utilisation du réfractomètre à ptisme. Etalonnage d'un spectroscope à prisme; mesure de longueurs d'onde. Principe et utilisation d'un polarimètre. Utilisation d'un spectrophotomètre.	Ces méthodes s'appliquent à la chimie : on s'efforcera donc de situer chaque mesure dans le contexte où elle s'applique.

PHYSIQUE

Cours : 2 heures hebdomadaires

Travaux pratiques: 2 heures hebdomadaires

Arrêté du 9 mars 1993

(BO Hors série du 30 décembre 1993- Tome III - Brochure 3 bis)

Comme en classe de Première, l'enseignement de Physique a pour but de fournir aux élèves les connaissances utiles au chimiste pour comprendre le principe de fonctionnement des appareils qu'il rencontre au laboratoire et au hall de génie chimique.

Il convient, dans toute la mesure du possible, de tenir compte des méthodes modernes d'acquisition et de traitement des données. En conséquence, on utilisera de façon significative l'ordinateur comme outil de laboratoire. Le matériel possédant son propre système informatique d'acquisition et de traitement des données est également recommandé.

Le programme s'articule autour de deux domaines :

- en électricité, l'étude est centrée sur le courant alternatif;
- en électronique, on aborde les aspects analogiques et logiques.

Le futur chimiste sera amené à utiliser des appareils divers, comportant des capteurs destinés à informer de l'état d'une installation, des actionneurs, des systèmes électrotechniques ou électroniques outils de l'action. Sans lui demander d'acquiescer une compétence de spécialiste, on est en droit d'exiger une parfaite maîtrise de ceux-ci, et une connaissance des principes de base de leur fonctionnement.

Les travaux pratiques permettent d'atteindre ces objectifs en proposant:

- soit des thèmes en liaison directe avec le cours de Terminale,
- soit des situations rencontrées au laboratoire de chimie et analysées de façon complémentaire par le physicien.

COURS DE PHYSIQUE

PROGRAMME	MIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
-----------	----------------	------------------------------

ÉLECTRICITÉ : RÉGIMES SINUSOÏDAUX

I. Caractéristiques générales des grandeurs périodiques.

Étude de différents types de signaux :

- unidirectionnel,
- bidirectionnel,
- périodique,
- alternatif.

Notion de période, fréquence, valeur instantanée et maximale.

TP : utilisation d'un GBF et d'un oscillographe.

II. Le régime sinusoïdal :

- définition,
- phase, phase à l'origine,
- pulsation,
- valeur moyenne et efficacité de u et i ,
- déphasage entre deux grandeurs sinusoïdales.

III. Principe de la production d'une force électromotrice sinusoïdale.

IV. Représentation géométrique d'une grandeur sinusoïdale : vecteur de Fresnel.

V. Dipôles linéaires élémentaires en régime sinusoïdal :

- résistor,
- condensateur,
- bobine parfaite.

- Savoir reconnaître une grandeur périodique.
- Savoir mesurer et calculer les différentes grandeurs correspondantes.

- Connaître les expressions des grandeurs instantanées $u(t)$ et $i(t)$.
- Savoir déterminer les grandeurs maximales et efficaces.
- Savoir mesurer et calculer un déphasage entre deux tensions.
- Connaître la formule donnant le décalage horaire.

- Savoir établir la formule donnant $e(t)$ à partir du flux $\phi(t)$ et de la loi $e = - \frac{d\phi}{dt}$

- Savoir faire la somme de deux grandeurs sinusoïdales de même période en utilisant la représentation de Fresnel.

- Connaître l'expression de l'impédance Z pour chaque dipôle élémentaire, ainsi que son unité.
- Savoir que $u(t)$ et $i(t)$ sont en phase aux bornes d'un résistor. En déduire que

Il importe que la définition de la valeur efficace d'une grandeur périodique soit donnée pour la première fois en dehors de tout contexte sinusoïdal, de manière à éviter que ne se crée chez les élèves un réflexe simplificateur et réducteur conduisant à de lourdes erreurs.

A propos des régimes sinusoïdaux, on signalera l'importance de ces régimes dans l'électricité industrielle et domestique.

On écrira :

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$$

On précisera que l'on peut également écrire :

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_u)$$

On donnera la définition d'une valeur efficace à partir de l'effet thermique sans effectuer de démonstration.

On se contentera de donner les relations :

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad \text{et} \quad I_{\text{eff}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

On définira à nouveau la période et la fréquence pour ce cas particulier.

On utilisera :

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$$

On montrera à l'oscillographe que la loi d'additivité des tensions est applicable aux valeurs instantanées.

La loi d'additivité n'est pas applicable aux valeurs efficaces.

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
Loi d'Ohm, impédance, admittance.	la mesure de la tension à l'oscillo permet de mesurer l'intensité dans un circuit. ● Savoir mesurer un déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$.	
<i>TP : mesure d'impédance, de déphasage.</i>		
VI. Association de dipôles en série. Résonance.	● Savoir déterminer par la méthode de Fresnel: - l'impédance d'un dipôle : - R, C, - R, L, - R, L, C. ● Savoir qu'à la résonance $U = RI$. ● Savoir qu'il existe des phénomènes de surtension.	En ce qui concerne le phénomène de résonance, on parlera de: - bande passante, - facteur de qualité, - surtension.
<i>TP : résonance.</i>		
VII. Puissance en régime sinusoïdal. Puissance : - instantanée, - moyenne, - apparente, - réactive. Facteur de puissance (relèvement de celui-ci).	● Connaître et savoir utiliser la relation $P = UI \cos \varphi$ (puissance moyenne consommée). ● Connaître l'importance du facteur de puissance.	On parlera de la valeur du facteur de puissance qui doit être la plus élevée possible pour que la puissance se rapproche de la puissance nominale.
VIII. Transformateurs mono-phasés: modèle du transformateur parfait. Fonctionnement à vide et en charge. Applications: transport de l'énergie électrique.	● Connaître le rapport de transformation: lois à vide et en charge. ● Savoir que le rendement est différent si le transformateur est réel ou parfait.	Cette étude doit rester modeste sur le plan théorique.
IX. Triphasé équilibré. Tensions simples et composées. Moteur asynchrone triphasé.	● Connaître : - le montage étoile, - le montage triangle. ● Savoir repérer les bornes d'une installation triphasée. ● Savoir lire une plaque à bornes. ● Savoir lire la plaque signalétique d'un moteur. ● Savoir adapter un moteur au réseau existant. ● Savoir déterminer le couple nominal d'un moteur. ● Savoir si le moteur peut entraîner une machine connaissant les caractéristiques de celle-ci.	Le moteur asynchrone est le plus utilisé des moteurs. On montrera que les petits moteurs asynchrones triphasés de puissance de l'ordre du kW équipent de nombreux outils. On n'insistera pas sur les procédés de démarrage. Si les équipements le permettent, on réalisera une étude de moteur sur un banc de mesure.

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
FONCTIONS DE L'ÉLECTRONIQUE APPLIQUÉES À LA CHIMIE		
I. La diode au silicium. Caractéristique réelle. Caractéristique simplifiée. Caractéristique idéale. Redressement monoalternance et bialternance. Filtrage par un condensateur.	● Savoir retrouver l'équation de la partie linéaire de la caractéristique simplifiée. ● Connaître et savoir utiliser une caractéristique.	Le filtrage sera montré expérimentalement. Le chargeur de batterie sera étudié en exercice.
<i>TP : redressement et filtrage.</i>		
II. La diode zener. Caractéristique réelle. Caractéristique simplifiée. Caractéristique idéale. Stabilisation en tension.	● Connaître l'importance de la caractéristique inverse.	
<i>TP : stabilisation d'une tension.</i>		
III. Introduction à l'amplification. Amplification de tension par amplificateur opérationnel.	● Savoir établir la formule du coefficient d'amplification en tension. ● Savoir câbler les différents montages.	Cette étude sera essentiellement expérimentale. On réalisera des montages comparateur, suiveur, inverseur, non inverseur, sommateur. On montrera que la mise en œuvre de courants importants nécessite une amplification en puissance.
<i>TP : réalisation de différents montages comportant un AO :</i> - utilisation en amplificateur - utilisation en comparateur.		
IV. Introduction à la commutation et aux fonctions logiques. Utilisation de quelques opérateurs logiques intégrés du commerce.	● Connaître les caractéristiques d'un inverseur logique simplifié. ● Savoir établir les tables de vérité de quelques fonctions simples. ● Savoir faire les câblages correspondants.	Cette étude doit être simple et montrer quelques exemples de combinaison de l'électronique analogique et de l'électronique digitale.
<i>TP : caractérisation des composants logiques.</i>		
<i>TP : montage mettant en œuvre des composants logiques et analogiques dans des chaînes de mesure (pHmètre, spectrophotomètre).</i>		

PROGRAMME	EXIGENCES ÉLÈVE	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
V. Introduction à la régulation. Notion de système commandé en chaîne fermée. Schéma fonctionnel d'un tel système.	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir reconnaître dans un montage régulé les fonctions simples de l'électronique du programme. • Savoir que la régulation doit être faite autour du point de fonctionnement du montage. 	<p>On utilisera les fonctions de l'électronique étudiées au niveau d'une maquette de boucle de régulation.</p> <p>Cette étude ne sera faite que pour des systèmes en équilibre (voir fiche annexe).</p>

TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE, ÉLECTRONIQUE, INFORMATIQUE ET PHYSICO-CHIMIE

PROGRAMME	INSTRUCTIONS ET COMMENTAIRES
<p>I. Etude du matériel de mesure utilisé au laboratoire :</p> <p>Générateur BF, oscilloscope.</p> <p>Etude de circuits R, L, C, série en régime sinusoïdal.</p> <p>Etude d'un transformateur suppose parfait.</p> <p>Etude sommaire et applications de quelques capteurs et transducteurs.</p> <p>Fonction redressement non commandé.</p> <p>Fonction amplification.</p> <p>Fonction régulation.</p>	<p>Il est souhaitable que toute cette partie du programme soit traitée en liaison avec le cours d'électricité électronique.</p>
<p>II. Etude d'appareils d'analyse pris dans la liste ci-dessous.</p> <p>Principe et utilisation d'un :</p> <ul style="list-style-type: none"> - photomètre de flamme, - spectrophotomètre d'absorption atomique, - chromatographe en phase gazeuse, - conductimètre, - ionomètre. <p>Utilisation d'un polarographe.</p>	<p>Ces TP permettent de retrouver les fonctions précédentes dans les appareils d'analyse utilisés dans l'activité professionnelle du secteur chimie.</p> <p>Le choix prendra en compte le matériel disponible.</p>

TECHNOLOGIE ET GÉNIE CHIMIQUES

Technologie et génie chimiques (4 heures)

Atelier de génie chimique (3,5 heures)

Arrêté du 9 mars 1993

(BO hors série du 30 décembre 1993- Tome III - Brochure 3 bis)

L'enseignement de la **technologie** et du **génie** chimiques occupe environ un **quart** de l'horaire en classe Terminale. Il est dispensé, **comme** en classe de Première, en groupe de TP et est **illustré** et **complété** par une pratique en hall de **génie** chimique (groupe d'atelier).

L'horaire indiqué est hebdomadaire, la réalisation de Travaux Pratiques de **génie** chimique peut nécessiter **que** les élèves soient **sur** les installations une journée **complète** par quinzaine.

S'appuyant **sur** les **acquis** des **cours** et Travaux Pratiques de Physique et de **Chimie**, intégrant les évolutions technologiques et la pratique informatique, **cet** enseignement apparaît **comme** une zone privilégiée de synthèse et d'**interdisciplinarité** et un trait d'union **fort entre** formation initiale et industrie.

Il est à ce **titre** fondamental, **tant** en **vue** d'une poursuite d'études **que** d'une intégration professionnelle au niveau IV.

Le programme est articulé autour de **deux** aspects principaux: l'**organisation** générale d'une **usine** d'une **part** et le **génie** des procédés d'autre **part**. Dans les **deux cas**, il s'agit d'analyser les contraintes techniques et de **comprendre** les choix effectués en fonction du **but** poursuivi.

Les problèmes liés à la sécurité et à l'environnement doivent **être** une **préoccupation** permanente. Après une sensibilisation initiale, on **donnera** l'information nécessaire **soit** sous forme spécifique, **soit** en liaison **avec** les activités expérimentales. La formation correspondante sera évaluée à travers le comportement des élèves.

Les objectifs à atteindre et les notions indispensables à connaître **sont** répertoriés paragraphe VII : Sécurité.

L'enseignement du **schéma** n'exclut **pas**, lorsque l'opportunité **existe**, l'utilisation de logiciels simples de **DAO**.