

PARTIE A. – CHIMIE

La partie A, consacrée à la chimie, est constituée de quatre exercices indépendants construits à partir d'extraits de sujets d'examens destinés à des élèves de lycée professionnel.

Les données nécessaires aux candidats du concours PLP2 pour la résolution de ces exercices sont regroupées ci-dessous.

Données :

Volume molaire d'un gaz dans les conditions normales (0 °C et 1 013 mbar) : 22,4 L/mol.

Masses molaires atomiques : de l'oxygène : 16,0 g/mol ; de l'hydrogène : 1,0 g/mol ; du carbone : 12,0 g/mol.

Numéro atomique de l'oxygène : 8.

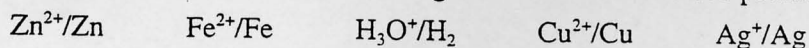
1 bar = 10^5 Pa $R = 8,31 \text{ J/mol} \times \text{K}$ $T_{(K)} = t_{(°C)} + 273$

Produit ionique de l'eau : 10^{-14} .

Indicateurs colorés :

Nom	Zone de virage
Phénolphtaléine	8,0-10,0
Rouge de phénol	6,4-8,0
Bleu de bromothymol	6,2-7,6
Rouge de méthyle	4,4-6,2
Vert de bromocrésol	4,0-5,6
Hélianthine	3,2-4,5

Classification électrochimique par ordre croissant de la gauche vers la droite des potentiels rédox standard :



Énergie libérée par la combustion d'une mole de glucose : 2 820 kJ.

Constantes de dissociation : $K_d(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) = 10^{-24}$; $K_d(\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}) = 10^{-31}$.

Potentiels standard à 25 °C : $E(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$; $E(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = -0,34 \text{ V}$; $E(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$.

EXERCICE 1. – Structure de la matière

Extrait d'un sujet d'examen proposé à des élèves

On rappelle qu'un gaz (supposé parfait) obéit à la loi s'exprimant par la relation : $PV = nRT$ dans laquelle :

- P est la pression du gaz en pascal (Pa)
- V est le volume du gaz en mètre cube (m^3)
- T est la température du gaz en kelvin (K)
- N est le nombre de moles de ce gaz
- R est la constante des gaz parfaits

1. Une bouteille de 15 litres contient du gaz oxygène à la température de 20 °C et sous une pression de 1 013 mbar. Quelle est la quantité et la masse de gaz présent dans cette bouteille ?

On donnera le résultat en mole et en gramme.

2. Quel est, à cette pression, le volume molaire de ce gaz quand la température est de 20 °C ?

Questions destinées aux candidats du concours PLP2

- 1.1. Rédiger une solution de l'extrait de sujet (le barème n'est pas demandé).
- 1.2. Donner la structure électronique de l'atome d'oxygène.
- 1.3. Donner le modèle de Lewis de l'atome d'oxygène.
- 1.4. Décrire et justifier la structure électronique de la molécule de dioxygène.

EXERCICE 2. – Acide et base en solution aqueuse

Extrait d'un sujet d'examen proposé à des élèves

Dans tout cet exercice on considère la température constante et égale à 25 °C.

1. Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique a une concentration $C_a = 1,5 \times 10^{-2}$ mol/L. L'acide chlorhydrique est un acide fort, il est totalement dissocié et ionisé dans l'eau. Calculer la valeur du pH de cette solution.
2. Une autre solution : une solution aqueuse d'ammoniac a une concentration $C_b = 1,1 \times 10^{-2}$ mol/L et un pH de 10,6.
 - a. Préciser si cette solution est acide, basique ou neutre. Justifier la réponse.
 - b. À partir de la valeur du pH donnée, calculer la concentration en ions H_3O^+ de cette solution.
 - c. En déduire la concentration en ions OH^- de la solution d'ammoniac.

Questions destinées aux candidats du concours PLP2

- 2.1. Rédiger une solution de l'extrait de sujet (le barème n'est pas demandé).
- 2.2. À la question 1, il est dit : « L'acide chlorhydrique est un acide fort, il est totalement dissocié et ionisé dans l'eau ».
Donner la définition des termes dissocier et ioniser.
- 2.3. L'ammoniac est une base faible dans l'eau ; traduire cela par une écriture chimique. À l'aide des données du texte, calculer la constante d'acidité du couple considéré.
- 2.4. À une prise d'essai de 20,0 mL de la solution d'ammoniac de concentration C_b , on ajoute progressivement, en présence d'un indicateur coloré, la solution d'acide chlorhydrique de concentration C_a .
 - a. Dresser la liste du matériel et des produits nécessaires à cette expérience.
 - b. Faire un schéma légendé.
 - c. Écrire l'équation-bilan de la réaction acido-basique.
 - d. Établir l'expression permettant de calculer le pH de la solution à l'équivalence ; donner sa valeur numérique.
 - e. Proposer, à partir de la réponse précédente, un indicateur coloré permettant de repérer l'équivalence.
 - f. Tracer la courbe $pH = f(V_a)$ qui traduit l'évolution du pH de la solution dosée ; on donnera les valeurs du pH initial, du pH à la demi-équivalence et du pH à l'équivalence.

EXERCICE 3. – Oxydoréduction

Extrait d'un sujet d'examen proposé à des élèves

Pour réaliser des pièces destinées à l'industrie chimique, un fabricant propose deux choix de métal : le cuivre et le fer.

1. Les pièces sont mises au contact de solutions acides (forte concentration d'ions H_3O^+). À partir de la classification électrochimique, expliquer pourquoi le choix du métal est nécessairement le cuivre (on montrera que le cuivre convient et que le fer ne convient pas).
2. Pour des raisons de coût de production, on choisit finalement de fabriquer les pièces en fer que l'on protégera. En l'absence de protection du fer on observerait une réaction d'oxydoréduction.
 - 2.1. Déterminer, dans ce type de corrosion du fer par l'ion H_3O^+ , les couples oxydant/réducteur en présence. Nommer, dans chaque cas, l'oxydant et le réducteur.
 - 2.2. Écrire la demi-équation d'oxydation du fer ainsi que la demi-équation de réduction des ions H_3O^+ .
 - 2.3. À partir des équations précédentes, équilibrer l'équation-bilan de la réaction :
$$\dots\text{Fe} + \dots\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \dots\text{Fe}^{2+} + \dots\text{H}_2 + \dots\text{H}_2\text{O}.$$
3. Suggérer une ou plusieurs solutions pour protéger les pièces en fer de la corrosion.

Questions destinées aux candidats du concours PLP2

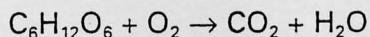
- 3.1. Rédiger une solution de l'extrait de sujet (le barème n'est pas demandé).
- 3.2. On constitue une pile de type Daniell avec comme électrodes : une électrode en cuivre et une électrode en fer et comme solutions, une solution de cuivre (II) et une solution de fer (II).
 - 3.2.1. Faire un schéma légendé de cette pile.
 - 3.2.2. Quelle est la borne positive de cette pile ? Justifier votre réponse.
 - 3.2.3. Si les solutions ont la même concentration $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$, déterminer la tension électrique aux bornes de cette pile.
 - 3.2.4. Écrire l'équation-bilan de la réaction électrochimique.
 - 3.2.5. Calculer la constante d'équilibre de cette réaction.
- 3.3. On conserve la demi-pile cuivre/ions cuivre (II) et on prend comme autre demi-pile un fil de platine plongeant dans une solution contenant des ions fer (II) et fer (III) en même concentration.
 - 3.3.1. Déterminer la tension électrique aux bornes de cette pile.
 - 3.3.2. On ajoute une solution contenant des ions cyanure dans le compartiment contenant les ions fer (II) et fer (III). Il se forme des complexes.
 - 3.3.2.a. Donner le nom des complexes formés.
 - 3.3.2.b. Comparer les deux valeurs de potentiel du couple ions fer(III) / ions fer (II) non complexés et complexés et expliquer le rôle joué par les ions cyanure.

EXERCICE 4 – Chimie organique

Extrait d'un sujet d'examen proposé à des élèves

Exercice A :

L'oxydation (combustion) du glucose (sucre) dans une cellule se traduit par l'équation de réaction suivante :

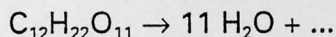


1. Équilibrer cette équation-bilan.
2. Indiquer le nombre et le nom des atomes constituant la molécule de glucose.
3. Calculer la masse molaire moléculaire M du glucose.
4. Calculer l'énergie libérée par la combustion de 1 mg de glucose.

Exercice B :

Le saccharose ou sucre ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) chauffé produit un dégagement de vapeur d'eau. Après décomposition, il reste seulement du carbone au fond du tube.

1. Quel est le réactif de cette expérience ?
2. Quels sont les produits formés ?
3. Compléter et équilibrer l'équation-bilan de la réaction qui s'est produite dans le tube à essais au cours de l'expérience.



4. Calculer la masse molaire moléculaire du sucre.

Questions destinées aux candidats du concours PLP2

- 4.1. Rédiger une solution pour l'exercice A et une solution pour l'exercice B (le barème n'est pas demandé).
- 4.2. Décrire une expérience permettant de distinguer le glucose du saccharose.
- 4.3. On réalise l'hydrolyse du saccharose en présence d'acide chlorhydrique.
 - a. Écrire l'équation-bilan de cette réaction.
 - b. Nommer les produits obtenus.
- 4.4. Une oxydation ménagée du glucose en présence de dibrome conduit à un monoacide, l'acide gluconique de formule $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{COOH}$.
Quelles fonctions cette molécule possède-t-elle ?
- 4.5. Le glucose possède la fonction aldéhyde. Il peut donc réagir avec le nitrate d'argent ammoniacal en milieu basique, ce qui permet d'obtenir un miroir d'argent.
 - a. Dresser la liste du matériel et des produits nécessaires à cette expérience.
 - b. Faire un schéma légendé.
 - c. Écrire les demi-équations électroniques.
 - d. Écrire l'équation-bilan de la réaction.

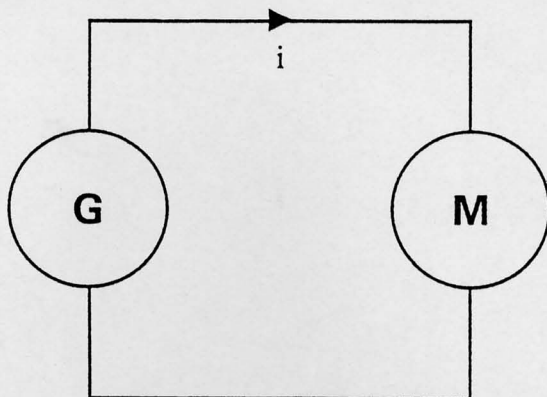
PARTIE B. – PHYSIQUE

La partie B, consacrée à la physique, est constituée de trois exercices indépendants construits à partir d'extraits de sujets de baccalauréat professionnel.

EXERCICE 1. – Électricité

Extrait d'un sujet de baccalauréat professionnel,
spécialité artisanat et métiers d'art, option communication graphique

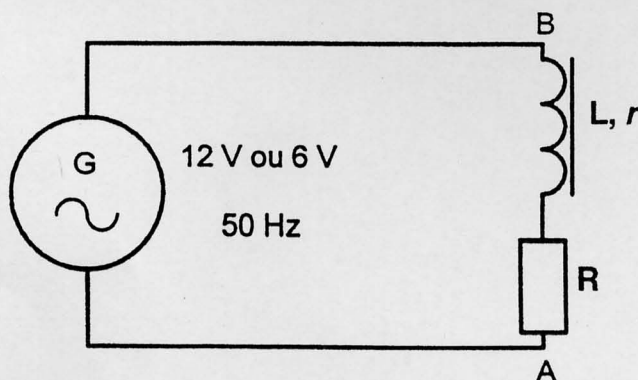
Un petit moteur électrique M fonctionnant en régime alternatif sinusoïdal de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$ est assimilable à un ensemble (R, L) constitué d'une résistance pure $R = 50 \Omega$ en série avec une bobine purement inductive d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$. Lorsque le moteur fonctionne correctement (régime nominal), la valeur efficace de l'intensité du courant qui le traverse est $I = 2 \text{ A}$.



1. Calculer l'impédance du moteur et en déduire la valeur efficace U de la tension du générateur G chargé d'alimenter le moteur.
2. Calculer le facteur de puissance $\cos \varphi$ du moteur ainsi que la puissance P fournie par le générateur au moteur.

Questions destinées aux candidats du concours PLP2

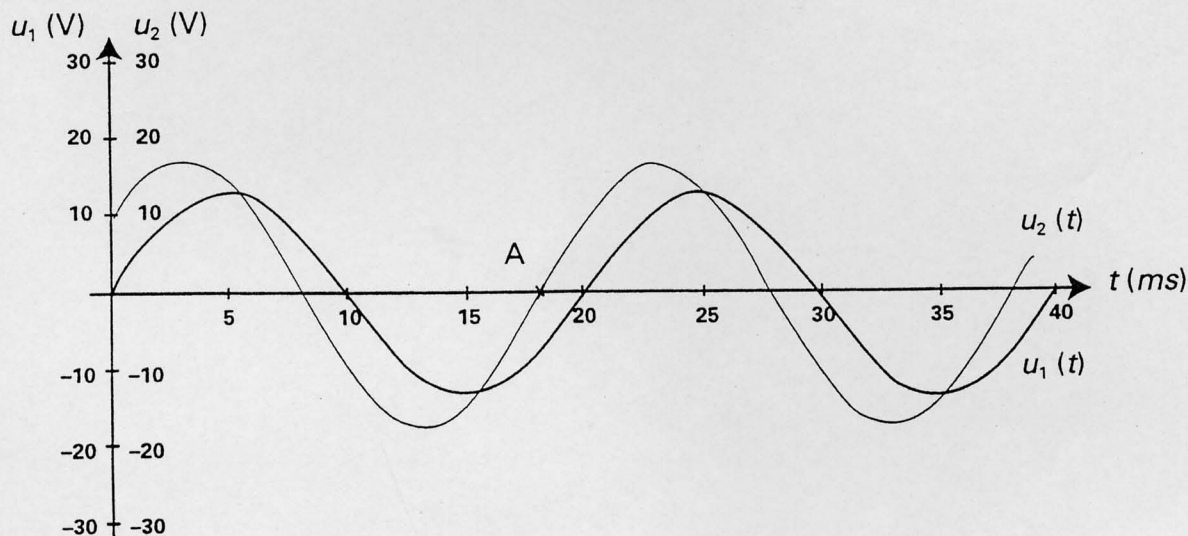
- 1.1. Rédiger une solution de l'extrait de sujet (le barème n'est pas demandé).
- 1.2. Afin d'obtenir expérimentalement un circuit (R, L) ayant le même $\cos \varphi$ que le moteur, on désire réaliser le montage expérimental suivant alimenté en très basse tension à l'aide d'un générateur dont les tensions de sortie en alternatif sont 12 V ou 6 V.



La bobine d'inductance L ajustable est réglée à $L = 0,3 \text{ H}$ à l'aide d'un repère gradué.
La résistance r de la bobine est négligée dans un premier temps.

- 1.2.1. Calculer la valeur de R pour que l'association AB, bobine et dipôle résistif, ait le même $\cos \varphi$ que le moteur M relatif à l'extrait de sujet.
- 1.2.2. On utilise un oscilloscope pour déterminer l'angle de déphasage φ entre la tension aux bornes de AB et la tension aux bornes du dipôle résistif R .
Reproduire le schéma précédent en indiquant les branchements de l'oscilloscope.
- 1.2.3. Pour réaliser le montage, on dispose d'un dipôle résistif (R ; $1/4$ W) dont la valeur nominale R est celle calculée à la question 1.2.1.
Ce dipôle résistif convient-il ? Justifier la réponse. (On envisagera les deux valeurs possibles pour la tension de sortie du générateur).
- 1.3. À l'aide d'un système informatisé équivalent à un oscilloscope, on relève les courbes suivantes à partir du montage réalisé à la question 1.2.2. en utilisant un dipôle R adapté.

Diagrammes $u_1(t)$ et $u_2(t)$



Le système informatisé permet de relever les coordonnées du point A :

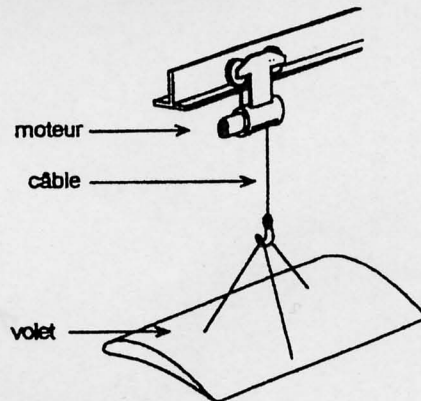
$$t = 18,1 \text{ ms} \quad u = 0,0 \text{ V}$$

- 1.3.1. Quelle est, sur ce schéma, la courbe représentant la tension aux bornes de AB ? Justifier la réponse.
- 1.3.2. Construire la représentation de Fresnel associée à ces courbes. Préciser les grandeurs représentées.
- 1.3.3. À partir des courbes et des indications fournies sur le schéma, déterminer la valeur de l'angle de déphasage φ entre les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$. En déduire $\cos \varphi$ correspondant au dipôle AB.
- 1.4. Pour expliquer la différence entre les deux valeurs de $\cos \varphi$, celle de l'expérimentation et celle relative à l'extrait de sujet, on prend alors en compte :
- la valeur R mesurée à l'ohmmètre : $R = 148 \Omega$;
 - la valeur r de la résistance de la bobine indiquée par le constructeur et contrôlée à l'ohmmètre : $r = 11,5 \Omega$.
- En déduire la valeur L de l'inductance de la bobine.
- Ce résultat confirme-t-il le réglage effectué à l'aide du repère gradué comme indiqué à la question 1.2. ?

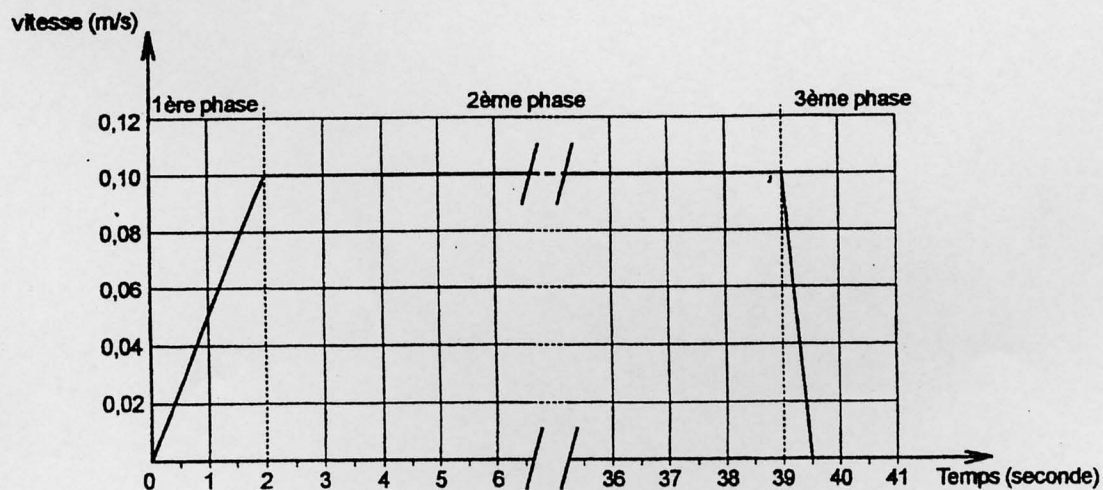
EXERCICE 2. – Mécanique

Extrait d'un sujet de baccalauréat professionnel,
spécialité maintenance aéronautique

Un opérateur doit procéder au changement d'un volet sur un avion de transport civil. Pour cela, il utilise un pont de levage comme le montre la figure ci-dessous :



Le volet, d'une masse de 300 kg est soulevé d'une hauteur H . La montée comporte 3 phases et s'effectue selon le diagramme des vitesses suivant :



1. Étude du mouvement du volet :

- 1.1. Donner la nature du mouvement pour la première phase.
- 1.2. Donner la nature du mouvement pour la deuxième phase.
- 1.3. Donner la nature du mouvement pour la troisième phase.
- 1.4. Lire la vitesse du volet pour la deuxième phase du mouvement sur le graphe.
- 1.5. Pour chaque phase, donner la valeur de l'accélération en justifiant.

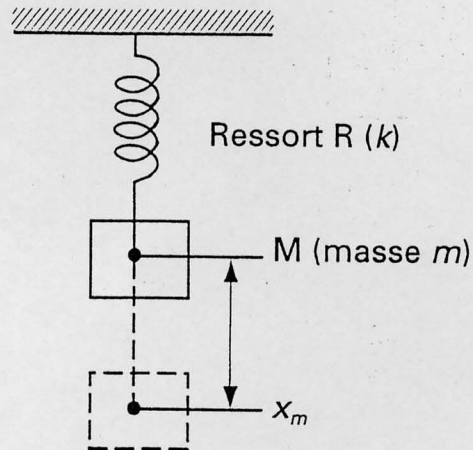
La solution de l'extrait du sujet ci-dessus n'est pas demandée aux candidats du concours PLP2.

Questions destinées aux candidats du concours PLP2

On constate que dans la réalité, la troisième phase ne correspond pas au diagramme des vitesses présenté dans l'extrait de sujet. En effet, la charge se met à osciller verticalement avant de s'immobiliser lorsqu'on arrête le moteur permettant de lever la charge.

On souhaite exploiter ce dispositif de levage pour présenter des notions sur les oscillations mécaniques à partir d'activités de laboratoire.

Première partie : Étude d'oscillations mécaniques au laboratoire



1.1. Oscillations mécaniques non amorties :

On utilise le montage illustré ci-dessus pour lequel :

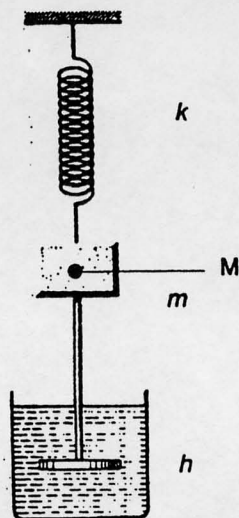
- tous les frottements du dispositif expérimental sont négligeables ;
- le solide de masse m est assimilé au point M ;
- les allongements du ressort sont proportionnels à la force appliquée (la raideur du ressort est notée k) ;
- la masse du ressort R est négligeable.

1.1.1. *Étude statique* : Établir les conditions d'équilibre du point M.

1.1.2. *Étude dynamique* : on libère la masse m après l'avoir écartée verticalement de sa position d'équilibre d'une longueur x_m ;

- a. Établir l'équation du mouvement obtenu.
- b. Calculer le déplacement x du point M en fonction du temps t puis la période propre T_0 de l'oscillateur mécanique.

1.2. Oscillations mécaniques amorties :



On utilise le montage ci-dessus dans lequel les déplacements sont verticaux pour lequel :

- le système de freinage a une masse négligeable ;
- les frottements créés par le système du freinage sont fluides (la force de frottement est proportionnelle à la vitesse du point M ; le coefficient de proportionnalité est noté h) ;
- tous les autres frottements du dispositif expérimental sont négligés ;
- le solide de masse m est assimilé au point M ;
- les allongements du ressort sont proportionnels à la force appliquée (la raideur du ressort est notée k) ;
- la masse du ressort R est négligeable.

On libère la masse m après l'avoir écartée verticalement de sa position d'équilibre d'une longueur x_m ;

1.2.1. Établir l'équation du mouvement obtenu.

1.2.2. Quelle est la relation entre h , k et m lorsque l'amortissement est critique ?

1.2.3. Pour chacun des cas d'amortissement, établir le déplacement $x(t)$ du point M en fonction du temps t .

1.2.4. Représenter graphiquement l'allure de la courbe $x(t)$ pour l'amortissement pseudo-périodique.

Deuxième partie : Analogie entre les situations de laboratoire étudiées dans la première partie et le mouvement réel de l'aileron dans l'extrait de sujet au cours de la troisième phase

On considère que les deux premières phases du mouvement de l'aileron sont représentées par le diagramme de l'extrait de sujet (sans allongement du câble), et que la troisième phase est en fait un mouvement oscillatoire amorti pseudo-périodique qui dure une période et demie.

On demande dans ces conditions de préciser :

2.1. Les équations des courbes correspondant aux phases 1 et 2.

2.2. Les conditions initiales du mouvement oscillatoire de la troisième phase.

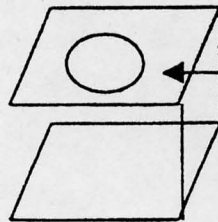
2.3. Les tangentes aux points de raccordement des trois phases entre elles.

2.4. Représenter graphiquement l'allure du diagramme des espaces parcourus par le centre de gravité de l'aileron au cours des trois phases.

EXERCICE 3. – Optique

Extrait d'un sujet de baccalauréat professionnel,
spécialité artisanat et métiers d'art, option communication graphique

ÉTUDE D'UN COMPTE-FILS



COMPTE-FILS

Lentille convergente

Le compte-fils permet la visualisation de la trame d'un document.

Il est constitué d'une simple lentille convergente.

Deux utilisations possibles d'une lentille convergente sont étudiées ci-dessous.

Dans tout l'exercice on prendra AB comme objet et A'B' son image par la lentille de centre optique O et de foyers F et F'.

1^{er} cas :

L'objet à visualiser est placé en avant de F (voir dessin en annexe 1).

- 1.a. Construire l'image A'B' sur le document en annexe 1 à rendre avec la copie.
- b. Indiquer quelles sont les valeurs algébriques : $\overline{OA}$, $\overline{OA'}$, $\overline{AB}$, $\overline{A'B'}$.
- 2.a. Préciser la nature de l'objet AB et la nature de son image A'B'.
- b. Comparer la taille de l'objet et de son image.

2^e cas :

L'objet est placé entre F et O.

Un objet droit AB de 0,5 mm de hauteur (A est sur l'axe optique) est situé à 2,5 cm de la lentille convergente. La distance focale de celle-ci est de 3 cm.

1. Donner les valeurs de $\overline{OA}$, $\overline{OF'}$ et $\overline{AB}$.
2. En utilisant les formules des lentilles :
 - a. Calculer $\overline{OA'}$.
Indiquer la nature de l'image.
 - b. Donner la taille en mm de l'image A'B'.
Indiquer si cette image est droite ou renversée.

Conclusion :

Indiquer, des deux cas étudiés, celui qui correspond à la modélisation d'un compte-fils. Justifier.

Questions destinées aux candidats du concours PLP2

- 1.1. Rédiger une solution de cet extrait de sujet (le barème n'est pas demandé).
- 1.2. Donner les définitions de foyers principaux, distance focale, vergence, image réelle, image virtuelle.
- 1.3. Énoncer les conditions de Gauss.
Quel est l'intérêt d'utiliser une lentille dans ces conditions ?
Dans un dispositif expérimental pour l'étude des lentilles, quel est l'élément que l'on place sur un banc d'optique qui permet d'utiliser la lentille dans les conditions de Gauss ? Où doit-il être placé ?
- 1.4. Déterminer la position de l'objet afin d'obtenir un grandissement égal à -1 , avec une lentille convergente.
En déduire une méthode expérimentale permettant de déterminer la distance focale de cette lentille.
- 1.5. Application des lentilles convergentes.
Un microscope est principalement constitué par deux systèmes convergents (objectif et oculaire) chacun pouvant être assimilé à une lentille mince convergente.
 - 1.5.1. Faire un schéma montrant la formation de l'image d'un objet observée par l'œil à travers le système des deux lentilles minces.
 - 1.5.2. Application :
La distance des centres optiques de l'objectif et de l'oculaire d'un microscope est de 18 cm. Le grandissement de l'objectif est 30 (en valeur absolue).
Montrer que la distance focale de l'objectif est faible (de l'ordre de quelques mm).

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE

Académie :

Session :

Concours :

Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Intitulé de l'épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Annexe 1

(à rendre avec la copie)

