CONCOURS DE RECRUTEMENT AU PROFESSORAT DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRÉ AGRICOLE

SESSION 2004

Concours : INTERNE
Section : Physique - Chimie

Composition de physique et de chimie avec applications

(Coefficient : 1 - Durée : 4 heures)

Les compositions de physique et de chimie sont impérativement à rendre sur des copies séparées

Matériel autorisé : *calculatrice*
papier millimétré.

Le barème indiqué correspond à une notation sur 100 points qui sera ramenée à 20 points après correction.

Les candidats sont invités à respecter l'ordre des questions avec leur numérotation exacte. En cas de non-réponse, ils devront laisser un espace après le numéro de la question pour indiquer clairement que celle-ci n'a pas été traitée.

Si, au cours de l'épreuve, le candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront le plus grand compte du soin et de la présentation de la copie.

PHYSIQUE

PARTIE I : CIRCUIT EN COURANT ALTERNATIF SINUSOIDAL (20 points)

On considère un dipôle électrocinétique D. On utilise la notation récepteur (voir figure 1).
On applique aux bornes du dipôle D une tension alternative sinusoïdale de valeur maximale U_M et de pulsation ω : $u(t) = U_M \cos(\omega t)$.
Le dipôle est alors parcouru par un courant d'intensité $i(t) = I_M \cos(\omega t+\varphi)$.

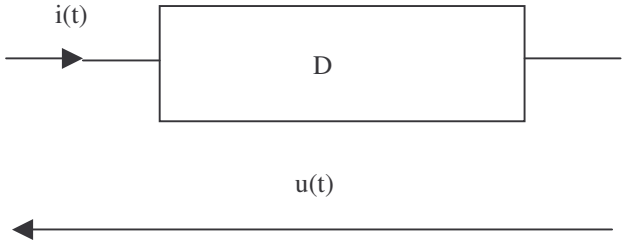


Figure 1

I.1. Définir puis calculer les valeurs efficaces U et I de la tension et de l'intensité.

I.2. Définir puis donner l'expression de :

- la puissance instantanée P(t) consommée par le dipôle.
- la puissance moyenne $\overline{P}$ consommée par le dipôle. Indiquer son unité dans le système international.
- la puissance apparente P_a. Indiquer son unité dans le système international.
- du facteur de puissance f_P.

I.3. On considère un moteur électrique modélisé par un dipôle comprenant en série une bobine parfaite de coefficient d'auto-induction L et un résistor linéaire de résistance R. On alimente ce dipôle avec une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U et de fréquence ν. La puissance moyenne consommée par le dipôle est $\overline{P}$.

I.3.1.Déterminer les expressions littérales de l'intensité efficace I, du coefficient d'auto-induction L et du facteur de puissance f_P en fonction de U,ν, R et $\overline{P}$.
I.3.2.Applications numériques : calculer I, L et f_P avec :

U = 220 V $\quad$ ν= 50 Hz $\quad$ R = 55Ω $\quad$ $\overline{P}$ = 400 W.

I. 4. On désire relever le facteur de puissance de ce moteur. Pour cela, on ajoute un condensateur de capacité C (ou une association de condensateurs), supposé parfait, branché en parallèle sur l'installation.

I.4.1. Déterminer l'expression littérale puis calculer l'impédance équivalente de la nouvelle association.
I.4.2. On choisit C = 16µF. Calculer la nouvelle valeur du facteur de puissance.

I.4.3. Calculer l'intensité efficace I' du courant total absorbé par l'ensemble moteur-condensateur.
I.4.4. Justifier l'intérêt, pour le fournisseur d'électricité, d'imposer un facteur de puissance proche de l'unité.

PARTIE II : DISPERSION DE LA LUMIÈRE PAR UN PRISME (30 points)

Cette étude se réfère à un exercice de physique proposé au baccalauréat série S.

II.1. Corrigé de l'exercice

1.1. Proposer un corrigé succinct de l'exercice de baccalauréat proposé en annexe 1.

1.2. Quelle est la caractéristique d'un "flint"? Connaissez-vous d'autres natures de verre ?

II.2. Approfondissement

On considère le prisme d'angle au sommet A, éclairé sous incidence i (variable) par une radiation de longueur d'onde λ, d'indice n pour cette longueur d'onde. Le schéma du prisme est fourni en annexe 3, figure 1.

Les équations relatives au prisme sont : $\sin i = n \sin r$, $\sin i' = n \sin r'$, $A = r + r'$ et $D = i + i' - A$.

2.1. Comme l'indique la dernière relation ci-dessus, la déviation est fonction de l'angle d'incidence.

On cherche à déterminer le minimum de déviation, D_m.

2.1.1. Montrer que $dD/di = 1 - (\cos r' \cos i) / (\cos i' \cos r)$

2.1.2. En déduire les valeurs de r, r', i et i' en fonction de A et D_m.

2.1.3. Comment peut-on déterminer expérimentalement l'indice du prisme pour la longueur d'onde considérée ?

2.2. Spectromètre à prisme et dispersion angulaire (voir annexe 3, figure 2)

Le prisme du spectromètre est éclairé en lumière parallèle sous une incidence i fixée. Pour produire le faisceau parallèle incident, on place entre la source et le prisme, une fente parallèle à l'arête du prisme et une lentille de distance focale f. Le spectre est recueilli dans le plan focal d'une lentille de même distance focale f. La base de la partie éclairée du prisme est b, celui-ci est éclairé jusqu'à son arête. Le faisceau émergent sous l'angle i' a une largeur a dans le plan de section principal du prisme.

On appelle dispersion angulaire la quantité $D_a = dD/d\lambda = dD/dn \times dn/d\lambda$, $dn/d\lambda$ étant caractéristique du matériau.

2.2.1. Montrer que $dD/dn = \sin A / (\cos r \cos i')$

2.2.2. On se place au minimum de déviation, pour une longueur d'onde donnée, pour la suite de l'exercice. Montrer que dD/dn s'exprime en fonction de a et b.

2.2.3. En déduire l'expression de D_a.

2.2.4. Déterminer la dispersion angulaire du système ayant les caractéristiques suivantes :

$$b = 4 \text{ cm}, \; dn/d\lambda = 10^{-4} \text{ nm}^{-1} \text{ et } a = 2 \text{ cm}$$

ANNEXE 1 : sujet de baccalauréat

DISPOSITIF :

Le schéma du prisme est fourni en annexe 2.

On considère un prisme en flint. L'indice de réfraction de ce verre est de :

$n_1 = 1{,}867$ pour une radiation de longueur d'onde $\lambda_1 = 768$ nm

$n_2 = 1{,}971$ pour une radiation de longueur d'onde $\lambda_2 = 392$ nm

Ces deux radiations sont aux limites du visible.

L'angle au sommet est $A = 60{,}0°$

QUESTIONS :

1. Quelles sont les couleurs des deux radiations lumineuses utilisées ?
2. Un faisceau de lumière blanche arrive sur la face (ab) du prisme.

   À l'intérieur du prisme, le rayon de longueur d'onde λ_2 a un parcours perpendiculaire à l'axe de symétrie du prisme, l'angle de réfraction sur la face (ab) de ce rayon valant $r_2 = 30°$.

   a) Quelle est la valeur de l'angle d'incidence i du faisceau de lumière blanche ?

   b) Tracer sur le schéma en annexe 2 le rayon incident en I.
3. a) Quelle est la valeur r_1 de l'angle de réfraction de la radiation de longueur d'onde λ_1 ?

   b) Tracer ce rayon sur le schéma en annexe 2.
4. On montre que $A = r_1 + r'_1$ et $A = r_2 + r'_2$ avec r'_1 et r'_2 les valeurs des angles d'incidence sur la face (ac) du prisme pour les radiations de longueur d'onde λ_1 et λ_2.

   Déterminer r'_1 et r'_2
5. Soient I_1 et I_2 les points de la face (ac) du prisme où arrivent les rayons correspondant aux radiations lumineuses de longueurs d'onde λ_1 et λ_2.

   a) Calculer les valeurs i'_1 et i'_2 des angles de réfraction de ces deux rayons sur la face (ac) du prisme.

   b) Tracer ces deux rayons sur le schéma en annexe 2.
6. Soit Δ l'angle de dispersion de la lumière blanche à la sortie du prisme

   a) Exprimer Δ en fonction de i'_1 et i'_2.

   b) Calculer Δ.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

B E C D

CONCOURS :

Nom :
(EN MAJUSCULES)

Section :
Spécialité ou Option :

Prénoms :

EPREUVE :

Date de naissance : 19

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

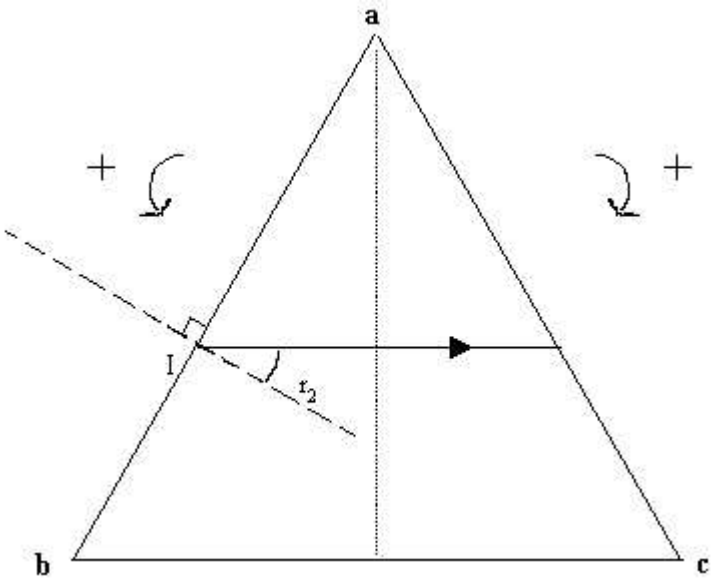
SESSION 2004
CONCOURS INTERNE
Section Physique-Chimie

N° ne rien inscrire

(à compléter et à rendre avec la copie)

ANNEXE 2

Les conventions de signe sur les faces d'entrée (ab) et de sortie (ac) du prisme sont rappelées sur le schéma.



ANNEXE 3

figure 1 :

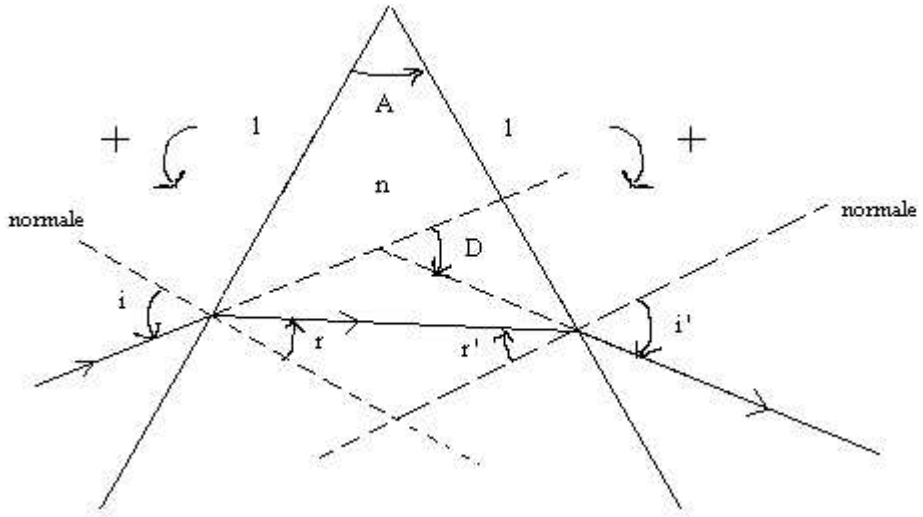
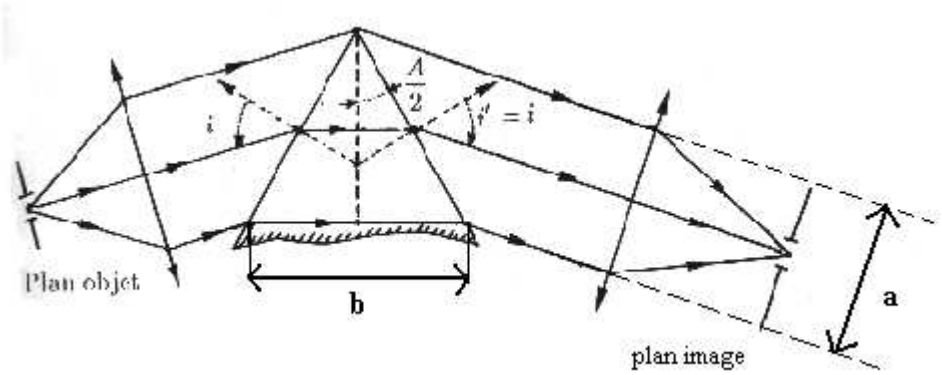


figure 2 :

Les conventions de signe sont les mêmes que précédemment.



CHIMIE

PARTIE I : Dosage du glucose (30 points)

Cette étude se réfère à un extrait d'exercice de chimie proposé au baccalauréat S et fourni en annexe

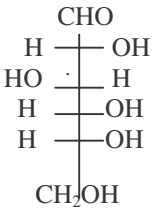
Données :
Potentiels d'oxydoréduction standard à 298 K et à pH = 0
$(IO_3)^-/ I_{2(aq)}$: $E°_1 = 1,20$ V $\qquad$ $I_{2(aq)} / I^-$: $E°_2 = 0,621$ V
RT/F ln X = 0,06 log X
Numéros atomiques : H : Z = 1 $\qquad$ C : Z = 6 $\qquad$ O : Z = 8

A) Corrigé de l'exercice

Proposer un corrigé succinct de l'exercice fourni en annexe.

B) Questions sur l'exercice

1. Indiquer le type de dosage mis en œuvre pour le dosage du glucose.
2. La représentation de Fischer du glucose naturel est la suivante :



2.1. Rappeler les conventions de Fischer.
2.2. Indiquer la configuration absolue (R ou S) des carbones asymétriques. Justifier.
2.3. Déterminer la série d'appartenance (D ou L) du glucose naturel. Justifier.
3. Les propriétés réductrices du glucose peuvent être mises en évidence par l'action du nitrate d'argent ammoniacal.
3.1. Décrire sommairement l'expérience et indiquer ce que l'on observe.
3.2. Donner la formule chimique de l'espèce oxydante
3.3. Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydation du glucose par le nitrate d'argent ammoniacal.
4. La liqueur de Fehling est également un oxydant pour le glucose. Elle est obtenue en mélangeant une solution de sulfate cuivrique avec une solution contenant de la soude et du tartrate de potassium. Indiquer le rôle des ions tartrate dans la liqueur de Fehling.

5. Etude cinétique de l'hydrolyse du saccharose.
5.1. La réaction d'hydrolyse du saccharose est également appelée « inversion du saccharose ».Justifier cette expression.

5.2. On veut vérifier que la réaction est d'ordre 1 par rapport au saccharose

5.2.1. Etablir la relation entre la constante de vitesse k, le temps t, la concentration initiale de saccharose $[S]_o$ et la concentration au temps t $[S]_t$.

5.2.2. L'étude cinétique de l'hydrolyse d'une solution de saccharose de concentration initiale
$[S]_o = 0,500\ mol.L^{-1}$ a conduit aux résultats suivants :

Temps (minutes)	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**
Concentration du glucose ($mol.L^{-1}$)	**0**	**0,148**	**0,252**	**0,325**	**0,377**	**0,413**

a) Vérifier par le calcul que les résultats sont compatibles avec une cinétique d'ordre 1.

b) Calculer la constante de vitesse k.

c) Calculer le temps au bout duquel 99% du saccharose sera hydrolysé.

6. L'iode :

6.1. L'iode est un halogène de la cinquième période. Retrouver son numéro atomique.

6.2. L'iode est un élément électronégatif. Donner une définition qualitative de l'électronégativité.

6.3. Le diiode en solution aqueuse.

Dans certaines conditions, le diiode en solution aqueuse peut se dismuter

6.3.1. Etablir l'équation bilan de la dismutation du diiode aqueux en ions iodure I^- et ions iodate $(IO_3)^-$.

6.3.2. Donner l'expression de la constante K_1 de cet équilibre en fonction des concentrations.

6.3.3. Montrer que K_1 peut se mettre sous la forme $K_1 = K_2\ [H_3O^+]^n$.

6.3.4. A partir des potentiels standard montrer que la constante d'équilibre de la réaction a pour valeur $K_1 = 5,6.10^{-49}$.

6.3.5. Calculer K_2 lorsque pH = 0 et pH = 10.

Justifier le fait que les solutions aqueuses de diiode se décolorent en milieu basique.

ANNEXE : extrait d'un sujet de baccalauréat

Dosage du glucose dans un comprimé « énergisant ».

Les sportifs, pour éviter les malaises hypoglycémiques, consomment des comprimés contenant du glucose.
Sur la boîte, on peut lire la formulation suivante pour un comprimé :
1,50 g de glucose monohydraté $C_6H_{12}O_6,H_2O$ ($M = 198\ g.mol^{-1}$)
2,31 g de saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$ ($M = 342\ g.mol^{-1}$)

1°) Dosage du glucose libre.

1.1. Remarques :

Le diiode est peu soluble dans l'eau. On le dissout en présence d'un excès d'ions iodure. Par souci de simplification, on représentera le diiode en solution aqueuse par l'entité $I_{2(aq)}$.
La couleur des solutions de diiode dépend du pH :

- en milieu acide la solution est brune
- en milieu basique la solution est incolore

On admettra pour simplifier que le glucose est oxydé par une solution de diiode en excès, en milieu basique suivant l'équation bilan :

$$I_{2(aq)} + C_6H_{12}O_6 + 3\ OH^- = 2\ I^- + (C_6H_{11}O_7)^- + 2\ H_2O$$

Par ailleurs la solution de diiode est dosée par une solution de thiosulfate de sodium suivant l'équation bilan :

$$I_{2(aq)} + 2\ (S_2O_3)^{2-} = 2\ I^- + (S_4O_6)^{2-}$$

1.2. Protocole expérimental.

La manipulation a pour but de vérifier la composition du comprimé "énergisant".

- On dissout 1 comprimé dans 500 mL d'eau. On obtient la solution S.
- Dans un erlenmeyer, on introduit :
  - 20,0 mL de solution de diiode
  - 5 mL d'une solution concentrée d'hydroxyde de sodium
  - 10,0 mL de la solution S

Ce mélange réactionnel est placé à l'obscurité pendant 30 minutes. Soit B la solution obtenue.

Pendant ce temps, on étalonne la solution de diiode :

- Dans un erlenmeyer contenant 20,0 mL de la solution de diiode, on ajoute à l'aide d'une burette, une solution de thiosulfate de sodium de concentration $C = 0{,}100\ mol.L^{-1}$ jusqu'à décoloration. Le volume de thiosulfate versé est $Ve = 19{,}8\ mL$.

A la fin des 30 min, on acidifie la solution B. On dose le diiode restant avec la même solution de thiosulfate de sodium. Le volume de thiosulfate versé est $V'e = 16{,}7\ mL$.

1.3. Résultats

1.3.1.Calculer le nombre de moles de diiode contenu dans les 20 mL de solution de diiode.

1.3.2.Calculer le nombre de moles de diiode restant dans la solution B après 30 minutes.

1.3.3. Déterminer le nombre de moles de glucose présent dans les 10 mL de la solution S.

1.3.4. En déduire la masse de glucose monohydraté dans un comprimé «énergisant"

2°) Dosage du saccharose

Le saccharose est hydrolysé en milieu acide en glucose et fructose.

L'équation bilan est la suivante :

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

On dose le glucose total par la même méthode que précédemment. Les conditions expérimentales sont telles que la solution de diiode n'oxyde pas le fructose.

Après hydrolyse de la solution S, on détermine qu'il y a $n = 3.10^{-4}$ moles de glucose dans 10 mL de la solution hydrolysée.

En déduire la masse de saccharose dans un comprimé « énergisant ».

Comparer les résultats trouvés aux indications données sur la boite.

Commenter.

Partie II: des acides carboxyliques aux savons (20 points)

Données:
masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$:
H:1 C:12 O:16 I:126,9

1-Propriétés physiques des acides carboxyliques.

Les acides carboxyliques à faible nombre d'atomes de carbone existent sous forme de dimères (association de deux molécules).
1.1-Expliquer, en vous appuyant sur un schéma clair, l'origine de cette association.
1.2-Expliquer quelle sera la conséquence de cette association sur les températures de changements d'états de ces acides.

2-Détermination de la structure d'un acide.

Un acide carboxylique a pour masse molaire 88 $g.mol^{-1}$.
En spectroscopie"infra-rouge" on observe notamment un pic d'absorption vers 1700 cm^{-1} et un autre, large, vers 2500-3000 cm^{-1}.
Le spectre "résonance magnétique nucléaire" du proton indique 3 types de protons : 1 doublet intégrant pour 6 protons, 1 septuplet intégrant pour 1 proton et un singulet fortement déblindé intégrant pour 1 proton.
2.1-Indiquer par quelle méthode physique on peut déterminer la masse molaire de cet acide. Rappeler brièvement le principe de cette méthode.
2.2-A l'aide des données spectroscopiques, déterminer, en justifiant, la formule semi-développée de cet acide.

3-Acides gras.

L'acide linolénique $C_{17}H_{29}$-COOH est un acide gras essentiel non ramifié, présent notamment dans les huiles de noix et de colza.
3.1-Rappeler la définition d'un acide gras essentiel.
3.2-Expliquer pourquoi cet acide est insoluble dans l'eau.
3.3-L'acide linolénique a un indice d'iode de 274. En déduire le nombre d'insaturations de cet acide gras.
N.B.: on rappelle que l'indice d'iode d'un acide gras correspond à la masse de diiode (en g) que l'on peut fixer sur les doubles liaisons de 100 g d'acide gras.
3.4-Préciser le type de réaction mis en jeu lors de la détermination de l'indice d'iode.
3.5-Etudier l'influence des insaturations sur les températures de changement d'état de cet acide gras, par rapport à l'acide saturé correspondant.

4-Formation des triglycérides.

Les triglycérides résultent de la réaction entre le propan-1,2,3-triol (ou glycérol) et les acides gras.
4.1-Ecrire l'équation bilan de formation d'un triglycéride à partir du glycérol et d'un acide gras R-COOH
4.2-Ecrire le mécanisme de la réaction entre un alcool primaire et un acide carboxylique en milieu acide.
4.3-Comment peut-on améliorer le rendement de cette réaction ?

5-Saponification.

5.1-Ecrire l'équation bilan de la réaction entre un triglycéride (formé à partir d'un acide R-COOH) et l'hydroxyde de sodium aqueux.

5.2-Expliquer le comportement du savon obtenu en présence d'une eau dure (contenant essentiellement des ions Ca^{2+} et Mg^{2+})

6-Synthèse d'un détergent.

Il y a encore quelques années, on fabriquait des détergents de la façon suivante :

6.1-Ecrire la réaction permettant d'obtenir le composé **A** à partir du benzène et du dérivé halogéné R-Cl.
6.2-Donner le nom de cette réaction. Préciser les conditions expérimentales (réactifs, catalyseur).
6.3-Expliquer pourquoi on observe majoritairement une seule sulfonation en position para sur le composé **A**