

<p>CONCOURS EXTERNE ET INTERNE DE TECHNICIEN DE LABORATOIRE</p> <p>Session de 2001</p> <p>Mercredi 28 février 2001 de 9h à 11h</p>	<p><u>Epreuve n°1</u> : Epreuve écrite de caractère scientifique.</p> <p>Durée : 2h00 - Coefficient : 1</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p style="text-align: center;">SPECIALITE B :</p> <p style="text-align: center;">SCIENCES PHYSIQUES ET INDUSTRIELLES</p>

Avertissement aux candidats :

Ce document comporte 7 pages, imprimées au recto et au verso de chaque feuille et numérotées de 1 à 7 ainsi qu'un document réponse (annexe 1) fourni en 2 exemplaires (un seul exemplaire devant être remis avec la copie). Assurez-vous que le document est complet. S'il est incomplet, demandez un nouvel exemplaire au chef de salle.

Il vous est rappelé que votre identité ne doit figurer que dans la partie supérieure de la bande en-tête de la copie (ou des copies), de modèle unique MEN, mise(s) à votre disposition. Toute mention d'identité portée sur toute autre partie de la (ou des) copie(s) que vous remettrez en fin d'épreuve mènera à l'annulation de votre épreuve.

Aucun document n'est autorisé. L'utilisation d'une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante, est autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Présentation de l'épreuve

L'épreuve est composée d'une partie de physique et physique appliquée et d'une partie de chimie.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en précisant les initiatives qu'il prend pour la rédaction de sa solution.

Tournez la page S.V.P.

PHYSIQUE ET PHYSIQUE APPLIQUÉE

Exercice 1 : Optique

Un prisme BAC (fig.1), d'angle \hat{A} connu, reçoit un rayon RI de lumière verte perpendiculairement à l'une de ses faces AB. Celui-ci se réfracte en H suivant la direction HS. Le prisme est dans l'air d'indice $n = 1$.

On mesure l'angle $\hat{\delta}_v = (\overrightarrow{HK}, \overrightarrow{HS})$ correspondant à la déviation que le rayon subit du fait de sa réfraction.

1.1. On mesure les angles \hat{A} et $\hat{\delta}_v$, comptés positivement. Déduire de ces mesures la valeur de l'indice de réfraction n_v du verre constituant le prisme, pour la lumière verte.

1.2. Le rayon de lumière verte est remplacé par un rayon RI de lumière rouge auquel correspond la déviation $\hat{\delta}_r$.

Comparer d'une part $\hat{\delta}_r$ et $\hat{\delta}_v$ et d'autre part les indices n_r et n_v .

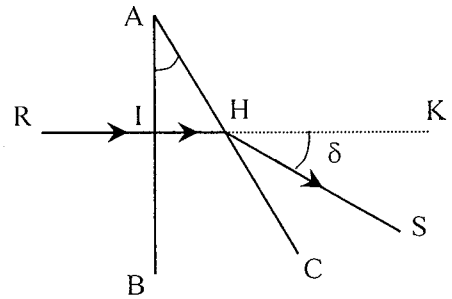


Fig. 1

Exercice 2 : Mécanique des fluides

On considère un récipient cylindrique, de section constante S et de hauteur H . Il contient de l'eau, considérée comme un liquide incompressible, ne présentant aucune viscosité.

Près du fond, sa paroi latérale est percée d'un orifice o de section s très faible devant S . Entre l'orifice o , de hauteur z_0 et la surface libre du liquide, de hauteur z_ℓ , existe une dénivellation y .

L'accélération de la pesanteur est égale à g ; on note p_{at} la pression atmosphérique.

2.1. Quelle est la relation entre la vitesse v_o de l'eau quittant le récipient par l'orifice o et la vitesse $v_\ell = -\frac{dz_\ell}{dt}$ de descente de la surface libre ?

2.2. Théorème de Torricelli

Le théorème de Torricelli stipule que lorsque l'on peut considérer que le liquide du récipient est stationnaire, ce qui est le cas ici, alors la vitesse v_o est reliée à la vitesse v_ℓ de descente de la surface libre par la relation :

$$\frac{v_o^2}{2} + g z_0 = \frac{v_\ell^2}{2} + g z_\ell .$$

2.2.1. Déduire de ce théorème la valeur de v_o en fonction de g , y , S et s .

2.2.2. Le rapport $\frac{s}{S}$ est inférieur à 10^{-2} , donner une expression simplifiée de v_o en précisant l'ordre de grandeur de l'approximation ainsi réalisée.

2.2.3. À partir de cette valeur de v_o , exprimer v_ℓ en fonction de S , g , y et s .

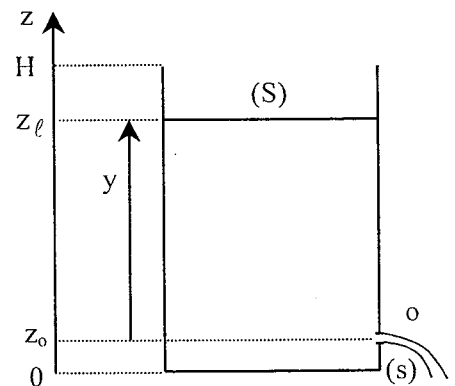


Fig.2

2.3. Construction d'une clepsydre (horloge à eau des anciens)

Dans le dispositif précédent, la vitesse v_ℓ décroît avec y . La hauteur de l'eau dans la clepsydre ne donne donc pas une image convenable du temps. On se propose d'y remédier.

Soit une dénivellation a , comptée par rapport à la hauteur de l'orifice o et telle que $z_0 + a < H$ (figure 3). On désire que pour $y \geq a$, la vitesse v_ℓ soit indépendante de y . Pour cela, on modifie la forme du récipient à partir de la hauteur $z = z_0 + a$.

Le récipient conserve toujours sa symétrie cylindrique mais sa section S , qui est constante et égale à S_a pour $0 \leq z \leq z_0 + a$, devient une fonction $S(y)$ de y pour $z \geq z_0 + a$ (ou $y \geq a$), comme le montre la figure 3.

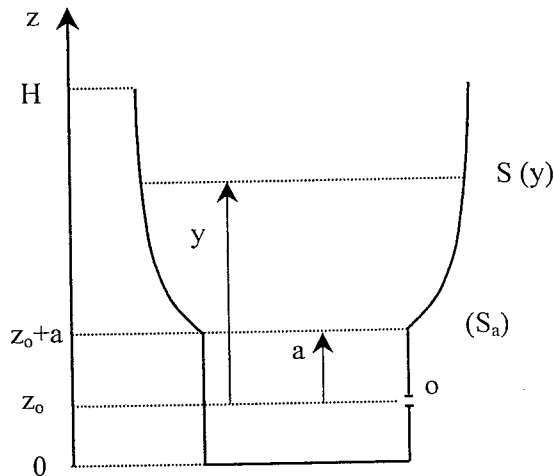


Fig. 3

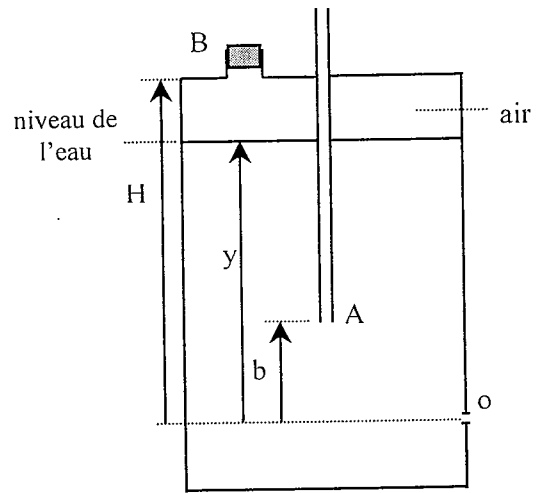


Fig. 4

2.3.1. Exprimer la fonction $S(y)$ en fonction de S_a , y et a pour que la baisse du liquide dans le vase soit proportionnelle au temps.

2.3.2. A. N. S_a est un cercle de rayon $r_a = 12,0$ cm ; $a = 10,0$ cm. Quels doivent être, respectivement, les rayons r_1 et r_2 des sections du récipient pour $y_1 = 20$ cm et pour $y_2 = 40$ cm ?

2.4. Amélioration du dispositif

Le dispositif de la figure 4, tout en ayant une section constante S , permet lui aussi d'obtenir une clepsydre dont le niveau de l'eau baisse régulièrement tant que la double inégalité $b \leq y \leq H$ est satisfaite.

Il s'agit d'un récipient cylindrique fermé, à l'exception de l'orifice o de section s et d'un tube de faible section, soudé sur son couvercle et descendant dans l'eau jusqu'au point A situé à une hauteur b par rapport à l'orifice o . Ce tube permet à l'air extérieur d'entrer dans le récipient lorsque le niveau de l'eau descend. Une autre ouverture permet le remplissage de la clepsydre puis on la ferme avec un bouchon B . Juste après la fermeture, on admet qu'un peu d'air reste enfermé dans le haut du récipient et que les niveaux de l'eau dans le tube et dans la clepsydre sont les mêmes.

2.4.1. Que se passe-t-il par la suite, alors que l'eau s'écoule par l'orifice o ?

2.4.2. Quelle est la pression au point A , extrémité inférieure du tube, quand elle est stabilisée ?

2.4.3. Sachant que le théorème de Torricelli s'applique alors entre le point A et l'orifice o , expliquer pourquoi le niveau de l'eau descend alors régulièrement dans la clepsydre.

Exercice 3 : Électromécanique

Une machine électrique asynchrone idéalisée (M.A) possède 12 pôles : ses pertes par effet Joule dans les enroulements du stator sont négligées, tout comme ses pertes dans le fer et ses pertes mécaniques. Son stator est connecté au réseau 230 / 400 V, 50 Hz.

Elle échange une puissance électrique P_e avec le réseau et une puissance mécanique P_m avec le dispositif qui lui est mécaniquement accouplé.

Les conventions qui lui sont appliquées dans tout cet exercice correspondent à un fonctionnement en moteur : convention récepteur en ce qui concerne la partie électrique ($P_e > 0$ lorsque M.A. reçoit effectivement de la puissance électrique) et convention moteur en ce qui concerne la partie mécanique ($P_m > 0$ lorsque M.A. fournit effectivement de la puissance mécanique).

Autour de sa vitesse de synchronisme (pour des glissements g tels que $|g| \leq 5\%$) le couple électromagnétique C_{em} , développé par la machine, s'exprime en fonction de son glissement g :

$$C_{em} = C_o g, \text{ avec } C_o = 1,68 \times 10^3 \text{ N.m}$$

On rappelle que g a pour expression :
$$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s}.$$

3.1. Fonctionnement au point de synchronisme

3.1.1. Quelle est, en tours par minute, la fréquence de rotation de synchronisme de M.A., notée n_s ?

3.1.2. En déduire sa vitesse angulaire de synchronisme Ω_s , en radians par seconde.

3.1.3. Quelle est la valeur du couple électromagnétique au point de synchronisme ?

3.2. Fonctionnement nominal en moteur

3.2.1. En fonctionnement nominal, le glissement de la machine est $g_n = 4,6\%$. Quelle est la fréquence de rotation n_n correspondante ?

3.2.2. Quelle est la puissance mécanique P_{mn} fournie par la machine en fonctionnement nominal ?

3.2.3. Quelle est la puissance électrique P_{en} qu'elle absorbe en fonctionnement nominal ?

3.3. Fonctionnement en génératrice asynchrone

La machine, toujours connectée au réseau, est entraînée, à l'hypersynchronisme, par une éolienne à laquelle elle est reliée par l'intermédiaire d'un train d'engrenages. Sa fréquence de rotation n' est alors égale à 525 tr/min.

3.3.1. Déterminer le glissement g' correspondant.

3.3.2. Calculer le nouveau couple électromagnétique C'_{em} .

3.3.3. En déduire la puissance mécanique P_{meol} fournie par l'éolienne à la génératrice asynchrone.

3.3.4. Quelle est la puissance électrique (notée $-P'_e$) fournie au réseau par la génératrice asynchrone entraînée par l'éolienne ?

CHIMIE

Exercice 1 :

Étude d'une solution commerciale

Une solution commerciale S_0 utilisée pour déboucher les éviers ou les canalisations est constituée essentiellement d'une base B.

Le flacon qui la contient porte les indications suivantes : « **Danger – Produit corrosif** ».

Cet exercice a pour objectif de déterminer :

- si la base B est une base forte ou une base faible ;
- la concentration de la solution commerciale S_0 .

Pour réaliser l'étude expérimentale de la solution S_0 , les seuls matériels et produits disponibles sont donnés dans la liste suivante :

Matériel

- pH-mètre avec électrodes et système d'agitation
- fioles jaugées : 50 mL, 100 mL, 200 mL
- poire aspirante (poire à pipetter de sécurité)
- pipette jaugées : 1 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL
- éprouvettes graduées : 1 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL
- burette de 25 mL graduée au 1 /10 mL
- béchers

Produits

- eau distillée
- solution commerciale de « produit déboucheur » S_0
- solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 0,050 \text{ mol. L}^{-1}$
- solution tampon pH = 7,0
- solution d'indicateurs colorés
- solution tampon pH = 4,0.

1. Étude d'une propriété de la base B

- a) On prépare, à partir de la solution S_0 , une solution diluée, S, de concentration C telle que $C = C_0 / 200$. Compte tenu de la liste du matériel disponible, indiquer celui qu'il faut utiliser pour réaliser, avec précision, la dilution souhaitée. Indiquer les produits qu'il faut employer. Quel volume de solution S obtient-on après dilution ?
- b) Afin de savoir si la base B est forte ou faible, on verse progressivement la solution d'acide chlorhydrique dans un bécher contenant initialement $V_B = 20,0 \text{ mL}$ de solution S. On mesure le pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_A d'acide versé. Faire un schéma avec légende du montage réalisé.
- c) Quelle est l'utilité des solutions tampons dans l'étude présente ? Donner une propriété d'une solution tampon.
- d) En exploitant la courbe donnée en annexe 1 indiquer, en justifiant votre réponse, si la base B est forte ou faible.
- e) Citer une base B d'usage courant susceptible d'être contenue dans cette solution commerciale.

2. *Détermination de la concentration C de la base B dans la solution diluée, puis de sa concentration C₀ dans la solution commerciale*

- a) Donner la définition de l'équivalence acido-basique.
En déduire une relation entre C_A, V_{AE} (concentration et volume d'acide versé à l'équivalence), C et V_B (concentration et volume de solution S utilisé).
- b) Déterminer la concentration C de la solution S sachant que C_A = 0,050 mol.L⁻¹ ;
En déduire la concentration C₀ de la solution commerciale S₀.
On joindra à la copie l'annexe 1 sur laquelle on fera apparaître clairement la méthode utilisée pour déterminer le point équivalent.

3. *Choix d'indicateur(s) coloré(s)*

À partir de la courbe donnée en annexe 1 il est possible de choisir correctement un (ou plusieurs) indicateur(s) coloré(s) pour déterminer la concentration de la solution S lors du dosage.

- a) On considère un indicateur coloré de pK_a = 3,6 (hélianthine). Sa forme acide a une couleur rouge ; sa forme basique a une couleur jaune.
Qu'appelle-t-on zone de virage d'un indicateur coloré de pH ?
On utilise une solution incolore dont le pH vaut 5. Quelle teinte prend-elle lorsqu'on lui ajoute 2 gouttes de l'indicateur décrit ci-dessus ? Justifier votre réponse à l'aide des données du tableau ci-après.
- b) Les indicateurs colorés disponibles sont indiqués dans le tableau suivant :

Indicateur	Couleur de la forme acide	Domaine de pH de la zone de virage	Couleur de la forme basique
Hélianthine	Rouge	3,1- 4,4	Jaune
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 – 7,6	bleu
Phénolphtaléine	Incolore	8,2 – 10,0	Rose-violet

Quel est, parmi ces indicateurs, celui qui apparaît le mieux adapté au dosage ?
Quelle conséquence entraînerait l'utilisation des deux autres indicateurs ?
Justifier graphiquement vos réponses en complétant l'annexe 1 (à rendre avec la copie).

Exercice 2

Préparation d'un ester

I. But : comparer deux méthodes de préparation de l'éthanoate de pentyle

- première méthode : réaction entre l'acide éthanoïque et le penta-1-ol,
 - deuxième méthode : réaction entre le chlorure d'éthanoyle et le pentan-1-ol.
- Dans les deux cas le mélange est équimolaire.

a) écrire les équations des deux réactions envisagées.

b) en utilisant les données ci-après, déterminer les volumes V_1 d'acide éthanoïque et V_2 de chlorure d'acétyle nécessaires pour réaliser un mélange équimolaire avec 50,0 mL d'alcool.

	Densité par rapport à l'eau	Températures d'ébullition (1 bar) Θ_E (° C)	M(g.mol ⁻¹)
Pentan-1-ol ou alcool amylique	0,81	118	88
Acide éthanoïque	1,05	117,9	60
Chlorure d'éthanoyle	1,11	50,9	78,5
Éthanoate de pentyle	0,87	143	130

II. Mode opératoire : première partie

- Première expérience :

Dans un ballon on introduit 50,0 mL d'alcool, V_1 mL d'acide éthanoïque et 1 mL d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4) avec précaution ainsi que quelques grains de pierre ponce.

On adapte un réfrigérant à reflux et on porte à ébullition douce pendant une heure.

- Deuxième expérience :

Sous la hotte, on place dans un ballon, avec précaution, V_2 mL de chlorure d'éthanoyle et on verse lentement et en agitant 50,0 mL d'alcool.

1. Comment prélève-t-on les réactifs liquides mis en jeu dans les deux expériences ?
2. Quel est le rôle de l'acide sulfurique concentré et de la pierre ponce ?
3. Pourquoi opère-t-on sous la hotte et progressivement avec le chlorure d'éthanoyle ?

III. Mode opératoire : deuxième partie

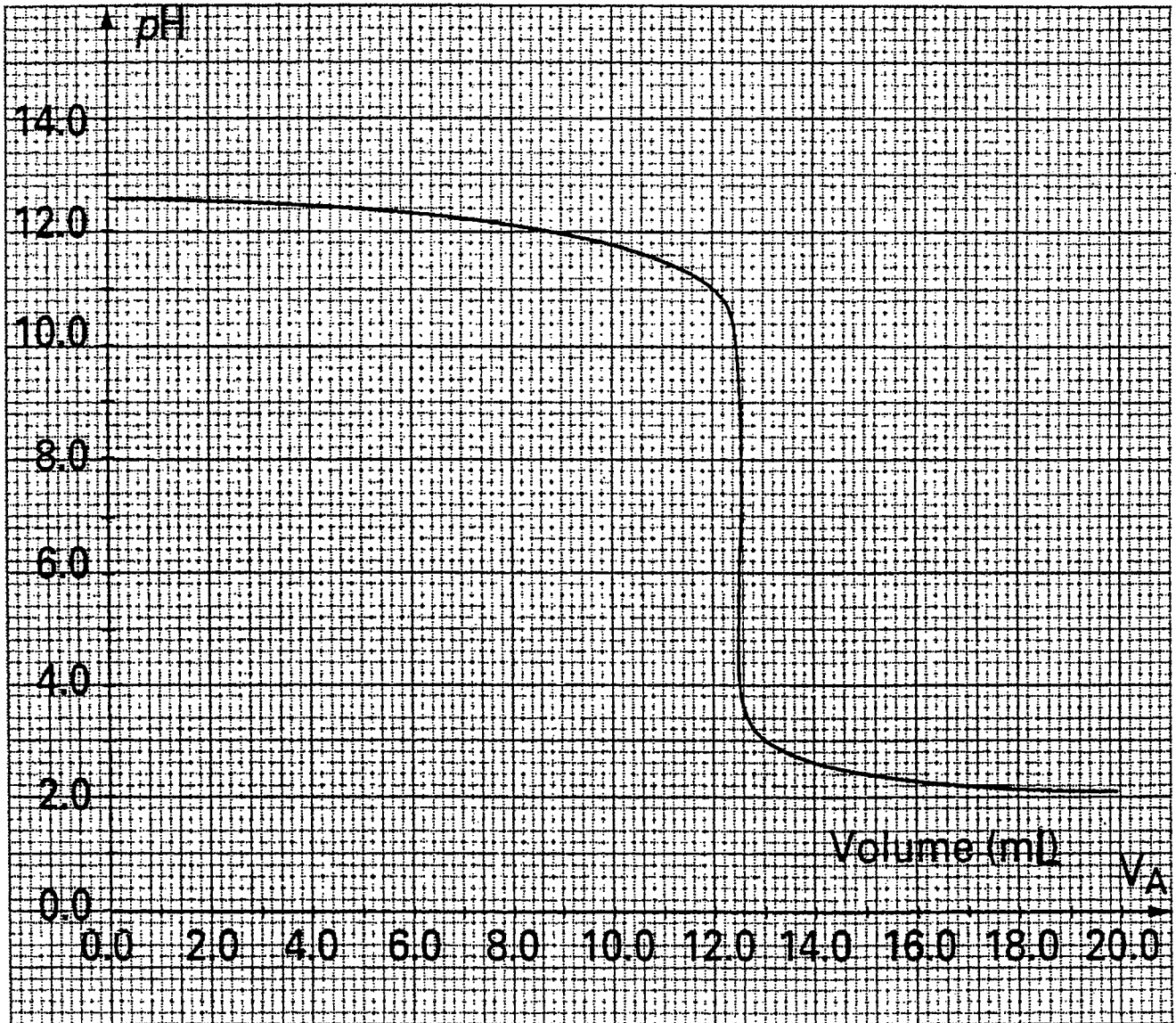
Après refroidissement, On verse le contenu de chaque ballon dans de l'eau, on agite et on verse dans une ampoule à décanter. Il y a dans chacune des expériences deux phases liquides non miscibles dont l'une contient l'ester. Après traitement de la phase convenable on obtient une certaine masse d'ester :

$m_1 = 30,0$ g pour la première méthode, $m_2 = 52,0$ g pour la seconde méthode.

1. Déterminer le rendement à l'issue de la synthèse des deux préparations. Quels rendements maximum pouvait-on au mieux obtenir dans chaque cas (rendements théoriques dus au caractère total ou partiel de la réaction) ?
2. Quelle est, pour chaque méthode, l'origine de la différence entre le rendement calculé à l'issue de la synthèse et le rendement maximum ?
3. Sur un schéma représentant l'ampoule à décanter, préciser quelle est la phase dont le traitement permet d'obtenir l'ester.

ANNEXE 1 à rendre complétée avec la copie

Courbe de dosage



ANNEXE 1 à rendre complétée avec la copie

Courbe de dosage

