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

CAPESA

SESSION 2004

Concours : EXTERNE
Section : Physique - Chimie

ÉPREUVE N°1

Composition de physique avec applications

(Coefficient : 2,5 - Durée : 4 heures)

Matériel autorisé : *calculatrice*
papier millimétré.

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

Pour chacune des sections, 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 ainsi que de l'usage correct des chiffres significatifs dans l'expression des résultats numériques.

OPTIQUE 35 points

1 Modélisation d'un microscope

1.1 On modélise un microscope par 2 lentilles convergentes comme représenté sur l'annexe N°1, **qui sera rendue avec la copie**. L'objet AB mesure 2,5 mm ; il est placé à gauche de l'objectif, à 15 cm ; la distance focale de l'objectif est de 12,5 cm et celle de l'oculaire 25,0 cm. On appelle F_{ob} et F'_{ob} les foyers de l'objectif et F_{oc} et F'_{oc} ceux de l'oculaire.
Déterminer par le calcul, la nature, la dimension et la position de l'image A_1B_1 donnée par l'objectif de AB.

1.2 La distance interfoyers ou intervalle optique Δ vaut 62,5 cm. Voir annexe N°1.
Déterminer par le calcul la nature, la dimension et la position de l'image définitive A'B' de A_1B_1, donnée par l'oculaire.

1.3 Retrouver les résultats de 1.1 et 1.2 par une méthode graphique sur l'annexe N°1.

1.4 Le dispositif restant réglé comme sur le schéma de l'annexe N°1 (en particulier Δ = constante), on rapproche l'objet AB de 1, 2, puis 3 mm. La distance O_1A ne vaut plus alors respectivement que 14,9 cm, 14,8 cm et 14,7 cm.
Pour chacun de ces trois cas, calculer la distance O_2A_1.

1.5 En déduire la distance O_2A' séparant l'image définitive A'B' de l'oculaire, dans ces trois cas. Conclure quant à l'influence d'un petit déplacement de l'objet par rapport à l'objectif.

1.6 Construire sur le schéma de l'annexe N°1, avec une autre couleur que celle utilisée au 1.3, la marche des rayons, l'image intermédiaire A_1B_1 et l'image définitive A'B' dans le cas où AB s'est rapproché de 2 mm.

1.7 Dans les trois cas mentionnés ci-dessus, l'œil (appliqué à l'oculaire) doit-il accommoder ? Si oui quel est le cas où l'accommodation doit être la plus forte ? Justifier votre réponse en utilisant la formule de conjugaison des lentilles.

2 Latitude de mise au point

2.1 Par définition, la latitude de mise au point d'un microscope est l'intervalle des positions donnant une image nette d'un objet fixe. Le calcul de cette grandeur nécessite de connaître la position des objets et des images à 0,1 µm près.
Considérons un microscope dont l'intervalle optique Δ vaut 15,0 cm, la distance focale de l'objectif 5 mm et celle de l'oculaire 25 mm. Soit un œil normal (punctum remotum à l'infini) placé au foyer image de l'oculaire. En accommodant au maximum cet œil peut voir des objets situés à 15 cm de lui.
Calculer, par rapport à l'objectif, la position de l'objet correspondant à une image A'B' rejetée à l'infini.

2.2 Déterminer la position de l'image A'B' vue par l'œil normal lorsqu'il accommode au maximum. Calculer la position de A_1B_1 correspondante. En déduire la position de AB par rapport à l'objectif dans ce cas.

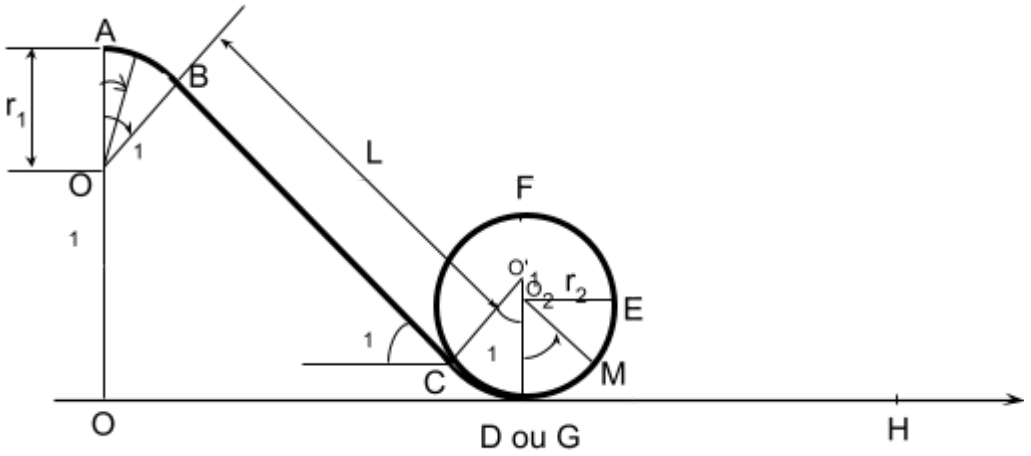
2.3 Que vaut dans ces conditions la latitude de mise au point de ce microscope ?

NB : vous disposez de 2 exemplaires de l'annexe N°1 : l'un pour brouillon, l'autre à rendre avec la copie

MÉCANIQUE 30 points

Circuit à looping

Un chariot de masse m de dimension négligeable se déplace sur un rail situé dans un plan vertical. Les frottements sont considérés comme négligeables.
Le rail est constitué de plusieurs parties : une portion de cercle AB (rayon r_1, angle α_1) une partie rectiligne BC de longueur L puis une portion de cercle CD de rayon r_1 suivie d'un tour d'hélice : DEFG, de rayon r_2 et d'axe horizontal (voir schéma), prolongée par une portion rectiligne horizontale GH.
On considère pour la résolution de l'exercice que la portion de circuit constituée par un tour d'hélice et le segment rectiligne GH sont contenus dans le plan vertical de la section initiale.
La droite BC est tangente en B à la portion de cercle AB et est de même tangente en C à la portion de cercle CD.
Le chariot est lâché sans vitesse initiale du point A. On note g l'intensité du champ de pesanteur terrestre.
le référentiel terrestre est considéré comme galiléen.



Données : g = 9,81 $m.s^{-2}$; m = 1000 kg ; r_1 = 2,5 m ; r_2 = 2,0 m .

1- Dans un premier temps $\alpha_1 = 50°$.

1.1 Donner l'expression littérale de la vitesse du chariot en B en C puis en D en fonction de r_1, L, $\alpha_1$et g.

1.2 Étude des vitesses.

1.2.1 Déterminer la vitesse du chariot à son passage en M sur l'hélice (assimilée à un cercle) repéré par l'angle θ.

1.2.2 En déduire la condition sur L pour que le chariot arrive en E ($\theta_E = \frac{\pi}{2}$).

1.2.3 Établir l'expression littérale de la valeur limite de L notée L_1, pour que le chariot arrive en E. Calculer sa valeur.

1.3 Étude de la tenue du chariot sur le rail lors de la première partie du parcours.

1.3.1 Établir l'expression de l'intensité de la réaction $\vec{R}$ de la piste en un point de la trajectoire entre A et B repéré par l'angle α.

1.3.2 En déduire son expression en B. Calculer sa valeur numérique. Conclure.

1.4 Déterminer la valeur de α quand le chariot quitte la piste entre A et B.

2- À partir de cette question on va choisir une nouvelle valeur $\alpha_1 = 45°$, afin que le chariot ne quitte pas la piste entre A et B.

2.1 Établir l'expression de la réaction du rail sur sa partie rectiligne BC. Calculer sa valeur.

2.2 Établir l'expression la réaction du rail sur la partie circulaire (de rayon r_2) en fonction de θ, m, g, r_1, r_2, α_1 et L (le chariot circule à l'intérieur du cercle).

2.3 Conditions de parcours de la boucle par le chariot.

2.3.1 Déterminer la condition sur L pour que le chariot puisse parcourir la boucle .

2.3.2 En déduire l'expression de la valeur minimale de L notée L_2. Calculer sa valeur numérique.

2.4 Par raison de sécurité, on veut que la réaction du rail soit toujours supérieure au quart du poids du chariot. Déterminer la nouvelle valeur minimale L_3, permettant au chariot d'arriver en G en toute sécurité, après un tour. Calculer sa valeur numérique .

3- Sécurité

3.1 On choisit $L = L_3$, le chariot se retrouve en G après voir effectué un tour. Calculer v_G après ce tour.

3.2 Il aborde alors la dernière partie rectiligne (GH) de la piste sur laquelle il subit une force de freinage d'intensité constante $f = \frac{m.g}{4}$. Calculer la longueur minimale D_S = OH de ce circuit à looping pour rester dans des conditions de sécurité.

ÉLECTRICITÉ 35 points

Étude énergétique d'un conducteur ohmique

On étudie l'échauffement de fils de cuivre nus, de sections circulaires, de différents diamètres, soumis à des courants continus de différentes valeurs.

Dans une enceinte isotherme de température θ où l'atmosphère est au repos, on dispose rectilignement quatre échantillons des fils à étudier. On envoie dans chacun des fils, un courant continu de valeur croissante. Pour différentes valeurs de l'intensité, lorsque l'équilibre thermique est atteint, on place sur chacun des fils un cristal d'un composé organique dont la température de fusion est θ_f. On note pour chacun des fils l'intensité pour laquelle la fusion du cristal est observée.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant

Référence fil	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Intensité de fusion (A)	θ_f (°C)
1	1	1,4	10,0	53
2	1	1,8	14,6	53
3	1	2,3	21,0	53
4	1	2,8	28,3	53

Données complémentaires

Cuivre: - chaleur massique : $c = 380\ J.K^{-1}.kg^{-1}$
- résistivité : $\rho = 1{,}67.\ 10^{-8}\ \Omega.m$
- masse volumique $\mu = 8{,}96\ kg.m^{-3}$

1 - Étude de l'équilibre thermique

1-1 Établir l'expression de la température d'équilibre d'un fil ($\theta_{éq}$) en fonction des paramètres suivants :

- la température ambiante θ_0,
- la résistivité ρ du métal constitutif du fil,
- le diamètre du fil d,
- l'intensité I du courant qui le parcourt,
- le coefficient d'échange thermique k entre le fil et le milieu extérieur.
  (k exprime la proportionnalité de la puissance dissipée avec la surface rayonnante et avec l'écart de température entre le fil et le milieu extérieur)

1-2 Décrire succinctement les paramètres dont dépend le coefficient d'échange thermique k.

- Calculer sa valeur dans chacun des cas, puis sa valeur moyenne.
- Commenter ces résultats.

1-3

- Définir la notion de densité de courant dans un conducteur.

- Calculer sa valeur admissible pour chaque fil de cuivre nu, en sorte que sa température ne dépasse pas $\theta_{éq} = 53$ °C

1-4 Établir l'expression de la densité de courant admissible pour une température de fonctionnement θ donnée, dans un conducteur de section circulaire et de diamètre connu d et de résistivité ρ.

Confirmer graphiquement les résultats expérimentaux en examinant l'allure de $J^2 = f\left(\frac{1}{d}\right)$.

1-5 On remplace un conducteur de cuivre monobrin de section circulaire S et de diamètre d_1, par un conducteur de cuivre de même section, constitué de n = 16 brins, chacun de section s et de diamètre d_2.

Déterminer la valeur de l'intensité admissible dans le conducteur multibrins, pour une même température d'équilibre que précédemment.

Commenter ce résultat.

2- Étude du régime transitoire

2.1 La résistance du fil est supposée indépendante de la température.

2.11 Déterminer l'expression $\theta(t)$ de la température d'un fil en fonction du temps, à partir de l'instant t = 0 où le fil à la température initiale θ_0 est parcouru par un courant continu constant d'intensité I.

2.12 Représenter qualitativement l'allure de la courbe $\theta(t)$.

2.13 La température d'équilibre recherchée étant $\theta_{éq} = 53$ °C, calculer, pour le fil référencé 1, le temps au bout duquel cette température est atteinte à 0,01°C près, sachant que la température ambiante vaut $\theta_0 = 20$°C.

2.2 En fait, la résistance d'un conducteur métallique varie en fonction de la

température selon une loi telle que :

$a = \theta$ avec $a = 4{,}27.10^{-3}$ u.S.I.

2.21 Etablir l'expression de la résistance d'un fil conducteur métallique en fonction de sa température.

2.22 Une ligne est constituée de 100 m du fil référencé 1. Elle est située dans une ambiance à la température uniforme de 20°C.

a) Calculer la valeur de sa résistance à la température de 20°C.

b) Calculer la valeur de sa résistance lorsqu'elle est parcourue par un courant de 10 A.

c) Tracer l'allure de la caractéristique u = f(i) de cette ligne sur un graphe à une échelle judicieusement choisie

2.23 Par inadvertance, on branche un générateur de tension continue de 12 V aux bornes de cette ligne. Donner l'allure du courant i = f(t) qui la traverse, telle que l'on pourrait l'observer avec un oscilloscope à mémoire judicieusement branché.

Annexe N°1

Épreuve : physique Concours : Capesa de physique chimie

Nom : Centre :

Prénom : Date :

Adresse :

Ministère de l'Agriculture
BECD

Annexe non agrafée en format A3 en 2 exemplaires par sujet