


INSTITUT SUPERIEUR DE TECHNOLOGIE D'AFRIQUE CENTRALE

 Concours d'entrée 1^{er} CYCLE – Mai 2009

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

Nombre de pages : 5

Durée : 3 heures

Calculatrices et documents : interdits

**SUJET A RENDRE A LA FIN
DE L'ÉPREUVE**

COMMENCEZ par inscrire vos noms et prénoms, le centre de passage de l'examen et le numéro de votre place sur le document réponse. Veillez à inscrire vos réponses dans la case correspondante du document réponse. Toute réponse sur un autre support que le document réponse ne sera pas corrigée.

Les surveillants ont pour consigne d'exclure du concours tout candidat qui tente de vouloir copier sur un de ses voisins, d'accéder à des documents quels qu'ils soient, ou d'écrire avant le signal de départ ou après le signal de fin de l'épreuve.

Consignes Particulières : Il est impératif de traiter au moins 2 exercices de mécanique et 2 exercices d'électricité et l'exercice de chimie. Respectez les emplacements réservés dans le document réponse et justifiez brièvement chacune de vos réponses (sauf pour les exercices 3, 6 deuxième partie et 7).

Mécanique (8.5 points)
Exercice 1 (3 points)
1- Mesure de la valeur de la pesanteur.

On étalonne un ressort de masse nulle, de longueur ℓ_0 au repos et de constante de raideur k_1 . Pour cela, on fixe une de ses extrémités et on applique à l'autre des forces de valeur connue. On mesure l'allongement $\Delta L = \ell - \ell_0$ du ressort.

F (N)	1,0	2,0	5,0	10	15
ΔL (cm)	1,5	3,0	7,5	15,0	22,5

1.1) Tracer la courbe $\Delta L = f(F)$ sur le document réponse (échelle : $F \rightarrow 1$ cm pour 1N ; $\Delta L \rightarrow 1$ cm pour 3 cm de ΔL). Quel lien y a-t-il entre ces deux grandeurs ?

1.2) Calculer la constante de raideur k du ressort.

On utilise ce ressort pour déterminer la valeur g de la pesanteur. Pour cela, on suspend verticalement le ressort. On fixe alors à l'extrémité libre des solides de masse m connue. L'allongement x correspondant est donné dans le tableau suivant.

m (g)	250	300	400	450	550	700	1000
x (cm)	3,75	4,5	6,0	6,75	8,25	10,5	15,0

1.3) Faire le bilan des forces exercées sur le ressort à l'équilibre et tracer le graphe $x = f(m)$ sur le document réponse (échelle : $m \rightarrow 1$ cm pour 150 g ; $x \rightarrow 1$ cm pour 2 cm). En déduire la valeur de g .

2- Détermination de la fréquence propre d'un oscillateur.

La mesure de la pesanteur (on prendra pour la suite de l'exercice $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$) va nous permettre d'étudier un système oscillant. Un oscillateur mécanique est constitué d'un ressort vertical de masse nulle, de constante de raideur k_2 et de longueur à vide $L_0 = 0,100 \text{ m}$, auquel est suspendu un solide S de masse $m = 50 \text{ g}$.

2.1) La longueur du ressort à l'équilibre est $L = 0,120 \text{ m}$. Déterminer la constante de raideur de ce ressort.

2.2) On écarte la masse verticalement vers le bas et on l'abandonne sans vitesse initiale. Le système évolue sans frottement. Comment peut-on qualifier ces oscillations ?

2.3) Calculer la fréquence propre f_0 de cet oscillateur en valeur exacte (résultat sous forme de fraction, racine, etc.).

Exercice 2 (3.5 points)

Le centre d'inertie d'une bille se déplace sur des rails effectuant une boucle. Sa masse m est égale à $1,0 \text{ kg}$. On prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Les différentes hauteurs des points A, B, C, D et E sont les suivantes :

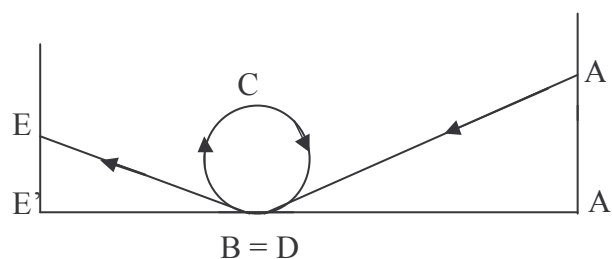
$$. h_A = 0,50 \text{ m} \quad . h_B = 0 \quad . h_C = 0,30 \text{ m} \quad . h_D = 0 \quad . h_E = 0,25 \text{ m}$$

De plus, on a les longueurs : $A'B = 2 \text{ m}$ et $E'B = 1 \text{ m}$.

On négligera les frottements tout au long du déplacement.

La vitesse initiale de la bille au point A est nulle.

- 1) Calculer le travail du poids entre A et B.
- 2) Calculer l'énergie mécanique de la bille au point C.
- 3) La bille est-elle plus rapide en B ou en D ?
- 4) Avec quelle vitesse V_E la bille atteint-elle le point E ? Donner la valeur exacte (résultat sous forme de fraction, racine, etc).
- 5) Si la pente se prolonge après E, à quelle altitude h_f s'arrête la bille avant de redescendre ?

**Exercice 3 (2 points)**

NB : Cet exercice adopte le système du QCM (Questionnaire à Choix Multiples : voir document réponse pour les explications).

Données :

$$. g = 10 \text{ m/s}^2 \quad . \sin 5^\circ \approx 0,09 \quad . \cos 5^\circ \approx 1 \quad . \cos 85^\circ \approx 0,09 \quad . \sin 85^\circ \approx 1$$

Un enfant assis sur une luge part, sans vitesse initiale, du sommet d'une piste plane, inclinée d'un angle $\alpha = 5^\circ$ par rapport à l'horizontale.

La masse du système S (enfant + luge) est $m = 20 \text{ kg}$.

Dans les questions 1) et 2) les frottements sont négligés.

- 1) Quelle est l'accélération a de S ?
- 2) Quelle est la vitesse v de S au bout de 5 m ?

Dans les questions 1) et 2) les frottements existent et valent $8,4 \text{ N}$.

- 3) S part toujours sans vitesse initiale. Quelle est l'accélération a' de S ?
- 4) Dans ces conditions, quelle est la distance d parcourue par S au bout de 10 s ?

Electricité (8.5 points)

Exercice 4 (3 points)

On considère le montage ci-contre.

$L = 10 \text{ mH}$; $C = 1,0 \text{ }\mu\text{F}$; $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$; $E = 5 \text{ V}$. On suppose que la bobine présente une résistance interne nulle. Le condensateur est initialement déchargé.

On bascule l'interrupteur K en position 1.

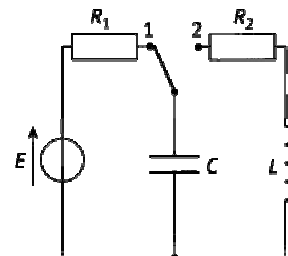
1) Quelle sera l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur ? (Déterminer l'équation de $u_C(t)$ en fonctions des grandeurs données)

2) Donner la constante de temps caractéristique du phénomène évoqué en 1. Vers quelle valeur tend u_C au bout d'un temps nettement supérieur à la constante de temps ?

On bascule dans un second temps l'interrupteur en position 2. Cet instant est pris comme origine des dates.

3) En supposant que R_2 est nulle, orienter le circuit et établir l'équation différentielle vérifiée par la charge q portée par une armature du condensateur.

4) Déterminer alors les expressions de la charge $q(t)$ et de l'intensité $i(t)$ du courant circulant dans le circuit.



Exercice 5 (2.5 points)

1- Nous allons étudier dans cet exercice une ampoule de lampe de poche. Ces ampoules sont habituellement alimentées par des piles à la tension de 2,5V. Nous allons commencer par déterminer les caractéristiques de l'ampoule.

1.1) Nous désirons connaître la résistance de l'ampoule, cette résistance n'est pas identique si l'on réalise la mesure sur l'ampoule alimentée ou non. Ce que nous voulons obtenir, c'est la résistance de l'ampoule alimentée ; nous ne pouvons donc pas utiliser directement un ohmmètre. Sur le schéma du document réponse placer les appareils de mesures nécessaires (ampèremètres et voltmètres) pour pouvoir déterminer la résistance de l'ampoule.

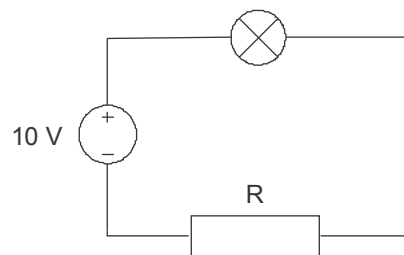
1.2) Grâce aux appareils de mesures nous avons pu déterminer que le courant traversant l'ampoule est de 500mA et la tension à ses bornes est de 2,5V. Quelle est la résistance de l'ampoule étudiée ?

2- Nous voulons pouvoir alimenter cette ampoule avec une tension de 10V.

2.1) Nous réalisons le montage ci-joint. Quel doit être la valeur de la résistance pour que la tension aux bornes de l'ampoule reste de 2,5V (afin de ne pas endommager l'ampoule) ?

2.2) Pour réaliser cette résistance nous disposons de 2 résistances de 10 Ω , 2 résistances de 20 Ω et de 2 résistances de 30 Ω . Quelles résistance(s) allons nous utiliser ? Si nous en utilisons plusieurs, comment sont elles associées ?

2.3) Quelle est la puissance dissipée par chaque résistance ?

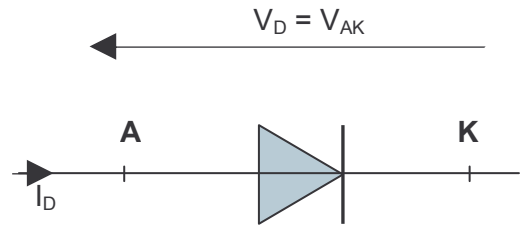


Exercice 6 (3 points)

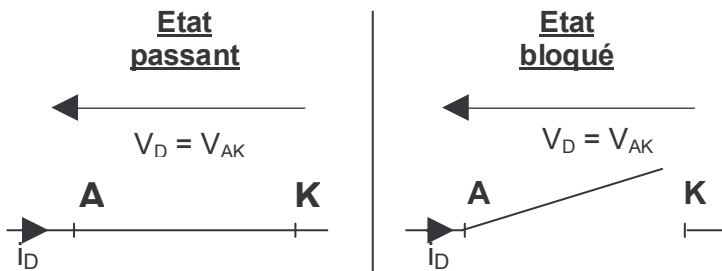
Cet exercice est l'étude d'un nouveau composant électronique. Aucune notion sur cet élément n'est à connaître initialement.

La diode est un interrupteur électronique. Elle est représentée par la figure ci-contre :

Ce composant a 2 pôles, nommées A et K. A représente l'anode, K la cathode.



La diode a deux états : passante ou bloquée. Lorsqu'elle est passante, la diode est considérée comme étant un interrupteur fermé entre A et K. Lorsqu'elle est bloquée, c'est alors un interrupteur ouvert entre A et K.



Pour que la diode soit passante, la valeur de la tension à ses bornes doit être positive.

1- On réalise le montage suivant (figure 1).

1) La forme de la tension E est représentée sur le document réponse. Sur ce document, cocher les cases correspondant à l'état de la diode en fonction de t.

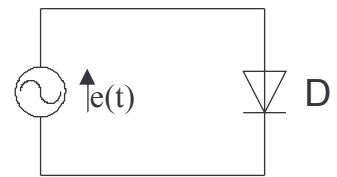


Figure 1

On va maintenant étudier un groupement de diode :

Groupement à cathodes communes

Seule la diode dont l'anode est au potentiel le plus élevé est susceptible de conduire

Groupement à anodes communes

Seule la diode dont la cathode est au potentiel le plus bas est susceptible de conduire

2- On réalise le montage suivant (figure 2) :

NB : Cette seconde partie de l'exercice adopte le système du QCM (Questionnaire à Choix Multiples : voir document réponse pour les explications).

- 2.1) Quelle est la tension aux bornes de la diode D1 ?
- 2.2) Quelle est la tension aux bornes de la diode D3 ?
- 2.3) Quelle est l'intensité traversant D2 ?
- 2.4) Quelle est l'intensité traversant D1 ?

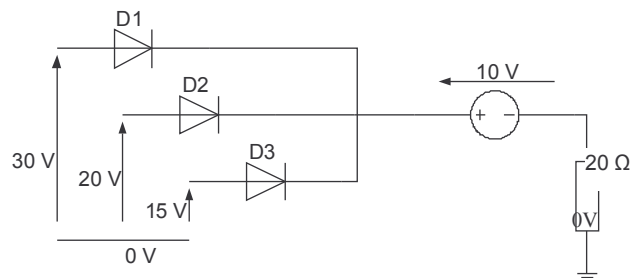
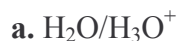


Figure 2

Chimie (3 points)**Exercice 7 (3 points)**

NB : Cet exercice adopte le système du QCM (Questionnaire à Choix Multiples : voir document réponse pour les explications).

1) Parmi les couples ci-dessous, quel est le couple acide/base correctement écrit ?



2) Pour l'équation $\text{AH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} = \text{A}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+$, la constante d'équilibre s'écrit :

a. $K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{AH}]}{[\text{A}^-]}$

b. $K_A = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-]$

c. $K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$

d. $K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{AH}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$

3) Une base est une molécule ou un ion susceptible:

a. d'accepter un ion H^+

b. de céder un électron

c. de céder un ion H^+

d. d'accepter un électron

4) Une solution aqueuse d'un acide AH a pour concentration en soluté apporté $c = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Parmi les affirmations suivantes, laquelle est vraie ?

a. si $[\text{H}_3\text{O}^+] < c$, alors la réaction de l'acide avec l'eau correspond à une transformation chimique totaleb. si $[[\text{H}_3\text{O}^+] > c$, alors la réaction de l'acide avec l'eau correspond à une transformation chimique totalec. si $\text{pH} = 2$, alors la réaction de l'acide avec l'eau correspond à une transformation chimique totaled. si $\text{pH} = 3$, alors la réaction de l'acide avec l'eau correspond à une transformation chimique totale.

5) Soit une solution aqueuse d'un acide AH. Le $\text{p}K_A$ du couple AH/A^- vaut 4,2. Parmi les affirmations suivantes, laquelle est vraie ?

a. la forme A^- du couple prédomine pour $\text{pH} = 6,2$ b. la forme AH du couple prédomine pour $\text{pH} = 5,5$ c. les formes AH et A^- sont présentes en quantité égale pour $\text{pH} = 2,1$ d. ni AH ni A^- ne prédomine à $\text{pH} = 7$

6) Soit la réaction d'équation : $2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^-$

Parmi les affirmations suivantes, laquelle est vraie ?

a. elle correspond à une réaction acido-basique

b. elle est appelée réaction d'autoprotolyse de l'eau

c. la constante associée vaut 10^{+14} à 25°C

d. elle n'a pas lieu dans l'eau pure.