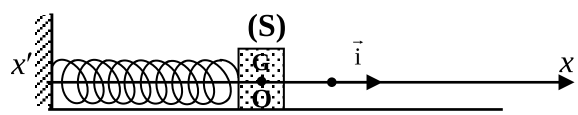
الدورة العادية للعام 2009	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	

Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages numérotées de 1 à 3.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

<u>Premier exercice</u> (7 points)

Pendule élastique horizontal

L'extrémité libre d'un ressort d'axe horizontal $(O, \vec{i})$, de masse négligeable et de raideur k = 15 N/m, est attaché à un solide (S) de masse m. (S) est capable de se déplacer sur une table horizontale et G, centre d'inertie de (S), peut se déplacer sur l'axe horizontal $(O, \vec{i})$.



Le plan horizontal passant par G est considéré comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

A – Étude théorique

G, déplacé d'une distance x_0 à partir de sa position d'équilibre O, le long de l'axe $(O, \vec{i})$ dans le sens positif, est lâché sans vitesse à la date $t_0 = 0$. (S) effectue alors des oscillations harmoniques simples de période propre T_0.

À une date t, l'abscisse de G est x et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = \frac{dx}{dt}$.

1) Exprimer, à la date t, en fonction de k, m, x et v, l'énergie mécanique du système [(S), ressort, Terre].

2) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.

3) **a)** La solution de cette équation est de la forme : $x = X_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$. Déterminer, en fonction des données, les expressions de T_0 et X_m et calculer la valeur de φ.

b) Écrire l'expression instantanée de v. En déduire la relation entre x_0, T_0 et la valeur maximale V_m de v.

B – Étude expérimentale

I – On enregistre, en fonction du temps, les variations de l'abscisse x de G (figure 1) et celles de v (figure 2).

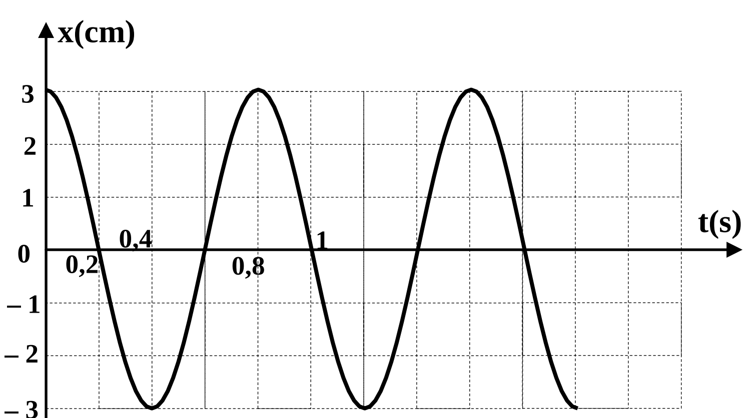


Fig. 1

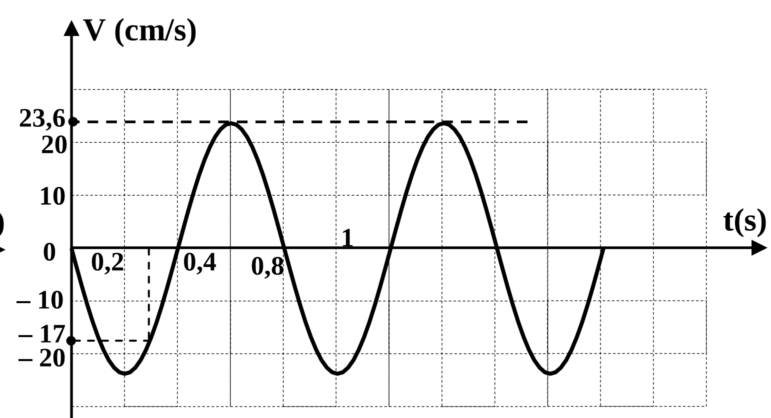


Fig. 2

1) En se référant aux graphiques des figures 1 et 2, préciser la valeur de T_0, celle de V_m et les valeurs de x et v à la date $t_0 = 0$.

2) Déterminer la masse m de (S).

II – 1) Recopier et compléter le tableau ci-dessous, sachant que E_C est l'énergie cinétique de (S), $E_{Pé}$ est l'énergie potentielle élastique du ressort et E_m est l'énergie mécanique du système [(S), ressort, Terre]

t(s)	0	0,2	0,3
v(m/s)		– 0,236	–0,17
E_C (J)		$6{,}77\times10^{-3}$	
x(m)	0,030		–0,021
$E_{pé}$ (J)	$6{,}75\times10^{-3}$		
E_m (J)			

2) Déduire du tableau un indicateur qui affirme que les oscillations sont harmoniques simples.

<u>Deuxième exercice</u> (7 points)

Mesure de la vitesse d'un avion

Le but de cet exercice est de mesurer la valeur de la vitesse d'un avion en utilisant le phénomène d'induction électromagnétique.

A – Mouvement d'un conducteur dans un champ magnétique uniforme

Une tige métallique homogène MN de longueur ℓ, glisse, sur deux rails métalliques AA' et EE' horizontaux et parallèles, avec une vitesse constante $\vec{v}$. Au cours de ce glissement, la tige reste perpendiculaire aux rails et son centre de gravité G se déplace sur l'axe Ox. À la date $t_0 = 0$, G est en O, origine des abscisses. À une date t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et $v = \frac{dx}{dt}$ est la mesure algébrique de sa vitesse. Le dispositif, constitué par la tige et les rails, est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan horizontal des rails (Figure 1).

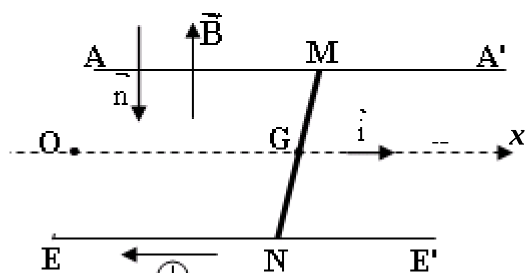


Fig. 1

1) Déterminer, à la date t, en fonction de B, ℓ et x, l'expression du flux magnétique qui traverse la surface AMNE tout en respectant le sens positif arbitraire choisi sur la figure 1.
2) Expliquer l'existence d'une f.é.m induite e qui s'établit entre les extrémités M et N de la tige.
3) Déterminer l'expression de la f.é.m induite e en fonction de B, ℓ et v.
4) La tige n'est pas traversée par un courant électrique. Pourquoi ?
5) Déduire la polarité des points M et N de la tige et donner l'expression de la tension u_{NM} en fonction de e.

B – Mesure de la vitesse d'un avion

Un avion vole horizontalement en ligne droite, à la vitesse constante $\vec{v_1}$, de valeur v_1, dans le champ magnétique terrestre uniforme $\vec{B}$. Le vecteur $\vec{B}$, dans la région de vol, a une composante horizontale d'intensité $B_h = 2{,}3\times10^{-5}$ T et une composante verticale d'intensité $B_v = 4\times10^{-5}$ T.

Les ailes de l'avion, assimilées à un conducteur rectiligne horizontal de longueur $\ell' = M'N' = 30$ m, balaient une surface au cours du temps (Figure 2).

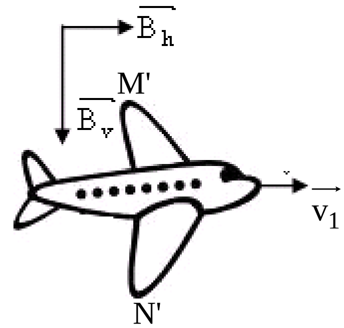


Fig.2

1) **a)** Le flux magnétique de $\overrightarrow{B_h}$ à travers la surface balayée est nul. Pourquoi ?

b) Donner, en fonction de B_v, ℓ' et v_1, l'expression de la f.é.m induite e_1 qui apparaît aux bornes M' et N' des ailes.

2) Déterminer v_1, si la tension aux bornes des ailes a pour valeur 0,36 V.

<u>Troisième exercice</u> (6 points)

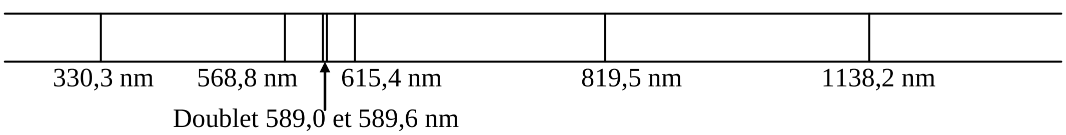
Lampe à vapeur de sodium

On utilise les lampes à vapeur de sodium pour éclairer les routes. Ces lampes contiennent de la vapeur de sodium sous très faible pression. Cette vapeur est excitée par un faisceau d'électrons qui traversent le tube contenant la vapeur. Les électrons cèdent de l'énergie aux atomes de sodium, et les atomes restituent l'énergie reçue lors du retour à l'état fondamental sous forme de radiations électromagnétiques.

<u>Données</u>: $h = 6{,}62\times10^{-34}$ J.s; $c = 3\times10^{8}$ ms^{-1}; $e = 1{,}60\times10^{-19}$ C ; 1 nm = 10^{-9}m.

1) Que représentent les grandeurs h, c et e ?

2) L'analyse du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium révèle la présence de raies de longueurs d'onde λ bien définies. La figure ci-dessous représente quelques raies de ce spectre.



a) Le doublet jaune de longueurs d'onde dans le vide λ_1= 589,0 nm et λ_2 = 589,6 nm est beaucoup plus intense que les autres raies.

i) À quel domaine, visible, infrarouge ou ultraviolet, appartient chacune des autres raies du spectre ?

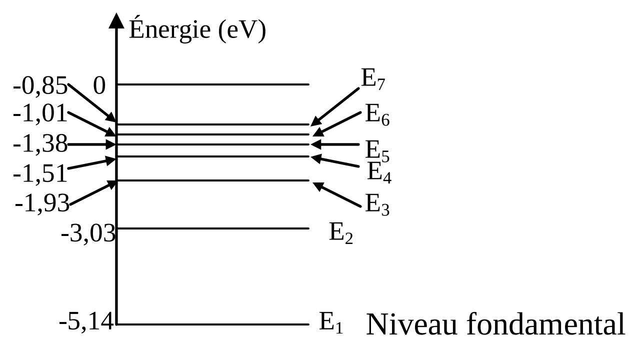
ii) Les lampes à vapeur de sodium sont caractérisées par l'émission d'une lumière jaune. Pourquoi?

b) La lumière visible émise par la lampe de sodium est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier la réponse.

3) **a)** En se référant au diagramme des niveaux d'énergie de l'atome de sodium ci-contre :

i) Préciser un indicateur qui justifie la discontinuité du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium.

ii) Vérifier que l'émission de la raie de longueur d'onde λ_1 correspond à la transition du niveau d'énergie E_2 au niveau fondamental.



b) En fait, le niveau d'énergie E_2 est dédoublé, c'est-à-dire qu'il est constitué de deux niveaux d'énergie très rapprochés. Faire un schéma montrant la transition précédente et celle qui correspond à l'émission de la radiation de longueur d'onde λ_2.

4) L'atome de sodium, pris dans son état fondamental, est heurté successivement par les électrons (a) et (b), d'énergies cinétiques respectives 1,01 eV et 3,03 eV.

a) Déterminer l'électron qui peut interagir avec l'atome de sodium.

b) Préciser l'état de l'atome de sodium après chaque collision.

c) Déduire l'énergie cinétique de l'électron après son interaction avec l'atome de sodium.

Premier exercice (7 points)

A –

1) $E_m = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2$ **(¼)**

2) Il y a conservation de l'énergie mécanique, Em = constant, donc $\frac{dE_m}{dt} = 0$

$\frac{1}{2} m\, 2 V \dot{V} + \frac{1}{2} k 2x\, \dot{x} = 0$. $m\dot{x}(\ddot{x} + \frac{k}{m}x) = 0$; comme $\dot{x} \neq 0$ $\forall$ t, alors:

$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ **(¾)**

3) **a)** $x = x_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$; $\frac{dx}{dt} = \dot{x} = -\frac{2\pi}{T_0}x_m \sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$;

$\frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} = -x_m\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$. En remplaçant dans l'équation différentielle et en simplifiant par $\dot{x} \neq 0$, on obtient:

$\ddot{x} + \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 x = 0$, en comparant : $\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

pour $t_0 = 0$, $x = x_m \cos(\varphi) = x_0 > 0$ et $v = -\frac{2\pi}{T_0}x_m \sin(\varphi) = 0$

$\Rightarrow \varphi = 0$ ou π. $x_m > 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1$ ainsi $x_m = x_0$ et $\varphi = 0$ **(1¾)**

b) $v = \frac{dx}{dt} = \dot{x} = -\frac{2\pi}{T_0}x_0 \sin(\frac{2\pi}{T_0}t)$; $\Rightarrow |V_m| = \frac{2\pi}{T_0}x_0$ **(1)**

B – I – 1) $T_0 = 0{,}8$ s, $x_0 = 3$ cm , $V_m = 23{,}6$ cm/s ; $v_0 = 0$. **(1)**

2) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \left(\frac{T_0}{2\pi}\right)^2 k = \left(\frac{0.8}{2\pi}\right)^2 \times 15 = 0{,}243$ kg. **(¾)**

II – 1) **(1¼)**

t(s)	0	0.2	0.3
v(m/s)	0	- 0,236	-0,17
KE (J)	0	$6{,}77\times10^{-3}$	$3{,}51\times10^{-3}$
x(m)	0,030	0	-0,021
EPE (J)	$6{,}75\times10^{-3}$	0	$3{,}31\times10^{-3}$
ME (J)	$6{,}75\times10^{-3}$	$6{,}77\times10^{-3}$	$6{,}82\times10^{-3}$

2) l'énergie mécanique reste à peu près la même. **(¼)**

Deuxième exercice (7 points)

A –

1) $\varphi = BS\cos\alpha = -BS = -B\ell x$. **(¾)**

2) Le flux magnétique varie, une f.é.m e apparaît aux bornes N et M de la tige **(½)**

3) $e = -\frac{d\varphi}{dt} = B\ell\frac{dx}{dt} = B\ell v$. **(¾)**

4) Le circuit est ouvert $\Rightarrow$ i = 0. **(½)**

5) $u_{NM} = e - ri$ (i = 0) $\Rightarrow u_{NM} = e > 0$,
Le point N est le pôle positif et le point M est le pôle négatif.
$U_{NM} = e = B\ell v$ **(2)**

B –

1) **a)** $\varphi_h = B_h S\cos 90^0 = 0$ **(½)**

b) $\varphi_V = B_V S\cos 0^0 = B_V\ \ell' x$

$e = -\frac{d\varphi}{dt} = -B_V\ell'\frac{dx}{dt} = -B_V\ell' v_1$. **(1)**

2) $|u_{NM}| = B_V\ell' v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{0.36}{4\times10^{-5}\times30} = 300\ m/s$. **(1)**

Troisième exercice (6 points)

1) h: constante de Planck; c: célérité de la lumière dans la vide, e: charge élémentaire **(½)**

2) **a) i)** 330.3 nm domaine ultraviolet;

568.8 nm, 589 nm et 615.4 nm domaine visible;
819.5 nm et 1138.2 nm domaine infrarouge. **(¾)**

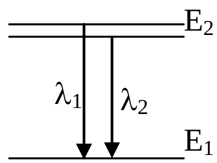
ii) Car cette lumière est beaucoup plus intense que les autres. **(¼)**

b) Elle est polychromatique car elle est formée de plusieurs radiations **(¼)**

3) a) i) La discontinuité du spectre d'émission est justifiée par les niveaux discontinus de l'énergie de l'atome de sodium **(½)**

ii) $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{589} = 3,37\times10^{-19}$ J ou $E = \frac{3.37\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 2,11$ eV. $E_1 + E = -5,14 + 2.11 = -3,03$ ev **(1¼)**

b) **(½)**



4) a) 1.01 + (-5.14) = - 4.13 ev , ce niveau n'existe pas $\Rightarrow$ l'électron (a) n'interagit pas avec l'atome .
3.03 + (-5.14) = - 2.11 ev , - 3.03 < - 2.11 < - 1.93 ev , $\Rightarrow$ l'électron (b) interagit avec l'atome. **(1)**

b) pour l'électron (a) l'atome reste dans l'état fondamental
pour l'électron (b) l'atome passe à l'état E_2. **(½)**

c) pour l'électron (b), $E_C = 3,03 - (-3,03 + 5,14) = 0,92$ ev **(½)**