وزارة التّربية والتّعليم العالي
المديريّة العامّة للتّربية
دائرة الامتحانات الرسميّة

امتحانات الشهادة الثانويّة العامّـة
فرع العلوم العامّة

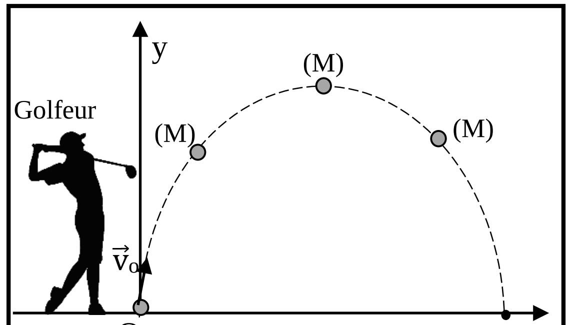
دورة العام 2024 العاديّة
الإثنين 1 تموز 2024

مسابقة في مادّة الفيزياء	الاسم:
المدّة: ساعتان ونصف	الرّقم:

يتكوّن هذا الامتحان من ستة تمارين، موزعة على ستّ صفحات. يجب اختيار **أربعة تمارين فقط**.
إقرأ الأسئلة كلّها بشكل عام وشامل، ومن ثمّ حدّد اختياراتك.
ملاحظة: في حال الإجابة عن أكثر من أربعة تمارين، عليك شطب الإجابات المتعلقة بالتمارين التي لم تعد من ضمن اختيارك، لأن التصحيح يقتصر على إجابات التمارين، الأربع الأولى غير المشطوبة، بحسب ترتيبها على ورقة الإجابة. يمكن الاستعانة بالآلة الحاسبة غير القابلة للبرمجة.

Exercice 1 (5 pts) Mouvement d'une balle de golf

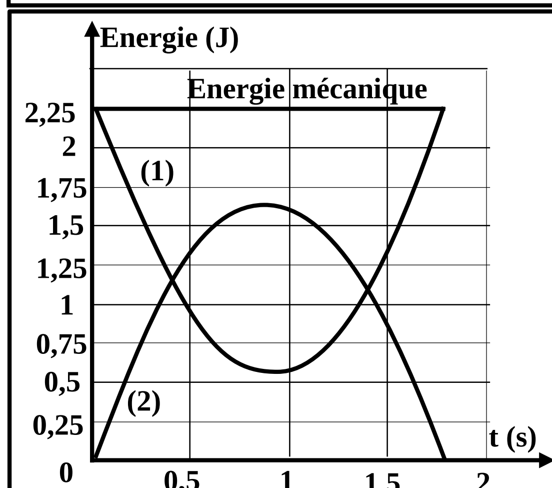
Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement d'une balle de golf (M), suite à deux coups différents. (M) est assimilé à une particule de masse m = 45 g.



Doc. 1

1) Premier coup

À l'instant $t_0 = 0$s, (M) se trouve en O, le golfeur la frappe en lui communiquant une vitesse $\vec{v}_0$ de valeur v_0.
La balle (M) se met alors en mouvement dans un plan vertical (xOy) contenant $\vec{v}_0$, et atteint le sol en A (Doc. 1).
Prendre le plan horizontal passant par O et par A comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
Les courbes du document 2, représentent l'évolution des énergies potentielle de pesanteur, cinétique et mécanique du système [(M), Terre] avec le temps t, durant le mouvement de (M) entre O et A.



Doc. 2

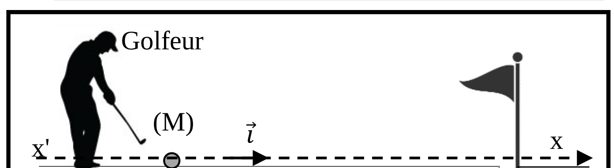
1.1) En utilisant le document 2 :

- **1.1.1)** Montrer que durant le mouvement de (M) entre O et A, la résistance de l'air est négligeable.
- **1.1.2)** Montrer que la courbe (1) correspond à l'énergie cinétique, et la courbe (2) à l'énergie potentielle de pesanteur.
- **1.1.3)** Calculer v_0.

1.2) La balle heurte le sol en A, et puis s'arrête en un point B. Déduire la variation de l'énergie interne ΔU du système [(M), Terre, Atmosphère] entre O et B.

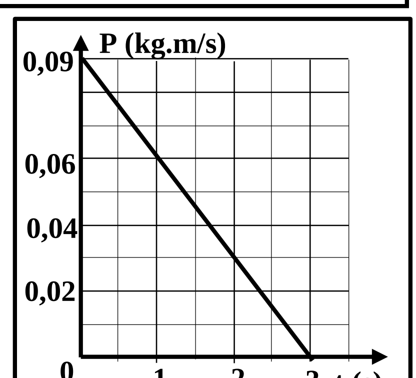
2) Deuxième coup

À un instant $t_0 = 0$, pris comme nouvelle origine de temps, le golfeur frappe (M) à partir du point B. (M) part avec une vitesse $\vec{v}_B = v_B\,\vec{i}$. (M) se déplace suivant une droite horizontale (BC) munie d'un axe x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$. Le but du coup est de faire tomber (M) dans un trou en C, situé à 4,5 m de B (Doc. 3).



Doc. 3

Durant son mouvement, (M) est soumise à une force de frottement $\vec{f}$ de valeur constante f. La courbe du document 4, représente l'évolution de la valeur P de la quantité de mouvement de (M), en fonction du temps, durant son mouvement entre $t_0 = 0$ et $t_1 = 3$ s.



Doc. 4

2.1) En utilisant le document 4, calculer :

- **2.1.1)** la valeur v_B;
- **2.1.2)** la variation $\Delta\vec{P}$ de la quantité de mouvement de (M) entre t_0 et t_1.

2.2) Montrer que f = 0,03N, sachant que $\Delta\vec{P} = (\sum \vec{F}_{ext}).\Delta t$, où $\sum \vec{F}_{ext}$ est la somme des forces extérieures qui s'exercent sur (M) durant $\Delta t = t_1 - t_0$.

2.3) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système [(M), Terre] entre t_0 et t_1.

2.4) Déduire si (M) atteindra le trou en C.

Exercice 2 (5 pts) Capteur de niveau capacitif

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité d'un condensateur dans un capteur de niveau capacitif.
Lire attentivement le document 5 puis répondre aux questions.

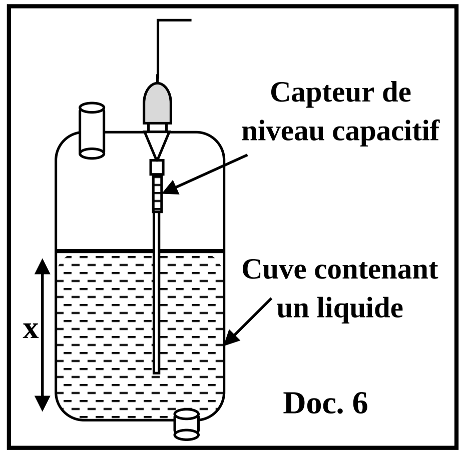
> Le capteur de niveau capacitif utilise un condensateur pour mesurer le niveau d'un produit contenu dans une cuve ou dans un réservoir (Doc. 6). Il peut être utilisé pour mesurer le niveau des liquides, des solides granulaires, des boues etc…
> Le fonctionnement de ce capteur est basé sur la variation de la capacité d'un condensateur. Une augmentation du niveau du produit se traduira par une augmentation de la capacité du capteur.
>
> **www.automation-sense.com**
>
> **Doc. 5**

1) Cuve vide

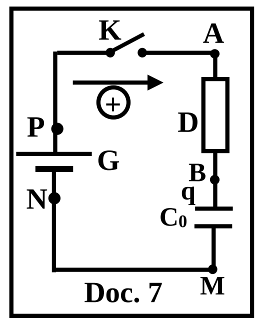
Le capteur est placé dans une cuve vide, la capacité du condensateur est alors C_0. Le document 7 représente un circuit simplifié, utilisé dans un capteur de niveau capacitif. Le circuit comprend en série :

- un générateur idéal (G) de force électromotrice E = 5 V ;
- un conducteur ohmique (D) de résistance R ;
- un condensateur, initialement non chargé, de capacité C_0 ;
- un interrupteur K.

À $t_0 = 0$, on ferme K et la phase de charge du condensateur commence.
À un instant t, l'armature B du condensateur porte une charge q et un courant électrique d'intensité i traverse le circuit.



Doc. 6



Doc. 7

1.1) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la variation de q est de la forme : $\dfrac{dq}{dt} + \dfrac{1}{RC_0} q = \dfrac{E}{R}$.

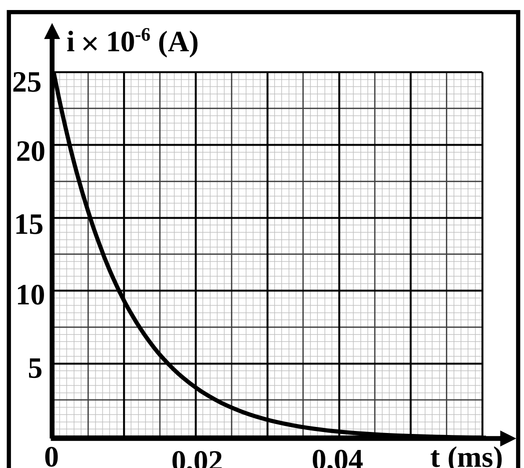
1.2) Montrer que $q = EC_0 - EC_0\, e^{\frac{-t}{RC_0}}$ est une solution de cette équation différentielle.

1.3) Déduire l'expression de i en fonction de E, R, C_0 et t.

1.4) La courbe du document 8, montre l'évolution de i avec le temps. En utilisant le document 8, déterminer :

1.4.1) La valeur de R ;

1.4.2) La valeur de C_0.



Doc. 8

2) Cuve contenant de l'huile

La cuve est remplie d'huile jusqu'à une hauteur x. Le tableau ci-dessous donne pour chaque hauteur x de l'huile, la capacité C correspondante du capteur.

x (cm)	20	40	60	80
C (pF) ; (1 pF = 10^{-12} F)	80	110	140	170

2.1) Tirer du document 5, une phrase qui est en accord avec les résultats obtenus.

2.2) En utilisant l'échelle ci-dessous, tracer, sur le papier millimétré, la courbe représentant l'évolution de C en fonction de x.

- En abscisses : 1cm ↔ 20 cm ;
- En ordonnées : 1cm ↔ 20 pF.

2.3) En se référant à la courbe obtenue, montrer que : C = 50 + 1,5 x (C en pF et x en cm).

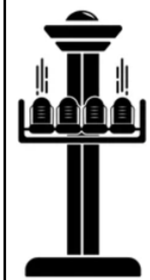
2.4) Déduire de nouveau la valeur de C_0.

2.5) Si la hauteur maximale que peut contenir la cuve d'huile est 1m, déduire la capacité maximale du capteur capacitif utilisé dans ce cas.

Exercice 3 (5 pts) Induction électromagnétique - Freinage d'une tour de chute

Le but de cet exercice est d'étudier le rôle de l'induction électromagnétique dans le freinage de la cabine d'une « tour de chute » qui chute verticalement en grande vitesse. (Doc.9)

Tour de chute

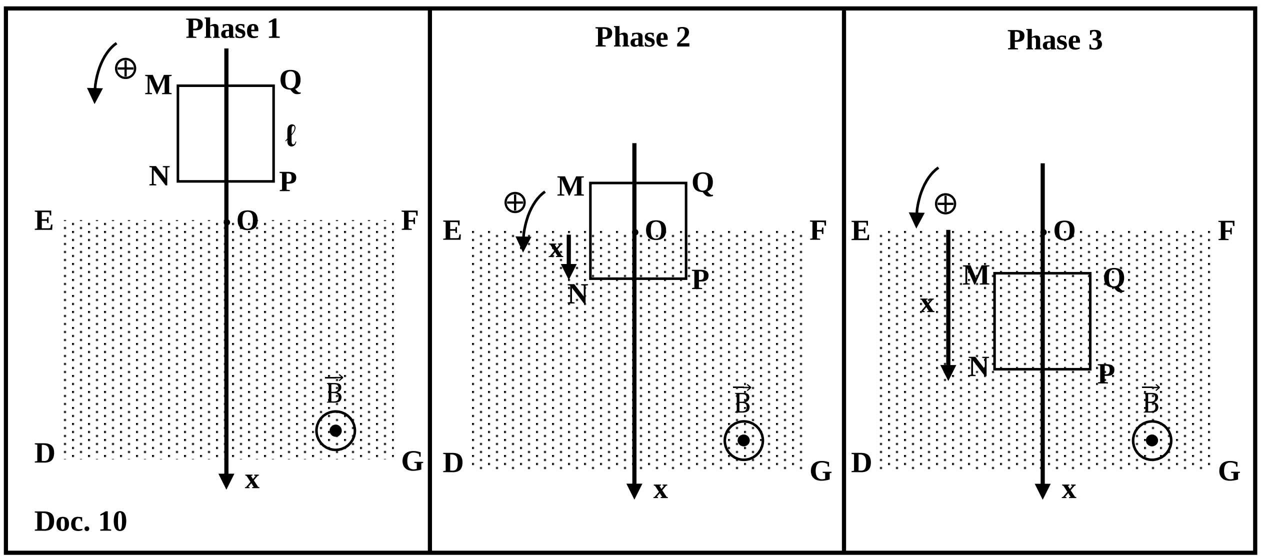


Doc.9

On modélise le circuit du système de freinage par une spire carrée (MNPQ) verticale, indéformable en cuivre, de côté « ℓ » et de résistance R. La spire se déplace dans un plan vertical, elle rentre dans une région rectangulaire (DEFG) où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, de valeur constante et perpendiculaire au plan de la spire. Dans le plan vertical de la spire, on prend l'axe vertical Ox d'origine O le milieu de [EF] et orienté positivement vers le bas. (Doc. 10).

À un instant t, l'abscisse du point N est x et la vitesse de la spire est $v = x' = \dfrac{dx}{dt}$.

- Phase 1: La spire est à l'extérieur du champ magnétique ($x < 0$).
- Phase 2: La spire plonge partiellement dans le champ magnétique ($0 < x < \ell$).
- Phase 3: La spire plonge complètement dans le champ magnétique ($x > \ell$).



Doc. 10

1) Faire correspondre chacune des expressions 1, 2 et 3 à la phase convenable. Justifier.

Expression 1 : Le flux magnétique à travers la spire est nul.

Expression 2 : Le flux magnétique à travers la spire est constant non nul.

Expression 3 : Le flux magnétique à travers la spire augmente.

2) Durant la phase 2 :

2.1) En respectant le sens positif indiqué sur le document 10, déterminer l'expression du flux magnétique Φ à travers la spire en fonction de B, ℓ et x.

2.2) Déterminer l'expression de la f.é.m. induite « e » dans la spire, en fonction de v, B et ℓ.

2.3) L'intensité du courant induit qui traverse la spire, est donnée par $i = \dfrac{e}{R}$; Déterminer l'expression de i en fonction de v, B, R et ℓ.

2.4) Déduire le sens du courant induit traversant la spire.

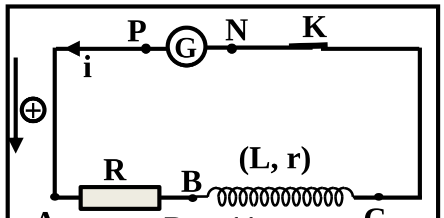
2.5) La force électromagnétique induite (force de Laplace) aidera à ralentir la cabine. Justifier.

3) Durant la phase 3, le freinage par induction électromagnétique n'existe plus. Justifier.

Exercice 4 (5 pts) Auto-induction

Le but de cet exercice est de déterminer la résistance r et l'inductance L d'une bobine par deux méthodes.
Dans ce but on réalise le circuit du document 11 comprenant :

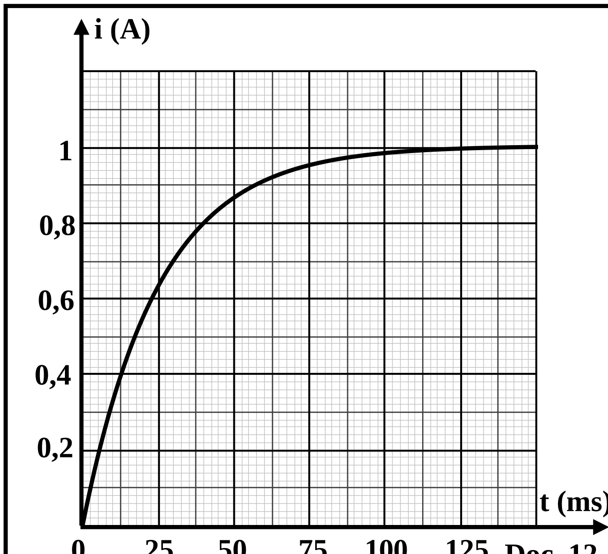
- une bobine d'inductance L et de résistance r;
- un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω;
- un générateur (G);
- un interrupteur K.



Doc. 11

1) Première méthode :

La tension aux bornes du générateur (G) est $u_{PN} = E = 12$ V. À l'instant $t_0 = 0$, K est fermé. À un instant t, le circuit est parcouru par un courant d'intensité i. Le document 12 montre la courbe de l'évolution de i au cours du temps.



Doc. 12

1.1) Montrer que l'équation différentielle qui décrit l'évolution de i au cours du temps est :

$$L\frac{di}{dt} + (R + r)\,i = E.$$

1.2) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $i = I_m\left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}\right)$, où I_m et τ sont des constantes.

Déterminer les expressions de I_m et τ en fonction de E, R , r et L.

1.3) En se référant au document 12, indiquer la valeur de I_m.

1.4) Déduire la valeur de r.

1.5) En utilisant le document 12, déterminer la valeur de constante de temps τ du circuit.

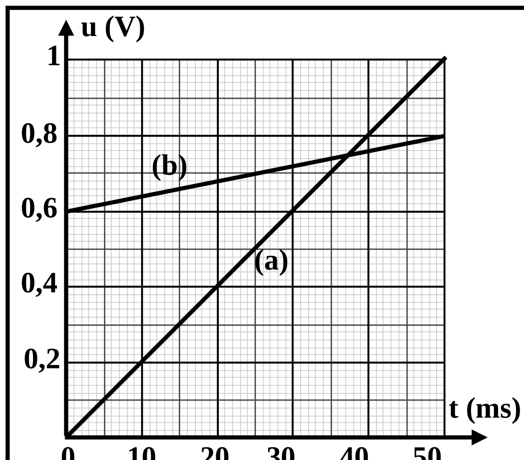
1.6) Déduire la valeur de L.

2) Deuxième méthode :

Le générateur (G) est remplacé par un autre (G') délivrant un courant i, dont l'intensité varie avec le temps, tel que :

$i = 2\,t$ (i en A et t en s).

Les courbes (a) et (b) du document 13, montrent l'évolution avec le temps de la tension $u_{AB} = u_R$ aux bornes du conducteur ohmique et la tension $u_{BC} = u_{bobine}$ aux bornes de la bobine.



Doc. 13

2.1) Ecrire l'expression de u_R en fonction de t.

2.2) Ecrire l'expression de u_{bobine} en fonction de r, L et t.

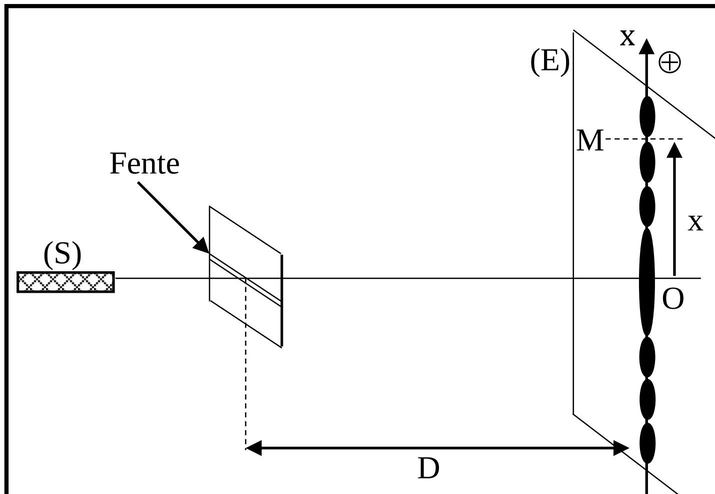
2.3) La courbe (a) représente u_R et la courbe (b) représente u_{bobine}. Justifier.

2.4) En utilisant le document 13, déterminer les valeurs de r et L.

Exercice 5 (5 pts) **Longueur d'onde d'une radiation**

Le but de cet exercice est de déterminer la valeur de la longueur d'onde λ d'une lumière monochromatique émise par une source (S).

La lumière monochromatique, de longueur d'onde λ, tombe normalement sur une fente fine horizontale de largeur « a ». La figure de diffraction est observée sur un écran (E) placé perpendiculairement au faisceau de la lumière incidente, et à une distance D de la fente (Doc. 14).



Doc. 14

M, un point sur (E), est le centre d'une frange sombre d'ordre n (n entier non nul) sur la figure de diffraction.

La position de M est repérée par $x = \overline{OM}$ par rapport à O, où O est le centre de la frange brillante centrale.

Les angles de diffraction dans cet exercice sont de petites valeurs.

Pour de faibles angles, prendre $\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$ en radian.

1) Décrire la figure de diffraction observée sur (E).

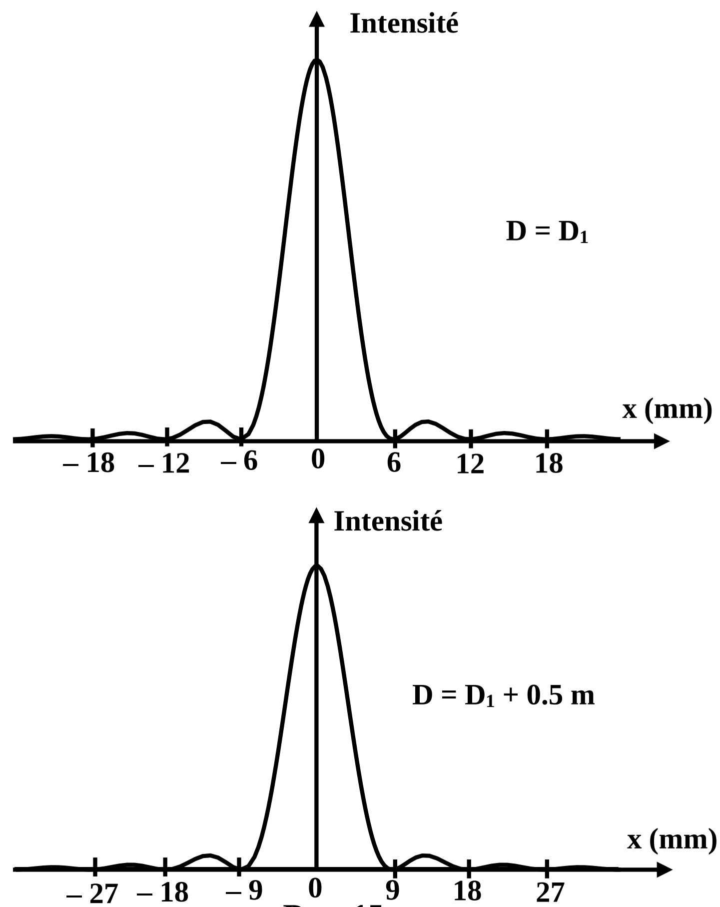
2) Écrire en fonction de n, a et λ, l'expression de l'angle de diffraction θ en M.

3) Montrer que $x = \overline{OM} = \dfrac{n\lambda D}{a}$.

4) L'écran est placé à une distance $D = D_1$ de la fente, le centre de la troisième frange sombre, se trouve à une position $x = x_3$ du côté positif de O.
On éloigne l'écran de 0,5 m, la position du centre de la troisième frange sombre devient $x = x'_3$ du côté positif de O.
Montrer que : $x'_3 - x_3 = 1{,}5\dfrac{\lambda}{a}$

5) On déplace le long de l'axe des x sur l'écran (E), un détecteur sensible à l'intensité de la lumière.
On obtient les courbes du document 15 donnant l'évolution de l'intensité de lumière en fonction de x, pour $D = D_1$ et pour $D = D_1 + 0{,}5$ m.
En utilisant le document 15, préciser les valeurs de x_3 et x'_3.

6) Déduire les valeurs de λ et de D_1 sachant que a = 0,1 mm.



Doc. 15

Exercice 6 (5 pts) Spectre d'émission

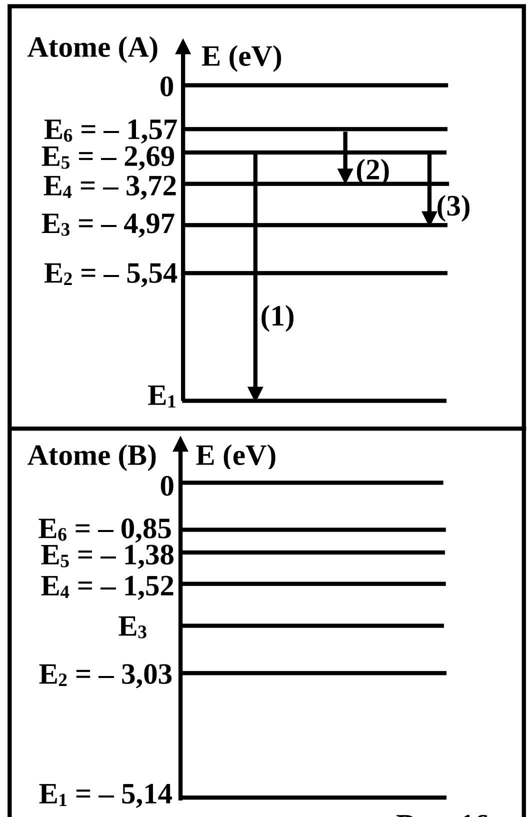
Le spectre d'émission d’un gaz excité est discontinu. Ce spectre permet d'identifier l'élément chimique qui émet le rayonnement. Le but de cet exercice est d'identifier deux gaz, (A) et (B), en utilisant le spectre d'émission de chacun d'eux. Le document 16 montre deux diagrammes simplifiés des niveaux d'énergie des gaz (A) et (B).

On donne :

Constante de Planck : $h = 6{,}627\times10^{-34}$ J·s; 1 eV = $1{,}602\times10^{-19}$ J ;

1nm = 10^{-9} m ;

La vitesse de la lumière dans l'air : $c = 3\times10^{8}$ m/s.



Doc. 16

1) Durant la transition d'un atome d'un niveau n d'énergie E_n au niveau p d'énergie E_p (n > p), il émet un photon de longueur d'onde λ. Montrer que :

$\lambda \cong \frac{1241}{E_n - E_p}$ avec λ en nm et $(E_n - E_p)$ en eV.

2) Identification de l'atome (A)

2.1) L'énergie d'ionisation de l'atome (A) est $E_{ionisation} = 10{,}44$ eV. Déterminer l'énergie E_1 de cet atome quand il est dans l'état fondamental.

2.2) Les flèches 1, 2 et 3 du diagramme énergétique de l'atome (A) représentent trois transitions possibles de cet atome. Préciser si les raies correspondantes à ces transitions sont des raies d'émission ou des raies d'absorption.

2.3) Calculer les longueurs d'ondes λ_1, λ_2 et λ_3 qui correspondent à ces transitions.

2.4) En utilisant le document 17, indiquer le nom de l'atome (A).

3) Identification de l'atome (B)

3.1) L’atome (B) étant à l'état fondamental, reçoit un photon de fréquence $\nu = 7{,}74 \times 10^{14}$Hz et passe au deuxième niveau excité. Montrer que l'énergie E_3 de cet atome vaut $E_3 = -1{,}94$ eV.

3.2) La désexcitation de l'atome (B) du deuxième niveau excité se fait par trois différentes transitions. Indiquer ces trois transitions.

3.3) Les longueurs d'ondes correspondantes à ces transitions sont 387,81 nm, 588,15 nm and 1138,5 nm.

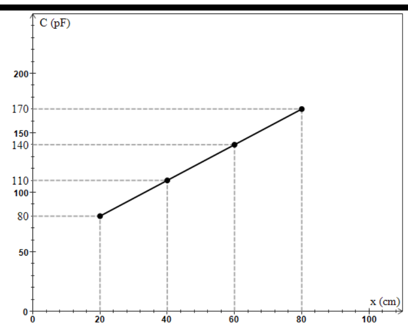
En utilisant le document 17, indiquer le nom de l'atome (B).

Elément chimique	**Quelques longueurs d'onde λ du spectre de raies d'émission (en nm)**			
Azote	395,8	445	504,8	661
Hydrogène	364,6	434	486,1	656
Mercure	160,12	435,4	577,2	544,3
Oxygène	391	397	615,8	700
Sodium	387,81	568,8	588,15	1138,5

Doc. 17

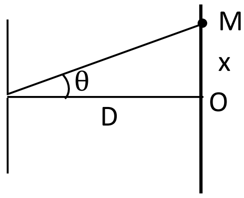
مسابقة الفيزياء
أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (5 pts)	Mouvement d'une balle de golf	
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1.1	La résistance de l'air est négligeable car Em = constante = 2,25 J	**0,25**
1.1.2	Courbe (1) : l'énergie cinétique. Première méthode : Lorsque la balle (M) est lancée vers le haut dans l'air, la vitesse de (M) diminue donc Ec diminue, courbe décroissante juste après la projection. Deuxième méthode : A $t_0=0$, la vitesse de M est non nulle, alors Ec_0 est non nulle. Courbe (2) : l'énergie potentielle de pesanteur. Première méthode : Lorsque la balle (M) est lancée vers le haut dans l'air et s'éloigne du niveau de référence de l'Epp donc Epp augmente, courbe croissante juste après la projection. Deuxième méthode : A $t_0=0$, la hauteur de M est nulle, alors Epp_0 est nulle.	**0,25** **0,25**
1.1.3	A t = 0 s ; Ec = 2,25 J $2,25 = \frac{1}{2} \times 0,045 \times v_0^2$; Donc V_0 = **10 m/s**	**0,25** **0,5**
1.2	Le système [(M) – Terre – Atmosphère] est énergétiquement isolé. Donc son énergie totale est conservée : E = Em + U = constante Par suite, $\Delta U = -\Delta(Em) = -(0 - 2,25)$ = **2,25 J**	**0,75**
2.1.1	$P_B = m\, v_B$; $0.09 = 0.045 \times v_A$; v_A = **2 m/s**	**0,5**
2.1.2	$\Delta\vec{P} = \vec{p}_1 - \vec{p}_0 = -0.09\,\vec{i}\ (kg.\frac{m}{s})$	**0,25**
2.2	$\Sigma\vec{F} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f}$; Composante suivant $\overrightarrow{Ox}$: $\Sigma\vec{F} = -f\,\vec{i}$ $\Delta\vec{P} \cong (\sum \vec{F}_{ext}).\Delta t$ donc $-0.09\,\vec{i} = -f\,\vec{i} \times 3$ par suite f = 0,03 N **<u>Ou bien</u>** : $\Sigma\vec{F} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f}$ mais $m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$ donc $\Sigma\vec{F} = -f\,\vec{i}$ $\Delta\vec{P} \cong (\sum \vec{F}_{ext}).\Delta t$ donc $-0.09\,\vec{i} = -f\,\vec{i} \times 3$ par suite **f = 0,03 N**	**0,25** **0,25**
2.3	$\Delta Em = Em_2 - Em_0 = (Ec_2 + Epp_2) - (Ec_0 + Epp_0) = (Ec_2) - (Ec_0)$ $\Delta Em = \frac{1}{2}\, m\, (v_2^2 - v_A^2) = 0,5 \times 0,045\ (0 - 2^2) =$ **- 0,09 J**	**0,5**
2.4	$\Delta Em = W_{\vec{f}} = -f \times d$; $-0.09 = -0.03 \times d$; **d = 3 m** < 4,5 m La balle s'arrête avant d'atteindre le trou en C.	**1**

Exercice 2 (5 pts)	Capteur de niveau capacitif	
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1	$u_{PN} = u_{PA} + u_{AB} + u_{BM} + u_{MN}$ $E = R\,i + u_C$; mais $i = \frac{dq}{dt}$ et $u_C = \frac{q}{C_0}$ on obtient : $E = R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C_0}$ On divise par R, on aura : $\frac{dq}{dt} + \frac{1}{RC_0}q = \frac{E}{R}$	**0,75**
1.2	$q = EC_0 - EC_0\,e^{-\frac{1}{RC_0}t}$; $\frac{dq}{dt} = \frac{1}{RC_0}\,EC_0\,e^{-\frac{1}{RC_0}t}$; on remplace q et $\frac{dq}{dt}$ dans l'équation différentielle : $\frac{1}{RC_0}\,EC_0\,e^{-\frac{1}{RC_0}t} + \frac{1}{RC_0}(EC_0 - EC_0\,e^{-\frac{1}{RC_0}t}) \stackrel{?}{=} \frac{E}{R}$ on aura : $\frac{E}{R}e^{-\frac{1}{RC_0}t} + \frac{E}{R} - \frac{E}{R}e^{-\frac{1}{RC_0}t} \stackrel{?}{=} \frac{E}{R}$; on aura $\frac{E}{R} = \frac{E}{R}$ ce qu'il fallait démontrer	**0,5**
1.3	$i = \frac{dq}{dt} = \frac{1}{RC_0}\,EC_0\,e^{-\frac{1}{RC_0}t} = \mathbf{\frac{E}{R}\,e^{-\frac{1}{RC_0}t}}$	**0,25**
1.4.1	A $t_0 = 0$ s ; $i = 25 \times 10^{-6} = \frac{E}{R}\,e^{0}$; donc $2{,}5 \times 10^{-5} = \frac{5}{R}$ par suite R = **200 000 Ω = 200 kΩ**	**0,75**
1.4.2	A $t = RC_0$; $i = 25 \times 10^{-6} \times 0{,}37 = 9{,}25 \times 10^{-6}$ A Cette valeur de i correspond à t = 0,01 ms = RC_0 ; par suite $C_0 = 5 \times 10^{-11}$ F = 50 pF	**1**
2.1	Une augmentation du niveau du produit se traduira par une augmentation de la capacité du capteur.	**0,25**
2.2		**0,5**
2.3	L'allure de la courbe est une ligne droite dont le prolongement ne passe pas par l'origine, son équation est de la forme : $C = a\,x + b$; pente = a = (170-80)/(80-20) = 1.5 pF/cm et pour x = 20 cm on a C = 80 pF ; donc 80 = 1.5 × 20 + cte ; cte = 50 pF ce qui donne $C = 50 + 1{,}5\,x$ (C en pF et x en cm)	**0,5**
2.4	$C = 50 + 1{,}5\,x$; lorsque la cuve est vide : x = 0 cm on aura $C = C_0 = 50$ pF	**0,25**
2.5	Pour x_{max} = 1m = 100 cm, on obtient $C_{max} = 50 + 1{,}5\,x_{max}$ = **200 pF**	**0,25**

Exercice 3 (5 pts) **Freinage d'un manège par induction électromagnétique**		
Partie	**Réponse**	**Note**
1	**Expression 1** : Le flux magnétique à travers la spire est nul → phase 1 Car les lignes du champ magnétique ne traversent pas le plan de la spire **Expression 2** : Le flux magnétique à travers la spire est constant différent de zéro → phase 3 Car il n'y a ni variation de B, ni variation de l'angle entre $\vec{B}$ et $\vec{n}$, ni variation de la surface parcourue par les lignes du champ magnétique. **Expression 3** : Le flux magnétique à travers la spire augmente. → phase 2 car la surface $S = x \times \ell$ parcourue par le flux magnétique augmente, x augmente.	**0,5** **0,5** **0,5**
2.1	$\Phi = B.S.\cos(\vec{B}.\vec{n}) = B \cdot x \cdot \ell \cdot \cos(0) = \mathbf{B\,\ell\,x}$	**0,5**
2.2	$e = -\frac{d\Phi}{dt} = -B \cdot \ell . \frac{dx}{dt} = \mathbf{-B\,\ell\,v}$	**0,5**
2.3	$i = \frac{e}{R} = -\frac{B\,\ell\,v}{R}$	**0,5**
2.4	i < 0 donc le sens du courant induit est **contre l'orientation positive choisie** (sens des aiguilles d'une montre).	**0,5**
2.5	Puisque i est de P vers N (sens des aiguilles d'une montre) Le champ magnétique inducteur est sortant de la page Donc la force électromagnétique induite est vers le haut, ce qui va s'opposer à la force de pesanteur et aidera à freiner la cabine. **<u>Ou</u>** Selon la loi de Lenz, la force de Laplace (force électromagnétique) s'**oppose** au mouvement de la spire.	**0,5** **0,5**
3	Le flux magnétique à travers la spire devient constant; alors il n'y a ni une force électromagnétique, ni un courant induit ; par suite la force électromagnétique (force de Laplace) devient nulle. Alors, le freinage électromagnétique n'existe plus.	**0,5**

Exercice 4 (5 pts)	**Auto - induction**	
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1	$u_{PN} = u_{AB} + u_{BC}$; $u_G = u_R + u_{bobine}$ $E = R\,i + r\,i + L\,\frac{di}{dt}$ Donc $(R + r)\,i + L\,\frac{di}{dt} = E$	**0,5**
1.2	$i = I_m\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}) = I_m - I_m\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ donc $\frac{di}{dt} = \frac{I_m}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}}$, On remplace dans l'équation différentielle, on obtient : $(R + r)\,I_m - (R + r)\,I_m\,e^{\frac{-t}{\tau}} + L\,\frac{I_m}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}} = E$ $I_m\,e^{\frac{-t}{\tau}}\,[\frac{L}{\tau} - (R + r)] + (R + r)\,I_m = E$; Cette égalité est vérifiée à tout t, par identification on aura $(R + r)\,I_m = E$ donc $I_m = \frac{E}{R + r}$ Et $I_m\,e^{\frac{-t}{\tau}}\,[\frac{L}{\tau} - (R + r)] = 0$, puisque $I_m\,e^{\frac{-t}{\tau}} \neq 0$ donc $\tau = \frac{L}{R + r}$	**1,25**
1.3	$I_m = 1$ A	**0,25**
1.4	$I_m = \frac{E}{R + r}$; $1 = \frac{12}{10 + r}$; donc $r = 2\ \Omega$	**0,5**
1.5	A $t = \tau$: $i = 0{,}63\,I_m = 0{,}63$ A D'après la courbe : $i = 0{,}63$ A pour $t = \tau = 25$ ms	**0,5**
1.6	$\tau = \frac{L}{R + r}$; $0{,}025 = \frac{L}{12}$; donc $L = 0{,}3$ H	**0,5**
2.1	$u_R = R\,i$ donc $u_R = 20\,t$	**0,25**
2.2	$U_{bobine} = r\,i + L\,\frac{di}{dt}$ donc $u_{bobine} = 2\,r\,t + 2\,L$	**0,25**
2.3	(b) représente u_{bobine}, car $u_{bobine} = 2\,r\,t + 2\,L$ avec r et L des constantes son allure doit être une ligne droite qui ne passe pas par l'origine La courbe (a) est une ligne droite qui passe par l'origine ce qui est accord avec $u_R = 20\,t$.	**0,5**
2.4	$U_{bobine} = 2\,r\,t + 2\,L$ A $t = 0$: $0{,}6 = 2\,L$ donc $L = 0{,}3$ H A $t = 0{,}05$ s : $0{,}8 = 0{,}1\,r + 0{,}6$ donc $r = 2\ \Omega$	**0,25** **0,25**

Exercice 5 (5 pts)	**longueur d'onde d'une radiation**	
Partie	**Réponse**	**Note**
1	On observe sur l'écran : ▪ Alternativement des franges brillantes et sombres ; ▪ La frange centrale est la plus intense et sa largeur est le double de celles des autres franges brillantes ; ▪ La direction des franges d'interférences est perpendiculaire à celle de la fente	**0,75**
2	$\boldsymbol{\theta = \frac{n\lambda}{a}}$	**0,5**
3	On considère le triangle rectangle de sommets O, M et le centre de la fente :  $\tan\theta \cong \theta = \frac{x}{D}$, donc $x = \theta D = \frac{n\,\lambda\,D}{a}$	**0,75**
4	$x_3 = \frac{3\,\lambda\,D_1}{a}$ et $x'_3 = \frac{3\,\lambda\,D_2}{a} = \frac{3\,\lambda\,(D_1+0.5)}{a} = \frac{3\,\lambda\,D_1}{a} + 1.5\,\frac{\lambda}{a} = x_3 + 1.5\,\frac{\lambda}{a}$ Donc : $x'_3 - x_3 = 1.5\,\frac{\lambda}{a}$	**1**
5	Au centre d'une frange sombre on a l'intensité nulle. La troisième intensité nulle à partir du centre O de la frange centrale se trouve à x_3 = 18 mm La troisième intensité nulle à partir du centre O de la frange centrale se trouve à x'_3 = 27 mm	**0,5** **0,5**
6	x_3 = 18 mm et x'_3 = 27 mm. Donc $(27 - 18)\times10^{-3} = 1.5\,\frac{\lambda}{a}$; par suite : $\frac{\lambda}{a} = 6\times10^{-3}$ $\lambda = 6\times10^{-3}\times a = 6\times10^{-7}$ m = 600 nm $x_3 = \frac{3\,\lambda\,D_1}{a}$; $D_1 = \frac{a\,x_3}{3\,\lambda} = \frac{0{,}1\times10^{-3}\times18\times10^{-3}}{3\times600\times10^{-9}} = 1$ m	**0,5** **0,5**

Exercice 6 (5 pts)	Spectre d'émission	
Partie	Réponses	Note
1	$E_{photon} = E_n - E_P$; $\frac{h \times c}{\lambda} = E_n - E_P$; $\lambda = \frac{h \times c}{E_n - E_p} = \frac{6.627 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times 10^9}{(E_n - E_p) \times 1.602 \times 10^{-19}} = \frac{1241.011}{(E_n - E_p)} \cong \frac{1241}{E_n - E_p}$	**0,5** **0,5**
2.1	$E_{ionisation} = E_\infty - E_1$; Donc $E_1 = E_\infty - E_{ionisation} = 0 - 10{,}44 = -10{,}44$ eV.	**0,5**
2.2	Raies d'émission Car l'atome passe d'un niveau plus excité à un niveau moins excité	**0,25** **0,25**
2.3	$\lambda_1 = \frac{1241}{E_5 - E_1} = \frac{1241}{-2.69+10.44} = 160.12$ nm ; $\lambda_2 = \frac{1241}{E_6 - E_4} = \frac{1241}{-1.57+3.72} = 577.2$ nm ; $\lambda_3 = \frac{1241}{E_5 - E_3} = \frac{1241}{-2.69+4.97} = 544.29$ nm	**0,75**
2.4	D'après le tableau du document 17 l'atome « A » est le mercure	**0,5**
3.1	$E_{photon} = E_3 - E_1$; $h \times \nu = E_3 - E_1$; Donc: $E_3 = E_1 - h \times \nu$ $E_3 = -5{,}14 + (\frac{6.627 \times 10^{-34} \times 7.74 \times 10^{14}}{1.602 \times 10^{-19}}) = -1{,}94$ eV	**0,5**
3.2	Transition 1 : $E_3 \rightarrow E_1$ Transition 2 : $E_3 \rightarrow E_2$ Transition 3 : $E_2 \rightarrow E_1$	**0,25** **0,25** **0,25**
3.3	D'après le tableau du document 17 ; l'atome « B » est le **sodium**	**0,5**