UNIVERSITE LIBANAISE

FACULTE DE GENIE

الجامعة اللبنانية
كلية الهندسة

Examen d'entrée 2002-2003 **Durée: 2 heures**

Physique

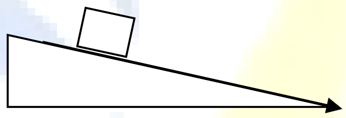
Premier exercice: [7 pts] Energie mécanique

On se propose de déterminer la variation de l'énergie mécanique d'un système entre deux instants donnés.
On se dispose, dans ce but, d'une table à coussin d'air, incliné de 25° sur l'horizontale et de ses accessoires.
Durant son mouvement le mobile autoporteur subit l'action de forces résistantes dues au frottement dont la résultante $\vec{f} = -f\,\vec{i}$ est constante et opposé au vecteur vitesse $\vec{V} = V\,\vec{i}$ (V>0).

Un ordinateur, muni d'un système d'enregistrement, enregistre, à des intervalles de temps τ égaux à 40 ms, l'abscisse x et de la vitesse V du centre d'inertie G de l'autoporteur par rapport par rapport à un axe (O, $\vec{i}$) parallèle à la ligne de plus grande pente. Les mesures sont reportées dans le tableau ci-dessous.

Date	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}
Position	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}	M_{12}
Abscisse x(m)	0,0000	0,0116	0,0271	0,0465	0,0697	0,0968	0,1278	0,1626	0,2013	0,2439	0,2904	0,3407	0,3949
Vitesse V(m/s)	0,2420	0,3388	0,4356	0,5324	0,6292	0,7260	0,8228	0,9196	1,0164	1,1132	1,.2100	1,3068	1,4036

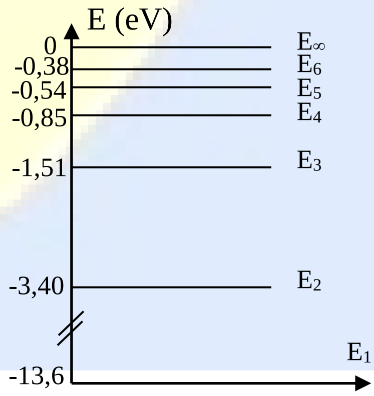
1- Calculer la mesure algébrique de la quantité de mouvement de G aux dates t_o, t_2, t_5, t_7, t_{10}, et t_{12}.
2- Calculer la mesure algébrique de la variation instantanée ΔP de la quantité de mouvement aux dates t_1, t_6 et t_{11}. Comparer les différents résultats.
3- Faire l'inventaire des forces s'exerçant sur le mobile autoporteur.



4- a. Trouver la mesure algébrique F de la somme $\vec{F}$ de ces forces.
b. Déterminer, en appliquant la deuxième loi de Newton, la valeur de f.
5- Calculer le travail W($\vec{f}$) effectué par $\vec{f}$ entre les points M_1 et M_{11}.
6- Calculer la hauteur séparant les plans horizontaux passant par M_1 et M_{11}.
7- a. Calculer l'énergie mécanique du système (autoporteur - Terre) aux dates t_1 et t_{11} sachant que le niveau horizontal passant par M_{11} est choisi comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
b. En déduire la variation ΔE_m de l'énergie mécanique entre les dates t_1 et t_{11}.
A quoi est due cette variation ΔE_m?
c. Comparer ΔE_m à W($\vec{f}$).

Deuxième exercice: [6 pts]: Atome d'hydrogène

A- Niveaux d'énergie



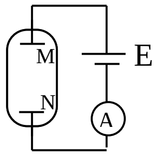
La figure ci-contre montre le diagramme énergétique de quelques niveaux d'énergie E_n d'un atome d'hydrogène.

L'expression qui donne les valeurs respectives de ces énergies est $E_n = -\dfrac{13,6}{n^2}$, où E_n est exprimée en eV et n est un nombre entier.

1- a. Dans quel état se trouve l'atome lorsque son énergie est zéro?
b. L'électron de cet atome est-il lié ou libre?
2- a. Déterminer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène pris dans l'état fondamental.
b. Montrer que l'absorption d'une radiation de longueur d'onde λ = 91,20 nm fait passer l'atome du niveau fondamental à l'état ionisé.

3- a. Montrer que la longueur d'onde λ' de la radiation émise lors de la transition du deuxième état excité au niveau fondamental a pour valeur $\lambda' = 102{,}6$ nm.
   b. La désexcitation du deuxième niveau excité au niveau fondamental se fait par différentes transitions. Calculer les valeurs des énergies des radiations associées à ces transitions.

B- Absorption de radiations



On dispose de deux sources de radiations S_1 et S_2 émettant respectivement les radiations monochromatiques de longueurs d'onde $\lambda_1 = 80$ nm et $\lambda_2 = 102{,}6$ nm, d'une ampoule en verre, transparente aux radiations considérées, équipée de deux électrodes M et N et contenant de l'hydrogène sous faible pression, d'un ampèremètre (A) sensible aux très faibles intensités et d'un générateur de f.é.m. E.

L'ampoule est successivement irradiée par les radiations de longueurs d'onde λ_1 et λ_2.

1- Montrer qu'une de ces deux radiations permet à l'ampèremètre de déceler le passage d'un courant. Préciser le phénomène mis en évidence.
2- L'autre radiation ne provoque le passage d'aucun courant, par contre, elle permet d'obtenir plusieurs radiations dont une est visible. En vous inspirant, du diagramme énergétique:
   a. préciser la cause de l'obtention de ces radiations,
   b. justifier la présence de cette radiation visible.

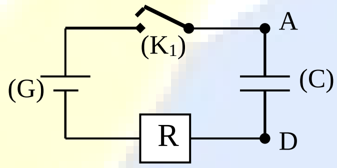
Prendre: $e = 1{,}602\times10^{-19}$ C; $c = 2{,}998\times10^{8}$ m/s; $h = 6{,}626\times10^{-34}$ J.s;
spectre visible: $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750$ nm.

Troisième exercice: [7 pts] Détermination de la fréquence propre f_o d'un circuit (L,C)

On désire déterminer la fréquence propre f_o dans un circuit (R,L,C) par deux méthodes. On dispose, dans ce but, d'un conducteur ohmique (R) de résistance $R = 120\ \Omega$, d'un condensateur (C) de capacité $C = 1\ \mu F$, d'une bobine (B) d'inductance $L = 0{,}06$ H et de résistance négligeable, d'un générateur G_1 pouvant délivrer à ses bornes une tension constante de valeur $U_1 = 6$ V, d'un générateur G_2 pouvant délivrer à ses bornes une tension alternative sinusoïdale u de fréquence f réglable, de deux interrupteurs (K_1) et (K_2) et de fils de connexion.
Prendre $0{,}32\pi = 1$.

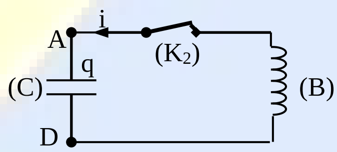
A- Oscillations libres non amorties

I- Charge du condensateur (C)



On réalise le circuit de la figure ci-contre.
On ferme l'interrupteur (K_1). Calculer, en régime permanent, la charge portée par l'armature A et l'énergie emmagasinée dans (C).

II- Circuit oscillant (L,C)

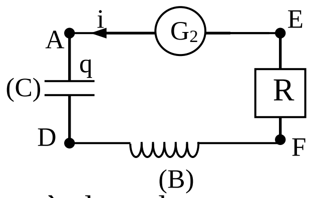


Le condensateur, initialement chargé sous la tension U_1, est relié à la bobine (B) selon le schéma de la figure ci-contre.
On ferme l'interrupteur (K_2) à la date t = 0. A la date t, l'armature A porte la charge q et le circuit est parcouru par un courant d'intensité i.

1- Ecrire, à la date t:
   a. l'expression de l'énergie électrique E_e emmagasinée dans (C),
   b. l'expression de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans (B).
2- En tenant compte de la conservation de l'expression $(E_e + E_m)$:
   a. établir, en dérivant l'expression $(E_e + E_m)$ par rapport au temps, l'équation différentielle qui régit l'évolution, au cours du temps, de la charge q,
   b. en déduire la fréquence propre f_o des oscillations dans ce circuit (L,C).

B- Oscillations forcées.

(C) est initialement déchargé. (G_2), (R), (C) et (B) sont montés en série comme l'indique la figure ci-dessous.



En régime permanent, G_2 délivrant la tension $u = V_A - V_E = U_m \sin(2\pi ft)$, le circuit est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité instantanée i dont l'expression instantanée s'écrit: $i = I_m \sin(2\pi ft - \phi)$.(u en V; i en A; f en Hz; t en s).

1- Etablir, en fonction de I_m, f, t et ϕ, les expressions instantanées des tensions alternatives sinusoïdales $(V_A - V_D)$, $(V_D - V_F)$, $(V_F - V_E)$.

2- a. Donner l'expression instantanée qui résulte de l'additivité des tensions en donnant à t les valeurs particulières:i) t = 0 s et ii) $t = \frac{1}{4f}$

b. Etablir, en fonction de f et U_m, l'expression donnant I_m^2.

3- Déterminer, à partir de l'expression de I_m^2, la valeur numérique f_o' de f pour laquelle I_m^2 prend une valeur maximale.

4- Quel phénomène est-il mis en évidence?

C Comparaison de f_o et de f_o'

Les deux méthodes sont-elles valables?

Examen d'entrée 2002-2003 **Durée: 2 heures**

Solution de Physique

Premier Exercice

1. $P = mV$; $P_0 = 0{,}05324$ kg m/s; $P_2 = 0{,}09583$ kg m/s; $P_5 = 0{,}1597$ kg m/s; $P_7 = 0{,}2023$ kg m/s; $P_{10} = 0{,}2662$ kg m/s; $P_{12} = 0{,}3088$ kg m/s.
2. $\Delta P_1 = m(V_2 - V_0) = 0{,}04259$ kg m/s; $\Delta P_6 = m(V_7 - V_5) = 0{,}04260$ kg m/s; $\Delta P_{11} = m(V_{12} - V_{11}) = 0{,}04260$ kg m/s.
3. Forces: poids $m\vec{g}$; $\vec{N}$ réaction normale du support; $\vec{f}$ force due au frottement.
4. a) $\vec{F} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f}$.

   Projection: $F = mg \sin\alpha - f = 0{,}22 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}2538 - f$.

   b) $F = \dfrac{\Delta P}{\Delta t} = \dfrac{\Delta P}{2\tau}$:

   $0{,}5580 - f = 0{,}04260/0{,}08 \Rightarrow f = 0{,}02550$ N
5. $W(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \vec{d} = -f\,d = -0.02550 \cdot (0{,}3407 - 0{,}0116) = -0{,}00839 \text{ J} \approx -0{,}0084$ J.
6. $h = d \sin\alpha = (0.3407 - 0{,}0116) \sin 15° = 0{,}08517$ m
7. a) $E_m = E_C + E_p = \frac{1}{2}mV^2 + m g z$; $E_{m1} = \frac{1}{2} m V_1^2 + mg h = 0{,}1963$ J; $E_{m2} = \frac{1}{2} m V_{11}^2 + 0 = 0{,}1878$ J;

   b) $\Delta E_m = E_{m2} - E_{m1} = -0{,}0085$ J . Variation due au frottement.

   c) $l\Delta E_m = W(\vec{f})$ aux erreurs de l'expérience près.

Deuxième exercice

A. 1. a) Etat ionisé

b) libre

2. a) $Ei = E_\infty - E_1 = 13.6$ eV.

2. b) $\Delta E = hc/\lambda. = 6{,}626 \cdot 10^{-34}\ 2{,}998\ 10^8/(91{,}2 \cdot 10^{-9} \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}) = 13.596 \approx 13.6 \text{ eV} = E_\infty - E_1$ ou $\lambda = hc/\Delta E$

3. a) $\lambda' = hc/\Delta E = hc/(E_3 - E_1) = 102.56 \approx 102.6$ nm.

3. b) $\Delta E_{31} = -1{,}51 + 13{,}6 = 12{,}09$ eV ; $\Delta E_{32} = -1{,}51 + 3{,}4 = 1{,}89$ eV; $\Delta E_{21} = -3{,}4 + 13{,}6 = 10{,}2$ eV.

B- Puisque $\lambda_1 = 80 \text{ nm} < \lambda = 91.2 \text{ nm} \Rightarrow (E_1) > E_i \Rightarrow$ ionisation de l'atome et émission d'un électron. L'électron en présence d'une d.d.p. E $\Rightarrow$ passage d'un courant. Phénomène d'ionisation.

Troisième exercice

A- I- $Q = C U_1 = 6 \cdot 10^{-6}$ C: $W = \frac{1}{2}C\ U_1^2 = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ J

II- 1. a) $E_e = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}q^2/C$.

1. b) $E_m = \frac{1}{2}Li^2$.

2. a) $\frac{1}{2}q^2/C + \frac{1}{2}Li^2 = \text{constante}$ et $i = \dfrac{dq}{dt} \neq 0$: $\dfrac{1}{C} q \dfrac{dq}{dt} + Li \dfrac{di}{dt} = 0$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{LC} q = 0 \text{ de la forme . } \ddot{q} + \omega_0^2 q = 0 \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{LC}.$$

$\Rightarrow f_0 = \dfrac{\omega_0}{2\pi} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 635$ Hz.

B- 1. $V_A - V_D = q/C = \dfrac{\int i dt}{C} = -\dfrac{I_m}{2\pi f C}\cos(2\pi ft - \phi)$; $V_F - V_E = Ri = RI_m \sin(2\pi ft - \phi)$; $V_D - V_F = L\dfrac{di}{dt} = L2\pi f I_m \cos(2\pi ft - \phi)$.

2. a) $U_m \sin(2\pi ft) = RI_m \sin(2\pi ft - \phi) + L2\pi f I_m \cos(2\pi ft - \phi) - \dfrac{I_m}{2\pi f C}\cos(2\pi ft - \phi)$.

b) Pour t = 0, $\Rightarrow 0 = RI_m \sin(\phi) + [L2\pi f - \dfrac{1}{2\pi f C}]\, I_m \cos(\phi)$;

Pour t = 1/4f, $\Rightarrow U_m = RI_m \cos(\phi) + [L2\pi f - \dfrac{1}{2\pi f C}]\, I_m \sin(\phi)$;

$\Rightarrow$ Calcul: $\dfrac{I_m^2}{R^2 + [L2\pi f - 1/(2\pi f C)]^2}$

3. I_m^2 est max... si.. $[L2\pi f - \dfrac{1}{2\pi f C}] = 0 \Rightarrow f_0^{'} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 653$ Hz.

4. Phénomène de résonance d'intensité.

C- Oui. Car $f_0 = f_0^{'} \approx 653$ Hz.