Université Moulay Ismaïl **Meknès le 27 juillet 2010**

Ecole Nationale Supérieure d'Arts

et Métiers - Meknès

Concours d'entrée en première année de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers – Meknès
Filières : Sciences mathématiques A et B

Matière : Physique
Durée totale : 3h

Remarques importantes : **- La rédaction peut être en français ou en arabe.**
- Cette épreuve est composée de deux parties indépendantes :
*** Une partie Rédaction (les réponses seront rédigées sur la feuille de rédaction).**
*** Une partie R.S.F (les réponses seront notées sur la fiche de réponse).**

Partie Rédaction

Exercice 1 (Rédiger les réponses sur la feuille de rédaction)

La loi d'attraction universelle, appliquée à deux corps de masses m_1 et m_2 dont les centres sont à la distance d s'écrit :

$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$. Où G étant une constante égale à $6{,}67.10^{-11}$ (SI).

1- Exprimer l'accélération de pesanteur g_0 au niveau du sol en fonction de G, du rayon R de la terre et de la masse M de la terre, supposée concentrée en son centre.

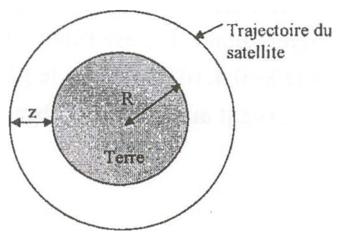
2- Sachant que R= 6400 km, calculer M. On donne au niveau du sol $g_0 = 9{,}8\ m/s^2$

3- Exprimer, en fonction de g_0, R et z, l'intensité g de la pesanteur à l'altitude z (z est mesurée par rapport au niveau du sol).

4- Montrer que si z est très petit devant R, l'accélération de pesanteur g est une fonction linéaire de z.

On donne : $\frac{1}{(1+x)^2} \approx 1 - 2x$ quand x est négligeable devant 1.

5- Un satellite artificiel de masse m évolue à très haute altitude, où la valeur de g est celle trouvée à la question 3-, en décrivant un cercle concentrique à la terre dans le plan de l'équateur (voir figure ci-contre).



a- En appliquant le principe fondamental de la dynamique, exprimer la vitesse du satellite en fonction de g_0, R et z.

b- Calculer cette vitesse pour z = 36000 km ?

c- Quelle est la durée d'une révolution ? L'exprimer en secondes et en heures. Conclure.

Pour les questions 6 et 7, on supposera que le centre de l'orbite circulaire est déplacé par rapport au centre de la terre. Le point A de cette orbite le plus rapproché à la terre a une altitude z_A= 20000 km, le point B le plus éloigné à une altitude z_B= 36000 km. La vitesse au point B est celle trouvée en 5-b.

6- On prendra sur toute l'orbite une valeur constante de **g** égale à celle qu'on calcule pour z = 36000 km d'après la question 3. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer l'expression et la valeur de la vitesse au point A.

7- On veut maintenant faire un calcul plus exact de la vitesse au point A. On tient alors compte de la variation de g en fonction de z.

a- Sachant que la variation de l'énergie potentielle de pesanteur correspondant à une variation dz de z est donnée par : $dE_{pp} = Fdz$ où **F** est le module de la force d'attraction à l'altitude z. Déterminer l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur $E_{pp}(z)$ à une altitude z en fonction de g_0, R, z et m. On prendra le niveau du sol comme référence $E_{pp}(z=0)=0$.

b- En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, déterminer numériquement la vitesse au point A.

Partie R.S.F

Les cinq exercices de cette partie sont indépendants.

Exercice 2 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

Un ressort **AB** de masse négligeable, de constante de raideur k = 50 N/m est fixé par son extrémité A à un point fixe. On accroche à l'extrémité B un corps solide S assimilé à un point matériel de masse m = 50g. Le solide S est écarté **de sa position d'équilibre**, verticalement, vers le bas d'une longueur a = 5mm.

1- Déterminer l'expression, puis la valeur numérique de la période T des oscillations du corps S.

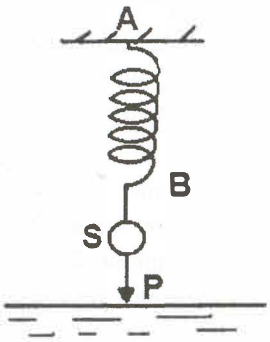
2- A l'instant t=0, le centre d'inertie G de S passe par sa position d'équilibre G_0 en allant vers le bas, dans le sens positif. On repère la position de G par son abscisse y(t) sur une droite d'origine G_0, orientée vers le bas.

a- Donner l'équation y(t) du mouvement.

b- Déterminer les instants de t_k pour lesquelles l'énergie cinétique est maximale en fonction de T et k (k est un entier).

3- On fixe sur la partie inférieure de S une pointe verticale de masse négligeable (voir figure ci-dessous). L'extrémité de cette pointe est animée du mouvement étudié précédemment (question 2) et vient frapper au point P la surface d'une nappe d'eau. L'amplitude des ondes circulaires concentriques qui se propagent à partir de P est a=5 mm.

a- La distance qui sépare deux crêtes successives est 12 cm. En déduire la longueur d'onde λ.



b- Donner la vitesse V de propagation de l'onde en fonction de λ et T. Calculer sa valeur.

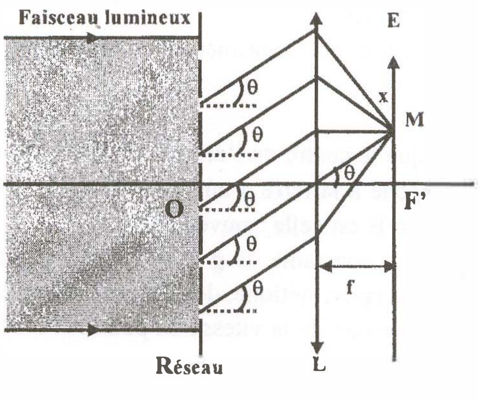
4- On place sur l'eau, à la distance d à partir de P, un morceau ponctuel de liège (L) (L'amortissement des ondes à la surface d'eau est négligeable).

a- Quelle est la valeur minimale d_{min} prise par d pour que les vibrations en P et en L soient en phase.

b- A un instant t_0 on mesure une élongation A de la vibration en P. A quelle instant t_1 après t_0 on retrouve cette même élongation en L (On exprime t_1 en fonction de t_0, d, λ et T)?

Exercice 3 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

Un réseau par transmission de pas $a = 10^{-6}$ m , disposé devant une lentille convergente (L) de distance focale f=10 cm , et de foyer image F', est éclairé sous une incidence normale par un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda=0{,}4.10^{-6}$m . Dans le plan focal de la lentille on place un écran (E). Tous les rayons diffractés dans la direction θ convergent au point M d'abscisse x par rapport à l'axe (F'x) (figure ci-dessous).



1- Donner la relation entre x et θ.

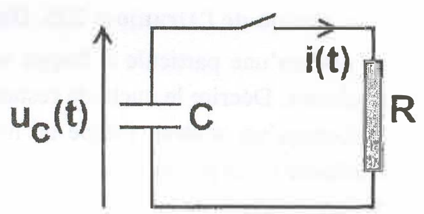
2- Déterminer en fonction de a et θ, l'expression de la différence de marche δ entre deux rayons successifs difractés dans la direction θ.
3- Déterminer en fonction de a, k et λ, l'expression de $\sin(\theta_k)$ (θ_k : l'angle correspondant à l'ordre k (k est un entier relatif)).
4- Quelles sont les valeurs numériques de tous les ordres possibles.
5- On incline maintenant le faisceau lumineux d'un angle θ_0 par rapport à la normale au réseau.
a- Que devient l'expression de $\sin(\theta_k)$ (θ_k est défini à la question 3).
b- Sachant que la tâche lumineuse de l'ordre 2 correspondant à l'incidence normale du faisceau s'est déplacée au foyer F' quand le faisceau est incliné de θ_0. Déterminer l'expression donnant θ_0 puis calculer sa valeur en degré.

Exercice 4 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène vérifient la relation $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ où n étant un entier naturel non nul et E_0=13,6 eV . On donne h = $6{,}62.10^{-34}$ J.s (constante de Plank) ; c= $2{,}998.10^{8}$ m/s et 1eV=$1{,}602.10^{-19}$J.
1- Quelle est l'énergie d'ionisation E_i de l'atome d'hydrogène quand il est à son état fondamental (n=1).
2- Déterminer l'expression de la vitesse minimale V_{min} d'un électron de masse m qui rentre en choc avec un atome d'hydrogène au repos et permettant de l'exciter depuis l'état fondamental jusqu'à l'état correspondant au niveau n.
3- a- Déterminer l'expression de la longueur d'onde λ du rayonnement émis par l'atome d'hydrogène quand il passe de l'état excité d'énergie E_n ($n \geq 2$) à l'état fondamental, en fonction de n, h, c et E_0.
b- Pour quelle valeur de n la longueur d'onde est minimale. En déduire la valeur numérique de λ_{min} .

Exercice 5 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

Un condensateur de capacité **C=100 microfarads** est préalablement chargé sous la tension **U = 1000 V**. On installe ce condensateur dans un circuit comportant une résistance **R=100 kΩ** et un interrupteur (figure ci-contre). On ferme l'interrupteur à l'instant **t = 0 s.**



1- A l'instant de la fermeture, Calculer la différence de potentiel entre les armatures du condensateur **u_C = U_0 (en V)** et le courant **i_0 (en mA)** dans le circuit.
2- A l'instant de la fermeture, la différence de potentiel entre les armatures du condensateur montre une tendance à la diminution. Calculer **(en V/s)** la pente de la tangente à l'origine de la tension aux bornes du condensateur.
3- Calculer la différence de potentiel **u_{C10} (en V)** aux bornes du condensateur à l'instant **t = 10 s.**
4- Calculer la valeur du courant **i_{50} (en µA)** dans le circuit à l'instant **t = 50 s.**

Exercice 6 (Donner les réponses sur la fiche de réponse)

Les trois parties A, B et C sont indépendantes.

A- La radioactivité est utilisée dans le traitement des tumeurs et des cancers: c'est la radiothérapie. Le principe consiste à bombarder une tumeur avec le rayonnement β^- émis par le "cobalt 60". Dans certains cas, il faut une source radioactive plus ionisante: on utilise un rayonnement de type alpha, plus massif que les autres. La découverte de la radioactivité a donné aux sciences, à la médecine et à l'industrie un élan qui ne s'est pas ralenti.
Le cobalt $^{60}_{27}Co$ est émetteur **β^-** de constante radioactive **$\lambda = 4\times10^{-9}$ s^{-1}**.
1- Écrire l'équation de désintégration du "cobalt 60". On supposera que le noyau fils est produit dans un état excité.
Données:
Extrait de la classification périodique:

$_{25}$**Mn**	$_{26}$**Fe**	$_{27}$**Co**	$_{28}$**Ni**	$_{29}$**Cu**

Constante d'Avogadro: $6{,}02\times10^{23}$ mol^{-1}
Masse molaire atomique du cobalt 60 : 60 g.mol^{-1}

2- Un centre hospitalier reçoit un échantillon de "cobalt 60".

2.1- Déterminer le nombre $\mathbf{N_0}$ de noyaux contenus dans l'échantillon de **1µg** à l'instant de sa réception dans l'établissement hospitalier.

2.2- Donner l'expression liant **dN, dt, λ et N** dans laquelle **N** représente le nombre de noyaux encore présents dans l'échantillon à l'instant de date t et **dN** étant le nombre de désintégrations pendant une courte durée **dt.**

2.3- En déduire l'expression de **dN** en fonction de **dt, λ, $\mathbf{N_0}$ et t.**

Le technicien du laboratoire est chargé de contrôler cette source, tous les ans. A l'aide d'un compteur, il détermine le nombre de désintégrations qu'un échantillon radioactif produit par seconde. Ce nombre est appelé activité A définie par : $A = \frac{-dN}{dt}$. L'activité peut se mettre alors sous la forme $\mathbf{A = A_0.e^{-\lambda.t}}$.

2.4- Que vaut littéralement $\mathbf{A_0}$?

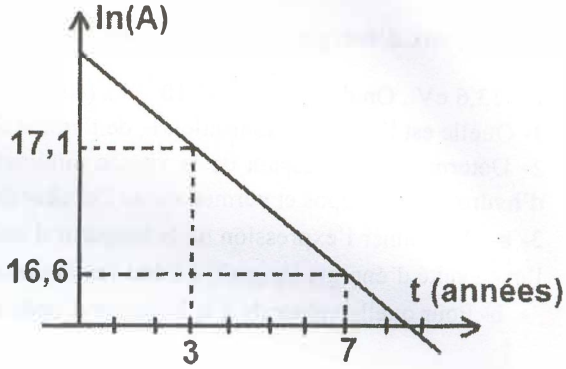
2.5- On trace à l'aide d'un logiciel approprié le graphe du logarithme de l'activité A en fonction du temps: **ln (A)** = f **(t)** (figure ci-contre).

Exprimer **ln (A)** en fonction de **t, λ et $\mathbf{A_0}$** : activité initiale de l'échantillon à l'instant de sa réception.

2.6- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de désintégration radioactive λ en $\mathbf{an^{-1}}$.

2.7- Donner la relation entre $t_{1/2}$ (temps de demi-vie) et λ.

2.8- Calculer $\mathbf{t_{1/2}}$ **en s.** On donne : **1 an = 3,156 × 10 ^{7} s.**



B- Fission de l'Uranium 235. Déchets radioactifs subsistant au bout d'un siècle.

3- Lorsqu'une particule α frappe un noyau de béryllium ${}^{9}_{4}Be$, un neutron est émis. Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire. Décrire le nucléide restant.

4- Lorsqu'un neutron frappe un noyau d'Uranium ${}^{235}_{92}U$, il se produit une fission. Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire si les produits de la fission sont le strontium ${}^{94}_{38}Sr$ et le xénon ${}^{140}_{54}Xe$.

5- Les produits de la fission sont radioactifs et se transmutent en d'autres produits radioactifs. L'ensemble de tous ces produits de la fission constitue les « déchets radioactifs ». Parmi ces déchets, on trouve le strontium ${}^{90}Sr$ de demi-vie 25 ans et le césium ${}^{137}Cs$ de demi-vie 33,333 ans. Un déchet contient 8 mg de strontium ${}^{90}Sr$ et 8 mg de césium ${}^{137}Cs$.

Quelle quantité (en mg) de ces éléments restera-t-il dans ce déchet un siècle (100 ans) plus tard ?

C- Une centrale nucléaire type PWR (réaction à eau ordinaire pressurisée) utilise comme combustible de l'uranium enrichi en uranium ${}^{235}_{92}U$.

6- Un noyau d'uranium ${}^{235}_{92}U$ peut absorber un neutron. Parmi les réactions possibles, il ya celle où apparaissent 2 nucléides radioactifs ${}^{144}_{56}Ba^*$ et ${}^{89}_{36}Kr^*$. Ecrire l'équation de cette réaction. S'agit-t-il d'une fission ou d'une fusion nucléaire ?

7- Chaque noyau d'uranium 235 libère en moyenne une énergie de 200 MeV au cours de la réaction précédente ; 30 % de cette énergie est transformée en énergie électrique. Une « tranche » d'une centrale nucléaire (type PWR) fournit une puissance électrique de 920 MW.

Calculer en kilogrammes la consommation journalière de ${}^{235}U$ dans cette centrale. On donne la masse d'un noyau d'uranium 235 : approximativement 235 u.

On donne : **Unité de masse atomique : 1 u = 1,66.10^{-27} kg ; 1 eV = 1,6.10^{-19} J.**