

SESSION INTENSIVE DE MAI 2021 : EPREUVE DE PHYSIQUE

Quelques constantes et unités :

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
intensité de la pesanteur à la surface de la terre : $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$
constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} / c^2$
masse de la terre : $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ Kg}$; distance terre- soleil : $d = 1,5 \times 10^8 \text{ km}$;
constante de gravitation universelle $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

PARTIE A : EVALUATION DES RESSOURCES / 24pts

Exercice 1 : VERIFICATION DES SAVOIRS / 08pts

- 1) Donner l'expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur de capacité C chargé sous une tension U. 0,5pt
- 2) Quels risques font courir les surtensions à la résonance dans un dipôle RLC ? 1pt
- 3) Définir capteur dans une chaîne électronique puis donner un exemple de capteur de température 1pt
- 4) Expliquer le principe du traçage radioactif puis donner une de ses applications en médecine. 1,5pt
- 5) Concernant l'interaction des photons avec la matière : définir couche de demi-atténuation (CDA) puis donner son expression en fonction du coefficient d'atténuation linéique 1pt
- 6) Donner l'expression de la capacité équivalente C de deux condensateurs de capacités respectives C_1 et C_2 associés en cascade. 0,5pt
- 7) On réalise une expérience d'interférences avec une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . On utilise une fente source F avec laquelle on éclaire deux fentes verticales fines F_1 et F_2 séparées par une distance a et située à égale distance de F. A une distance D des deux fentes, on place un écran vertical permettant d'observer les interférences.
 - 7-1) Expliquer qualitativement le phénomène d'interférences observé sur l'écran. 1pt
 - 7-2) Quelle condition doit remplir la différence de marche pour que l'intensité lumineuse soit nulle en un point de l'écran ? 0,5pt
 - 7-3) Décrire ce que l'on observerait sur l'écran si la fente source F était éclairée par la lumière blanche. 1pt

Exercice 2 : Application des savoirs et savoir-faire/ 8pts

1) La sonde spatiale SOHO et le point de Lagrange / 5pts

La sonde spatiale SOHO est un satellite qui a été mis en orbite par la fusée Atlas II. Elle a pour mission d'étudier la structure interne du soleil, la chaleur de son atmosphère et les origines du vent solaire.

1) Au décollage le mouvement de la fusée Atlas II est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. La fusée et son équipement (y compris la sonde) ont une masse $M = 850 \text{ tonnes}$ supposée constante pendant le décollage. La force \vec{F} générée par les propulseurs a une intensité de $16 \times 10^6 \text{ N}$ durant le décollage.

- 1-1) Déterminer la vitesse en km/h de la fusée 15 secondes après son décollage. 1,5pt

1-2) Le soleil de centre S et de masse M_S et la terre de centre T et de masse M_T sont à considérés comme des astres présentant une répartition de masse à symétrie sphérique. On admet que le mouvement de la terre autour du soleil est circulaire uniforme de période $T = 365,25$ jours et de rayon d . En supposant que la terre ne subit que l'action du soleil déterminer la masse du soleil. 1pt

1-3) Le satellite SOHO, assimilé à un point P de masse m , est placé en un endroit très particulier du système solaire située entre la terre et le soleil appelé point de Lagrange P_1 , située à la distance L du centre de la terre. Il décrit autour du soleil une orbite de rayon de rayon b . Les centres S, P et T sont constamment alignés.

a) En appliquant le théorème du centre d'inertie au satellite montrer que

$$\frac{M_T}{M_S} = L^2 \left[\frac{1}{(d-L)^2} - \frac{(d-L)}{d^3} \right] \quad 1,5\text{pt}$$

1-4) Tenant compte du fait que le point de Lagrange P_1 est beaucoup plus près du centre de la terre que de celui du soleil on peut faire l'approximation $\frac{L}{d} \ll 1$, montrer alors que $\left(\frac{L}{d}\right)^3 = \frac{M_T}{3M_S}$ puis calculer L situant le point de Lagrange par rapport à la terre. 1pt

2) Aspect corpusculaire de la lumière / 3pts

Une lampe à hydrogène émet dans le visible les radiations de longueurs d'onde respectives dans le vide $\lambda_1 = 656,27$ nm ; $\lambda_2 = 486,13$ nm ; $\lambda_3 = 435,05$ nm et $\lambda_4 = 410,17$ nm.

Une lampe à hydrogène de puissance $P_s = 20$ W, émet uniformément des radiations dans toutes les directions dans un milieu homogène et non absorbant. Cette lampe éclaire la cathode C d'une cellule photoélectrique au potassium ayant une surface utile $S = 20$ cm², et située à une distance $R = 125$ cm de la lampe. Le travail d'extraction du potassium $W_0 = 2,20$ eV.

2-1) Parmi les radiations ci-dessus, préciser en justifiant les radiations qui peuvent provoquer l'émission photoélectrique. 0,75pt

2-2) A l'aide d'un filtre, on éclaire la cellule par la lumière bleue de longueur d'onde λ_2 . Le générateur est réglé de façon à permettre à l'anode (A) de capter tous les électrons émis par la cathode dont le rendement quantique est $\eta = 0,875\%$.

- a) Déterminer l'intensité du courant traversant le circuit. 1,5pt
 b) Déterminer le potentiel d'arrêt de cette cellule. 0,75pt

Exercice 3 : Utilisation des savoirs et savoir-faire / 8pts

On considère le dispositif mécanique ci-dessous :

- Le ressort à spires non jointives a une masse négligeable et une constante de raideur k ; son axe reste horizontal au cours de l'expérience.
- Les fils sont inextensibles et de masse négligeable ;
- La poulie à double tambour possède un moment d'inertie J par rapport à son axe et, les deux tambours ont des rayons R et r tels que $R = 2r$.
- Le solide (S) de masse m est posé sur une table à coussin d'air inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. On associe au centre d'inertie G du solide un axe $x'x$ parallèle au plan de la table, et orienté vers le bas.

Le solide est écarté de sa position d'équilibre vers le bas sur une distance de X_m puis lâché sans vitesse initiale. Le solide S effectue alors des oscillations autour de sa position d'équilibre, suivant l'axe $x'x$. On néglige les frottements sur l'axe de la poulie.

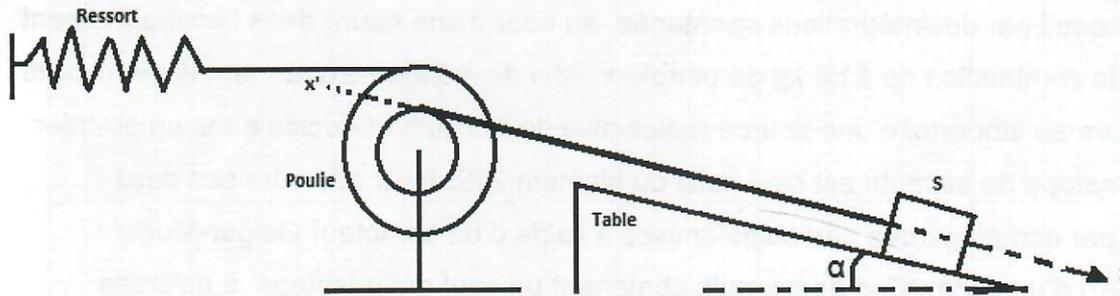
- 1) Etablir l'expression de l'allongement a_0 du ressort à l'équilibre en fonction de m , k , g et α . 1,5pt
 2) Montrer que l'abscisse x du centre d'inertie G du solide vérifie l'équation différentielle :

$$\ddot{x} + \frac{4k}{m + \frac{J}{r^2}} x = 0 \quad 2,5\text{pts}$$

3) le système en oscillations bat la seconde.

- 3-1) Déterminer le moment d'inertie J de La poulie à double tambour. 1,25pt

- 3-2) Etablir la loi horaire $x = f(t)$ du mouvement du centre d'inertie de S si on considère qu'à la date $t=0$, S passe par sa position d'équilibre dans le sens des élongations décroissantes. 1,5pt
- 3-3) Déterminer la vitesse du solide S au passage par sa position d'équilibre. 1,25pt
- Données : $m = 800 \text{ g}$; $r = 5 \text{ cm}$; $k = 0,2 \text{ N.cm}^{-1}$; $\alpha = 20^\circ$; $X_m = 20 \text{ cm}$.



PARTIE B : EVALUATION DES COMPETENCES / 16 PTS

Exercice 4 : Situation problème 1 : Identification d'un dipôle/ 06pts

Lors d'une séance de TP Un groupe d'élève doit déterminer la nature d'un dipôle (D) et ses grandeurs caractéristiques. Pour cela il réalise le montage de la figure 1 où le dipôle (D) est monté en série avec un conducteur ohmique de résistance $R=100\Omega$ et un GBF de tension sinusoïdale dont la fréquence et la tension efficace sont réglables. Il utilise un oscillographe dont le balayage horizontal $5 \times 10^{-2} \text{ ms/div}$. Il réalise alors les deux expériences suivantes :

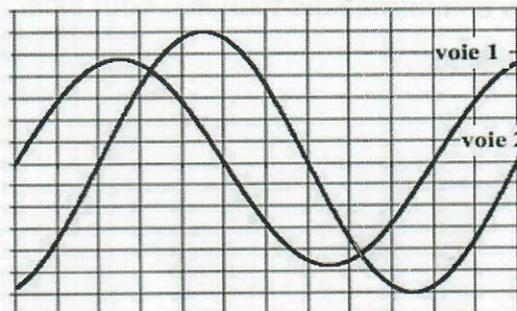
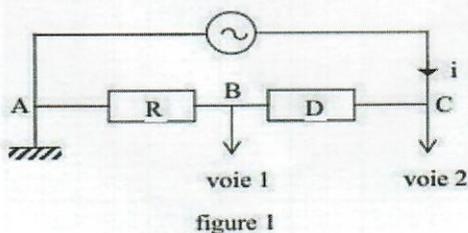
Expérience 1 : l'oscillographe étant branché selon le schéma de la figure 1, pour une valeur N_1 de la fréquence du GBF il obtient les oscillogrammes de la figure 2.

Expérience 2 : La tension efficace aux bornes du générateur étant maintenue constante à la valeur $U_0 = 12 \text{ V}$, le groupe insère un ampèremètre dans le circuit de la figure 1 puis fait varier la fréquence du GBF. Pour une fréquence $N_0 = 2150 \text{ Hz}$ il constate alors que les tensions visualisées par les deux voies de l'oscilloscope branchés comme à l'expérience 1 sont en phases et l'ampèremètre indique $I_0 = 107 \text{ mA}$. Les membres du groupe formule alors les trois hypothèses ci-dessous sur la nature dipôle (D) :

hypothèse 1 : (D) est une bobine de résistance r et d'auto inductance L

hypothèse 2 : (D) est un condensateur de capacité C .

hypothèse 3 : (D) est une bobine de résistance r et d'auto inductance L en série avec un condensateur de capacité C .



Balayage : $5 \times 10^{-2} \text{ ms/div}$

- 1) Exploite les résultats des deux expériences pour te prononcer sur les différentes hypothèses puis détermine les grandeurs caractéristiques du dipôle D. 06pts

Exercice 5 : Situation –problème 2 : / 10pts

L'élève Kader est jeune africain vivant aux USA qui est passionné des phénomènes nucléaires. Il a lu dans une revue scientifique l'assertion suivante : « un échantillon contenant initialement 169,6 mg de bismuth 212 produit par désintégrations spontanée au bout d'une heure dans l'environnement autant d'énergie que la combustion de 11,4 kg de pétrole » Afin de vérifier expérimentalement cette assertion, Kader trouve au laboratoire une source radioactive de bismuth et décide dans un premier temps de vérifier si l'isotope de bismuth est bien celle du bismuth 212. Pour atteindre ses deux objectifs il détermine par comptage des particules émises à l'aide d'un compteur Geiger-Muller l'activité radioactive $A(t)$ d'un échantillon de bismuth contenant un seul radio-isotope à diverses dates t ; puis calcule ensuite $\ln A(t)$; les résultats sont groupés dans le tableau ci-dessous :

Date t (h)	01	02	03	04	05	06	07	08
$\ln A(t)$	36,02	33,90	31,87	29,79	27,71	25,64	23,56	21,52

NB : \ln représente le logarithme népérien.

Données :

- $^{212}_{83}\text{Bi}$ est émetteur alpha de période radioactive $T = 20$ minutes.
- Pouvoir énergétique du pétrole : $4,2 \times 10^{10}$ J par tonne de pétrole soit 1tep (tonne équivalent pétrole)
- Masse de quelques nucléides .

Nucléides ou particules	α	$^{208}_{81}\text{Tl}$	$^{210}_{82}\text{Pb}$	$^{212}_{83}\text{Bi}$	$^{210}_{84}\text{Po}$
Masse en (u)	4,0015	207,93754	206,0385	211,94571	210,0482

- 2) En te servant de la représentation graphique de $\ln A(t)$ en fonction de t , en lien avec tes connaissances et les données, examine si la source de bismuth trouvée par Kader au laboratoire est effectivement une source de bismuth 212. Echelles : 10mm pour 1h et 5mm pour $\ln A = 2$. 5pts
- 3) Exploite les données et informations fournies pour aider Kader à vérifier la véracité de l'assertion lue dans la revue scientifique. 5pts

Document à remettre avec la copie

