Physique

Baccalauréat Scientifique Session de 2001

Série C

EXERCICE I **4 points**

1. Football: coup franc direct

On se propose d'étudier un coup franc direct en football en faisant les hypothèses simplificatrices suivantes:

Le ballon est une sphère de rayon r = 15 cm sur laquelle l'influence de l'air est négligeable. Le champ de pesanteur est uniforme et a une valeur de 10 N/kg. Le ballon est posé sur le sol horizontal, face au but de hauteur h = 2,44 m et à une distance d = 25,0 m de celui-ci. On définit un repère orthonormé $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$. L'origine O est le centre du ballon posé sur le sol, i est dirigé perpendiculairement vers le but et i selon la verticale ascendante. Le joueur, tirant le Coup franc, communique au ballon une vitesse initiale v_0 dans le plan $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$, inclinée par rapport à l'horizontale d'un angle $\alpha = 30$ °.

1.1. Schématiser la situation

1.2. Montrer que la trajectoire du centre du ballon est plane.

1.3. Déterminer l'équation de cette trajectoire dans le repère orthonormé $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ en fonction de g , a et v_0.

1.4. Quelle doit être la vitesse initiale du ballon pour qu'il pénètre dans le but au ras de la barre transversale? (ne pas oublier la dimension du ballon)

1.5. De quel temps (entre l'instant du tir et celui de j'arrivée du ballon sous la barre) dispose le gardien du but pour évaluer la trajectoire et intercepter

EXERCICE II **4 points**

Détermination de la capacité d'un condensateur

Pour déterminer la capacité C d'un condensateur, on dispose du matériel suivant:

- un oscilloscope bicourbe
- un générateur délivrant une tension alternative, sinusoïdale, de valeur efficace constante U=5V de fréquence variable;
- deux voltmètres;
- un conducteur ohmique de résistance R = 250Ω;
- une bobine d'inductance L = 0,20 H et de résistance négligeable devant R.

Premier montage: On branche en série, le générateur, le conducteur ohmique, la bobine et le condensateur.

1. Faire un schéma du montage et indiquer comment relier l'oscilloscope pour visualiser:
   - la tension u(t) aux bornes du générateur;
   - l'intensité i(t) dans le circuit.

   Faire figurer sur le schéma u(t) et i(t).
2. On fait varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur pour atteindre la résonance d'intensité.

   Donner un moyen de vérifier que la résonance est atteinte

CollectionBrain

Comment faut-il procéder pour mesurer la fréquence de résonance f_0 à l'oscillographe?

La mesure donne f_0= 200 Hz. En déduire une valeur de la capacité C du condensateur,

Deuxième montage

On branche en série le conducteur ohmique, le condensateur et le générateur dont la fréquence est fixée à 200 Hz.

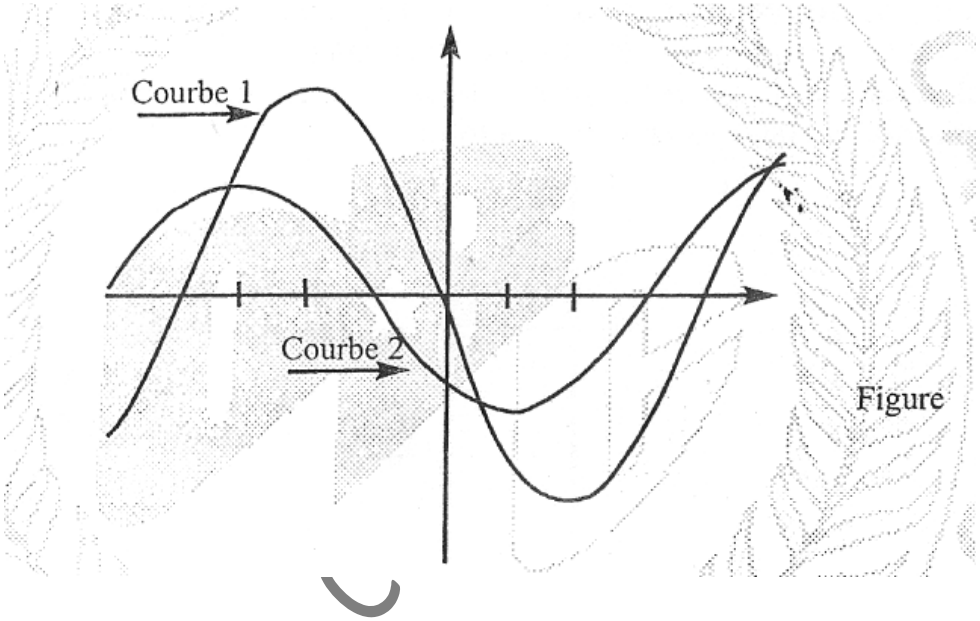
L'oscillographe permet de visualiser la tension u(t) aux bornes du générateur et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. (Voir figure)

3. Quelle courbe (1 ou 2) correspond à la tension u(t)? Justifier la méthode utilisée par une construction de Fresnel.

   Déterminer la phase ϕ de u(t) par rapport à $U_R(t)$ et en déduire une valeur de la capacité C du condensateur.

   La fréquence étant toujours de 200 Hz, on branche un voltmètre aux bornes du conducteur ohmique et un autre voltmètre aux bornes du condensateur. Ils indiquent alors une même tension de 3,54 V

4. Retrouver C à partir de l'égalité de ces deux tensions.



Figure

EXERCICE 3 **4 points**

Datation par le carbone 14

L'isotope ^{14}C du carbone est instable: il se désintègre par radioactivité β^-.

1. Ecrire l'équation-bilan de cette désintégration et préciser les lois de conservation utilisées.

   Nommer le nucléide et la particule produits par cette désintégration.

Extrait de la classification des éléments chimiques:

$_1H$							$_2He$
$_3Li$	$_4Be$	$_5B$	$_6C$	$_7N$	$_8O$	$_9F$	$_{10}Ne$

En raison de réactions nucléaires dans la très haute atmosphère, la proportion de carbone 14 dans le carbone atmosphérique est constante au cours du temps et égale à : $P_0 = 1{,}0.10^{-12}$ (1 atome de ^{14}C pour 10^{12} atomes de carbones.

Cette proportion se retrouve dans tous les organismes vivants, puisque le carbone organique provient du dioxyde de carbone atmosphérique par photosynthèse. Par contre, dans un organisme mort, il n'y a plus d'échange, et la proportion p de ^{14}C dans le carbone de cet organisme diminue par désintégration des atomes ^{14}C.

2. Rappeler la définition de la période radioactive T (ou demi-vie)

La période radioactive du carbone 14 est T = 5600 ans. Soit p(t) la proportion de carbone 14 restant au moment de la datation dans un organisme mort depuis un temps t.

3. Compléter le tableau suivant après l'avoir recopié.

t (années)	0	2800	5600	8400	11200	14000	16800
$p(t)/p_0$		0,71		0,35		0,35	

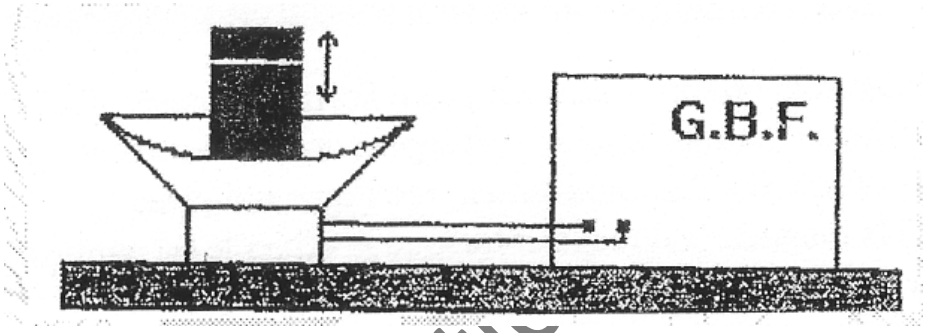
On a pu déterminer par spectrométrie de masse la valeur de p, proportion du carbone 14 dans le carbone d'un morceau de bois fossilisé : p= 0,39

4. Déterminer l'âge du fossile.

EXERCICE 4 4 points

Stroboscopie et interférences sonores

Un technicien veut contrôler la fréquence de vibration de la membrane d'un haut-parleur. Pour mieux visualiser les vibrations, il fixe au milieu de la membrane une plaque verticale noire sur laquelle il trace un trait blanc horizontal.



Le haut-parleur est alimenté par un G.B.F. le technicien éclaire avec une lumière stroboscopique et il relève les fréquences des éclairs qui donnent:

- une seule image fixe de la tâche: 660 Hz, 1320 Hz
- deux images fixes de la tâche: 2640 Hz

1. Quelle est la fréquence de vibration de la membrane? Justifier votre réponse
2. La fréquence des éclairs est rigoureusement fixée à 1320 Hz. Mais le technicien augmente légèrement la fréquence de l'alimentation du haut-parleur. En éclairage stroboscopique, le trait horizontal semble faire 1 aller et retour toutes les 2 secondes.
   Calculer la nouvelle fréquence de vibration de la membrane.
3. Le technicien dispose maintenant deux haut-parleurs identiques, placés face à face. Les centres S_1 et S_2 des membranes sont distants de $1 = S_1S_2 = 1{,}0$ m. Les sons émis ont même amplitude et même fréquence.
   Comment peut-il mettre en évidence l'existence d'interférences sonores entre ces deux sources?
4. L'amplitude de l'onde résultante est nulle au milieu O du segment S_1S_2.
   Quel est le déphasage entre les deux sources sonores?
5. A 11 cm de O sur le segment S_1S_2, l'amplitude est à nouveau minimale. En déduire la longueur d'onde.
   Déterminer la fréquence des sons de célérité dans l'air égale à $c = 334$ m.s^{-1}.
   Avec la fréquence de 1320 Hz, combien de points nodaux (à amplitude nulle) se trouvent sur le segment S_1S_2 ?

EXERCICE 5 **4 points**

Dynamique d'un solide en translation et en rotation

Un ressort R à spires non jointives de longueur, au repos l_0 de raideur k et une masse m peuvent se déplacer, sans frottement, sur une tige horizontale (voir la figure 1). Une des extrémités du ressort est fixée en un point O de la tige, l'autre à la masse m.

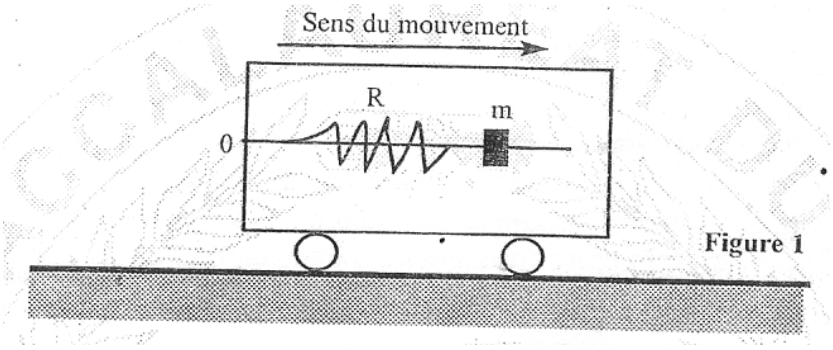


Figure 1

1. L'ensemble tige-ressort-masse est placé horizontalement, fixe à une paroi verticale d'un véhicule en mouvement rectiligne sur une route horizontale.
   a) Donner la définition d'un mouvement rectiligne uniforme.
   b) Quelle est la longueur l du ressort lorsque le véhicule est animé d'un mouvement rectiligne et uniforme de vitesse $\overrightarrow{V}$.
   c) Le véhicule de masse M ralentit et s'immobilise sur une distance x, Les forces de frottement sont supposées équivalentes à une force unique, d'intensité constante et parallèle à la route.
   - Donner la définition d'un mouvement rectiligne uniformément varié.
   - Déterminer la nature du mouvement du véhicule.
   - En l'absence d'oscillation de la masse m, établir la relation donnant la longueur l du ressort en fonction de l_0, m, k, v et x.
2. A un axe vertical YY' est fixée en 0 l'ensemble tige, masse, ressort précédent, (voir figure).

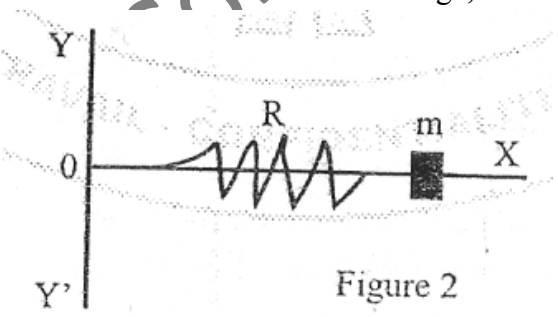


Figure 2

i.

On fait tourner l'ensemble autour de YY' avec une vitesse angulaire constante. Etablir la relation donnant l'allongement Δl du ressort en fonction de l_0, ω, m et k. .

CollectionBrain