

# Physique

## Baccalauréat Scientifique      Session de 2015

### Série C-E

#### EXERCICE 1 : mouvements dans les champs de forces -

6 points

##### 1. Mouvement d'un satellite de la Terre :

3 points

Un satellite, placé dans une orbite circulaire de rayon  $r$  dans un plan équatorial de la Terre, se déplace d'Ouest en Est. On admet qu'à cette altitude, le satellite n'est soumis qu'à la seule action de la gravitation terrestre.

1.1. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

1.2. La période de révolution de ce satellite a pour expression :  $T = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{r^3}{G_0}}$  où  $R$  est le rayon de la Terre et  $G_0$  l'intensité du champ de gravitation à sa surface. En déduire l'expression de la masse  $M_r$  de la Terre en fonction de  $r$  et de  $T$ .

Application numérique :  $r = 20000 \text{ Km}$  ;  $T = 7,82h$

1.3. Quand dit-on qu'un satellite de la Terre est géostationnaire ? Comparer la valeur précédente de  $r$  à celle du rayon  $r_s$  de l'orbite d'un satellite géostationnaire.

1 jour sidéral = 86140s.

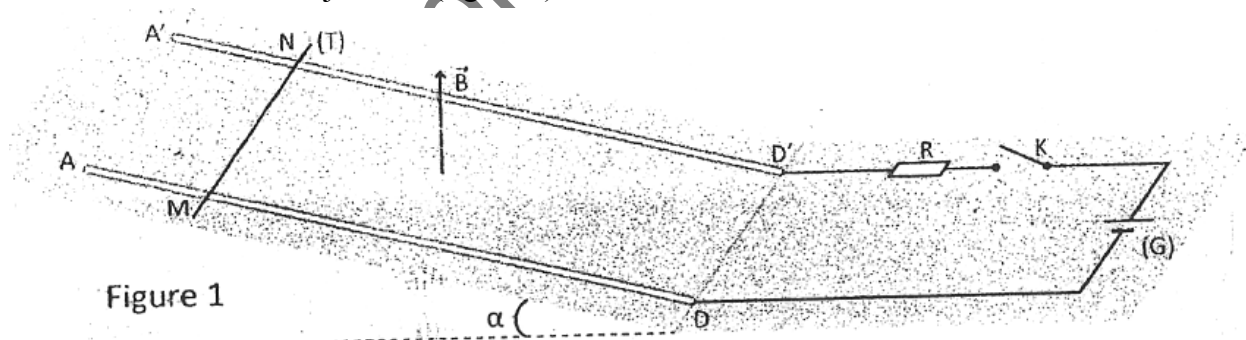
Données : constante de gravitation,  $\varepsilon = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg/s}^2$ .

##### 2. Mouvement d'une tige :

3 points

Deux rails conducteurs et parallèles  $AD$  et  $A'D'$  distants de  $l = 12 \text{ cm}$ , sont disposés selon des lignes de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle  $\alpha = 8^\circ$  par rapport à l'horizontale.

Les deux rails sont reliés à un générateur de courant continu ( $G$ ), en série avec un interrupteur et un résistor de résistance  $R$  ajustable (figure 1).



La tige ( $T$ ) conductrice, non ferromagnétique et perpendiculaire aux rails, peut glisser sur ceux-ci parallèlement à elle-même sans frottement.

Le dispositif est placé dans une zone de l'espace où règne un champ magnétique uniforme et vertical  $B$ , de sens ascendant et d'intensité  $B = 0,1 \text{ T}$ .

2.1. L'interrupteur  $K$  étant ouvert, la tige ( $T$ ) est abandonnée sur les rails sans vitesse initiale à la position  $MN$ . Déterminer la valeur numérique de l'accélération  $a_G$  du mouvement du centre d'inertie  $G$  de la tige. On prendra  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

2.2. La tige étant ramenée à la position  $MN$ , on ferme l'interrupteur  $K$ . L'intensité du courant dans le circuit est alors  $I = 2 \text{ A}$ . La masse de la tige ( $T$ ) est  $m = 60,8 \text{ g}$ .

a) Faire à l'aide d'un schéma, le bilan des forces qui s'exercent sur la tige ( $T$ ).

- b) Déterminer la nouvelle valeur de l'accélération  $a'_G$  du mouvement de la tige.  
 c) Calculer la valeur de  $I$  pour que la tige reste en équilibre sur les rails.  
 On négligera l'effet d'induction du au déplacement de la tige.

## EXERCICE 2 : les systèmes oscillants -

6 points

### 1. Oscillations d'un disque homogène :

3 points

Un disque homogène (D) de masse  $M = 1,0\text{kg}$  et de rayon  $R = 10\text{cm}$  est suspendu en son centre de gravité  $G$ , à un fil de torsion de constance  $C$ . (figure 2)

On rappelle l'expression du moment d'inertie d'un disque par rapport à un axe ( $\Delta$ ) perpendiculaire à son plan et passant par son centre de gravité  $J_\Delta = \frac{1}{2} m r^2$

On fait tourner le disque d'un angle  $\theta_m$  dans le plan horizontal, provoquant une torsion du fil du même angle, puis on l'abandonne sans vitesse initiale. Le disque effectue alors un mouvement oscillatoire de rotation autour de l'axe ( $\Delta$ ) matérialisé par le fil. Un dispositif approprié a permis de représenter les variations de l'angle de torsion  $\theta$  en fonction du temps, (figure 3).

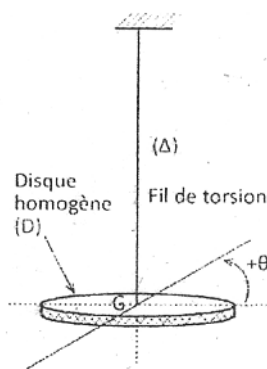


Figure 2

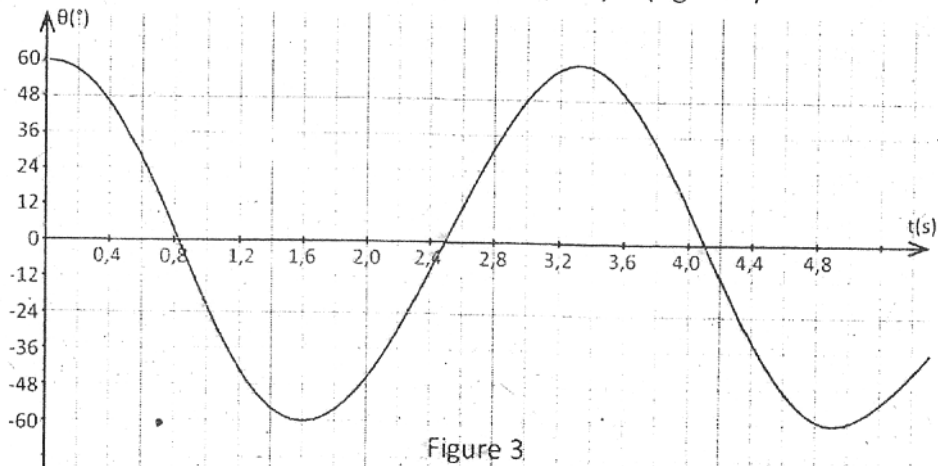


Figure 3

- 1.1. Faire le bilan des forces extérieures qui s'appliquent sur le disque à une date quelconque de son mouvement.  
 1.2. En appliquant la relation fondamentale de la dynamique du solide en rotation au disque, déterminer l'équation différentielle du mouvement de ce dernier.

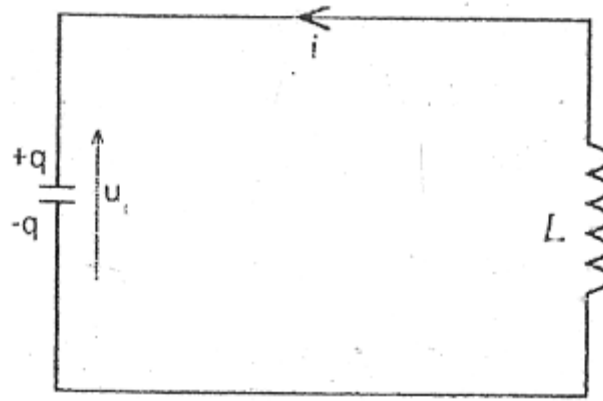
- 1.3. Montrer que la période propre des oscillations a pour expression :  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{MR^2}{2C}}$

- 1.4. Déterminer à partir du graphe de la figure 3, la valeur numérique de  $T_0$ , puis en déduire la constante de torsion  $C$  du fil.

### 2. Circuit LC :

3 points

Un condensateur de capacité  $C$  chargé sous une tension continue  $u = 6V$ , est connecté à la  $t = 0$  aux bornes d'une bobine idéale d'inductance  $L = 0,42\text{ H}$  (schéma ci-dessous).



2.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la tension instantanée  $u_c$  aux bornes du condensateur.

2.2. Une solution de cette équation est :  $u_c = U_m \cos(628 t)$

Déterminer les valeurs de  $U_m$ , de la capacité  $C$  du condensateur et de la charge initiale  $Q_0$  portée par ce dernier.

### EXERCICE 3 : phénomènes corpusculaire et ondulatoire -

4 points

#### 1. Ondes à la surface de l'eau d'une cuve :

1,5 point

La pointe ( $P$ ) d'un vibreur monté au-dessus d'une cuve à eau, affleure en un point  $S$  la surface de l'eau de la cuve. Le vibreur mis en marche, la pointe ( $P$ ) produit en  $S$  des perturbations verticales et sinusoïdales d'amplitude  $a = 2\text{mm}$  et de fréquence  $N = 100\text{Hz}$ . La célérité de la propagation des ondes à la surface de l'eau est  $V = 0,40\text{m/s}$ . On négligera l'amortissement et la réflexion des ondes au cours de la propagation.

1.1. Définir : onde mécanique

1.2. Ecrire l'équation du mouvement vibratoire du point  $S$  (on prendra comme origine des temps l'instant où l'élongation de  $S$  est maximale.)

1.3. Soit  $M$  un point de la surface de l'eau situé à  $4\text{cm}$  de la source  $S$ . Comparer le mouvement vibratoire du point  $M$  à celui de  $S$ .

#### 2. Nature corpusculaire de la lumière :

2,5 points

On désire tracer la courbe  $U_0 = f(\nu)$  de la variation de la tension d'arrêt  $U_0$  d'une cellule photoémissive en fonction de la fréquence  $\nu$  de la radiation éclairante.

2.1. Ecrire la relation liant  $U_0$  à la fréquence  $\nu$  de la radiation incidente.

2.2. On a obtenu le tableau de mesures suivant :

|                               |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\nu$ ( $10^{14}\text{ Hz}$ ) | 15    | 10    | 7,5   | 6     | 5     |
| $U_0$ (V)                     | 4,300 | 2,230 | 1,200 | 0,580 | 0,166 |

a) Tracer sur le papier millimétré, la courbe  $U_0 = f(\nu)$ .

Echelles : en abscisse,  $1\text{cm}$  pour  $10^{14}\text{ Hz}$ . En ordonnée,  $1\text{cm}$  pour  $0,5\text{ V}$

b) En déduire la longueur d'onde seuil  $\lambda_0$  du césium, puis la valeur de la charge électrique élémentaire  $e$ . On donne  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$  ;  $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$

### EXERCICE 4 : exploitation des résultats d'une expérience -

4 points

Au cours d'une expérience sur le Vanadium  $^{52}_{23}\text{V}$  qui est un émetteur radioactif  $\beta^-$ , on utilise un écran absorbeur et un détecteur. Un dispositif approprié a permis de suivre l'évolution de l'activité de ce

nucléide au cours du temps. Le tableau de mesures obtenu a permis de tracer la courbe  $\ln(A) = f(t)$  (figure 4)

1. Ecrire l'équation de la désintégration du vanadium 52
2. A partir de la loi de décroissance, montrer que  $\ln(A) = -\lambda t + \ln(A_0)$  où  $\lambda$  est la constante radioactive et  $A_0$ , l'activité initiale.

**Rappels :**  $A = -\frac{dN}{dt}$  ,  $\ln(ab) = \ln a + \ln b$ .

3. Déterminer à partir de la courbe  $\ln(A) = f(t)$  de la figure 4,
  - 3.1. la valeur numérique de la constante radioactive  $\lambda$  du vanadium 52, puis calculer sa période radioactive  $T$ .
  - 3.2. Le nombre  $N_0$  de noyaux du vanadium 52 que contenait la source à la date  $t = 0$ s

Extrait du tableau périodique :

| Scandium           | Titane             | Vanadium          | Chrome             | Manganèse          |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| ${}_{21}\text{Sc}$ | ${}_{22}\text{Ti}$ | ${}_{23}\text{V}$ | ${}_{24}\text{Cr}$ | ${}_{25}\text{Mn}$ |

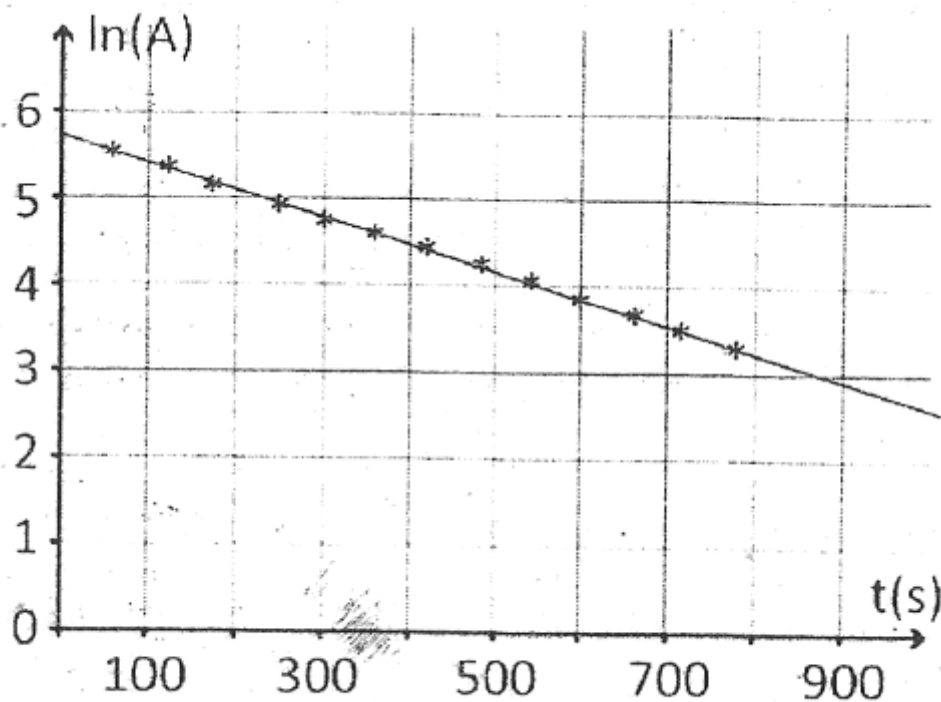


Figure 4 : courbe  $\ln(A)=f(t)$