

## SELECTION FESIC

ADMISSION en 1ère ANNEE du 1er CYCLE 2010

### EPREUVE DE PHYSIQUE

*Samedi 22 mai 2010 de 8h. à 10h.30*

#### INSTRUCTIONS AUX CANDIDATS

L'usage de la calculatrice est **interdit** ainsi que tout document ou formulaire.

L'épreuve comporte 16 exercices indépendants. Vous ne devez en traiter que 12 maximum. Si vous en traitez davantage, **seuls les 12 premiers** seront corrigés.

Un exercice comporte 4 affirmations repérées par les lettres a, b, c, d. Vous devez indiquer pour chacune d'elles si elle est vraie (V) ou fausse (F).

Un exercice est considéré comme traité dès qu'une réponse à une des 4 affirmations est donnée (l'abstention et l'annulation ne sont pas considérées comme réponse).

Toute réponse exacte rapporte un point.

Toute réponse inexacte entraîne le retrait d'un point.

L'annulation d'une réponse ou l'abstention n'est pas prise en compte, c'est-à-dire ne rapporte ni ne retire aucun point.

Une bonification d'un point est ajoutée chaque fois qu'un exercice est traité correctement en entier (c'est-à-dire lorsque les réponses aux 4 affirmations sont exactes).

L'attention des candidats est attirée sur le fait que, dans le type d'exercices proposés, une lecture attentive des énoncés est absolument nécessaire, le vocabulaire employé et les questions posées étant très précis.

#### INSTRUCTIONS POUR REMPLIR LA FEUILLE DE REPONSES

Les épreuves de la Sélection FESIC sont des questionnaires à correction automatisée. Votre feuille sera corrigée automatiquement par une machine à lecture optique. Vous devez suivre scrupuleusement les instructions suivantes :

Pour remplir la feuille de réponses, vous devez utiliser un stylo bille ou une pointe feutre de couleur noire ou bleue. Ne jamais raturer, ni gommer, **ni utiliser un effaceur**. Ne pas plier ou froisser la feuille.

1. Collez l'étiquette code-barres qui vous sera fournie (le code doit être dans l'axe vertical indiqué). Cette étiquette, outre le code-barres, porte vos nom, prénom, numéro de table et matière. Vérifiez bien ces informations.

**Exemple :**



2. Noircissez les cases correspondant à vos réponses :

Faire

Ne pas faire

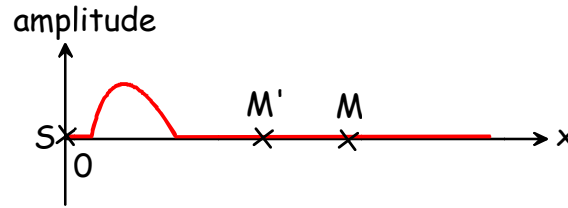
Pour modifier une réponse, il ne faut ni raturer, ni gommer, ni utiliser un effaceur. Annuler la réponse par un double marquage (cocher F et V) puis reporter la nouvelle réponse éventuelle dans la zone tramée (zone de droite). La réponse figurant dans la zone tramée n'est prise en compte que si la première réponse est annulée. Les réponses possibles sont :

V	F	V	F	
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	vrai
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	faux
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	abstention
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	abstention
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	vrai
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	faux
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	abstention

**Attention :** vous ne disposez que d'une seule feuille de réponses. En cas d'erreur, vous devez annuler votre réponse comme indiqué ci-dessus. Toutefois, en cas de force majeure, une seconde feuille pourra vous être fournie par le surveillant.

**Exercice n°1**

Soit une onde de célérité  $v$  qui se propage le long d'une corde. La perturbation est créée au point  $S$ .



- En l'absence d'amortissement, tout point de la corde reproduit la perturbation créée en  $S$ .
- Plus la masse linéique de la corde est grande, plus la célérité de l'onde est grande.
- Plus la tension de la corde est grande, plus la célérité de l'onde est grande.
- La perturbation en  $M$  à la date  $t$  est celle qu'avait le point  $M'$  à la date  $t - \frac{M'M}{v}$ .

**Exercice n°2**

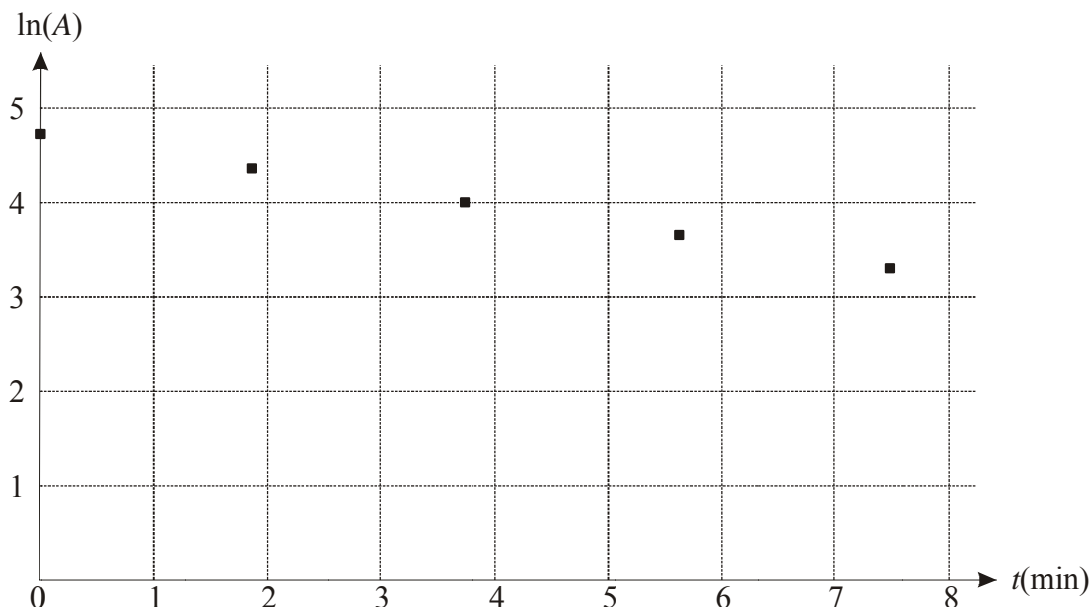
Un haut-parleur émet une onde sonore sinusoïdale dont on peut faire varier la fréquence. Dans le domaine de fréquence étudié et compte tenu des conditions expérimentales cette onde se propage toujours dans l'air avec une célérité de  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Un microphone est placé à une distance  $d = 20 \text{ cm}$  du haut-parleur.

- L'air peut être considéré comme un milieu non dispersif lors de cette expérience.
- La longueur d'onde ne change pas avec la fréquence.
- Si la fréquence choisie est égale à  $1700 \text{ Hz}$ , les signaux respectivement émis par le haut-parleur et reçu par le microphone sont en phase.
- Si on choisit une fréquence égale à un multiple entier de  $1700 \text{ Hz}$  les signaux respectivement émis par le haut-parleur et reçu par le microphone sont toujours en phase.

### Exercice n°3

Le noyau  ${}^{52}_{23}\text{V}$  du vanadium est un émetteur  $\beta^-$ . Le graphe ci-dessous montre l'évolution du logarithme népérien de l'activité d'un échantillon de cet isotope pendant 8 minutes.

Donnée :  $\ln 2 \approx 0,7$ .



- Le vanadium 52 émet un noyau d'hélium en se désintégrant.
- Le noyau fils obtenu, le vanadium 52, possède 24 protons.
- La demi-vie est la durée au bout de laquelle l'activité de l'échantillon est divisée par 2.
- La demi-vie du vanadium 52 est proche de 3,8 minutes.

### Exercice n°4

Dans certaines étoiles, la fusion de trois noyaux d'hélium 4, ne faisant intervenir aucune autre particule, est une hypothèse permettant d'expliquer l'abondance de noyaux de carbone.

Données :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

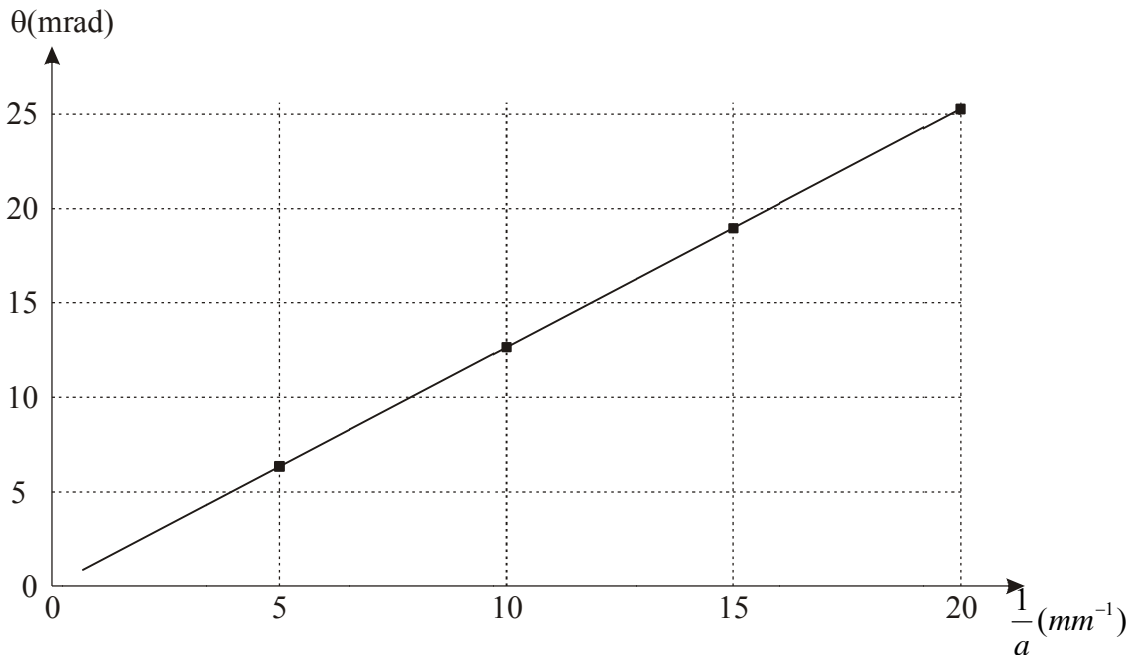
Particule	${}^4_2\text{He}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{13}_6\text{C}$	${}^{14}_6\text{C}$
Energie de liaison par nucléon (MeV)	7,08	7,68	7,47	7,52

- Lors d'une réaction nucléaire quelconque, il y a conservation du nombre de protons.
- Le noyau formé lors de cette fusion est le carbone 14.
- Cette réaction s'accompagne d'une perte de masse.
- L'énergie libérée lors de la réaction a pour valeur 7,2 MeV

### Exercice n°5

Un faisceau laser éclaire un fil vertical de diamètre  $a$ .

Un ensemble de mesures, réalisées avec des fils de différents diamètres, a donné les résultats résumés dans le graphe ci dessous, où  $\theta$  (exprimé en milliradians) est le diamètre angulaire de la tache centrale de diffraction.



- La figure de diffraction, observée sur un écran placé à l'arrière du fil et perpendiculairement au faisceau, est constituée de cercles concentriques.
- La longueur d'onde de la lumière émise par le laser est environ  $\lambda = 700 \text{ nm}$ .
- La lumière émise par le laser est bleue.
- Si on augmente la longueur d'onde de la lumière émise par la source lumineuse, le diamètre angulaire de la tache centrale diminue.

### Exercice n°6

Dans un flash électronique, Un condensateur de capacité  $C = 120 \mu\text{F}$  est chargé sous une tension  $E = 150 \text{ V}$ , à travers une résistance  $R = 10 \text{ k}\Omega$ . Le flash peut être déclenché dès que la charge du condensateur atteint 90 % de sa valeur maximale.

Lors de la production de l'éclair, le condensateur se décharge dans le tube à éclat du flash en une très courte durée  $\Delta t = 0,25 \text{ ms}$ .

La charge du condensateur démarre à l'instant  $t = t_0$ , le condensateur étant initialement totalement déchargé.

- Le flash est utilisable dès que la tension aux bornes du condensateur est supérieure à 135 V.
- La tension aux bornes du condensateur pendant la charge a pour expression  $u_C = E \cdot \left[ 1 - \exp\left(\frac{t_0 - t}{R.C}\right) \right]$
- Le flash est utilisable au bout de 1,2 secondes de charge.

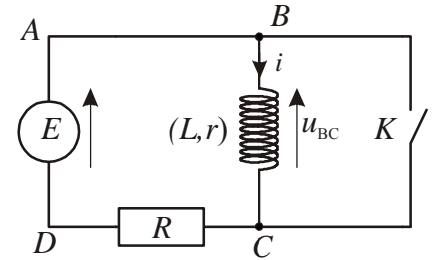
Le flash est déclenché alors que la charge est maximale.

- La puissance moyenne dissipée lors de la décharge du condensateur a pour expression  $P_{\text{moy}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{E^2}{C \cdot \Delta t}$

**Exercice n°7**

Une bobine, de résistance  $r = 10 \Omega$  et d'inductance  $L = 100 \text{ mH}$ , est traversée, en régime permanent, par un courant d'intensité  $I = 1 \text{ A}$ .

- a) En régime permanent, la tension aux bornes de la bobine est égale à  $10 \text{ V}$ .



A l'instant  $t = 0$ , la bobine est mise en court-circuit, par la fermeture de l'interrupteur  $K$ .

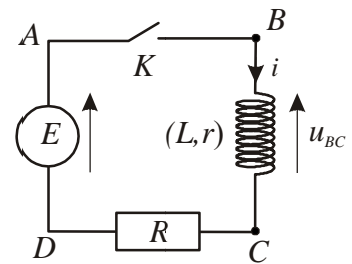
- b) A  $t = 0^+$ , juste après le court-circuit, l'intensité dans la bobine est nulle.  
 c) A  $t = 0^+$ , juste après le court-circuit, la tension aux bornes de la bobine est nulle.  
 d) A un instant  $t > 0$ , on peut écrire  $L \frac{di}{dt} = 0$ ,  $i$  étant le courant circulant à cet instant  $t$  dans la bobine.

**Exercice n°8**

Le circuit étant ouvert, on ferme l'interrupteur  $K$  à la date  $t = 0$ .

**Données :**  $R = 100 \Omega$  ;  $r = 10 \Omega$  ;  $L = 220 \text{ mH}$  ;  $E = 6,6 \text{ V}$

- a) La tension aux bornes de la bobine est :  $u_{BC} = L \frac{di}{dt} + ri$   
 b) La constante de temps du circuit vaut  $2,00 \text{ ms}$ .  
 c) Au bout de  $15 \text{ ms}$  le régime permanent est atteint et l'intensité vaut alors  $60 \text{ mA}$ .  
 d) L'équation différentielle vérifiée par l'intensité  $i$  est :  $E = L \frac{di}{dt} + Ri$

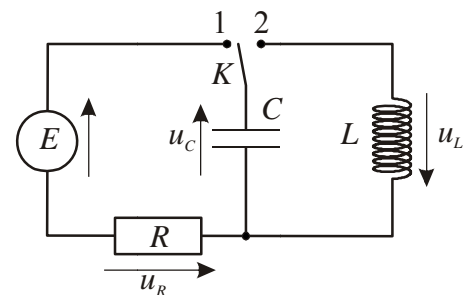
**Exercice n°9**

Pour  $t < 0$ , l'interrupteur  $K$  est en position 1.

Le condensateur étant complètement chargé, on bascule l'interrupteur en position 2 à la date  $t = 0$ .

**Données :**  $R = 900 \Omega$  ;  $L = 250 \text{ mH}$   
 $C = 4,0 \mu\text{F}$  ;  $E = 10 \text{ V}$

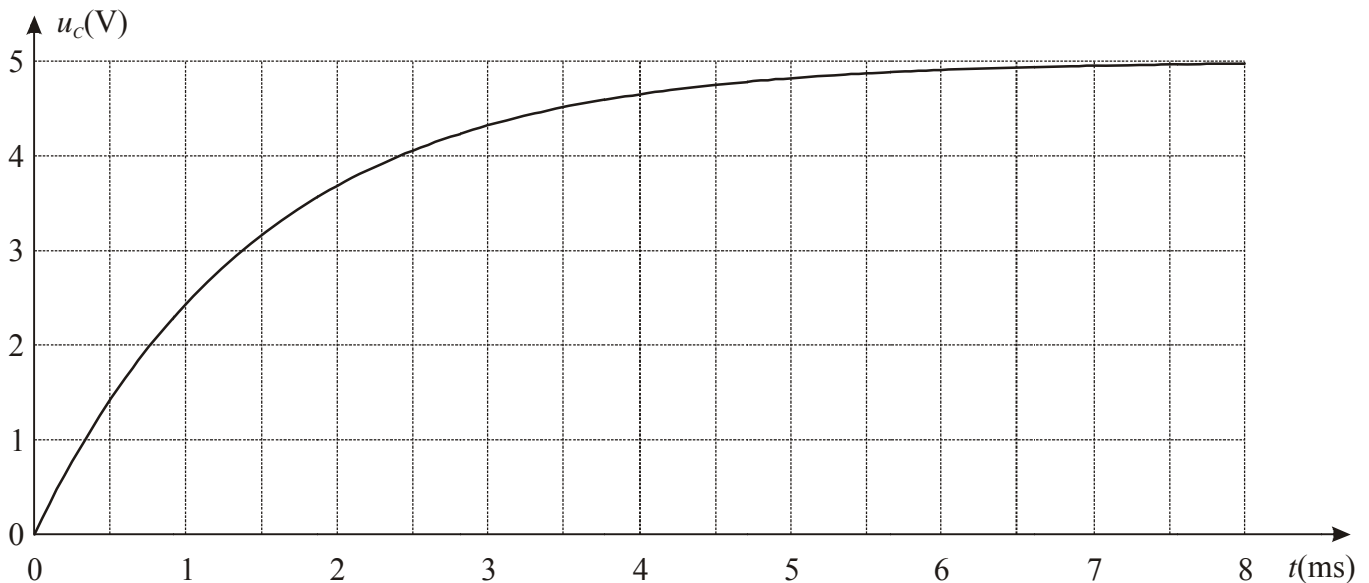
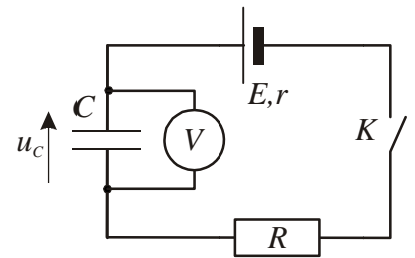
- a) la tension aux bornes du condensateur est nulle à la date  $t = 3,14 \text{ ms}$   
 b) l'intensité est maximale à la date  $t = 0$ .  
 c) lorsque toute l'énergie est stockée dans le condensateur, il faut attendre un temps de  $1,57 \text{ ms}$  pour que toute l'énergie soit stockée dans la bobine.  
 d) L'énergie électromagnétique totale du circuit  $L, C$  se conserve.



### Exercice n°10

On réalise le montage représenté par la figure ci contre.

La pile a pour résistance interne  $r = 10 \Omega$ . Le condensateur a une capacité  $C = 50 \mu\text{F}$ . A l'instant  $t = 0$ , le condensateur est déchargé et on ferme l'interrupteur  $K$ . La mesure de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur permet d'obtenir la courbe de la figure ci dessous.



- La constante de temps du circuit RC vaut  $\tau = 1,0 \text{ ms}$ .
- La force électromotrice de la pile est  $E = 5,0 \text{ V}$ .
- Le résistor a une résistance voisine de  $R = 20 \Omega$ .
- Au cours de la charge, le condensateur emmagasine de l'énergie électrostatique.

### Exercice n°11

Un enfant assis sur une luge part, sans vitesse initiale, du sommet d'une piste plane inclinée d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale. Le système enfant-luge, supposé indéformable, a une masse de  $40 \text{ kg}$ . L'enfant atteint une vitesse  $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$ , au bout d'une durée de  $5 \text{ s}$ , après avoir parcouru, selon la ligne de plus grande pente de la piste, une distance de  $20 \text{ m}$ . On note  $g$  l'accélération de la pesanteur.

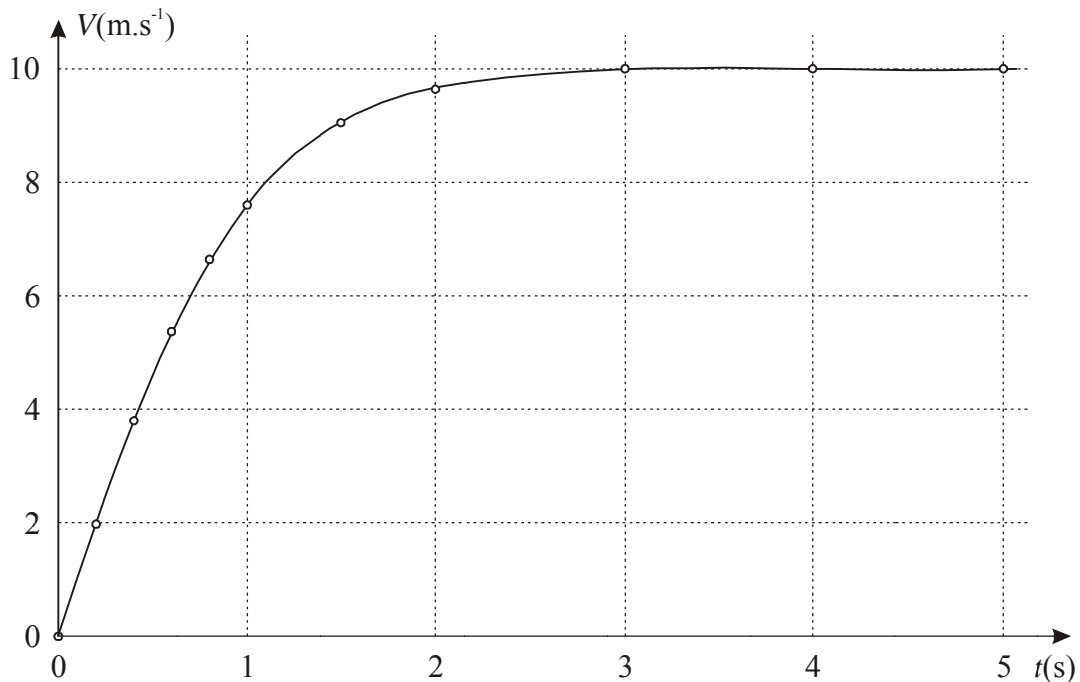
**Données :**  $g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$        $\sin 30^\circ = 0,5$

- Le vecteur accélération du système enfant-luge a même direction et même sens que la résultante des forces extérieures appliquées au système.
- L'accélération moyenne pendant les  $20$  premiers mètres a pour valeur  $2 \text{ m.s}^{-2}$ .
- La norme du vecteur accélération a pour valeur littérale  $g \cdot \sin \alpha$ .
- Le système subit des forces de frottement.

### Exercice n°12

La vitesse du centre d'inertie d'un grêlon de masse  $m = 10 \text{ g}$  a été enregistrée (figure ci-dessous). La courbe  $V(t)$  peut être modélisée de manière satisfaisante à partir de l'équation différentielle suivante :

$$m \cdot \frac{dV}{dt} = A \cdot V^2 + B.$$



- L'accélération initiale est égale à environ  $10 \text{ m.s}^{-2}$ .
- Au bout de 3 secondes, la distance parcourue est égale à 30 m.
- Dans les unités du système international,  $A = -\frac{B}{100}$
- La valeur de la constante  $B$  est  $10^2 \text{ kg.m.s}^{-2}$

### Exercice n°13

Dans le référentiel géocentrique, on étudie un satellite artificiel de masse  $m = 2,5 \text{ t}$  qui gravite autour de la terre à une altitude constante  $h = 270 \text{ km}$ . La terre est considérée comme ayant une répartition de masse à symétrie sphérique.

**Données :** masse de la Terre :  $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .  
rayon de la Terre :  $R_T = 6,4 \cdot 10^3 \text{ km}$ .  
constante de gravitation :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$   
 $\sqrt{6} \approx 2,4$  ;  $\sqrt{60} \approx 7,75$

- Le mouvement du satellite est uniforme.
- L'accélération du satellite est inversement proportionnelle à sa masse.
- L'expression de la vitesse du satellite est  $v = \sqrt{\frac{GM_T}{h}}$ .
- La vitesse du satellite est  $v = 2,4 \text{ km.s}^{-1}$ .

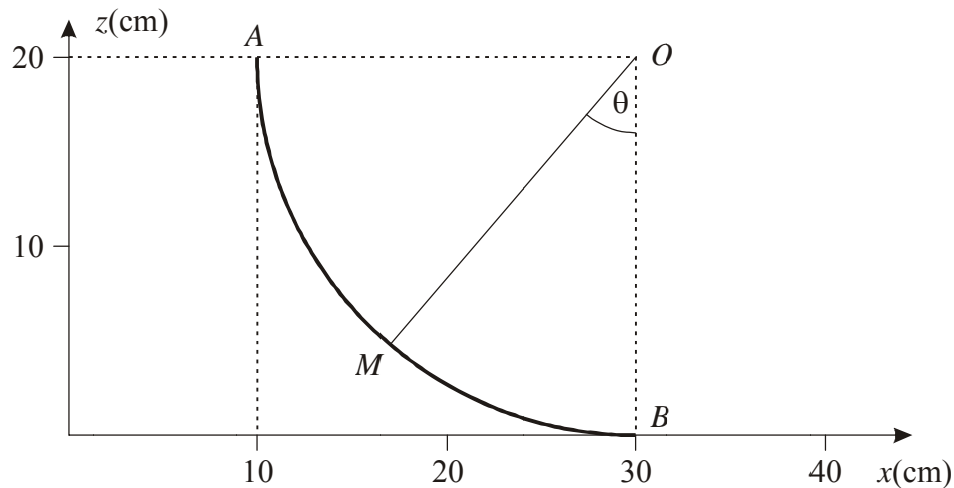


### Exercice n°14

Un mobile  $S$  quasi ponctuel, de masse  $m = 500$  g, glisse sur une piste  $AB$  située dans un plan vertical. Il a été lâché du point  $A$  sans vitesse initiale.

La partie  $AB$  est un quart de cercle de rayon  $R = 20$  cm. Les frottements sont négligeables.

**Donnée :** on prendra pour l'accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .



- L'énergie mécanique du mobile est constante entre  $A$  et  $B$ .*
- Pour un angle  $\theta$ , l'énergie cinétique du mobile a pour expression :  $E_c = \frac{1}{2} m \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2$ .*
- Si on prend comme origine de l'énergie potentielle l'altitude  $z = 0$ , l'énergie potentielle initiale a pour valeur  $1,0$  J.*
- La vitesse du mobile au point  $B$  est de  $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ .*

### Exercice n°15

On étudie un oscillateur mécanique, constitué d'un ressort à spires non jointives, de constante de raideur  $k = 100 \text{ N.m}^{-1}$ , fixé à une de ses extrémités  $A$ . A l'autre extrémité  $B$ , est placé un solide ponctuel  $M$ , de masse  $m$ , qui se déplace sur un axe horizontal  $Ox$ . L'ensemble subit une force de frottement proportionnelle à la vitesse, d'expression :  $\vec{f} = -\lambda \vec{v}$

L'origine  $O$  du repère est prise au point où se situe le solide lorsque l'allongement du ressort est nul (point d'équilibre).

**Donnée :**  $2\pi = 6$  ;  $\pi^2 = 10$ .

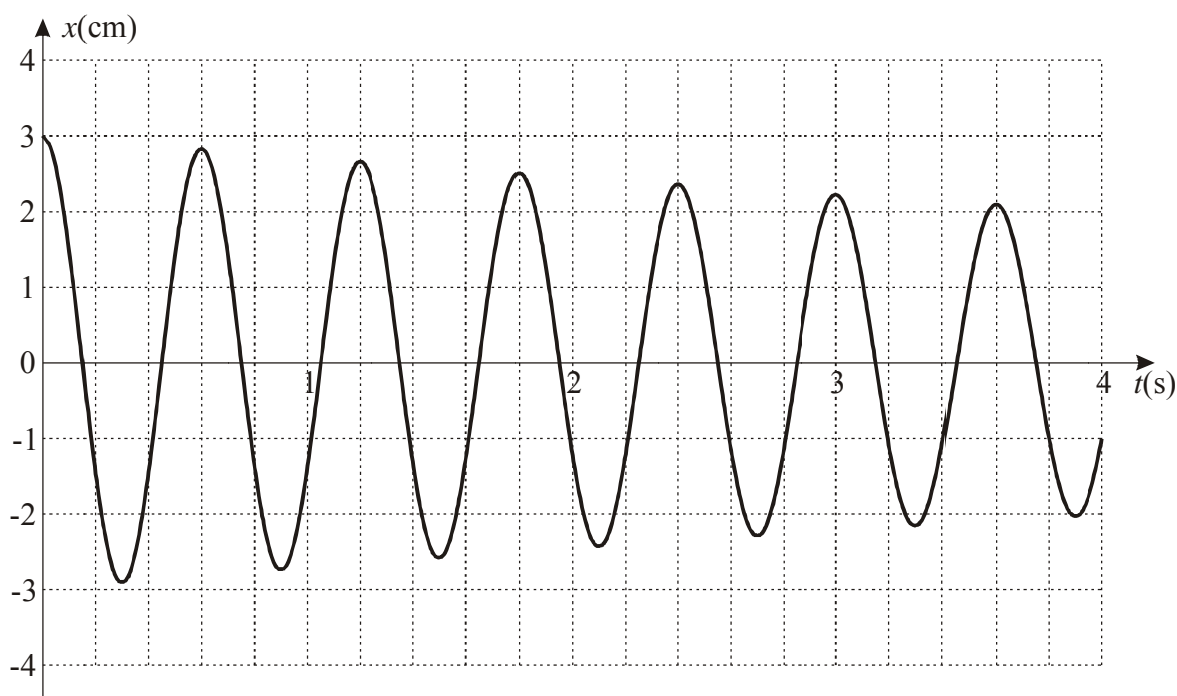
On déplace le solide par rapport à la position d'équilibre, et on laisse évoluer le système.

a) L'abscisse  $x$  du solide vérifie l'équation différentielle :  $m \frac{d^2x}{dt^2} + \lambda \frac{dx}{dt} + kx = 0$

b) En l'absence d'amortissement, la période propre de l'oscillateur a pour expression :  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$ .

c) En présence d'amortissement, la pseudo-période  $T$  a une valeur plus élevée que la période propre  $T_0$ .

L'enregistrement des valeurs de l'abscisse  $x$  au cours du temps donne la courbe suivante :



On rappelle que, lorsque l'amortissement est faible, la pseudo-période  $T$  est quasiment égale à la période propre  $T_0$ .

d) La masse du solide est  $m = 10 \text{ kg}$ .

## Exercice n°16

On donne ci-contre le diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène.

**Données :** constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s  
 célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.  
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J

- a) *Le quantum d'énergie associé une radiation lumineuse de longueur d'onde dans le vide 662 nm a pour valeur  $3,00 \cdot 10^{-19}$  J*  
 b) *Dans son état fondamental, l'atome d'hydrogène peut absorber un quantum d'énergie de 10,2 eV pour passer sur son 1<sup>er</sup> état excité*

Lorsqu'il est sur son 2<sup>ème</sup> état excité, l'atome d'hydrogène peut :

- c) *Absorber un quantum d'énergie de 1,9 eV pour passer sur son 1<sup>er</sup> état excité*  
 d) *Emettre un quantum d'énergie de 12,1 eV lorsqu'il retourne à son état fondamental*

