

EXERCICE 1

Un mobile partant d'un point A, sans vitesse initiale, se déplace sur une voie rectiligne horizontale ABCD, orienté de A vers D, de la façon suivante :

- de A à B, d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré d'accélération $Y_1 = 0.1 \text{ m/s}^2$
 - de B à C pendant 14 minutes d'un mouvement uniforme.
 - de C à D, d'un mouvement rectiligne uniformément retardé d'accélération dont la valeur algébrique est $Y_2 = -0.1 \text{ m/s}^2$ arrivant en D avec une vitesse nulle.
- La distance AD est de 3.72 km.

- 1°) Calculer la vitesse maximum acquise par le mobile au cours de son parcours.
- 2°) Calculer le temps mis par le mobile pour faire le trajet ABCD
- 3°) Construire les diagrammes de la vitesse $v = v(t)$ et de l'accélération dans l'ensemble des trois phases.

EXERCICE 2

Un satellite décrit autour de la terre supposée sphérique, une orbite circulaire, à vitesse constante.

- 1°) a°) Déterminer la vitesse linéaire du satellite en km/s, lorsqu'il évolue à une altitude $h = 3600 \text{ km}$
- b°) Calculer la période de révolution du satellite en heures.
- 2°) A quelle altitude H doit graviter le satellite dans le plan équatorial si l'on veut qu'il reste fixe par rapport à une station terrestre (satellite géostationnaire).

On donne :

A l'altitude 0, $g_0 = 9.81 \text{ m/s}^2$

A l'altitude z , $g(z) = +g_0 \frac{R^2}{(R+z)^2}$ où $R = 6400 \text{ km}$ (rayon de la terre)

EXERCICE 3

Une bille de masse $m = 0.5 \text{ kg}$, assimilable à un point matériel, est accrochée à l'extrémité d'un fil inextensible de masse négligeable et de longueur l . L'autre est fixée à un point O.

On néglige tous les frottements et on prend $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

- 1°) Le fil est écarté de sa position d'équilibre verticale, d'un angle $\alpha_0 = 30^\circ$ et on l'abandonne à lui même sans vitesse initiale. (cf figure 1)

Calculer la tension du fil dans les deux cas suivants :

a°) lorsque $\alpha = 30^\circ$

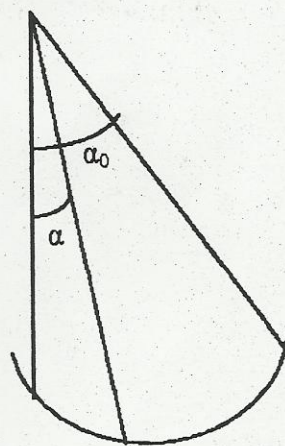
b°) Lorsque le fil passe par la position d'équilibre verticale

- 2°) Le système (fil, bille peut tourner maintenant dans un plan vertical autour du point O. A la position B définie par $\beta = 60^\circ$, on

lance la bille avec une vitesse $\vec{V}_1$ (cf figure 2).

- a°) Donner l'expression de la tension du fil au point S en fonction de m, g, l, V_1, β

- b°) Quelle doit-être la valeur minimale de V_1 pour que la bille atteigne le point S, le fil restant tendu.



c°) Calculer les accélérations tangentielle et normale de la bille au point B et au point S dans le cas où $V_1 = 5 \text{ m/s}$.
On donne $l = 10 \text{ cm}$

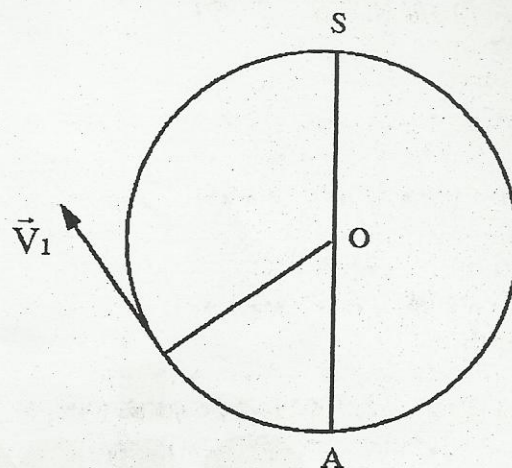


Figure 2

EXERCICE 4 :

Un train d'onde plane se propage dans un milieu dont les articules sont animés d'un mouvement périodique défini par la relation :

$$y = 4\sin\left(\frac{2\pi}{6}t + \varphi\right) \quad t: [\text{s}] \quad y: [\text{cm}]$$

- 1°) Calculer la vitesse de propagation du mouvement vibratoire, sachant que la longueur d'onde est égale à 24 cm.
- 2°) Calculer en degré le déphasage correspondant à deux positions occupées par la même particule à une seconde d'intervalle.
- 3°) Calculer (en radian) à un instant donné la différence de phase correspondant à deux particules séparées par une distance de 21 cm, dans la direction de propagation : l'exprimer en nombre fractionnaire de π .
- 4°) L'élongation à un instant donné t d'une certaine particule, est égale à 3 cm. Quelle sera l'élongation de la même particule 2 secondes plus tard ?

Exercice n°1

Dans tout le problème, on prendra $g = 1 \text{ m/s}^2$ et l'on néglige les frottements

A°) Un solide (S), que l'on assimilera à un point matériel de masse $M = 200 \text{ g}$, peut glisser en suivant la ligne la plus grande pente d'un plan incliné qui forme un angle $\alpha = 30^\circ$ avec le plan horizontal. Le solide (S) est lâché sans vitesse initiale du point A. Il parcourt la distance $AB = l = 2.50 \text{ m}$ sur le plan incliné. (figure 1)

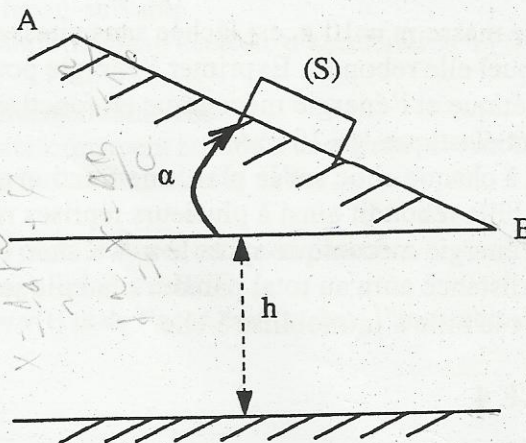


Figure 1

1. Déterminer la nature du mouvement pris par (S) et calculer la durée t_1 du trajet AB.
2. Calculer le module V_1 de la vitesse $\vec{V}_1$ de (S) en B. Quelles sont les composantes horizontale et verticale V_{1x} et V_{1y} ?

B°) Arrivée en B, le solide (S) animé de la vitesse $\vec{V}_1$ tombe sur le plan horizontal situé en contrebas à une distance h de B (figure 1). La chute dure $t_2 = 0.5 \text{ s}$

1. Calculer la distance horizontale a , comprise entre la verticale passant par B et le point d'impact sur le plan horizontal, puis la hauteur h .
2. Calculer l'énergie cinétique du solide (S) à son arrivée sur le plan horizontal

Exercice n°2

Pour tous les problèmes, on néglige la masse du ressort et me mouvement selon la verticale.

1. Déterminer la période d'oscillations t_1 d'un ressort de constante de raideur k_1 au bout inférieur duquel on a suspendu une masse m .
2. On appelle T_1 et T_2 , les périodes respectives des deux ressorts de constante de raideur k_1 et k_2 , lorsque la même masse m est suspendue de leur bout respectif. On accroche maintenant bout à bout les deux ressorts comme le montre la figure de ci-contre.

En appelant T la période de l'ensemble lorsqu'on suspend la même masse m au bout du deuxième ressort.

Exprimer T en fonction de T_1 et T_2

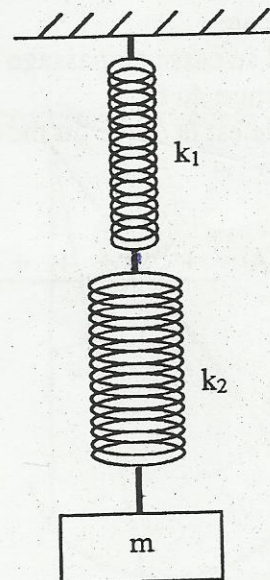


Figure 2

Exercice n°3

Entre les deux bornes A et B s'établit une ddp alternative de tension efficace $V_0 = 220 \text{ V}$ et fréquence constante 50 Hz . Le schéma de la figure 3 est composé de :

-Une résistance $R = 25 \Omega$

-Une inductance $L_w = 60 \Omega$

-Un condensateur C de capacité variable

L'inductance L ne supporte pas de tension supérieure à $V_1 = 120 \text{ V}$, au-delà de laquelle elle sera détruite. Dans la suite, on situe la position du problème à cette valeur limite V_1 . On demande :

- Le diagramme de Fresnel des tensions ;
- La capacité limite $1/C\omega$ du condensateur ;
- Le facteur de puissance maximale

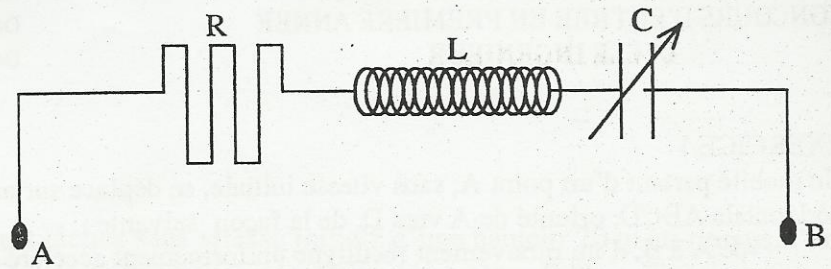


Figure 3

EXERCICE 1

On admettra que le poids P d'un corps de masse m est dû à la seule force d'attraction terrestre.

1°) L'intensité P du poids d'un corps de masse m situé à une distance r du centre C de la terre est donnée par la relation : $P = k \frac{m}{r^2}$, k est une constante.

Exprimer l'accélération g de la pesanteur à une distance r de C en fonction de l'accélération g_0 de la pesanteur au sol, du rayon R de la terre et de r .

AN : $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$; $R = 6400 \text{ km}$ et $r = 7000 \text{ km}$

2°) Un satellite artificiel S de masse m a une trajectoire circulaire de rayon r dans le plan de l'équateur.

a°) Montrer que sa vitesse angulaire ω est reliée au rayon r de la trajectoire par la relation $\omega^2 r^3 = \text{constante}$. Exprimer la valeur de cette constante en fonction de g_0 et R .

b°) Exprimer la période T du mouvement

On donne $\sqrt{r^3} = 18.6 \times 10^9$. Calculer T .

3°) Calculer en fonction de m , g , R et r le travail W du poids P du satellite lors du déplacement depuis le sol où $r_0 = R$ jusqu'à un point de la trajectoire de rayon r

4°) Exprimer l'énergie cinétique du satellite en fonction de m , g_0 , R et r

EXERCICE 2

La remorque d'un véhicule au repos peut être assimilée au dispositif suivant : une masse $M = 500 \text{ kg}$ reposant par l'intermédiaire de deux ressorts identiques de raideur k sur une barre B représentent l'axe des roues de la remorque.

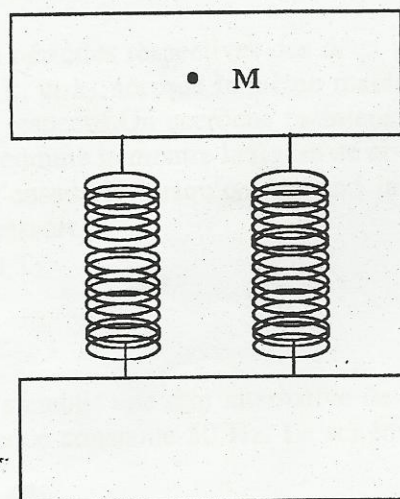
1°) En admettant que sous l'action de M , les deux ressorts verticaux sont comprimés de $\Delta l = 15 \text{ cm}$, quelle est la raideur de chaque ressort ?

2°) Lorsque l'on charge la remorque, cela revient à augmenter M de $m = 50 \text{ kg}$. Chaque ressort est alors comprimé d'une même quantité supplémentaire x_0 .

a°) Calculer x_0

b°) A $t = 0$ la charge m est enlevée. Etablir l'équation différentielle du mouvement de translation de la masse M en prenant un axe x orienté vers le bas.

c°) Calculer la période T_0 des oscillations.



6°) Un deuxième ressort identique au précédent est attaché à la masse m , la deuxième extrémité étant fixée au point B qui se trouve sur la même verticale que A, à une distance $AB = 50\text{cm}$

a°) Donner les expressions littérales des tensions et des longueurs des deux ressorts à l'équilibre.

b°) On abaisse m de 5 cm de sa position d'équilibre puis on la lâche. Exprimer les tensions des ressorts à un instant quelconque t puis écrire l'équation différentielle du mouvement de G dans un repère dont l'origine se trouve à la nouvelle position d'équilibre de G.

EXERCICE 3

Une bille de masse $m = 10 \text{ g}$, est lâchée sans vitesse initiale d'une hauteur 20 m au-dessus d'un plan sur lequel elle rebondit. Exprimer l'énergie potentielle du système (bille + Plan + terre), son énergie cinétique et l'énergie mécanique en fonction de t compté à partir du choc supposé parfaitement élastique. $g = 10 \text{ m/s}^2$

1°) En fait, à chaque choc sur le plan, une fraction $q = 20\%$ de l'énergie mécanique se trouve perdue. La bille rebondit ainsi à plusieurs reprises restant sur la même trajectoire verticale. Exprimer l'énergie mécanique après le $n^{\text{ième}}$ choc en fonction de n .

2°) Quelle distance aura au total parcouru la bille jusqu'à ce qu'elle s'immobilise ? Au bout de quel temps t la bille s'immobilise-t-elle.

EXERCICE 4

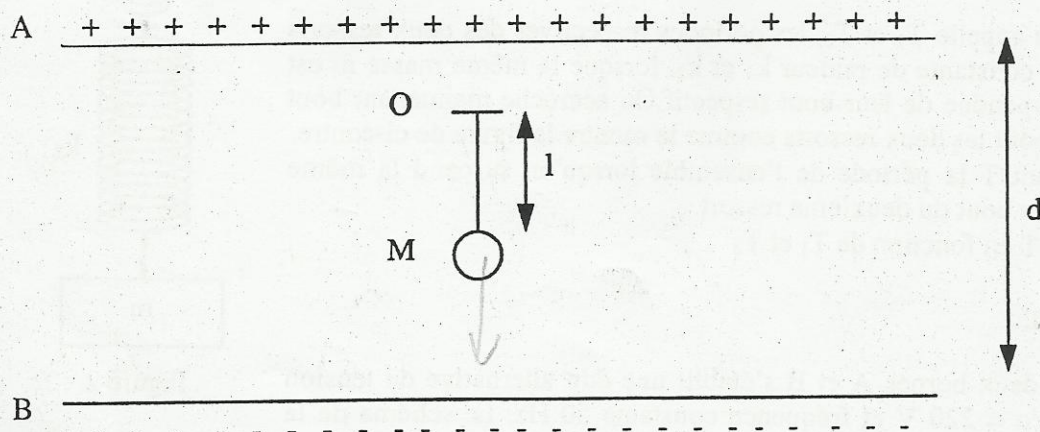
Une sphère conductrice M de masse $m = 20 \text{ g}$ et portant une charge q^* est suspendue en un point fixe O par l'intermédiaire d'un fil isolant inextensible de masse négligeable et de longueur $l = 10 \text{ cm}$. Ce pendule est placé entre deux armatures métalliques A et B , plane et horizontale, de grande dimension, distante de $d = 20 \text{ cm}$. Le point de suspension O est situé à 5 cm au-dessus de l'armature supérieure A . On applique entre les deux armatures une différence de potentielle $U_{AB} = V_A - V_B = 2 \cdot 10^3 \text{ V}$ créant alors entre A et B un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$.

1°) Caractériser $\vec{E}$ et $\vec{F}$ s'exerçant sur M .

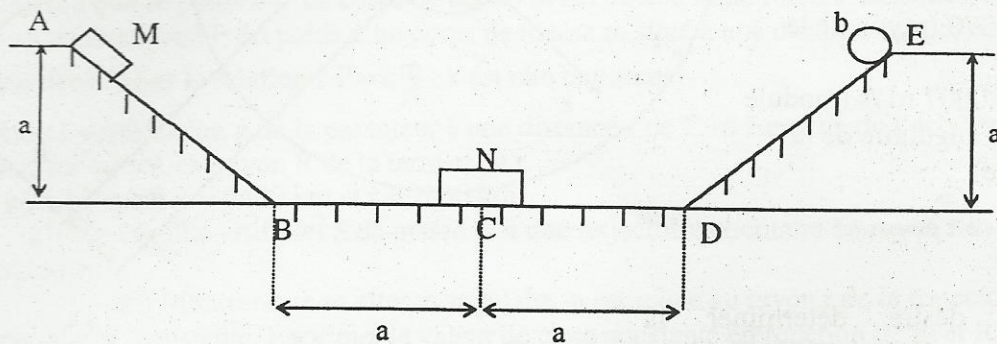
2°) La sphère porte la charge $q = +0.2 \cdot 10^6 \text{ C}$. Le pendule est écarté de sa position d'équilibre de $\alpha = 90^\circ$ et abandonné sans vitesse initiale. Déterminer la vitesse de M et la tension du fil au passage à la verticale.

3°) Le fil se casse au passage à la verticale, déterminer l'équation et la nature de trajectoire de M après rupture du fil.

4°) Quelle est la durée du mouvement au moment où M touche l'armature B .



1^{ère} partie :



$a = 10 \text{ m}$

La figure ci-dessus représente deux plans inclinés et un plan horizontal de traces AB, ED, et BD. Les corps M et N de masses respectives $m_1=100\text{g}$ et $m_2 = 10 \text{ g}$ peuvent glisser sans frottement sur ces plans tandis que la bille de masse $m_3=100\text{g}$ est animée d'un roulement sans glissement.

1°) M est lâchée de A sans vitesse initiale à l'instant $t = 0$. Ecrire l'équation horaire de son mouvement et déterminer l'instant t_B où il arrive en B ainsi que sa vitesse en B et sa composante horizontale.

2°) Calculer la durée du trajet BC et sa vitesse en C.

3°) En C, il heurte N, calculer les vitesses de M et N après les chocs (supposés parfaitement élastiques)

4°) Ecrire l'équation du mouvement de N entre C et D et déterminer l'instant où il arrive en D.

5°) A cet instant, la bille b est lâchée de E sans vitesse initiale.

a°) Calculer l'accélération du centre d'inertie de b

b°) Ecrire les équations horaires des mouvements des centres d'inertie de N et b sur ED

c°) Déterminer l'instant où ils se heurtent

2^{ème} partie

On dispose d'un ressort de constante de raideur k et de longueur à vide $l_0 = 18 \text{ cm}$, dont l'une des extrémités est accrochée au point A du plafond.

1°) Calculer k si sa longueur devient $l = 20 \text{ cm}$ quand on l'étire avec une force d'intensité $F = 10\text{N}$.

2°) On suspend une masse $m = 700\text{g}$ à l'autre extrémité du ressort. Déterminer la tension du ressort ainsi que sa longueur à l'équilibre.

3°) On tire la masse m vers le bas et on la lâche lorsque la longueur du ressort est de 25 cm . Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G de m en utilisant la relation fondamentale de la dynamique, l'espace étant rapporté à un repère dont l'origine O se trouve à la position d'équilibre de G.

4°) Retrouver la même équation en utilisant le théorème de la conservation de l'énergie mécanique.

5°) Ecrire l'équation horaire du mouvement de G puis trouver la période des oscillations et l'expression de la vitesse de G quand il passe par O.

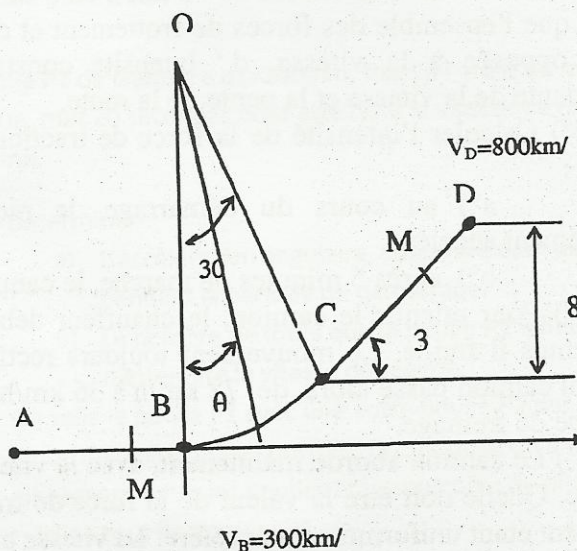
EXERCICE N° 1

Un point matériel M décrit les trajectoires suivantes :

a°) Une trajectoire rectiligne AB horizontale de longueur 1300 m. En A, la vitesse est égale à zéro. En B, la vitesse atteint 300 km/s. Le mouvement est uniformément accéléré.

b°) Une trajectoire circulaire BC de rayon $R = 0.5$ km. L'angle BOC est égal à 30° . Le mouvement est uniformément accéléré avec la même accélération que sur la trajectoire AB.

c°) Une trajectoire rectiligne CD inclinée de 30° sur l'horizontale. La différence de côte de C en D est de 8 km. Le mouvement est encore uniformément accéléré mais avec une accélération différente. En D la vitesse est de 800 km/h.



QUESTIONS :

Trajectoire AB

Ecrire les équations de mouvement et calculer le temps mis par le mobile pour se déplacer de A en B ainsi que la valeur de l'accélération Y du mouvement si on suppose que le mobile est en B quand on fait $t = 0$.

Trajectoire BC

- Calculer la vitesse angulaire ω en B et l'accélération angulaire du mouvement ω'
- Ecrire les équations angulaires et linéaires du mouvement.
- Calculer ω_c , V_c et l'accélération normale Y_n et le temps t .

Trajectoire CD

- Ecrire les équations du mouvement, en supposant que le temps $t = 0$ quand ce mobile est en B.
- Calculer la valeur du module de l'accélération Y et l'intervalle de temps mis par le mobile entre l'instant où il quitte le point B et celui où il atteint le point D.

EXERCICE 2 :

1°) Trouver l'expression de la relation, entre la vitesse V_M d'un satellite artificiel M, assimilable à un point matériel, et de la hauteur h , où il se trouve.

On considère que la trajectoire est circulaire autour de la terre. La force d'attraction F du satellite par la terre est considérée comme inversement proportionnelle au carré de la distance OM (satellite - centre de la terre)

$$F = \frac{Km}{(OM)^2}$$

Où m : masse du satellite

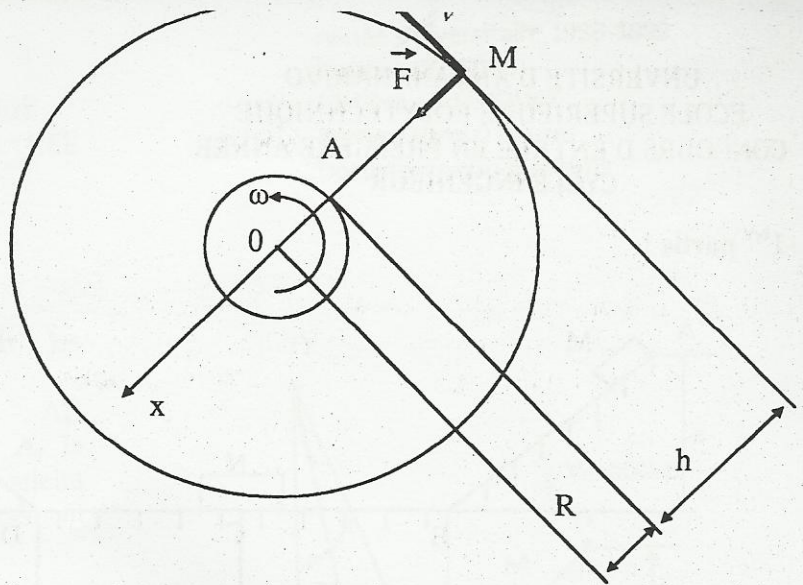
K : constante (à déterminer)

2°) Calculer à quelle hauteur de la terre en mouvement doit-on libérer le satellite pour que l'on puisse l'apercevoir immobile d'un point A sur la terre.

On donne : $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$R = 6370$ (rayon de la terre)

$\omega = 0.0007 \text{ rd/s}$ (module
du vecteur vitesse angulaire de la
rotation de la terre)



EXERCICE : 3

1°) On désire déterminer la profondeur d'un grand lac par l'étude du mouvement de descente d'une charge C, assimilable à un point matériel. En laissant descendre une charge C avec une vitesse V_0 , elle atteint le fond du lac après un certain temps T.

Déterminer l'expression S (chemin de la charge) si la projection sur l'axe des x des seules forces résistantes à considérer de l'eau sur la charge est exprimée par :

$$R = -km \dot{x}$$

où :

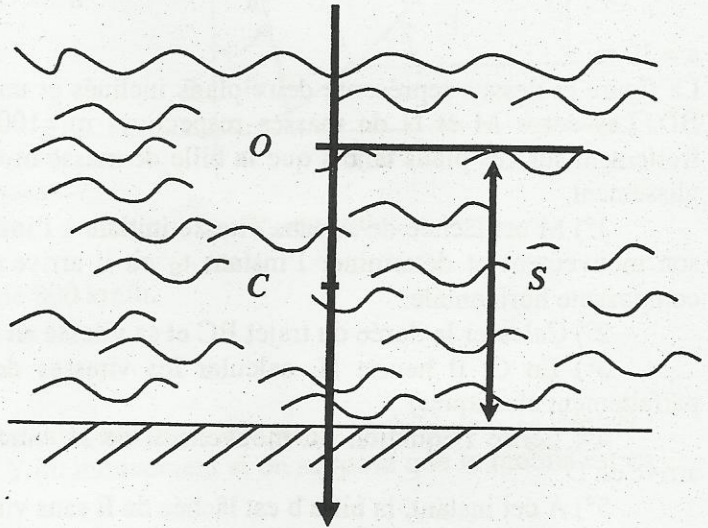
m : masse de la charge

$\dot{x}$: projection de sa vitesse sur l'axe

k : constante positive

L'axe vertical des x est orienté vers le bas.

O est l'origine de l'axe correspondant à la position de C au début de sa descente.



EXERCICE N° 1

Un camion dont la masse totale est de $M = 4$ tonnes, démarre sur une route rectiligne et horizontale. Il atteint une vitesse de 72 km/h en 5 mn et continue sa marche à vitesse constante. On suppose que l'ensemble des forces de frottement et de résistance de l'air est équivalent à une force unique, opposée à la vitesse, d'intensité constante $f = 300 \text{ N}$. Cette force est supposée indépendante de la vitesse et la pente de la route.

1°) Calculer l'intensité de la force de traction développée par le moteur dans les deux cas suivants :

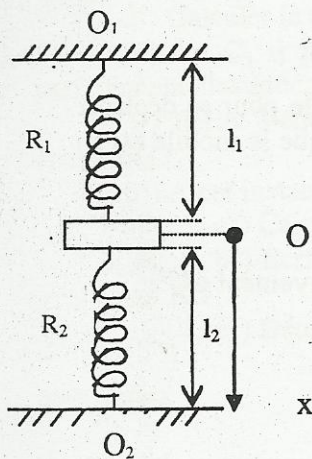
a°) au cours du démarrage, le mouvement étant alors supposé rectiligne et uniformément accéléré.

b°) après 5 minutes de marche, le camion roule alors à une vitesse constante.

2°) Pour ralentir le camion, le chauffeur débraye, annulant ainsi la force de traction et en même temps il freine. Le mouvement toujours rectiligne devient alors uniformément retardé. La vitesse du camion passe alors de 72 km/h à 36 km/h sur un parcours de 200 m . Calculer l'intensité de la force de freinage.

3°) Le camion aborde maintenant, avec la vitesse de 36 km/h , une côte qui s'élève de 20 mm par mètre. Quelle doit être la valeur de la force de traction pour que sur une distance de 500 m , le mouvement étant uniformément accéléré. La vitesse atteint 45 km/h . (On prend $g = 10 \text{ m/s}^2$)

EXERCICE N°2



On donne $O_1O_2 = 76 \text{ cm}$, R_1 et R_2 deux ressorts identiques de longueur à vide $l_0 = 25 \text{ cm}$, de coefficient de raideur $k = 24,5 \text{ N/m}$; A un cylindre de 4 cm de haut, de masse $M = 200 \text{ g}$.

Le cylindre étant en équilibre, on le tire vers le bas de 3 cm et on l'abandonne sans vitesse initiale.

1°) Déterminer la position d'équilibre du centre de gravité G du cylindre.

2°) Former l'équation horaire du mouvement de G

3°) Déterminer la période du mouvement

EXERCICE N° 3

Une fusée atteint une altitude de 600 km et éjecte un satellite de masse 40 Kg sur une orbite circulaire qu'il décrit d'un mouvement uniforme. La trajectoire est située dans le plan équatorial terrestre et son centre est celui de la terre. Le rayon de la terre vaut $R = 6400 \text{ Km}$. A 800 Km d'altitude, la valeur de g est $8,2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$.

1°) Calculer la vitesse du satellite sur son orbite.

2°) Déterminer son énergie cinétique

3°) Calculer la durée d'une révolution.

Exercice I :

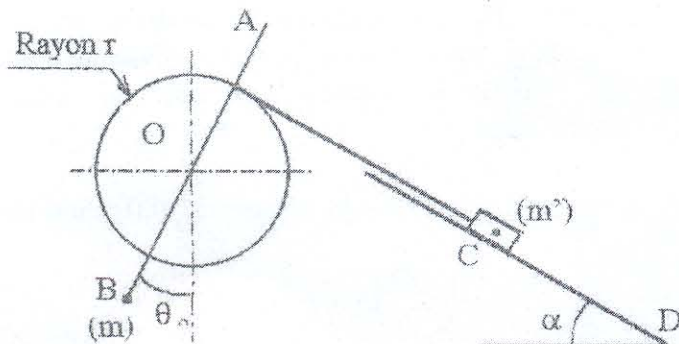


figure 1

Une roue, de masse négligeable, de rayon r , peut tourner autour de son axe de révolution horizontal (Δ).

Une tige AB homogène, perpendiculaire en son centre de gravité à l'axe (Δ), de longueur $2l$, de masse $3m$, porte à son extrémité B une masse ponctuelle m . La tige AB est solidaire à la roue.

Un fil inextensible, de masse négligeable, dont une extrémité est fixée à la roue, l'autre extrémité est accrochée à un petit solide de masse m' (masse ponctuelle) qui peut glisser sans frottement sur un plan incliné d'angle α (voir figure 1).

1).- Déterminer l'angle θ_0 que fait l'axe de la tige AB avec la verticale du point O pour que le système soit en équilibre.

Note : On étudiera séparément l'équilibre de l'ensemble (roue + tige AB + masse m) d'une part et celui du solide m' d'autre part.

2).- A l'instant $t = 0$, on coupe le fil reliant le solide de masse m' à la roue,

- a). - Etudier la nature du mouvement du solide m' sur le plan incliné.
- b). - La distance CD étant de 0,5 m, calculer :
 - la durée du mouvement de m' sur [CD],
 - la vitesse et l'énergie cinétique de m' au point D.

3). - On s'intéresse maintenant au mouvement pris par le système (roue + tige AB + masse m) après que le fil a été coupé et en négligeant tout frottement.

a). - Montrer que le système est animé d'un mouvement sinusoïdal autour de (Δ), d'amplitude θ_0 .

- b). - Déterminer au passage à la verticale du point O :
 - la valeur absolue de la vitesse angulaire θ' ,
 - l'énergie cinétique du système.

A. N. : $m = 150 \text{ g}$, $m' = 125 \text{ g}$, $r = 5 \text{ cm}$, $\alpha = 30^\circ$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $OB = OA = l = 20 \text{ cm}$.

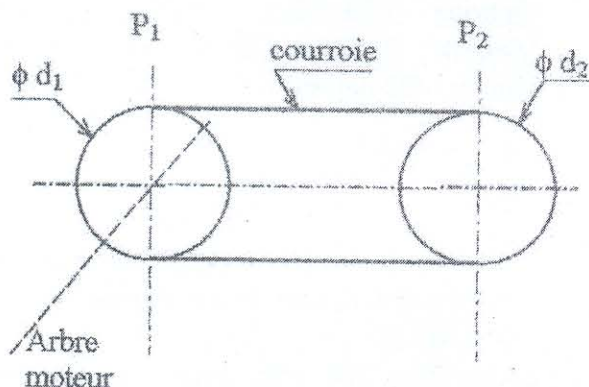
Exercice II :

figure 2

Une poulie P_1 de diamètre $d_1 = 100$ mm, fixée à l'arbre d'un moteur électrique, met 20 secondes pour atteindre la vitesse de régime de 1200 tr/mn.

1). - Déterminer :

a).- l'accélération angulaire, supposée constante, de P_1 pendant la période de démarrage.

b).- le nombre de tours que la poulie P_1 a fait avant d'atteindre la vitesse de régime.

2). - On relie la poulie P_1 avec une autre poulie P_2 par l'intermédiaire d'une courroie. On suppose qu'il n'y a pas de glissement entre les poulies et la courroie ; de plus on néglige tout frottement.

Déterminer le diamètre d_2 de la poulie P_2 pour qu'elle tourne à la vitesse de 480 tr/mn (la poulie P_1 tourne à 1200 tr/mn).

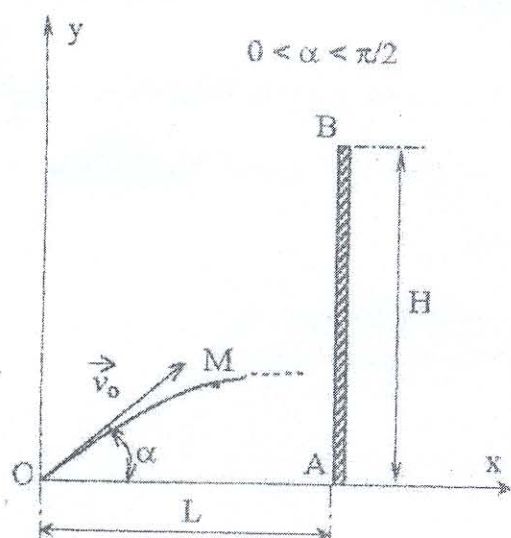
Exercice III :

figure 3

Un projectile M est lancé d'un point O , à l'instant $t = 0$ avec une vitesse $\vec{v}_0$ inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontal, vers un mur AB de hauteur H , situé à une distance L du point O (voir figure 3).

1).- Ecrire l'équation de la trajectoire de M .

2).- Déterminer l'angle $\alpha_m = (\vec{v}_0, Ox)$ pour que le projectile atteigne le mur au point A .

3).- Déterminer l'angle $\alpha_M = (\vec{v}_0, Ox)$ pour que la flèche de la trajectoire, c'est-à-dire l'ordonnée maximale coïncide avec le point B .

On donne : $v_0 = 2\sqrt{5}$ m/s, $H = 0,75$ m, $L = 1$ m, $g = 10$ m/s².

Tous les exercices sont Obligatoires.

EXERCICE 1 :

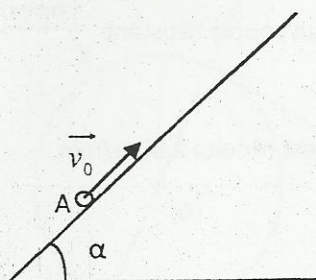


Figure 1

On prend $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Un solide de masse m est lancé du point A vers le haut suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné de $\alpha : 30^\circ$ par rapport à l'horizontale, avec une vitesse initiale $v_0 = 10 \text{ m/s}$ (voir figure 1). Les

frottements sont équivalents à une force parallèle à la trajectoire, de sens contraire à la vitesse et d'intensité constante égale à μP avec $\mu = \frac{\sqrt{3}}{10}$ et $P =$ poids du solide. On prend comme origine des temps ($t = 0$) l'instant de départ en A.

- 1)- A quel instant t_1 le solide atteint-il le point le plus haut de sa trajectoire ? Calculer la distance d ainsi parcourue.
- 2)- A quel instant t_2 il repasse au point A ? Déterminer sa vitesse à cet instant.
- 3)- Quelle est l'énergie cinétique du solide à l'instant t_2 sachant que sa masse est de 50 g ?

EXERCICE 2 :

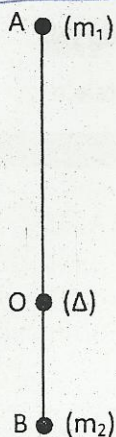


Figure 2

On prend $g = 10 \text{ m/s}^2$ et on néglige tous les frottements.

Deux billes assimilables à des points matériels, l'une A de masse $m_1 = 4m$, l'autre B de masse $m_2 = 3m$, sont placées aux extrémités d'une tige rigide T de masse négligeable mobile autour d'un axe horizontal (Δ) perpendiculaire à T au point O (voir figure 2).

On prend $OA = 2l$, $OB = l$.

- 1)- Déterminer la position du centre d'inertie G du système (la tige T et les masses m_1 et m_2) par rapport à O.
- 2)- Le système étant dans sa position d'équilibre stable, on l'écarte dans un sens choisi comme positif d'un petit angle $\theta_0 = 8^\circ$ et on l'abandonne sans vitesse initiale à

$l = 0$. On donne $m = 10 \text{ g}$, $l = 12 \text{ cm}$.

- a) Etablir l'équation différentielle régissant le mouvement du système et en déduire sa nature, ainsi que sa période T .
- b) Donner l'expression instantanée de l'élongation angulaire $\theta = f(t)$ (θ exprimé en radian).
- c) Etablir la relation qui lie l'élongation angulaire θ et la vitesse angulaire $\dot{\theta}$. En déduire la vitesse angulaire du système lorsque $\theta = \frac{\theta_0}{2}$.

- 3)- calculer la longueur du pendule simple synchrone de ce pendule composé.

EXERCICE 3:

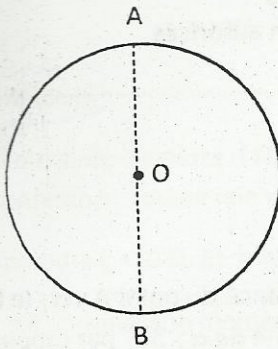


Figure 3

Un disque circulaire de 80 cm de diamètre peut tourner dans un plan vertical autour d'un axe horizontal perpendiculaire au plan du disque et passant

par son centre O (voir figure 3). Son moment d'inertie par rapport à cet axe est de 48 kg.m^2 . On applique au niveau de l'axe un couple moteur qui provoque la rotation du disque. Quand la vitesse de rotation atteint 90 tr/min. on coupe l'alimentation du moteur et l'on exerce sur le disque un couple résistant constant.

On constate qu'après 25 tours, la vitesse de rotation est réduite à 30 tr/min.

1)- a) Calculer la valeur du moment du couple de freinage.

b) Le disque tournant à raison de 30 tr/min, on supprime le couple de freinage. Quelle est la nature du mouvement du disque? Déterminer son équation horaire et la vitesse linéaire d'un point de sa circonférence.

2)- Au cours du mouvement de la phase précédente (phase sans couple résistant), un fragment de métal supposé ponctuel se détache du disque à l'instant où il passe par la verticale AB en B. Les frottements sont négligeables et on prend $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

a- Déterminer la position du point C (point de rencontre du fragment avec le sol) par rapport à la verticale passant par AB, si l'axe de rotation du disque se trouve à 0,60m du sol.

b- Evaluer le vecteur-vitesse $\vec{v}_C$ au point C en précisant l'angle que fait $\vec{v}_C$ avec l'horizontale.

EXERCICE I : L'équation d'état pour les gaz réels est de la forme:

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

a et b : des constantes dépendant de la nature du gaz,

V : volume du gaz,

p : pression du gaz en $[N/m^2]$,

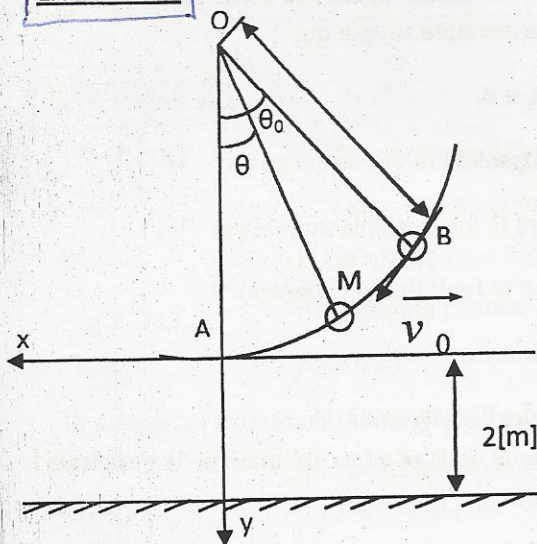
T : température du gaz en $[K]$ (degré KELVIN),

n : nombre de mole(s) en [mole],

R : constante molaire des gaz parfaits en $[J/mole.K]$

Donner les unités de a et b, dans le système international.

EXERCICE II:



Une bille assimilable à une masse ponctuelle

$M = 250 [g]$ est suspendue en un point fixe O par l'intermédiaire d'un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur $l = 1,0 [m]$.

Au départ la bille se trouve au point B tel que le segment $[OB]$ fait un angle $\theta_0 = 60^\circ$ par rapport à la position d'équilibre et on le lance avec une vitesse $|\vec{v}_0| = 5 [m/s]$ ($\vec{v}_0 \perp \vec{OB}$)

Pour les applications numériques, on prendra $g = 10 \text{ S.I.}$

- 1°) Donner l'expression de V_M , vitesse au point M, prise par la bille en fonction de v_0, θ_0, g, l et θ (angle entre la droite (OM) et la verticale).
 Calculer la vitesse V_A au point A (position d'équilibre).
- 2°) Donner l'expression T_M , tension du fil en M, en fonction de m, g, l, v_M et θ
 Calculer la tension T_A au point A
- 3°) Arrivée en A, la bille de masse m heurte une autre bille de masse $m' = 135 [g]$, au repos. On suppose que le choc est parfaitement élastique.
 - a) Exprimer les vitesses v'_A vitesse de la bille (m) et v' celle de la bille (m') après le choc, en fonction de m, m' et V_A .
 - b) Calculer modules de v' et v'_A .
 - c) Donner l'expression littérale de la trajectoire de la bille (m') dans le repère Axy.
 - d) Le point A étant situé à une altitude $2 [m]$ par rapport au sol horizontal, calculer l'abscisse x_i du point d'impact I de la bille sur le sol.
 - e) Déterminer la valeur de θ_0 pour que l'abscisse x_i soit égale à $5,5 [m]$.

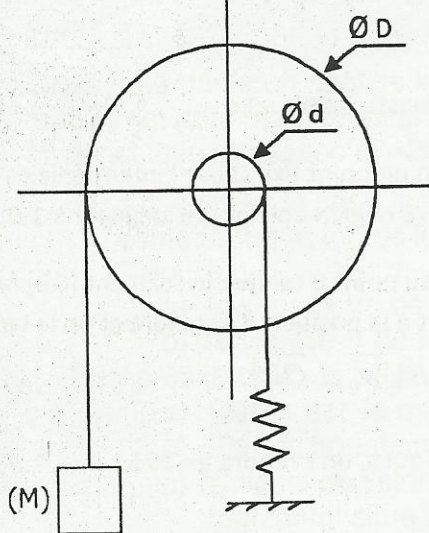
EXERCICE III

Un volant, de diamètre d 60 [mm] et dont la masse m 50 [kg] est supposée, uniformément répartie sur sa circonférence, tourne une vitesse constante $N = 600$ [tr/mn]

On prendra $g = 10$ SI. Et $\pi^2 = 10$.

- 1°) Calculer son moment d'inertie,
- 2°) Calculer l'énergie cinétique du volant à ce régime ($N = 600$ [tr/mn]).
- 3°) Le volant ralentit sous l'effet de résistances passives et s'immobilise au bout de 2 minutes.
 - a) Quelle est la nature du mouvement du volant?
 - b) Ecrire les équations du mouvement.
 - c) Représenter en fonction du temps t :
 - l'élongation angulaire,
 - la vitesse angulaire,
 - l'accélération angulaire.

EXERCICE IV:



Un ressort, de masse négligeable et de raideur k , est fixé à une extrémité et l'autre extrémité est liée à un fil inextensible souple qui s'enroule sur un cylindre de diamètre d .

Sur un autre cylindre de diamètre D , solide et coaxial au premier cylindre, s'enroule un autre fil inextensible auquel est suspendue à l'autre bout une masse M (voir figure ci-contre).

On néglige les masses des deux cylindres.

1°) A l'équilibre, en supposant que l'allongement du ressort est égal à Δl exprimer la masse M - fonction de k , Δl , d , D et g (accélération de la pesanteur).

2°) On écarte le système de sa position d'équilibre en déplaçant la masse M vers le bas (suivant la verticale), puis on l'abandonne sans vitesse initiale. On suppose que les frottements sont négligeables et qu'il n'y a pas de glissement entre les fils et les cylindres.

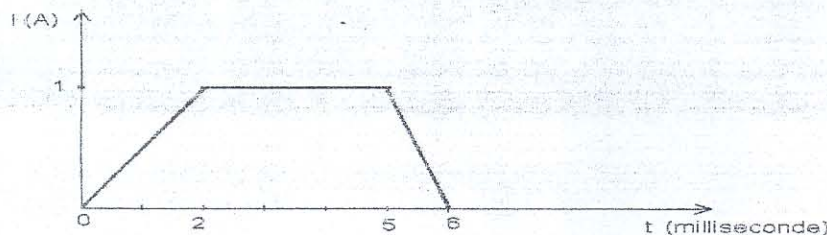
- a) Etablir l'équation différentielle du mouvement de M .
- b) En déduire l'impulsion du mouvement
- c) Donner la période du mouvement.
- d) Donner l'élongation horaire du mouvement.

Les trois exercices et le problème sont obligatoires .

Exercice 01 : Electromagnétisme

Un solénoïde de longueur $l = 40$ cm , comportant 1250 spires par mètre , de rayon $R = 2$ cm , est parcouru par un courant d'intensité $I = 5$ A .

- Calculer le champ magnétique créé au centre O du solénoïde par le passage du courant .
- En supposant le champ magnétique uniforme à l'intérieur du solénoïde , calculer le flux propre de ce solénoïde , en déduire son inductance.
- Le solénoïde est à présent parcouru par un courant d'intensité variant en fonction du temps comme l'indique la figure ci-dessous :



Déterminer la force électromotrice d'auto-induction ' e ' qui apparaît aux bornes de la bobine pour chacune des trois phases .

Tracer $e = f(t)$ pour $t \in [0 ; 6\text{ms}]$.

On donne $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7}$ et $\pi^2 = 10$

Exercice 02 : Electricité .

Un circuit comporte en série un condensateur de capacité C et une bobine de résistance R et d'auto-inductance L . Il est alimenté par un générateur qui délivre une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude constante mais de fréquence variable f .

On mesure les tensions efficaces respectives aux bornes du générateur , du condensateur et de la bobine : on trouve la même valeur .

- Exprimer L et C en fonction de R et f .
- Le circuit est parcouru par un courant d'intensité instantanée $i(t) = I_m \sin \omega t$.
Calculer le déphasage φ entre $u(t)$ et $i(t)$.
- On modifie la fréquence f jusqu'à ce que le déphasage φ devienne nulle .
 - Interpréter le phénomène .
 - Calculer la fréquence correspondante en prenant $f = 50$ Hz comme fréquence de départ de la tension alternative sinusoïdale .

Exercice 03 : Optique Géométrique .

Soit une lentille mince convergente L_1 de distance focale 15cm . Un objet AB de 5cm de hauteur perpendiculaire à l'axe optique est placé à 20cm de la lentille .

- Déterminer par calcul les caractéristiques de l'image A'B' (position , sens , grandeur , nature)
- Vérifier par construction graphique ces caractéristiques (échelle : 1/5)
- Une lentille mince divergente L_2 de distance focale 50 cm est placée derrière la lentille L_1 à la distance de 35 cm , les axes optiques étant confondus .
 - Déterminer par calcul les caractéristiques de l'image finale de l'objet AB placé à 20cm en avant de L_1 .
 - Faire la construction graphique .

SUITE AU VERSO

Problème : Les parties A et B sont indépendantes et on prendra $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

Partie A.

Une bille assimilable à un point matériel M de masse $m = 50 \text{ g}$ est abandonnée sans vitesse initiale en un point A d'une gouttière ABCD. Cette gouttière est constituée :

- d'un tronçon rectiligne AB incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal et de longueur $AB = 1,5 \text{ m}$,
- d'un tronçon horizontal BC,
- d'un tronçon circulaire CD de centre O et de rayon $r = 60 \text{ cm}$ et telle que OC est perpendiculaire à BC (voir figure 1).

Les frottements qui ne s'exercent qu'entre B et C sont équivalents à une force F parallèle au déplacement et d'intensité constante égale à $0,4 \text{ N}$.

- 1) Quelle est la nature du mouvement de la bille sur la portion BC ?
- 2) Quelle doit être la longueur de BC pour que la bille arrive en C avec une vitesse nulle ?
- 3) La bille M part du point C avec une vitesse pratiquement nulle et aborde la partie circulaire CD. La position de la bille M est repérée par l'angle $\theta = (\text{OD}, \text{OE})$ en un point E de CD.
 - a) Exprimer en fonction de g , r et θ la vitesse V_E au point E.
 - b) Donner en fonction de m , g , r et θ l'intensité de la réaction R de la gouttière sur la bille au point E.
 - c) Calculer la valeur de l'angle θ pour laquelle la bille M quittera la gouttière.

Partie B.

Dans cette partie on néglige les forces de frottement et on supprime la partie CD. La bille M de masse $m = 50 \text{ g}$ est abandonnée sans vitesse initiale au point A de la gouttière. En C elle heurte une autre bille M' ponctuelle de masse $m' = 200 \text{ g}$ initialement au repos (voir figure 2).

- 1) Juste après le choc supposé parfaitement élastique, la vitesse de la bille M' est égale à $1,6 \text{ ms}^{-1}$. En admettant que toutes les vitesses sont colinéaires avant et après le choc, calculer :
 - a) la vitesse V_0 de la bille M juste avant le choc.
 - b) la vitesse V de M juste après le choc.
- 2) Après le choc, la bille M' quitte la gouttière.
 - a) Quelle est la nature du mouvement ultérieur de M' ?
 - b) Ecrire l'équation cartésienne de sa trajectoire dans un repère d'axes orthonormés $(C; x, Cy)$.
 - c) Calculer la distance de la verticale du point C au point d'impact K de la bille M' sur le sol horizontal situé à $h = 80 \text{ cm}$ de C.

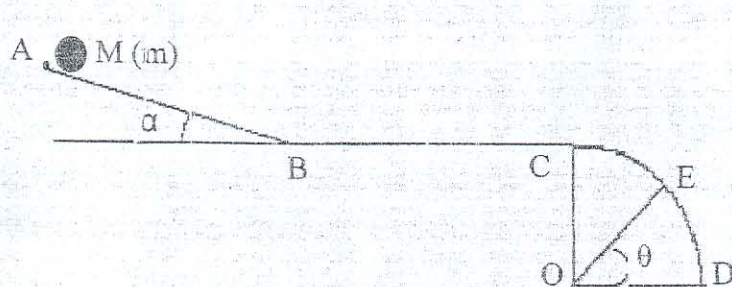


Figure 1

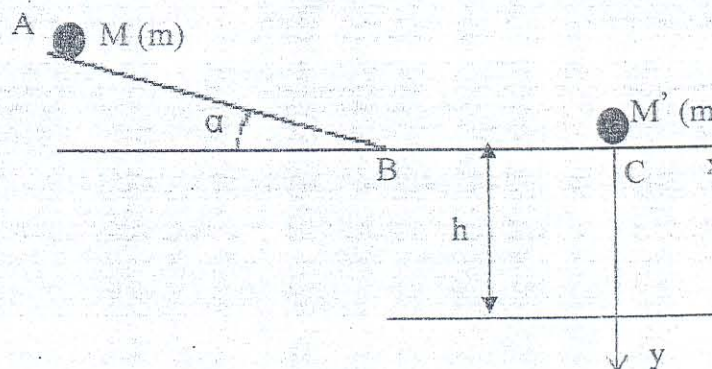


Figure 2

LES QUATRES EXERCICES SONT OBLIGATOIRES

Exercice 1 :

Sur une piste d'essai rectiligne de longueur $A_1A_4 = 4$ km, une voiture expérimentale, partant du point A_1 , sans vitesse initiale se déplace le long de $A_1A_2A_3A_4$ selon les phases suivantes :

Phases 1 : $A_1 - A_2$: phases de démarrage d'accélération $a_1 = 0,2 \text{ m/s}^2$.

Phases 2 : $A_2 - A_3$: mouvements uniforme

Phases 3 : $A_3 - A_4$: phases de ralentissements d'accélération $|a_2| = 0,1 \text{ m/s}^2$.

La vitesse initiale de la voiture est nulle en A_4 .

1. Donner l'expression de la vitesse pour chaque phase.
2. Le temps mis par la voiture pour parcourir les tronçons A_2A_3 est 3 minutes. Calculer la vitesse en chaque point A_1, A_2, A_3, A_4 .
3. Calculer le temps mis par la voiture pour atteindre ces 4 points,
4. Calculer la distance parcourue pour chaque phase.
5. Construire les diagrammes de vitesse et d'accélération en fonction du temps.

Exercice 2 :

Un circuit électrique comporte en série une résistance R , une bobine d'inductance L de résistance négligeable et un condensateur C . Il est alimenté par une source de tension sinusoïdale $u(t)$, d'amplitude constante 12 volts et de fréquences N variables.

On donne $R = 10[\Omega]$, $L = 1[\Omega]$, $C = 5[\mu F]$.

1. Faire le schéma du circuit.
2. Le circuit est parcourue par un courant d'intensité $i(t) = I_m \sin(2\pi N)t$
 - a) Donner l'expression de la tension aux bornes de R , de L , et de C
 - b) Calculer l'impédance Z du circuit pour une fréquence $N = 100 \text{ Hz}$
 - c) Construire le diagramme de Fresnel pour obtenir l'impédance Z .
- 2) Calculer la valeur des fréquences notées N_R mettant le circuit en résonnances
- 3) Le circuit parcouru par le courant $i(t)$ dissipe de l'énergie par effet Joule notée dE_j . Calculer E_j pendant une période de résonnances T_R .
- 4) Le circuit LC emmagasine de l'énergie que l'on appelle énergie électrique totale. Donner l'expression de l'énergie emmagasinée par le condensateur notée E_C et par l'inductance notée E_L . Montrer que l'énergie électrique totale notée $E = E_j + E_C = \frac{1}{2} \cdot LI_m^2$.

Exercice 3 :

On étudie l'image d'un objet lumineux AB placé perpendiculairement sur l'axe optique d'une lentille mince convergente de distances focale $f_1 = 10 \text{ cm}$

- 1) L'objet AB de 5 cm de hauteur est placé à 30 cm de la lentille. Déterminer par calcul la position, la nature, le sens et la nature de la grandeur de l'image, puis vérifier les résultats par une construction géométrique.
- 2) Même questions qu'en un) pour le même objet placé à 5 cm de la lentille.
- 3) A quelle distance de l'objet faut-il placer la lentille pour obtenir une image $A'B'$ 5 fois plus grande que l'objet.
- 4) On étudie ensuite un système optique constitué de 2 lentilles minces convergentes non accolées. La lentille L_1 de distances focale $f_1 = 10 \text{ cm}$ et la lentille L_2 de distances focale $f_2 = 20 \text{ cm}$. Distances $O_1O_2 = 20 \text{ cm}$.
- 5) Déterminer par calcul et par construction géométriques l'image finale de l'objet placé à 15 cm de la lentille L_1 .

Exercice 4 :

Un système est constitué par 3 cylindres homogènes C_1 , C_2 et C_3 de même nature et de même épaisseur.

Les 3 cylindres sont solidaires sur un même axe. C_1 a une masse M et de rayon R , C_2 et C_3 ont une masse

M' et de rayon $\frac{R}{2}$.

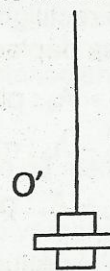
1- Calculer la masse des cylindres C_2 et C_3

2- Montrer que le moment d'inertie de l'ensemble est $J = \frac{9MR^2}{16}$

3- On réalise avec le système un pendule de torsion d'axe OO' vertical

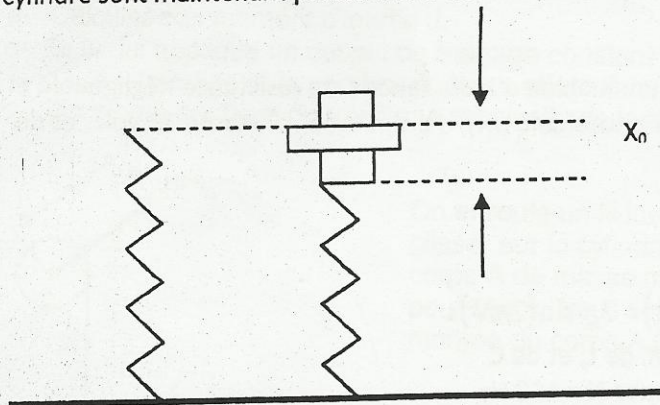
a- On fait tourner le système d'un angle θ_0 à partir de sa position d'équilibre et on l'abandonne à lui-même sans vitesse initiale. Donner l'équation différentielle régissant le système et en déduire l'expression de sa période.

b- La période des oscillations est 5s. Calculer la constante de torsion OO' du fil pour $M=100g$ et $R=8cm$



(fig. 1)

4- Les 3 cylindres sont maintenant placés à une extrémité d'un ressort vertical de constante de raideur $k=30Nm^{-1}$



Le système est d'abord en équilibre. On écarte les cylindres vers le bas et on

les abandonne à eux-mêmes. Ils prennent un mouvement oscillatoire.

Etablir l'équation différentielle de ce mouvement et calculer la période des oscillations.

LES QUATRE EXERCICE SONT OBLIGATOIRES

Exercice 1/4

On considère un oscillateur élastique horizontal de raideur $K=4 \text{ Nm}^{-1}$ et de masse $m = 200 \text{ g}$.
L'amplitude des oscillations est de 2.5 cm . Les frottements sont négligés ; l'origine sur l'axe Horizontal est la position de l'extrémité libre du ressort lorsqu'il a sa longueur à vide.

- 1- a) Donner l'expression de l'énergie potentielle élastique de cet oscilateur.
b) Déterminer l'énergie potentielle maximale.
c) En déduire la valeur de l'énergie mécanique.
- 2- a) Quelle est la valeur maximale de l'énergie cinétique de cet oscillateur ?
b) Calculer la valeur maximale de la vitesse.
c) Pour une elongation de 2 cm , calculer :
 - ☒ a) L'énergie potentielle élastique
 - ☒ b) L'énergie cinétique
 - ☒ c) Valeur de la vitesse
- 3- Les frottements ne sont plus négligés
 - a) Comment varie l'amplitude en fonction du temps
 - b) A quelle condition la pseudo-période des oscillations est-elle peu différente de la période
 - ☒ c) Propre de l'oscillateur non-amorti correspondant ?
 - d) Représenter alors l'allure de l'évolution de l'élongation en fonction du temps

Exercice 2/4

On considère un dipôle constitué d'une résistance R non inductive et d'une bobine d'inductance L En série. On l'alimente par un courant électrique sinusoïdal de fréquence $N = 50 \text{ Hz}$.

La mesure a donné les résultats suivants :

Wattmètre : puissance moyenne dissipée : 36 W

Voltmètre : 120 V efficace

Ampèremètre : 0.6 A efficace

- 1- a) Calculer le facteur de puissance ($\cos$) de l'ensemble et en déduire [degrés]
b) Calculez l'impédance Z
c) Calculer les éléments R et L
- 2- On monte en série avec le dipôle un condensateur de capacité variable C pour former un Circuit résonant. L'ensemble est alimenté avec la même tension sinusoïdale de fréquence 50 Hz et de valeur efficace 120 V .
 - a) Déterminer à cette fréquence la valeur de la capacité C pour qu'il y ait résonance.
 - b) Donner l'expression de la puissance absorbée à la résonance.
 - c) Pour quelles fréquences, la puissance moyenne consommée est-elle égale à la moitié de celle absorbée à la résonance.
 - d) En déduire la valeur du facteur de qualité Q

Exercice 3/4

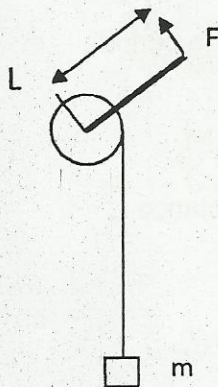
- 1- Une lentille mince convergente (L_1), de centre optique O_1 , donne d'un objet AB haut de 5cm et Situé à 20cm en avant de la lentille, une image réelle A_1B_1 située à 60cm après la lentille. A est situé sur l'axe principale et AB est perpendiculaire à l'axe. Calculer la distance focale de la lentille (L_1) et sa vergence C_1 .
- 2- L'objet AB est placé à 10cm en avant de la lentille (L_1)
- a- Déterminer par calcul les caractéristiques de l'image A_1B_1 (position, sens, grandeur, nature)
 - b- Vérifier par construction graphique ces caractéristiques (Echelle 1/5)
- 3- La lentille (L_1) est maintenant placée entre l'objet AB et un écran (E). Soit d la distance entre l'objet AB et l'écran (E). On désigne par x la distance entre l'objet et la lentille (L_1).
- a- Donner la condition sur d pour que l'on ait une image réelle A_1B_1 renversée de même taille que l'objet. En déduire x
 - b- On enlève ensuite l'écran (E). On accole la lentille (L_1) à une lentille (L_2) de vergence C_2 . Calculer C_2 pour que l'on ait une image renversée A_1B_1 de même taille que l'objet AB et situé à 1 m de ce dernier.

Exercice 4/4

Un treuil assimilé à un cylindre homogène de rayon R , de masse M , tourne autour d'un axe fixe Horizontal sans frottement et passant par son centre de gravité à une vitesse constante de 300tr/mn.

On donne $R=10\text{cm}$ et $M=20\text{kg}$.

- a- Calculer son moment d'inertie J .
- b- Si on lui applique un couple de freinage constant $M_f=0.13\text{Nm}$, déterminer la durée de
a. freinage et le nombre de tours effectué.
- c- On monte sur l'axe du treuil une manivelle de longueur L .



On enroule un fil inextensible de masse négligeable, sans glisser sur le cylindre et dont le bout est accroché à un corps A de masse $m=10\text{Kg}$. Quelle est la condition sur F pour que le treuil soit en rotation uniforme lors de la montée du corps A. (F est perpendiculaire à la manivelle)

- d- On enlève la manivelle et on abandonne le système sans vitesse initiale. Les frottements sont négligés. Déterminer la nature du mouvement au tout premier instant. Donner l'expression littérale et la valeur numérique de l'accélération angulaire du treuil et de l'accélération du corps A.

(prendre $g=10\text{N/Kg}$)

CONCOURS D'ENTREE EN PREMIERE ANNEE

Documents non autorisés

Options : TOUTES

Matière : PHYSIQUE

Durée : 2 heures 30 mn

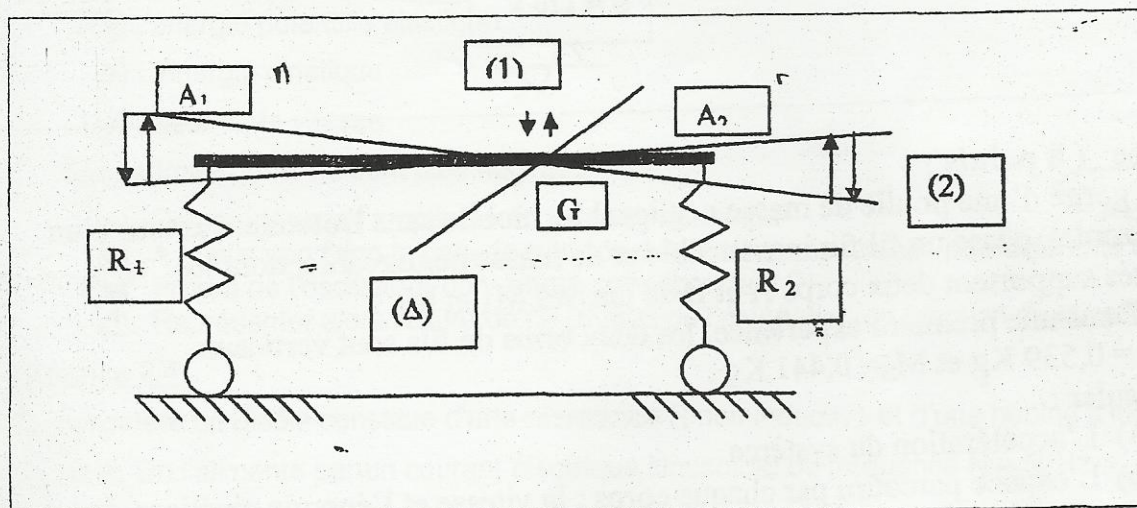
Exercice I : (4 points)

Un doublet formé de deux lentilles minces de distances focales f'_1 et f'_2 , situées à la distance e est tel que :

- 1) Un objet placé à 40cm en avant de l'une des lentilles L_1 a une image réelle située à 12cm de l'autre lentille L_2 et de grandissement $\gamma_1 = -1,2$.
- 2) Un objet placé à 60cm en avant de cette même lentille L_2 donne une image de grandissement $\gamma_2 = -\frac{1}{2}$,

Calculer f'_1 , e , f'_2 .

Exercice II : (4 points)



La masse suspendue M d'une voiture automobile peut être considérée comme divisée en deux masses ponctuelles M_1 et M_2 liées par une traverse rigide A_1A_2 de masse négligeable, M_1 repose sur la suspension avant figurée par le ressort R_1 parfaitement élastique, de raideur k_1 , de masse négligeable. M_2 repose sur la suspension arrière (ressort R_2 , de raideur k_2). Le centre de gravité des masses M_1 et M_2 est en G , à la distance l_1 de A_1 et l_2 de A_2 .

L'expérience montre qu'un tel système peut prendre deux types d'oscillations pendulaires

- a) Oscillations de translation verticale (1), avec une période dite de rebondissement vertical : T_v .
- b) Oscillations de rotation autour d'un axe (Δ) perpendiculaire au plan de la figure, donc à A_1A_2 , et passant par G (flèche (2)). La période est dite période de galop : T_g .

On désignera par ρ le rayon de giration du système des masses (M_1, M_2) autour de l'axe (Δ) .

1 - Déterminer T_v et T_g .

2 - Pour assurer aux passagers le meilleur confort, on cherche à

obtenir : $T_1 = T_2 = T_v = T_g = T$ (période unique).

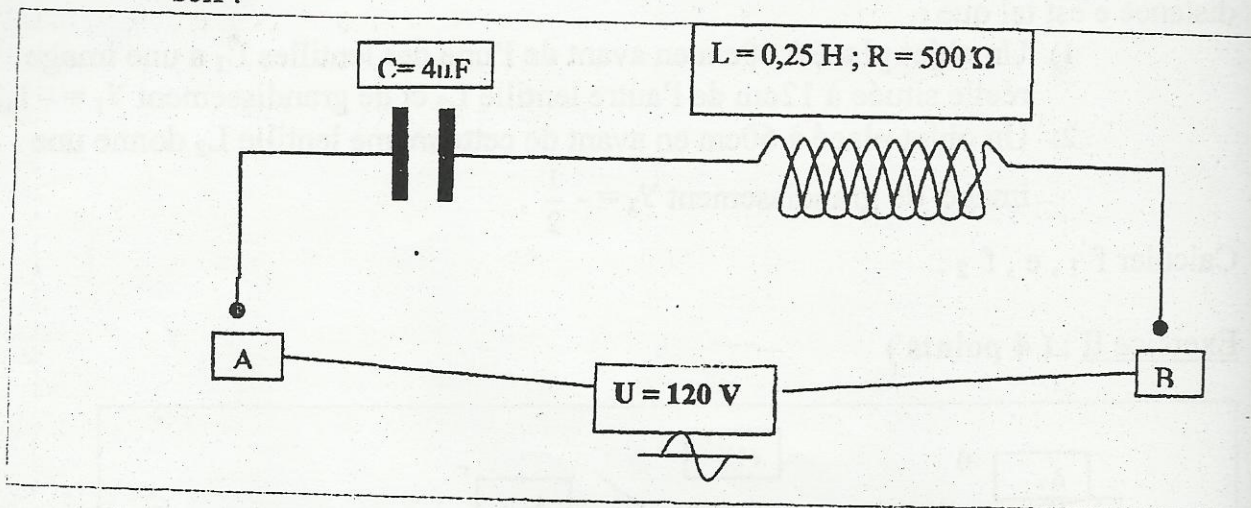
Montrer que cela entraîne : $\rho^2 = l_1 \cdot l_2$.

SUITE AU VERSO

Exercice III : (4 points)

Aux bornes d' une distribution d' énergie en courant alternatif à 50 périodes , entre lesquelles on maintient une tension efficace de 120 volts , on place en série une capacité de $4\ \mu\text{F}$, une inductance de $0,25\ \text{H}$ ayant une résistance de $500\ \text{ohms}$ (voir fig). Calculer :

- L' intensité efficace
- Le déphasage de l' intensité sur la tension
- La différence de potentiel aux bornes de la capacité et aux bornes de la self .



Problème (8 points)

Sur la gorge d' une poulie de masse négligeable, mobile sans frottement autour d' un axe horizontal, passe un fil fin inextensible et de masse négligeable, dont les extrémités supportent deux corps A et B de masses M_A et M_B .

- Dans une première expérience, les deux brins de fils sont verticaux $M_A = 0,539\ \text{Kg}$ et $M_B = 0,441\ \text{Kg}$.

Calculer :

- L' accélération du système
 - L' espace parcouru par chaque corps ; la vitesse et l' énergie cinétique de chaque corps, 3 secondes après avoir abandonné le système à lui même .
- Dans une deuxième expérience, le brin de fil supportant B est parallèle à la plus grande pente d' un plan incliné (sur lequel B peut glisser sans frottement) formant un angle de 30° avec le plan horizontal .
 - Quelles valeurs doit – on donner à M_A et M_B dont la somme a toujours la même valeur $0,980\ \text{Kg}$ pour que la vitesse du système, 3 secondes après l' avoir abandonné à lui-même, soit la même que précédemment, le corps B remontant le plan ?
 - Quelle est la tension du fil au cours du mouvement ?
 - Dans la deuxième expérience , à l' instant $t = 3\ \text{s}$ le fil se casse .
 - Quel est le mouvement pris par le corps B ?
 - Trouver la position et la vitesse du corps B $1,2\ \text{s}$ après la rupture du fil.
- On prendra $g = 9,80\ \text{m} / \text{s}^2$

EXERCICE 1 (4 points)

On considère une lentille L convergente mince, de centre optique O et de distance focale $f = 15$ cm. Un objet lumineux AB est placé perpendiculairement à l'axe optique qui contient les points A et A' image de A . Pour obtenir une image nette de l'objet, on déplace la lentille, le long de son axe optique, entre l'écran d'observation E et cet objet.

Soit $D = 80$ cm la distance entre l'écran E et AB . On demande de :

- 1°/ - déterminer les positions de la lentille pour lesquelles on observe une image nette de AB sur l'écran
- 2°/ - donner les caractéristiques de l'image obtenue pour chacune des positions précédentes.

EXERCICE 2 (8 points)

La figure 1 représente la trajectoire d'une voiture qui est composée d'une partie horizontale (AB) et d'une côte (BCD) de pente 3 %.

La voiture part sans vitesse initiale de A pour aller en D . A l'intérieur de cette voiture est accroché au plafond un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur $\ell = 40$ cm au bout duquel est fixée une petite boule assimilable à un point matériel.

La masse de la voiture chargée est $M = 1000$ kg. Soit $F_f = 200$ N la résultante de toutes les forces de frottement qui est constante et parallèle au déplacement. L'accélération de la pesanteur est $g = 10$ m/s².

- 1°/ - Calculer la vitesse V_B en B de la voiture lorsqu'elle parcourt la route $AB = 2$ Km avec une accélération constante $a = 0,1$ m/s²
- 2°/ - Le chauffeur garde jusqu'en C cette vitesse acquise en B pour monter la côte. Calculer la force F_m et la puissance P_m que le moteur de cette voiture doit développer pour maintenir cette vitesse.
- 3°/ - A l'arrivée en C , le chauffeur débraye (annule l'action du moteur) et freine en même temps pendant que la voiture continue à monter la côte jusqu'à l'arrêt en D tel que $CD = 200$ m. Calculer :
 - a) - la force de freinage F_f
 - b) - la quantité de chaleur dégagée Q résultant du freinage (en joules)
 - c) - l'angle d'inclinaison β du pendule par rapport à la verticale au cours du freinage.
 - d) - la période T des oscillations du pendule lorsque la voiture s'arrête en D .



EXERCICE 3 (8 points)

On considère le montage (Fig.2a) formé par deux rails (AB) et (CD) parallèles, horizontaux de résistance négligeable, reliés aux bornes d'un générateur de force électromotrice $E = 10 \text{ V}$, de résistance intérieure $r = 1 \Omega$. Une tige homogène conductrice (MN) de résistance $r_1 = 1 \Omega$ est disposée perpendiculairement aux rails et qui peut glisser sans frottement sur ces rails.

Pour créer un champ magnétique uniforme d'intensité $B = 0,4 \text{ T}$, on place autour de la tige (MN) un aimant en U de largeur $\ell = 10 \text{ cm}$.

- 1°/ - Représenter sur la tige (MN) la force électromotrice $\vec{F}$, le champ magnétique $\vec{B}$ et le sens du courant I qui circule dans la tige.
- 2°/ - Calculer l'intensité I du courant
- 3°/ - Déterminer l'intensité F de la force électromagnétique
- 4°/ - Calculer la valeur de la masse m à suspendre au bout d'un fil non conducteur, souple, inextensible, de masse négligeable attaché au milieu de la tige pour immobiliser celle-ci. On prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$
- 5°/ - On remplace la masse par un ressort de raideur $k = 10 \text{ N/m}$ et de masse négligeable pour limiter le déplacement de la tige (Fig.2b). Calculer la variation Φ du flux magnétique à travers le circuit qui a lieu entre le début et la fin de ce déplacement due à ce ressort lorsque le circuit est fermé.

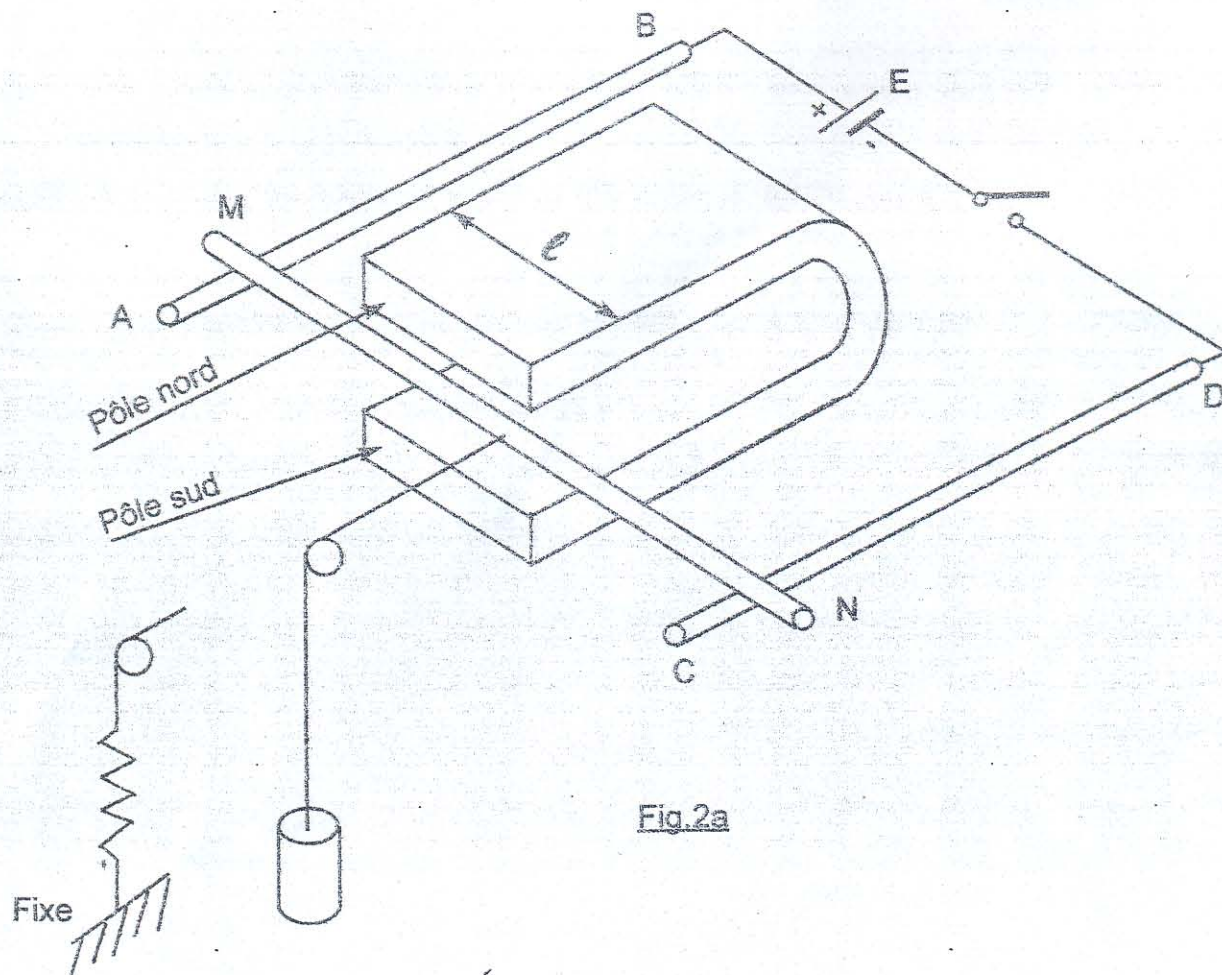


Fig.2a

Fig.2b

CONCOURS D'ENTREE EN PREMIERE ANNEE

Epreuve : **PHYSIQUE**

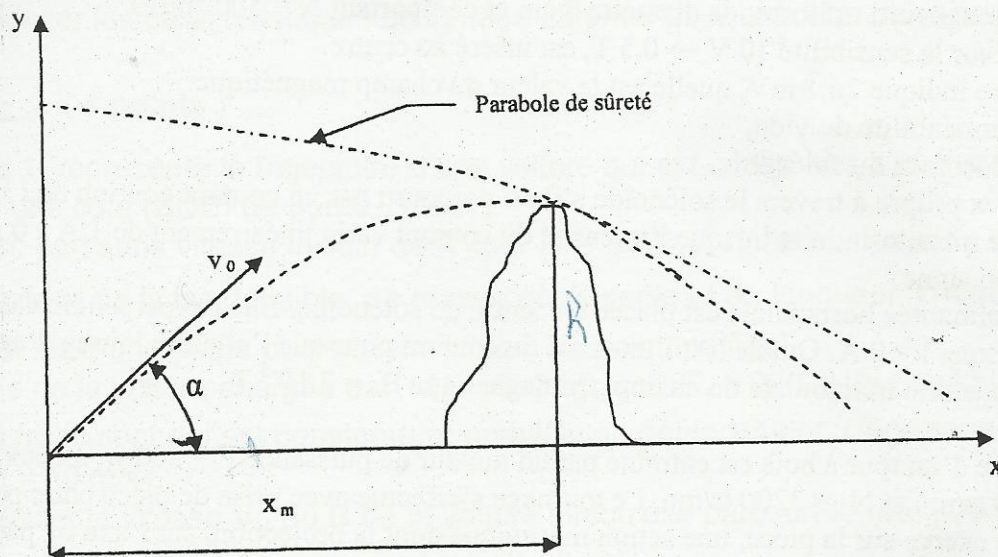
Durée : 02 heures 30 minutes

Filières : Toutes

Exercice 1 : Un canon éjecte ses obus avec une vitesse $v_0 = 200$ m/s. On désire atteindre un objectif situé au sommet d'une montagne de hauteur $h = 1000$ m. On pose x_m la distance horizontale entre le canon et l'objectif et g l'accélération de la pesanteur.

En négligeant la résistance de l'air, ainsi que les effets dus à la rotation de la terre :

- Trouver la relation entre x_m , v_0 , g et h . Pour $g = 10$ S.I., calculer x_m .
- Chercher, en fonction de l'angle α , les points de coordonnées (X, Y) qui peuvent être atteints par l'obus.
- On se place à la moitié de la distance x_m qui vient d'être déterminée et on appelle α l'angle que doit faire l'axe du canon avec l'horizontale pour atteindre l'objectif
 - Trouver la relation entre x_m , h , v_0 , g et α .
 - Calculer la ou les valeurs de α en degrés et en minutes
- Calculer la vitesse de l'obus au moment de l'impact avec l'objectif.



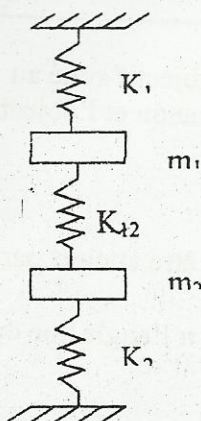
Exercice 2 : Un objet AB est observé à travers une lentille mince L_1 convergente, de distance focale 4 cm. L'objet AB a une hauteur de 1 cm et est situé à 2 cm de la lentille L_1 .

- Déterminer les caractéristiques de l'image (position, nature, grandeur et sens par rapport à l'objet)
- Devant la lentille L_1 est placée une autre lentille mince convergente de distance focale 4 mm. Les deux lentilles sont axiales et la longueur optique $\Delta = F'_2 F_1 = 3$ cm

Le doublet donne à un objet AB une image A'B' observé par un œil situé au foyer principal F'_1

- Construire l'image donnée par le doublet
- Montrer que pour une vision à l'infini de l'image A'B' la puissance de ce doublet s'exprime par $P = \Delta / f_1 f_2$. Justifier l'unité de dioptrie utilisée pour la puissance. Calculer sa valeur.
- En déduire la longueur d'un objet vu à travers de ce doublet sous un angle $\alpha = 5^\circ$.

Exercice 3 : Considérons le système oscillateur de la figure



- Donner les équations différentielles des mouvements de m_1 et m_2 .
- Donner l'équation des pulsations.
- En considérant la masse m_2 immobile, déterminer la pulsation propre du système m_1 , et ensuite en considérant m_1 immobile, la pulsation propre du système m_2 .
- En posant $m_1 = m_2 = m$; $K_1 = K_2 = K$:
 - Déterminer les sens du mouvement du système, en étudiant les signes des amplitudes.
 - Calculer la période de m_1 et m_2 .

Exercice 4 : Un fil de cuivre de longueur totale δ est enroulé autour d'un cylindre creux isolant. Il constitue ainsi un solénoïde de longueur $l = 50$ cm, de diamètre 8 cm et comportant $N = 500$ spires.

Un Tesla-mètre, réglé sur la sensibilité $10 \text{ V} \rightarrow 0,5 \text{ T}$, est inséré au centre.

- Le Tesla-mètre indique 26,1 mV, quelle est la valeur du champ magnétique.
- Calculer la perméabilité du vide.
- Calculer l'inductance du solénoïde.
- Calculer le flux propre à travers le solénoïde s'il est parcouru par un courant continu de $I = 1 \text{ A}$.
- Calculer la f.é.m. auto-induite lorsque l'intensité du courant varie linéairement de 1 A à 0 A, en 70 ms. Interpréter son signe.
- Une aiguille aimantée horizontale est placée au centre du solénoïde. Elle est perpendiculaire à l'axe solénoïde lorsque $I = 0 \text{ A}$. Quelle est l'intensité du courant pour que l'aiguille tourne d'un angle de 70° ? (Composition horizontale du champ géomagnétique $B_0 = 2.10^{-5} \text{ T}$).

Exercice 5 : La broche d'un tour à bois est entraîné par un moteur de puissance $P = 500 \text{ w}$, à deux fréquences de rotation $N_1 = 1500 \text{ tr/mn}$ et $N_2 = 3200 \text{ tr/mn}$. Le tournage s'effectue avec prise de pièce entre pointes.

La pointe fixe exerce sur la pièce, une action mécanique dont la projection, sur l'axe ox passant par les pointes, du moment résultant vaut $M = 0,5 \text{ N.m}$.

Les dimensions de la pièce de bois à usiner sont ; $L = 600 \text{ mm}$ (longueur) et $D = 95 \text{ mm}$ (diamètre). La densité du bois est supposée égale à 1.

Le rotor de la perceuse est assimilé à un solide de moment d'inertie égale à $I_{\text{rot}} = 2.10^{-4} \text{ kg.m}^2$.

- Déterminer le couple moteur C .
- Déterminer le moment d'inertie de la pièce de bois.
- Calculer la vitesse angulaire nominale acquise à la date T

EXERCICE 1 (4 points)

On considère un système optique accolé L , de centre optique O , formé de deux lentilles minces L_1 et L_2 de vergences respectives :

$$C_1 = \frac{20}{3} \delta \quad \text{et} \quad C_2 = -5 \delta$$

Devant ce système, à une distance 30 cm de O , un objet lumineux AB de hauteur 10 cm est placé perpendiculairement à l'axe optique qui contient les points A et A' image de A .

- 1°/ - calculer la distance focale f du système
- 2°/ - donner les caractéristiques de l'image $A'B'$ de AB
- 3°/ - construire l'image $A'B'$ (Echelle : 1 cm $\hat{=}$ 10 cm)

EXERCICE 2 (8 points)

La figure 1 représente une résistance $r = 20 \Omega$ branchée en serie avec une bobine de résistance R et d'inductance L . Trois voltmètres (V), (V_1) et (V_2) indiquent respectivement les valeurs efficaces : $U = 110 \text{ V}$; $U_1 = 36 \text{ V}$; $U_2 = 81 \text{ V}$ des trois différences de potentiel $u = v_A - v_B$; $u_1 = v_A - v_C$; $u_2 = v_C - v_B$. Soit $f = 50 \text{ Hz}$ la fréquence et i la valeur instantanée de l'intensité du courant. On demande de calculer :

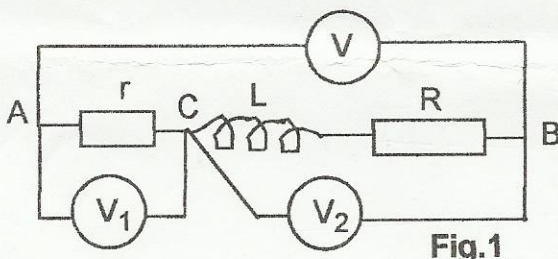


Fig.1

- 1°/ - l'impédance de la bobine
- 2°/ - les valeurs de R et L
- 3°/ - le déphasage entre u_2 et i
- 4°/ - la puissance moyenne consommée par l'ensemble formé par la bobine et la résistance r .

EXERCICE 3 (8 points)

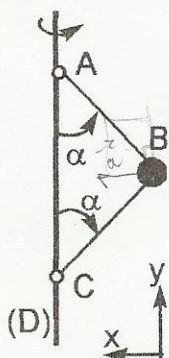


Fig.2

Une bille B de masse m , assimilable à un point matériel, est attachée aux points A et C d'un axe de rotation vertical (D) par deux fils inextensibles AB et BC de même longueur ℓ et de masses négligeables. L'ensemble tourne autour de (D) à une vitesse angulaire constante ω_1 permettant aux deux fils de former un angle α avec (D). (Fig.2)

- 1°/ - Déterminer les tensions T_1 et T_2 respectives des fils AB et BC en fonction de ω_1 , m , ℓ , α et g (g est l'accélération de la pesanteur)

- 2°/ - Quelles sont les expressions de T_1 et T_2 dans le cas où $AC = AB = BC = \ell$
- 3°/ - La bille et les fils précédents sont remplacés par une bille M de masse m

suspendue à un ressort de raideur k et de longueur ℓ_0 et pouvant glisser sur une tige articulée en A . La rotation de l'ensemble à la vitesse angulaire constante ω autour de (D) permet d'obtenir l'angle θ indiqué par la figure 3.

- En négligeant les frottements et les masses du ressort et de la tige, déterminer:
- a) - l'allongement x du ressort correspondant à cette position angulaire θ
 - b) - la vitesse angulaire minimale $\omega_{\min}$ pour que le système (M ; tige; ressort) s'écarte de (D)

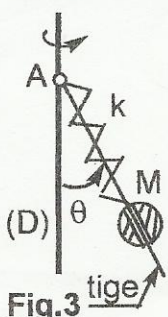


Fig.3