SV (classe)
SG (classe)

N°1
Energie potentielle

Un ressort élastique (R), de masse négligeable, de raideur k = 50 N/m et à spires non jointives, pend verticalement et porte à son extrémité inférieure un petit solide (S) de masse m = 250 g. $g = 10\ m/s^2$.

1) Calculer, à l'équilibre, l'allongement du ressort. En déduire son énergie potentielle élastique.
2) Soit O la position du centre d'inertie de (S) à l'équilibre. Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par O.
On tire (S), à partir de sa position d'équilibre en O, suivant la verticale descendante, d'une distance b = 5 cm. Calculer, alors, l'énergie potentielle du système [Terre ; (R) ; (S)].

SV+SG (devoir)

N° 2
Conservation de l'énergie mécanique

Un solide (S), de masse m = 0,5 kg, se déplace librement sur une piste située dans le plan vertical.
Les énergies : cinétique E_C, potentielle E_{PP} et mécanique E_m du système [Terre ; (S)] aux différents instants sont données dans le tableau suivant :

Date	t_1	t_2	t_3	t_4
E_C (J)	0,6	0,8		0,1
E_{PP}(J)	0,7		−1,6	
E_m(J)				

Sachant que l'énergie mécanique du système [Terre ; (S)] est conservée.

1) Compléter le tableau.
2) Déterminer la position de (S), par rapport au niveau de référence, aux dates t_2 et t_3. $g = 10\ m/s^2$.

N°3 ~~X~~
Energie mécanique d'une particule en chute libre

Mvmt dans le plan
$\vec{V} = (\vec{r})'$ $\vec{a} = (\vec{V})'$

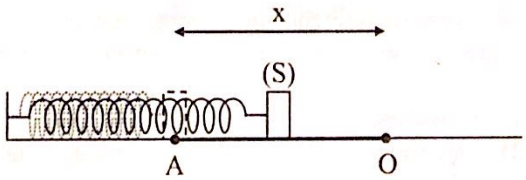
Dans un plan vertical, rapporté à un repère orthonormé $(O ; \vec{i} ; \vec{j})$, une particule M, de coordonnées (x ; y) et de masse m = 500 g, est animée d'un mouvement selon les lois : $x = 30t$ et $y = -5t^2 + 40t$ (t en seconde, x et y en mètre) avec $\vec{j}$ est un vecteur unitaire vertical ascendant. Le plan horizontal passant par O est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. Prendre : $g = 10\ m/s^2$.

1) Déterminer les coordonnées et la norme de la vitesse de la particule aux instants : 0 ; 2 s ; 10 s.
2) Calculer les énergies mécaniques du système S(Terre – particule) aux instants précédents.
3) Montrer que l'énergie mécanique du système S est conservée.

SV+SG (classe)

N° 4
Conservation de l'énergie mécanique « 1 »

Un solide (S), de masse m = 250 g, est relié à un ressort (R), d'axe horizontal, de masse négligeable, à spires non jointives et de raideur k = 40 N/m. (S) est assujetti de se déplacer sur un rail horizontal X'X.



A l'équilibre, (S) est en O. On déplace (S) vers le point A, le ressort est alors comprimé d'une distance $x = OA = 10 cm$.

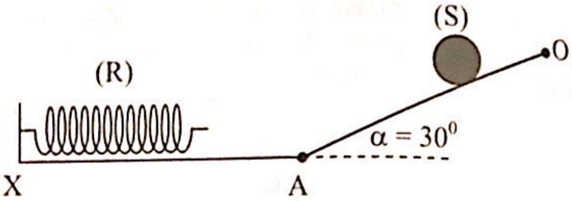
A la date $t_0 = 0$, on lâche (S) sans vitesse. A la date t_1 le solide (S) passe par O avec une vitesse $\vec{V}_0$ et le ressort reprend sa longueur à vide. On néglige les frottements. Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par l'axe de (R).

1) Indiquer la forme de l'énergie emmagasinée dans le système [Terre ; (S) ; (R)] à la date $t_0 = 0$.
2) Calculer l'énergie mécanique du système [Terre ; (S) ; (R)] à la date t = 0. En déduire la valeur V_0 de la vitesse $\vec{V}_0$.
3) Trouver la vitesse de (S) quand il est à mi-distance entre A et O.
4) Déterminer l'intensité de la tension du ressort quand (S) a une vitesse V = 0,8 m/s.

SVG (classe)

N° 5
Conservation de l'énergie mécanique « 2 »

Un solide (S), de masse m = 200 g et de faible dimension, est lâché sans vitesse du sommet O d'un plan incliné. (S) se déplace le long de la ligne de plus grande pente OA comme le montre la figure ci-contre. (R) est un ressort de raideur k = 40 N/m.

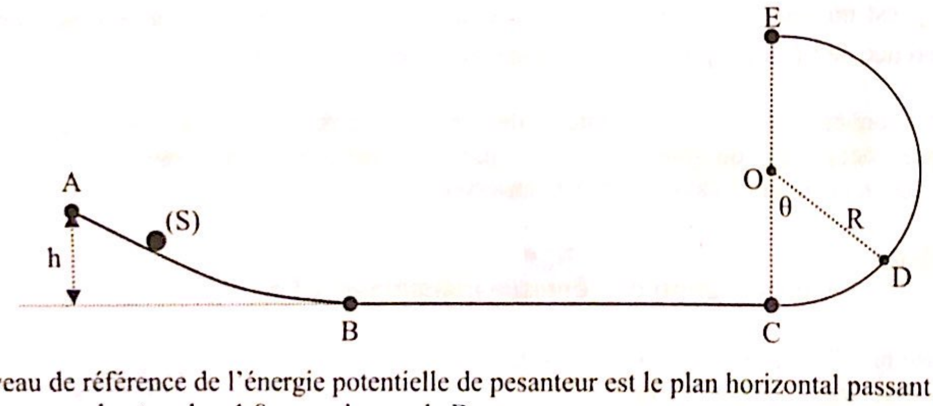


Le plan horizontal passant par AX est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. Négliger les frottements. Prendre : $g = 10 m/s^2$, OA = 50 cm.

1) Calculer l'énergie mécanique du système [(S) ; ressort ; Terre].
2) Trouver la vitesse de (S) quand il passe par le point A.
3) Le solide (S) dépasse le point A, et glisse sur une route rectiligne et horizontale AX, et comprime le ressort (R). Déterminer la compression maximale du ressort.

N° 6 SG (classe)
Conservation de l'énergie mécanique « 3 »

Un solide (S), de masse m = 0,1 kg, est lâché sans vitesse d'un point A d'une piste ABCDE située dans un plan vertical comme l'indique la figure ci-dessous. Les frottements sont négligeables. Prendre $g = 10 m/s^2$.



Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par BC. Le point A se trouve sur une hauteur h = 1,8 m au-dessus de B.

1) Calculer l'énergie mécanique du système [(S) , terre] quand (S) part du point A.
2) Déterminer, en utilisant la conservation de l'énergie mécanique, la vitesse V_B de (S) quand il passe par le point B.

3) CDE est une partie demie circulaire de rayon R = OC = OD = 2 m.

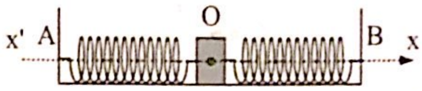
a) En appliquant la conservation de l'énergie mécanique, vérifier que la vitesse de (S) quand il atteint un point D de la piste circulaire ($\widehat{COD} = \theta$) est donnée par : $V_D = \sqrt{2g[h - R(1-\cos\theta)]}$.

b) Déduire la valeur θ_m de θ correspondant à la plus haute position atteinte par (S) sur CDE.

N°7

Conservation de l'énergie mécanique « 4 »

Deux ressorts identiques, à spires non jointives, et dont chacun est caractérisé par sa longueur à vide L_0 = 20 cm et son raideur $k = 25\,N/m$.



Les deux ressorts ont le même axe horizontal x'Ox et intercalent entre eux une masse ponctuelle $M = 400g$ comme l'indique la figure. O étant le milieu du segment [AB] avec AB = 60 cm.

On néglige les frottements et on prend l'énergie potentielle de pesanteur nulle en O.

1) Calculer, à l'équilibre, l'énergie potentielle du système S(Terre – ressorts – M – supports).

2) On place M au point I d'abscisse x = +5 cm. Calculer alors l'énergie potentielle du système S.

3) M étant en I, on la lâche sans vitesse. Déterminer le vecteur vitesse de M lorsqu'elle passe pour la première fois par O.

N° 8

Variation de l'énergie interne d'un système

Une balle de ping-pong, de masse m = 2,7 g et de rayon R = 2 cm, est lâchée dans l'air sans vitesse initiale, d'un point O à une hauteur H = 24 m du sol. La balle se déplace suivant la verticale descente et atteint une vitesse limite $V_\ell = 9\,m/s$ après un parcours de 10 m.

La balle est soumis à la résistance de l'air représentée par une force $\vec{f}$ opposée au déplacement et dont l'intensité f proportionnelle à la vitesse V telle que: f = 6πηRV (η est une constante positive qui s'appelle coefficient de viscosité de l'air). Prendre g = 9,8 m/s².

1) En appliquant la deuxième loi de Newton « $\sum\vec{F} = m\frac{d\vec{V}}{dt}$ » sur la balle :

a) Calculer $\frac{dV}{dt}$ en fonction de m, g, η, R et V.

b) La vitesse limite de la balle est atteinte quand son mouvement devient uniforme. Déterminer l'expression de la vitesse limite en fonction de m, g, η, R.

c) Déduire la valeur de η et indiquer son unité dans le SI.

2) a) Donner la vitesse de la balle lorsqu'elle atteint le sol.

b) Calculer, pour le système [Terre, balle, air], les variations des énergies : cinétique, potentielle de pesanteur, mécanique, totale et interne quand la balle part du point O et atteint le sol.

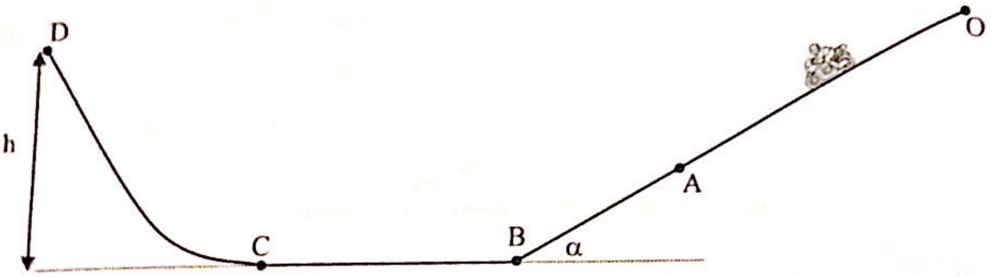
c) Dire en quelle forme d'énergie apparait la variation de l'énergie mécanique du système.

N° 9

Motocycliste et énergie interne

Un motocycliste descend avec moteur arrêté, d'un point O et sans vitesse, la ligne de plus grande pente OB d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale comme le montre la figure sur la page suivante. Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par B. On néglige toute résistance à l'avancement. La masse du motocycliste avec sa machine est m = 100 kg.

Prendre: OA = 50 m, AB = 30 m et g = 10 m/s².



1) a) Calculer l'énergie mécanique du système (Terre ; motocycliste ; machine) en O.

b) En déduire la vitesse du motocycliste en A.

2) En A, le motocycliste commence à freiner et atteint le point B avec une vitesse de 63 km/h. On suppose que l'intensité f de la force de freinage est constante. Trouver f.

3) Sur BC le motocycliste déclenche son moteur et monte la piste CD, située dans un plan vertical, avec une vitesse constante de 63 km/h. On donne : h = 35 m.

a) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système (Terre ; motocycliste ; machine ; air ; piste CD) sur la piste CD.

b) Que peut-on dire de l'énergie totale du système ? Pourquoi ?

c) En déduire la variation de son énergie interne. Interpréter cette variation.

N^0 10 SV + SG (classe)

Non conservation de l'énergie mécanique

Un solide (S), de masse m = 0,6 kg, lancé avec une vitesse $\vec{V}_0$ suivant une ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale comme le montre la figure (a).

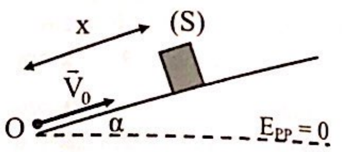


Figure (a)

Dans la figure (b) on représente les graphiques des énergies mécanique E_m et potentielle de pesanteur E_{PP} du système [(S) ; Terre] en fonction de la position x de (S).

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par O. Prendre g = 10 m/s^2.

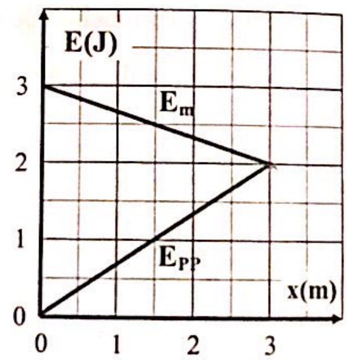


Figure (b)

1) Le graphique montre que l'énergie mécanique du système n'est pas conservée. Justifier.

2) Relever l'énergie potentielle du système pour x = 3 m. En déduire cinétique l'énergie cinétique du système pour x = 3 m.

3) Trouver α.

4) Calculer la valeur initiale de l'énergie cinétique. Déduire la valeur V_0 de $\vec{V}_0$.

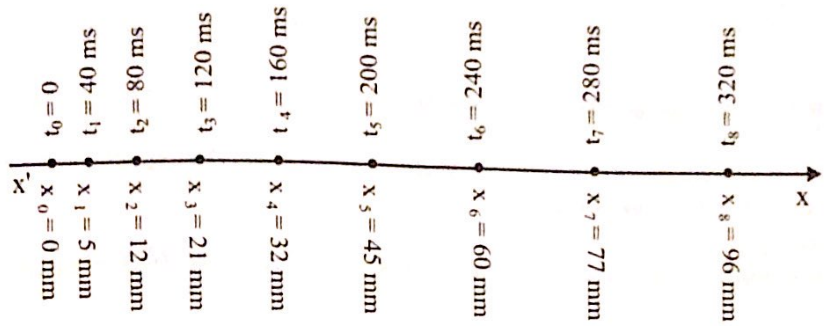
5) Le non conservation de l'énergie mécanique est dû à la force de frottement entre (S) et le support. Calculer l'intensité de cette force supposée d'intensité constante.

N^0 11

Etude énergétique d'un mobile autoporteur

Un mobile autoporteur (S), de masse M = 600 g, est posé sur une table à coussin d'air inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Une fois (S) est lâché il descend, sans frottement, suivant la ligne de plus grande pente x'x de la table.

A une date $t_0 = 0$, pris comme origine des dates, le mobile commence à enregistrer les positions successives, de son centre d'inertie G, séparées par des intervalles de temps égaux à $\tau = 0{,}04$ s = 40 ms. La position G_i de G, à la date t_i, est repérée sur x'x par son abscisse x_i comme le montre la figure ci-dessous.



Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par la position du mobile à la date t_5. Prendre: $g = 10\ m/s^2$.

1) a) L'énergie mécanique du système [Terre ; (S)] est conservée. Justifier.
b) Calculer l'énergie mécanique du système [Terre ; (S)].
2) a) Compléter le tableau ci-dessous :

t(ms)	0	40	80	120	160	200	240	280	320
V(m/s)									
E_m(mJ)									
E_C(mJ)									
E_{PP}(mJ)									

b) Représenter, en fonction du temps et dans le même repère, les graphiques des énergies mécanique, cinétique et potentielle de pesanteur du système [Terre ; (S)].
Echelle : 1 cm $\leftrightarrow$ 40 ms en abscisse et 1 cm $\leftrightarrow$ 10 mJ en ordonnée.
3) a) Montrer que l'énergie potentielle de pesanteur, du système, à la date t_1 est : $E_{PP(t_1)} = Mg.(x_5 - x_1)\sin\alpha$.
b) Calculer l'angle α et la vitesse de G à la date $t_0 = 0$.

N° 12
Mesure d'une force de frottement

Un ressort (R), d'axe horizontal, de masse négligeable, à spires non jointives et de raideur k = 40 N/m, est fixé par l'une de ses extrémités à un support.
L'autre extrémité du ressort est libre et se trouve en O [figure (a)].

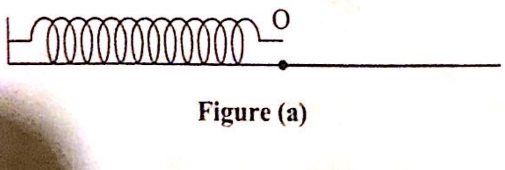


Figure (a)

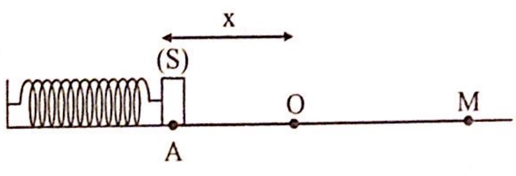


Figure (b)

On déplace l'extrémité libre du ressort, suivant son axe, du point O au point A d'une distance $x = 10$ cm. On place contre le ressort un solide (S) de masse $m = 250$ g [figure (b)].

A la date $t_0 = 0$, on lâche (S) sans vitesse initiale. Le ressort se dilate et déplace (S) sans frottement de A vers O. A la date t_1 le solide passe par O et quitte le ressort avec une vitesse $\vec{V}_0$. Quand (S) dépasse O il est soumis à l'action d'une force de frottement, supposée constante, et s'arrête en un point M tel que $OM = 20$ cm.

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par l'axe du ressort.

1) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système [Terre ; (S) ; (R)] quand (S) passe de A vers M.
2) Déduire l'intensité f de la force de frottement.
3) Trouver la vitesse V_0.
4) Représenter le graphique de l'énergie mécanique du système [Terre ; (S) ; (R)] en fonction de la distance « d » entre A et (S).

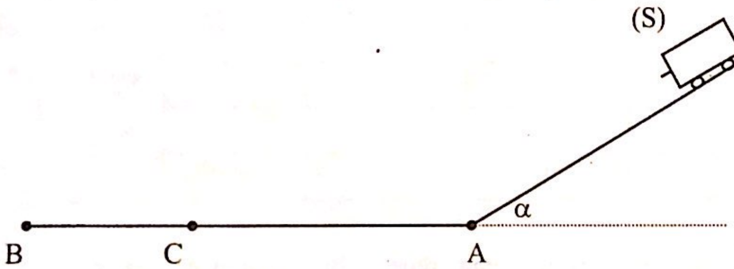
N° 13 S6 + SV (classe)

Conservation et non conservation de l'énergie mécanique

Un chariot (S), de faible dimension et de masse $m = 300$ g, est lâché sans vitesse, du sommet O d'un plan incliné OA ($OA = 40$ cm) formant avec l'horizontale un angle $\alpha = 30^0$. Le chariot descend, sans frottement, le plan incliné et atteint le point A le plus bas du plan.

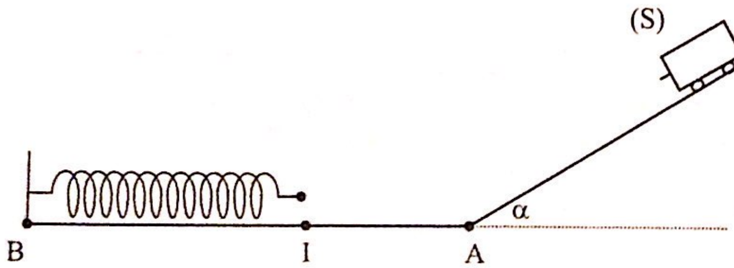
Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par A.

Prendre : $g = 10$ m/s^2.



En dépassant A, (S) se déplace sur un support horizontal AB et s'arrête en un point C sous l'action d'une force de frottement d'intensité constante $f = 3$ N.

1) Calculer l'énergie mécanique du système [(S) ; Terre ; support], quand (S) part du point O.
2) Déduire la vitesse de (S) au point A.
3) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système [(S) ; Terre ; support] quand (S) passe de A vers C. Déduire la distance AC.
~~**4)** Le système [(S) ; Terre ; support ; air] est énergétiquement isolé. Déterminer la variation de l'énergie interne du système [(S) ; Terre ; support ; air] quand (S) passe de A vers C. Interpréter le résultat.~~
5) On recommence l'expérience précédente, en lançant le chariot du point O sans vitesse, mais sur AB on place un ressort à spires non jointives BI ($IA = 10$ cm) de constante de raideur $k = 20$ N/m comme le montre la figure ci-dessous. La force de frottement exercée par AB sur (S) n'est pas changée.



a) Trouver la vitesse de (S) en I.
b) Déduire la compression maximale x_m du ressort (On verra établir une équation du second degré en x_m).

N° 14 SG (classe)
Etude énergétique et mesure d'une force de frottement

On considère :
- Deux ressorts à spires non jointives (R_1) et (R_2) de constantes de raideurs respectives k_1 et k_2;
- Un solide (S) de masse m = 250 g.

On donne: $g = 10\ m/s^2$.

I – Identification des ressorts
On accroche (S) à l'extrémité de (R_1), comme le montre la figure (a), le ressort s'allonge, à l'équilibre, de 5 cm.

On recommence la même expérience mais avec (R_2), le ressort s'allonge, à l'équilibre, de 10 cm. Calculer k_1 et k_2.

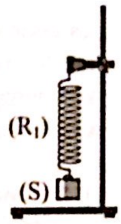


Figure (a)

II – Etude énergétique
On enroule (R_1) sur un rail rectiligne et horizontal (EB) où l'une de ses extrémités est fixée en E et l'autre est libre et se trouve en O [figure (b)]. Le ressort (R_2) est enroulé sur un rail rectiligne (BF) et incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale où l'une de ses extrémités est fixée en F et l'autre est libre et se trouve en C ($BC = \ell_2 = 5$ cm).

Sur le rail horizontal on enroule un papier rugueux représenté dans la figure par AB ($AB = \ell_1 = 10$ cm).

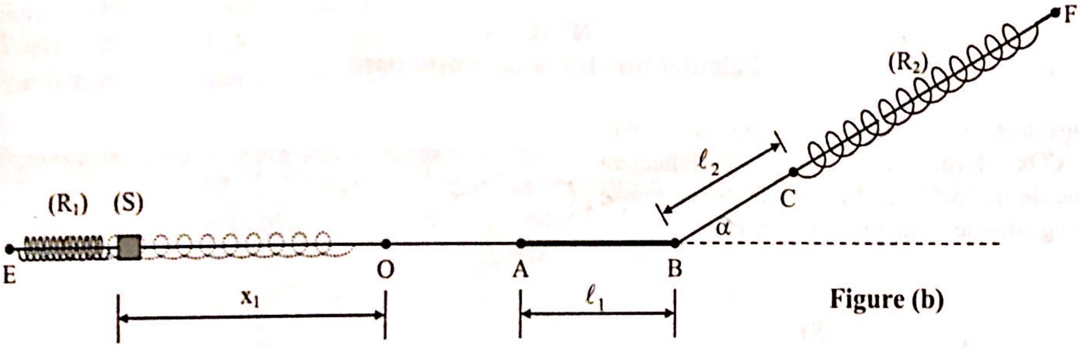


Figure (b)

On comprime (R_1) d'une distance $x_1 = 15$ cm et on place juste devant son extrémité libre le solide (S). On abandonne le système à lui-même sans vitesse, (R_1) se dilate et (S) se déplace sur le rail horizontal puis monte, par B, le rail incliné avec une vitesse $\vec{V}_0$ et se déplace vers le ressort (R_2) pour le comprimer au maximum d'une distance $x_2 = 6\,cm$.

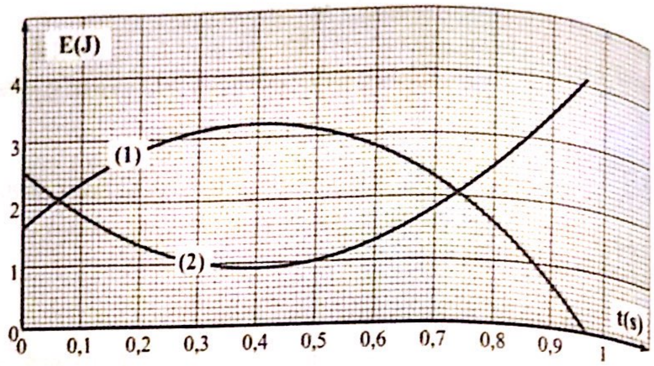
Dans tout le problème on néglige les frottements sauf celle sur la partie [AB]. Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par (AB).

1) L'énergie mécanique du système [(R_1); (R_2); (S); Terre] est-elle conservée ? Pourquoi ?
2) Déterminer les énergies mécaniques E_{m1} et E_{m2} du système [(R_1); (R_2); (S); Terre] dans les cas respectifs :
a) avant que (S) atteint A ; **b)** après que (S) dépasse B et déplace sur le plan incliné.
3) Calculer la norme V_0 du vecteur vitesse $\vec{V}_0$.
4) Déterminer l'intensité de la force de frottement, supposée constante, qui existe lors du passage de (S) sur (AB).
5) (S) redescend le plan incliné et s'arrête en un point M entre A et B. Trouver la longueur de BM.

N° 15

Les énergies en fonction du temps

Une bille (S), de masse m = 200 g, est lancée, à la date $t_0 = 0$ s, dans l'espace, d'un point O à une hauteur h du sol, avec une vitesse $\vec{V}_0$ formant un angle α avec l'horizontale. Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le niveau du sol.
Prendre $g = 10 m/s^2$.



Les courbes (1) et (2) dans la figure suivante sont les courbes représentatives, en fonction du temps, des énergies cinétique et potentielle du système [Terre ; (S)].

1) La courbe (1) est correspondante à l'énergie potentielle de pesanteur. Justifier.
2) Vérifier, en trois dates de votre choix, la conservation de l'énergie mécanique du système [Terre ; (S)].
3) Représenter, dans le repère précédent, le graphique de l'énergie mécanique du système [Terre ; (S)].
4) En s'aidant du graphique, déterminer :
a) la vitesse V_0 et la hauteur h.
b) la date d'impact de (S) avec le sol et sa vitesse à ce moment.
c) La vitesse minimale V_{min} de (S).
5) a) Donner la direction de la vitesse minimale $\vec{V}_{min}$ de (S).
b) Sachant que la composante horizontale de la vitesse de (S) est constante. Calculer α.

N° 16

Calculer une force de frottement

On considère un pendule élastique horizontal, d'axe x'Ox, formé d'un ressort parfaitement élastique de raideur K et d'un solide (S) de masse m = 250 g comme l'indique la **figure (1)**.

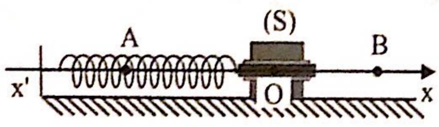


Figure (1)

Quand (S) est en O, le ressort est ni comprimé ni dilaté. On déplace (S), suivant l'axe x'Ox, jusqu'au point A, d'abscisse $x_A = -5$ cm, puis on lâche à la date $t_0 = 0$ sans vitesse, (S) se déplace alors jusqu'au point B, d'abscisse $x_B = +4$ cm, où le ressort se dilate au maximum.

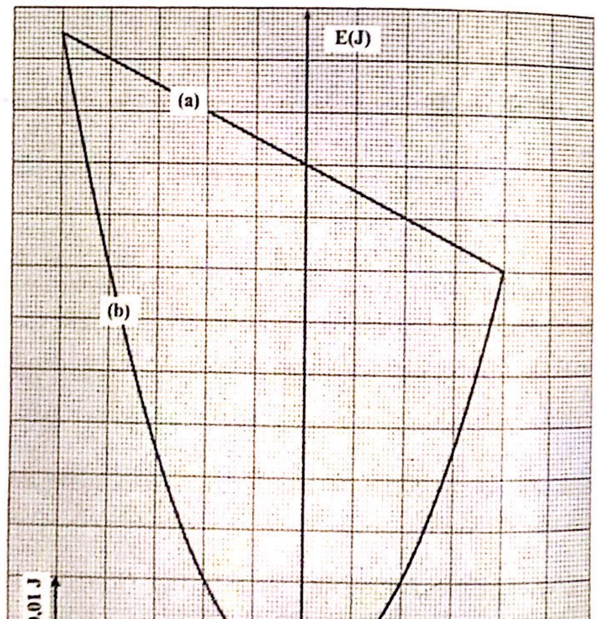


Figure (2)

Un dispositif approprié enregistre, lors du passage de (S) du point A vers le point B, l'évolution de l'énergie mécanique E_m et de l'énergie potentielle E_p du système (Pendule ; Terre) en fonction de l'abscisse x du centre d'inertie de (S) comme le montre la **figure (2)**.

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par l'axe x'Ox.

1) Donner l'expression de l'énergie potentielle E_P.
2) Préciser, parmi les courbes (a) et (b), la courbe correspondante à E_P.
3) L'énergie mécanique du système (Pendule ; Terre) n'est pas conservée. Justifier cette affirmation.
4) En s'aidant des graphiques (a) et (b), calculer la vitesse V de (S) quand il passe par le point d'abscisse $x = +2\,cm$.

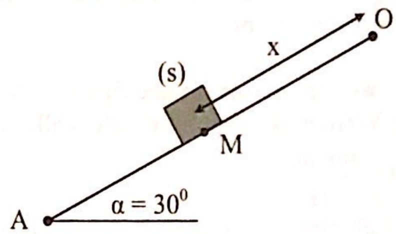
5) a) En s'aidant du graphique montrer que : $\frac{dE_m}{dx} = \mu$ ou μ est une constante dont on déterminera la valeur et l'unité.

b) Déduire l'intensité de la force de frottement entre (S) et le support.

N° 17 SG (classe)
Glissement d'un solide sur un support rugueux

On place au sommet O d'un plan, incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale, un solide (s) de masse $m = 50\,g$. On lâche (s) sans vitesse, il glisse avec frottement le long d'une ligne de plus grand pente OA ($OA = d = 50\,cm$) et atteint le point A le plus bas du plan avec une vitesse $V_A = 2\,m/s$.

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par A. Prendre : $g = 10\,m/s^2$.



1) a) Vérifier, par le calcul, que l'énergie mécanique du système [(s) ; Terre] n'est pas conservée.
b) En déduire l'intensité de la force de frottement supposée constante.
2) Soit x = OM la distance parcourue par (s) à une date donnée.
a) Trouver, en fonction de x, l'énergie potentielle de pesanteur E_{PP} du système [(s) ; Terre].
b) Vérifier, en appliquant la formule $\Delta E_m = W_{\vec{f}}$, que l'énergie mécanique du système [(s) ; Terre] est :

$$E_m = -0{,}05x + 0{,}125.$$

c) Représenter, dans le même repère, les graphiques de E_m, E_{PP} et de l'énergie cinétique E_C du système [(s) ; Terre] en fonction de x. Echelle : 1 cm ↔ 0,05 m (en abscisse) et 1 cm ↔ 0,025 J (en ordonnée).
d) Trouver par **deux méthodes** la valeur de x telle que : $E_C = E_{PP}$.

3) a) Vérifier que la vitesse de (S) à un moment donné : $V = \sqrt{8x}$.
b) Montrer que le mouvement de (S) est rectiligne uniformément accéléré.

N° 18 ✗
Lancer d'un solide

Un ressort (R), à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur K = 25 N/m, est placé dans un tube vertical dont l'extrémité inferieure est fixe. On place sur l'extrémité supérieure du ressort un solide (S) de masse M = 50 g. A l'équilibre le ressort se comprime d'une distance *a* **[figure (1)]**. **On néglige le frottement.** $g = 10\,m/s^2$.

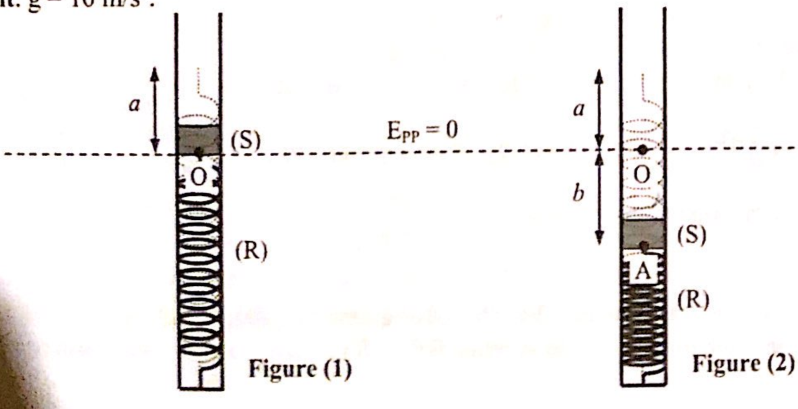
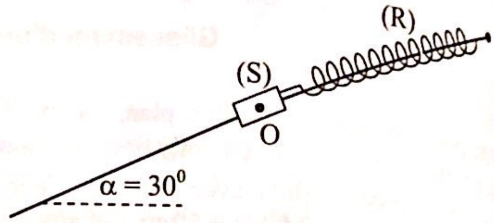


Figure (1) Figure (2)

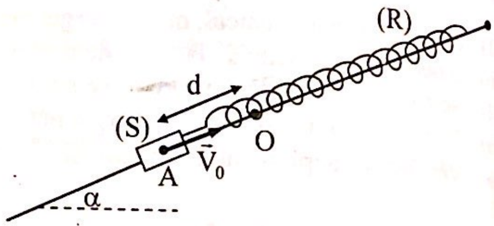
1) Calculer a. En déduire que l'énergie potentielle du système [Terre-(S)-(R)], à l'équilibre, est : 5×10^{-3} J.
2) On agit sur (S), le ressort se comprime d'une distance supplémentaire $b = 3$ cm.
a) Calculer l'énergie potentielle du système [Terre-(S)-(R)].
b) On relâche (S) sans vitesse. Calculer :
— la vitesse de (S) quand il repasse par sa position d'équilibre.
— la hauteur maximale atteinte par (S), après qu'il quitte le ressort, mesurée par rapport au niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

N^0 19
Oscillation d'un solide sur un plan incliné

Un solide (S), de masse m = 200 g, peut glisser sans frottement sur un rail incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale, est accroché à l'extrémité libre d'un ressort (R), de raideur k = 50 N/m et dont l'axe est parallèle au rail. Prendre g = 10 m/s^2.



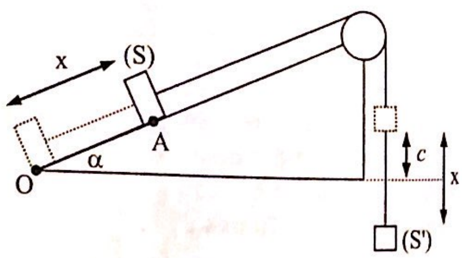
1) a) Représenter sur une figure les forces agissantes sur (S).
b) Vérifier, à l'équilibre, que l'allongement du ressort est : $\Delta\ell = \dfrac{mg\sin\alpha}{k}$.
c) Calculer, à l'équilibre, l'énergie potentielle élastique du ressort.
2) A l'équilibre, (S) est en O. On écarte (S), suivant le rail, vers le point A d'une distance $d = OA = 8\,\text{cm}$ et on le lâche, à la date $t_0 = 0$, avec une vitesse $V_0 = 1\,\text{m/s}$ parallèle au rail comme le montre la figure ci-contre. Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par O. Calculer :



a) l'énergie mécanique du système [(S)-Terre] à la date $t_0 = 0$.
b) la vitesse de (S) quand il passe par O.
c) la dilatation maximale $\Delta\ell_{max}$ du ressort.

N^0 20
Accélération d'un solide glissant sur un plan incliné

Dans le dispositif de la figure ci-contre, on considère un solide (S), de masse m = 120 g, relié par un solide (S'), de masse $m' = 80\,g$, à l'aide d'un fil inextensible et de masse négligeable qui passe sur la gorge d'une poulie de masse négligeable.



Le solide (S) est au point O le plus bas d'un plan, incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale, et le solide (S') se trouve à une hauteur c au-dessus du plan horizontal passant par O qui est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. A la date $t_0 = 0$, on lâche le système à lui-même.

A une date t, le solide (S) est déplacé d'une distance x et acquiert une vitesse V.

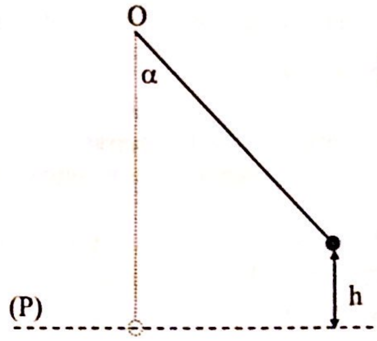
On néglige le frottement et on donne : g = 10 m/s^2.

1) Calculer, en fonction de :
a) m', g et c, l'énergie mécanique du système [(S) ; (S') ; Terre ; poulie ; fil] à la date $t_0 = 0$.
b) m, m', g, c, α, x et V, l'énergie mécanique du système [(S) ; (S') ; Terre ; poulie ; fil] à la date t.

2) En déduire la vitesse V en fonction de m, m', g, α et x.
3) Trouver l'accélération a de (S).

N° 21
Etude des graphes

Dans la figure ci-contre, on représente un pendule simple, formé d'un fil inextensible de longueur $L = 1{,}6\,\text{m}$ et d'une particule de masse $m = 20\,\text{g}$.
Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal (P) passant par la position d'équilibre stable de la particule. On néglige le frottement. Prendre : $g = 10\ m/s^2$.
On écarte le pendule d'un angle $\alpha_0 = 60^0$ à partir de sa position d'équilibre et on le lâche sans vitesse. A un instant donné le pendule forme avec la verticale un angle α et la particule se trouve à la hauteur h du plan (P) et acquiert une vitesse V.



1) a) Calculer l'énergie mécanique du système (pendule ; Terre).
b) Trouver, en fonction de h, les énergies potentielle et cinétique du système.
2) a) Représenter les graphiques des énergies mécanique, potentielle et cinétique du système en fonction de h.
b) En s'aidant des graphiques calculer :
i – la vitesse de la particule lors de son passage par sa position d'équilibre.
ii – la valeur de α où l'énergie potentielle égale à l'énergie cinétique.

0,02
0,12

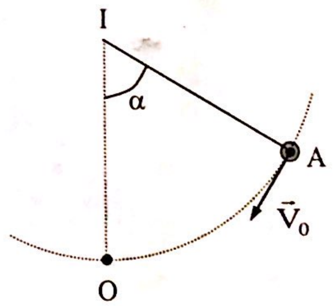
N° 22 X
Oscillation d'un pendule simple

Un pendule simple (P), de longueur L = 80 cm et de masse m = 50 g, est dans la position (IA) d'élongation angulaire $\alpha = 60^0$ mesurée à partir de sa position d'équilibre stable (IO).

On lance (P) avec une vitesse $V_0 = 2$ m/s comme l'indique la figure ci-contre.

Le plan horizontal passant par O est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

Prendre $g = 10\ m/s^2$.

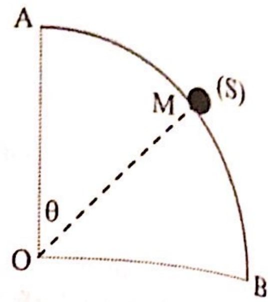


1) L'énergie mécanique du système [Terre ; pendule] est conservée. Calculer la vitesse de la masse m lorsqu'elle passe par O.
2) Déterminer l'élongation maximale α_1 du pendule.
3) Trouver la valeur de α où l'énergie potentielle du système [Terre ; pendule] est égale à son énergie cinétique.
4) Le pendule (P) oscille. On fixe en O une pièce de carton plane, horizontale et rigoureuse. Chaque fois la masse m passe sur le carton l'élongation maximale diminue de 5 % de sa valeur précédente.
a) A quoi est due cette diminution d'amplitude ? l'énergie mécanique est-elle conservée ?
b) Représenter l'allure de α en fonction du temps.
c) L'élongation maximale initiale du pendule est α_1 et celle de la deuxième (de l'autre côté) est α_2…… . Vérifier que la $n^{ème}$ élongation maximale a pour expression : $\alpha_n = (0{,}95)^{n-1}\alpha_1$.
d) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système [Terre ; pendule] entre la première et la $20^{ème}$ élongation maximale.

N° 23

Application à la variation de l'énergie mécanique

Un solide ponctuel (S), de masse m = 50 g, est lâché du point A avec une vitesse négligeable, sur une portion sphérique de centre O. (S) décrit alors, dans un plan vertical, une trajectoire circulaire de rayon R = 20 cm comme le montre la figure ci-contre.



A un instant donné, (S) prend la position d'un point M de l'arc AB tel que : $\widehat{AOM} = \theta$.

Le plan horizontal passant par A est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. Prendre : $g = 10\ m/s^2$.

1) Trouver, en fonction de m, g, R et θ, l'énergie potentielle de pesanteur du système [Terre ; (S)].

2) Le solide (S) quitte sa trajectoire circulaire avec une vitesse V = 1 m/s quand $\theta = 70^0$.

a) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système [Terre ; (S)] entre $\theta = 0$ et $\theta = 70^0$. A quoi est due cette variation ?

b) Calculer l'intensité de la force de frottement, supposée constante, entre (S) et sa trajectoire.

N° 24

Energie mécanique d'un système

Un solide (S), de masse m = 100 g, repose sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale et un ressort (R), à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k et dont l'axe est parallèle à une ligne de plus grande pente du plan incliné comme le montre la figure (a).

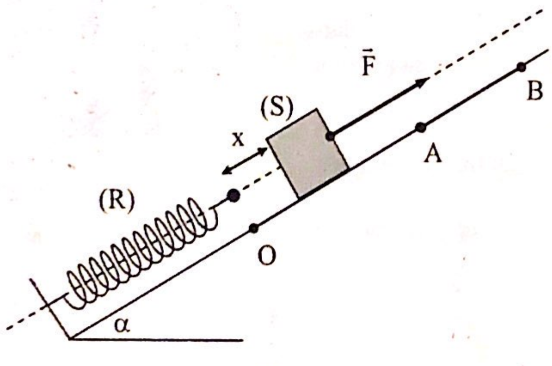


Figure (a)

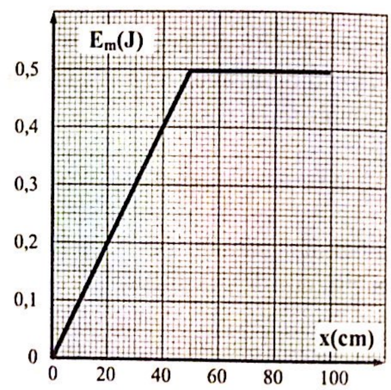


Figure (b)

Les forces de frottement sont négligeables dans tout le problème. Prendre $g = 10\ m/s^2$.

(S) est en O et le ressort est ni comprimé et ni dilaté. On tire (S) avec une force constante $\vec{F}$ parallèle à l'axe du ressort. Quand (S) atteint le point A du plan incliné, on le lâche, (S) monte le plan vers le point B le plus haut de sa trajectoire. Dans la figure (b) on représente le graphique de l'énergie mécanique du système [Terre ; (S) ; ressort], lorsque (S) monte de O vers B, en fonction de la distance x entre O et (S). Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par O.

1) En s'aidant du graphique, répondre aux questions suivantes :

a) L'énergie mécanique du système [Terre ; (S) ; ressort] est-elle conservée ? Pourquoi ?

b) Relever les distances OA et AB.

25-26-28

c) Vérifier que : $\alpha = 30^0$.

d) Sachant que : $\Delta E_m = W(\vec{F})$. Déduire l'intensité F de $\vec{F}$.

2) Au point B, (S) rebrousse son chemin et redescend et comprime le ressort d'une distance maximale $x_m = 12\,cm$.

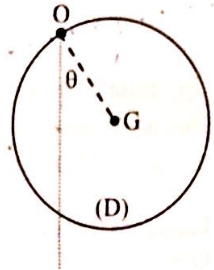
a) L'énergie mécanique du système [Terre ; (S) ; ressort] est-elle conservée pendant la descente de (S) ?

b) Calculer k.

N⁰ 25 × (SG)
*Solide en rotation « 1 »

Epp=0 sur G

Un disque homogène (D), de masse m, de rayon R = 5 cm et de centre d'inertie G, peut osciller sans frottement autour d'un axe horizontal perpendiculaire à son plan et passant par un point O de sa périphérie. On écarte (D), de sa position d'équilibre stable, d'un angle $\theta_1 = 40^0$ et on le lâche sans vitesse. Le moment d'inertie de (D) : $I = \frac{3}{2} mR^2$.

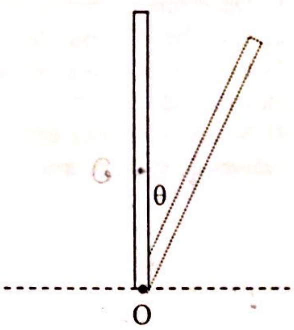


1) Calculer la vitesse angulaire ω_0 de (D) lors de son passage par sa position d'équilibre.

2) Déterminer la valeur de θ_2 correspondant à une vitesse angulaire du disque : $\omega_2 = \frac{1}{2}\omega_0$. g = 10 m/s².

N⁰ 26 × (SG)
*Lancer d'une tige

Une tige rectiligne et homogène, de masse m = 600 g et de longueur $L = 30\,cm$, peut tourner autour d'un axe (Δ) horizontal et perpendiculaire à la tige en son extrémité O.
La tige repose verticalement, comme le montre la figure ci-contre, part du repos il tourne, autour de (Δ), dans le plan vertical et forme, à un instant donné, un angle θ avec la verticale et acquiert une vitesse angulaire θ'.
Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par O.
Moment d'inertie de la tige par rapport à (Δ) : $I = 18\times10^{-3} kg.m^2$.
Prendre : g = 10 m/s².



1) On néglige le frottement. Calculer :

a) l'énergie mécanique du système [Terre-tige].

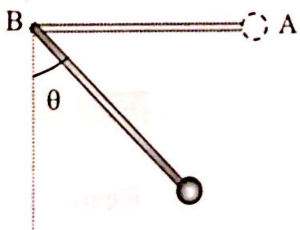
b) la vitesse angulaire θ'_1 de la tige quand elle est horizontale.

2) En réalité le frottement n'est pas négligeable entre la tige et l'axe de rotation et la vitesse angulaire de la tige quand elle est pour la première fois horizontale est : $\theta'_2 = 8\,rad/s$.

On désigne par $\mathcal{M}$ le moment de la force de frottement supposé constant. Calculer $\mathcal{M}$. On donne : le travail de la force de frottement $W = \mathcal{M}\theta$ avec θ est l'angle de rotation exprimé en radian.

N⁰ 27 × (SG)
*Solide en rotation « 2 »

Une tige AB homogène, rigide, de longueur L = 60 cm et de masse $M = 0{,}6\,kg$, peut tourner, sans frottement, autour d'un axe horizontal et perpendiculaire en B à (AB). A l'extrémité A de la tige on accroche un objet ponctuel de masse m = 60 g. Le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe de rotation est : $I_{tige} = \frac{1}{3}M\ell^2$. Prendre : g = 10 m/s².



1) Vérifier que le moment d'inertie du pendule : I = 0,0936 kgm².

2) Soit G le centre d'inertie du pendule (tige ; masse ponctuelle). Vérifier que : $BG = \frac{18}{55}\,m \approx 0{,}327\,m$.

3) Le pendule est dans la position horizontale (BA), on le lâche sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$.
Le plan horizontal passant par B est pris comme référence pour l'énergie potentielle de pesanteur.

a) Calculer l'énergie mécanique du système [Terre ; pendule ; support] à l'instant $t_0 = 0$.

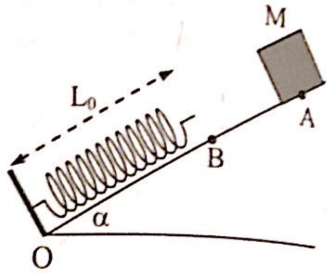
b) Ecrire l'expression de l'énergie mécanique du système [Terre ; pendule ; support] en fonction de la vitesse angulaire du pendule θ' et de l'angle θ que forme le pendule avec la verticale à un instant quelconque t.

c) Déterminer la position du pendule où sa vitesse angulaire est $\theta' = 3$ rad/s.

N° 28 (SG)

Egalité entre énergie cinétique et énergie potentielle

Un ressort, de raideur k = 90 N/m et de longueur à vide $L_0 = OB = 40\,cm$, fixé par l'une de ses extrémités en un point O, d'un plan, incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ sur l'horizontale, comme l'indique la figure ci-contre.



Un corps, de masse M = 600 g, placé au point A sur le plan incliné tel que OA = 1 m, est lâché sans vitesse.
On néglige les frottements entre la masse M et le plan incliné.
Le point B est sur le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. $g = 10\ m/s^2$.

1) Déterminer l'énergie mécanique du système S(Terre – ressort – M).
2) Calculer la vitesse de la masse M au point B.
3) Lorsque la masse M atteint le point B, le ressort commence à se comprimer. Trouver la compression maximale du ressort.
4) Soit x la distance entre B et le corps où l'énergie cinétique est égale à l'énergie potentielle. Déterminer les valeurs de x (on pourra considérer deux cas : **premier cas :** M entre A et B et **second cas :** M entre O et B).

N° 29 *(SG)

*Rotation et translation

Une poulie identique à un disque homogène, de masse m = 2 kg et de rayon r, peut tourner sans frottement autour d'un axe horizontal confondu avec son axe de révolution. Le moment d'inertie du disque : $I = \frac{1}{2}mr^2$.

Prendre : $g = 10\ m/s^2$.

Epp=0 —

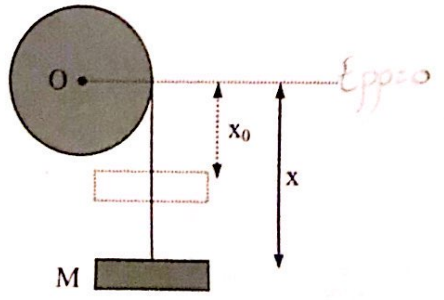


Figure (1)

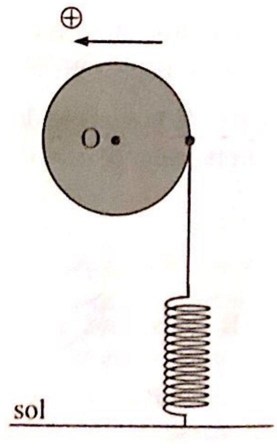


Figure (2)

A – Première expérience

On enroule sur la gorge de la poulie un fil inextensible et sans masse. A l'extrémité libre du fil on accroche une masse M = 0,5 kg (M est de faible épaisseur) comme l'indique la figure (1).
Le fil est tendu, on lâche la masse M, qui se trouve initialement à une distance x_0 de O, sans vitesse initiale à l'instant t = 0. A un instant t ultérieur la masse M est à une distance x de O.
Dans cette expérience le fil ne glisse pas sur la gorge de la poulie.

1) Calculer, en fonction de M, m, x, x_0 et g, la vitesse V de la masse M à l'instant t.
2) Déduire l'accélération de M.

B – Deuxième expérience

On fixe l'extrémité d'un ressort, à spires non jointives et de masse négligeable, de raideur k = 100 N/m, en un point de la périphérie de la poulie. L'autre extrémité du ressort est fixée par le sol [figure (2)].
A l'équilibre le ressort est ni allongé ni comprimé.

On tourne la poulie d'un quart de tour, dans le sens positif schématisé sur la figure, et on le lâche sans vitesse.
Calculer la vitesse angulaire de la poulie lorsqu'elle repasse par sa position d'équilibre.