Faculté de Physique, USTHB **Année Universitaire 2020-2021**
1ère Année Licence ST
Physique 1

Série 3 : Travail et énergie d'un point matériel

Exercice 1 :

Une particule de masse m, se déplaçant sur l'axe (x'Ox), est soumise à une seule force $\vec{F}(x)=F\vec{i}$. La variation de F en fonction de x est représentée sur la figure 1 ci-contre. Calculer la variation de l'énergie cinétique de cette particule entre les positions **x = 0 m** et **x = 50 m**.

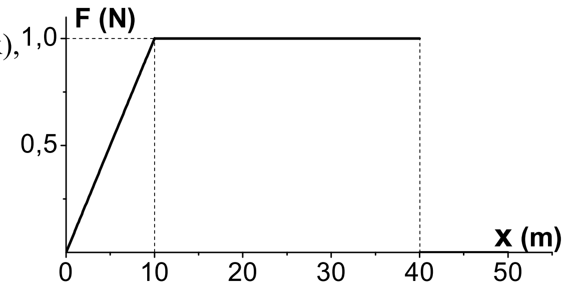


Figure 1

Exercice 2:

Un corps de masse m, soumis à la force $\vec{F}_n$, a effectué un déplacement du point O(0,0) au point B(2,4).

1) Calculer le travail W reçu par ce corps quand il se déplace suivant les segments de droites OA et AB (le point A(2,0)) et suivant l'arc de parabole $y=x^2$ compris entre les deux points O et B (voir figure 2) dans les deux cas suivants :

- 1er cas : $\vec{F}_1 = -y\,\vec{i} + x\,\vec{j}$
- 2ème cas : $\vec{F}_2 = 2xy\,\vec{i} + x^2\,\vec{j}$

2) Que peut-on conclure dans chaque cas ?

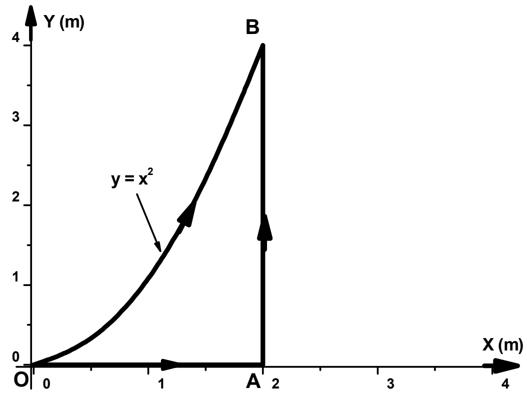


Figure 2

Exercice 3 :

On abandonne, **sans vitesse initiale**, un corps de masse m, assimilé à un point matériel, à partir d'un pont de hauteur **h_0=6m**. La figure 3 représente les graphes des énergies potentielle, cinétique et totale en fonction de h. **On donne** : g=10 m/s^2

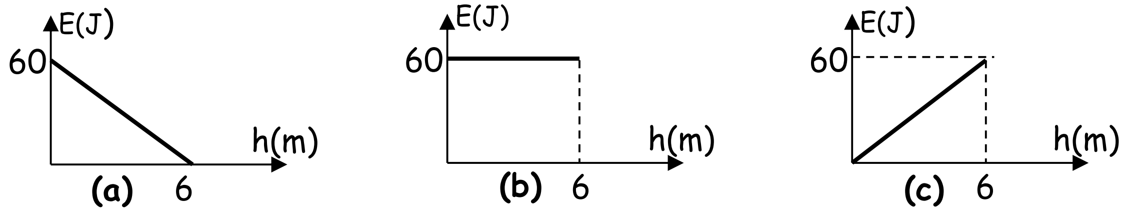


Figure 3

1) À quelle type d'énergie correspond chacun des graphes (a, b et c) ? Justifier en précisant l'origine de l'énergie potentielle.

2) En déduire :

a) la valeur de sa masse m.
b) sa vitesse $\mathbf{v_s}$ lorsqu'il arrive au sol.

3) A quelle hauteur la masse m possède-t-elle une vitesse égale à la moitié de celle calculée dans la question **2.b)**, c'est-à-dire $v=v_s/2$?

4) Quelle est sa vitesse pour h=3m ?

Exercice 4 :

On considère un satellite de masse **m = 1000 Kg** décrivant une trajectoire elliptique autour de la terre de masse $\mathbf{M_T}$ (voir figure 4). On appelle r la distance entre le satellite et le centre de la terre **O**.

1) Représenter, qualitativement, aux points **A** et **P** la force gravitationnelle, $\vec{F}_g$, exercée par la terre sur le satellite et les vecteurs vitesse, $\vec{V}_A$ et $\vec{V}_P$, du satellite.

2) L'énergie mécanique totale du satellite est donnée par : $\mathbf{E_T = -\frac{GM_Tm}{2a}}$, où **a = AP/2** est le demi-grand axe de l'orbite et **G** la constante de gravitation.

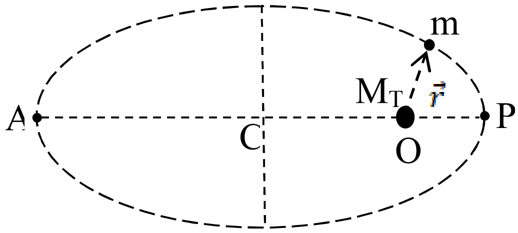


Figure 4

a) Rappeler l'expression de l'énergie potentielle, $\mathbf{E_p}$, du satellite en fonction de **G**, $\mathbf{M_T}$ et **r**. On prend $\mathbf{E_p(\infty) = 0}$ **Joule**.

b) Etablir l'expression de l'énergie cinétique, $\mathbf{E_C}$, du satellite en fonction de **G**, $\mathbf{M_T}$, **a** et **r**. En déduire l'expression de la vitesse, **V,** du satellite en fonction des mêmes paramètres.

c) Calculer la valeur de la vitesse, $\mathbf{V_A}$, du satellite au point **A**.

On donne : OA = 41400 Km, OP = 6750 Km , $\mathbf{GM_T = 4.022 \times 10^{14}}$ m³/s².

Exercice 5 :

On abandonne sans vitesse initiale un bloc de masse *m* à partir du sommet (**position A**) d'un plan incliné faisant un angle θ avec l'horizontale. Le bloc glisse sans frottement et vient comprimer un ressort de constante de raideur *k* et dont une extrémité est fixée en bas du plan incliné (voir figure 5). On note *L* la distance initiale entre le bloc et l'extrémité libre du ressort (en **position B** lorsqu'il n'est pas comprimé). Au moment du choc, le ressort est comprimé d'une longueur *d* (**position C**) avant qu'il ne se détende à nouveau. Les frottements entre la masse et le plan incliné sont négligeables.

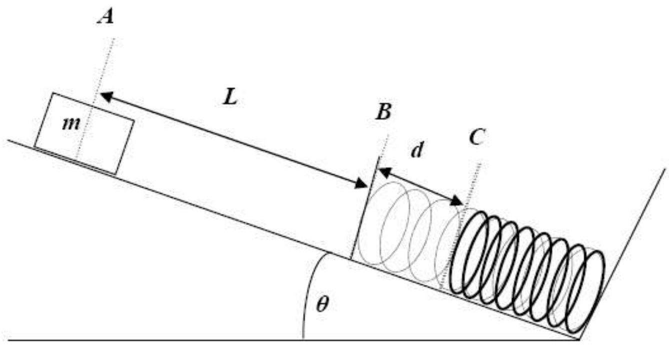


Figure 5

1- Montrer que l'énergie potentielle élastique E_{pe} du ressort est exprimée en fonction de son allongement x, comme suit : $E_{pe} = E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$ (préciser l'origine de cette énergie).

2- Rappeler le théorème de l'énergie mécanique totale. Que peut-on dire de l'énergie mécanique pour le système que vous étudié ?

3- Calculer l'énergie mécanique totale E_T aux points A et C.

Exercice 6 :

Un objet de masse m=2kg est lâché, sans vitesse initiale du point O d'un plan incliné d'un angle α=30° par rapport à l'horizontale (voir figure 6). Le contact objet-plan est lisse dans la partie OA et il est caractérisé par les coefficients de frottement statique μ_s=0,5 et dynamique μ_d=0,4 dans la partie AB.
On donne : OA=AB=*l*=50cm.

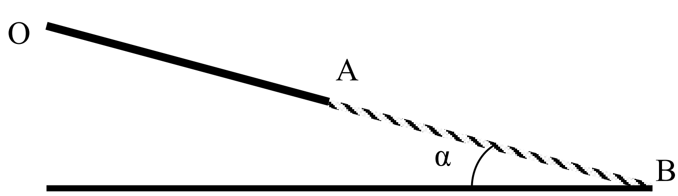


Figure 6

1) Représenter qualitativement les forces appliquées à cet objet dans les parties OA et AB.

2) a) Déterminer la vitesse V_A de l'objet lorsqu'il arrive au point A.

b) Déterminer l'expression de l'énergie mécanique totale aux points A et B.

c) En déduire la vitesse V_B de l'objet au point B.

Exercice 7 :

Nous considérons une piste contenue dans un plan vertical .Elle est constituée d'une partie AD en quart de cercle et d'une partie horizontale linéaire DEF. Au point E se trouve un ressort linéaire de constante de raideur k, dont une extrémité est fixée au mur (figure 7).

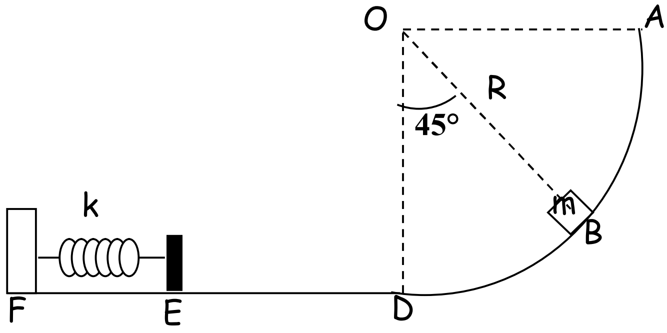


Figure 7

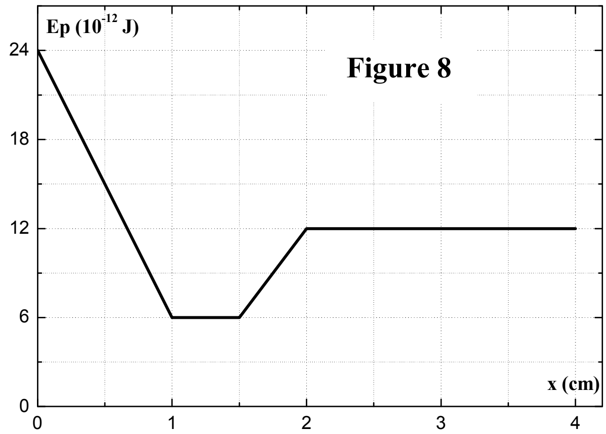
1) Les frottements étant négligeables, on lâche sans vitesse initiale, du point A, un cube de masse m et de dimensions négligeables.
Au point B situé au milieu de la partie circulaire, on demande de :

a) Calculer la vitesse V_b du cube et la force de contact $\vec{C}$ qu'exerce le sol sur le cube.
b) Représenter à l'échelle : 1N ⟶ 2cm, les forces exercées sur le cube.
c) Calculer son accélération.

2) Calculer la compression maximale du ressort lorsque le cube vient le percuter.
On donne : R=1m, m=0.2kg et k=10^4 N/m.

Exercice 8:

Une particule se déplace suivant l'axe (x'Ox).
Elle est soumise à une force conservative $\vec{F} = F\vec{i}$.
Le graphe donnant la variation de son énergie potentielle, E_p, en fonction de x est représentée sur la figure 8.



1) Tracer le graphe donnant l'évolution de la force en fonction de x.
2) Au point d'abscisse x=4cm, on lance cette particule vers les x décroissants avec une énergie cinétique initiale $E_{ci} = 3\ 10^{-12}$ J.
a) Tracer les courbes donnant les variations en fonction de x des énergies mécanique totale (E_T), potentielle (E_p) et cinétique (E_c) de cette particule.
b) En déduire l'abscisse du point où cette particule rebrousse chemin.

Exercice 9 :

Une particule de masse *m=20g* se déplace sur un axe (x'Ox) sous l'effet d'une force conservative F(x). L'énergie potentielle correspondante, exprimée en joules, est donnée par :

$$E_p(x) = \begin{cases} (x-0,01)^2 & \text{si } 0 \le x \le 2.10^{-2}\text{m} \\ -(x-0,04)^2 + 5.10^{-4} & \text{si } 2.10^{-2}\text{m} \le x \le 6.10^{-2}\text{m} \end{cases}$$

Le graphe de $E_p(x)$ est donné dans la figure 9

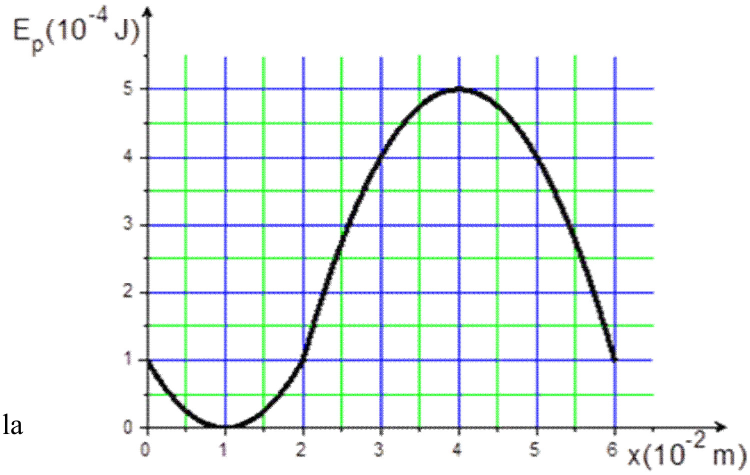


Figure 9

1) a) Donner l'expression de F(x) en fonction de *x*.
b) Représenter, sur la trajectoire, le vecteur $\vec{F}(x)$ aux points x_1=0,5cm et x_2=3,5cm.

Echelles : $4cm \rightarrow 1cm$ et $2cm \rightarrow 10^{-2}\,N$

2) Quelles sont les positions d'équilibre de la particule ? Préciser leur nature, en justifiant votre réponse.
3) Décrire qualitativement le mouvement de la particule
si on la lâche, sans vitesse initiale, en x=0.
4) Quelle vitesse minimale faut-il communiquer à la particule au point x=0 pour qu'elle arrive au point x = 6.10^{-2} m.

Exercice 10 :

La figure 10 représente une piste (ABC) de longueur BC=2m, inclinée d'un angle α =25° par rapport à un tronçon horizontal CD=0.2m qui se termine par une piste demi-circulaire DE de rayon R=0.2m. On donne :sin(α)= 0.42 et cos(α) =0.90.

Une masse m=500g, assimilée à un point matériel, est placée en contact avec l'extrémité libre B d'un ressort de constante de raideur k=15N/m et de longueur à vide l_0. On supposera dans tout le problème que les frottements entre la masse m et la piste (ABCD) sont caractérisés par des coefficients μ_s=0.6 et μ_g=0.4. Par contre les frottements sont négligeables sur la partie demi-circulaire DE.

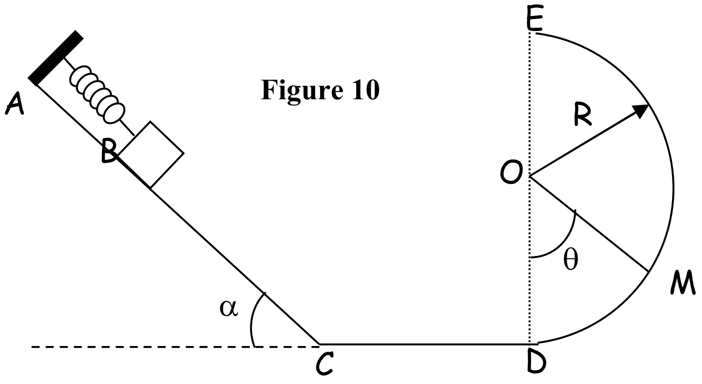


Figure 10

1) Déterminer la compression maximale x_0 du ressort pour rompre l'équilibre de la masse.

2) Le ressort étant comprimé de x_1=10cm :

a) Déterminer la vitesse de la masse au point D.

b) Trouver l'expression de la vitesse V_M de la masse au point M caractérisée par l'angle $\theta = \left(\widehat{\overrightarrow{OD},\overrightarrow{OM}}\right)$.

c) En déduire l'angle de remontée maximal θ_{max} atteint par la masse m.

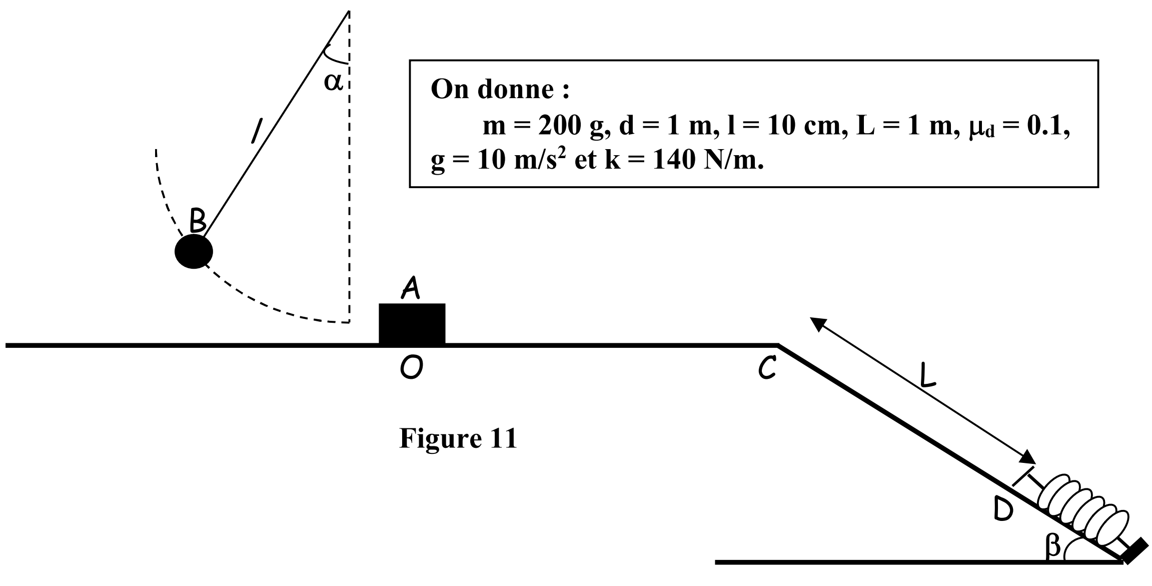
3) Quelle doit-être la valeur minimale de la vitesse au point D pour qu'elle arrive en E sans décoller.

Exercice 11 :

Une boule B de masse m, accrochée à un fil inextensible de longueur l, est écartée de sa position d'équilibre d'un angle α et est abandonnée sans vitesse initiale. A son passage par la position verticale, la boule percute un corps A de même masse et s'arrête. Le corps A glisse sur une piste OCD de la figure 11.

La partie OC = d est un plan horizontal rugueux de coefficient de frottement dynamique μ_d. La portion CD = L, parfaitement lisse, est inclinée d'un angle β = 30° par rapport à l'horizontale.

1) Dessiner les forces exercées sur le corps A en une position entre O et C.



On donne :
m = 200 g, d = 1 m, l = 10 cm, L = 1 m, μ_d = 0.1, g = 10 m/s² et k = 140 N/m.

Figure 11

2) Calculer l'accélération du corps A entre O et C. Déduire la nature du mouvement.

3) Donner l'expression de la vitesse de la boule B juste avant de toucher le corps A

4) En utilisant la conservation de la quantité de mouvement du système, déterminer la vitesse du corps A après l'interaction.

5) Exprimer la vitesse du corps A au point C en fonction de g, l, d, α et μ_d

6) De quel angle α_m doit on écarter la boule B pour que le corps A arrive en C avec une vitesse nulle.

7) A partir du point C, le corps A aborde la partie CD avec une vitesse nulle. Il arrive sur un ressort parfait de longueur à vide l_0 et de constante de raideur k.

a) Représenter les forces exercées sur A au cours de la compression du ressort.

b) Quelle est la valeur de la compression maximale du ressort ?