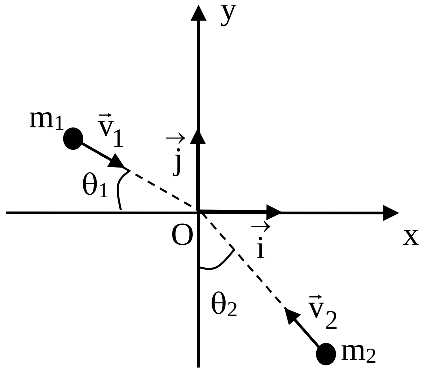
Faculté de Physique, USTHB **Année Universitaire 2020-2021**
1ère Année Licence ST
Physique 1

Série 2 : Dynamique du point matériel

<u>Exercice 1 :</u>

Un corps de masse m_1 et de vitesse $\vec{v}_1$, entre en collision avec un autre corps de masse m_2 et de vitesse $\vec{v}_2$ (voir figure ci-contre). Après la collision, ces deux corps restent collés.
En supposant que le système est isolé, déterminer les composantes v_x et v_y de leur vitesse commune $\vec{v}$ après le choc.



On donne: m_1=9kg, m_2=1kg, v_1=1m/s, v_2=3m/s, $\theta_1=\frac{\pi}{6}$rad , $\theta_2=\frac{\pi}{3}$rad .

<u>Exercice 2 :</u>

On considère deux boules A et B de métal de masses respectives m_A=5kg et m_B=2kg. La boule A se déplace en ligne droite avec une vitesse v_A=0,4m/s et la boule B est au repos. Après avoir heurté la boule B, la boule A s'arrête. La boule B démarre suivant la même ligne droite avec une vitesse v_B.

1) Calculer la vitesse v_B.

2) Si le temps d'interaction est Δt=0,01s, quelle est la force moyenne subie par la boule B ?

<u>Exercice 3 :</u>

Deux boules A et B de masses respectives $m_A=2$kg et $m_B=3$kg se déplacent sans frottements sur un plan (xOy) et se heurtent en un point P.

1) Leurs vitesses respectives, mesurées en m/s juste avant le choc sont $\vec{v}_A=4\vec{i}-6\vec{j}$ et $\vec{v}_B=2\vec{i}+2\vec{j}$. La vitesse de la boule B, mesurée juste après le choc est $\vec{v}'_B=2\vec{i}-2\vec{j}$. Déterminer la vitesse de la boule A après le choc.

2) La boule B va ensuite heurter une paroi parallèle à l'axe Oy et rebondit avec une vitesse $\vec{v}''_B=-\vec{i}+\vec{j}$. Sachant que la durée de l'interaction est $\Delta t=0,1$s, déterminer la force ayant agi sur la boule.

<u>Exercice 4 :</u>

1) Donner l'expression de la force d'attraction, entre un corps de masse m et la terre de masse M, en fonction de la distance r qui sépare ce corps au centre de la terre et la constante de la gravitation universelle G.

Soient R le rayon de la terre et g_0 l'accélération de la pesanteur à la surface de la terre.

2) Monter que l'accélération de la pesanteur à une distance **r** du centre de la terre est donnée par :

$$g=g_0\frac{R^2}{r^2}.$$

Un satellite de masse m_s tourne autour de la terre sur une orbite circulaire de rayon **a** sous l'effet de la gravitation terrestre.

3) Etablir l'expression de la vitesse V du satellite sur son orbite en fonction de M, G et **a**.

4) Donner l'expression de la période T du satellite en fonction de M, G et **a**.

5) Le satellite fait le tour de la terre toutes les 98 minutes à une altitude moyenne de 500 km. Sachant que le rayon de la terre est R = 6.4 10^6 m.

a) Calculer la masse de la terre M.

b) A quelle altitude, par rapport à la surface de la terre, il aura une accélération de la pesanteur g= 4.9 m/s^2 ?

On donne : g_0=9.81 m/s^2 et G = 6.6738 10^{-11} SI.

<u>Exercice 5</u>

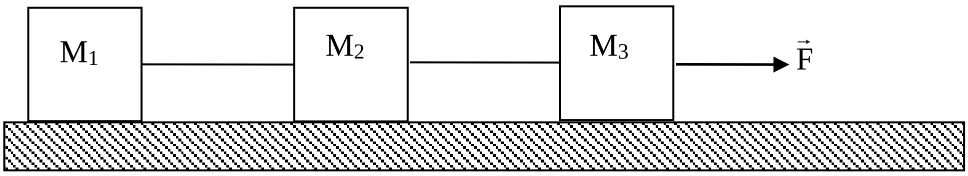
Un satellite de masse m_1 est en orbite autour de la terre, de masse M, à une distance r_1.

1) Etablir l'expression de la vitesse V_1 du satellite sur son orbite en fonction de M, G et r_1.

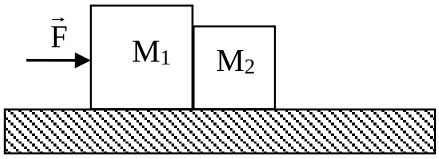
Un autre satellite de masse m_2 est en orbite autour de la terre à une distance r_2.
2) Etablir la relation liant les périodes de rotation de ces deux satellites en fonction des rayons de leur orbite ($3^{ème}$ loi de Kepler).

<u>**Exercice 6**</u>
1) On suppose que le mouvement de la Lune autour de la Terre est un mouvement circulaire de rayon r_1 et de période T_1. Déterminer l'expression de l'accélération de la Lune en fonction de r_1 et T_1.
2) Un satellite de Jupiter décrit un mouvement circulaire de rayon r_2 et de période T_2 autour de Jupiter.
a) Déterminer l'expression de la force F_1 exercée par la Terre sur la lune et celle de la force F_2 exercée par Jupiter sur son satellite.
b) Déterminer l'expression du rapport M_J/M_T des masses de Jupiter et de la Terre. Calculer numériquement ce rapport.
On donne : $r_1=3{,}84.10^5$ km et de période $T_1=27{,}3$ jours.
$r_2=6{,}7.10^5$ km et de période $T_2=3{,}5$ jours.

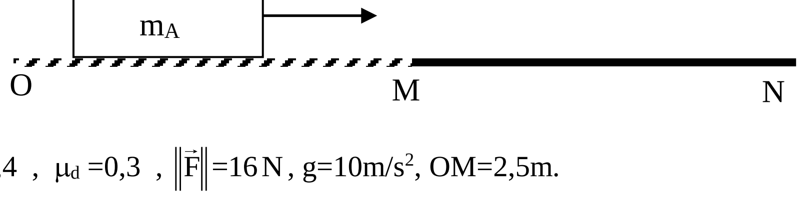
<u>**Exercice 7 :**</u>
On tire à l'aide d'une force $\vec{F}$ trois blocs sur une table horizontale parfaitement lisse (figure ci-dessous). Les fils reliant les blocs entre eux sont inextensibles et de masses négligeables.
Trouver l'accélération de chaque bloc ainsi que les tensions des fils.
On donne : F=60N ; M=10kg ; M_1=M ; M_2=2M et M_3=3M.



<u>**Exercice 8 :**</u>
On exerce une force F=3N sur le bloc 1 de masse M_1=2kg qui est en contact avec le bloc 2 de masse M_2=1kg. (Figure ci-contre). L'ensemble repose sur une table horizontale parfaitement lisse.
1-Quelle est la force exercée sur bloc 2 par le bloc1 ?
2-Quelle est la force résultante exercée sur le bloc 1 ? Conclusion ?



<u>**Exercice 9**</u>
Soit un bloc A, de dimensions négligeables, de masse m_A sur une surface horizontale, constituée d'une partie OM rugueuse et d'une partie MN parfaitement lisse. Le contact entre le bloc et la surface, sur la partie OM, est caractérisé par des coefficients de frottement μ_s et μ_d. Le bloc est en mouvement et est animé d'une vitesse $\vec{v}$. On exerce alors sur lui une force horizontale $\vec{F}$ constante (figure ci-dessous).
1) Représenter qualitativement les forces s'exerçant sur le bloc sur la partie OM.
2) Calculer l'accélération du bloc. Préciser la nature du mouvement.
3) Sachant que la vitesse au point O est telle que $\|\vec{v}(O)\| = 2\,\text{m/s}$, quelle est la vitesse du bloc lorsqu'il arrive au point M ?
4) Arrivé au point M, le bloc A entre en collision avec un second bloc B, au repos, de masse m_B=8kg et les deux blocs restent collés. Déterminer le vecteur vitesse de l'ensemble constitué par les deux blocs. En déduire son module.



On donne : m_A=4kg, $\mu_s=0{,}4$, $\mu_d=0{,}3$, $\|\vec{F}\|=16\,\text{N}$, g=10m/s^2, OM=2,5m.

Exercice 10 :

Un corps A de masse m_A=2 kg, repose sur un corps B de masse m_B=3kg. L'ensemble repose sur une table horizontale. On admettra que les dimensions de la table et du cops B sont telle que A ne puisse pas quitter le dessus de B, et B le dessus de la table, dans l'intervalle de temps: $0 \leq t \leq 80$s.

Une force horizontale et de direction fixe, variant suivant la loi F(t)= αt (α=0.5N/s), est appliquée au cops B.

Le contact (corps B)/(table) est caractérisé par les coefficients de frottements: $\mu_s = \mu_d$ =0,5. Le contact (corps A)/(corps B) est, lui parfaitement lisse.

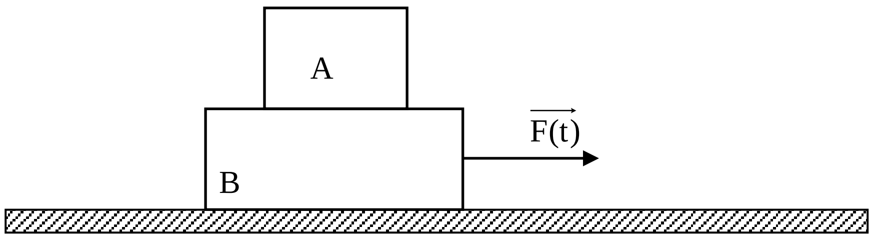
1) Déterminer l'instant t_0 de rupture de l'équilibre (instant ou le système se met en mouvement).

2) Représenter qualitativement les forces appliquées à l'instant t_1=30s :

-au corps A tout seul, - au corps B tout seul, au système (A+B).

3) Déterminez, puis représenter, les forces appliquées au corps B tout seul à l'instant t_2 = 60s.

Échelle: 1cm $\rightarrow$ 10N.



Exercice 11 :

Une piste ABC est constituée d'une partie AB inclinée d'un angle α = 30° par rapport à la partie horizontale BC (figure 1). Un corps de masse M=0,5 kg est abandonné sans vitesse initiale du point A.

La Figure 2 montre l'évolution de l'accélération du corps en fonction du temps. Les instants t_B =1s et t_C correspondent, respectivement, au passage du corps par le point B et le point d'arrêt C.

1) Représenter les forces qui agissent sur le corps pendant son mouvement.

2) Déterminer le coefficient de frottement.

3) Déterminer t_C, l'instant d'arrêt du corps.

4) Déterminer les distances AB et BC.

On donne : g=10 m/s^2

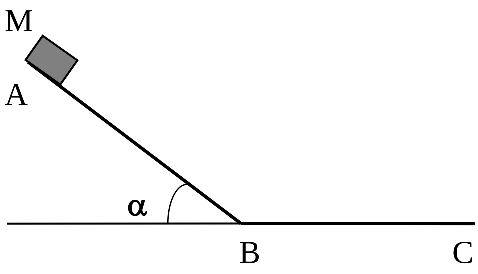


Figure 1

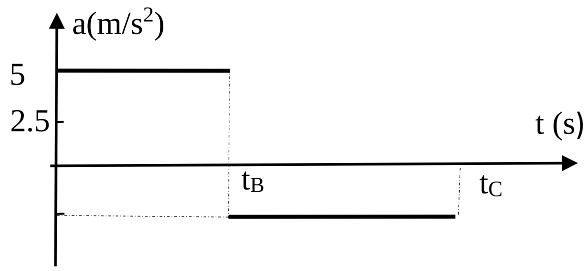
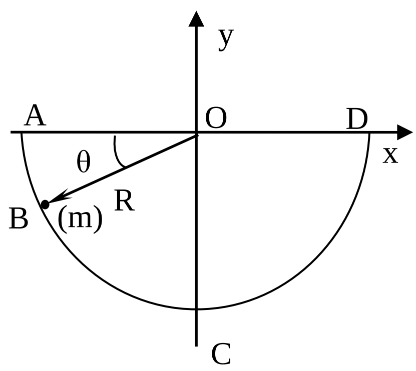


Figure 2

Exercice 12 :

Une particule de masse m = 100g est assujettie à se déplacer sur une piste semi-circulaire de rayon R=1m.

Le contact particule/piste est caractérisé par les coefficients de frottement statique μ_s = 0,6 et dynamique μ_d = 0,25.



1) Quelle est la valeur minimale θ_m de θ pour laquelle la particule reste en équilibre ?

La particule passe par le point N, repéré par θ_N = 60°, avec une accélération a = 2,8 m/s² et une vitesse v = 1m/s.

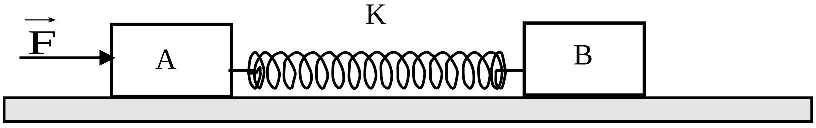
2) Déterminer et représenter les forces qui agissent sur m.

Échelle : **1cm $\rightarrow$ 0,5N**.

Exercice 13 :

Deux blocs A et B de même masse M, sont reliés par un ressort parfait de constante de raideur K. L'ensemble repose sur un plan horizontal (figure ci-dessous). Les frottements entre le plan et les masses sont caractérisés par μ_s et μ_g.

On donne : M=1kg ; μ_s=0,5 ; μ_g=0,4 ; K=200N/m et g=10m/s².



Le ressort n'étant ni comprimé ni tendu, on applique une force $\vec{F}$ sur le corps A.

1) Quelle force F_0 minimum faut-il appliquer au bloc A pour qu'il se mette en mouvement ?

2) Pour F = F_0, calculer et représenter les forces qui agissent sur A et B.

Échelle : **1cm $\rightarrow$ 2N**. On gardera la même échelle pour tout l'exercice.

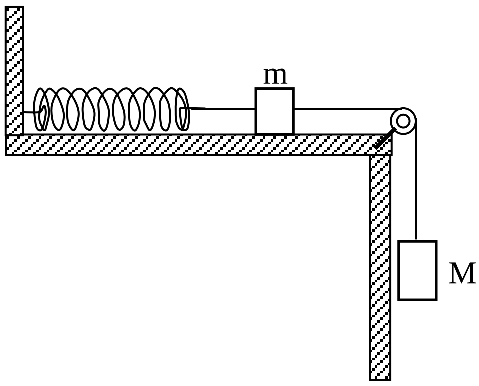
3) Pour quel déplacement minimum de la masse A à vitesse constante, la masse B se met-elle en mouvement ?

4) A s'étant mis en mouvement, il se déplace alors à vitesse constante sur x = 2cm. Calculer et représenter les forces qui agissent sur les deux blocs A et B.

5) Calculer et représenter les forces qui agissent sur les deux blocs A et B juste avant que B ne se mette en mouvement.

Exercice 14 :

Un corps de masse M est relie à un corps de masse m = 2kg par l'intermédiaire d'un fil inextensible de masse négligeable. Un ressort K=150N/m de masse négligeable est attaché à la masse m et au mur.



1) Dans le cas ou on néglige les frottements de la masse m sur le plan horizontal, calculer littéralement l'accélération prise par le système ainsi que la tension du fil.

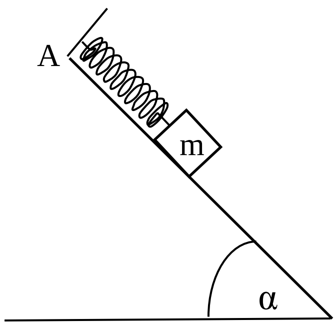
2) Les frottements n'étant plus négligeable et le ressort n'étant pas tendu, quelle est la valeur maximum de la masse M à suspendre pour que le système reste au repos ? La valeur du coefficient de frottement statique est μ_s=0,8.

3) On prend maintenait une masse M=3 kg et le ressort est étiré de 10 cm, calculer à cette position l'accélération du système et la tension du fil sachant que le coefficient de frottement dynamique est μ_d=0,25.

Exercice 15 :

Un bloc de masse m peut se déplacer sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale (voir figure ci-dessous). L'une des extrémités, d'un ressort parfait de constante de raideur **k**, est fixée en A tandis que l'autre est libre. Le contact bloc-piste est caractérisé par les coefficients de frottement statique μ_s et dynamique μ_d.

Au moyen du bloc m, on comprime le ressort, puis on l'abandonne sans vitesse initiale.



1) On se propose de déterminer la compression maximale x_0 du ressort pour laquelle m reste toujours au repos.

a) Représenter qualitativement les forces agissant sur m.

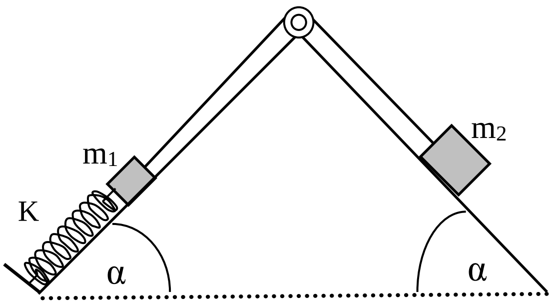
b) Déterminer x_0.

2) En fait, la compression est de x_1=20cm et le bloc m démarre. Déterminer alors son accélération.

On donne : m=1kg, α=30°, **k**=10N/m, μ_s=0,7 , μ_d=0,1 , g=10m/s².

Exercice 16 :

Deux masses m_1 et m_2 sont reliées par un fil inextensible de masse négligeable passant à travers la gorge d'une poulie de masse négligeable. Les deux masses peuvent glisser sur deux plans inclinés d'un angle $\alpha = 45°$ par rapport à l'horizontale. La masse $m_1 = 1$kg est reliée à un ressort de constante de raideur $\mathbf{k} = 100\ \mathrm{Nm^{-1}}$. La deuxième extrémité du ressort est fixée à un mur comme la montre la figure ci-contre. Le contact entre les masses et les plans sont caractérisés par les coefficients de frottements statique $\mu_s = 0,5$ et dynamique $\mu_d = 0,3$.



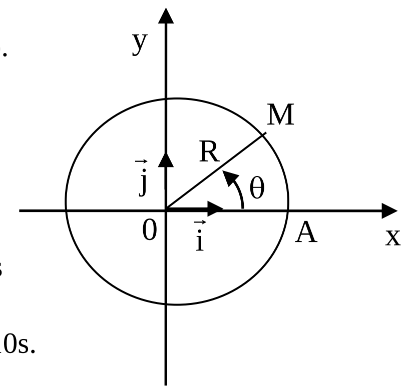
1) Le ressort n'étant pas déformé, déterminer la valeur de la masse m_{02} au-delà de laquelle l'équilibre est rompu.
2) Pour une masse $m_2 = 5$ kg, représenter qualitativement les forces agissant sur les deux masses, le ressort étant allongé de 1 cm.
3) Déterminer l'accélération du système.
4) Déterminer la tension du fil.

Exercice 17 :

I) Une voiture assimilée à un point matériel se déplace sur une trajectoire circulaire horizontale de centre O et de rayon R=50m. (Voir figure ci-contre). A l'instant t=0, la voiture se trouve au point A. Les équations paramétriques du mouvement en coordonnées polaires sont données par :

$$r(t) = R \quad , \quad \theta(t) = \left(\pi/100\right) t^2 ,$$

r étant mesuré en mètres et θ en radians.



1) a) Déterminer les composantes du vecteur vitesse en coordonnées polaires $v_r(t)$ et $v_\theta(t)$. En déduire v(t).
b) Représenter, sur la trajectoire, le vecteur vitesse aux instants t=5s et t=10s.
Echelles : $1\text{cm} \rightarrow 10\text{m}$, $1\text{cm} \rightarrow \pi/5\,\text{m/s}$.
2) a) Déterminer les composantes tangentielle $a_T(t)$ et normale $a_N(t)$ du vecteur accélération.
b) Représenter, sur la trajectoire, le vecteur accélération aux instants t=5s et t=10s.
Echelle : $1\text{cm} \rightarrow 2\text{m/s}^2$.

II) A l'instant t=10s, la voiture quitte la piste circulaire et continue son chemin en ligne droite. Entre les instants t=10s et t=15s, elle garde une vitesse constante ($v=v(10s)=10\pi$ m/s), puis elle freine uniformément jusqu'à s'arrêter complètement à l'instant t=20s.

1) a) Représenter qualitativement la trajectoire.
b) Quelle est la distance parcourue par la voiture entre les instants t=0s et t=20s ?
2) a) Représenter qualitativement les forces qui s'exercent sur la voiture durant la phase de freinage.
b) Déterminer le coefficient de frottement (en précisant sa nature : statique ou dynamique) entre les roues de la voiture et le sol, sachant que la masse de la voiture est M=1000kg.