UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
HOUARI BOUMEDIENE

FACULTE DE PHYSIQUE

POLYCOPIE DE TRAVAUX DIRIGES DE MECANIQUE DU POINT MATERIEL

SYSTEME L.M.D: S.T.

- A. CHAFA
- A.DIB
- F.CHAFA – MEKIDECHE
- A. DERBOUZ
- F. KAOUAH
- M. HACHEMANE

RAPPELS SUR LES VECTEURS

DANS TOUS CES EXERCICES, ON CONSIDERE UN REPERE ORTHONORME DIRECT $(O,\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k})$. POUR LES REPRESENTATIONS GRAPHIQUES, L'UNITE DE LONGUEUR EST 1 CM.

EXERCICE 1 :

On considère les vecteurs suivants :

$\vec{u} = 2\vec{i} + \vec{j}$ $\quad \vec{v} = 3\vec{j}$ $\quad \vec{w} = -2\vec{i} + \vec{j}$ $\quad \vec{x} = 3\vec{i} + 2\vec{j}$ $\quad \vec{y} = -3\vec{i}$ $\quad \vec{z} = \vec{i} - 3\vec{j}$

Exprimer en fonction de $\vec{i}$ et $\vec{j}$ les vecteurs suivants et représenter les :

$\vec{u} + \vec{v} =$
$\vec{w} - \vec{x} =$
$-3\vec{z} =$
$\vec{u} + 2\vec{v} + 3\vec{w} =$
$2\vec{w} - \vec{x} + 3\vec{z} - \vec{y} =$

Exercice 2 :

On considère les vecteurs $\vec{V_1} = 2(\vec{\imath} + \vec{\jmath})$, $\vec{V_2} = -4\vec{\imath} + \vec{\jmath}$, $\vec{V_3} = 2\vec{\imath} - 4\vec{\jmath}$. Calculer et représenter, sur papier millimétré, les vecteurs

$$\vec{A} = \vec{V_1} + \vec{V_3}\ ,\ \vec{B} = \vec{V_3} - \vec{V_2},\ \vec{C} = \vec{V_1} - \vec{V_2} + 2\vec{V_3}$$

Exercice 3 :

Soient les vecteurs $\vec{V_1} = 2(\vec{\imath} + \vec{\jmath} + \vec{k})$, $\vec{V_2} = -\vec{\imath} + 2\vec{\jmath} + 3\vec{k}$, $\vec{V_3} = \vec{\imath} + \vec{2\jmath} - 2\vec{k}$

a- Trouver les modules des vecteurs : $\vec{V_1}$, $\vec{V_1} + \vec{V_2}$, $\vec{V_2} - \vec{V_3}$

b- Déterminer les angles $(\vec{V_1},\vec{V_2})$, $(\vec{V_1},\vec{V_3})$ et $(\vec{V_2},\vec{V_3})$

Exercice 4 :

Déterminer la valeur du nombre a pour laquelle les vecteurs $\vec{V_1} = 2\vec{\imath} + a\vec{\jmath} + \vec{k}$ et $\vec{V_2} = 4\vec{\imath} - 2\vec{\jmath} - 2\vec{k}$ soient perpendiculaires.

Exercice 5 :

Soient les vecteurs $\vec{A} = 2\vec{\imath} - 3\vec{\jmath} + 5\vec{k}$, $\vec{B} = 3\vec{\imath} + \vec{\jmath} - 2\vec{k}$, calculer le grandeur suivante : $(\vec{A} + \vec{B}).(\vec{A} - \vec{B})$

Exercice 6 :

Evaluer les vecteurs suivants :

$$\vec{\imath} \times \vec{\jmath}\ ,\ \vec{\jmath} \times \vec{k}\ ,\ \vec{k} \times \vec{\jmath}\ ,\ \vec{k} \times \vec{\jmath},\ \vec{\jmath} \times \vec{\jmath}\ ,\ \vec{\jmath} \times 4\vec{k},\ 2\vec{\jmath} \times 3\vec{k},\ \ 2\,\vec{\jmath} \times \vec{k} - 4\vec{\imath}.$$

Exercice 7 :

On considère les vecteurs $\vec{A} = 2\vec{\imath} + \vec{\jmath} - 3\vec{k}$, $\vec{B} = \vec{\imath} - 2\vec{\jmath} + \vec{k}$ et $\vec{C} = -\vec{\imath} + \vec{\jmath} - 4\vec{k}$. Déterminer les produits suivants :

a- $\vec{A}.(\vec{B} \times \vec{C})$
b- $\vec{C}.(\vec{A} \times \vec{B})$
c- $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C})$
d- $(\vec{A} \times \vec{B}) \times \vec{C}$.

Exercice 8 :

En reprenant les vecteurs de l'exercice 1, évaluer les valeurs des grandeurs :

$\overrightarrow{V_1} \cdot \overrightarrow{V_1}$, $\overrightarrow{V_1} \cdot \overrightarrow{V_2}$, $\overrightarrow{V_1} \cdot \overrightarrow{V_3}$, $\overrightarrow{V_2} \cdot \overrightarrow{V_1}$ et $\overrightarrow{V_2} \cdot \overrightarrow{V_3}$

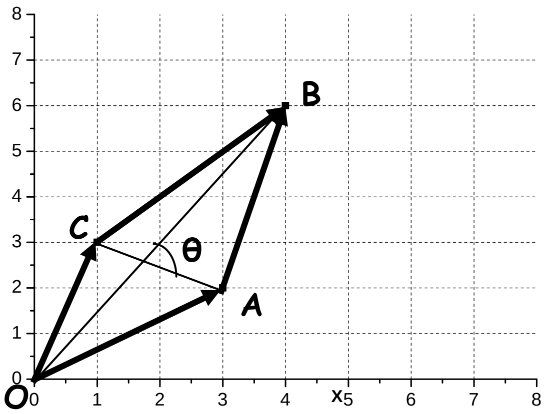
Exercice 9 :

En reprenant les vecteurs de l'exercice 2, évaluer et représenter les vecteurs suivants :

$\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{V_1}$, $\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{V_2}$, $\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{V_3}$, $\overrightarrow{V_2} \times \overrightarrow{V_1}$ et $\overrightarrow{V_2} \times \overrightarrow{V_3}$

Exercice 10 :

Trouver l'angle, aigu θ, formé par les diagonales d'un quadrilatère de sommets O(0,0,0) ; A(3,2,0) ; B(4,6,0) et C(1,3,0)



Exercice 11 :

En reprenant les vecteurs de l'exercice 3, trouvez en précisant leur nature (vecteur ou scalaire), lorsque le résultat existe, les grandeurs :

$(\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{V_2}) \times \overrightarrow{V_3}$, $\overrightarrow{V_3} \times (\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{V_2})$, $\overrightarrow{V_1} \times (\overrightarrow{V_2} \cdot \overrightarrow{V_3})$, $(\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{V_2}) \cdot \overrightarrow{V_3}$, $(\overrightarrow{V_1} \cdot \overrightarrow{V_2}) \cdot \overrightarrow{V_3}$

Exercice 12 :

Soient les vecteurs $\overrightarrow{V_1} = sint\,\vec{\imath} + cost\,\vec{\jmath} + 3t\,\vec{k}$ et $\overrightarrow{V_1} = e^t\,\vec{\imath} + 2cos3t\,\vec{\jmath} + 3sin2t\,\vec{k}$, calculer les dérivées de ces vecteurs par rapport au temps $\frac{d\overrightarrow{V_1}}{dt}$ et $\frac{d\overrightarrow{V_2}}{dt}$ puis déduire leur modules

Exercice 13 :

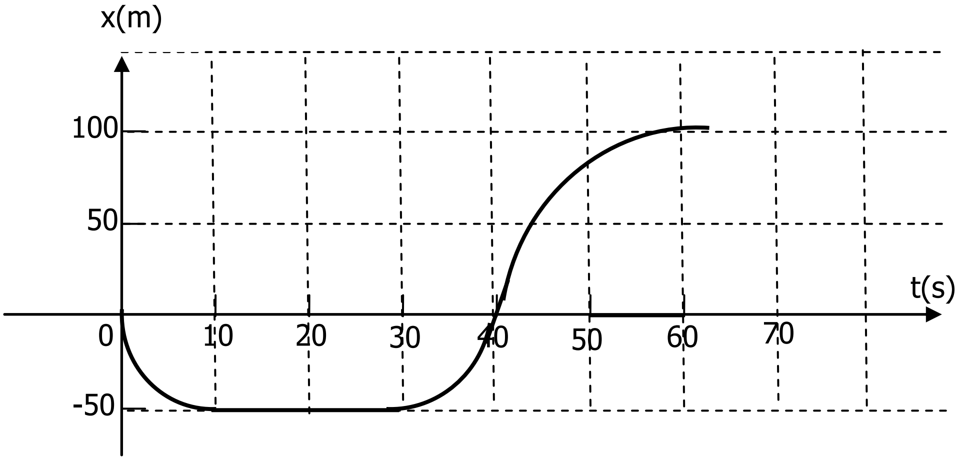
On considère les vecteurs suivants : $\overrightarrow{V_1} = 5t^3\,\vec{\imath} + 3t\,\vec{\jmath} - 2t^4\,\vec{k}$ et $\overrightarrow{V_1} = sint\,\vec{\imath} - cost\,\vec{\jmath} + 3t\,\vec{k}$. Trouver les expressions des grandeurs :

$$\frac{d}{dt}(\overrightarrow{V_1} \cdot \overrightarrow{V_2}),\ \frac{d}{dt}(\overrightarrow{V_1} \times \overrightarrow{V_2}) \text{ et } \frac{d}{dt}(\overrightarrow{V_1} \cdot \overrightarrow{V_1})$$

CINEMATIQUE
DU
POINT
MATERIEL

I-1 - Mouvement rectiligne:

Exercice 1 :



Un mobile **M** décrit un mouvement rectiligne suivant un axe **(x'ox).** La figure ci-dessus montre son diagramme des espaces.

1°)- Décrire qualitativement le mouvement du mobile sur l'axe **x'ox**.

2°)- Représenter qualitativement le diagramme des vitesses **V(t)** :

On donne $|\overrightarrow{V(0)}|$ **=10m/s**.

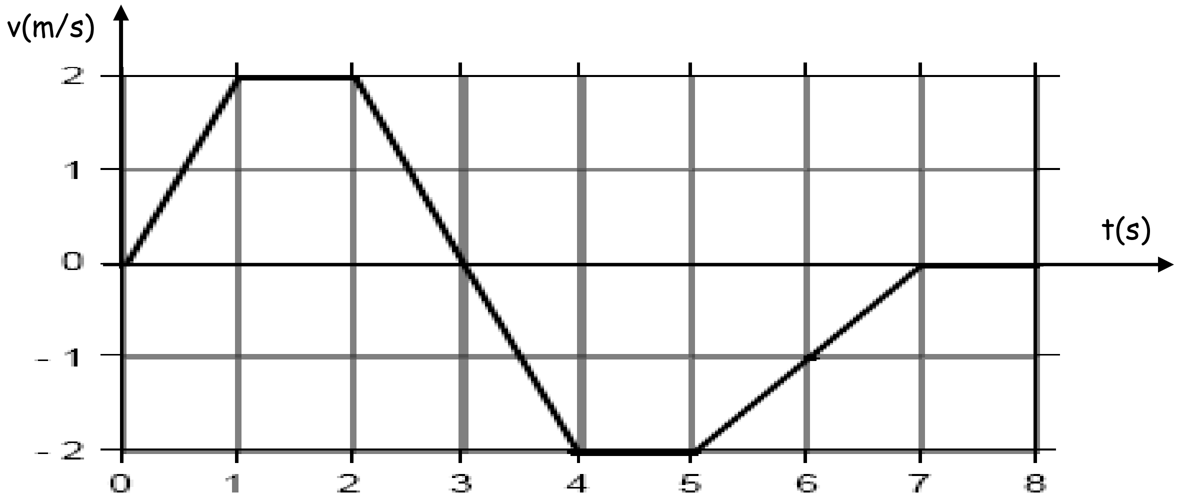
3°)- Quelles sont les différentes phases du mouvement ? Préciser leur nature.

4°)- A partir du diagramme des espaces déterminer la distance parcourue entre les instants **t=0s** et **t=60s**. A quoi correspond cette distance sur le graphe **V(t)** ?

5°)- Calculer la vitesse moyenne entre **t=0s et t=40s** de deux manières différentes. Conclusion ?

Exercice 2 :

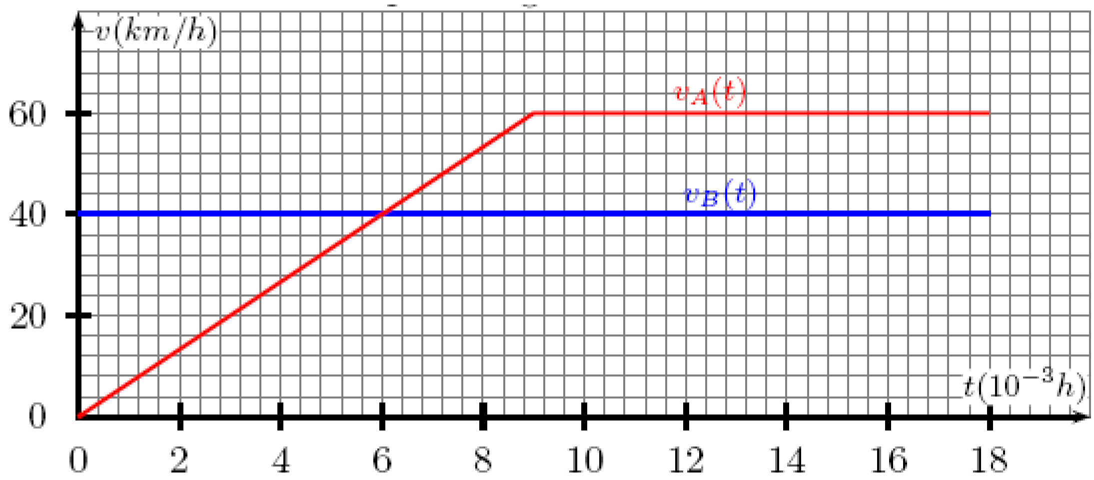
Le graphe suivant représente le diagramme des vitesses d'un mobile se déplaçant sur une trajectoire rectiligne.



1- Tracer le graphe de l'accélération en fonction du temps.
2- Donner la nature du mouvement dans les différentes phases. Justifier.
3- Quelle est la distance parcourue par le mobile entre 0 et 7 s
4- Représenter les vecteurs vitesses et accélérations aux instants t= 3 et 6 s.

Exercice 3 :

Une voiture **A** est arrêtée à un feu rouge .Le feu devient vert et **A** démarre au même moment, une deuxième voiture **B** la dépasse, roulant à vitesse constante. Leurs courbes de vitesse en fonction du temps sont représentées sur la même figure ci-dessous.



1°)- Combien de temps la voiture **A** a-t-elle mis pour avoir la même vitesse que la voiture **B** ?

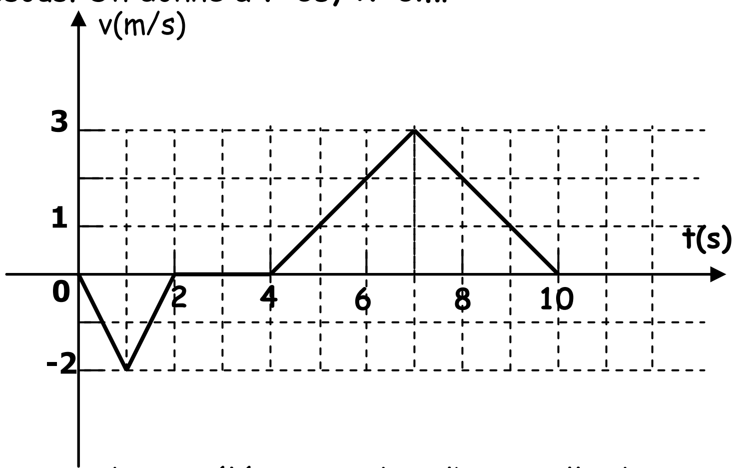
2°)- A ce moment, à quelle distance en avant de la voiture **A** se trouve la voiture **B** ?

3°)- Quelle est la voiture qui est en tête et de combien après **0.01h** ?

4°)- A quel instant la voiture **A** rattrape –t- elle la voiture **B** ?

Exercice 4 :

Le diagramme des vitesses d'un mobile animé d'un mouvement rectiligne est donné par la figure ci-dessous. On donne à **t=0s, x=0m**.



1°)- Tracer le diagramme des accélérations dans l'intervalle de temps [**0s, 10s**] .

Echelle: **1cm → 0.5m/s² ; 1cm → 1s**

2°)- Tracer le diagramme des espaces du mobile entre les instants **t=0s et t=10s.**

Echelle: **1cm → 1m; 1cm → 1s**

3°)- Evaluer la distance parcourue par le mobile entre les instants **t=0s et t=10s.**

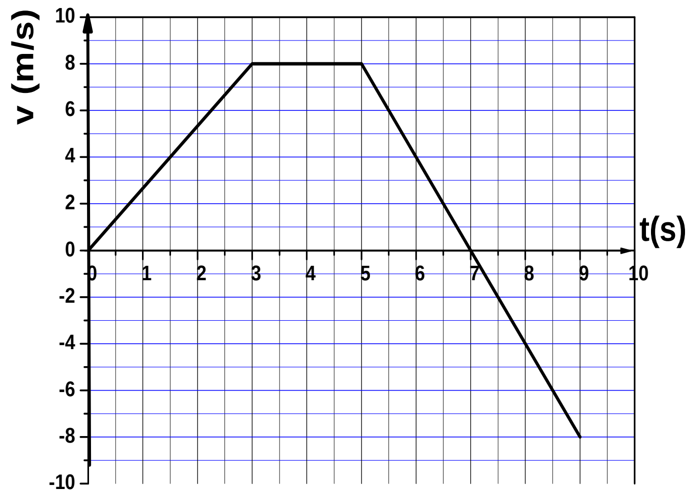
4°)- Décrire le mouvement du mobile dans l'intervalle de temps [**0s, 10s**].

5°)- Représenter sur la trajectoire, les vecteurs position, vitesse et accélération à l'instant **t=8s**

Echelle : **1cm → 1m ; 1cm → 1m/s ; 1cm → 1m/s².**

Exercice 5 :

Soit un mobile se déplaçant suivant un axe x'ox. Son diagramme des vitesses est donné ci-dessous. A l'instant t = 0s, le mobile se trouve à x = 0 m.

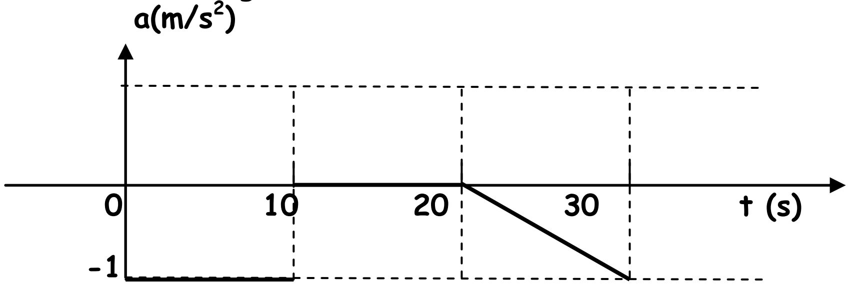


1- Représenter le diagramme des accélérations.
2- Préciser les différentes phases du mouvement. Justifier.
3- Déterminer la distance parcourue entre les instants t = 0s et t =9s.
4- Donner les positions du mobile aux instants t=6s et t=9s.
5- Représenter les vecteurs vitesses et accélérations à ces mêmes instants.

1cm $\longrightarrow$ 4 m/s et 1cm $\longrightarrow$ 2 m/s^2

Exercice 6:

On donne sur la figure ci-dessous le diagramme des accélérations d'un mobile animé d'un mouvement rectiligne.



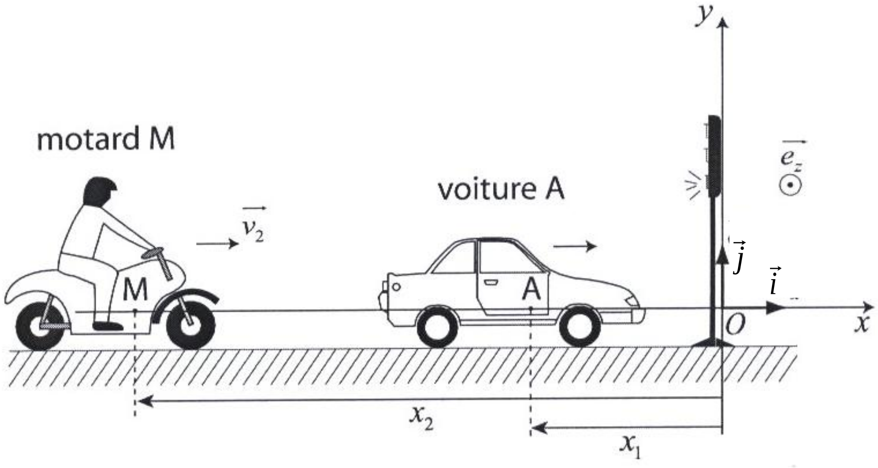
1°)- Tracer le graphe **V(t)** entre **t=0** et **t=30s**. On donne **V(0)=15m/s.** Préciser les différentes phases du mouvement. .

2°)- Tracer, sur la trajectoire, les vecteurs positions, vitesses et accélérations aux instants **t_1=5(s)** et **t_2=15s** sachant qu'à **t=0s, x=0m.**

Echelle : **4cm → 25m ; 2cm → 5m/s ; 1cm → 1m/s².**

Exercice 7 :

Une voiture A est arrêtée sur une route horizontale rectiligne à une distance d_1=**3** m d'un feu rouge. Lorsque le feu passe au vert, à l'instant t=0, la voiture démarre avec une accélération constante a_1=**3** m /s^2. Au même moment un motard M roulant à une vitesse constante v_2=**54** km/h se trouve à une distance d_2=**24** m de la voiture. La voiture et le motard considérés comme des points matériels sont repérée à l'instant t à l'aide de leurs vecteurs positions respectifs $\overrightarrow{OA} = x_1\vec{i}$ et $\overrightarrow{OM} = x_2\vec{i}$. On choisira comme origine O des abscisses la position du feu tricolore.

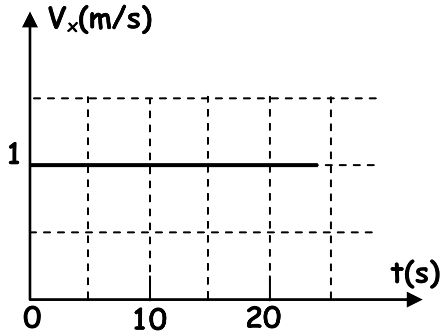


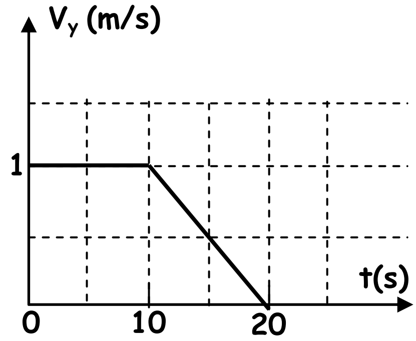
1° Déterminer les équations horaires **x_1**(t) et **x_2**(t) de la voiture et du motard respectivement.
2° Déterminer les instants des dépassements ainsi que les positions de la voiture et du motard à ces instants.
3° Si le motard roulait à la vitesse v_2=**36** km/h pourrait-il rattraper la voiture ?
4° - a- Calculer, dans ce cas, l'instant pour lequel la distance qui sépare le motard de la voiture est minimale.
- b- En déduire cette distance.

I – 2 - Mouvement curviligne:

Exercice 8:

Soit un mobile **M** se déplaçant sur un plan **(xoy)**. On donne ci-dessous les graphes des composantes de la vitesse **$V_x(t)$ et $V_y(t)$. A t= 0s, x=y=0m**





1°)- Représenter la trajectoire décrivant le mouvement du mobile **M** entre **t=0s** et **t=20s**. Echelle : **1cm → 2.5m.**
2°)- Quelle est la distance parcourue entre **t=0s et t=10s** ?
3°)- Représenter, les graphes des accélérations **$a_x(t)$ et $a_y(t)$.** Préciser vos échelles.
4°)- Représenter, sur la trajectoire, les vecteurs vitesses et accélérations à **t=5s et t=20s.** Echelle: **1cm → 1m/s, 1cm → 0.1m/s².**

Exercice 9 :

I)- Soit un mobile, A, se déplaçant sur un axe **ox** suivant la loi horaire :

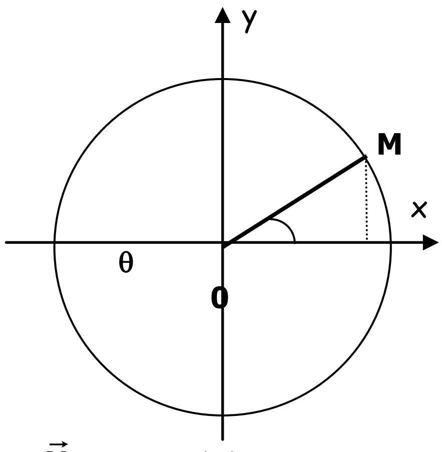
$$X_A(t) = R \cos(\omega t + \varphi) \;;\; R = 0.5m$$

Le mouvement est sinusoïdal d'amplitude **R**, de pulsation ω et de phase **$\phi=(\omega t + \varphi)$**. On suppose qu'à **t=0s, X_A=R** et qu'à **t= (π/2ω) s**, la vitesse est **V_A= -(π/2) m/s**.

1°)- Calculer la phase à l'origine des temps, φ, et la pulsation, ω . En déduire la période **T= 2π/ω** et la fréquence **f =1/T**. Expliquer brièvement à quoi correspondent **T** et **f**.

2°)- Etablir une relation entre **$x_A(t)$** et l'accélération **a_A (t)**.

3°)- Représenter qualitativement sur une période **T** les graphes **$x_A(t)$, $v_A(t)$ et $a_A(t)$**



II)- Soit un deuxième mobile M, astreint à se déplacer sur une trajectoire circulaire de centre **O** et de rayon **R**. Sa vitesse angulaire est ω=**dθ/dt**. On suppose qu'à **t=0s, θ = 0rad.**

1°)- Ecrire, dans le repère **(o, x, y)** ,les coordonnées de **M** , **$x_M(t)$ et $y_M(t)$**. Préciser la nature du mouvement.

2°)- Comment, à partir du mouvement de **M**, peut-on définir le mouvement de **A** ?

3°)-Représenter, à **t=0.75s**, les vecteurs position $\overrightarrow{OM}$, vitesse $\vec{V}_M$ et accélération $\vec{a}_M$.
Echelle: **1cm → 0.1 m ; 1cm → (π/4) m/s et 1cm → π²/2 =5m/s²**

Exercice 10 :

Dans le repère orthonormé R(O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) les équations paramétriques du mouvement d'un point mobile M sont :

$x = A \cos\omega t$ et $y = A \sin\omega t$ avec A = 10 cm et ω = 10 rad/s

a- Donner les composantes de la vitesse v. Que peux - t - on dire de v ?
b- Donner les composantes du vecteur accélération. Que peux – t – on dire de a ?
c- Calculer le produit $\vec{a}.\vec{v}$. Que peux –t- on en conclure ?
d- Calculer et représenter les vecteurs $\vec{v}$ et $\vec{a}$ à t = π/20 s. Préciser l'échelle choisie.

Exercice 11 :

Une comète se déplace dans le système solaire. Sa position a pour expression :

$$\overrightarrow{OM} = (t-1)\vec{i} + \frac{t^2}{2}\vec{j}$$

Où O est l'origine du repère (le soleil) et t représente le temps exprimé en secondes. On suppose que la comète reste dans le plan (x O y) (z=0).

1. Déterminez les composantes du vecteur vitesse $\vec{v}$ et du vecteur accélération $\vec{a}$.
2. En partant de l'expression de l'accélération normale en fonction du rayon de courbure ρ, démontrez la relation : $\rho = \frac{v^3}{\|\vec{v} \times \vec{a}\|}$

En déduire le rayon de courbure ρ de la trajectoire en fonction de t.

3. Déterminez la composante tangentielle de l'accélération, $\vec{a}_t$.
4. En déduire la composante normale de l'accélération, $\vec{a}_n$.

Exercice 12:

Un point *P* se déplace dans un plan *Oxy*, ses coordonnées à l'instant *t* sont données par :

$x = 20\alpha(t-\tau)$ $\quad$ $y = \frac{10\alpha}{\tau}(t-\tau)^2$

avec α = 1 m/s et τ = 1 s.

On demande :

a) de trouver l'équation cartésienne de la trajectoire, de représenter la courbe correspondante entre 0 et 4 s;
b) de calculer les composantes cartésiennes de $\vec{v}$ et $\vec{a}$ ainsi que leurs normes ;
c) de calculer les composantes intrinsèques de $\vec{a}$ (a_t et a_n) ;
d) de déterminer les caractéristiques du mouvement d'après le tableau des variations de $\|\vec{v}\|$ et a_t ;
e) de calculer le rayon de courbure lorsque *t* =3 s.

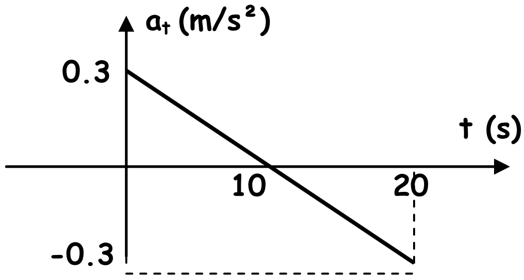
Exercice 13 :

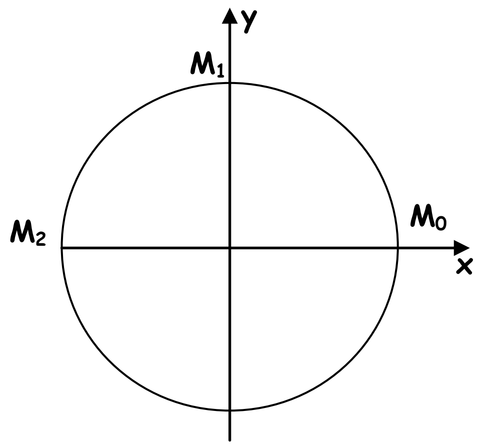
Un mobile se déplace sur une trajectoire circulaire de centre **O** et de rayon **$R=110/\pi$ m**. Son accélération tangentielle est donnée sur la figure ci-dessous. A **$t_0= 0s$**, le mobile se trouve en **M_0** d'abscisse curviligne **$S_0=0m$** et sa vitesse est **$V_0=4.5m/s$.**

1°)- Représenter les vecteurs vitesses et accélérations aux instants **$t_1=10s$** et **$t_2=20s$** correspondant respectivement aux positions **M_1** et **M_2.**

Echelle : **1cm → R/4 m, 1cm → 1m/s et 1cm → 0.25m/s².**

2°)- Déterminer l'instant où la particule rebrousse chemin. En déduire son abscisse curviligne à cet instant.





Exercice 14:

Une particule décrivant une trajectoire curviligne dans le plan (ox, oy) est repérée, en coordonnées polaires, par les équations :

$$r(t) = r_0 e^{-\frac{t}{a}} \text{ et } \theta(t) = \frac{t}{a}$$ (r_0 et a sont des constantes positives)

1- Donner l'expression du vecteur vitesse de cette particule.
2- Montrer que l'angle $(\vec{V}, \vec{u}_\theta)$ est constant. Quelle est sa valeur ?
3- Donner l'expression du vecteur accélération.
4- Montrer que l'angle entre le vecteur accélération et la normale $(\vec{a}, \vec{u}_N)$ est constant. Donner sa valeur (On se servira de la question 2).
5- Calculer le rayon de courbure de la trajectoire.

Exercice 15:

Le mouvement curviligne d'un mobile est décrit par les équations paramétriques suivantes :

$r(t) = t/2$ et $\theta(t) = \pi t^2/4$, (t en secondes, r en mètres et θ en radians).

1°)- Représenter, à **t = 1s,** dans le repère **(xoy)**, le vecteur position **$\overrightarrow{OM}$**.

Echelle : **1cm → 0.1m**.

2°)- Calculer les composantes radiales **$\overrightarrow{V_r}$** et transversale **$\overrightarrow{V_\theta}$** du vecteur vitesse et représenter ce vecteur dans le repère **(xoy)** à **t =1s**. Echelle: **1cm→0.25m/s**.

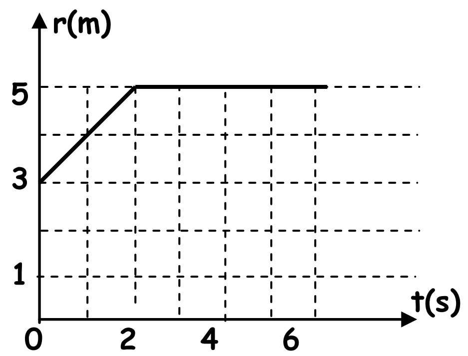
3°)- a) Déterminer l'expression de $|\vec{V}|$ à un instant t.

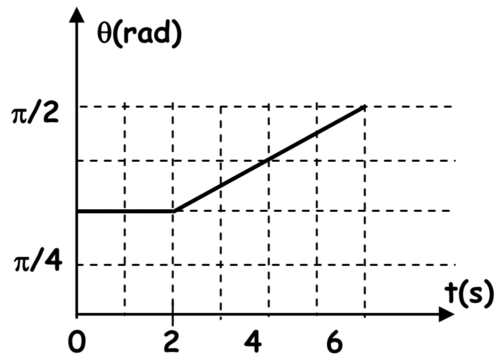
b) Calculer $|\vec{a_t}|$, le module de la composante tangentielle du vecteur accélération à **t=1(s).** Sachant que les composantes de l'accélération a sont :

$a_r = -1.23 m/s^2$ et $a_\theta = 2.36 m/s^2$, déduire le rayon de courbure à cet instant.

Exercice 16 :

Un mobile **M** est repéré par ses coordonnées polaires **r(t)** et θ**(t)** dont les variations en fonction du temps sont données par les graphes ci-dessous :





1°)- Tracer la trajectoire du mobile.

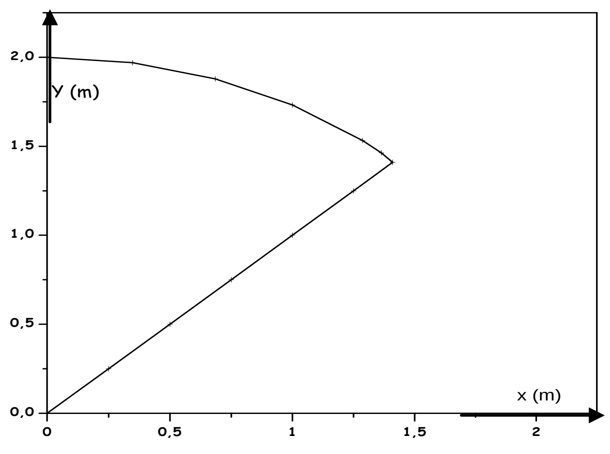
2°)- Représenter les vecteurs vitesses et accélération aux instants **t= 1s et t=4s**.

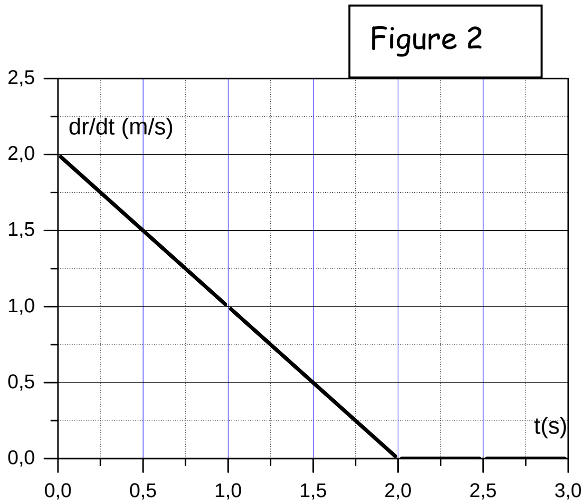
Echelle: **2cm →1m/s ; 1cm → 0.1m/s².**

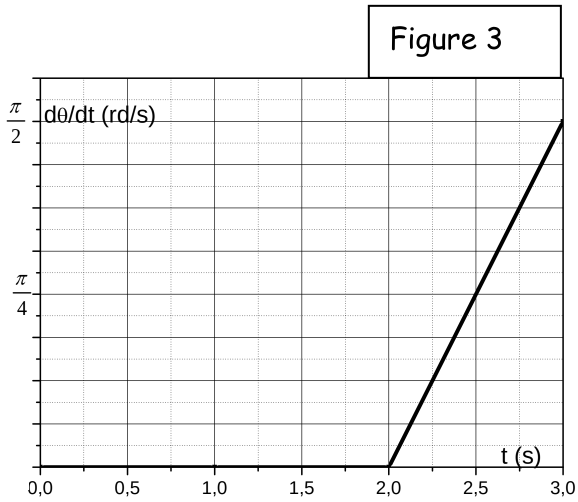
3°)- Quelles sont les différentes phases du mouvement et quelle est la nature de chacune d'elle entre **t=0s et t=6s**. Justifier

Exercice 17:

La trajectoire d'un mobile est constituée d'un segment rectiligne faisant un angle θ = π/4 rd et d'un arc de cercle de rayon R = 2 m. Les variations des vitesses radiale $(\frac{dr}{dt})$ et angulaire $(\frac{d\theta}{dt})$, en coordonnées polaires, sont données par les figures 2 et 3. On supposera qu'à t = 1s le mobile se trouve à r = 1.5 m et θ = π/4 rd.







1- Trouver les valeurs de r et θ à l'instant t = 2.5 s
2- Calculer le vecteur vitesse à l'instant t = 2.5 s
3- Calculer le vecteur accélération à t = 2.5 s.

On donne : $a_r = \dfrac{d^2 r}{dt^2} - r\left(\dfrac{d\theta}{dt}\right)^2$, $a_\theta = 2\left(\dfrac{dr}{dt}\right)\left(\dfrac{d\theta}{dt}\right) + r\left(\dfrac{d^2\theta}{dt^2}\right)$ et $\pi^2 = 10$

4- En déduire les composantes intrinsèques de l'accélération, a_n et a_t, à l'instant t = 2.5 s.

I-3 Mouvement relatif:

Exercice 18 :

Les coordonnées d'une particule mobile dans le référentiel R muni du repère $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ sont données en fonction du temps par :

$$x = t^2 - 4t + 1; \quad y = -2t^4; \quad z = 3t^2.$$

Dans un deuxième référentiel (R') muni du repère $(O',\vec{i}',\vec{j}',\vec{k}')$ avec, $\vec{i} = \vec{i}'$, $\vec{j} = \vec{j}'$ et $\vec{k} = \vec{k}'$, sont données en fonction du temps par :

$$x' = t^2 + t + 2; \quad y' = -2t^4 + 5; \quad z' = 3t^2 - 7$$

1) Exprimer la vitesse de M dans le (R) en fonction de sa vitesse dans (R').
2) Exprimer l'accélération de M dans le (R) en fonction de son accélération dans (R').
3) Définir la nature du mouvement d'entraînement de (R) par rapport à (R').

Exercice 19 :

Soient deux mobiles A et B qui se déplacent dans un plan horizontal sur les droites D_1 et D_2 respectivement (figure 1). A l'instant t = 0s, les mobiles passent par l'origine O, les variations de vitesse en fonction du temps sont données par le diagramme de la figure 2.

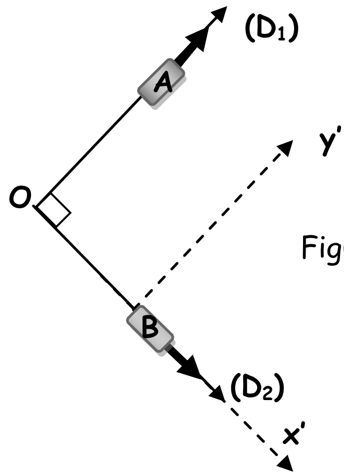


Figure 1

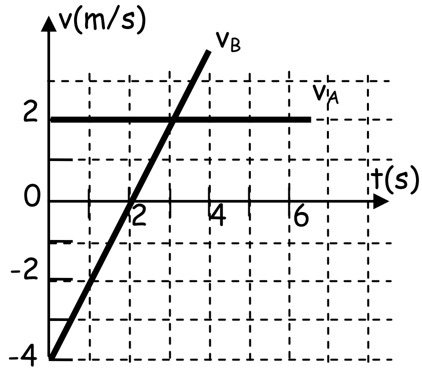


Figure 2

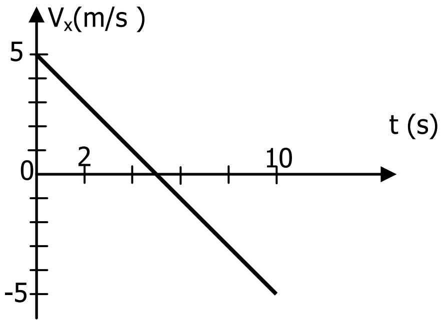
1- Donner, par rapport à O, la position des mobiles à t = 4s ;
2- Etablir les équations horaires du mouvement de chaque mobile par rapport à O.
3- Déterminer et construire la vitesse de B par rapport à A, $v_{B/A}$, et l'accélération de B par rapport à A, $a_{B/A}$ à l'instant t = 4s.

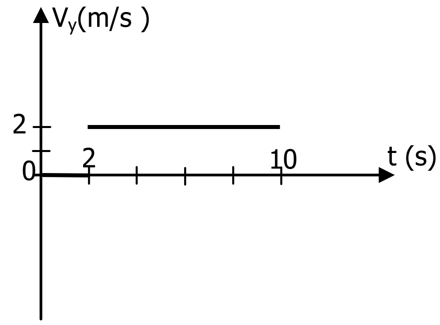
   Echelle 1 cm pour 1 m/s et 1cm pour 2 m/s^2

4- Etablir l'équation de la trajectoire de A dans le repère lié à B (Bx', By').
   (Remarque Bx' reste toujours parallèle à D_2)

Exercice 20:

Une particule A se déplace dans un plan (ox, oy). Les composantes cartésiennes de sa vitesse sont représentées sur la figure ci- dessous.



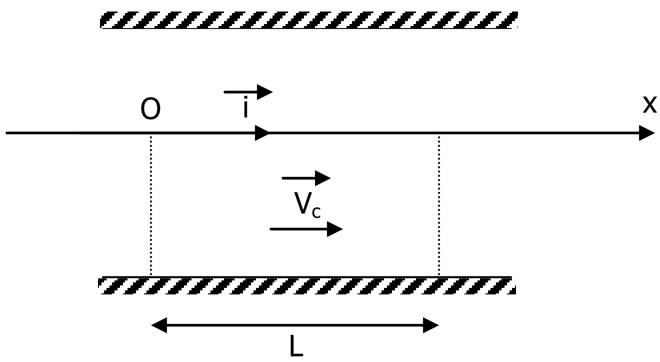


1- Sachant qu'à l'instant t = 0 x(0) = 4 m et y(0) = 1m. Calculer les composantes des vecteurs positions, vitesses et accélérations aux instants t = 5 s et t = 10 s.
2- Une deuxième particule B se déplace dans le même plan avec $\vec{v}_B = 2\vec{i} + 4\vec{j}$.
   a- Calculer les composantes du vecteur vitesse de A par rapport à B
   ($\vec{v}_{A/B} = \vec{v}_x^{'}\vec{i} + \vec{v}_y^{'}\vec{j}$).
   b- Représenter les graphes des composantes de cette vitesses [$\vec{v}_x^{'}(t)\, et\, \vec{v}_y^{'}(t)$] en fonction du temps

Exercice 21:

Un nageur **N** et un piéton **P** font un aller-retour sur une distance **2L** parallèlement à l'axe des **x**. Ils partent en même temps, à **t = 0s**, de la même abscisse, **x = 0m** .On suppose que pendant tout le trajet, en module, la vitesse de **N** par rapport à l'eau est égale à la vitesse de **P** par rapport au sol.

$|\overrightarrow{V_{N/eau}}| = |\overrightarrow{V_{P/sol}}|$, $\overrightarrow{V_C}$, la vitesse du courant est dirigée vers les x positifs et $|\overrightarrow{V_C}| < |\overrightarrow{V_{N/eau}}|$.



1°)- Lequel, du piéton ou du nageur, va, le premier atteindre le point *O*? Justifier votre réponse.

2°)- Représenter le graphe de la vitesse de **N** par rapport à **P**, $\overrightarrow{V_{N/P}}$ **entre t=0s et t=300s**.

On donne $|\overrightarrow{V_{N/eau}}| = |\overrightarrow{V_{P/sol}}|$ **=1m/s**, $|\overrightarrow{V_C}|$ = **0.5m/s** et **L=150m.** Préciser votre échelle. Déduire du graphe les instants où ils sont côte à côte.

Exercice 22:

Dans un cours d'eau, trois baigneurs **R**, **S** et **T** commençant à nager à **t = 0s** vers un ballon **B**. A **t = 0s**, les coordonnées de **R** , **S** , **T** et **B** sont respectivement (**X_R= -20m, Y_R=0m), (X_s=100m, Y_S=0m),(X_T=0m, Y_T=-30m) et (X_B=40m, Y_B=0)**.La vitesse du courant mesurée par rapport au sol est **V_C = 0.4 i m/s**. On suppose que les vecteurs vitesse de **R** , **S** et **T** sont constants au cours du temps et que $|\overrightarrow{V_{R/eau}}| = |\overrightarrow{V_{S/eau}}| = |\overrightarrow{V_{T/eau}}|$ = **1m/s** .

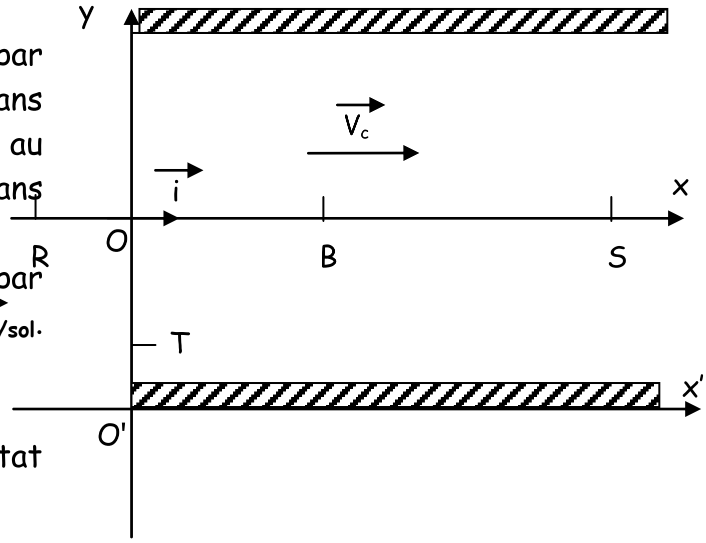
1°)- Lequel des nageurs va atteindre, le premier le ballon ? Justifier votre réponse. Calculer son temps.

2°)- Représenter la trajectoire de **T** par rapport à un observateur (lié à un repère **xoy** dans l'eau). A **t = 0s**, **(xoy)** coïncide avec **(x'o'y** lié au sol**)**. Calculer la distance parcourue par **T** dans chacun des deux repères.

3°)- Représenter les vecteurs vitesses de **T** par rapport à l'eau $\overrightarrow{V_{T/eau}}$ et par rapport au sol $\overrightarrow{V_{T/sol}}$.

Echelle : **1cm → 0.2m/s**.

En déduire $|\overrightarrow{V_{T/sol}}|$. Retrouver ce dernier résultat par une deuxième méthode.



Exercice 23:

Un chien doit traverser un fleuve large de **50m** pour rejoindre son maître sur l'autre rive (voir figure) .A l'instant **t=0s,** le chien se trouve au point **O**. La vitesse du courant est **$V_{E/S}$=3km/h**, dans le sens indiqué par la flèche de la figure. Le chien nage perpendiculairement aux rives à la vitesse **$V_{C/E}$ = 4km/h**, relativement à l'eau **($\overrightarrow{V_{chien/eau}}$)**.

1°)- Dessiner au point **O** les vecteurs vitesses :

$\overrightarrow{V_{E/S}}$: vitesse du courant par rapport au sol

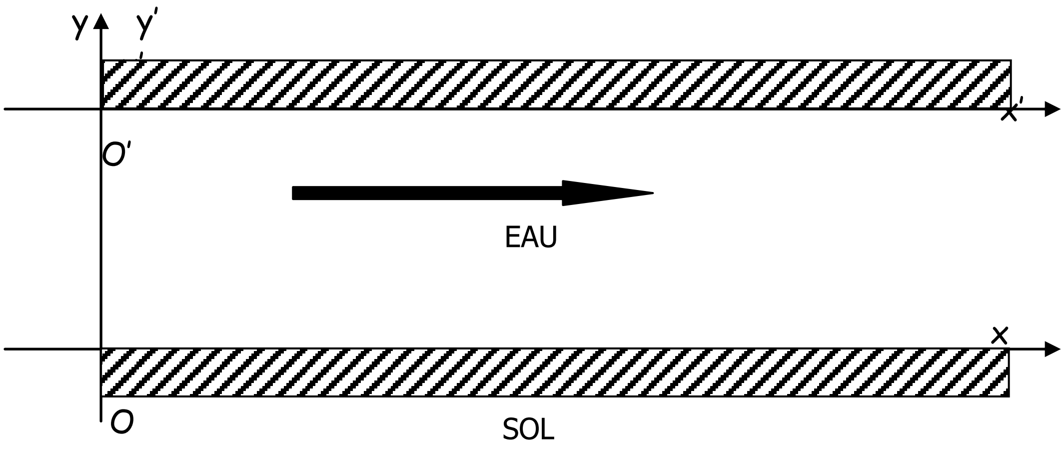
$\overrightarrow{V_{C/E}}$: vitesse du chien par rapport à l'eau

$\overrightarrow{V_{C/S}}$: vitesse du chien par rapport au sol

A l'échelle **1cm → 2km/h**

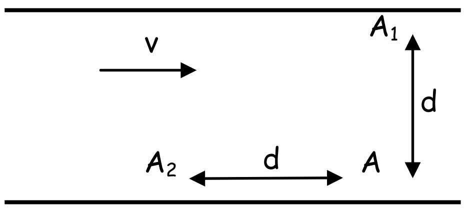
2°)- Quelles sont dans le repère **(xoy)**, les coordonnées du point **B** où le chien atteint l'autre rive.

3°)- En réalité, à l'instant **t=0s**, l'homme se met en marche pour rejoindre le point **B** avec une vitesse $\mathbf{V_H = 6}$ **km/h**. Dessiner la trajectoire du chien dans le repère **(x'o'y')** lié à l'homme.



Exercice 24:

Un nageur, parti de A, se déplace à la vitesse constante **V** par rapport à l'eau d'une rivière de largeur d dont les eaux sont animées d'un courant de vitesse constante **v** (v<V).



1) Le nageur effectue les trajets aller et retour :
AA_1A en un temps t_1 et AA_2A en un temps t_2. Exprimer le rapport t_2/t_1 en fonction de v/V. Sachant que $t_2=2t_1=7$ min, déterminer la direction de la vitesse **V** du nageur qui se déplace obliquement pour atteindre A_1 et le temps t_0 qu'aurait mis le nageur pour parcourir l'aller retour sur un lac.
2) Le nageur quitte le bord A au moment où il se trouve à la distance D de l'avant d'un bateau à moteur, de largeur l, qui se déplace à la vitesse constante **u** par rapport à l'eau, en suivant le bord de la rivière dans le sens de A vers A_2. Déterminer la direction et la grandeur de la vitesse minimale (par rapport au sol) du nageur pour ne pas être atteint par le bateau.
Application numérique : l=20 m ; D=98 m ; u=19,8 km/h ; v=1,8 km/h.

DYNAMIQUE
DU
POINT
MATERIEL

Exercice 1:

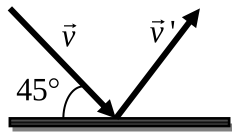
Un corps de masse $\mathbf{m_1 = 3{,}2\ kg}$ se déplace vers l'ouest à la vitesse de **6,0 m/s**. Un autre corps différent, de masse $\mathbf{m_2 = 1{,}6\ kg}$, se déplace vers le nord à la vitesse de **5,0 m/s**.
Les deux corps entrent en interaction. Au bout de **2 s**, le premier corps se déplace dans la direction **N 30° E** à la vitesse de **3,0 m/s**.

Représenter puis calculer :

a)- La quantité de mouvement totale des deux particules avant et après les **2s**.
b)- Le changement de quantité de mouvement de chaque particule, ainsi que les forces d'interaction.
c)- Le changement de vitesse de chaque particule.
d)- La grandeur et la direction de la vitesse du deuxième corps.

***Exercice2*:**

Un corps de masse m = 5 kg se déplace à une vitesse v = 30 m/s. Il tape sur une plaque de métal à un angle de 45° par rapport à l'horizontale. Il rebondit avec le même vitesse et le même angle (voir figure). Si le temps de l'interaction est de 2 s.

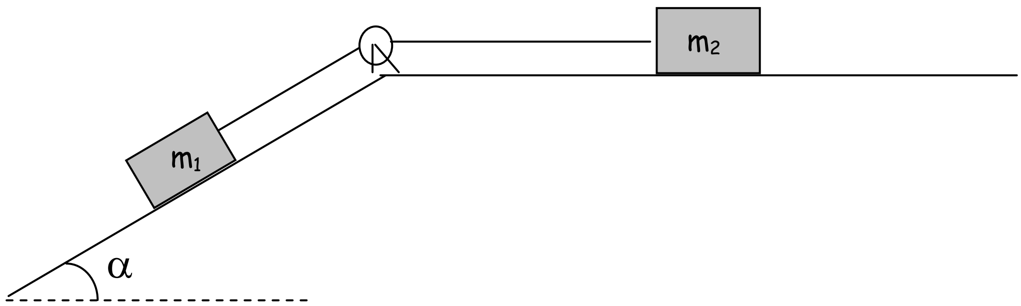


1- Quelle est la variation de la quantité de mouvement de ce corps
2- Quelle est la force moyenne qui lui a été appliquée.

Exercice 3 :

On considère le système représenté par la figure ci-contre .La masse m_1 peut glisser sans frottements sur un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale.
La masse m_2 peut glisser sur le plan horizontal caractérisé par les coefficients de frottement statique μ_s= 0.6 et dynamique μ_g=0.5.
Le fil est inextensible, les masses de la poulie et du fil sont négligeables.

On Donne: $\alpha = 30^0$ m_2=2kg g= 10m/s^2



1- Calculer la valeur minimum de m_1 pour laquelle le système se met en mouvement.
2- Représenter, dans ce cas, les forces appliquées à chacune des masses.
Echelle : 1 cm $\longrightarrow$ 4 N
3- Pour m_1=4kg, déterminer l'accélération a de chaque masse et la tension T du fil.

***Exercice 4*:**

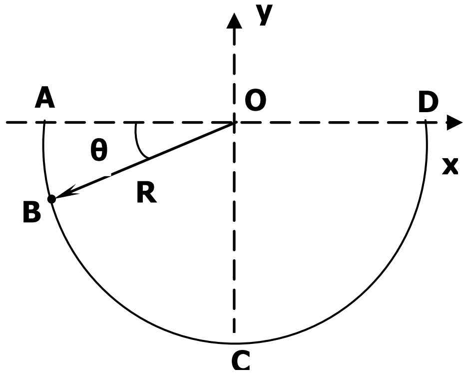
On considère le mouvement d'une particule de masse **m = 100g**, sur la piste de rayon **R = 1m**. Le contact particule/piste présente les caractéristiques suivantes:

$$\mu s = 0{,}5777,$$

1°)- Quelle est la valeur minimale θ_m de l'angle θ, pour laquelle la particule, posée sur la piste, reste en équilibre ?

2°)- En un point N de la piste repéré par l'angle θ_N = **60°**, la particule a une accélération **a = 2,8m/s²**, et une vitesse **v = 1m/s²**, on demande de déterminer la force de contact $\vec{C}$, et de représenter les forces agissant sur la particule à l'échelle : **1cm → 0,5N.**

3°) Déduire le coefficient de frottement dynamique.



Exercice 5 :

Deux corps identiques (A) et (B) de masse M_a=Mb=2kg, en contact l'un avec l'autre reposent sur un plan horizontal (voir figure) : coefficients : statique μ_S =0.4 et dynamique μ_D inconnu.

On applique au corps (A) une force oblique $\vec{F}$ faisant un angle α=30 avec l'horizontale.

1⁰) Quelle force $\vec{F}$ minimale faut-t-il appliquer au corps (A) pour rompre l'équilibre du système.

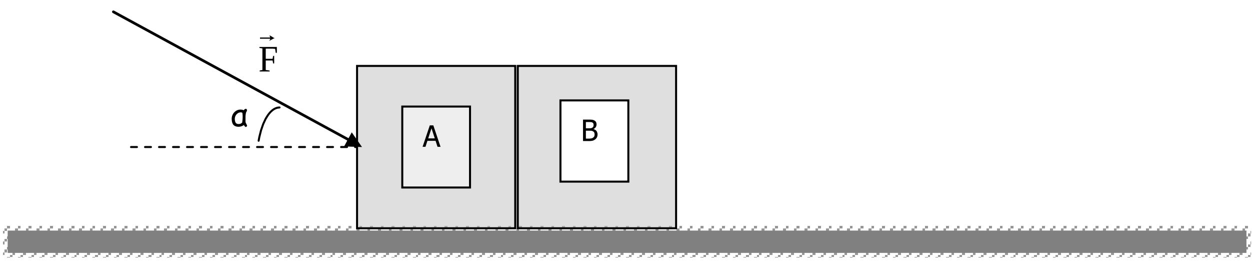
2⁰) a) Représenter qualitativement les forces appliquées aux corps (A) et séparément.

b) Déterminer, dans ces conditions, la force de contact entre les deux corps (A) et (B).

3⁰) On applique une force $\vec{F}$ de module égal à 30N, les corps (A) et (B) démarrent en même temps avec une accélération a= 4m/s^2 qui reste constante tout au long du mouvement.

a) Déterminer la composante C_x de la force de contact exercée par le plan sur les deux corps.

b)En déduire le coefficient de frottement dynamique μ_D.



Exercice 6 :

Un corps **A** de masse **m_A=2Kg**, 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 corps **B** sont telles que **A** ne puisse pas quitter le dessus de **B**, et **B** le dessus de la table, dans l'intervalle de temps : **$0 \leq t \leq 80s$**.

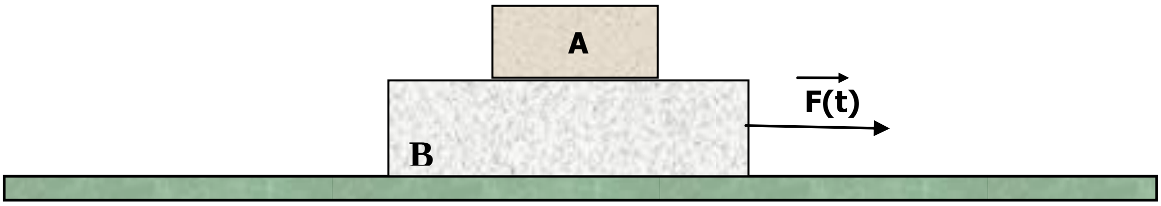
Une force horizontale et de direction fixe, variant suivant la loi $\mathbf{F(t) = \alpha t}$ (α = 0,5N/s), est appliquée au corps **B**.

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°)- Déterminez l'instant **t_0** de la rupture de l'équilibre (instant ou le système se met en mouvement.

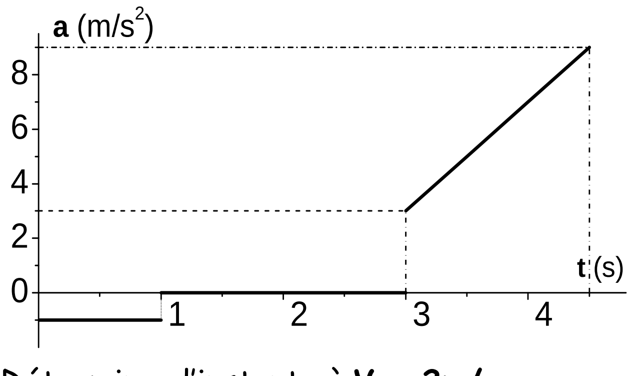
2°)- Dessinez qualitativement les forces appliquées à l'instant **t_1 = 30s** :
- au corps **A** tout seul ; – au corps **B** tout seul, – au système (**A+B**).

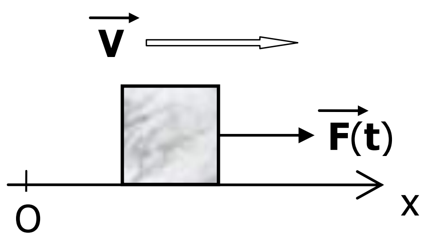
3°)- Déterminez, puis dessinez, les forces appliquées au corps **B** tout seul à l'instant **t_2 = 60s**. Echelle : **1cm → 10N**.



Exercice 7 :

Une masse **m = 0,5 kg** glisse ***avec frottement*** sur plan horizontal suivant une trajectoire rectiligne **Ox**. Cette masse est constamment soumise à son poids $\vec{P}$ et à la force de contact $\vec{C}$ qu'exerce le plan sur elle. En plus, à partir de **t = 2s**, une troisième force $\vec{F}(t)$ variable, constamment dirigée vers les **x** positifs, est appliquée sur cette masse. Il en résulte un mouvement dont l'accélération **a(t)** est donnée sur la figure ci dessus. A l'instant initial **t = 0 s**, la vitesse de la masse est **V_0 = 1m/s**.





1°)- Déterminer l'instant où **V = 2m/s**

2°)- Tracer le graphe **V(t)** pour **$0s \leq t \leq 4s$** ;

Echelles : **1 cm → 0,5 s ; 1 cm → 0,5 m/s**.

3°)-a- Ecrire la relation fondamentale de la dynamique appliquée à m pour **t>3s**.

-b- Sachant que le coefficient de frottement dynamique entre la masse m et le plan est μ_D = **0,1**, représenter les forces qui agissent sur la masse m à **t = 4s** .

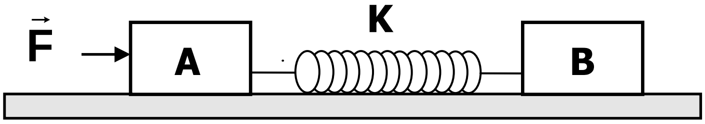
Echelle : **1cm → 1N** ; on prendra **g = 10 m/s²**.

Donner l'expression analytique de **F(t)** pour **t > 3s**.

Exercice 8 :

Deux blocs **A** et **B** de même masse **M**, sont reliés par un ressort parfait de constante de raideur **K**. L'ensemble est disposé sur un plan horizontal (voir figure). 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 à l'échelle: **1cm** $\rightarrow$ **2N** , les forces agissantes sur **A** et **B**. On gardera la même échelle pour tout l'exercice

3°)- Pour quel déplacement minimum de la masse **A**, la masse **B** se met-elle en mouvement ?

4°)- A s'étant mis en mouvement, il se déplace alors à vitesse constante sur **x = 2.5 cm**. Calculer et représenter les forces agissantes sur les deux blocs **A** et **B**.

5°)- Calculer et représenter les forces agissantes sur les deux blocs **A** et **B** juste avant que **B** ne se mette en mouvement.

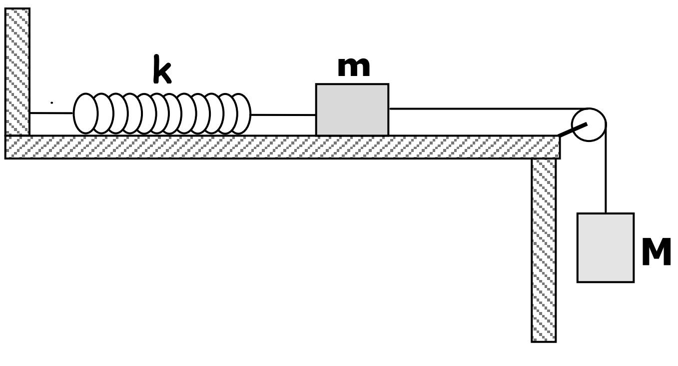
Exercice 9:

Un corps de masse **M** est relié à un corps de masse **m** = 2 kg 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 négligeables 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 maintenant une masse M = 3 kg et le ressort est étirée de **10cm**, 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**.

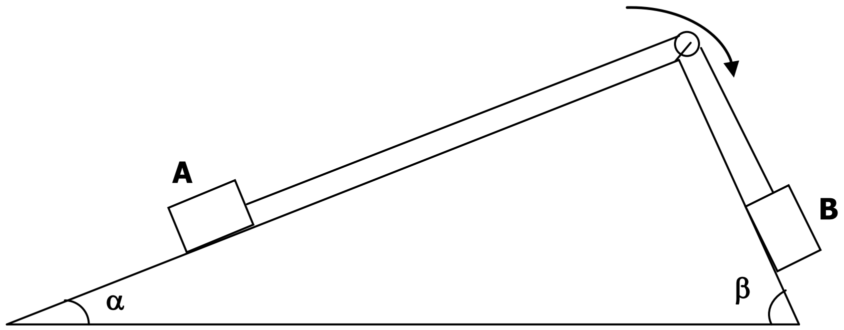


Exercice 10:

Un fil inextensible de masse négligeable passe dans la gorge d'une poulie de masse négligeable. On accroche aux extrémités du fil deux masses m_A et m_B assimilées à des points matériels, glissant sur des plans inclinés d'angles α et β (voir figure). Les coefficients de frottements statique μ_s et de dynamique μ_d sont les mêmes sur les deux plans.

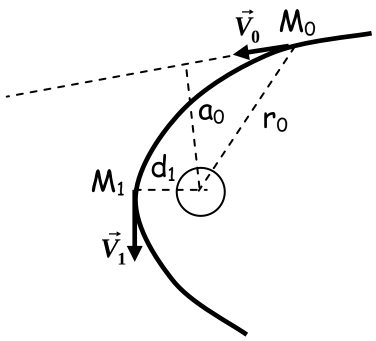
On donne : $m_B = 1$ kg, $m_A < m_B$, $\alpha = 30°$, $\beta = 45°$, $\mu_s = 0.5$, $\mu_d = 0.3$ et $g = 10\ m/s^2$.

1- Représenter qualitativement les forces agissant sur chacune des masses.
2- Quelle est la valeur de m_A pour rompre l'équilibre ?
3- Donner la valeur de la tension du fil.
4- Le système est maintenant en mouvement, avec $m_A = 0.3$ kg, trouver l'expression de l'accélération du système. Calculer cette accélération.



Exercice 11 :

Une comète, venant de l'espace interplanétaire, rentre dans le champ d'attraction terrestre puis s'éloigne. Sa trajectoire est donnée sur la figure suivante. Si V_0 est sa vitesse dans la position M_0, déterminer sa vitesse V_1 lorsqu'elle se trouve à la distance d_1 la plus proche de la terre.

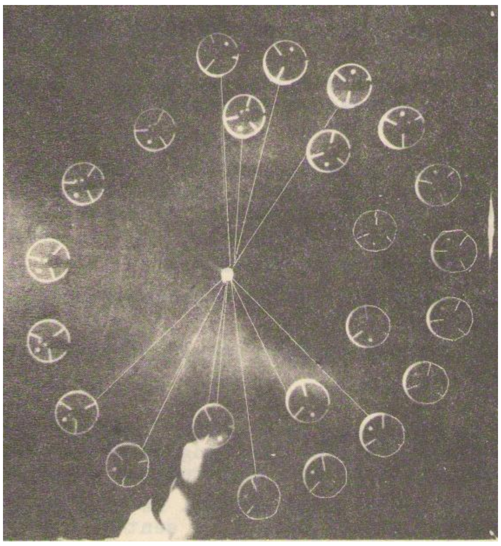


Exercice 12 :

Une masse m accrochée à une ficelle qui passe par un trou placé au centre d'une table horizontale. La masse tourne sans frottement sur la table, sa trajectoire est un cercle de rayon R_1 et sa vitesse angulaire est ω_1.

On diminue le rayon du cercle en tirant sur la ficelle d'une longueur r quelle est la nouvelle vitesse angulaire ω_2.

Même question si on augmente le cercle de la même longueur.



Exercice 13 :

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

1- Donner l'expression de l'accélération de la pesanteur g de ce satellite en fonction de g_0 accélération de la pesanteur à la surface de la terre, R et de l'altitude h du satellite.
2- Un autre satellite de masse m_2 est en orbite autour de la terre à une distance r_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).

3- Si le rayon du premier satellite est R et celui du deuxième est 4R, quelle est le rapport entre leur période.

Exercice 14 :

Un 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.

1- Calculer la masse de la terre.
2- A quelle altitude, par rapport à la surface de la terre, il aura une accélération de la pesanteur $g = 4.5\ m/s^2$?

Exercice15 :

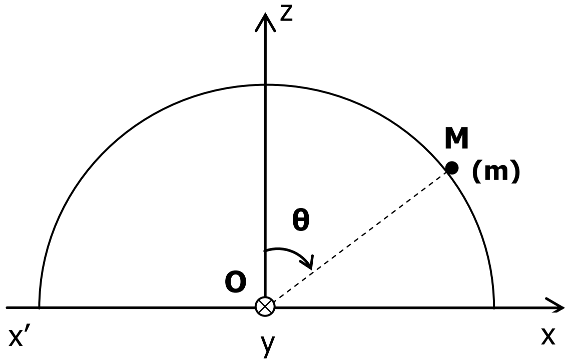
On considère un point matériel de masse **m** qui glisse sans frottements, sur une demi- sphère de rayon **R**, de centre ***O***, posée sur le plan horizontal ***xOy***, l'axe **Oz** étant vertical ascendant (voir figure). A l'instant **t = 0 s**, la masse est abandonnée sans vitesse initiale, en un point **M** du plan **xOz** défini par l'angle **θ_o = (Oz, OM)**.

1°)- Faire le bilan des forces s'exerçant sur la masse **m** .En déduire que le mouvement s'effectue entièrement dans le plan ***xOz***.

2°)- Calculer la vitesse et l'accélération de **m** en coordonnées polaires.

3°)- Calculer le moment cinétique de **m** par rapport à **O**. En appliquant le théorème du moment cinétique, trouver une équation différentielle régissant **θ(t)**.

4°)- Retrouver cette dernière équation à partir de la relation fondamentale de la dynamique.

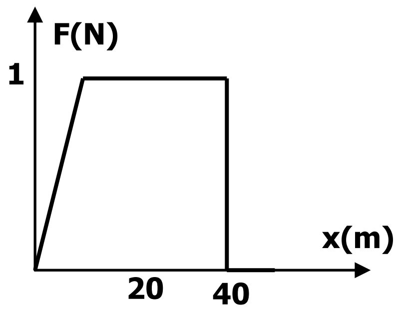


TRAVAIL
ET
ENERGIE

Exercice 1 :

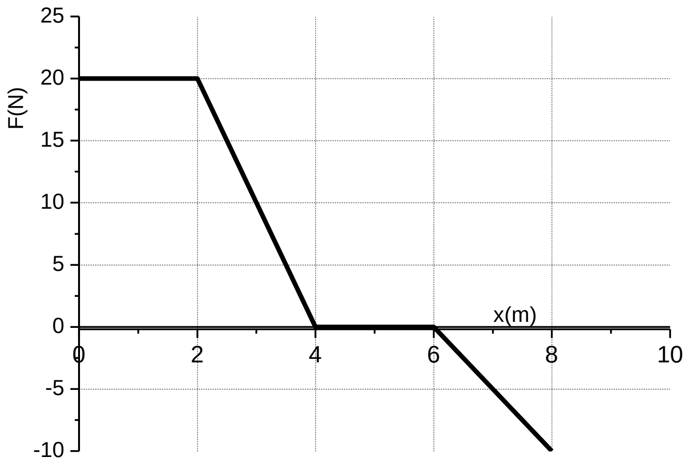
Une particule de masse m se déplaçant sur une trajectoire rectiligne est soumise à la force F(x) représentée sur la figure ci-contre.

Calculer la variation d'énergie cinétique de cette particule entre les positions x=0 et x=50m.



Exercice 1 bis :

Une particule de masse m=10 kg se déplaçant sur une trajectoire rectiligne, sans frottement, est soumise à la force F(x) représentée sur la figure ci-dessous.



1°) Calculer le travail de la force, quand la particule se déplace depuis l'origine jusqu'à la position x = 8 m.

2°) Sachant que la vitesse de la particule à l'origine V_0 = 4 m/s. Calculer la vitesse de la particule au point d'abscisse x = 8 m.

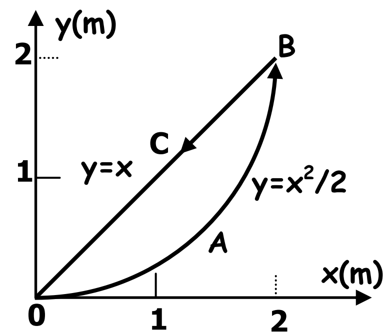
Exercice2 :

Un corps de masse m, soumis à une force $\vec{F}_n$ décrit la trajectoire fermée OABCO formée d'un arc de parabole et d'un segment de droite, dans le sens indiquer par la flèche.

1°)- Calculer le travail effectuée par $\vec{F}_n$ dans les deux cas suivants :

a)- $\vec{F}_1 = -y\vec{i} + x\vec{j}$ b)- $\vec{F}_2 = x\vec{i} + y\vec{j}$

2°)- Que peut-on en conclure dans chaque cas.



Exercice 3 :

On considère un point matériel de masse m situé à une distance r du centre 0 de la terre. Soient R le rayon de la terre et g_0 l'accélération de la pesanteur à la surface de la terre.

1°)- Montrer que l'énergie potentielle E_P du point matériel peut s'écrire sous la forme : $E_p = -mg_0 R^2/r$

-Préciser l'origine des énergies potentielles.

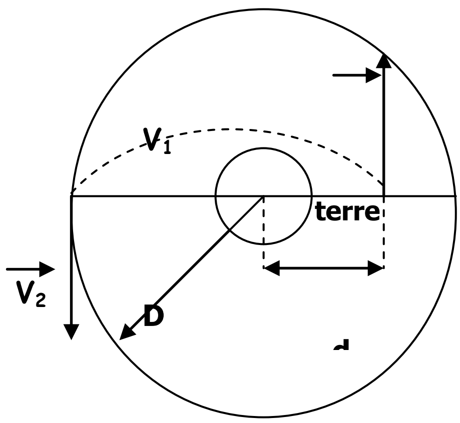
2°)- On désire mettre sur orbite un satellite que l'on assimilera à un point matériel.

a)- Déterminer le rayon « a » de l'orbite du satellite en fonction de ω_0, g_0 et R (ω_0 étant la vitesse angulaire du satellite).

b)- Déterminer l'énergie cinétique du satellite en fonction de m, g_0 et « a ».

En déduire l'énergie mécanique totale en fonction des mêmes paramètres.

3°)- Au cours de sa mise en orbite, le satellite possède au point D une vitesse $\overrightarrow{V_1}$ perpendiculaire à OD. Il atteint son orbite finale au point A avec une vitesse $\overrightarrow{V_2}$ perpendiculaire à $\overrightarrow{OA}$. En supposant que la force résultante qui s'exerce sur le satellite est centrale (a voisin de d) trouver une relation entre V_1, V_2 ,a et d.



Exercice 4 :

Soit un satellite de masse m tournant autour de la terre de masse M à distance r du centre de la terre. En supposant que sa trajectoire est circulaire :

1- Donner l'expression de l'énergie potentielle correspondant à la force de gravitation entre le satellite et la terre, préciser l'origine choisie pour l'énergie potentielle.
2- Donner l'énergie mécanique totale en fonction de G, M, m et r
3- Montrer que les trajectoires circulaires vérifient la troisième loi de Kepler $\omega^2 r^3 = GM$, où ω est la vitesse angulaire.
4- Si un satellite parait immobile dans le ciel, calculer sa hauteur, sa vitesse et son énergie totale.

On donne :

M = 5.98 10^{24} kg, R_T = 6400 km, m = 68 kg et G = 6.67 10^{-11} N m^2 kg^{-2}

Exercice 5:

-Un corps de masse 20kg est lancé verticalement vers le haut avec une vitesse initiale de 30m/s. Calculer :

a)- Les valeurs initiales de E_C ,E_P ,et E_T .

b)- Les valeurs de E_C et E_P au bout de 3s, au bout de 5s, et 8s.

c)- Les valeurs de E_C et E_P à 100m d'altitude ; à 150m.

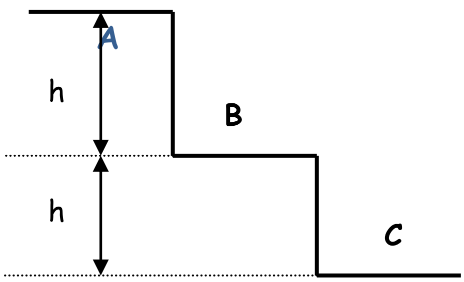
d)- L'altitude du corps quand E_C est réduite à 80 % de sa valeur initiale.

Utiliser des graphiques en négligeant la résistance de l'air. Résoudre le même problème dans le cas où le corps est lancé dans une direction faisant un angle de 70° avec l'horizontale.

Quelles sont les valeurs de E_C et de E_P au sommet de la trajectoire ?

Exercice 6 :

Une particule de masse m tombe du point A au point B puis C des marches d'un escalier. La dénivellation de chaque marche est égale à h=20cm. On donne m=100g.



1°)- Calculer son énergie potentielle en A,B et C dans les différents cas :

a)- Origine des énergies potentielles au niveau A.

b)- Origine des énergies potentielles au niveau B.

c)- Origine des énergies potentielles au niveau C.

2°)- Quelle est la grandeur qui reste constante ?

Exercice 7:

Nous considérons une piste contenue dans un plan verticale .Elle est constituée d'une partie AD en quart de cercle et d'une partie horizontale linéaire DEF.

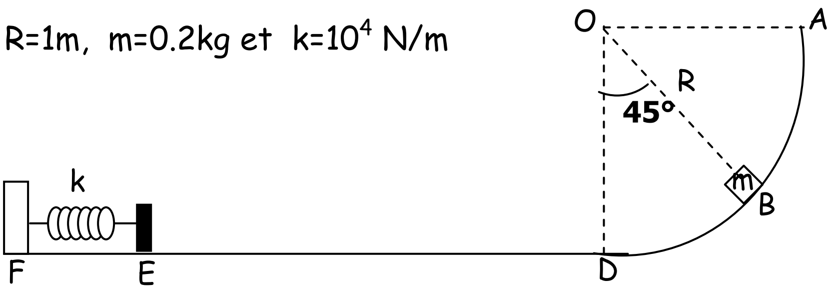
Au point E se trouve un ressort linéaire de constante de raideur k, dont une extrémité est fixée au mur (figure ci-dessous).

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.

On donne : R=1m, m=0.2kg et k=10^4 N/m



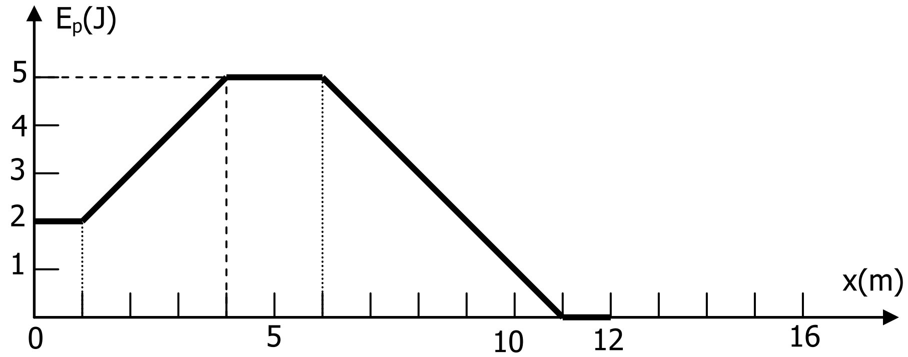
b)- Représenter à l'échelle : 1N $\longrightarrow$ 2cm, les forces exercées sur le cube.

c)- Calculer son accélération.

2°) - Calculer la compression maximale du ressort lorsque la cube vient le percuter.

Exercice 8 :

Une particule de masse m=40g décrit un mouvement rectiligne suivant un axe ox. Elle est soumise à une force conservative $\vec{F} = F_x\vec{i}$. L'énergie potentielle $E_p(x)$ varie en fonction de la position x comme le montre le graphe ci-dessous.



1°)- Cette particule passe par l'origine O avec une quantité de mouvement P_0=0.8kg.m/s en se dirigeant vers les abscisses positives.

a)- Calculer son énergie mécanique totale.

b)- Quel est le travail de la force $\vec{F}$ lorsque la masse se déplace de l'origine O au point d'abscisse x=12m.

c)- Tracer la courbe $F_x(x)$ pour x compris entre 0 et 12m. En utilisant le graphe de $F_x(x)$, retrouver le résultat de la question b) .

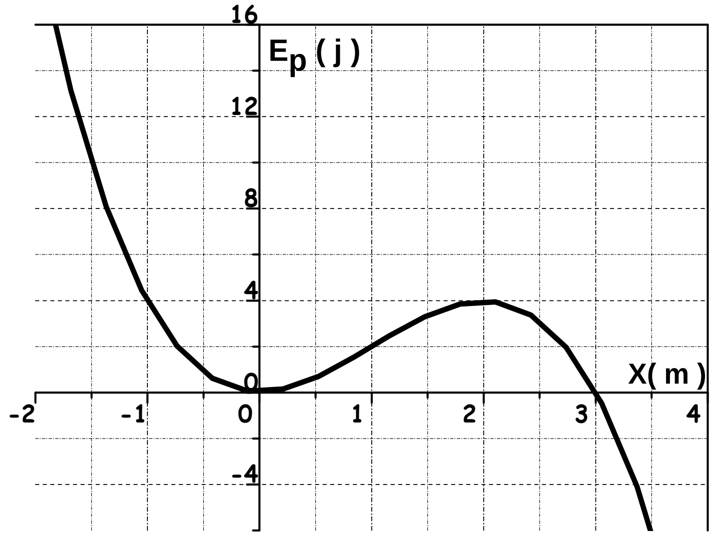
d)- Quelle est la vitesse de la masse m quand elle passe par le point d'abscisse x=3m. En quel autre point a-t-elle la même vitesse ?

2°)- Quelle est la quantité de mouvement P_{min} qu'elle doit avoir à l'origine pour qu'elle puisse atteindre le point d'abscisse x=12m.

Exercice 9 :

Une particule de masse m se déplace suivant l'axe ox sous l'effet d'une force qui dérive d'un potentiel. La courbe de son énergie potentielle en fonction de x est donnée sur la figure ci-dessous.

1- Déterminer les positions d'équilibre en précisant leur nature. Justifier
2- En supposant que l'énergie mécanique totale est égale à 2 Joules, représenter le graphe de l'énergie cinétique en fonction de x.
3- Discuter le mouvement de la particule dans les différentes régions possibles de x.



Exercice 10:

La figure ci-dessous 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.

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

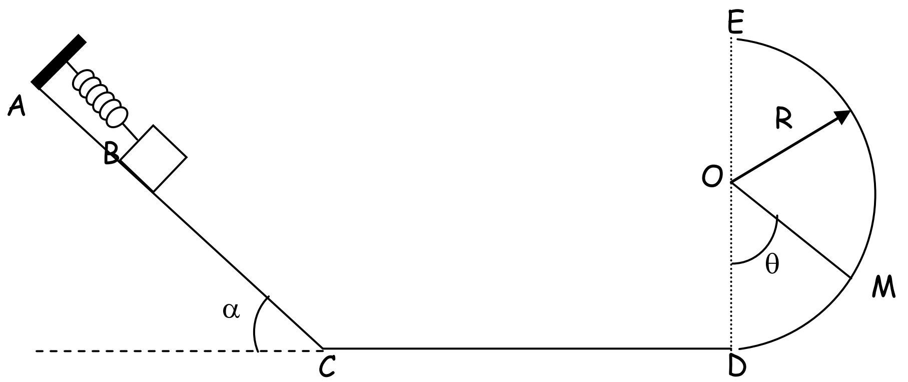
2°)- Le ressort étant comprimé de x_1=10cm :

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

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

c)- En déduire l'angle de remontée 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 1.

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.

On donne :

$m = 200\ g$, $d = 1\ m$, $l = 10\ cm$, $L = 1\ m$, $\mu_d = 0.1$,

$g = 10\ m/s^2$ et $k = 140\ N/m$.

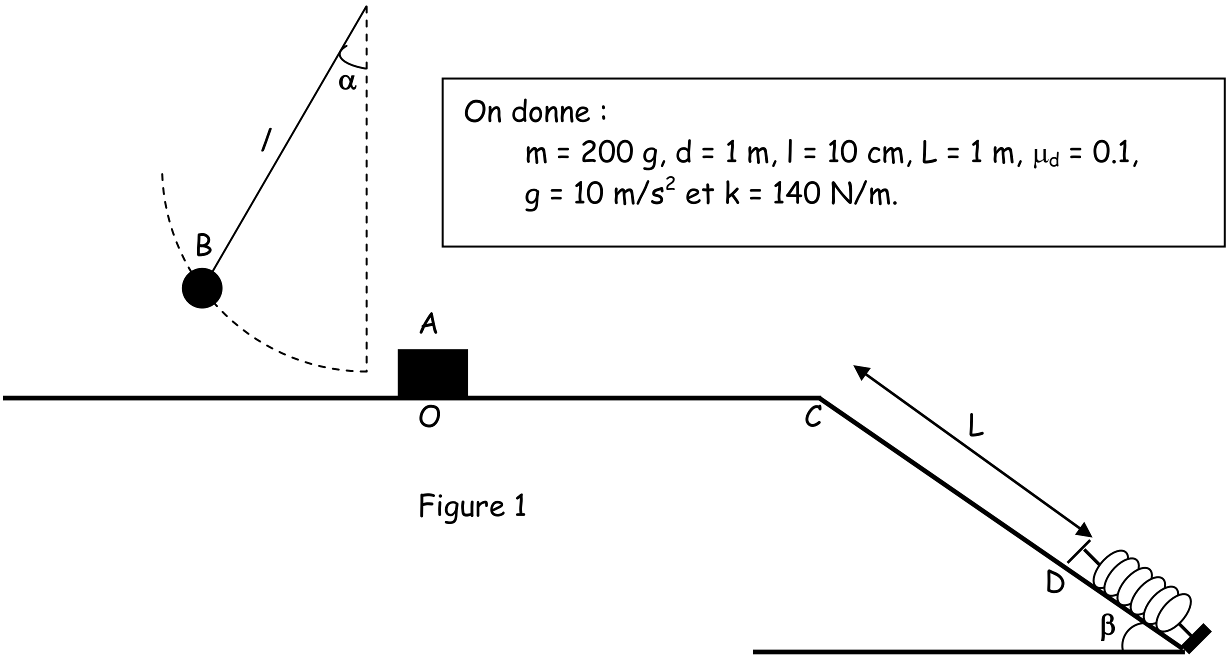


Figure 1

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

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

- Quelle est la valeur de la compression maximale du ressort.

Exercice 12 :

Un skieur que l'on assimilera à un point matériel M, de masse m = 80 kg, part avec une vitesse nulle du point S, situé à une hauteur h_s = 1540 m, pour arriver au point O, situé à une hauteur h_o = 1440 m.

1 – Sachant que le long de la piste SO, de longueur 150m, les frottements entre la piste est les skis sont caractérisés par une force $C_{//}$ = 400 N, dans la direction de la vitesse :

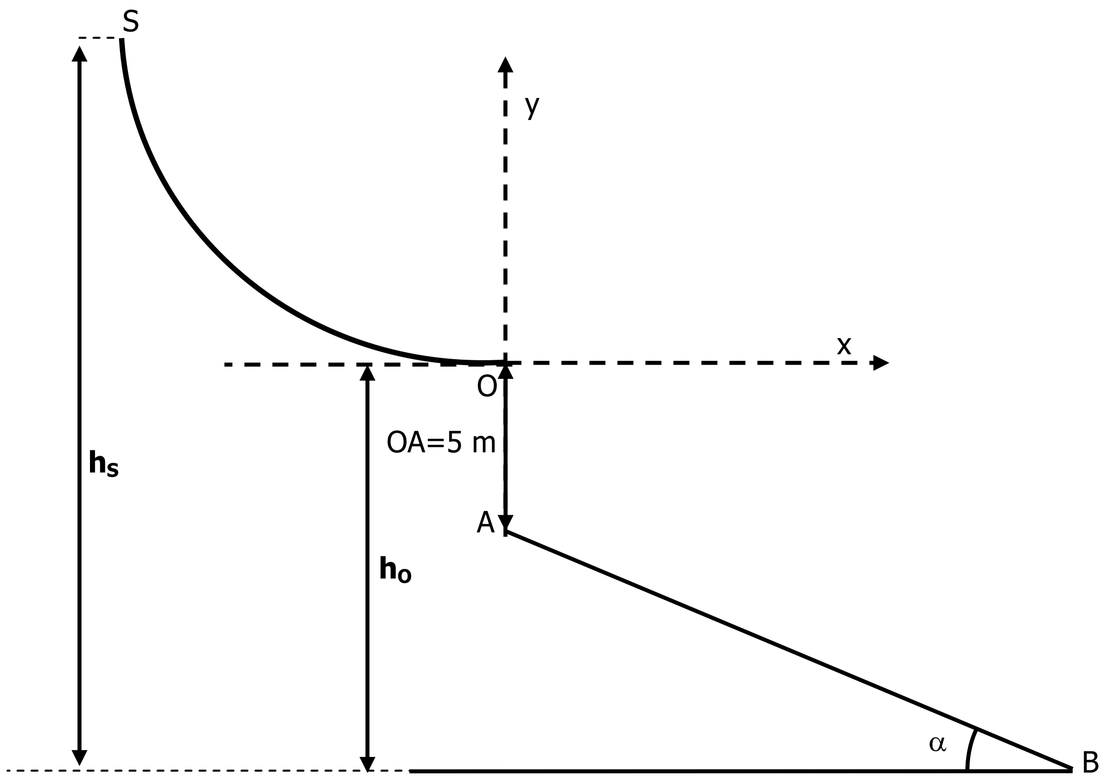
a – Donner l'expression de l'énergie totale aux points S et O,

b - Déduire la vitesse V_0 du skieur au point O.

2- En O, le skieur quitte la piste avec une vitesse horizontale $\vec{V}_O$. En supposant les frottements dus à l'air négligeables, déterminer l'équation de la trajectoire suivie par le skieur.

3- A quelle distance de O le skieur touchera- t - il le plan incliné AB, faisant un angle α = 45° ave l'horizontale ?

4- Quelle est sa vitesse à cet endroit ?



LES

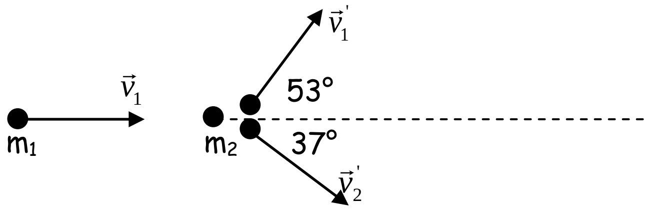
CHOCS

Exercice 1 :

Une boule de billard de masse m_1=1 kg frappe une autre boule de masse m_2=2 kg au repos à une vitesse de 3 m/s.

Les angles que font les vitesses finales des deux boules par rapport à la direction incidente sont représentés sur la figure.

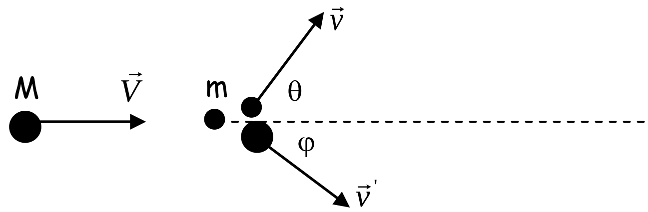
1- Quelles sont les vitesses finales
2- Le choc était – il élastique.



Exercice 2 :

Un projectile de masse M, de vitesse $\vec{V}$, percute une cible de masse m au repos et lui communique une vitesse $\vec{v}$ dans une direction faisant l'angle θ avec $\vec{V}$.

1- Exprimer v en fonction de V, M, m et θ dans le cas d'un choc élastique.
2- Dans quelle direction faut il rechercher la particule cible après le choc pour que v soit maximum.



Exercice 3 :

Sur un banc à air, un cavalier de masse M et vitesse V heurte un deuxième de masse m et vitesse v. Le choc est supposé élastique.

1- Déterminer les relations algébriques des vitesses après le choc V' et v' en fonction de M,m, V et v.
2- Application numérique : m = 4 kg, M = 5 kg, v = 1.2 m/s et V = 0.6 m/s lorsque les vecteurs vitesses ont le même sens
3- Même question quand ils vont dans deux sens opposés.
4- Reprendre le même exemple dans le cas d'un choc parfaitement inélastique.

Exercice 4 :

Le dispositif de la figure est appelé pendule balistique. On l'utilise pour déterminer la vitesse d'une balle d'un revolver en mesurant la hauteur h à laquelle s'élève le bloc après que la balle s'y soit enfoncée.

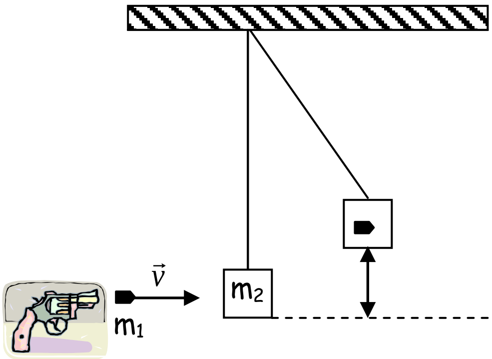
1- Démonter que la vitesse de la balle est donnée par la relation :

$$v = \sqrt{2gh}\,\frac{(m_1 + m_2}{m_1}$$

2- Application numérique : m_1 = 20 g, m_2 = 1 kg , longueur du pendule l = 1.6m et il s'écarte d'un angle de 60°

   a- Calculer la vitesse de la balle, son énergie cinétique

   b- Quelle fraction de cette énergie a été perdue au cours du choc ? quelle fraction a été communiquée au pendule ?



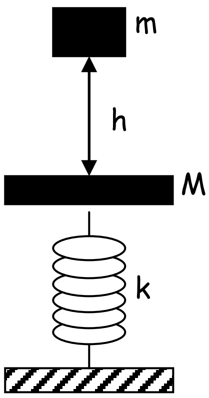
Exercice 5 :

Un corps de masse m = 1 kg est abandonné sans vitesse initiale d'une hauteur h = 40 cm au dessus d'un plateau de masse M = 2 kg supporté par un ressort d'axe vertical de constante de raideur k = 1960 N/m.

Quelle est la compression maximale du ressort lorsque :

   a- le choc est parfaitement élastique

   b- le choc est parfaitement inélastique (mou).



Exercice 6 :

Un projectile est tiré sous un angle de 60° avec l'horizontale avec une vitesse initiale de 400 m/s. Au point le plus haut de sa trajectoire il explose en deux morceaux de masses égales dont l'un tombe verticalement avec une vitesse initiale nulle.

1- Déterminer la vitesse du deuxième morceau

2- Quelle est l'énergie libérée au cours de l'explosion.

Exercice 7 :

Les masses m_1 et m_2 des boules attachées à des fils de longueur l (voir figure) sont respectivement 0.1 et 0.2 kg. La masse m_1 étant abandonnée sans vitesse initiale à partir de la hauteur h = 0.2 m. La masse m_2 est initialement au repos.

1- Trouver les hauteurs auxquelles remontent les deux masses après le choc si celui – ci est : a- élastique

b- parfaitement inélastique

2- réétudier le problème dans le cas ou c'est la masse m_2 est soulevée de la hauteur h et m_1 immobile.