N⁰ 1 ×

Quantité de mouvement d'un système

Deux particules (a) et (b), de masses respectives $m_1 = 0,1$ kg et $m_2 = 0,3$ kg, animées aux vitesses respect $v_1 = 2$ m/s et $v_2 = 1$ m/s. Déterminer les vecteurs quantité de mouvement des particules (a) et (b) et de centre d'inertie G dans chacun des cas suivants :

1) Les vecteurs vitesses des particules sont parallèles et de même sens.
2) Les vecteurs vitesses des particules sont parallèles et de sens contraires.
3) Les vecteurs vitesses des particules sont perpendiculaires.

N⁰ 2

Un effet de la force

Une particule, de masse m = 100 g, est animée d'un mouvement rectiligne uniforme à la vit $v_1 = 3\,m/s$. A un instant donné la direction du mouvement de la particule dévie de 120^0, sous l'action d' force $\vec{F}$. L'intensité de la vitesse reste constante.

1) Calculer les normes des vecteurs quantité de mouvement $\vec{p}_1$ et $\vec{p}_2$ de la particule respectivement avan après le changement de la direction de mouvement.
2) Représenter, sur une figure, les vecteurs quantité de mouvement précédents et leur vecteur variat $\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$ à l'échelle: 1 cm $\leftrightarrow$ 0,1 kgm/s.
3) Calculer la norme du vecteur $\Delta\vec{p}$.
4) Le changement de la direction du mouvement dure 0,2 s. Calculer l'intensité de la force moyenne subit cette variation.

N⁰ 3

Mouvement d'un solide sur une route rectiligne et horizontale

Un solide (S), de masse m = 250 g, est lancé avec une vitesse $V_0 = 6$ m/s, à la date $t_0 = 0$, sur une ro rectiligne et horizontale.
La force de frottement, supposée constante, entre (S) et le support et d'intensité f = 2 N.

1) Représenter, sur une figure, les forces agissant sur (S).
2) En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression de la quantité de mouvement de (S) à u date t donnée.
3) Calculer la durée du mouvement de (S).

N⁰ 4 ✓

Mouvement d'un solide sur une route inclinée

Un solide (S), de masse m = 0,4 kg, est lâché sans vitesse, à la date $t_0 = 0$, glisse sur une route rectiligne inclinée d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale.
La force de frottement est supposée constante et d'intensité f = 1,2 N. Prendre $g = 10\ m/s^2$.

1) Représenter, sur une figure, les forces agissant sur (S).
2) En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression de la quantité de mouvement de (S) à un date t donnée.
3) Trouver la date où la vitesse de (S) est 6 m/s.

N° 5

Exploitation graphique et deuxième loi de Newton

Un chariot, de masse m = 100 g, part du repos et monte une ligne de plus grande pente d'un plan incliné, d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale, par l'intermédiaire d'un fil enroulé sur la gorge d'une poulie. L'autre extrémité du fil porte une certaine masse [figure (a)].

On néglige les frottements. Prendre : $g = 10\ m/s^2$.

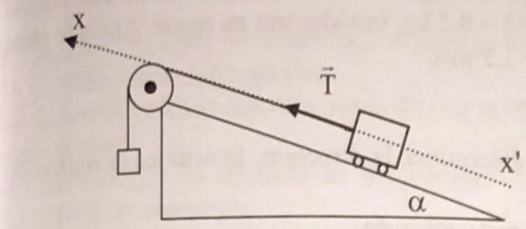


Figure (a)

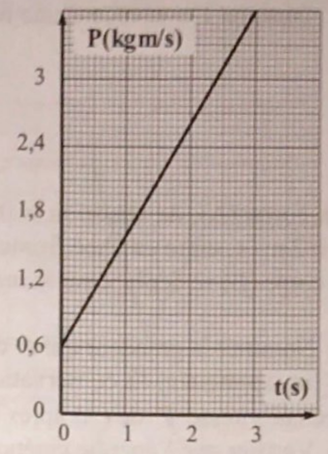


Figure (b)

1) Représenter, sur une figure, les forces agissant sur le chariot.

2) En appliquant la deuxième loi de Newton, calculer la tension T du fil en fonction de m, g, α et $\frac{dP}{dt}$ où P est la quantité de mouvement du chariot à une date t.

3) On donne le graphique de la quantité de mouvement du chariot en fonction du temps dans la figure (b).

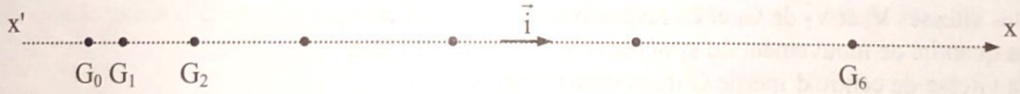
a) Relever :
- la vitesse du chariot à la date t = 0.
- la date du départ du chariot.

b) Déduire, en s'aidant du graphique, la valeur de T.

N° 6

Etude du mouvement d'un chariot

Sur un banc à coussin d'air, incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale, on a étudié le mouvement d'un chariot, de masse M = 1,2 kg, glissant suivant une ligne de plus grande pente du banc. Un dispositif approprié enregistre, à l'échelle ½, les positions successives G_i du centre d'inertie G du chariot, pendant des intervalles de temps égaux à $\tau = 50$ ms (voir la figure ci-dessous). $g = 10\ m/s^2$.



1) Montrer que le vecteur quantité de mouvement du chariot au point G_i est : $\vec{P}_i = M\frac{G_{i-1}G_{i+1}}{2\tau}.\vec{i}$ avec $G_{i+1}G_{i-1}$ représente la distance entre les points G_{i+1} et G_{i-1}.

2) Sachant qu'à $t_0 = 0$ le chariot est en G_0 et à la date t_i il est en G_i. Compléter le tableau suivant.

$[t_i\ ;\ t_{i+1}]$	$[\tau\ ;\ 2\tau]$	$[2\tau\ ;\ 3\tau]$	$[3\tau\ ;\ 4\tau]$	$[4\tau\ ;\ 5\tau]$
$\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \frac{\vec{P}_{i+1} - \vec{P}_i}{t_{i+1} - t_i}$				

3) Le chariot est-il un système pseudo-isolé ? On pourra utiliser la relation : $\frac{d\vec{P}}{dt} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$.

4) Préciser la nature du mouvement du chariot.

5) Montrer l'existence d'une force de frottement qu'on calculera l'intensité.

(simple) **N⁰ 7**

Etude d'un choc entre deux mobiles

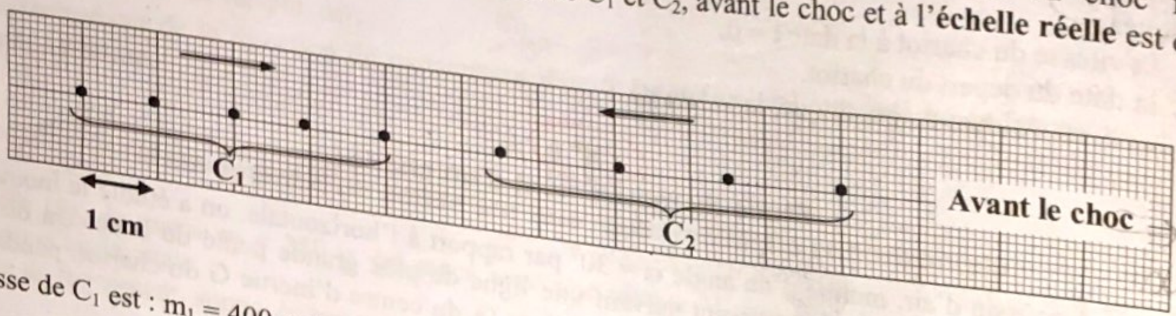
Un corps (A), de masse m = 0,1 kg, se déplace sur une route rectiligne et horizontale x'x avec une vitess $v = 2\,m/s$, entre en choc frontal avec un corps (B), de masse M = 0,2 kg, initialement au repos. Après le cho le corps (B) se déplace sur la même route avec une vitesse V = 1,2 m/s.

1) Nommer la grandeur qui se conserve durant le choc.
2) En appliquant la conservation de la grandeur précédente déterminer la direction, le sens et la norme d vecteur vitesse $\vec{v}'$ de (A) après le choc.
3) Verifier que l'énergie cinétique du système [(A) ;(B)] n'est pas conservée.
4) Le choc est-il élastique ? En quelle forme apparaît la variation de l'énergie cinétique du systèm [(A) ;(B)] ?

(Choc avec accrochage) 10-10 **N⁰ 8**

Choc entre deux mobiles autoporteurs

Deux mobiles autoporteurs C_1 et C_2, réglés chacun à la constante de temps τ = 100 ms, sont lancés suivant l même ligne droite sur une table à coussin d'air horizontale. Les mobiles entre en choc frontal L'enregistrement des positions des centres d'inerties de C_1 et C_2, avant le choc et à l'**échelle réelle** est donné dans la figure ci-dessous.



La masse de C_1 est : $m_1 = 400$ g et celle de C_2 est $m_2 = 100$ g.

1) Calculer les vitesses V_1 et V_2 de C_1 et C_2 respectivement avant le choc.
2) Trouver la quantité de mouvement du système (C_1 ; C_2) avant le choc.
3) Déduire la vitesse du centre d'inertie G du système avant le choc.
4) Après le choc C_1 et C_2 forment un seul corps qui se déplace avec une vitesse V. Calculer V.
5) Le choc est-il élastique ? Justifier.

(Explosion) **N⁰ 9**

Séparation des éléments d'un système isolé

Un homme, de masse m = 60 kg, monte un chariot, de masse M = 100 kg, l'ensemble (homme – chariot), supposé isolé, se déplace à la vitesse V = 8 m/s sur une route rectiligne et horizontale. A un instant donné, l'homme quitte le chariot avec une vitesse horizontale (v = 2 m/s) dirigée dans le sens contraire du déplacement initial de l'ensemble (homme – chariot).

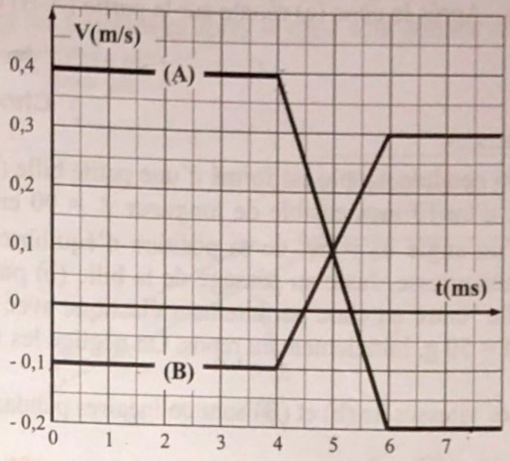
Calculer la vitesse du chariot juste après le saut de l'homme.

N^0 10 [forces d'interaction]

Etude d'un choc à partir du graphique

Deux corps (A) et (B), de masses respectives $m_A = 0,2$ kg et $m_B = 0,3$ kg, se déplacent sans frottement dans des sens contraires sur un axe horizontal $\overrightarrow{x'x}$ et de vecteur unitaire $\vec{i}$, entrent en choc.

Dans la figure ci-contre on représente les graphiques des valeurs algébriques des vitesses de (A) et (B) en fonction du temps rapportées à l'axe $\overrightarrow{x'x}$. On néglige le frottement.

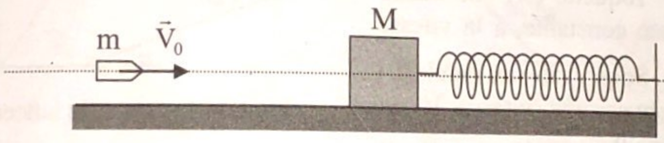


1) Relever les dates où commence et termine le choc.
2) En déduire la durée du choc.
3) Déterminer les vecteurs vitesses de (A) et (B) avant et après le choc.
4) Montrer que la quantité de mouvement du système [(A) ; (B)] est conservée.
5) Le choc est-il élastique ? Justifier.
6) a) Déterminer, en s'aidant du graphique, les vecteurs forces d'interactions entre (A) et (B) au cours du choc.
b) Le principe d'interaction est-il vérifié ? Justifier.

N^0 11 (choc avec accrochage)

Mesure de la vitesse d'une balle

Une balle, de masse m = 9,5 g, se déplace avec une vitesse horizontale $\vec{V}_0$, entre en choc avec un solide de, masse $M = 5,4$ kg, attaché par un ressort, de raideur K = 1000 N/m, comme l'indique la figure ci-dessous. Après le choc, la balle et le solide, forment un seul corps et le ressort se comprime d'une distance maximale $d_m = 15$ cm. On néglige les frottements.

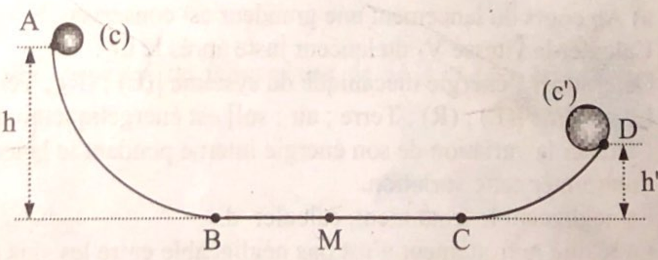


1) Calculer la vitesse V de l'ensemble [m ; M] juste après le choc.
2) Déduire, en km/h, la vitesse V_0.
3) a) Le choc n'est pas élastique. Justifier, par le calcul, cette affirmation.
b) Sous quelle forme d'énergie apparaît la variation de l'énergie cinétique du système [m ; M] ?

10.10 N^0 12

Choc élastique « 1 »

Deux petits solides (c) et (c'), de masses respectives $m = 40$ g et $m' = 80$ g, se trouvent respectivement aux sommets A et D d'une piste (A-B-C-D) située dans un plan vertical comme l'indique la figure ci-contre ($h = 125$ cm ; $h' = 20$ cm).



On lâche (c) et (c') sans vitesses, ils descendent et entrent en choc parfaitement élastique en un point M sur [BC].

On néglige les frottements et les vitesses de (c) et (c') au cours du choc sont colinéaires. $g = 10\ m/s^2$.

1) Calculer, en appliquant la conservation de l'énergie mécanique, les vitesses v et v' de (c) et (c
respectivement juste avant le choc.

2) En appliquant des lois de conservations convenables, déterminer les vitesses V et V' de (c) et (c
respectivement juste après le choc.

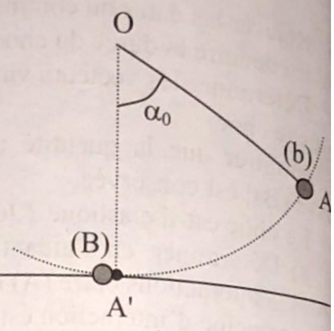
3) Après le choc (c) monte sur la partie (A-B) et atteint une hauteur maximale h_{max}. Calculer h_{max}.

(système d'eq²)

N° 13

Choc élastique « 2 »

Un pendule simple est formé d'une petite bille (b), de masse m = 100 g et d'un fil inextensible de longueur ℓ = 90 cm. On écarte le pendule d'un angle $\alpha_0 = 60^0$ de sa position d'équilibre stable puis on le lâche sans vitesse. Juste au passage de la bille (b) par sa position d'équilibre elle entre en choc parfaitement élastique avec une bille (B), de masse M = 50 g, initialement au repos. On néglige les frottements.



Les vitesses de (b) et (B) sont colinéaires pendant le choc. $g = 10\ m/s^2$.

1) Calculer, juste avant le choc, la vitesse de (b).
2) Trouver les vitesses de (b) et (B) juste après le choc.
3) Déterminer l'amplitude α_m des oscillations du pendule après le choc.

N° 14

Recule d'une lance missiles

Une lance missiles (L), initialement au repos, de masse M = 5000 kg, posée sur des skis **[Figure (1)]**, tire horizontalement une roquette (R) de masse $m = 100 kg$, supposée reste constante, à la vitesse $\vec{V}$ de module V = 350 m/s. Sous l'effet du recul, (L) se déplace vers l'arrière avec une vitesse V_1 et monte sur un plan, incliné d'un angle $\alpha = 10^0$ sur l'horizontale, d'une distance « d » après qu'elle comprime de $X_m = 1{,}26\ m$ un ressort de constante de raideur $K = 10^5$ N/m **[Figure (2)]**.

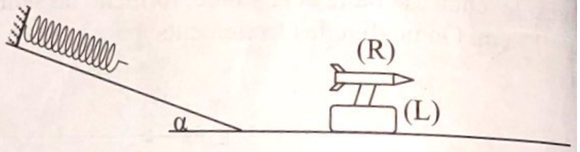


Figure (1): avant le lancement de la roquette

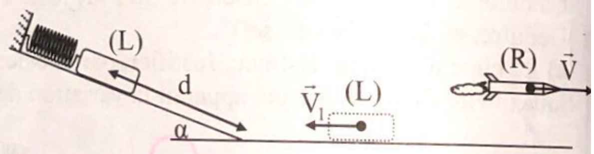


Figure (2): après le lancement de la roquette

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le sol horizontal. On néglige la hauteur entre (R) et le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. Prendre : $g = 10\ m/s^2$.

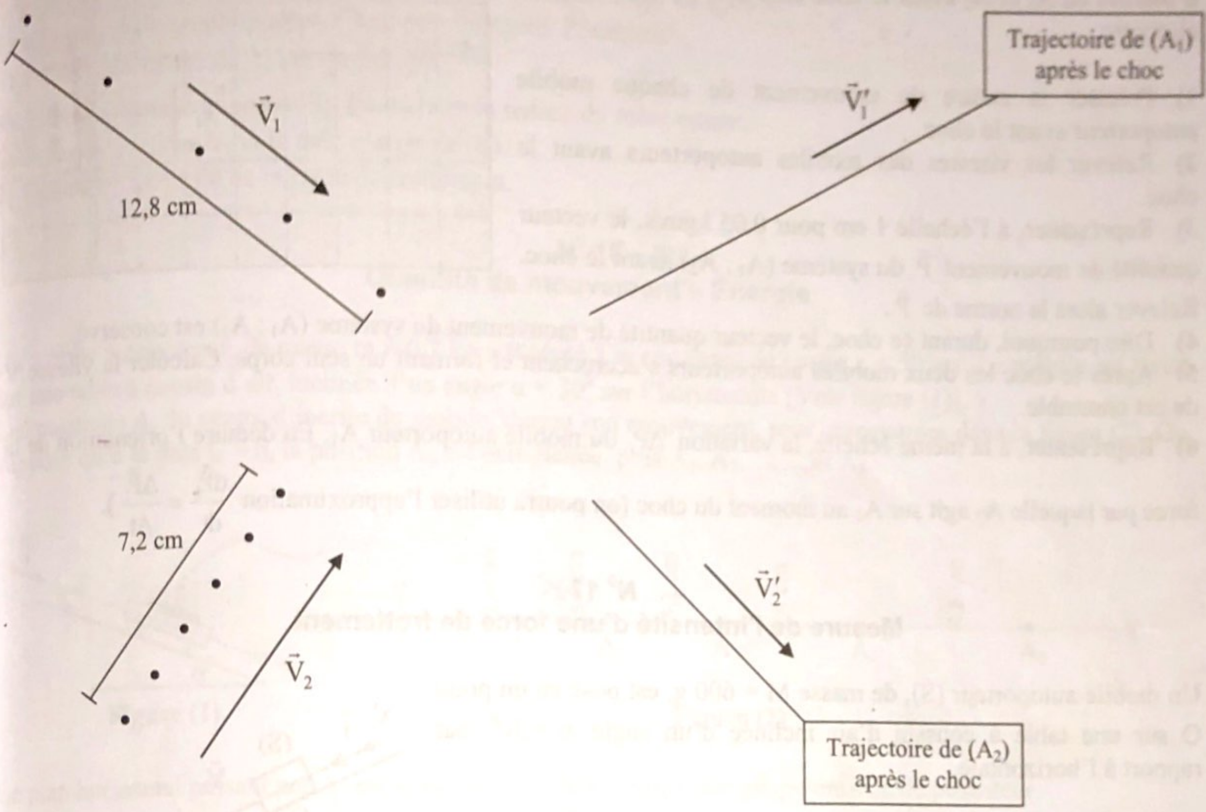
1) a) Au cours du lancement une grandeur est conservée. Nommer cette grandeur.
b) Calculer la vitesse V_1 du lanceur juste après le tir.
c) Déterminer l'énergie mécanique du système [(L) ; (R) ; Terre ; air ; sol] juste après le tir.
2) Le système [(L) ; (R) ; Terre ; air ; sol] est énergétiquement isolé.
i - Calculer la variation de son énergie interne pendant le lancement.
ii - Interpréter cette variation.
3) En négligeant le frottement, calculer d.
4) En réalité le frottement n'est pas négligeable entre les skis et le plan incliné et dans ce cas d = 3 m. Calcule l'intensité de la force de frottement supposée constante (la compression du ressort reste X_m = 1,26 m).

N° 15

Vérification du principe d'interaction

Deux mobiles autoporteurs (A_1) et (A_2), réglés chacun à la constante de temps $\tau = 40$ ms, de masses respectives $m_1 = 0{,}3$ kg et $m_2 = 0{,}5$ kg, sont lancés, sur une table à coussin d'air horizontale, avec les vitesses respectives $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$, entrent en choc, et acquirent les vitesses respectives $\vec{V}'_1$ et $\vec{V}'_2$ après le choc.

Les enregistrements des positions des mobiles avant le choc et ses trajectoires après le choc sont donnés dans la figure ci-dessous.



1) a) Déterminer la nature du mouvement de chacun des mobiles avant le choc.

b) Calculer les modules des vecteurs vitesses $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$.

c) Représenter, à l'échelle : 1 cm $\leftrightarrow$ 0,1 kgm/s, les vecteurs quantité de mouvement des deux mobiles avant le choc et celui de leur résultante $\vec{P}$.

2) a) En appliquant la conservation de la quantité de mouvement, représenter les vecteurs quantité de mouvement des mobiles après le choc.

b) En déduire les modules de $\vec{V}'_1$ et $\vec{V}'_2$.

c) Le choc est-il élastique ? Justifier.

3) On désigne par $\Delta\vec{P}_1$ et $\Delta\vec{P}_2$ les variations des quantités de mouvement de (A_1) et (A_2) respectivement pendant le choc.

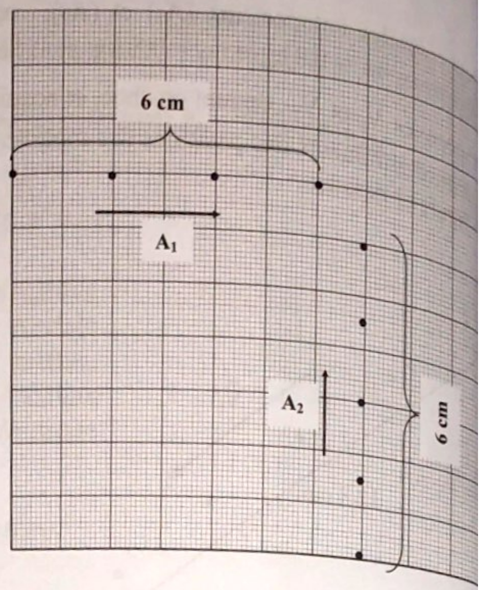
a) Représenter $\Delta\vec{P}_1$ et $\Delta\vec{P}_2$.

b) Comparer : $\dfrac{\Delta\vec{P}_1}{\Delta t}$ et $\dfrac{\Delta\vec{P}_2}{\Delta t}$ où Δt est la durée du choc.

c) Cette expérience vérifie le principe d'interaction. Justifier. Prendre : $\dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \dfrac{d\vec{P}}{dt}$.

N⁰ 16

Etude expérimentale d'un choc



Deux mobiles autoporteurs A_1 et A_2, de masses respectives $m_1 = 250$ g et $m_2 = 200$ g, sont lancés sur une table à coussin d'air horizontale.

Chaque mobile est réglé à la constante de temps $\tau = 20$ ms.

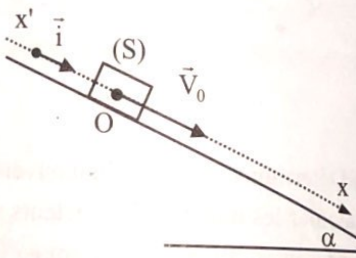
Les enregistrements des positions successives des centres d'inerties de A_1 et A_2 avant le choc sont donnés dans la figure ci-contre.

1) Préciser la nature du mouvement de chaque mobile autoporteur avant le choc.
2) Relever les vitesses des mobiles autoporteurs avant le choc.
3) Représenter, à l'échelle 1 cm pour 0,05 kgm/s, le vecteur quantité de mouvement $\vec{P}$ du système (A_1 ; A_2) avant le choc. Relever alors la norme de $\vec{P}$.
4) Dire pourquoi, durant ce choc, le vecteur quantité de mouvement du système (A_1 ; A_2) est conservé.
5) Après le choc les deux mobiles autoporteurs s'accrochent et forment un seul corps. Calculer la vitesse V de cet ensemble.
6) Représenter, à la même échelle, la variation $\Delta\vec{P}_1$ du mobile autoporteur A_1. En déduire l'orientation de la force par laquelle A_2 agit sur A_1 au moment du choc (on pourra utiliser l'approximation $\frac{d\vec{P}_1}{dt} = \frac{\Delta\vec{P}_1}{\Delta t}$).

N⁰ 17

Mesure de l'intensité d'une force de frottement

Un mobile autoporteur (S), de masse M = 600 g, est posé en un point O sur une table à coussin d'air inclinée d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale.

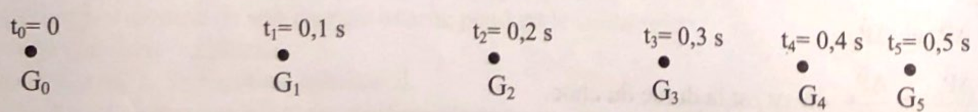


Une fois (S) est lâché il reste au repos. Cette observation montre l'existence d'une force de frottement entre (S) et la table.

Prendre $g = 10$ m/s².

A une date $t_0 = 0$ pris comme origine des dates, on lance (S) avec une vitesse $\vec{V}_0 = V_0.\vec{i}$ où $\vec{i}$ est le vecteur unitaire d'un axe x'Ox parallèle à la ligne de plus grande pente de la table.

Un dispositif approprié enregistre les positions successives G_i du centre d'inertie de (S) pendant des intervalles de temps égaux à $\tau = 0,1$ s, comme le montre la figure ci-dessous.



Echelle 1/2

1) Compléter le tableau ci-dessous:

t(s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
V(m/s)						
P(kgm/s)						

V et P sont respectivement la vitesse et la quantité de mouvement de (S) à la date t.

2) Tracer le graphique de P en fonction du temps.
Echelle: en ordonnée: 1 cm ↔ 0,1 kgm/s et en abscisse: 1 cm ↔ 0,05 s.
3) La pente β du graphique précédent est constante. Pourquoi?
4) Calculer la valeur de β. Interpréter $|\beta|$.
5) Trouver l'accélération de (S). En déduire la nature du mouvement.
6) Relever la valeur V_0 et la date d'arrêt de (S).
7) Calculer l'intensité de la force de frottement.

N⁰ 18
Quantité de mouvement – Energie

Un mobile autoporteur, de masse m = 0,2 kg, est réglé à la constante de temps τ = 50 ms. Le mobile est lâché sur une table à cousin d'air, inclinée d'un angle α = 30⁰ sur l'horizontale [Voir figure (1)].
Les positions A_i du centre d'inertie du mobile, durant son mouvement, sont enregistrées dans la figure (2). On suppose qu'à la date $t_0 = 0$, la position A_0 est enregistrée, puis A_1, A_2,……..et A_5.

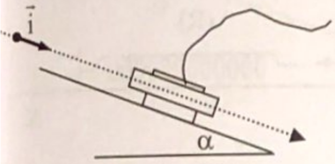


Figure (1)

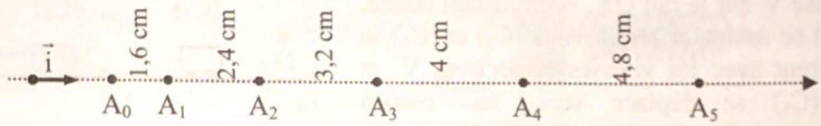


Figure (2)

Le plan horizontal passant par A_0 est le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1) a) Compléter le tableau ci-dessous :

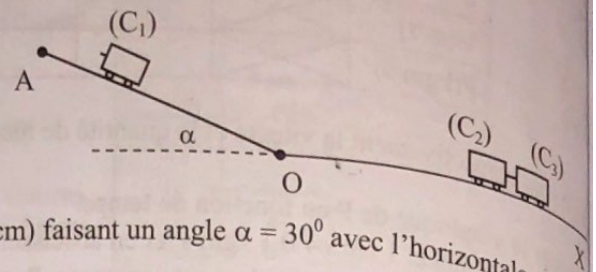
Date : t	τ	2τ	3τ	4τ
Points	A_1	A_2	A_3	A_4
Vitesse : V (m/s)	0,4		0,72	
Quantité de mouvement du mobile : P (kgm/s)	0,08		0,144	

b) Représenter le graphique de P en fonction du temps.
Echelle : 1 cm ↔ 25 ms (en abscisse) et 1 cm ↔ 0,04 kg.m/s (en ordonnée)
c) Relever la norme V_0 de la vitesse $\vec{V}_0$ au point A_0.
2) Trouver la résultante $\sum \vec{F}_{ext}$ des forces appliquées sur le mobile.
3) Montrer que le mobile autoporteur est soumis à une force de frottement que l'on déterminera l'intensité *f*.
Prendre : g = 10 m/s².
4) a) Calculer les énergies mécaniques du système [Terre ; autoporteur] aux points A_0 et A_3.
b) Retrouver, par une méthode énergétique, la valeur de *f*.

N° 19

Séparation des corps après un choc élastique

On considère trois chariots (C_1), (C_2) et (C_3), de masses respectives $m_1 = m_2 = 150$ g et $m_3 = 100$ g. (C_2) et (C_3) sont reliés par un fil qui conserve la compression d'un ressort placé entre eux, l'ensemble [(C_2) ; (C_3)] repose sur un rail horizontal OX.



(C_1) est au sommet A d'un rail incliné AO (AO = 90 cm) faisant un angle $\alpha = 30^0$ avec l'horizontale.

On lâche (C_1), à la date $t_0 = 0$, sans vitesse, il atteint le rail OX et entre en choc parfaitement élastique av
l'ensemble [(C_2) ; (C_3)]. Prendre $g = 10\ m/s^2$.

On néglige les forces qui résistent aux mouvements des chariots.

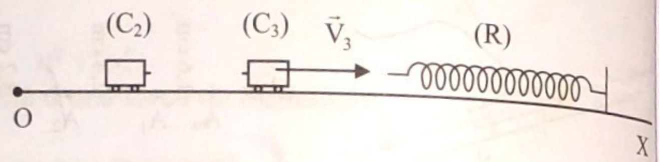
1) En appliquant la conservation de l'énergie mécanique, calculer la vitesse V_1 de (C_1) quand il arrive a
point O.

2) En appliquant la deuxième loi de Newton « $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ », déterminer, en fonction du temps, la quantité d
mouvement de (C_1) lorsqu'il est entre O et A.

3) A quelle date (C_1) atteint O ?

4) Le chariot (C_1) complète son mouvement sur OX et entre en choc avec l'ensemble [(C_2) ; (C_3)] à la vites
V_1. Calculer les vitesses V_1' et V' de (C_1) et l'ensemble [(C_2) ; (C_3)] respectivement après le choc.

5) L'ensemble [(C_2) ; (C_3)] se déplace à la vitesse V' sur le rail OX. A un instant donné, le fil se rompe et les chariots (C_2) et (C_3) se séparent avec les vitesses respectives V_2 et V_3. (C_3) se déplace vers un ressort horizontal (R), de raideur K = 90 N/m, et le comprime d'une distance $x_0 = 10$ cm.



a) En appliquant la conservation de l'énergie mécanique, calculer la valeur de V_3.

b) Trouver V_2.

c) L'énergie cinétique du système [(C_2) ; (C_3)] est-elle conservée ? Interpréter.

N° 20

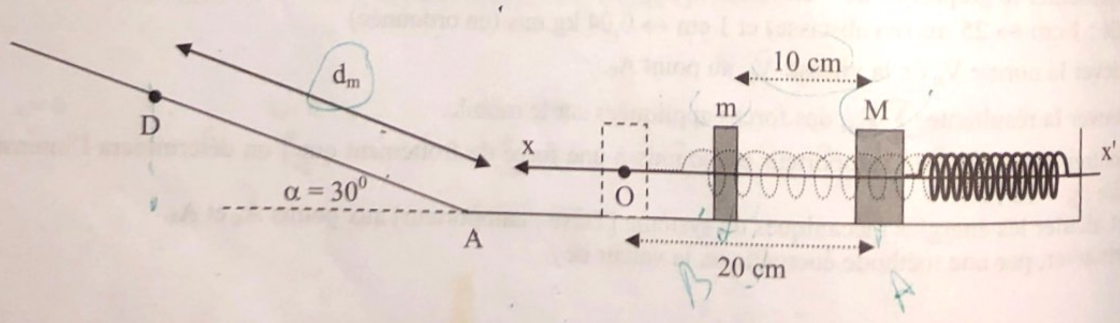
Etude d'un choc

Un pendule élastique horizontal est formé d'un solide, de masse M = 150 g, et d'un ressort parfaitemen
élastique à spires non jointives, de raideur K = 25 N/m.

Quand M est en O, le ressort est ni comprimé et ni dilaté.

On comprime le ressort en déplaçant la masse M d'une distance de 20 cm.

On place à 10 cm de M une masse m = 50 g comme l'indique la figure ci-dessous.



Le pendule comprimé est lâché à lui même sans vitesse initiale, le ressort se dilate et M entre en choc avec la masse m initialement au repos.

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le centre d'inertie de M. On néglige les frottements. Prendre $g = 10\ m/s^2$.

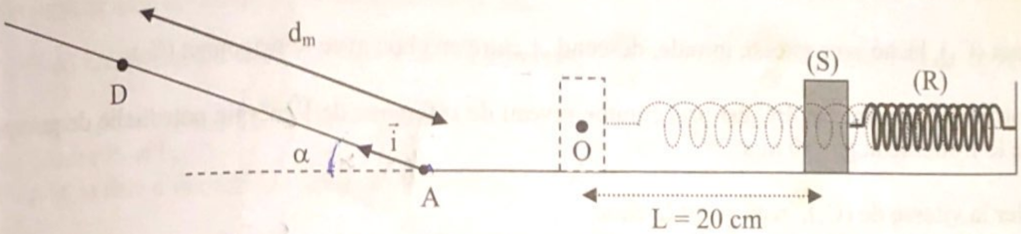
1) a) Vérifier que l'énergie potentielle élastique du ressort au moment du choc est : 0,125 J.
b) En appliquant la conservation de l'énergie mécanique, calculer la vitesse V de M juste avant le choc.

2) Après le choc m monte, à partir du point A, la ligne de plus grande pente d'un plan, incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale, et rebrousse son chemin au point D où $AD = d_m = 90$ cm.
a) Montrer que la vitesse de m juste après le choc est v = 3 m/s.
b) Déduire la vitesse V' de M juste après le choc. On suppose que les vecteurs vitesses, au cours du choc, sont colinéaires.
c) Verifier que le choc n'est pas élastique.

N⁰ 21

Calcul de l'intensité d'une force de frottement par deux méthodes

On considère un ressort (R), parfaitement élastique, sans masse, à spires non jointives et de constante de raideur K = 75 N/m. On comprime (R) d'une distance L = 20 cm puis on place juste devant lui un solide (S), de masse M = 300 g, comme le montre la figure ci-dessous.



A un moment donné on lâche le ressort (R), il se dilate et reprend sa longueur à vide quand (S) atteint O. Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le centre d'inertie de (S). Prendre $g = 10\ m/s^2$.

I – Etude du lancement de (S)
1) Calculer l'énergie mécanique du système [(S) ; (R) ; Terre ; support] au moment du lancement de (S).
2) Les frottements sont négligeables. Trouver la vitesse de (S) lorsqu'il passe par O.

II – La force de frottement entre le plan incliné et (S) n'est pas négligeable.
En O, le solide (S) quitte le ressort et monte, à partir du point A, une ligne de plus grande pente d'un plan, incliné d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale, et atteint un point D où $AD = d_m = 56$ cm et rebrousse son chemin. La durée de la montée : $\tau = 354\,ms$.

A – Première méthode : Méthode énergétique
1) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système [(S) ; Terre ; support], quand (S) passe de A vers D. Sous quelle forme d'énergie se transforme cette variation ?
2) Déduire l'intensité f de la force de frottement, supposée constante, entre le plan incliné et (S).

B – Deuxième méthode : Méthode dynamique
1) Soit $\sum \vec{F}$ la résultante des forces extérieures agissant sur (S). Montrer que $\sum \vec{F} = -\beta.\vec{i}$ avec β est une constante à déterminer en fonction de M, g, α et l'intensité f de la force de frottement supposée constante.

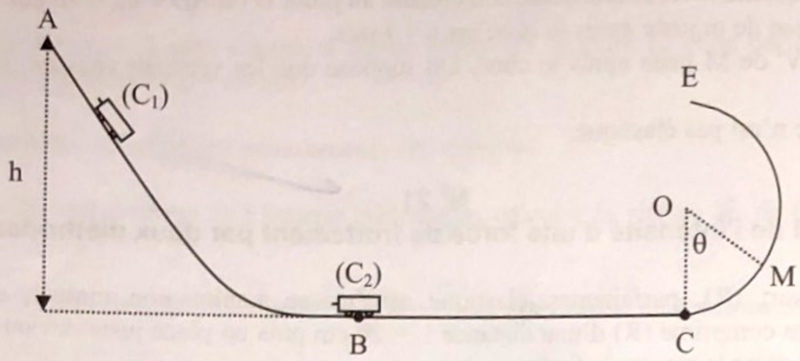
Scanned with CamScanner

2) En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer l'expression de la quantité de mouvement P de (S) un instant t, sachant qu'à la date $t_0 = 0$, le solide (S) est au point A.

3) Déduire f.

N^0 22
Collision élastique

Deux wagonnets (C_1) et (C_2), de masses respectives $m_1 = 50$ g et $m_2 = 150$ g, reposent sur un rail ABCE situé dans un plan vertical comme le montre la figure ci-dessous.



Le wagonnet (C_1) est au repos en un point A à une hauteur h = 80 cm du rail horizontal BC où se trouve le wagonnet (C_2) immobile. Le rail CE est circulaire de centre O et de rayon R = 20 cm.

Le wagonnet (C_1), lâché sans vitesse initiale, descend et entre en choc avec le wagonnet (C_2).

Le plan horizontal passant par BC est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. On néglige le frottement. $g = 10\ m/s^2$

1) Calculer la vitesse de (C_1), juste avant le choc.

2) Le choc entre (C_1) et (C_2) est parfaitement élastique et les vitesses sont colinéaires.

a) Nommer les grandeurs qui se conservent au cours du choc.

b) Déterminer les vitesses des wagonnets juste après le choc.

3) Après le choc, le wagonnet (C_2) se déplace et monte le rail circulaire jusqu'au point M tel que :

$\widehat{COM} = \theta = 60^0$ et rebrousse le chemin.

a) Montrer que le wagonnet (C_2) est soumis à une force de frottement.

b) Sachant que cette force de frottement existe seulement sur la partie circulaire du rail. Calculer sa valeur supposée constante.

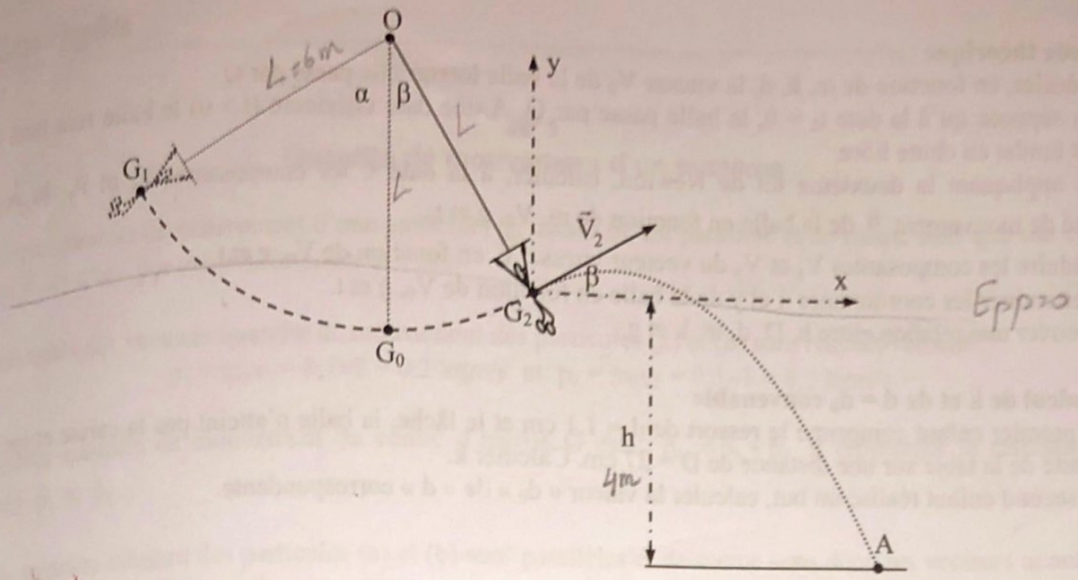
c) Représenter le graphique de l'énergie mécanique du système [Terre; (C_2)], en fonction de la distance « d » parcourue par (C_2) après le choc.

On donne : BC = 50 cm. Echelle : en ordonnée: 1 cm ↔ 0,1 J et en abscisse: 1 cm ↔ 10 cm.

N^0 23
Chute d'un acrobate

Un acrobate, de masse M = 80 kg, part du repos sur une balançoire faisant un angle $\alpha = 60^0$ avec la verticale passe par sa position d'équilibre G_0. Quand l'acrobate atteint, la position G_2, correspondante à $\beta = 30^0$, avec une vitesse $\vec{V}_2$, il quitte la balançoire et tombe en chute libre pour atteindre le sol au point A avec la vitesse $\vec{V}_A$ (Voir la figure sur la page suivante). On néglige le frottement.

On donne : $g = 10\ m/s^2$, $OG_1 = OG_2 = L = 6$ m, h = 4 m.



1) Calculer, en appliquant la conservation de l'énergie mécanique, les normes des vecteurs vitesses $\vec{V}_2$ et $\vec{V}_A$.

2) a) Déterminer les composantes V_{2x} et V_{2y} du vecteur vitesse $\vec{V}_2$ dans le repère (xG_2y).

b) En déduire les composantes P_{2x} et P_{2y} du vecteur quantité de mouvement $\vec{P}_2$ de l'acrobate en G_2.

3) On suppose qu'à la date $t_0 = 0$, l'acrobate est en G_2.

a) Vérifier, En appliquant la deuxième loi de Newton, que : $\frac{dP_x}{dt} = 0$ et $\frac{dP_y}{dt} = -800\,N$ avec P_x et P_y sont les composantes du vecteur quantité de mouvement $\vec{P}$ de l'acrobate à une date $t > 0$.

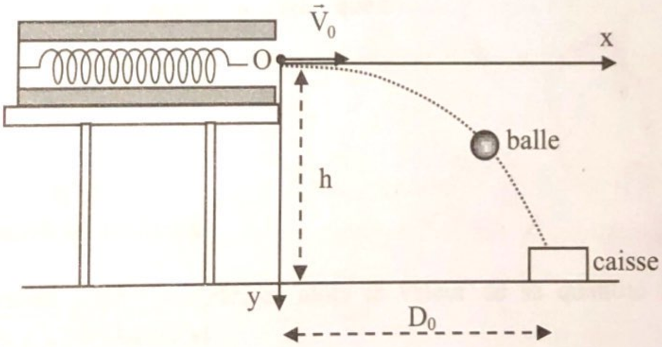
b) En déduire P_x et P_y.

4) Calculer la date d'impact de l'acrobate avec le sol.

N° 24

Etude d'un jeu

Deux enfants jouent un jeu, dont l'idée de cette jouée consiste à comprimer un ressort, monté sur une table horizontale, et place contre lui une balle (de masse m = 20 g). Une fois lâché, le ressort se dilate et prend sa longueur à vide et la balle se projette de O avec une vitesse $\vec{V}_0$.



L'enfant réalise un but quand la balle entre dans une caisse à une distance $D_0 = 1{,}7$ m de la table (voir la figure ci-contre).

On désigne par :

h = 44 cm : la hauteur de la table par rapport au sol,

k : constante de raideur du ressort,

d : la compression du ressort.

D : l'abscisse du point d'impact de la balle avec le sol.

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le niveau de la table. On néglige les frottements. Prendre $g = 10\ m/s^2$.

I – Étude théorique

1) Calculer, en fonction de m, k, d, la vitesse V_0 de la balle lorsqu'elle passe par O.

2) On suppose qu'à la date $t_0 = 0$, la balle passe par O. A une date ultérieure ($t > 0$) la balle sera hors d table et tombe en chute libre.

a) En appliquant la deuxième loi de Newton, calculer, à la date t, les composantes P_x et P_y du vec quantité de mouvement $\vec{P}$ de la balle en fonction de m, V_0, g et t.

b) Déduire les composantes V_x et V_y du vecteur vitesse $\vec{V}$ en fonction de V_0, g et t.

c) Déterminer les coordonnées x et y de la balle en fonction de V_0, g et t.

d) Trouver une relation entre h, D, d, m, k et g.

II – Calcul de k et de $d = d_0$ convenable

1) Le premier enfant comprime le ressort de d = 1,1 cm et le lâche, la balle n'atteint pas la caisse et tomb proximité de la table sur une distance de D = 27 cm. Calculer k.

2) Le second enfant réalise un but, calculer la valeur « d_0 » de « d » correspondante.