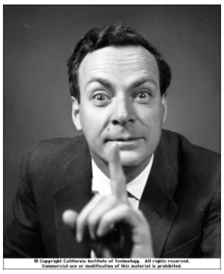
TD CH 15 : L’énergie mécanique

Les propos de Richard FEYNMAN

Présentation de l’auteur du texte : Richard FEYNMAN (1918-1988).



Prix Nobel pour ses travaux sur la description et le calcul des interactions entre particules, Richard Feynman était un génie. Théoricien de la physique quantique, enfant terrible du projet Manhattan, critique acerbe de la commission d’enquête sur la navette spatiale américaine, il a profondément marqué la physique moderne.

Le texte qui suit est extrait du fameux cours de Physique (Mécanique Tome 1) de Richard Feynman. La première partie du document est en version originale.

Première partie : « the law is called the conservation of energy ».

“There is a fact, or if you wish, a *law,* governing all natural phenomena that are known to date. There is no known exception to this law—it is exact so far as we know. The law is called the *conservation of energy.* It states that there is a certain quantity, which we call energy, that does not change in the manifold[(1)] changes which nature undergoes[(2)]. That is a most abstract idea, because it is a mathematical principle; it says that there is a numerical quantity which does not change when something happens. It is not a description of a mechanism, or anything concrete; it is just a strange fact that we can calculate some number and when we finish watching nature go through her tricks and calculate the number again, it is the same. (Something like the bishop[(3)] on a white square, and after a number of moves—details unknown—it is still on some white square. It is a law of this nature.) Since it is an abstract idea, we shall illustrate the meaning of it by an analogy.”

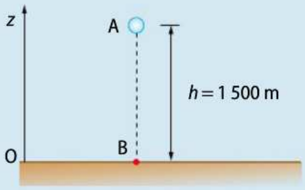
(1) manifold : divers
(2) undergo : subir
(3) bishop : le fou aux échecs

Questions :

1. Qu’est-ce qu’une loi de conservation ?
2. Que veut montrer Feynman en prenant l’exemple du fou aux échecs ?
3. Qu’est-ce qu’une analogie ?

23 Grêlon

Un grêlon de masse $m = 13{,}0$ g chute depuis la position A, sans vitesse initiale.



Au point O, $E_{pp} = 0$ J.

1. Calculer l'énergie mécanique de ce grêlon au début de sa chute en A.

2. On suppose que le grêlon n'est soumis à aucun frottement.

a. Quelle est la valeur de son énergie mécanique au moment où il touche le sol en B ?

b. Déduire de la question précédente la vitesse, en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$, atteinte par le grêlon en B. Commenter le résultat.

3. En réalité, le grêlon touche le sol avec une vitesse $v = 160\ \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$. Comment expliquer la différence avec le calcul précédent ?

Solution

1. L'énergie mécanique E_m du grêlon en A est égale à la somme de son énergie potentielle de pesanteur E_{pp} et de son énergie cinétique E_c : $E_m(A) = E_{pp}(A) + E_c(A)$.

Le grêlon chute depuis sa position A sans vitesse initiale, donc $E_c(A) = 0$ J.

Soit $E_m(A) = E_{pp}(A) = m \cdot g \cdot z(A) = m \cdot g \cdot h$

$E_m(A) = 13{,}0 \times 10^{-3} \times 9{,}81 \times 1\,500$

$E_m(A) = 1{,}91 \times 10^2$ J.

2. a. Le grêlon n'étant soumis à aucun frottement, son énergie mécanique se conserve lors de sa chute, donc $E_m(B) = E_m(A) = 1{,}91 \times 10^2$ J.

b. Comme $z(B) = 0$, $E_{pp}(B) = 0$ J et $E_m(B) = E_c(B)$.

Il vient donc : $E_m(B) = \frac{1}{2} m \cdot v(B)^2$

soit :

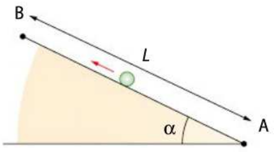
$$v(B) = \sqrt{\frac{2E_m(B)}{m}} = \sqrt{2g \cdot h}\ ; \quad v(B) = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 1500}$$

$$v(B) = 171\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 618\ \text{km} \cdot \text{h}^{-1}.$$

Cette vitesse est très grande. Le grêlon ferait d'importants dégâts au moment de son impact avec la Terre.

29 Fête foraine

Un jeu de fête foraine consiste à envoyer le plus loin possible un objet de masse m sur un plan incliné :



Données. $\alpha = 20°$; $L = AB = 5{,}0$ m.

1. a. Donner les expressions littérales des altitudes en A et B, z_A et z_B (on précisera l'origine des altitudes choisies), en fonction de L et α.

b. On suppose que l'objet s'arrête au point B. Écrire les expressions littérales de l'énergie mécanique de l'objet en A et en B en fonction de m, g, L, α et v_A, la vitesse de l'objet au point A.

2. On suppose que le mouvement de l'objet se fait sans frottements.

a. Donner l'expression littérale de la vitesse minimale à laquelle il faut lancer cet objet depuis A pour qu'il atteigne le point B en fonction de g, L et α.

b. Calculer cette vitesse en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ puis en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

29 1. a. On choisit l'origine O du repère vertical (Oz) en A.

Il vient donc $z_A = 0$ et $z_B = L \cdot \sin\alpha$.

b. $E_m(A) = E_c(A) + E_{pp}(A) = E_c(A) = \frac{1}{2} m \cdot v_A^2$.

En B, la vitesse de l'objet est nulle, donc $E_m(B) = E_c(B) + E_{pp}(B) = E_{pp}(B) = m \cdot g \cdot z_B = m \cdot g \cdot L \cdot \sin\alpha$.

2. a. Les frottements étant négligeables, l'énergie mécanique de l'objet se conserve au cours de son mouvement. Il vient donc : $E_m(A) = E_m(B)$ soit :

$\frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = m \cdot g \cdot L \cdot \sin\alpha$ et $\frac{1}{2} v_A^2 = g \cdot L \cdot \sin\alpha$

soit $v_A = \sqrt{2g \cdot L \cdot \sin\alpha}$.

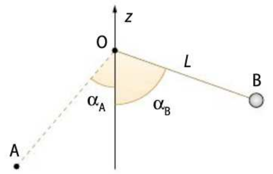
b. $v_A = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 5{,}0 \times \sin 20°}$

$v_A = 5{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 21\ \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

31 Le pendule simple

Considérons le pendule du professeur Tournesol des albums de Tintin. On l'incline d'un angle α_A par rapport à la verticale et on le lance à la vitesse $v_A = 1{,}0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Il arrive en B avec une vitesse nulle.

Données.
Longueur du pendule :
$L = 20$ cm ;
$\alpha_A = 30°$.
Les frottements sont négligeables.
Au point O, $E_{pp}(O) = 0$ J.



1. a. Déterminer l'expression des altitudes en A et B, z_A et z_B, en fonction de L et respectivement α_A et α_B.
b. En déduire les expressions des énergies potentielles de pesanteur du pendule en A et B.

2. a. Donner les expressions des énergies mécaniques du pendule en A et B.
b. En déduire l'expression de l'angle maximum α_B atteint par le pendule. Calculer sa valeur.

31 1. a. $z_A = -L \cdot \cos\alpha_A$ et $z_B = -L \cdot \cos\alpha_B$.

b. $E_{pp}(A) = -m \cdot g \cdot L \cdot \cos\alpha_A$ et $E_{pp}(B) = -m \cdot g \cdot L \cdot \cos\alpha_B$.

2. a. $E_m(A) = E_{pp}(A) + E_c(A) = -m \cdot g \cdot L \cdot \cos\alpha_A + \frac{1}{2} m \cdot v_A^2$

et $E_m(B) = E_{pp}(B) + E_c(B) = -m \cdot g \cdot L \cdot \cos\alpha_B$ car $E_c(B) = 0$ J.

b. Les frottements étant négligeables, l'énergie mécanique du pendule se conserve au cours de son mouvement. Il vient donc : $E_m(A) = E_m(B)$ soit :

$$-m \cdot g \cdot L \cdot \cos\alpha_A + \frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = -m \cdot g \cdot L \cdot \cos\alpha_B$$

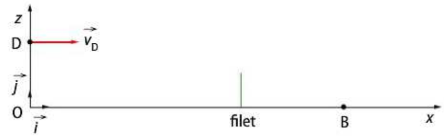
$$-g \cdot L \cdot \cos\alpha_A + \frac{1}{2} v_A^2 = -g \cdot L \cdot \cos\alpha_B \quad \text{et donc} \quad \cos\alpha_B = \cos\alpha_A - \frac{1}{2g \cdot L} v_A^2$$

$$\cos\alpha_B = \cos 30° - \frac{1}{2 \times 9{,}81 \times 0{,}20} \times 1{,}0^2 = 0{,}61 \quad \text{soit} \quad \alpha_B = 52°.$$

32 Un service au tennis

On étudie le service au tennis d'un joueur placé en un point O. Ce joueur souhaite que la balle frappe le sol en B. Pour cela, il la lance verticalement et la frappe avec sa raquette en un point D situé sur la verticale de O à la hauteur $H = 2{,}20$ m. La balle part alors de D avec une vitesse de valeur $v_D = 126 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, horizontale comme le montre le schéma ci-dessous.

La balle, de masse $m = 55{,}0$ g, sera considérée comme ponctuelle et on considérera que l'action de l'air est négligeable.



L'origine O de l'axe (Oz) vertical est prise telle que $E_{pp}(B) = 0$ J.

1. Donner l'expression littérale de l'énergie potentielle de pesanteur de la balle en D, $E_{pp}(D)$. Calculer sa valeur.

2. Quelle est l'expression de l'énergie cinétique de la balle lorsqu'elle part de D ? Lorsqu'elle arrive en B ? Indiquer les unités dans le Système international.

3. Écrire les expressions de l'énergie mécanique de la balle en D, $E_m(D)$ et de la balle en B, $E_m(B)$.

4. Quelle est la relation entre $E_m(D)$ et $E_m(B)$? Justifier.

5. Déduire de la question **4** l'expression de la vitesse v_B de la balle lorsqu'elle frappe le sol. Calculer sa valeur.

D'après Bac, nov. 2009, Amérique du Sud.

32 1. $E_{pp}(D) = m \cdot g \cdot z_D = m \cdot g \cdot H$ soit $E_{pp}(D) = 55 \times 10^{-3} \times 9{,}81 \times 2{,}20 = 1{,}2$ J.

2. $E_c(D) = \frac{1}{2} m \cdot v_D^2$ et $E_c(B) = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2$ avec m en kg et v en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. $E_m(D) = E_{pp}(D) + E_c(D) = m \cdot g \cdot H + \frac{1}{2} m \cdot v_D^2$ et $E_m(B) = E_c(B) = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2$ car $E_{pp}(B) = 0$ J.

4. Les frottements étant négligeables, l'énergie mécanique de la balle se conserve au cours de son mouvement. Il vient donc : $E_m(D) = E_m(B)$.

5. D'après **4**, il vient $m \cdot g \cdot H + \frac{1}{2} m \cdot v_D^2 = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2$ soit $g \cdot H + \frac{1}{2} v_D^2 = \frac{1}{2} v_B^2$

$v_B = \sqrt{2 g \cdot H + v_D^2}$.

Soit $v_B = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 2{,}20 + \left(\frac{126}{3{,}6}\right)^2} = 35{,}6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 128 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

TD CH 15 Le saut d’un parachutiste légionnaire

http://parachutemili.ifrance.com/

Combien de temps va durer le saut ? Quelle sera la vitesse à l’atterrissage ? Nous allons tenter de répondre à ces questions en appliquant les théorèmes de l’énergie mécanique sous l’œil pétillant d’un légionnaire parachutiste du 2^e REP

Un commando Bruno C. se jette dans le vide.

1. A l’aide de la courbe d’altitude, donner la valeur de l’altitude de l’avion correspondant au début du saut.

2. Il apparaît clairement sur ce graphe deux phases : lors de la première phase, le parachutiste s’élance le parachute fermé, lors de la deuxième phase le parachute est ouvert.
2.1. Rappeler la définition d’une chute libre.
2.2. Donner le temps de la chute libre.
2.3. A l’aide d’un autre graphe, donner la valeur de la vitesse maximale par le parachutiste qui a reçu la tape amicale de l’instructeur para et qui l’a invité sans réplique à se jeter dans le vide.
2.4. Donner la valeur de la vitesse du parachutiste au bout d’un temps long. Cette vitesse correspond à la vitesse du parachutiste au sol. Convertir cette vitesse en km/h.

3. En s’aidant des réponses 2, répondre aux questions suivantes.
3.1. Connaissant l’altitude initiale du parachutiste et en appliquant le théorème de l’énergie mécanique, calculer la vitesse verticale atteinte par celui-ci au sol s’il n’ouvrait pas son parachute. Convertir cette vitesse en km/h.
3.2. Calculer l’énergie mécanique du parachutiste au sol dans les deux cas suivants :
3.2.1. Il n’ouvre pas son parachute
3.2.2. Il ouvre son parachute
3.2.3. Conclure.

4. Il existe un autre moyen que l’énergie pour comparer l’effet du parachute au cours de la chute : il s’agit de l’aérodynamisme mesuré par le coefficient de traînée aérodynamique noté Ca.

Avant ouverture du parachute :

Le para est en chute libre, son parachute n’est pas encore ouvert. On peut l’assimiler à une plaque. Gabarit du para : 80 kilos pour un honnête para, ajoutez 30 kilos d’équipements

1,85m de haut sur 0,8m de large,

$S \approx 1{,}5$ m².

Une étude auprès d’un échantillon représentatif de gabarits du 1^eRPIMa semble montrer que Ca **= 1** semble une valeur correcte.

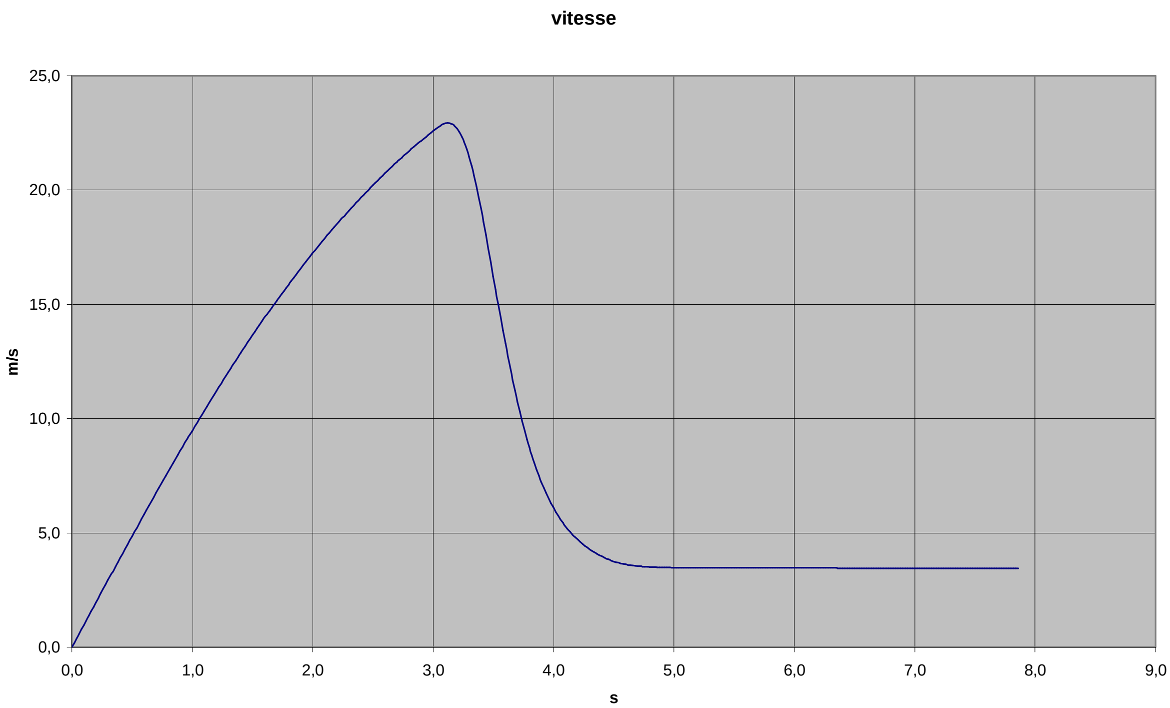
<u>Après ouverture du parachute :</u>

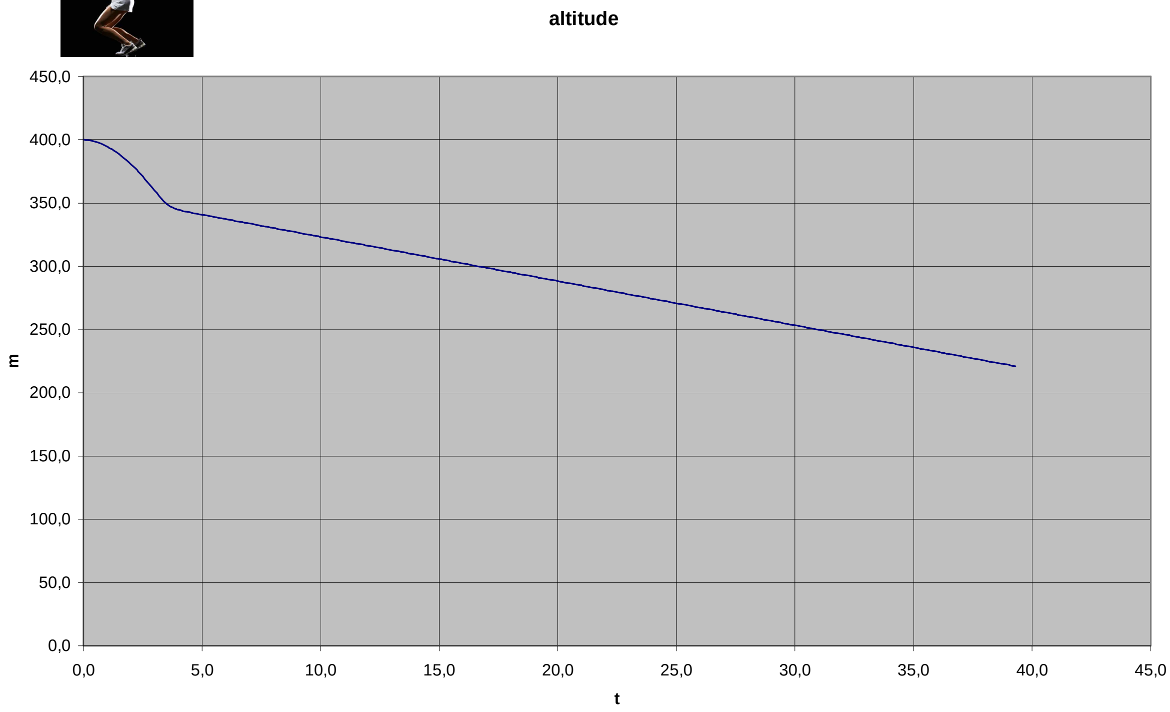
S : à part les Commandos de l'Air et des Commandos de Marine, qui sont également rompus aux techniques du vol en parapente, dans l'armée nous sautons toujours avec un parachute hémisphérique à ouverture automatique. S désigne la surface perpendiculaire à l'axe de descente, et on néglige les petites ouvertures rectangulaires en haut du parachute. D'où $S = \pi . r^2$. Exemple : avec un parachute de 4m de rayon, $S \approx 50$ m².

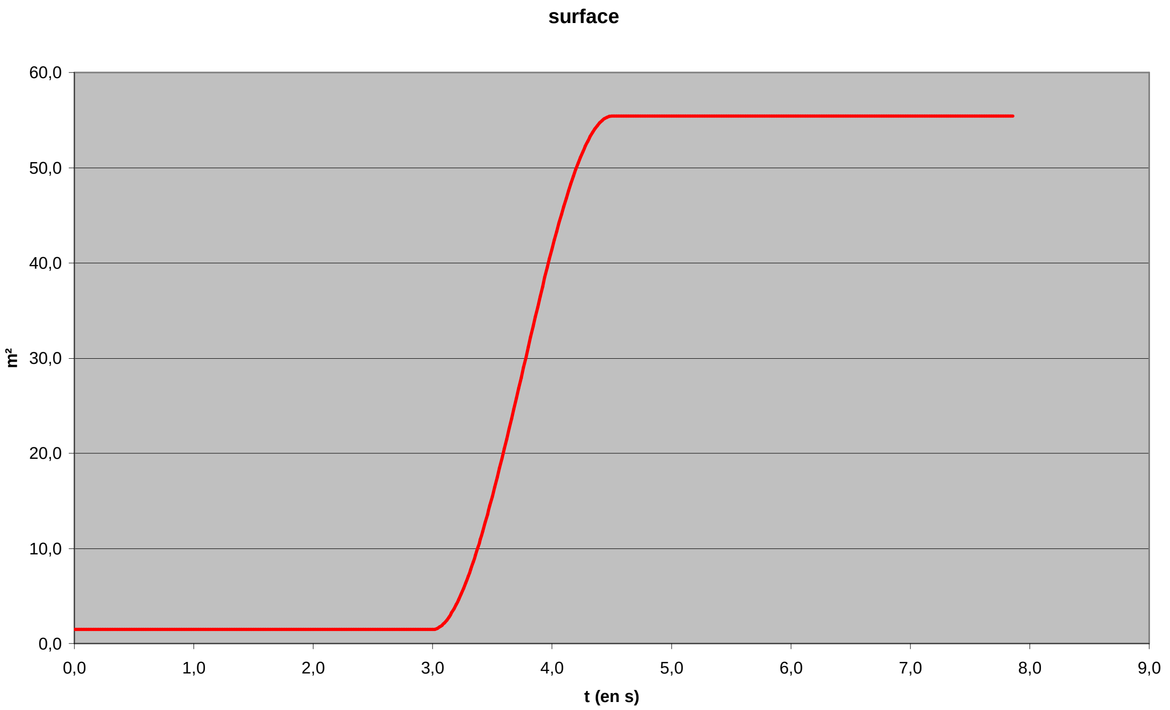
4.1. Prévoir la valeur coefficient de traînée aérodynamique

4.2. Faire l'inventaire des forces exercées sur le parachutiste avant et après ouverture du parachute.

4.3. Expliquer alors l'évolution de l'énergie mécanique calculée aux questions 3.2.1. et 3.2.2.




altitude
m
450,0
400,0
350,0
300,0
250,0
200,0
150,0
100,0
50,0
0,0
0,0
5,0
10,0
15,0
20,0
25,0
30,0
35,0
40,0
45,0
t


surface
m²
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
9,0
t (en s)

Résultats :

Verdict : une vitesse d'approche verticale du parachutiste d'environ 4 m.s-1, soit environ **15 km.h-1**. Rapide conversion énergétique : l'équivalent d'un saut de 1m de haut, mais avec l'équipement ! A vous de juger. A cela il faut prendre en compte la dérive horizontale du parachute d'environ 6 ms.-1, ce qui donne par exemple contre un vent au sol de 4m.s-1, une vitesse horizontale de 2m.s-1 soit **environ 8 km/h** horizontalement. Donc **une vitesse d'approche globale de 17 km/h**

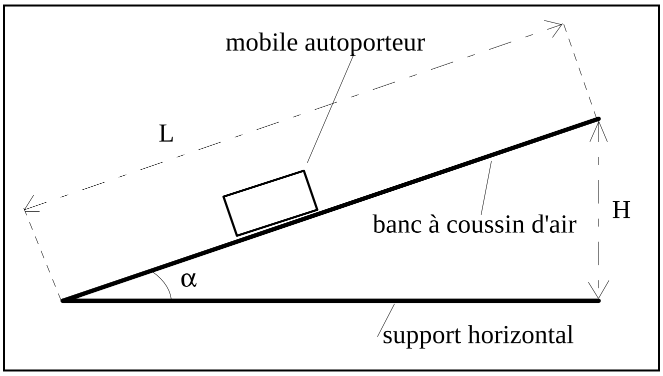
D'après le graphique, on fait une chute libre de 60 m, en 4s (authentique). D'où le temps de chute total : $t_{chute} =$ 4s+ (z0-60)/vlim, ce qui donne pour des sauts à 400m (comme à Pau) : 89 s, soit **1min 30** .

Quant au choc à l'ouverture du parachute : une décélération de 25 m.s-2, soit entre **deux et trois g négatifs**. Résultats approuvés par les adjus.

Application du théorème de l'énergie mécanique

Mouvement descendant le long d'un plan incliné

M= 120g et angle de 1,5 °



X est la position du mobile sur le plan incliné

1. Exprimer l'énergie potentielle de pesanteur en fonction de la position x du mobile, de la masse m et de g.

2. Exprimer l'énergie cinétique à la position x.

2. Compléter le tableau suivant.

2. Conclure.

Exerc[illegible]tion d’énergie

Exercice 1

Un autoporteur (S_1)de masse m = 600 g est lancé depuis un point A avec une vitesse initiale V_A = 6 m.s^{-1} sur un plan AB horizontal de longueur AB = 3 m sur lequel il glisse sans frottement, puis aborde un plan incliné BD, de longueur BD = 4 m, α = 30° par rapport à l'horizontale, sur lequel les frottements seront supposés négligeables. L'autoporteur pourra être considéré comme un solide ponctuel. On prendra g = 10 N.kg^{-1}

1. Exprimer, puis calculer l'énergie cinétique de l'autoporteur en A.
2. Faire l'inventaire des forces extérieures agissant sur l'autoporteur (S_1) au cours de la phase AB.
   - Définir ces forces et les représenter sur le dessin.
   - Donner la définition d'un système pseudo-isolé.
   - L'autoporteur est -il pseudo-isolé au cours de la phase AB, dans la phase BD. En déduire la vitesse du centre d'inertie du mobile en B ?
3. Soit C le point de rebroussement sur le plan incliné.
   En appliquant le théorème de l’énergie mécanique entre les instants t_B et t_C, en déduire BC la distance parcourue par le mobile avant de rebrousser chemin en C.

Exercice 2

Le curling est un sport joué sur la glace avec des"stones"(pierres rondes). La masse d'une stone est m=19,86 kg. Le jeu consiste à envoyer la stone au plus près du centre d'une cible situé à 38,43m du joueur. Le joueur lance la stone à la vitesse de 0,67 m/s: elle s'arrête au centre de la cible.

1. Calculer l'énergie cinétique de la stone au moment où le joueur lâche la poignée de la stone.
2. Calculer l’énergie dissipée par les forces de frottement.
3. On admet que toute l'énergie mécanique perdue par frottement est consommée par la fonte de l'eau solide (glace). Calculer la masse de la glace fondue. On donne la chaleur latente de fusion de la glace L_f=335 kJ/kg

Exercice 3

On fixe une masse m=89 g à l'extrémité d'un fil de longueur L=1,57m. On écarte le fil de sa position d'équilibre d'un angle α=25°. Après 2 min 30s d'oscillations, l'écart angulaire maxi du fil et de la verticale n'est plus que β =17°. Après 6 min 42s le pendule est considéré comme immobile.(pour exprimer l'énergie potentielle de pesanteur, on choisit comme niveau de référence le plan horizontal passant par le centre de gravité de la masse à l'équilibre)

1. Calculer l'enerqie mécanique du pendule
   - à l'instant du lâcher.
   - lorsque le pendule s'est immobilisé.
2. Calculer la vitesse du pendule à la date t=2 min 30s comptée à partir de l'instant du lâcher.

Exercice 5

Un enfant de masse m_e=35 kg glisse sur une luge de masse m_l=10 kg le long d'une pente inclinée de 30°. Dans un 1er temps, les forces de frottement sont négligées. On s'intéresse au mouvement du système S (luge + enfant) entre le point A, où la luge passe à l'instant t_A à la vitesse v_A et le point B, où la luge passe à l'instant t_B à la vitesse v_B. Distance AB: d=150m

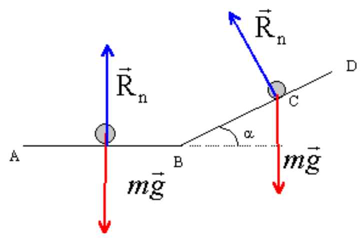
1. Calculer la variation ΔEc de l'énergie cinétique Ec du système entre A et B.
2. Calculer la variation Δ Ep de l'énergie potentielle de pesanteur Ep du système entre A et B.
3. Calculer la variation Δ Em de Em=Ec+Ep. Commentez.
   On suppose maintenant que le sol exerce une force de frottement sur la luge. La réaction R du sol comporte une composante normale N et une composante tangentielle T.
4. En déduire le signe de la variation Δ Em de Em=Ec+Ep

Exercice 7

Une automobile de masse m=800 kg descend une route de pente 10% (pour 100 m parcourus l'altitude diminue de 10 m). La vitesse initiale du véhicule est v_i = 90 km/h . Les freins exercent une force constante de valeur F = 2500 N . On néglige l'action de l'air.

1. Comment évolue l'énergie mécanique du véhicule lors de la descente ?
2. Déterminer la distance parcourue par le véhicule jusqu'à l'arrêt en fonction de v_i, m, F et g .

corrigé exercice1



énergie cinétique initiale en A : ½mv_A^2 = 0,5* 0,6*6²= 10,8 J

sur le plan horizontal, le solide est soumis à son poids et à l'action du plan. En absence de frottement, ces deux forces se neutralisent et le solide est pseudo isolé. La vitesse du solide reste constante sur le parcours AB.

par contre sur le plan incliné le solide n'est pas pseudoisolé.

Ecrire que la variation d'énergie cinétique entre A et B est ègale à la somme des travaux des forces.

en A : ½mv_A^2= 10,8 J; en C arrêt avant la descente donc pas d'énergie cinétique

variation d'énergie cinétique : énergie cinétique finale en C - énergie cinétique de départ en A

$\Delta E_{cinétique}$ = 0-10,8 = -10,8 J.

seul le poids travaille entre B et C car l'action du plan est perpendiculaire à la vitesse.

travail du poids lors de la montée BC : mg(z_B-z_C)

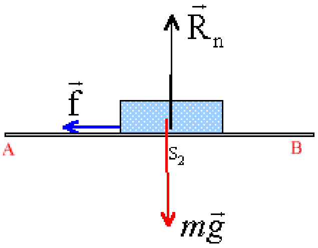
z_B: altitude de B, choisie comme origine

z_C = BC sin α = BC sin30 = 0,5 BC

d'où -10,8 = 0,6*10(0-0,5 BC) = -3 BC

BC= 10,8/3 = 3,6 m.

entre A et B la vitesse diminue, donc le solide S_2 n'est pas pseudoisolé.



Poids et action normale R_n du support sont perpendiculaires à la vitesse : elles ne travaillent pas.

travail de f: lors du déplacement AB : -f AB ou F AB cos 180

Ecrire que la variation d'énergie cinétique entre A et B est ègale à la somme des travaux des forces.

$\frac{1}{2} mv^2_B - \frac{1}{2}mv^2_A$= -f AB

f = m/(2AB)(v^2_A-v^2_B) =0,6/ 6*(6^2-$5,1^2$)= 1 N.

corrigé exercice 2

90 / 3,6 = 25 m/s ; vitesse finale nulle

variation d'énergie cinétique : $\frac{1}{2}mv^2_{fin}-\frac{1}{2}mv^2_{départ}$ = -0,5* 1000 * 25^2= -312 500 J

travail moteur du poids en descente : mg x sin α avec sin α = 0,1

1000*9,8*0,1 x= 980 x joules

travail résistant des frottements : -f x = -2500 x

théorème de l'énergie cinétique :

-312 500 =(980-2500)x d'où x= 205,6 m.

énergie dissipée par les freins : 2500*205,6 = 514 000 J.

corrigé exrcice3

Le poids de la caravane P(verticale, vers le bas, point d'application= centre d'inertie de la caravane)

La résistance de la route R (composée de la force de frottement f et de R_n perpendiculaire à la route)

La force de traction T.

La somme vectorielle F de ces forces est nulle, c'est-à-dire que l'ensemble des forces extérieures appliquées à la caravance se compensent (première loi de Newton).

travail du poids résistant en montée

$W_{AB}(P) = mg*(z_A-z_B)$ avec $z_A=0$ (origine) et $z_B= 200*0,06 = 12$ m

$W_{AB}(P) =500*9,8*(0-12) = -58\,800$J.

R_n perpendiculaire à la vitesse ne travaille pas.

f colinéaire à la vitesse mais de sens contraire effectue un travail résistant : -f AB= -400*200= -80 000 J

travail de T colinéaire à la vitesse mais de même sens : T AB = 200 T

somme des travaux : 200T-138 800

Le mouvement étant rectiligne uniforme, l'énergie cinétique ne varie pas et la somme des travaux des forces est nulle

200T-138 800 =0 soit T= 138 800/200 = 694 N.

corrigé 4

énergie cinétique initiale de la pièrre :

$Ec_{init} = ½mv^2_{init}= 0,5*19,86*0,67^2= 4,46$ J

La piérre est soumise à son poids, à l'action normale du plan et aux forces de frottement.

poids et action normale du support étant perpendiculaires à la vitesse ne travaillent pas.

seul la force de frottement travaille ; ce travail est égal à la variation de l'énergie cinétique :

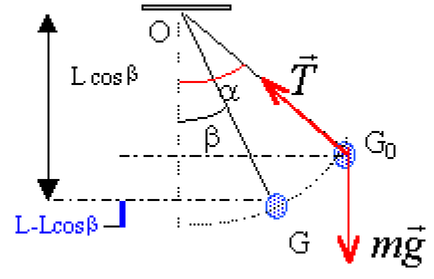
$Ec_{finale} -Ec_{init}= 0-4,46 = -4,46$ J.

pour faire fondre 1 kg de glace à 0°C il faut fournir 335 000 J

Or lénergie libérée n'est que de 4,46 J; on peut donc faire fondre :

m= 4,46/335000 = 1,33 10^{-5} kg.

corrigé exercice 5



énergie cinétique initiale nulle (pas de vitesse)

énergie potentielle de pesanteur initiale mgL(1-cosα)

énergie mécanique initiale : $mgL(1-\cos\alpha)$

$E_{M\ init}$ =0,089*9,8*1,57(1-cos25)= 0,128 J.

à l'arrêt à la verticale du point de fixation O, l'énergie mécanique est nulle(pas de vitesse et on se trouve à l'origine des altitudes)

le travail des frottements correspond à la diminution de l'énergie mécanique.

du lâcher du pendule à son immobilisation ce travail vaut -0,128 J.

pendant la durée t=2 min 30s comptée à partir de l'instant du lâcher :

lorsque β =17° l'énergie mécanique se trouve entièrement sous forme potentielle de pesanteur

E_M = $mgL(1-\cos\beta)$ = 0,089*9,8*1,57(1-cos17)= 0,06 J.

diminution de l'énergie mécanique = travail des frottement = 0,06-0,128 = -0,068 J

corrigé exercice 6

en descente, travail moteur du poids $W(P)=mg(z_B-z_A)$ =(m_e+m_l) g d

W(P)= =45*9,81*150= 66217,5 J.

l'action du support, perpendiculaire à la vitesse ne travaille pas

Δ Ec= W(P)+W(R) =66217,5 J

ΔEp= -W(P)= -66217,5 J

Δ Em= Δ Ec+ Δ Ep =0

l'énergie mécanique est constante si seul le poids travaille.

Δ Ec= W(P)+W(N)+W(T)

travail de T : W(T) = T*d*cos(180) = -T d = -150 T

Δ Ec= 66217,5+ 0 -150 T

Δ Em= Δ Ec+ Δ Ep= 66217,5 - 150*T- W(P)

Δ Em= - 150T

T est la valeur positive(norme) de la force de frottement donc Δ Em négative

l'énergie mécanique diminue d'une valeur ègale, en valeur absolue, au travail des frottements

corrigé exercice 7

L'énergie mécanique diminue d'une quantité égale en valeur absolue au travail des frottements

Appliquer le théorème de l'énergie cinétique :

énergie cinétique initiale $\frac{1}{2}mv_i^2$ avec v_i = 90/3,6 = 25 m/s

énergie cinétique finale nulle (arrêt)

variation énergie cinétique $\Delta Ec = Ec_{finale} - Ec_{initiale} = -\frac{1}{2}mv_i^2$

la voiture est soumise à son poids P, à l'action normale du plan N et aux frottements F.

N perpendiculaire à la vitesse ne travaille pas

travail du poids, moteur en descente $W(P)= mg(z_i-z_f)$

On choisit l'altitude finale comme origine des altitudes ; soit d la distance parcourue sur le plan, alors z_i= 0,1 d (pente 10%)

$W(P)= mg(z_i-z_f) = 0{,}1mgd$

travail de F colinéaire à la vitesse mais de sens contraire : W(F) = F d cos 180 = -F d

$-F\,d+0{,}1\,mgd = -\frac{1}{2}mv_i^2$

$d\,(F-0{,}1\,mg) = \frac{1}{2}mv_i^2$ soit $d = \frac{1}{2}mv_i^2 / (F-0{,}1\,mg)$.

d= 0,5*800*25²/(2500-0,1*800*9,8)=2,5 10^5/1,716 10^3 =145,7 m.