Chapitre 6 : Travail et énergies

Introduction :

Activité 1 livre p 108

I Energie cinétique d'un solide en translation :

Un objet en mouvement possède une énergie due à sa vitesse. On appelle cette énergie, l'énergie cinétique, elle **caractérise l'état de mouvement** du solide :

Définition :
Un solide de masse m animé d'un mouvement de translation à la vitesse v possède une énergie cinétique :

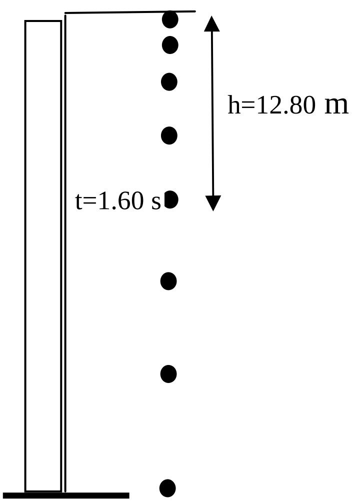
$\boxed{E_C = \frac{1}{2} m v^2}$ avec E_c : énergie cinétique en joules (J)
m : masse du solide en kg
v : vitesse du solide en $m.s^{-1}$

Exercices n° 11 et 15 p 118

II Lien entre l'énergie cinétique et le travail des forces extérieures :

1) Expérience de chute libre : (ou TPφ n°5)

On va étudier la chute libre d'une bille en acier (m=90 g).
A l'aide d'un logiciel, nous pouvons facilement enregistrer le mouvement de chute libre de la bille et en réaliser une chronophotographie.
On peut alors relever les mesures suivantes :



Temps t (en s)	Hauteur h (en m)	Vitesse instantanée v (en $m.s^{-1}$)	Energie cinétique (en J)	W poids (en J)
0,00	0,00	0,00	0	0
0,40	0,80	4,00	0.72	0.72
0,80	3,20	8,00	2.9	2.9
1,20	7,20	12,00	6.5	6.5
1,60	12,80	16,00	12	12
2,00	20,00	20,00	18	18
2,40	28,80	24,00	26	26
2,80	39,20	28,00	35	35

Questions élèves :

a. Tracer sur du papier millimétré v=f(h) puis v²=f(h). Que pouvons-nous dire grâce à la 2ème courbe ? *v² est % à h*
b. Trouver le coefficient directeur de la droite que vous avez tracé. Ne vous rappelle t-il pas un nombre ? Ecrire la relation alors obtenue. *v² = 20*h = 2*g*h*
c. Calculer l'énergie cinétique de la bille à chaque position et complétez le tableau. *voir tableau*
d. Calculer le travail du poids à chaque position. *voir tableau*

e. Conclusion ?

On voit que $E_C = W_{POIDS}$. En effet, $v^2 = 2*g*h \Leftrightarrow 1/2*m*v^2 = m*g*h$

2) Généralisation :

L'énoncé ci-dessous est généralement appelé théorème de l'énergie cinétique :

Dans un référentiel galiléen, la variation d'énergie cinétique d'un solide, entre deux instants, est égale à la somme des travaux des forces appliquées à ce solide :

$$\Delta E_C = E_C(B) - E_C(A) = \Sigma W_{AB}(\vec{F})$$

Remarques :

- C'est le travail des forces extérieures appliquées qui fait varier l'énergie cinétique du solide : on dit que le travail mécanique est un **mode de transfert de l'énergie**.
- Si le travail d'une force est positif (donc moteur), il accroît l'énergie cinétique du solide donc sa vitesse.

3) Exercice d'application :

Un bobsleigh descend une piste rectiligne de longueur 0,15 km et de pente 7,0°. La masse de l'engin et des quatre équipiers est égale à 0,45 t. La vitesse initiale vaut 5,0 m.s^{-1}.
Calculer la vitesse finale du bobsleigh en supposant les frottements négligeables.

- *Système : le bobsleigh*
- *Référentiel : terrestre*
- *Bilan des forces :*
  Son poids, la réaction de la piste.
  Les frottements sont négligeables.

- *Soient A et B les points de départ et d'arrivée.*

On a $E_{CB} - E_{CA} = \Sigma W_{AB}(\vec{F}) = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R})$

$\vec{R}$ est perpendiculaire à la piste donc $W_{AB}(\vec{R}) = 0$

$W_{AB}(\vec{P}) = P.\ AB.\ \cos(90-\alpha) = m.g.AB.\ \sin\alpha$

$\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = m.g.\ AB.\ \sin\alpha$

$\frac{1}{2} m v_B^2 = m.g.\ AB.\ \sin\alpha + \frac{1}{2} m v_A^2$

$$v_B = \sqrt{2g.\ AB.\ \sin\alpha + v_A^2}$$

$$v_B = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 150 \times \sin 7{,}0° + 5{,}0^2}$$

$$v_B = 19\ m.s^{-1}$$

Remarque :
A présent lorsque nous effectuerons un exercice de mécanique, on prendra l'habitude de définir le système sur lequel on travail, de définir le référentiel d'étude, et de faire le bilan des forces appliquées à notre système.

Exercices n°21 et 30 p 119 et 120

III Energie potentielle d'un corps (en interaction avec la terre) :

1) Origine de cette énergie :

Imaginons que l'on veuille éloigner le centre d'inertie d'un solide de la surface de la terre. On le fait passer d'une position A où il est au repos à une position B où il est également au repos. Pour cela, il faut exercer une force $\vec{F}$.
Appliquons le théorème de l'énergie cinétique :

$\Delta Ec = Ec(B) - Ec(A) = ½ m v_B^2 - ½ m v_A^2 = 0 = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{F})$
d'où
$W_{AB}(\vec{F}) = - W_{AB}(\vec{P}) = - mg(z_A - z_B) = mg(z_B - z_A)$.

A ce travail on associe une énergie, l'énergie potentielle de pesanteur notée E_{pp}.

2) Définition :

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est l'énergie qu'il possède du fait de son interaction avec la Terre.

$$\boxed{\mathbf{E_{pp} = m.g\ z}}$$

- E_{pp} : énergie potentielle de pesanteur (J).
- m : masse du solide (kg)
- g : valeur de la pesanteur ($N.kg^{-1}$)
- z : altitude du centre de gravité du solide (m)

On considère que par convention que $E_{pp} = 0$ pour l'altitude $z = 0$. L'axe des z est vertical dirigé vers le haut.

Remarque :
Cette relation est valable au voisinage de la Terre pour que l'on considère g constant.

IV Lien entre l'énergie cinétique et l'énergie potentielle :

Retour sur la chute libre :

Entre 2 points A et B de la chute libre nous pouvons écrire :
$Ec(B) - Ec(A) = ½ m v_B^2 - ½ m v_A^2 = W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$

D'où : $½ m v_B^2 + mg.z_B = ½ m v_A^2 + mg z_A$

Lors du mouvement de chute libre verticale d'un solide, la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur reste constante :

$$\boxed{\mathbf{½ m v_G^2 + mgz = cte}}$$

Ce qui veut dire que l'augmentation de l'énergie cinétique est égale à la diminution de l'énergie potentielle de pesanteur.
Il y a transformation d'une énergie en une autre.

Exercices n° 10, 13 et 17 p 134-136