Bilans d'énergie mécanique ; transferts d'énergie sous forme de travail.

Savoir :

- ***Identifier un objet physique.***
- ***Identifier et représenter les forces s'exerçant sur lui ; distinguer les forces conservatives.***
- ***Exprimer l'énergie cinétique du système dans le cas d'une particule ou d'un solide en mouvement de translation.***
- ***Mettre en œuvre le théorème de l'énergie mécanique pour mettre en équation le problème.***

Questions de cours

1) Définir qualitativement l'énergie, les différentes formes que peut prendre l'énergie, les transferts d'énergie.Variation d'énergie et transfert d'énergie. Signification des signes.

2) Expression du travail d'une force constante sur un déplacement donné. Exemple du travail du poids, démonstration de son expression en fonction de l'altitude.

3) A partir de l'expression de l'énergie cinétique, par une analyse dimensionnelle, exprimer le Joule en fonction des unités S.I.. Idem pour l'unité de la puissance.

Une balle de tennis de masse m = 50g, assimilée à un point matériel, est lâchée ans vitesse initiale d'une hauteur h = 1,00m. Elle rebondit sur le sol et remonte à une hauteur h' = 0,55 m. Les frottements de l'air sont négligés devant les autres forces.
a- Exprimer le théorème de l'énergie mécanique ; en déduire la vitesse v de la balle dans le champ de pesanteur juste avant le choc avec le sol.
b- De même calculer la vitesse v' de la balle juste après le choc.
c- En effectuant un bilan d'énergie sur le système {balle dans le champ de pesanteur-sol} , calculer la quantité de chaleur Q transférée à l'air par la balle et le sol si on attend leur retour à la température initiale.

A l'altitude z = 2850 m, un parachutiste saute d'un avion se déplaçant horizontalement à la vitesse $v = 250\ km.h^{-1}$ par rapport au sol. Il arrive au sol à la vitesse $v' = 4,0\ m.s^{-1}$. La masse du parachutiste et de son équipement est m = 97 kg.
1°) L'énergie mécanique du système {parachutiste-parachute- Terre} s'est-elle conservée ? Pour quelle raison ?
2°) Pour calculer le travail des forces de frottement exercées par l'air sur le système, quelles hypothèses particulières est-on obligés de faire ? Sont-elles réalistes ? En serait-il de même s'il s'agissait de l'entrée dans l'atmosphère de la navette américaine ?

Une voiture de masse m = 1240 kg roule sur une autoroute à la vitesse de v_0. On suppose qu'il y a des frottements constants d'intensité $F_f = 24,3$ kN entre la voiture et la route.

1) Calculer la distance D pour que le véhicule s'immobilise lorsqu'on n'exerce aucune force de freinage si la vitesse initiale était de $v_0 = 130\ km.h^{-1.}$

2) Le résultat est-il modifié si la route fait un angle α avec l'horizontale (la voiture montant ou descendant la pente) ?

Exercice I

a- Nous considérons le système {balle dans le champ de pesanteur} entre la position de départ à une hauteur h et juste avant le choc avec le sol.

Etat 1 : $E_m^{(1)} = \frac{1}{2} m \cancel{v_1^2}^{=0} + mgh$

$E_m(2) = \frac{1}{2} m v^2 + mg\cancel{h_2}^{=0}$.

En l'absence de frottements de l'air :

$\Delta E_m = 0 \iff E_m(1) = E_m(2) \iff mgh = \frac{1}{2} m v^2$

$\iff v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 1{,}00}$

$\boxed{v = 4{,}4 \ m.s^{-1}}$

b- De même entre la position juste après le choc et la hauteur h' atteinte :

$\boxed{v' = \sqrt{2gh'} = 3{,}3 \ m.s^{-1}}$

c- Entre les positions juste avant et juste après le sol :

$E_m(2) = \frac{1}{2} m v^2 + mg\cancel{h_0}^{=0} = 0{,}48 \text{ J}$

$E_m(3) = \frac{1}{2} m v'^2 + mg\cancel{h_0}^{=0} = 0{,}27 \text{ J}$

L'énergie mécanique perdue est due aux contacts avec le sol pendant la durée très courte du choc. Elle est dissipée sous forme de chaleur.

$\Delta E_m = E_m(3) - E_m(2) = 0{,}27 - 0{,}48 = -0{,}21 \text{ J} = Q$.

Exercice II Système {parachutiste dans le champ de pesanteur}.

1°) Etat initial : parachutiste dans l'avion : $E_m(1) = \frac{1}{2} m v_1^2 + mgh_1$

$= \frac{1}{2} \times 97 \times \left(\frac{250}{3{,}6}\right)^2 + 97 \times 9{,}8 \times 2850$

$= 2{,}9 \cdot 10^6 \text{ J}$

Etat final : parachutiste au sol, $E_m(2) = \frac{1}{2} m v_2^2 + mg\cancel{h_2}^{=0}$

$= \frac{1}{2} \times 97 \times 4{,}0^2 = 776 \text{ J}$

2°) Pour calculer le travail des forces de frottement, il faudrait faire l'hypothèse que seules les forces de frottement s'exercent comme forces non conservatives.

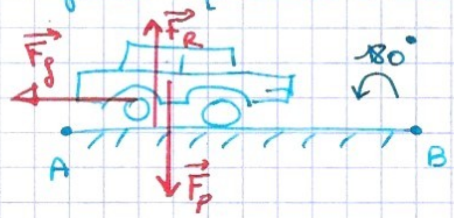
Pour le parachutiste : on peut négliger la force d'Archimède et donc écrire :

$\Delta E_m = E_m(2) - E_m(1) = -2{,}9 \cdot 10^6 \text{ J} = W(\vec{F}_{NC}) = W(\vec{F}_f)$

Pour la navette : il faut tenir compte aux forces de réaction dûes aux réacteurs.

Exercice 3

1) Système {voiture dans le champ de pesanteur}



Sur la zone de ralentissement :

$W_{A\to B}(\vec{F_R}) = 0 = W_{A\to B}(\vec{F_P}) = -\Delta E_{pp}$

Car $\vec{F_R}$ et $\vec{F_P}$ sont perpendiculaires à la trajectoire

$W_{A\to B}(\vec{F_f}) = f_f \times AB \times \cos(\widehat{\vec{F_f}, \vec{AB}})$ 180°.

$= F_f \times D \times (-1)$

$\Delta E_m = \Delta E_c + \underbrace{\Delta E_{pp}}_{=0} = \frac{1}{2} m \underbrace{v_f^2}_{=0} - \frac{1}{2} m v_0^2$

$= W_{A\to B}(\vec{F_R}) + W_{A\to B}(\vec{F_f}) = 0 - f.D$

Nous en déduisons : $D = \frac{m v_0^2}{2 F_f} = \frac{1240 \times \left(\frac{130}{3,6}\right)^2}{2 \times 24,3.10^3} = 33 \text{ m}$

2: la route fait un angle α :

$\Delta E_c = W(\vec{F_f}) + W(\vec{F_P}) \Rightarrow W(\vec{F_f}) = -F.D = \Delta E_c - W(\vec{F_P})$

2 cas :

Si la pente est ascendante $W(\vec{F_P}) < 0$ Donc $W(\vec{F_f})$ diminue par ~~augmente~~. valeurs négatives

Donc D diminue

Si la pente est descendante $W(\vec{F_P}) > 0$ Donc $W(\vec{F_f})$ augmente. ~~diminue~~ par valeurs négative

Donc D augmente.