Correction des exercices du chapitre 15

Exercice 18 p 312 : Reconnaitre une force conservative.

a. $W_{AB}(P) = mg(z_A - z_B)$ si A est le point de départ au sol et B le point d'arrivée au dernier étage.
A.N. : $W_{AB}(P) = 60 \times 9{,}81 \times (-360) = -2{,}1 \times 10^5$ J.
b. Si la personne monte par l'escalier, il faut additionner les travaux du poids à chaque montée de marche:
$W_{AB}(P) = -1706 \times mg \times h_{marche}$.
A.N. : $W_{AB}(P) = 1706 \times 60 \times 9{,}81 \times 21{,}1 \times 10-2 = -2{,}1 \times 10^5$ J.
c. Le travail du poids est le même dans les deux cas, le poids est donc une force conservative.

Exercice 19 p 312 : Reconnaitre une force non conservative

a. $\mathcal{W}_1 = \vec{F} \cdot (\overrightarrow{AB}) = -F \times AB$.
A.N. : $\mathcal{W}_1 = -200 \times 100 = -2{,}00 \times 10^4$ J.
$\mathcal{W}_2 = \vec{F} \cdot (\overrightarrow{AC}) + \vec{F} \cdot (\overrightarrow{CB}) = -200 \times 80 - 200 \times 60 = -2{,}80 \times 10^4$ J.
b. Le travail de la force de frottement dépend du chemin suivi pour aller de A à B. La force de frottement n'est donc pas conservative.

Exercice 32 p 315 : Déchargement d'une caisse

Au point de départ, en A : $v_0 = 1$ m. s^{-1} et $h = 85$ cm.
Au point d'arrivée, en B : $v_B = 0$ et $h_B = 0$.
Le système n'est pas en chute libre, il subit des forces non conservatives qui, ici, sont des forces de frottement.
La variation de l'énergie mécanique entre les positions A et B s'écrit :
$$\Delta\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_m(B) - \mathcal{E}_m(A) = \mathcal{W}_{AB}(\vec{F}_{\text{non conservatives}}),$$
Soit :
$$\mathcal{W}_{AB}(\vec{F}_{\text{non conservatives}}) = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B - \frac{1}{2}mv_0^2 - mgh = -\frac{1}{2}mv_0^2 - mgh$$
Puisque $v_B = 0$ et $h_B = 0$.
La distance AB parcourue sur la rampe est :
$$AB = \frac{h}{\sin\alpha}.$$
Le travail d'une force constante sur un trajet rectiligne s'écrit :
$$\mathcal{W}_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot (\overrightarrow{AB}) = -F \times AB.$$
La norme de la force de frottement s'exprime donc par :
$$F = \frac{-\mathcal{W}_{AB}(\vec{F})}{AB} = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh}{h}\ \sin\alpha.$$
$$\textbf{A.N. :}\ F = \frac{\frac{1}{2} \times 50 \times 1^2 + 50 \times 9{,}81 \times 0{,}85}{0{,}85} \times \sin 30 = 260\ \text{N}.$$

Exercice 36 p 316 : Alpinisme

a. Pendant sa chute, l'alpiniste est soumis à deux forces : son poids et la force de tension de la corde.
b. La chute est sans frottement. L'énergie mécaniques de l'alpiniste se conserve, car il n'est soumis à aucune force non conservative.
La conservation de l'énergie mécanique entre les positions A et O s'écrit :

$\mathscr{E}_m(A) = \mathscr{E}_m(O)$, soit $\Delta\mathscr{E}_m = 0$.

c. Comme il y a conservation de l'énergie mécanique entre les positions A et O, on peut écrire :

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgz_A = \frac{1}{2}mv_O^2 + mgz_O.$$

On choisit l'axe des altitudes orienté vers le haut avec pour origine le point O.

$z_O = 0$ et $v_A = 0$.

Soit : $v_0 = \sqrt{2gz_A} = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$.

A.N. : $v_0 = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 10 \times (1-\cos 40°)} = 6{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exercice 37 p 317 : Oscillation amorties d'un pendule.

a. La pseudo-période d'oscillation vaut 1,2 s. Elle est deux fois plus grande que la pseudo-période des énergies (cinétique et potentielle de pesanteur).

Par lecture graphique :

$\Delta\mathscr{E}_m = 5{,}4 - 8{,}5 = -3{,}1$ J.

L'énergie mécanique perdue au cours d'une oscillation est donc de 3,1 J. Cette perte résulte du fait que des forces non conservatives travaillent sur le déplacement.

Les forces responsables de la perte d'énergie mécanique sont les forces de frottement.

b.

$\Delta\mathscr{E}_m = \mathscr{W}_{AB}(\vec{F}_{\text{non conservatives}}) = -3{,}1$ J.

Exercice 43 p 319

1. a. $\mathscr{E}_{m_A} = \mathscr{E}_{pp_A} + \mathscr{E}_{c_A}$.

Comme la vitesse initiale est nulle, alors $\mathscr{E}_{c_A} = 0$

et $\mathscr{E}_{m_A} = \mathscr{E}_{pp_A} = mgH_1$.

$\mathscr{E}_{m_B} = \mathscr{E}_{pp_B} + \mathscr{E}_{c_B} = mgh_1 + \frac{1}{2}mv_B^2$.

b. La descente se fait sans frottement. Il y a donc conservation de l'énergie mécanique :

$\mathscr{E}_{m_A} = \mathscr{E}_{m_B}$.

Soit : $mgH_1 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_1$.

On divise tous les membres par m :

$gH_1 = \frac{1}{2}v_B^2 + gh_1$

$\frac{1}{2}v_B^2 = gH_1 - gh_1$

$v_B^2 = 2g(H_1 - h_1)$

A.N. : $v_B = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times (3{,}5 - 0{,}85)} = 7{,}2\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

2. a. On a vu que : $v_B = \sqrt{2g(H_1 - h_1)}$, ce qui montre que la vitesse n'est pas proportionnelle à la hauteur H_1 du tremplin. Si H_1 double, alors v_B n'est pas doublée.

b. Le travail de la force de frottement peut s'exprimer par :

$\mathscr{W}_{AB}(\vec{F}) = \mathscr{W}_{AO}(\vec{F}) + \mathscr{W}_{OB}(\vec{F}) = -F \times AO - F \times OB$.

A.N. : $\mathscr{W}_{AB}(\vec{F}) = -120 \times (20 + 2{,}5) = -2{,}7 \times 10^3$ J.

c. $\Delta\mathscr{E}'_m = mgH_2 - \left(\frac{1}{2}mv'^2_B + mgh_2\right) = \mathscr{W}_{AB}(\vec{F})$.

$mgH_2 - mgh_2 - \mathscr{W}_{AB} = \frac{1}{2}mv'^2_B$.

A.N. : $v_B' = \sqrt{\frac{2}{73} \times (73 \times 9{,}81 \times (7 - 0{,}85) - 2700)} = 6{,}83\text{m}$.

d. On obtient une valeur inférieure à celle obtenue pour le premier tremplin, car on a ici considéré les frottements. Si on faisait le même calcul dans le premier cas, c'est-à-dire si on considérait non nuls les frottements, on obtiendrait une vitesse v_B inférieure à 6,83 m.