Travail et énergie – Calorimétrie - Dosage

Exercice 1 : Freinage d'une automobile

1. Système = {véhicule}
   Référentiel : terrestre, supposé galiléen
   Bilan des forces : le poids du véhicule $\vec{P}$
   la réaction de la route $\vec{R} = \vec{R_N} + \vec{F}$
2. On utilise le théorème de l'énergie cinétique appliqué au véhicule entre A et B
   $\Delta E_c = \Sigma W(\vec{f})$ soit $E_c(B) - E_c(A) = W(\vec{P}) + W(\vec{R_N}) + W(\vec{F})$
   avec $W(\vec{R_N}) = 0$ car la réaction est normale au déplacement.
   $W(\vec{P}) = \vec{P}.\vec{AB} = mg \times AB \times \cos 86°$ $W(\vec{P}) = 50{,}3 kJ > 0$
   $E_c(B) = 0$
   On obtient : $W(\vec{F}) = -E_c(A) - W(\vec{P}) = \frac{-1}{2} m v_A^2 - mg \times AB \times \cos 86°$
   $W(\vec{F}) = -210 kJ < 0$
3. $W(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{AB} = F \times AB \times (-1)$ donc $F = \frac{-W(\vec{F})}{AB}$
   F = 2,29.10^3 N
4. **P = 8 . 10^3 N** donc les forces de frottements ne sont effectivement pas négligeables.

Exercice 2 : Capacité thermique d'une brique

Système isolé = {calorimètre + eau + brique}
Le système est isolé : $\Delta E = 0$ donc $\Delta U = 0$ ($\Delta Em = 0$)
Soit ΔU_C la variation d'énergie interne du calorimètre,
ΔU_E '' '' '' de l'eau
ΔU_B '' '' '' de la brique
$\Delta U_C + \Delta U_E + \Delta U_B = 0$
$\Delta T_C = T_F - T_2$ $\Delta T_E = T_F - T_2$ $\Delta T_B = T_F - T_1$
$C . \Delta T_C + m_2 . c_{eau} . \Delta T_E + m_1 . c_B . \Delta T_B = 0$

$$c_B = -\frac{C\Delta C + m_2 c_{eau} \Delta T_E}{m_1 \Delta T_B}$$

c_B = 939 J.kg^{-1}.K^{-1}

Exercice 3 : Dosage de la vitamine C

1. Le réactif titrant est le diiode I_2 et le réactif à titrer est l'acide ascorbique $C_6H_8O_6$
2. Il s'agit d'un dosage colorimétrique. On repère l'équivalence par un changement de couleur : le mélange dans le bécher passe d'incolore à orangé lorsque l'équivalence est dépassée.
3. D'après les coefficients stœchiométriques de l'équation de la réaction, à l'équivalence, $n(I_2) = n(C_6H_8O_6)$ donc $C_A \times V_A = C_{I2} \times V_{eq}$
   soit $C_A = C_{I_2} \times \frac{V_{eq}}{V_A}$ **C_A = 27,5 mmol.L^{-1}**
4. $n(I_2)_0 = C_{I2} \times V_{eq}$ $n(I_2)_0 = 2{,}75$ mmol

mmol	$C_6H_8O_6$ +	I_2 →	$C_6H_6O_6$ +	2 H^+ +	2 I^-
x = 0	n_A	2,75	0	0	0
x	n_A - x	2,75 - x	x	2 x	2 x
x = x_f	n_A - x_f	2,75 - x_f	x_f	2 x_f	2 x_f

A l'équivalence, les 2 réactifs sont épuisés :
donc $2{,}75 - x_f = 0$ d'où $x_f = 2{,}75$ mmol
Et $n_A - x_f = 0$ donc $n_A = 2{,}75$ mmol
On a bien $n_A = n(I_2)_0$ et $n_A = C_A V_A$ d'où $C_A = 27{,}5$ mol.L^{-1}

5. m = n x M m = 2,75. 10^{-3}x 176,0 **m = 484 mg**

Le comprimé contient 484 mg de vitamine C soit 500 mg avec 2 chiffres significatifs !
Il s'agit d'un comprimé de vitamine C 500.

Exercice 4 : Etude d'un pendule

1. La sphère a une **trajectoire circulaire** autour de l'axe du fil.
2. Système = {sphère}
   Référentiel : terrestre, supposé galiléen
   Bilan des forces : poids $\vec{P}$
   tension du fil $\vec{T}$
3. Le travail de la tension du fil est nul car la tension, orientée selon le rayon de la trajectoire est à chaque instant perpendiculaire à la trajectoire. Par conséquent, seul le poids travaille donc l'énergie mécanique se conserve.
4. On oriente l'axe z vers le haut avec pour origine le point bas de la sphère (fil à la verticale).
   $E_p = mgz = mg(\ell - \ell \cos \beta)$
5. $E_m(A) = E_c(A) + E_p(A) = 0 + mg(\ell - \ell \cos \beta)$
6. L'énergie mécanique se conserve donc $E_m(B) = E_m(A)$.
   Or, $E_c(B) = \frac{1}{2}\, m\, v_B 2$ et $E_p(B) = 0$ car $z = 0$
   donc $\frac{1}{2}\, m\, v_B^2 = mg(\ell - \ell \cos \beta)$
   $$v_B = \sqrt{2g(l - l\cos\beta)}$$

Exercice 3 : Saut à l'élastique

1. Etude de la première phase du saut

a) $E = E_m + U$

On considère l'énergie interne de la personne constante et on la prend égale à 0 en O :

$E = E_c + E_{pp} = 0$

b) Le système étant isolé : $\Delta E = 0$

$E(A) = E(O) = 0$

c) En chute libre, l'énergie mécanique du système se conserve (donc l'énergie interne du système ne varie pas) :

$\Delta E = 0$ et $\Delta E_m = 0$ donc $\Delta U = 0$.

$E_c(A) + E_{pp}(A) = E_c(O) + E_{pp}(O)$ donc $E_c(A) = - E_{pp}(A) = \Delta E_{pp}(A)$

$\frac{1}{2}\, m\, v(A)2 = - m\, g\, (z_A - z_0)$

$$v(A) = \sqrt{2g(z_0 - z_A)}$$

$v(A) = 14\ m.s^{-1}$

Dans la phase de chute libre, l'énergie potentielle est « convertie » en énergie cinétique.

2. Etude de la deuxième phase du saut

a) Comme le systèm est isolé, son énergie se conserve, elle est constante :

$E(B) = E(A) = E(O) = 0$

En B, l'élastique est à sa longueur maximale, la personne a donc une vitesse nulle : $v(B) = 0$ donc **$E_c(B) = 0$.**

$E_{pp}(B) = m\, g\, (z_B - z_0)$ **$E_{pp}(B) = -19{,}6\ kJ$**

$E_c(B) + E_{pp}(B) + U(B) = E_c(A) + E_{pp}(A) + U(A)$

$U(B) = E_c(A) + E_{pp}(A) - E_{pp}(B) = - E_{pp}(B) = \Delta E_{pp}(B)$

Dans la phase d'étirement de l'élastique, toute l'énergie potentielle depuis le départ est convertie en énergie interne dans l'élastique.

$U(B) = m\, g\, (z_0 - z_B)$ **$U(B) = 19{,}6\ kJ$**

b) $U(B) = \frac{1}{2}\, k\, (\Delta\ell)^2 = \frac{1}{2}\, k\, (z_A - z_B)^2 = m\, g\, (z_0 - z_B)$

donc $$k = \frac{2mg(z_0 - z_B)}{(z_A - z_B)^2}$$ **$k = 121\ N.m^{-1}$**

3. Equilibre final

a) Système : {personne}

Bilan des forces :

- poids $\vec{P}$ tel que $P = mg$
- force de rappel du ressort $\vec{F}$ telle que $F = k\, \Delta\ell$

b) Principe d'inertie : Dans le référentiel terrestre, la personne est immobile en C donc $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ soit $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$

Par projection sur l'axe z vertical vers le haut : $- mg + k\, \Delta\ell = 0$

$$\Delta l = \frac{mg}{k}$$ **$\Delta\ell = 5{,}8\ m$**

c) $z_C = z_A - \Delta\ell$ **$z_C = 44\ m$**