Activités dans un parc aquatique

PARTIE A - La glissade sur le toboggan

A.1. Etude des forces exercées sur le baigneur dans la piscine

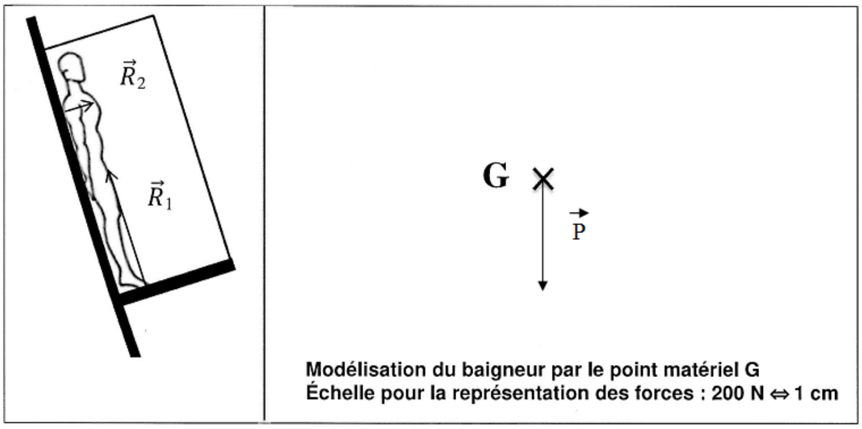
A.1.1 Calcul de l'intensité du poids P du baigneur.

On a la relation :

$$P = m \times g = 50 \times 9{,}8 = 490\ N$$

A.1.2 Document réponse à compléter.

L'échelle choisie est de 1 cm pour 200 N donc pour un vecteur de valeur 490 N, la longueur du vecteur sera de 2,45 cm.



A.1.3. Modélisation du vecteur $\vec{R}$

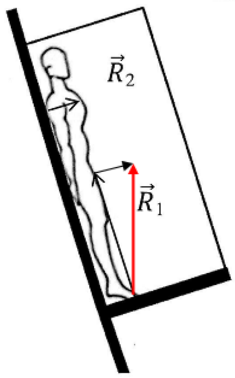
Le vecteur $\vec{R}_1$ modélise l'action du support sur les pieds du baigneur et le vecteur $\vec{R}_2$ représente l'action du support sur le dos du baigneur. Donc la somme des vecteurs $\vec{R}_1$ et $\vec{R}_2$ correspondant à $\vec{R}$ modélise l'action du support sur le corps du baigneur.

A.1.4. Somme vectorielle de toutes les forces qui s'exercent sur le baigneur.

Juste avant le départ, le baigneur est immobile dans la cabine donc toutes les forces qui s'exercent sur le baigneur se compensent. Donc la somme vectorielle de toutes les forces qui s'exercent sur le baigneur est nulle.

A.1.5. Caractéristiques de l'action modélisée par le vecteur $\vec{R}$.

Le vecteur tracé en rouge correspond à $\vec{R}$ et correspond à la somme des vecteurs $\vec{R}_1$ et $\vec{R}_2$.



Les caractéristiques du vecteur $\vec{R}$ sont donc :

- Sens : vers le haut
- Direction : verticale
- Intensité : 490 N (es égale au poids car les deux forces se compensent, le baigneur étant immobile)

A.2. Détermination de la vitesse maximale de chute du baigneur.

A.2.1 Forces qui s'exercent sur le baigneur.

- Poids $\vec{P}$ du baigneur (force exercée par la Terre sur le baigneur)
- Force $\vec{R}$ du toboggan sur le baigneur.

A.2.2. Force dont le travail est nul lors de la glissade.

Parmi les deux forces citées précédemment, il s'agit de la force du toboggan sur le baigneur dont le travail est nul car cette force est toujours perpendiculaire au déplacement (les forces de frottement sont négligées).

A.2.3. Calcul du travail du poids.

Le travail du poids a pour expression :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times h = 50 \times 9{,}8 \times 11 = 5390\ J = 5{,}4\ kJ$$

Le travail du poids est bien de 5,4 kJ.

A.2.4. Calcul de la variation d'énergie cinétique du baigneur entre les points A et B

D'après le théorème de l'énergie cinétique, on a la relation :

$$\Delta E_C = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) = 5{,}4 + 0 = 5{,}4\ kJ$$

A.2.5. Calcul de la vitesse atteinte par le baigneur au point B.

D'après l'expression de la variation de l'énergie cinétique, on a :

$$\Delta E_C = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

Or la vitesse en A est nulle donc l'expression devient :

$$\Delta E_C = \frac{1}{2} m v_B^2 \quad donc \quad v_B^2 = \frac{2\Delta E_C}{m}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2\Delta E_C}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 5400}{50}} = 14{,}7\ m.s^{-1}$$

La vitesse atteinte par le baigneur au point B est bien voisine de 15 m.s^{-1}

A.2.6. Catégorie du toboggan utilisé.

On sait que 1 m.s^{-1} = 3,6 km.h^{-1} donc :

$$v_B = 14{,}7 \times 3{,}6 = 53\ km.h^{-1}$$

La vitesse atteinte est bien inférieure à 100 km.h^{-1} donc le toboggan n'appartient pas à cette catégorie.

A.2.7. Calcul de la valeur moyenne de l'accélération.

Dans le bassin de réception, le baigneur est soumis à la force de frottement $\vec{F}$ et à son poids $\vec{P}$. Le travail du poids est nul car cette force est toujours perpendiculaire au déplacement.

D'après le théorème de l'énergie cinétique, on a la relation :

$$\Delta E_C = W_L(\vec{P}) + W_L(\vec{F}) \quad donc \quad W_L(\vec{F}) = \Delta E_C - W_L(\vec{P}) = 5400 - 0 = 5400\ J$$

D'après l'expression du travail de la force de frottement, on a la relation :

$$W_L(\vec{F}) = F \times L \quad donc \quad F = \frac{W_L(\vec{F})}{L} = \frac{5400}{15} = 360\ N$$

D'après le principe fondamental de la dynamique, on a la relation :

$$a_{moy} = \frac{F}{m} = \frac{360}{50} = 7{,}2\ m.s^{-2}$$

On peut comparer cette accélération à celle de la pesanteur qui est de 9,8 m.s^{-2}. On peut dire quelles sont du même ordre de grandeur et sont équivalentes.

PARTIE B - L'entretien du bassin et deseaux de baignade

B.1. Le détartrage des filtres

B.1.1 Raisons justifiant le détartrage des filtres

D'après le document B3, les deux raisons de détartrage des filtres sont :

- optimiser la performance des filtres
- améliorer l'efficacité des produits de traitements

B.1.2 Définition d'un acide.

Un acide est une espèce capable de céder un ou plusieurs protons H^+.

B.1.3 L'acide présent dans le détartrant est l'acide sulfamique de formule brute H_3NSO_3.

B.1.3.1 Formule brute de la base conjuguée de l'acide sulfamique.

La formule brute de la base conjuguée de l'acide sulfamique est $^{+}H_2NSO_3$

B.1.3.2 Equation chimique de la réaction de l'acide sulfamique avec l'eau.

L'acide sulfamique, espèce acide, réagit avec une base H2O. On considère donc le couple : H_3O^+/H_2O

$H_3NSO_3 \rightarrow {}^{+}H_2NSO_3 + H+$ (1) demi-équation du couple $H_3NSO_3/{}^{+}H_2NSO_3$

$H_2O + H^+ \rightarrow H_3O+$ (2) demi-équation du couple H_3O^+/H_2O

(1) + (2) $H_3NSO_3 + H_2O \rightarrow {}^{+}H_2NSO_3 + H_3O^+$

B.1.4. Dans la solution d'acide sulfamique, l'espèce chimique qui réagit avec le tartre est l'ion H_3O^+.

B.1.4.1 Equation chimique entre le tartre et l'ion H_3O^+

$$CaCO_3 + 2H_3O^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + 3H_2O$$

B.1.4.2 Cette réaction modélise le détartrage des filtres du bassin de la piscine car le tartre (espèce solide) régit avec les ions oxonium H3O+ pour former des espèces ioniques (solubles en solution aqueuse), des espèces gazeuses (dioxyde de carbone CO2) et des espèces liquides (eau). On a donc aucune espèce solide, le tartre disparait donc des filtres du bassin de la piscine. Il s'agit bien d'une opération de détartrage.

B.1.5. Calcul du nombre seaux, de produit détartrant Decalcit Filtre.

Calcul du volume de la piscine :

$$V = \pi \times R^2 \times h = \pi \times 7{,}500^2 \times 0{,}85 = 150\ m^3$$

D'après le document B3, il faut utiliser 5 kg pour un volume de 100 m^3, donc pour 150 m^3, il faut une masse m de :

$$m = \frac{5 \times 150}{100} = 7{,}5\ kg$$

Sachant qu'un seau a une masse de 10 kg, il faudra un seau pour réaliser le détartrage.

B.2 La désinfection de l'eau avec le produit "Chloryte"

B.2.1. Signification de deux des pictogrammes de sécurité apposés sur l'étiquette du produit désinfectant "Chloryte".

- GHSO3 : Comburant
- GHSO5 : Corrosif
- GHSO7 : Nocif/irritant
- GHSO9 : dangereux pour l'environnement

B.2.2. Paramètres physico-chimiques à mesurer avant de réaliser une désinfection de l'eau du bassin avec le produit désinfectant "Chloryte".

Les paramètres sont les suivants :

- le pH
- la température.

B.2.3. Calcul du volume de solution de "Chloryte" à préparer pour traiter l'eau d'un bassin de 150 m^3.

D'après le document B4, il faut une masse de 150 g pour 10 m^3 d'eau à traiter donc pour un volume de 150 m^3, il faut une masse m de :

$$m = \frac{150 \times 150}{10} = 2250\ g$$

Le volume V de cette solution à préparer est donc de :

$$C_m = \frac{m}{V} \quad donc \quad V = \frac{m}{C_m} = \frac{2250}{40} = 56{,}25\ L$$

<u>**B.3** Le pH de l'eau de la piscine</u>

B.3.1. Calcul du pH d'une eau de piscine

On a la relation :

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1,6 \times 10^{-7}) = 6,8$$

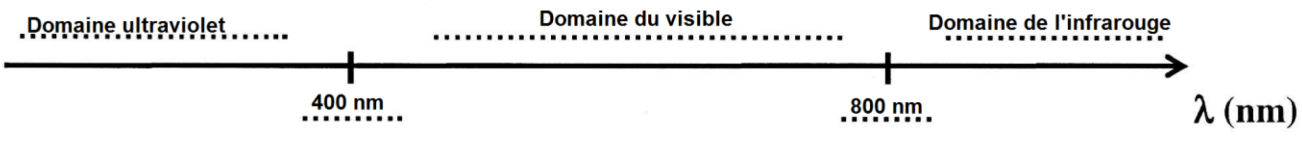
B.3.2. Cette eau de piscine doit être traitée du point de vue de son pH avant de la désinfecter au "Chloryte" car la valeur du pH n'est pas comprise entre 7,0 et 7,4. Il faudra augmenter le pH de l'eau de la piscine.

B.3.3. Le pH de l'eau de la piscine est de 6,8 et il doit être augmenté par traitement à un pH compris entre 7,0 et 7,4. Il faut donc utiliser le produit « pH plus ». Le produit commercialisé aura un caractère basique car il faut augmenter la valeur du pH. Une solution basique possède un pH supérieur à 7.

PARTIE C - Les saunas de l'espace détente

<u>**C.1.** Etude de la source lumineuse du sauna infrarouge</u>

C.1.1 Axe des longueurs d'onde



C.1.2 Argument justifiant l'utilisation du rayonnement infrarouge dans ce type de sauna.

Avec un sauna infrarouge la puyissance électrique consommée est 4 fois plus faible.

C.1.3. Température de surface de la source lumineuse

C.1.3.1. Détermination de la longueur correspondant au maximum d'absorption.

D'après le document C2, le maximum d'absorption correspond à une longueur d'onde λ_{max} de 8 µm.

λ_{max} = 8 µm = 8000 nm

Cette longueur d'onde est bien supérieure à 800 nm donc cette lampe est adaptée pour un sauna infrarouge.

C.1.3.2. Calcul de la température de surface de la lampe.

D'après la loi de Wien donnée dans le document C3, on a la relation :

$$\lambda_{max} = \frac{2{,}90\times10^{-3}}{T} \quad donc \quad T = \frac{2{,}90\times10^{-3}}{\lambda_{max}} = \frac{2{,}90\times10^{-3}}{8\times10^{-6}} = 362{,}5\ K$$

$$T = \theta + 273{,}15 \quad donc \quad \theta = T - 273{,}15 = 362{,}5 - 273{,}15 = 89{,}35\ °C$$

Cette température de surface de la lampe est très supérieure à la température corporelle donc il y a risque de brûlure.

C.2. Etude énergétique d'un sauna traditionnel

C.2.1 Calcul de l'énergie E nécessaire pour vaporiser l'eau

On calcule la masse d'eau contenue dans la louche

$$\rho = \frac{m}{V} \quad donc \quad m = \rho\times V = 1{,}0\times90 = 90\ g = 0{,}09\ kg$$

L'énergie E correspond à la somme de l'énergie pour augmenter la température de l'eau de 30 °C à 100 °C et de l'énergie pour vaporiser l'eau à la température de 100 °C.

On a la relation :

$$E = m\times C_{eau}\times\Delta T + m\times\Delta H_{vap}$$

$$E = 0{,}09\times4{,}18\times10^{3}\times100-30) + 0{,}09\times2{,}26\times10^{3} = 26537\ J = 26{,}5\ kJ$$

L'énergie E pour vaporiser cette eau est bien voisine de 27 kJ

C.2.2 Calcul de la puissance électrique apportée à la pierre chauffée.

On a $E_{électrique} = E_e = E$

On a la relation :

$$E_e = P_e\times\Delta t \quad donc \quad P_e = \frac{E_e}{\Delta t} = \frac{27000}{5} = 5400\ W = 5{,}4\ kW$$

C.3. Comparaison du coût de fonctionnement des deux saunas

La puissance électrique consommée par un sauna infrarouge est de 1,5 kW. On calcule donc l'énergie consommée pendant la durée de fonctionnement annuelle.

$$E_e = P_e\times\Delta t = 1{,}5\times1500 = 2250\ kW.h$$

On connaît le prix d'un kilowattheure donc on calcule le coût de fonctionnement de ce sauna

Prix = 2250×0,15 = 337,5 euros

L'économie annuelle réalisée est de 1350 - 337,5 = 1012,5 euros