

La rédaction et l'orthographe sont également appréciées et pris en compte dans la notation.

Calculatrice autorisée.

Exercice A - Tapis solaire pour piscine - 10 pts - 30 min

Un particulier désire élever de quelques degrés la température de sa petite piscine hors sol à l'aide d'un dispositif simple, peu coûteux et écologique. Dans un guide de piscines, il trouve la documentation suivante :

« Le tapis solaire est un moyen écologique et économique de chauffer sa piscine. Le tapis solaire se compose de tuyaux souples en PVC de couleur noire assemblés.

Le principe est simple : les tuyaux emmagasinent l'énergie provenant des rayons du soleil. L'eau de la piscine est aspirée via une pompe et elle passe par les tuyaux où elle est chauffée. Elle repart ensuite dans le bassin. »

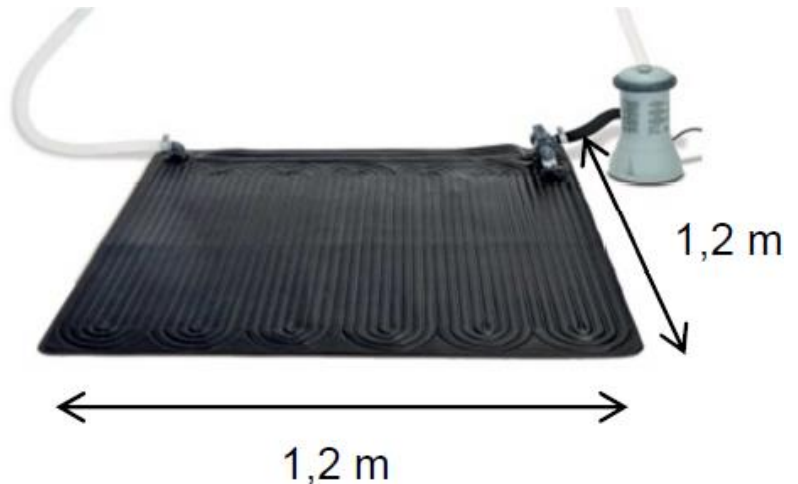


Figure 1 : Un tapis solaire (Source : *intex.fr*)

Le tapis solaire est doté de connecteurs qui permettent de relier entre eux jusqu'à 6 tapis en série, en fonction du volume d'eau de la piscine à chauffer.

Volume V d'eau dans la piscine en m^3	$0,9 \leq V \leq 5$	$5 \leq V \leq 8$	$8 \leq V \leq 12$	$12 \leq V \leq 16$	$16 \leq V \leq 20$	$20 \leq V \leq 25$
Nombre de tapis recommandé	1	2	3	4	5	6

Un tapis est un carré de 1,2 m de côté.

Données :

- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- Capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
- Le rendement η d'un capteur solaire est défini par le rapport de la puissance utile fournie par le capteur sur la puissance thermique incidente du rayonnement solaire arrivant sur la surface du capteur, c'est-à-dire $\eta = \frac{P_u}{P_i}$ et le rendement d'un tapis solaire a pour valeur $\eta = 0,21$;
- 1 kWh = $3,6 \times 10^6 \text{ J}$;
- Coût d'un kWh : 0,16 euro ;
- Les caractéristiques de la piscine sont les suivantes :
 - Hauteur d'eau dans la piscine $h = 1,3 \text{ m}$;
 - Surface du bassin de la piscine $S = 8,0 \text{ m}^2$.

Pendant le jour, les rayons du Soleil parviennent à la surface de l'eau qui se réchauffe. On admet que l'eau de la piscine reçoit une puissance thermique surfacerique moyenne $P_{S1} \approx 170 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ pendant une durée de 12 h.

Partie A : Bilan énergétique moyen sur une journée en l'absence de tapis solaires

- A.1.** Montrer que la valeur du transfert thermique Q_1 reçu par l'eau de la piscine pendant ces 12 h est proche de $5,9 \times 10^7$ J.
- A.2.** Énoncer le premier principe de la thermodynamique.
- A.3.** À l'aide de ce principe, déterminer la valeur de l'augmentation $\Delta\theta_1$ de la température de l'eau de la piscine.
- A.4.** En fin de journée, l'eau de la piscine a une température qui se situe autour de 24°C . Pendant la nuit, on considère que la température de l'air ambiant chute autour de 15°C . Justifier que l'eau de piscine va se refroidir au cours de la nuit.
- A.5.** Proposer une solution simple pour éviter les déperditions thermiques.

Partie B : Chauffage de la piscine à l'aide de tapis solaires

Pour élever de quelques degrés la température de l'eau de la piscine à un faible coût, le particulier décide de l'équiper de tapis solaires qu'il raccorde à la pompe lui permettant de filtrer l'eau.

- B.1.** Identifier le mode de transfert thermique qui explique :
- que le matériau des tapis se réchauffe ;
 - que l'eau qui circule dans les tapis se réchauffe.
- B.2.** Déterminer la valeur de la puissance thermique incidente P_i du rayonnement solaire qui arrive sur un seul tapis.
- B.3.** Déterminer la valeur de la puissance thermique utile P_u fournie par ce tapis à l'eau.
- B.4.** On suppose que la saison dure 3 mois à raison de 12 h de chauffage solaire par jour. Sachant qu'un tapis coûte 20 euros, indiquer si le coût d'investissement pour l'achat des tapis recommandés pour réchauffer la piscine sera amorti en fin de saison si on le compare au coût de la consommation d'un chauffage électrique.

Le candidat est invité à prendre des initiatives ; toute démarche même incomplète sera valorisée.

Exercice B - Nombre de « g » dans uneessoreuse à salade - 10 pts - 30 min

L'accélération se mesure en $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ mais peut aussi s'exprimer comme un multiple de l'accélération de la pesanteur « g » : soit $1\text{g} = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Le pilote d'un avion de chasse ou d'un avion de voltige lors d'un looping subit une accélération pouvant atteindre 6g.

L'exercice étudie l'accélération que peut subir une feuille de salade dans le panier d'uneessoreuse.

Donnée :

- diamètre intérieur du panier tournant de l'essoreuse : $D = 23,5 \text{ cm}$.



Figure 1. L'essoreuse en cours d'utilisation

Q1. Représenter le repère de Frenet au point A du panier de l'essoreuse sur le document en ANNEXE à rendre avec la copie.

Q2. Exprimer les coordonnées dans le repère de Frenet du vecteur accélération \vec{a}_A du point A. Le point A est situé à une distance r de l'axe de rotation ; on note v_A la norme de son vecteur vitesse.

Q3. Représenter, sans considération d'échelle, sur le document en ANNEXE à rendre avec la copie, le vecteur accélération \vec{a}_A du point A lorsque le panier tourne à vitesse de rotation constante.

La vitesse de rotation du panier est mesurée avec un tachymètre laser. Un petit dispositif placé sur une bande noire collée au panier renvoie le faisceau laser à chaque tour. La bande noire évite les réflexions parasites de la lumière laser. Le tachymètre indique une valeur de 1150,7 tours par minute (noté RPM pour Revolutions Per Minute) pour la valeur de la vitesse de rotation du panier de l'essoreuse.



Figure 2. Tachymètre laser avec affichage de la vitesse de rotation en tours par minute

Q4. En utilisant la valeur mesurée par le tachymètre, montrer que la valeur de la vitesse du point A est $v_A = 14,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Exprimer cette vitesse en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Q5. Représenter sur le document en ANNEXE à rendre avec la copie, le vecteur vitesse \vec{v}_A du point A du panier de l'essoreuse lors de la mesure, en considérant la vitesse de rotation comme constante. L'échelle de représentation utilisée fera correspondre 4 cm avec $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Q6. Calculer dans ces conditions, la valeur a_A de l'accélération d'une feuille de salade placée en A dans le panier de l'essoreuse. L'exprimer en $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ et en « g ». Commenter le résultat en le comparant aux valeurs d'accélération données en introduction.

Échelle de représentation du vecteur vitesse : 4 cm pour $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Cuve extérieure
fixe en verre de
l'essoreuse

Réflecteur A
sur le panier
mobile

