



T ^{ale} Spé	ÉTUDE D'UN SYSTÈME THERMODYNAMIQUE
Activité E	1 ^{er} principe de la thermodynamique
CAPACITES EXIGIBLES AU BACCALAUREAT	
	Exploiter l'expression de la variation d'énergie interne d'un système incompressible en fonction de sa capacité thermique et de la variation de sa température pour effectuer un bilan énergétique.
	Distinguer, dans un bilan d'énergie, le terme correspondant à la variation de l'énergie du système des termes correspondant à des transferts d'énergie entre le système et l'extérieur.

Parmi les grands noms de la thermodynamique, il en est un particulièrement important, celui de James Prescott Joule.

On raconte que James Prescott Joule passa une grande partie de sa lune de miel dans les Alpes à étudier une chute d'eau : la température de l'eau au pied de la chute est supérieure à la température d'en haut. Afin d'expliquer ce phénomène, il mit au point un dispositif d'une précision stupéfiante pour l'époque.

Document 1 : Le dispositif de l'expérience historique de Joule

Le dispositif ci-contre (fig. 1) permet à un expérimentateur d'actionner une manivelle qui fait tourner une hélice. Cette hélice est placée dans un calorimètre (c'est-à-dire un récipient qui empêche les transferts thermiques avec l'extérieur) rempli d'eau. On constate lorsque l'on fait tourner la manivelle, la température de l'eau s'élève.

Avec ce dispositif, il est impossible de mesurer l'énergie apportée à l'eau lorsque l'on met en rotation l'hélice manuellement. Joule propose alors une amélioration de son montage (fig. 2). Une masselotte de masse M est reliée à une poulie accrochée à l'axe de rotation de l'hélice. Lorsqu'on fait chuter la masselotte, elle entraîne l'hélice qui tourne dans le calorimètre rempli d'eau.

On considère que le travail du poids de la masselotte est intégralement transmis à l'eau par le biais du système poulie-hélice.

Donnée : capacité massique thermique de l'eau $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

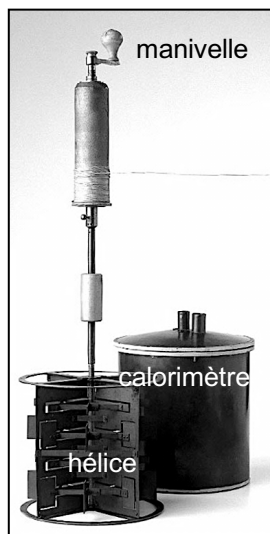


Fig.1

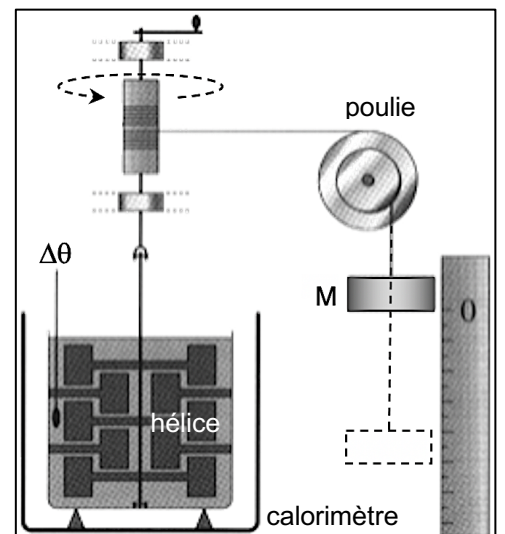


Fig.2

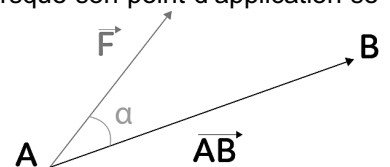
Document 2 : Le travail, un mode de transfert d'énergie

Le travail d'une force W (en J) est l'énergie fournie par cette force à un système lorsque son point d'application se déplace.

Dans le cas d'une force constante sur un trajet rectiligne de A vers B, le travail de cette force peut se calculer grâce à la relation :

$$W = F \times AB \times \cos \alpha$$

F est la norme de la force \vec{F} (en N), AB est la distance entre le point A et le point B (en m) et α est l'angle entre le vecteur \vec{F} et le vecteur \overrightarrow{AB} (voir schéma). Un joule correspond donc au travail d'une force de 1 newton appliquée sur une longueur de 1 mètre (1J = 1 N·m)



Problème à résoudre :

Montrer que la simulation de l'expérience de Joule présentée dans la vidéo ci-contre (QR code à scanner ci-contre) respecte bien le premier principe de la thermodynamique pour le système « eau » dans le calorimètre.



Expérience de Joule

Vous êtes invité à prendre des initiatives et à présenter correctement la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. En cas de difficultés, vous avez la possibilité de scanner des aides au bureau du professeur. En revanche, vous ne devez pas révéler toutes les aides d'un coup !

Sur le bureau du professeur :



Sur l'écran du smartphone de l'élève :

Aide n°1 :

Le système « eau » reçoit de l'énergie par le travail W du poids de la masselotte. En revanche, il ne reçoit aucun transfert thermique car il est placé dans un calorimètre.

D'où le diagramme d'énergie :



Aide n°2 :

Il faut vérifier si la simulation respecte bien le premier principe de la thermodynamique, c'est-à-dire dans le cas présent si :

$$\Delta U = W$$

Aide n°3 :

L'eau étant un système incompressible, sa variation d'énergie interne est égale à :

$$\Delta U = m \times c \times (\theta_f - \theta_i)$$

Aide n°4 :

Pour calculer le travail du poids de la masselotte de masse $M = 20 \text{ kg}$ lors de sa chute, il faut déterminer la valeur de l'angle α entre le vecteur poids \vec{P} et le vecteur \overrightarrow{AB} .

