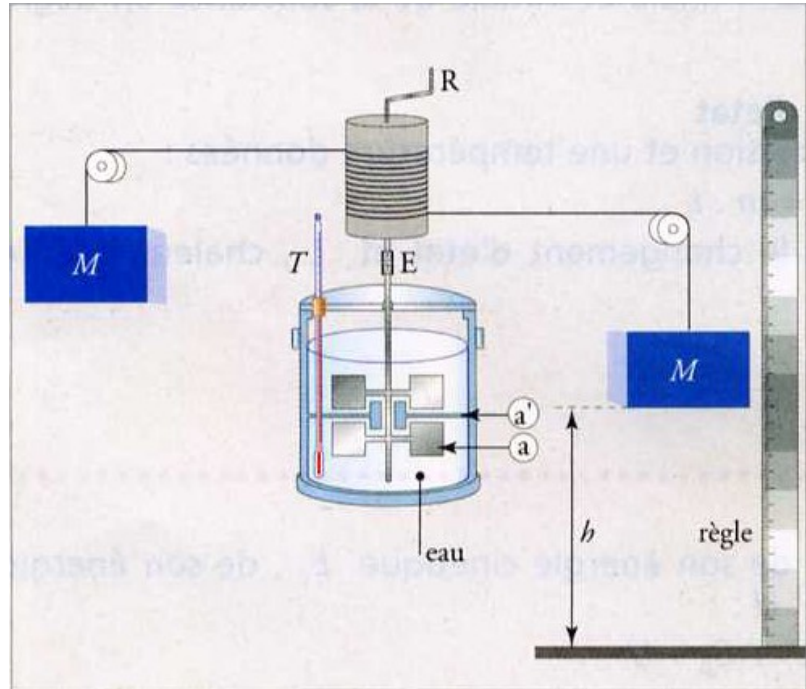


Jusqu'au début du XIX siècle, les phénomènes thermiques étaient dissociés des phénomènes mécaniques. Travail et chaleur étaient mesurés avec des unités différentes (par exemple des "pied-livres" pour le travail et des "calories" pour la chaleur). En 1850, James Joule (1818-1889) publie les résultats d'une expérience qui lui permirent de connaître "l'équivalent mécanique de la chaleur". Brasseur de profession, Joule utilisa un dispositif s'inspirant d'une machine à brasser la bière. Voici le principe de son expérience.

Un calorimètre en cuivre contient de l'eau. Un agitateur à palettes (a), d'axe vertical, brasse le liquide par frottement ; son mouvement lui est communiqué par la rotation d'un cylindre entraîné par deux masses M qui tombent d'une hauteur h. Des palettes fixes (a'), soudées aux parois du calorimètre, empêchent l'eau d'être entraînée par les pales mobiles et augmentent donc les frottements. Lors des chutes des masses, l'eau s'échauffe et un thermomètre T indique l'élévation de température. Un dispositif (E) permet de séparer le cylindre de l'agitateur afin de remonter les masses M, sans agiter le liquide.



Le calorimètre contient une masse m de 93229,6 grains d'eau, la hauteur h de chute est égale à 63 pouces et les masses de 200440 grains chacune sont remontées 20 fois durant 25 minutes.

Les frottements générés par les deux systèmes de pales sont tels que la vitesse de chute des masses devient quasi-instantanément constante.

Problème à résoudre : L'expérience de Joule a été cruciale car elle a créé une passerelle entre les quantités d'énergie échangées par chaleur et par travail. Avec le dispositif de Joule présenté, quelle est la valeur maximale de l'élévation de température de l'eau ?

Le soin apporté à la présentation des raisonnements, à l'aide d'éventuels schémas, entre en compte dans l'évaluation.

Ce devoir est facultatif. Si certains élèves travaillent en groupe, ne me rendez qu'une copie par groupe !

Données : 0,454 kg correspondent à 7000 grains. Un pouce vaut 25,4 mm ;
intensité de la pesanteur $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$;
capacité thermique massique de l'eau $c = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Questions d'accompagnement facultatives :

- Quelle est l'unité actuelle qui remplace le pied-livre et la calorie ?
- Dans quel domaine la calorie est-elle encore souvent employée ?
- Citer un adjectif dérivant de cette ancienne unité , que signifie-t-il ?
- Convertir les données du problème dans le système d'unités actuelles.
- Quelle est la nature du transfert d'énergie que reçoit l'eau ?
- Quelle est l'origine de cette énergie ?
- Exprimer le travail réalisé par une masse lors d'une chute.
- Exprimer la variation d'énergie mécanique d'une masse lors d'une chute ?
- Que devient cette énergie ?