Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac 2021 Sciences de l'ingénieur Partie 2 : Sciences physiques

Durée 30 min http://labolycee.org

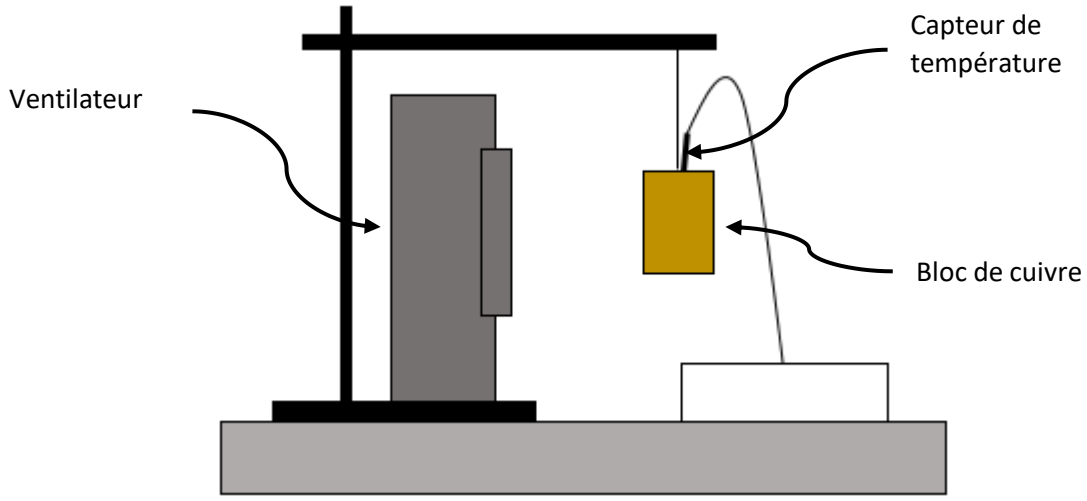
EXERCICE B – Influence d'un écoulement d'air sur le refroidissement d'un bloc de métal (2,5 points)

Mots-clés : évolution de la température d'un système au cours du temps.

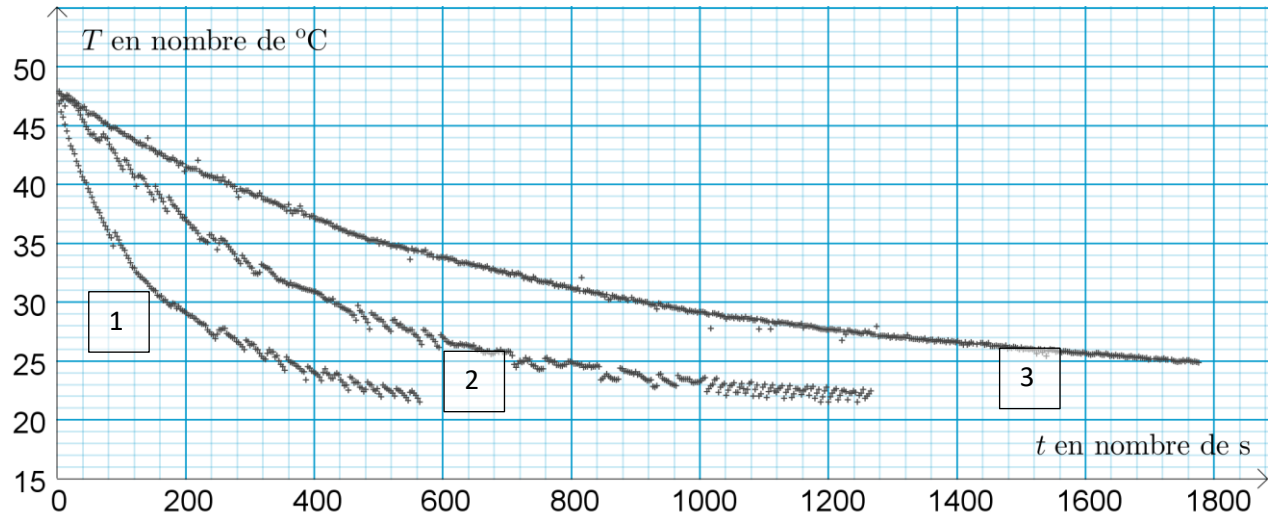
On souhaite étudier quantitativement l'influence d'un écoulement d'air sur la rapidité du refroidissement d'un bloc de métal. Pour cela, on réalise l'expérience qui consiste à mesurer au cours du temps l'évolution de la température intérieure d'un cylindre de cuivre suspendu à l'air libre, avec et sans ventilation.

Description de l'expérience

Le bloc de cuivre préalablement chauffé à environ $50\ ^{o}C$ est suspendu à un fil. Une sonde mesure la température à l'intérieur. Un ventilateur est posé à proximité du bloc de cuivre. La température de la pièce est d'environ $20\ ^{o}C$.



Selon le mode de fonctionnement du ventilateur, on obtient les résultats suivants :



Modélisation du flux thermique au cours du refroidissement

Le cylindre de cuivre est pris comme système d'étude.

La variation d'énergie interne entre les instants t et $t+\Delta t$ très proches est notée $U(t+\Delta t)-U(t)$. Son expression est donnée par :

$$U(t+\Delta t)-U(t)=h.S.\left(T_{ext}-T(t)\right).\Delta t$$

avec S l'aire de la surface extérieure du cylindre, T_{ext} la température de la pièce, et $T(t)$ la température du bloc de cuivre, et h le coefficient conducto-convectif.

Données :

- masse du bloc de cuivre : $m=177\ \text{g}$;
- hauteur du bloc de cuivre : $\ell=3{,}0\ \text{cm}$;
- rayon du bloc de cuivre : $R=1{,}5\ \text{cm}$;
- capacité thermique massique du cuivre : $c=385\ \text{J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$;

1. Associer, en justifiant la réponse, chacune des courbes 1, 2 et 3 à la situation correspondante ci-dessous.
   a. absence de ventilation ;
   b. ventilation modérée ;
   c. ventilation forte.

2. Proposer une interprétation physique du coefficient h et prévoir la situation pour laquelle sa valeur est la plus élevée parmi les trois de la question précédente.

3. En appliquant le premier principe de la thermodynamique au système {bloc de cuivre} entre les instants t et $t+\Delta t$ et en se plaçant à la limite $\Delta t\to 0$, établir l'équation différentielle qui caractérise l'évolution temporelle du système :

$$\frac{dT(t)}{dt}=\frac{h\times S}{C}\times\left(T_{ext}-T(t)\right),$$

avec C, la capacité thermique du bloc de cuivre.

4. Déterminer, en justifiant la réponse, si l'affirmation suivante est correcte.
« À un instant donné, plus l'écart de température entre le bloc et l'extérieur est important, plus il se refroidit lentement ».

On définit la grandeur $\tau = \frac{C}{h \times S}$.

5. En raisonnant par analyse dimensionnelle entre les membres de gauche et de droite de l'équation différentielle, déterminer la dimension de τ.

6. La solution de l'équation différentielle s'écrit :

$$T(t) = T_{ext} + (T(0) - T_{ext}) \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right).$$

Proposer une interprétation physique de la grandeur τ. Commenter soigneusement l'allure de la courbe 1 du graphique (valeur de $T(0)$, valeur de T_{ext}, signe de la pente et évolution de la pente).

7. Déterminer la valeur du coefficient h associé à la courbe 1. Décrire son évolution pour les courbes 2 et 3. Commenter.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.