**Bac 2023 Réunion Jour 1 Sciences physique pour les sciences de l’ingénieur.e.  
EXERCICE A - Évolution de la température d’un vaccin (10 points) Durée : 30 min** [**https://labolycee.org**](https://labolycee.org)

Un vaccin se présente en suspension injectable prête à l'emploi conditionnée en flacon multidoses (le volume d’une dose est 0,5 mL).

Il peut se conserver 6 mois au réfrigérateur, à l'abri de la lumière.

Une fois sorti du réfrigérateur, sa durée de conservation prévue par l'AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) est de 6 heures, à une température ne dépassant pas 30 °C.

Pour éviter la sensation désagréable liée « au froid » au moment de l’injection, il est conseillé d’attendre un certain temps après la sortie du réfrigérateur, pour que la température du vaccin atteigne une valeur voisine de 20 °C.

L’objectif de cet exercice est de prévoir le temps nécessaire pour que le vaccin atteigne une température de 20 °C après sa sortie du réfrigérateur.

La température intérieure du réfrigérateur est considérée égale à *T*i = 4 °C et la température ambiante dans la pièce est *Te* = 22 °C.

Le système étudié est le liquide contenu dans le flacon. Le flacon lui-même ne sera pas pris en compte dans l’analyse des transferts thermiques.

**Données**

* Tout transfert thermique, autre que conducto-convectif entre le système et le milieu extérieur, est négligé.
* Loi phénoménologique de Newton :le flux thermique Φ(*t*) entre un système à la température uniforme *T*(*t*) et un milieu extérieur à la température *T*e fixe (thermostat) peut être modélisé par la loi de Newton : Φ(*t*) *= h × S ×* (*T*e – *T*(*t*))

avec dans le cas de cet exercice :

*h* le coefficient conducto-convectif : *h* = 18 Wm-2K-1 ;

*S* surface d’échange entre le système et le milieu extérieur : *S* = 12,8 × 10–4 m².

 La capacité thermique massique du liquide du flacon : *c* = 4,2 × 103 J·kg-1·K-1.

 La masse du liquide présent dans le flacon : *m* = 5,0 g.

1. Indiquer le sens du transfert d’énergie qui s’effectue entre le milieu extérieur et le système une fois sorti du réfrigérateur.
2. Préciser l’unité du flux thermique Φ et commenter son signe.
3. En appliquant le premier principe de la thermodynamique et en considérant que le système n’échange de l’énergie avec le milieu extérieur que par transfert thermique *Q*, donner l’expression de *Q* en fonction de la masse *m* du système, de sa capacité thermique   
   massique *c* et de sa variation de température Δ*T.*
4. Exprimer le transfert thermique *Q* issu de la convection entre le milieu extérieur et le système supposé incompressible, en fonction de Φ et de la courte durée Δ*t* du transfert thermique.
5. Déduire des deux questions précédentes sur le transfert thermique que l’équation différentielle vérifiée par la température est :



On admet alors que le temps écoulé et la température du système sont liés par la relation :



*T*i étant la température initiale du système et *T*e celle, constante, du milieu extérieur.

1. Calculer la durée pour que le système atteigne la température *T* = 20 °C. Vérifier si cette durée est cohérente avec la recommandation du laboratoire quant au délai d’utilisation du vaccin une fois sorti du réfrigérateur.