

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · L'ÉNERGIE : CONVERSIONS ET TRANSFERTS ·
CHAPITRE 18



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Transferts thermiques

Modes de transfert, résistance thermique, bilan radiatif, loi de Newton

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs. Formulaire : paroi

plane : $R_{\text{th}} = \frac{e}{\lambda S}$ et $\Phi = \frac{\Delta T}{R_{\text{th}}}$ • loi de Newton : $\Phi = h S (T_{\text{ext}} - T)$, de solution $T(t) = T_{\text{ext}} + (T_0 - T_{\text{ext}}) e^{-t/\tau}$ avec $\tau = \frac{m c}{h S}$.

Exercice 1 Questions de cours

5 pts ●○○○

- 1.1** Nommer les trois modes de transfert thermique et, pour chacun, indiquer en une phrase ce qui le caractérise et donner un exemple.
- 1.2** Définir le flux thermique : relation, grandeurs, unités. Que vaut le flux thermique à travers une paroi lorsque les deux faces sont à la même température ?
- 1.3** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) La résistance thermique d'une paroi plane est d'autant plus grande que :
 - a) ☐ sa conductivité λ est grande
 - b) ☐ son épaisseur est grande
 - c) ☐ sa surface est grande
 - d) ☐ l'écart de température est grand
 - b) On accole deux parois de résistances thermiques R_1 et R_2 . La résistance de l'ensemble vaut :
 - a) ☐ $R_1 + R_2$
 - b) ☐ $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
 - c) ☐ $\sqrt{R_1 R_2}$
 - d) ☐ $|R_1 - R_2|$
 - c) La température absolue d'un corps est multipliée par 3 : la puissance qu'il rayonne est multipliée par :
 - a) ☐ 3
 - b) ☐ 12
 - c) ☐ 27
 - d) ☐ 81
 - d) Le temps caractéristique τ d'un corps qui refroidit selon la loi de Newton :
 - a) ☐ dépend de sa température initiale
 - b) ☐ dépend de sa masse
 - c) ☐ s'exprime en $\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
 - d) ☐ est le temps de refroidissement total
- 1.4** Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifier en une phrase.
- a) Un bon isolant thermique a une conductivité thermique élevée.
 - b) Le rayonnement thermique est le seul mode de transfert possible entre le Soleil et la Terre.
 - c) Après une durée égale à 5τ , un corps qui refroidit a pratiquement atteint la température de son environnement.

Exercice 2 Isoler le mur d'un garage

6 pts ●●○

Le mur extérieur d'un garage, en parpaings, a une épaisseur $e_1 = 20,0 \text{ cm}$, une surface $S = 30,0 \text{ m}^2$ et une conductivité thermique $\lambda_1 = 1,05 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. L'atelier installé dans ce garage est chauffé à 18°C ; la température extérieure moyenne est de 4°C .

■ **DONNÉES** $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$

- 2.1 Calculer la résistance thermique R_1 de ce mur, puis le flux thermique Φ_1 qui le traverse.
- 2.2 En déduire l'énergie perdue par ce seul mur en 24 h, en joules puis en kWh, et le coût correspondant (0,25 € le kWh).
- 2.3 On double le mur d'une laine de verre d'épaisseur $e_2 = 10,0 \text{ cm}$, de conductivité $\lambda_2 = 0,040 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ et de même surface. Calculer la nouvelle résistance thermique de l'ensemble, puis le nouveau flux thermique Φ_2 .
- 2.4 Par quel facteur les pertes ont-elles été divisées ? Calculer l'économie réalisée sur une saison de chauffe de 180 j, en kWh puis en euros.
- 2.5 Quelle épaisseur minimale de cette laine de verre faudrait-il poser pour diviser par 10 le flux thermique initial ?

Exercice 3 La température de surface de Mars

4 pts ●●○

Mars reçoit du Soleil un flux surfacique $S_M = 589 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, mesuré perpendiculairement aux rayons ; son albédo vaut $a = 0,25$. On note R le rayon de la planète et T_M sa température de surface, supposée uniforme, et on néglige l'effet de son atmosphère très ténue.

■ **DONNÉES** $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$

- 3.1 Exprimer, en fonction de S_M , a et R , la puissance solaire absorbée par la planète, puis, en fonction de σ , R et T_M , la puissance qu'elle rayonne vers l'espace.
- 3.2 En écrivant l'équilibre radiatif, montrer que $T_M = \left(\frac{S_M(1-a)}{4\sigma} \right)^{1/4}$, puis calculer T_M en kelvins et en degrés Celsius.
- 3.3 La température moyenne mesurée à la surface de Mars est de 210 K . Le modèle est-il satisfaisant ? Que peut-on en conclure sur l'effet de serre martien, comparé à celui de la Terre (température d'équilibre 255 K , température réelle 288 K) ?
- 3.4 Si l'albédo de Mars augmentait à la suite d'une tempête de poussière, sa température d'équilibre augmenterait-elle ou diminuerait-elle ? Justifier sans calcul.

Exercice 4 Un plat qui sort du four

5 pts ●●○

Un plat en céramique de masse $m = 0,80 \text{ kg}$ et de capacité thermique massique $c = 880 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ est sorti du four à $T_0 = 180^\circ\text{C}$ et posé sur un plan de travail, dans une cuisine à $T_{\text{ext}} = 20^\circ\text{C}$. Ses échanges avec l'air suivent la loi de Newton, avec $h = 12 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ et $S = 0,12 \text{ m}^2$.

■ **DONNÉES** $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$ • $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$

- 4.1 Calculer le flux thermique échangé juste après la sortie du four. Préciser son signe et l'interpréter.
- 4.2 Calculer le temps caractéristique τ , en secondes puis en minutes.
- 4.3 Calculer la température du plat 10 min après sa sortie du four.
- 4.4 Déterminer la durée au bout de laquelle le plat peut être saisi à mains nues, c'est-à-dire lorsque sa température atteint 60°C .
- 4.5 À 180°C , le plat perd aussi de l'énergie par rayonnement. Calculer la puissance qu'il rayonne, puis celle qu'il reçoit des murs de la cuisine à 20°C (même surface), et en déduire la puissance *nette* perdue par rayonnement. La comparer au flux de la question 4.1 : le coefficient h décrit-il seulement la convection ? La loi de Newton peut-elle rester exacte à toute température ?