

| | |
|--|--|
| Échelle d'évaluation standard : D (% de réussite inférieur à 15%) | Échelle d'évaluation pondérée : D (% de réussite inférieur à 15%) |
|--|--|

[S2] Thermique A1 (22-23 Ini)

| |
|--|
| Échelle d'évaluation standard : D (% de réussite inférieur à 15%) |
|--|

| | |
|--------------|---------------------------|
| 🔍 Question 1 | Question à réponse unique |
|--------------|---------------------------|

Un fabricant d'électroménager s'intéresse à la température de surface extérieure de la paroi vitrée d'un four domestique en fonctionnement normal. Dans ces conditions, la température de surface intérieure de la paroi vitrée est de 550 K.

Quelle sera la température de surface extérieure atteinte avec un verre feuilleté de 10 mm d'épaisseur et de conductivité thermique de 1 W/(m·K) ?

| | |
|----------------------|----------------------|
| Réponses incorrectes | 0 point obtenu sur 1 |
|----------------------|----------------------|

| | Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 273 °C |
| B | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 55 °C |
| C | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Oui (+1) | 273 K |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oui (+1) | On ne peut pas savoir |
| E | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 27,7 °C |

💬 **Commentaire de correction de la question**

Sans connaître le flux thermique passant à travers cette paroi vitrée, on ne peut pas savoir.

$$\Phi = -\lambda \frac{T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}}{e} \Rightarrow T_{\text{ext}} = T_{\text{int}} - e \frac{\Phi}{\lambda}$$

On considère une paroi de 10 m² composée comme suit :

- 0,2 m de brique de conductivité thermique $\lambda = 0,7 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- isolant haute performance de conductivité thermique $\lambda = 0,05 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 25 mm de plâtre de conductivité thermique $\lambda = 0,4 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Cette paroi est soumise sur ses deux faces aux températures de surface suivantes : $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ d'un côté et $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ de l'autre. Quelle doit être l'épaisseur minimale d'isolant haute performance pour que le flux de chaleur à travers cette paroi dans ces conditions reste inférieur à 0,1 kW ?

Vous donnerez votre réponse en centimètres avec trois chiffres significatifs.

| | | |
|---|----------------|----------------------|
| Réponses incorrectes | 1 discordance | 0 point obtenu sur 1 |
| Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante |
| [17.3 ; 19.2] | 1 | Oui (+1) |
| Commentaire de correction de la proposition | | |

Commentaire de correction de la question

$$\Phi = S \frac{T_A - T_B}{\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3}}$$
$$e_2 = \lambda_2 \left(S \frac{T_A - T_B}{\Phi} - \frac{e_1}{\lambda_1} - \frac{e_3}{\lambda_3} \right)$$
$$e_2 = 0,05 \times \left(10 \times \frac{25 - (-15)}{100} - \frac{0,2}{0,7} - \frac{0,025}{0,4} \right) = 0,1826 \text{ m} = 18,3 \text{ cm}$$

On considère une paroi plane verticale de 2,5 mètres de hauteur par 4 mètres de largeur. Elle est composée, depuis l'extérieur vers l'intérieur, de :

- 5 cm de bardage bois, de conductivité thermique $k = 0,20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- 30 cm de béton cellulaire, de conductivité thermique $k = 0,25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Un revêtement intérieur d'épaisseur négligeable

Combien vaut la résistance thermique **surfactive** de cette paroi ?

(cochez l'ensemble des bonnes réponses, sachant qu'il y en a au moins une)

| | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---|
| Réponses partiellement correctes | | | 2 discordances | 0.2 point obtenu sur 1 |
| | Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante | |
| A | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 4,83 m ² ·K·W ⁻¹ |
| B | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 0,145 W·K ⁻¹ |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oui (+1) | 1,45 m ² ·K·W ⁻¹ |
| D | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | On ne peut pas savoir sans connaître le flux thermique traversant la paroi |
| E | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Oui (+1) | On ne peut pas savoir sans connaître les températures de surface extérieure et intérieure de la paroi |

Commentaire de correction de la question

$$r = \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} \approx \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2}$$
$$r = \frac{0,05}{0,20} + \frac{0,30}{0,25} = 1,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

On considère une bouilloire électrique de forme cylindrique de 20 cm de diamètre et de capacité égale à 2 litres. Sa base est constitué d'une résistance chauffante en forme de disque disposé au fond de la bouilloire et dont la température de surface atteint quasi-instantanément 120 °C. Cette résistance électrique dissipe vers l'eau une puissance de 1500 W. Combien vaut le coefficient d'échange convectif au moment de l'allumage de la bouilloire, lorsque l'eau est initialement à la température de 15 °C ?

Vous donnerez votre réponse en $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, avec trois chiffres significatifs.

| | | |
|----------------------|---------------|----------------------|
| Réponses incorrectes | 1 discordance | 0 point obtenu sur 1 |
|----------------------|---------------|----------------------|

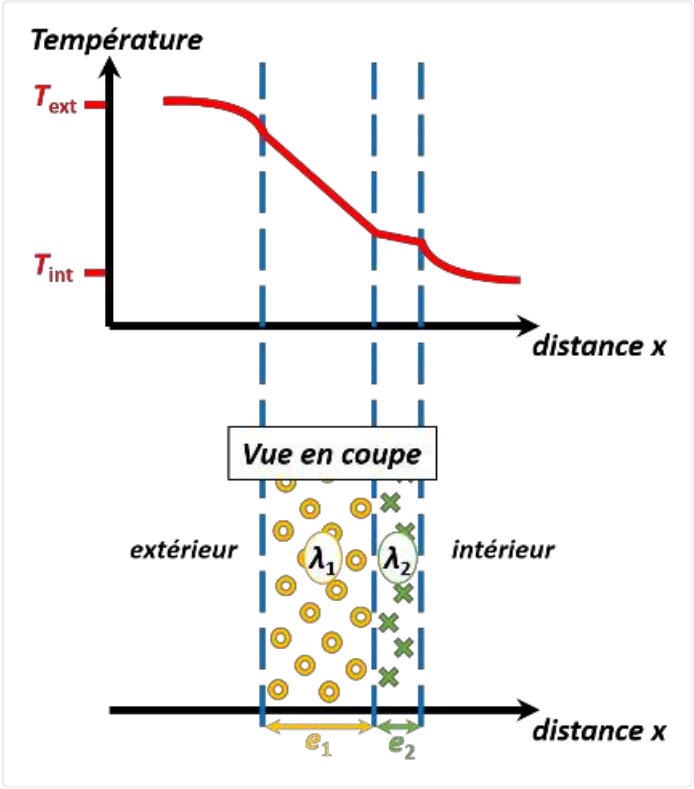
| Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante |
|------------------|----------------|---------------------|
| [442 ; 468] | 3 | Oui (+1) |

Commentaire de correction de la proposition

Commentaire de correction de la question

$$\Phi = hS\Delta T = h \times \frac{\pi D^2}{4} \Delta T \Rightarrow h = \frac{4\Phi}{\pi D^2 \Delta T}$$
$$h = \frac{4 \times 1500}{\pi 0,2^2 (120 - 15)} = 455 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Soit le profil de température relevé ci-dessous pour un mur composé de deux matériaux "1" et "2". Que peut-on dire des conductivités thermiques de ces deux matériaux lorsque on les compare ?



Réponses incorrectes

0 point obtenu sur 1

| | Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---|
| A | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | On ne peut pas savoir car on ne connaît pas le flux thermique qui traverse le mur |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oui (+1) | $\lambda_1 < \lambda_2$ |
| C | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Oui (+1) | $\lambda_1 > \lambda_2$ |
| D | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | On ne peut pas savoir car $e_1 > e_2$ |
| E | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | $\lambda_1 = \lambda_2$ |

● **Commentaire de correction de la question**

La pente du profil de température correspond au gradient de température, ici en 1D : $\frac{dT}{dx}$
Les matériaux étant en série, le même flux les traverse, donc pour un mur plan la même densité de flux :
 $\varphi_1 = \varphi_2 = -\lambda_1 \left(\frac{dT}{dx}\right)_1 = -\lambda_2 \left(\frac{dT}{dx}\right)_2$
 $\left|\frac{dT}{dx}\right|_1 > \left|\frac{dT}{dx}\right|_2 \Rightarrow \lambda_1 < \lambda_2$

Quelle est l'émissivité d'un corps de surface égale à 20 cm², qui à la température de 650 °C émet une puissance radiative de 10 W ?
On donne la constante de Stefan-Boltzmann $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Réponses incorrectes

1 discordance

0 point obtenu sur 1

| | Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante |
|--|-------------------|----------------|---------------------|
| | [0.112 ; 0.132] | 1 | Oui (+1) |

● **Commentaire de correction de la question**

$$\Phi = \varepsilon S \sigma T^4 \Rightarrow \varepsilon = \frac{\Phi}{S \sigma T^4}$$
$$\varepsilon = \frac{10}{(20 \times 10^{-4}) \times 5,67 \cdot 10^{-8} \times (650 + 273,15)^4} = 0,122$$

Question 7

Question à réponses multiples

Cochez l'ensemble des affirmations exactes (*au moins une réponse correcte*).

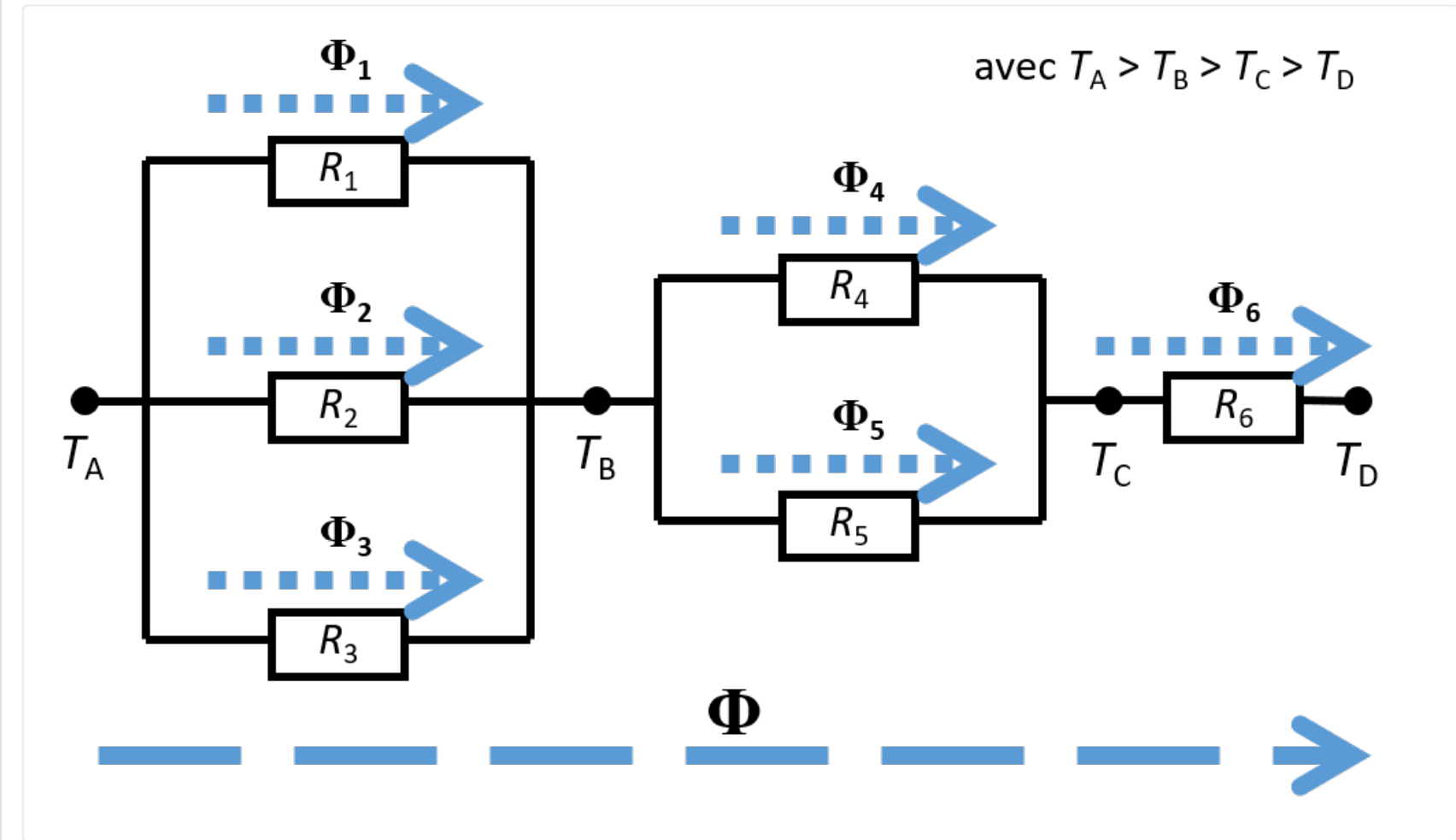
Réponses partiellement correctes

2 discordances

0.2 point obtenu sur 1

| | Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---|
| A | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | Si la température d'un corps passe de 20 °C à 40 °C le rayonnement qu'il émet sera alors deux fois plus élevé |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Non | L'émissivité d'un corps peut varier entre 0 et 1 |
| C | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | Seuls les solides émettent un rayonnement |
| D | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Oui (+1) | <div>Le flux radiatif émis par un corps est directement proportionnel à la température de ce corps</div> <div><div>Commentaire de correction de la proposition</div><div>Non, le flux radiatif émis est proportionnel à la température du corps <i>élevée à la puissance 4.</i></div></div> |
| E | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oui (+1) | On appelle radiosité la somme des rayonnements émis et réfléchi par un corps |

Soit le schéma électrique équivalent suivant du flux de chaleur à travers un mur composite. En régime permanent, comment est-il possible d'exprimer le flux de chaleur global Φ entre T_A et T_D ?



Réponses incorrectes

0 point obtenu sur 1

| | Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|
| A | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | $\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3) \times (\Phi_4 + \Phi_5) \times \Phi_6$ |
| B | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | $\Phi = \Phi_1 + \Phi_4 + \Phi_6$ |
| C | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | $\Phi = \Phi_1 \times \Phi_4 \times \Phi_6$ |
| D | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Oui (+1) | $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 + \Phi_5 + \Phi_6$ |
| E | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Oui (+1) | $\Phi = \Phi_4 + \Phi_5$ |

🗨 **Commentaire de correction de la question**

- entre T_A et T_B , $\Phi_{AB} = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$
- entre T_B et T_C , $\Phi_{BC} = \Phi_4 + \Phi_5$
- entre T_C et T_D , $\Phi_{CD} = \Phi_6$

$\Phi = \Phi_{AB} = \Phi_{BC} = \Phi_{CD}$

Associée à chaque situation le mode de transfert thermique *principal* concerné.

Réponses incorrectes

3 discordances

0 point obtenu sur 1

| Élément à associer | Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante |
|---|-------------------|----------------------|---------------------|
| Verser de l'eau chaude pour dégivrer son pare-brises | Convection forcée | Convection naturelle | Oui (+1) |
| Brûlure en attrapant le manche d'une poêle sur le feu | Conduction | Conduction | Non |
| Germination des graines de tomates dans une serre ensoleillée | Rayonnement | Rayonnement | Non |
| Utilisation d'un sèche-cheveux après la douche | Convection forcée | Conduction | Oui (+1) |
| Décongélation de tartines au grille-pain | Rayonnement | Convection forcée | Oui (+1) |

En vue de comparer les performances radiatives d'un nouveau panneau radiant, on cherche à l'étalonner avec un corps noir de référence. Tous deux ont une surface de 2 m², et sont portés à une température de 45 °C.

Combien vaut l'**émittance *du corps noir de référence*** ?

Données :

- Émissivité du panneau radiant $\varepsilon = 0,8$
- Constante de Stefan-Boltzmann $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

Réponses correctes

1 point obtenu sur 1

| | Réponse attendue | Réponse saisie | Réponse discordante | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 465 W·m ⁻² |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Non | 581 W·m ⁻² |
| C | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 929 W·m ⁻² |
| D | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 0,233 W·m ⁻² |
| E | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Non | 1162 W·m ⁻² |

🗨

Commentaire de correction de la question

$$M^{\circ} = \sigma T^4$$
$$M^{\circ} = 5,67 \cdot 10^{-8} \times (45 + 273,15)^4 = 581 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$