

CLASSE : Terminale

EXERCICE C : au choix du candidat (10 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques

DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collègue »

EXERCICE C – Protection des pompiers par leur manteau (10 points)

Q1.

Un transfert thermique peut avoir lieu par :

- Conduction
- Convection
- Rayonnement

Q2.

$$R_{Th \text{ Couche } 1} = \frac{e_{\text{Couche } 1}}{\lambda_{\text{Couche } 1} S_{\text{Couche } 1}}$$

$$R_{Th \text{ Couche } 1} = \frac{2,00 \times 10^{-3}}{0,0810 \times 0,60}$$

$$R_{Th \text{ Couche } 1} = 4,1 \times 10^{-2} \text{ K. W}^{-1}$$

Q3.

D'après les données les résistances thermiques de matériaux accolés s'additionnent.

$$R_{Th \text{ des quatre couches}} = R_{Th \text{ Couche } 1} + R_{Th \text{ Couche } 2} + R_{Th \text{ Couche } 3} + R_{Th \text{ Couche } 4}$$

$$R_{Th \text{ des quatre couches}} = 4,1 \times 10^{-2} + 0,102 + 0,081 + 0,054$$

$$R_{Th \text{ des quatre couches}} = 0,28 \text{ K. W}^{-1}$$

Q4.

$$\frac{R_{Th \text{ des quatre couches}}}{R_{Th \text{ manteau complet}}} = \frac{0,28}{0,399}$$

$$\frac{R_{Th \text{ des quatre couches}}}{R_{Th \text{ manteau complet}}} = 0,7$$

$$R_{Th \text{ des quatre couches}} = 0,7 \times R_{Th \text{ manteau complet}}$$

La résistance thermique de l'ensemble des quatre couches correspond à 70% de la résistance thermique du manteau complet.

Q5.

$$\phi = \frac{|T_2 - T_1|}{R_{Th}}$$

Q6.

Calculons le flux thermique au travers du devant du manteau lorsque le pompier se trouve à 1,0 m d'un feu.

D'après les données :

- Les incendies dans les habitations atteignent des températures de 1000 °C environ
- On se place ici dans le cas d'un feu pour lequel la température décroît linéairement avec la distance par rapport à la source à raison de 100 °C par 25 cm.

Lorsque le pompier se trouve à 1,0 m d'un feu.

$$T_2 = 1000 - 100 \times \frac{1,0}{25 \times 10^{-2}}$$
$$T_2 = 600 \text{ °C}$$

D'après les données « la température de surface de la peau est en moyenne de 30 °C » .

$$T_1 = 30 \text{ °C}$$

$$\phi = \frac{|T_2 - T_1|}{R_{Th}}$$
$$\phi = \frac{|600 - 30|}{0,399}$$
$$\phi = 1,4 \times 10^3 \text{ W}$$
$$\phi = 1,4 \text{ kW}$$

Calculons la valeur du flux thermique surfacique associé.

$$\frac{\phi}{S} = \frac{1,4}{0,60}$$
$$\frac{\phi}{S} = 2,3 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$$

Q7.

Le Flux surfacique reçu est supérieur à 2 kW.m⁻² et inférieur à 2,5 kW.m⁻²

Ainsi, le pompier ressentira de la douleur en 1 minute. Exposition de 40 à 140 secondes avec un temps moyen de 100 secondes, rougissement de la peau.

Les pompiers étant normalement habillés et sans fragilités particulières, peuvent s'exposer plusieurs minutes en bougeant.

Flux surfacique reçu (kW.m ⁻²)	Effets
0,7	Coup de soleil pour une exposition de très longue durée sans protection ni préparation.
1,5	Seuil maximum en continu pour des personnes non protégées.
2	Douleur en 1 minute. Exposition de 40 à 140 secondes avec un temps moyen de 100 secondes, rougissement de la peau.
2,5	Les personnes normalement habillées, sans fragilités particulières, peuvent s'exposer plusieurs minutes en bougeant.
3	Exposition de 1 minute, début d'apparition de cloques sur les peaux très sensibles.
5	Cloques possibles pour des expositions de 20 à 90 secondes.