

DEVOIR SURVEILLE N°10
PHYSIQUE-CHIMIE
Série S
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h00

L'usage d'une calculatrice EST autorisé

Ce sujet comporte TROIS exercices présentés sur 3 pages numérotées de 1 à 3.

EXERCICE I. LE SAUNA (5 points)

La pratique du sauna est une tradition finlandaise vieille de plus de deux mille ans. À l'origine, il s'agissait de s'installer dans une petite cabane en bois dont on chauffait l'atmosphère avec des pierres brûlantes. De nos jours, la pratique du sauna peut avoir lieu dans une pièce équipée d'un poêle électrique (figure 1) dans laquelle on prend un bain de vapeur sèche. Parmi ses nombreuses vertus, on peut citer la stimulation de la circulation sanguine et l'élimination de la fatigue.

Un particulier souhaite installer un sauna* chez lui. Il achète un poêle électrique spécifique et s'intéresse au matériau nécessaire à la construction de la pièce de dimensions 2,0 m x 2,0 m x 3,0 m. Le poêle est constitué d'une résistance chauffante. Des pierres sont posées sur l'appareil : elles ont pour but de générer de la vapeur lorsqu'on y verse de l'eau.

**le terme « sauna » qualifie également la pièce dans laquelle est pratiquée cette tradition ancestrale.*

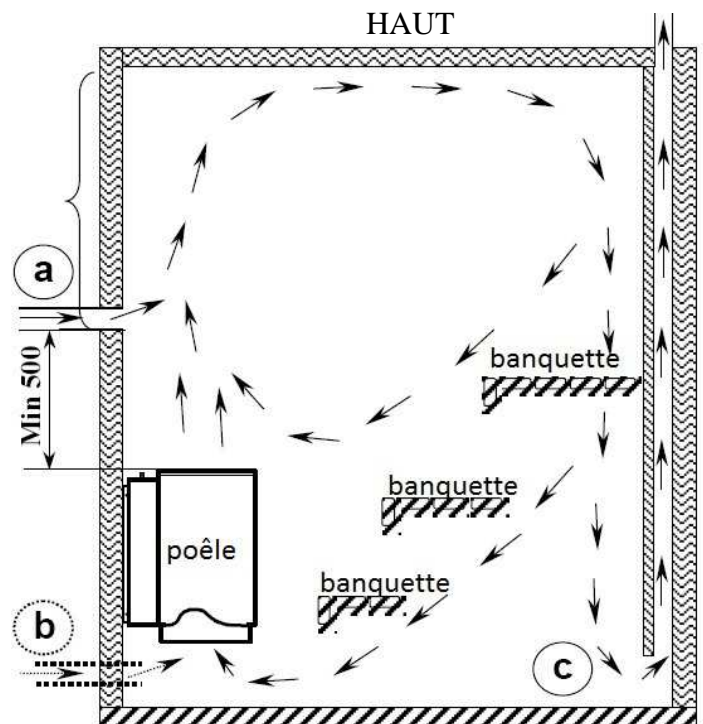
Extraits de la notice du poêle électrique fournie par le constructeur (traduits du suédois) :

L'aération du sauna :

L'air frais est dirigé directement de l'extérieur par un tuyau d'environ 100 mm de diamètre placé 500 mm au dessus du poêle (a) vers le sauna. L'air frais peut aussi être envoyé sous le poêle près du sol (b). Dans l'alimentation en air frais, il est essentiel de veiller à ce que celui-ci se mélange le plus efficacement possible à l'air chaud et à la vapeur du sauna. L'air évacué est dirigé vers l'extérieur par une trappe située sous les banquettes (c), le plus loin possible de l'arrivée d'air frais.

Durée du préchauffage du sauna :

La durée de préchauffage du sauna est le laps de temps nécessaire pour chauffer le sauna à la température souhaitée pour la séance. Ce temps dépend notamment de la température voulue (la position de réglage de la température), de la quantité de pierre, du volume du sauna, et des matériaux constituant les parois du sauna. Moins on utilise de pierre, plus le sauna chauffe vite. Cependant, une plus petite quantité de pierre ne donne pas autant de



BAS

Caractéristiques techniques du poêle :

Poêle modèle SUPER 10	Poêle puissance kW	Volume du sauna		Poids sans pierre kg	Quantité de pierres (max) kg	Dimensions du poêle		
		min m ³	max m ³			largeur mm	profondeur mm	hauteur mm
DI 10	10,00	8,0	15,0	16	22	Ø370	450	590

Capacité thermique massique c , conductivité thermique λ et masse volumique ρ de quelques matériaux :

Matériau	c en J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	λ en W.m ⁻¹ .K ⁻¹	ρ en kg.m ⁻³
Béton	1008	1,75	2200
Sapin	2400	0,15	450
Plâtre	1008	0,43	800
Verre	800	1,15	2530
Stéatite	980	6,4	2980

La **résistance thermique R_{th}** (en K.W⁻¹) d'une paroi a pour expression

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda.S}$$

- λ : conductivité thermique en W.m⁻¹.K⁻¹
- e : épaisseur de la paroi en m
- S : surface de la paroi en m²

Le **flux thermique Φ** (en W) correspond à une énergie thermique transférée à travers une paroi par unité de temps. Si ΔT est l'écart de température de part et d'autre de la paroi, le flux thermique à travers cette paroi est exprimé par :

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}}$$

1. Les transferts thermiques mis en jeu lors du chauffage

1.1. Caractériser chacun des types de transferts thermiques principaux mis en jeu lors du chauffage par le poêle de l'air ambiant ou des pierres. Pour cela, recopier et compléter le tableau suivant :

	Chauffage par le poêle de l'air de la pièce	Chauffage par le poêle des pierres
Mode de transfert thermique principal		
Avec ou sans déplacement de matière		

1.2. Que symbolisent les flèches représentées sur la figure 1 de la notice du constructeur ?

1.3. Donner une raison justifiant le choix de l'emplacement de l'entrée de l'air. Même question pour le choix de l'emplacement de la sortie de l'air.

1.4. En s'appuyant sur les caractéristiques du poêle choisi, montrer que ce choix est adapté aux besoins du particulier.

2. Les matériaux pour la construction de la pièce

Le particulier hésite entre le bois de sapin et le béton pour les parois de son sauna.

2.1. Comparer le flux thermique traversant une paroi de bois de sapin et une paroi de béton sans effectuer de calcul numérique. Formuler un conseil au particulier.

2.2. Quelle serait l'épaisseur d'une paroi en béton pour que, en termes d'isolation thermique, elle soit équivalente à une paroi en sapin de 5,0 cm d'épaisseur ?

3. Les pierres posées sur le poêle

Les pierres utilisées sont souvent d'origine volcanique car elles n'éclatent pas sous les chocs thermiques. C'est le cas de la stéatite.

3.1. On fait l'hypothèse que lors du préchauffage, la puissance du poêle est intégralement utilisée pour le chauffage des pierres d'origine volcanique. À l'aide des caractéristiques électriques du poêle, déterminer la durée Δt nécessaire pour porter une masse $m = 20$ kg de pierre, de la température de 25°C à la température de 250°C atteinte par les pierres à l'issue du préchauffage.

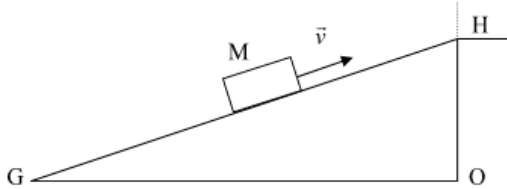
3.2. D'après la notice, l'hypothèse précédente est-elle vérifiée ? Proposer une explication.

Exercice 1: geipi 2014

Lors de déménagements, il est fréquent de voir l'utilisation d'un monte-meubles, sorte de tapis roulant incliné qui entraîne meubles et cartons à la hauteur voulue. Ainsi, afin d'équiper un appartement situé au 3ème étage d'un immeuble récent, on peut utiliser un tapis roulant de $20,10\text{ m}$ de long dont le sommet se trouvera à $9,30\text{ m}$ de hauteur, au bord d'une fenêtre de l'appartement.

La situation est schématisée par la figure ci-dessous. Un carton de livres de masse $M = 40,00\text{ kg}$, qu'on assimilera à son centre de gravité, est entraîné par le tapis roulant à vitesse constante \vec{v} .

La valeur du champ de pesanteur est $g = 9,81\text{ m.s}^{-2}$.
La vitesse de montée du tapis est $v = 0,50\text{ m.s}^{-1}$.



I-1- Donner les longueurs des segments \overline{GH} et \overline{OH} . En déduire la distance \overline{GO} , distance nécessaire entre le bas du monte-meubles et l'immeuble.

I-2- Montrer que l'angle d'inclinaison du tapis avec le sol est de $27,56^\circ$.

I-3- Evaluer l'énergie cinétique de la masse M au point G et au point H.

Le point G est considéré à l'altitude nulle et l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est choisie à cette altitude. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de la masse M au point H.

I-4- Donner les expressions et les valeurs de l'énergie mécanique E_m de la masse M au point G et au point H.

I-5- Calculer la variation de l'énergie mécanique de la masse M lors de son déplacement entre G et H. Cette variation d'énergie correspond-elle à un travail moteur ou à un travail résistant ou ne peut-elle pas être attribuée au travail d'une force ?

I-6- Justifier que la somme des forces s'exerçant sur M est nulle.

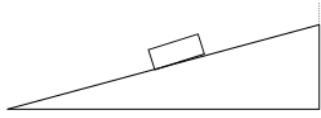
I-7- Deux forces s'appliquent à la masse M , son poids \vec{P} et la force due au tapis \vec{F} . Représenter ces forces sur le schéma.

I-8- Montrer, par construction, que la force \vec{F} est la somme d'une force \vec{R} perpendiculaire au tapis et d'une force \vec{T} parallèle au tapis dont les modules sont donnés par $R = M g \cos(27,56^\circ)$ et $T = M g \sin(27,56^\circ)$. Calculer les modules de ces forces.

I-9- Donner les expressions du travail des forces \vec{P} , \vec{R} et \vec{T} au cours du déplacement de la masse M de G à H. Calculer leurs valeurs numériques.

I-10- Comparer la variation d'énergie mécanique de la masse M entre G et H aux résultats trouvés à la question 9. Conclusion.

REponses A L'EXERCICE I

I-1-	GH =	OH =	GO =												
I-2-	Justification :														
I-3-	Ec(G) =	Ec(H) =	Ep(H) =												
I-4-	Em(G) =	Em(H) =													
I-5-	ΔEm = (Cocher la réponse exacte)														
	<input type="checkbox"/> pas un travail	<input type="checkbox"/> travail moteur	<input type="checkbox"/> travail résistant												
I-6-	Justification :														
I-7-			I-8- R = T =												
I-9-	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 45%;">Expression littérale</th> <th style="width: 40%;">Application numérique</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{P})$</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{R})$</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{T})$</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Expression littérale	Application numérique	$W_{GH}(\vec{P})$			$W_{GH}(\vec{R})$			$W_{GH}(\vec{T})$		
	Expression littérale	Application numérique													
$W_{GH}(\vec{P})$															
$W_{GH}(\vec{R})$															
$W_{GH}(\vec{T})$															
I-10-	Comparaison : Conclusion :														
I-11-	Expr.litt. : $\tau =$	Appl. Num. : $\tau =$													
	Expr.litt. : $P_u =$	Appl. Num. : $P_u =$													

CORRECTION DEVOIR SURVEILLE N°10
PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Métropole EXERCICE III. LE SAUNA (5 points) Correction

1. Les transferts thermiques mis en jeu lors du chauffage

1.1. (0,5 + 0,25 pt)	Chauffage par le poêle de l'air de la pièce	Chauffage par le poêle des pierres
Mode de transfert thermique principal	Convection	Conduction
Avec ou sans déplacement de matière	Avec	Sans

1.2. (0,25) Les flèches de la figure 1 symbolisent les mouvements de convection de l'air dans le sauna.

1.3. (0,25+0,25) Les entrées d'air sont situées en-dessous ou au-dessus du poêle. Ces emplacements ont été choisis afin d'assurer une bonne convection dans le sauna. L'air froid est rapidement chauffé par le poêle et ainsi efficacement mis en mouvement.

La sortie d'air doit être éloignée de l'entrée d'air froid pour éviter que l'air froid ne s'évacue directement sans avoir été chauffé.

1.4. (0,25) Les caractéristiques techniques du poêle montrent que celui-ci est adapté à un volume compris entre 8 et 15 m³. Ce qui est bien adapté aux dimensions du sauna (2,0 × 2,0 × 3,0 = 12 m³).

2. Les matériaux pour la construction de la pièce

2.1. (0,75 + 0,25) $\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}}$ et $R_{th} = \frac{e}{\lambda.S}$ alors $\Phi = \frac{\Delta T}{\frac{e}{\lambda.S}} = \frac{\Delta T.\lambda.S}{e}$

En considérant la différence de température ΔT , la surface d'échange S et l'épaisseur de la paroi comme étant constantes, et sachant que $\lambda(\text{béton}) > \lambda(\text{sapin})$ alors le flux thermique échangé entre l'intérieur du sauna et le milieu extérieur serait plus grand avec du béton qu'avec du sapin.

Le **sapin isolera mieux** le sauna que le béton, il faut donc le privilégier.

2.2. (1 pt) Les parois sont équivalentes si elles possèdent la même résistance thermique R_{th} .

$$R_{th}(\text{sapin}) = R_{th}(\text{béton})$$

$$\frac{e(\text{sapin})}{\lambda(\text{sapin}).S} = \frac{e(\text{béton})}{\lambda(\text{béton}).S}$$

La surface des parois reste identique alors $\frac{e(\text{sapin})}{\lambda(\text{sapin})} = \frac{e(\text{béton})}{\lambda(\text{béton})}$

$$e(\text{béton}) = \frac{e(\text{sapin})}{\lambda(\text{sapin})} . \lambda(\text{béton})$$

$$e(\text{béton}) = \frac{5,0}{0,15} \times 1,75 = 58 \text{ cm.}$$

Une paroi de 58 cm de béton serait équivalente à une paroi de 5 cm de sapin. Le sapin est clairement un meilleur isolant thermique.

3. Les pierres posées sur le poêle

3.1. (0,5+0,5) Le poêle a une puissance de $P = 10,00 \text{ kW}$.

Il fournit une énergie $E = P.\Delta t$ aux pierres qui ainsi voient leur énergie interne varier de ΔU .

En considérant que toute l'énergie électrique reçue par le poêle est transférée aux pierres alors $\Delta U = E$

$$m.c.\Delta T = P.\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{m.c.\Delta T}{P}$$

(inutile de convertir ΔT en K car $(250 + 273) - (25 + 273) = 250 - 25 = 225 \text{ K}$)

$$\Delta t = \frac{20 \times 980 \times (250 - 25)}{10,0 \times 10^3} = 4,4 \times 10^2 \text{ s}$$

3.2. (0,25) La notice indique un temps de préchauffage bien plus long puisque compris entre 40 et 70 min, soit entre $2,4 \times 10^3$ s et $4,2 \times 10^3$ s.

L'énergie électrique consommée par le poêle ne sert pas exclusivement au chauffage des pierres, elle sert aussi au chauffage de l'air par exemple.

EXERCICE II.

Chimie_2015_sujet_S x |

I-1-	GH = 20,10 m	OH = 9,30 m	GO = 17,82 m												
I-2-	Justification : $\sin(27,56^\circ) = 0,463 = OH / GH$														
I-3-	Ec(G) = 5 J	Ec(H) = 5 J	Ep(H) = 3649 J												
I-4-	Em(G) = 5 J		Em(H) = 3654 J												
I-5-	$\Delta Em = 3649$ J (Cocher la réponse exacte)														
	<input type="checkbox"/> pas un travail <input checked="" type="checkbox"/> travail moteur <input type="checkbox"/> travail résistant														
I-6-	Justification : La vitesse du carton est constante.														
I-7-			I-8-												
			R = 348 N T = 182 N												
I-9-	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Expression littérale</th> <th style="width: 50%;">Application numérique</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{P})$</td> <td>$-M g OH$</td> <td>- 3649 J</td> </tr> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{R})$</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{T})$</td> <td>$T GH = M g OH$</td> <td>+ 3649 J</td> </tr> </tbody> </table>				Expression littérale	Application numérique	$W_{GH}(\vec{P})$	$-M g OH$	- 3649 J	$W_{GH}(\vec{R})$	0	0	$W_{GH}(\vec{T})$	$T GH = M g OH$	+ 3649 J
	Expression littérale	Application numérique													
$W_{GH}(\vec{P})$	$-M g OH$	- 3649 J													
$W_{GH}(\vec{R})$	0	0													
$W_{GH}(\vec{T})$	$T GH = M g OH$	+ 3649 J													
I-10-	Comparaison : $\Delta E_m = E_m(H) - E_m(G) = W_{GH}(\vec{T}) = W_{GH}(\vec{P})$ Conclusion : La variation d'énergie mécanique entre G et H est égale au travail de la force \vec{T} entre ces 2 points.														
I-11-	Expr.litt. : $\tau = GH / v$ Expr.litt. : $Pu = W_{GH}(\vec{T}) / \tau$		Appl. Num. : $\tau = 40.2$ s Appl. Num. : $Pu = 91$ W												