Bac S 2015 Liban CONSTRUCTION D'UNE MAISON PASSIVE (7 points)

1. Isolation et chauffage

1.1. D'après l'énoncé : $R_{th} = \dfrac{e}{\lambda \times S}$ m

W.m^{-1}.K^{-} m^2

Donc R_{th} s'exprime en $\dfrac{\text{m}}{\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}.\text{m}^2} = \dfrac{1}{\text{W.K}^{-1}}$ = **K.W^{-1}**

Remarque : on retrouve aussi ce résultat avec la relation $\Phi = \dfrac{T_i\text{-}T_e}{R_{th}}$ ainsi $R_{th} = \dfrac{T_i\text{-}T_e}{\Phi}$ K W

1.2. Pour avoir une meilleure isolation, il faut une résistance thermique élevée.

Comme $R_{th} = \dfrac{e}{\lambda \times S}$, avec la surface S à isoler constante, on peut :

- augmenter l'épaisseur *e* de la paroi (e au numérateur),
- choisir un matériau moins bon conducteur thermique, ainsi λ est plus faible (λ au dénominateur).

1.3. Il faut additionner les résistances thermiques des 5 parois des murs extérieurs :

$R_{th} = \left(\sum_i \dfrac{e_i}{\lambda_i}\right).\dfrac{1}{S}$ *Il faut convertir e en m.*

$R_m = \left(\dfrac{1{,}5\times10^{-2}}{0{,}50} + \dfrac{5{,}0\times10^{-2}}{0{,}80} + \dfrac{6{,}0\times10^{-2}}{0{,}040} + \dfrac{20\times10^{-2}}{0{,}60} + \dfrac{2{,}5\times10^{-2}}{1{,}05}\right)\times\dfrac{1}{85}$ = **0,023 K.W^{-1}**

Remarque : la surface S étant la même pour toutes les parois, on a factorisé par 1/S.

1.4. On souhaite remplacer les matériaux isolants des combles par de la laine de verre, tout en conservant une résistance thermique identique, indiquée dans le tableau $R_{combles}$ = 0,053 K.W^{-1}.
Les combles ont une surface S = 79 m²

$R_{combles} = \dfrac{e}{\lambda_{lv} \times S}$ donc $e = R_{combles} \,.\, \lambda_{lv} \,.\, S$

e = 0,053 × 0,038 × 79 = **0,16 m**

1.5.1. Les transferts thermiques s'effectuent de l'intérieur (corps chaud à 19°C) vers l'extérieur et le sol (corps froids à 4°C et 10°C).

1.5.2. Exprimons le flux thermique pour les vitres : $\Phi = \dfrac{Q_v}{\Delta t}$ et $\Phi = \dfrac{T_i - T_e}{R_{th}}$.

Donc $\dfrac{Q_v}{\Delta t} = \dfrac{T_i - T_e}{R_{th}}$, on en déduit l'expression de la chaleur $Q_V = \dfrac{(T_i - T_e).\Delta t}{R_{th}}$

Pour une journée de 24 h : $Q_V = \dfrac{(19-4)\times24\times3600}{0{,}10} = 1{,}296\times10^7$ J = **13 MJ**

Comme la température intérieure reste constante, c'est que l'énergie interne de la maison ne varie pas ΔU = 0. Le poêle à bois doit fournir à la maison autant d'énergie que celle-ci en cède vers le milieu extérieur : $Q_{poele} = Q_m + Q_v + Q_S + Q_C$

Q_{poele} = 56 + 13 + 37 + 24 = **130 MJ** chaque jour.

__Remarque :__ inutile de convertir $T_i - T_e$ en K car ((19+273 – (4+273)) = 15 K = 15°C

1.6. Pour savoir si la maison est passive, il faut déterminer ses besoins en chauffage par m² habitable et par an.

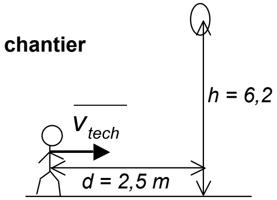
Besoins = $\dfrac{Q_{poele}(\text{en kWh})\times(\text{durée de la période de chauffage en jours})}{\text{surface habitable}}$

Besoins = $\dfrac{(130/3{,}6)\times100}{68}$ = **53 kWh.m^{-2}.an^{-1}**

Les besoins en chauffage, bien que largement inférieurs à ceux d'un bâtiment classique, sont supérieurs au critère défini pour une maison passive (15 kWh.m^{-2}.an^{-1}).

2. Incident sur le chantier

2.1.



2.2. Considérons comme système le sac de sable dans le référentiel terrestre (supposé galiléen) en chute libre. Il n'est soumis qu'à l'action de son poids.

Appliquons la deuxième loi de Newton : $\vec{P} = m.\vec{a}$

soit $m.\vec{g} = m.\vec{a}$

donc $\vec{g} = \vec{a}$

Par projection sur l'axe Oy vertical orienté vers le haut, il vient **a_y = – g**

Par définition, $a_y = \dfrac{dv_y}{dt}$.

En intégrant, on obtient $v_y = -\,g.t + v_{0y}$.

Le sac de sable tombe sans vitesse initiale, soit v_{0y} = 0 m.s^{-1} donc : **$v_y = -\,g.t$**

D'autre part $v_y = \dfrac{dy_s}{dt}$.

En intégrant, on a : $y_S = -\,\frac{1}{2}\, g.t^2 + y_0$.

Or à t = 0 s, le sac est à la hauteur h = 6,2 m, donc $y_0 = h$ d'où : **$y_S = -\frac{1}{2}\, g.t^2 + h$**

Numériquement : $y_S = -\,\frac{1}{2} \times 9{,}8 \times t^2 + 6{,}2$

Soit, comme indiqué, **$y_S = -\,4{,}9.t^2 + 6{,}2$**

2.3. Il faut déterminer si le technicien se trouve ou non au niveau du point de chute du sac, après une durée égale à celle du temps de chute du sac.

La chute se termine lorsque le sac touche le sol alors y_S = 0.

D'après l'équation précédente, la durée de la chute t_c est telle que $0 = -4{,}9.t_c^2 + 6{,}2$

$t_c^2 = \dfrac{6{,}2}{4{,}9}$

$t_c = \sqrt{\dfrac{6{,}2}{4{,}9}}$ = 1,1 s

Or le technicien se déplace à la vitesse v_{tech} = 1,1 m.s^{-1} donc il aura parcouru $d_{tech} = v_{tech} \,.\, t_c$

d_{tech} = 1,1×1,1 = 1,2 m.

Le sac de sable **va s'écraser à 1,3 m devant le technicien** ($d - d_{tech}$ = 2,5 – 1,2).

Le technicien ne risque rien.