EEC 2016 - Correction

A. Isolation d'une maison

1

1.1 Déperditions à travers les murs

1.1.1 $r_m = r_{Si} + r_{Se} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4}$

1.1.2 $r_m = 0{,}060 + 0{,}11 + \frac{0{,}02}{1{,}15} + \frac{0{,}22}{1{,}05} + \frac{0{,}04}{0{,}039} + \frac{0{,}05}{0{,}46}$ **=1,53 K.m².W^{-1}**

1.1.3 $\varphi_m = \frac{\theta_1 - \theta_2}{r_m}$

1.1.4 $\varphi_m = \frac{18-1}{1{,}53}$ = **11,1 W.m^{-2}**

1.1.5 $\Phi_m = S_m \times \varphi_m$ avec

$S_m = 2h(L+l) - S_P - S_V = 2\times 2{,}75(7{,}55+4{,}05) - 2{,}25 - 10{,}0$ = 51,55 m² (on devrait arrondir à 51,6m^2 mais c'est de toutes façons un résultat intermédiaire) donc $\Phi_m = 51{,}55 \times 11{,}1$ **=572 W**

1.2 $\Phi_1 = \Phi_m + \Phi_P$ =572+579=**1151 W = 1,151 kW** ce qui correspond à peu près au résultat indiqué si on n'est pas trop pointilleux sur les arrondis.

2

2.1 Les matériaux utilisés pour les murs de la maison à ossature bois sont nettement plus isolants : ils ont tous une conductivité thermique inférieure à 1 W.K^{-1}.m^{-1} contrairement à la maison traditionnelle. Notamment, l'épaisseur totale de matériaux très isolants (conductivité inférieure à 0,1 W.K^{-1}.m^{-1}) est d'environ 20cm pour la maison à ossature bois, contre seulement 4cm pour l'autre . Les murs auront donc une résistance thermique beaucoup plus grande pour la maison à ossature bois.

Les fenêtres de la maison à ossature bois ont un coefficient de transmission surfacique presque trois fois plus faibles que celles de la maison traditionnelle, il y aura donc aussi moins de pertes thermiques à travers les fenêtres.

2.2

2.2.1 L'énergie perdu en une année est égale à $E = \Phi \times \Delta t$. Aucune unité n'étant imposée, et la question suivante nécessitant de connaître la valeur de l'énergie économisée en kWh, on aura intérêt ici à écrire *E* en kW et Δ*t* en h pour obtenir directement le résultat en kWh.

L'énergie économisée en une année est

$E_1 - e_2 = \Phi_1 \times \Delta t + \Phi_2 \times \Delta t = (\Phi_1 - \Phi_2) \times \Delta t = (1{,}151 - 0{,}37) \times 365{,}25 \times 24$

= **6,85 kWh**

ou bien si on utilise la valeur de Φ_1 fournie par l'énoncé (ce qu'il vaut mieux faire, à priori)

$(1{,}1 - 0{,}37) \times 365{,}25 \times 24$ = = **6,40 kWh**

2.2.2 En multipliant la valeur de l'énergie économisée par le tarif moyen du kWh on obtient une économie annuelle de **1000€** si on a utilisé la valeur calculée de Φ_1 , ou **934€** si on a utilisé la valeur fournie par l'énoncé.

B La production d'eau chaude par un panneau solaire

1

1.1 L'eau est prise à θ_1=10,0° et chauffée à θ_2 = 70,0°C. Le volume d'eau utilisé quotidiennement est 2m^2 L'énergie nécessaire pour le chauffage de l'eau est
$Q=m\times C\times(\theta_2-\theta_1)=\rho\times V\times C\times(\theta_2-\theta_1)=1000\times2\times4180\times(70{,}0-10{,}0)$
=5,02.10^8 J =
(5,02.10^8 /3,6.10^6) kWh= **139 kWh** énergie nécessaire quotidiennement.

1.2 On multiplie le résultat par le nombre 365,25 de jours dans une année et on obtient **5,09.10^4 kWh** si on utilise le résultat précédent non arrondi, ou **5,08.10^4 kWh** si on utilise la valeur arrondie donnée par l'énoncé.

2

2.1 $\eta=\frac{p_u}{P_r}$

2.2 $P_u=\eta\times P_r=\frac{31{,}3}{100}144$ =**45,1 W.m^{-2}** On note bien qu'il s'agit ici tout comme pour P_r d'une valeur surfacique (donc pour 1m^2 de panneau) et moyenne (intégrant les variations d'ensoleillement y compris celles résultant de l'alternance jour/nuit)

2.3 $E=P_u\times\Delta t$ Comme on cherche le résultat en kWh par m² on a intérêt à écrire Δt en h : $\Delta t=365{,}25\times24h$ et P_u en kW P_u=0,0451 kW. On obtient bien 395 kWh.m^{-2}

2.4 Les modes de déperdition sont indiqués sur le schéma. Pour éviter les pertes par convection et conduction on doit couvrir le capteur avec un matériau transparent (verre), et celui-ci devra être anti-réfléchissant pour limiter la proportion de flux réfléchi. Pour éviter les pertes thermiques par la face arrière on peut améliorer l'isolation, éventuellement en mettant une couche d'air confiné entre la face arrière et le support.

3 On divise l'énergie annuelle nécessaire, déterminée au 1.2. , par l'énergie fournie annuellement par m² de panneau, calculée au 2.3 . On obtient une surface de panneaux nécessaire de 128 m².

4

4.1 Si on produisait l'énergie annuelle nécessaire déterminée au 1.2. de manière conventionnelle en utilisant une chaudière ou des ballons d'eau chaude, le coût serait de 5,08.10^4 x 0,146 = **7412 €** (ou 5,09.10^4 x 0,146 =7430€ si on fait le calcul avec les valeurs non arrondies)

4.2 En divisant le coût de l'installation par sa durée de vie on obtient 1960€ donc à première vue l'opération paraît intéressante.

C Utilisation de biogaz dans les transports

1

1.1 Il était rappelé dans les données que pour une évolution isotherme d'un gaz parfait *p.V* est une constante. Si, à la même température, on mettait à pression atmosphérique p_0 le gaz qui occupe un volume V_1=882 L =0,882 m³ dans les réservoirs sous une pression p_1=200 bar = 200.10^5 Pa (doc 1) , son volume V serait tel que $p_0 \times V = p_1 \times V_1$

donc $V = \frac{p_1 \times V_1}{p_0} = \frac{200 \times 10^5 \times 0{,}882}{1{,}013} \times 10^5$ **= 174 m³**

1.2 Le méthane représente 99 % de ce volume (doc 1) donc $V_{méthane}$=0,99 x 174 **= 172 m³** sous la pression atmosphérique.

1.3 Les données indiquent le volume molaire gazeux dans les conditions de température et de pression considérées. $n = \frac{V}{V_m} = \frac{172}{0{,}025}$

= **6,88.10³ mol** (si on utilise les valeurs intérmédiaires non arrondies on obtient plutôt = **6,90.10³ mol**)

2

2.1 CH_4

2.2 CH4 + 2 $O_2 \rightarrow CO_2$ + 2H_2O (la combustion complète d'un hydrocarbure produit toujours CO_2 et H_2O)

2.3 M_{CO2} = M(C) + 2 M(O) = 12 + 2 x 16 = 44 g.mol^{-1}

3

L'autocar transporte en comptant le chauffeur 46 personnes et consomme 30,0 m³ de méthane pour 100 km . Le volume de méthane consommé par km et par personne est de

V= $\frac{30{,}0}{46 \times 100}$ = 6,52.10^{-3} m³.km^{-1}.passager $^{-1}$ (volume mesuré sous pression atmosphérique) = 6,52 L.km^{-1}.passager $^{-1}$

On trouve la quantité de matière de méthane consommé par km et passager en divisant ce résultat par le volume molaire.

$n = \frac{V}{V_m} = \frac{6{,}52}{25{,}0} = 0{,}261$ mol.km^{-1}.passager $^{-1}$

D'après l'équation il se forme une mole de CO_2 par mole de méthane consommée, donc l'autocar produit 0,261 mol.km^{-1}.passager $^{-1}$ de CO_2.

La masse de CO_2 dégagée par km et par passager est donc

$m = n \times M_{CO2} = 0{,}261 \times 44$ = **11,5 g.km^{-1}.passager $^{-1}$**

L'autocar est donc bien conforme aux normes en vigueur, lorsqu'il transporte 45 élèves.