

ER41 : Physique pour l'énergie - Médian Printemps 2014

Durée : 2h. Documents non autorisés, Traducteurs autorisés, Les réponses se feront sur le sujet.
Calculatrices autorisées mais sans documents à l'intérieur.

NOM :

Signature :

PRENOM :

1 Exercices préliminaires

1.1 Questions de bon sens

1. Comment l'énergie solaire parvient-elle à la Terre ?

Réponse :

2. Les poêles destinés au chauffage d'une pièce d'habitation sont habituellement de couleur noire.
Y a-t-il une raison thermique au choix de cette couleur ?

Réponse :

3. Le matin d'une journée ensoleillée, le vent souffle de la mer vers la terre (brise de mer) alors que dans la soirée, la direction du vent est inverse (brise de terre). Comment expliquer cela ?

Réponse :

4. Un objet métallique paraît plus froid au toucher qu'un objet en plastique à la même température. Expliquer pourquoi.

Réponse :

1.2 Constante des gaz parfait

Donner les dimensions de la constante des gaz parfaits (R) et déterminer sa valeur lorsqu'elle est exprimée :

1. en $L.atm.mol^{-1}.K^{-1}$
2. en $J.mol^{-1}.K^{-1}$
3. en $L.mm\ de\ Hg.mol^{-1}.K^{-1}$
4. en $cal.mol^{-1}.K^{-1}$

Réponse :

1.3 Tour Eiffel

La Hauteur de la tour Eiffel est de 300 m à 15 ° C. De combien sa hauteur s'est-elle raccourcie quand la température est -10 ° C? Même question avec une température de 35 ° C.

Indice : Le coefficient de dilatation linéaire de l'acier est $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$.

Réponse :

1.4 Détente isotherme

Une mole de gaz parfait à une température initiale de 298K se détend d'une pression de 5 atmosphères à une pression de 1 atmosphère de façon isotherme. Déterminer les éléments suivants :

1. la température finale du gaz
2. la variation de l'énergie interne du gaz
3. le travail effectué par le gaz
4. la quantité de chaleur mise en jeu

On donne $C_v = 3R/2$ et $C_p = 5R/2$

Réponse :

2 Suspension mécanique de camion

Le système de suspension pneumatique d'une remorque de camion peut être modélisée avec un cylindre d'air. Lorsque la remorque est chargée, le piston descend à l'intérieur du cylindre, écrasant l'air qui y est prisonnier.

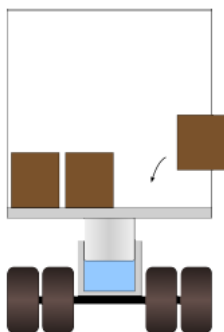


FIGURE 1 – Schéma de principe de la suspension pneumatique

Dans un premier temps on charge le camion très progressivement. L'air à l'intérieur du cylindre ne perd ni reçoit de chaleur. Ses caractéristiques évoluent alors selon la relation $PV^{1,4} = 5,438 \cdot 10^4$ (unités SI). La compression commence à $P_1 = 2,5$ bar. Lorsque le chargement est terminé, la pression est montée à $P_2 = 10$ bar.

1. Tracez qualitativement l'évolution du gaz pendant le chargement sur un diagramme pression/volume.
2. Quelle énergie a-t-elle été transmise au gaz pendant le chargement ?
3. Quelle énergie le gaz fournirait-il en retour si le camion était déchargé très progressivement ?
On décharge brutalement le camion et le piston remonte rapidement jusqu'à ce la pression finale redescende à sa valeur initiale.
4. Tracez qualitativement l'évolution sur le diagramme pression/volume précédent.
5. Que peut-on faire pour ramener le gaz à l'état exact où il était avant le chargement ?

Réponse :

3 Mur composite

Pour améliorer l'isolation thermique d'un mur de façade constitué d'une maçonnerie de parpaing de 20 cm d'épaisseur recouverte d'un enduit de mortier hydraulique de 2cm d'épaisseur, on utilise le complexe isolant IsoCplx 13 de conductivité thermique $= 0,034W/m.K$. Ce produit est disponible dans les épaisseurs 30 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm, 80 mm, 100 mm.

1. La conductivité de la laine de verre en rouleau est de $0,04 W / m.K$. Quelle épaisseur de laine de verre permettrait d'obtenir une résistance thermique équivalente à celle des panneaux IsoCplx 13 de 30 mm ? Le résultat sera donné en centimètre.

Réponse :

2. Le maître d'œuvre exige que le coefficient de transmission surfacique K soit inférieur ou égal à $0,37W/m^2.K$. Déterminer l'épaisseur d'isolant IsoCplx 13 qu'il faut choisir pour atteindre cette exigence.

Réponse :

3. Calculer le flux thermique exprimé en Watt pour $1m^2$ de ce mur.

Réponse :

Matériaux	Conductivité	Epaisseur	Résistance thermique
Enduit	1,15		
Parpaing			0,2
Isolant			
Ba13	0,7	0,013	
Total			

4 Transformations et premier principe

Une mole de gaz parfait subit les transformations réversibles suivantes : état (1) à état (2) compression adiabatique ; état (2) à état (3) dilatation à pression constante ; état (3) à état (4) détente adiabatique ; état (4) à état (1) refroidissement à volume constant. Chaque état est défini par la pression P_i , la température T_i et le volume V_i (i variant de 1 à 4). On appelle γ le rapport des chaleurs molaires C_p/C_v . On définit $a = V1/V2$ et $b = V4/V3$.

1. Représenter sommairement le cycle sur un diagramme de Clapeyron.

Réponse :

2. Donner les expressions de la pression, du volume et de la température pour les états (2), (3) et (4), en fonction de P_1 , V_1 , T_1 , a et b et calculer numériquement ces valeurs

Réponse :

3. Calculer les travaux et chaleurs échangés pour toutes les transformations subies. Préciser notamment le sens des échanges.

Réponse :

Données : $\gamma = 1,4$; $P_1 = 1,0105 Pa$; $a = 9$; $T_1 = 300 K$; $b = 3$; $C_v = 20,8 J/K/mol$