

ER41 : Physique pour l'énergie - Médian Printemps 2013

Durée : 2h. Documents non autorisés, Traducteurs autorisés, Les réponses se feront sur le sujet.
Calculatrices autorisées.

NOM :

Signature :

PRENOM :

1 Estimation de l'énergie générée par une explosion en utilisant un film

En 1947, Sir. Geoffrey Taylor a réussi à estimer l'énergie générée par l'explosion de la première bombe atomique dans le désert du nouveau Mexique en utilisant les images d'un film réalisé par J.E. Mack. Bien que ce film ait été déclassifié en 1947, les données énergétiques étaient quant à elles toujours secrètes. Son analyse était basée sur l'analyse dimensionnelle. Il a considéré qu'une explosion correspond à un dégagement d'une grande quantité d'énergie à partir d'une source pouvant être considérée comme ponctuelle. Partant de ce constat, il a supposé que l'onde engendrée pouvait être approximée à une sphère dont le rayon dépend de E l'énergie de l'explosion, t le temps depuis l'explosion, ρ_0 la densité de l'air ambiante à t_0 et P_0 la pression de l'air ambiante à t_0 .

1. Rappeler l'énoncé du théorème de Buckingham. Quel en est l'intérêt ?
2. Donner les dimensions des grandeurs impliquées.
3. Appliquer le théorème de Buckingham pour donner la relation liant ces variables.

Réponse :

2 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 0 ° C ? Même question avec une température de 30 ° C.

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

3 Boule en laiton

Soit une boule en laiton creuse de 10 cm de diamètre. Quel température est nécessaire pour augmenter son volume de 3 cm^3 ? Si la sphère est pleine quel est son volume à 200 ° C.

4 Transformation isotherme

Soit une mole de gaz subissant une compression quasi statique et isotherme de (P_0, T_0) à $(2P_0, T_0)$. Donner l'expression du travail reçu par le gaz selon qu'il s'agit :

1. d'un gaz parfait (on exprimera W en fonction de T_0)
2. d'un gaz de Van der Waals : $(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT$ (on exprimera W en fonction de V_i et V_f les volumes dans l'état initial et l'état final).

5 Travail reçu par un gaz en fonction de plusieurs types de transformation

On considère deux moles de dioxygène, gaz supposé parfait, que l'on peut faire passer réversiblement de l'état initial A (P_A, V_A, T_A) à l'état final B $(P_B = 3P_A, V_B, T_B = T_A)$ par trois chemins distincts :

1. chemin A 1 B : transformation isotherme ;
2. chemin A 2 B : transformation représentée par une droite en diagramme de Clapeyron (P, V) ;
3. chemin A 3 B : transformation composée d'une isochore puis d'une isobare.

Représenter les trois chemins en diagramme de Clapeyron. Calculer dans chaque cas les travaux mis en jeu en fonction de T_A . A.N. : $T_A = 300K$.

6 Calorimétrie

On mélange, dans un calorimètre adiabatique, 1 kg de mercure à 100 °C et 40 g de glace à 293 K, sous une pression atmosphérique normale. Toute la glace fond et la température finale est de 0 °C.

Calculer la chaleur massique du mercure, sachant que la chaleur latente de fusion de la glace est de 334 000 J kg⁻¹.

7 Expansion thermique

On considère un anneau de laiton dont le diamètre est de 10,00 cm à 20 °C et un cylindre en aluminium dont le diamètre est de 10,01 cm à 20 °C. On chauffe l'anneau de laiton de telle sorte à faire passer le cylindre en aluminium à l'intérieur de celui-ci. On prend l'hypothèse que les coefficients d'expansion linéaire du laiton ($\alpha_l = 19 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$) et de l'aluminium ($\alpha_a = 24 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$) sont constant.

1. À quelle température l'ensemble doit-il être refroidi afin de pouvoir séparer l'anneau et le cylindre ? Est-ce possible ?

2. Supposons maintenant que le diamètre du cylindre en aluminium soit de 10,02 cm. Est-il possible de séparer l'anneau et le cylindre en refroidissant l'ensemble ?

