Physique II – Thermodynamique

Exercices 1

25 février 2025

Problème I Unités

Completer le tableau suivant:

Quantité	Unité	Convertir en
Poids	1 Pound	kg
Energie	10^3 J	cal
	1 kcal/mol	J/mol
Pression	3.5 bar	Pa
		atm
		PSI
Volume	1 pint	litre
		Gallons
	1 fluid ounce	m^3
Vitesse	1 m/s	mph

Problème II Dérivées partielles

Calculer les dérivées (partielles) suivantes

1. $F(x) = \sin(x)$

   calculer $\frac{dF}{dx}$

2. $F(x, y) = x\sin(y)$

   calculer $\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_y$

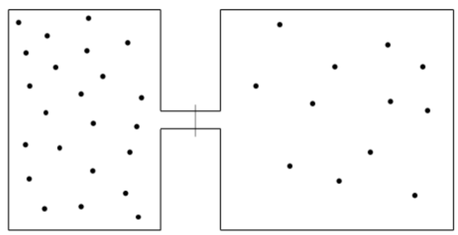
3. $F(x, y) = \sin(x)\cos(y)$;

   calculer $\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_y$; $\left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)_x$

   comparer les deuxièmes dérivées $\left(\frac{\partial^2 F}{\partial y \partial x}\right)$ et $\left(\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}\right)$

4. $F(x,y,z) = \frac{3x^2+2y}{z}\cos(x)\sin(y^2z)$
   calculer $\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_{y,z}$; $\left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)_{x,z}$; $\left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)_{x,y}$; $\left(\frac{\partial^2 F}{\partial x\partial y}\right)_{z}$; $\left(\frac{\partial^2 F}{\partial x\partial z}\right)_{y}$

Problème III Transformation isotherme



En se référant à la figure ci-dessus, le compartiment A contient un gaz parfait avec $p_{\mathrm{A}} = 8$ bar et $T_{\mathrm{A}} = 250$ K et est connecté par un tube mince muni d'une valve au compartiment B, tel que $V_{\mathrm{B}} = 4V_{\mathrm{A}}$, $p_{\mathrm{B}} = 1$ bar et $T_{\mathrm{B}} = 450$ K. On ouvre la valve pour obtenir l'équilibre mécanique. La température dans les deux compartiments demeure constante tout au long de la transformation. Trouver la pression finale du système.

Problème IV Loi des gaz parfaits

1. Exprimez l'équation d'un gaz parfait en fonction de sa densité ρ et sa masse moléculaire M exprimée en kg.

2. La matière présente dans l'espace cosmique (principalement atomes d'hydrogène) a une densité volumique du nombre d'atomes d'environ d'un atome par cm^3 et une température autour de 3.4 K. Calculez la pression en atm de ce gaz.

Problème V Gaz parfait emprisonné

Un gaz parfait est emprisonné dans un appareil, supposé indilatable, formé de deux ballons B_1 et B_2, ayant comme volumes respectifs V_1 et V_2, raccordés par un tube très fin de volume négligeable qui garantit l'équilibre de pression. Lorsque tout l'appareil est à la température T_1, la pression du gaz est p.

1. (a) Le ballon de volume V_1 reste à la température T_1 et le ballon de volume V_2 est porté à la température absolue T_2. Donner l'expression littérale (en fonction de p, V_1, V_2, T_1 et T_2) de la pression p' du gaz emprisonné.

   (b) Exprimer alors le rapport m_2/m_1 des masses de gaz contenus dans les deux ballons B_2 et B_1 à l'état final.

2. A quelle température T aurait-il fallu porter tout l'appareil pour obtenir la même pression p'? T sera exprimée en fonction de V_1, V_2, T_1 et T_2.

3. Application numérique: $V_1 = V_2$; $T_1 = 300$ K; $T_2 = 500$ K; $p = 1.00$ atm. Calculer p', m_2/m_1 et T.

Problème VI Théorème de Schwarz; Relations de Maxwell

Soient les fonctions suivants:

Nom	Symbole	Définition
Énergie interne	U(S,V)	dU=TdS-pdV
Enthalpie	H(S,p)	H=U+pV
Énergie libre (Helmholtz)	F(T,V)	F=U-TS
Enthalpie libre (Gibbs)	G(T,p)	G=U+pV-TS

1. En partant de la définition de dU, différentier les fonctions du tableau ci-dessus.
2. En partant du symbole de chaque fonction, écrire leurs différentielles totales.
3. Comparer les résultats des questions 1 et 2.
4. Calculer les dérivées partielles secondes et en déduire les relations de Maxwell vues en cours.