UNIVERSITE PAUL SABATIER
TOULOUSE III

année 2003/2004

Licence Physique Chimie et Applications
Mention physique
L2

Travaux Dirigés de thermodynamique
Texte 1

I – Soient les variables de volume V, de température T et de pression p. Dans un gaz particulier et après des mesures appropriées, une variation infinitésimale de température dT associée à une variation infinitésimale de pression dp conduisent à une variation élémentaire de volume dV qui obéit à la relation $dV = n\frac{R}{p}dT - n\frac{RT}{p^2}dp$ où n et R sont des constantes.

Existe-t-il une fonction V(T, p) que l'on pourrait déduire de cette observation ?
La situation n'étant pas isobare, montrer que $\delta W = -pdV$ n'est pas une DTE.
Par un calcul de dimension, à quelle grandeur physique correspond δW?

II – Soit l'expression $\delta Q = C_v(T)\, dT + n\frac{RT}{V}dV$. Montrer que δQ n'est pas une DTE. Par quel facteur (facteur intégrant) faut-il multiplier δQ pour obtenir une DTE?

III – 1) Montrer que l'expression $dp = \frac{R}{V-b}dT + \left[\frac{2a}{V^3} - \frac{RT}{(V-b)^2}\right]dV$ est une DTE (a, b et R sont des constantes)

2) En déduire l'équation d'état p(V, T). On suppose que si $V \to \infty$, $p \to 0$.

IV – Les variables thermodynamiques p, V et T d'un système thermodynamique (gaz) obéissent à l'équation différentielle suivante :

$$dp = \frac{A}{V}dT - \left(\frac{AT}{V^2} - \frac{2B}{V^3}\right)dV$$ dans laquelle A et B sont des constantes.

1) Montrer que cette différentielle est intégrable.
2) Intégrer cette différentielle ; en déduire l'équation d'état de ce gaz.
3) On chauffe le système à volume constant, sa température augmente de $\Delta\theta$, calculer la variation de pression correspondante.
4) Application numérique avec $A = 20\ J.K^{-1}$, V = 10 litres, $\Delta\theta = 50$ degrés

V – Et que vaut la pression atmosphérique standard : en SI ?, en atm?, en torr? Et s'il pleut?

VI – On considère la fonction : $f(p,V,T) = \left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V-b) - (R\ T) = 0$

1 – Ecrire la différentielle totale de la fonction **f(p, V, T)**

2 – En déduire la dérivée partielle $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$

3 – Aurait-on pu calculer cette dérivée par une démarche différente?

VII – On considère 1 litre d'eau contenu dans un récipient ouvert à l'atmosphère et maintenu à la température T = 20°C. On donne les coefficients de dilatation isobare et de compressibilité isotherme de l'eau : $\alpha_p = 2{,}57\ 10^{-4}\ K^{-1}$ et $\chi_T = 4{,}51\ 10^{-10}\ Pa^{-1}$.

1. Donner l'expression de ces deux coefficients
2. En déduire l'expression de la différentielle dV
3. L'eau est chauffée à pression constante (échauffement isobare) jusqu'à 70°C. Calculer le volume final occupé par le liquide.
4. On suppose que le même échauffement de 20°C à 70°C se produit à volume constant (échauffement isochore). Calculer la variation de pression Δp correspondante.