3TSI - Physique-Chimie
Programme de colle n°6 - Semaine du 04/11 au 08/11

Questions de cours (P4 et P5)

Ecrire l'identité thermodynamique pour l'énergie interne U (variables S et V). Comment en déduit-on l'expression de la variation d'entropie ΔS d'un liquide ou solide idéal de capacité thermique C ?

Diagramme (P,v) : allure de la courbe de saturation, des isobares, des isochores, des isothermes. Justifier qualitativement l'allure des isothermes dans le domaine du liquide, puis dans celui de la vapeur.

Diagramme (T,s): allure de la courbe de saturation, des isothermes, des isentropiques, des isenthalpes, des isobares.

Exercice de Physique : Principes thermodynamiques et applications (P4)

Entrainement Compression d'un gaz parfait

Un récipient fermé par un piston mobile renferme de l'hélium (considéré comme un gaz parfait monoatomique) dans les conditions (P_1, V_1, T_1). On opère une compression adiabatique réversible qui amène le gaz dans les conditions (P_2, V_2, T_2). On donne P_1 = 1,0 bar, V_1 = 10 L, T_1 = 20°C et P_2 = 3,0 bar.

Donnée : R = 8,31 $J.K^{-1}.mol^{-1}$

1) Rappeler l'expression de la capacité thermique C_V pour un gaz parfait monoatomique. En déduire la valeur du coefficient isentropique γ de ce gaz.
2) Déterminer le volume final V_2 et la température finale T_2.
3) Calculer le travail W reçu par le gaz. Commenter le signe du résultat.
4) Déterminer la variation d'entropie ΔS du gaz au cours de la transformation.

Exercice de Physique : Relation de Bernoulli et applications (P3)

Entrainement Lutte contre les incendies

Un fourgon-pompe est alimenté en eau grâce à un tuyau d'aspiration relié à un réservoir de grandes dimensions (altitude nulle, pression atmosphérique). Le fourgon est également muni d'une pompe de puissance utile $\mathcal{P}_i$ = 5,0 kW et d'un tuyau d'aspersion de diamètre d = 70 mm dont l'extrémité (la lance) est dirigée vers le feu. L'eau qui sort de la lance est à la pression atmosphérique.

1) Exprimer le débit massique D_m de l'écoulement en faisant intervenir le diamètre d du tuyau et la vitesse v de l'eau à la sortie de la lance.
2) En négligeant les pertes, exprimer le travail indiqué massique w_i reçu par l'eau en faisant intervenir la vitesse v et la hauteur h qui sépare la surface du réservoir et la sortie de la lance (on s'aidera d'un schéma...)
3) Calculer numériquement la vitesse v pour une hauteur h = 15 m. En déduire le débit massique. Quelle est l'influence de la hauteur h sur le débit massique ?
4) En réalité, le débit massique est inférieur à la valeur calculée ci-dessus. Quelles seraient les pertes de charge à prendre en compte pour un calcul plus précis ?
5) Le calcul donne Δz_{pertes} = 3,2 m : calculer le débit massique en tenant compte de ce résultat.

Attention le colloscope sera modifié pendant les vacances!

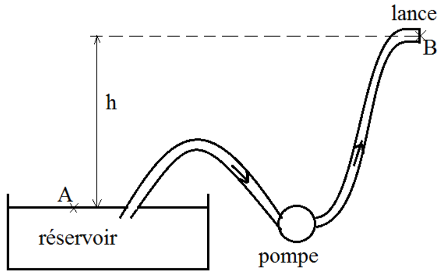
Le groupe D aura cependant comme prévu colle le lundi 04/11 à 15h (avec Me Lauriau)

Corrigé

Compression d'un gaz parfait

1) C_V et C_P sont à connaître pour les GP mono et diatomiques... on doit retrouver $\gamma = 7/5 = 1{,}4$
2) Adiabatique réversible d'un GP => loi de Laplace => $T_2 \sim 400$ K
3) Grâce au premier principe (transformation adiabatique) on trouve $W = 9{,}2.10^2$ J
4) Aucun calcul n'est nécessaire...

Lutte contre les incendies



1) $D_m = \mu S v = \mu_{eau} \pi \dfrac{d^2}{4} v$

2) On applique la relation de Bernoulli avec élément actif entre la surface du réservoir (A) et la sortie de la lance(B) (écoulement stationnaire, eau assimilée à un fluide parfait incompressible).

$\left(\dfrac{P_B}{\mu} + \dfrac{1}{2}.v_B^2 + g z_B\right) = \left(\dfrac{P_A}{\mu} + \dfrac{1}{2}.v_A^2 + g z_A\right) + w_i$ où $P_A = P_B = P_{atm}$ $v_B = v$ $v_A = 0$ $z_B - z_A = h$

On obtient $w_i = \dfrac{1}{2} v^2 + g h$

3) On a $\mathcal{P}_i = D_m w_i = \left(\mu_{eau} \pi \dfrac{d^2}{4} v\right).\left(\dfrac{1}{2} v^2 + g h\right)$; on résout à l'aide de la calculatrice : $v = 7{,}3$ m.s^{-1} .

On en déduit le débit massique $D_m = \mu S v = \mu_{eau} \pi \dfrac{d^2}{4} v = 10^3 . \pi . \dfrac{(0{,}070)^2}{4} .7{,}3 = 27 \ \text{kg}.\text{s}^{-1}$

D'après l'équation, si h augmente, v diminue.

4) Il faudrait prendre en compte les pertes régulières (le long des deux tuyaux) et les pertes singulières (rétrécissement, entrée et sortie de la pompe, élargissement à la sortie de la lance...)

5) $\left(\dfrac{P_B}{\mu} + \dfrac{1}{2}.v_B^2 + g z_B\right) = \left(\dfrac{P_A}{\mu} + \dfrac{1}{2}.v_A^2 + g z_A\right) + w_i - \Delta e_{pertes}$ donne ici $w_i = \dfrac{1}{2} v^2 + g h + g \Delta z_{pertes}$

Il suffit donc de remplacer h par $h + \Delta z_{pertes}$ dans l'équation qui permet de déterminer v. On obtient $v = 6{,}4$ m.s^{-1} et $D_m = 24$ kg.s^{-1}