

1) Que vaut $P(z)$ dans l'eau si $P(z_1)=P_1$ et z est pris vers le bas ?

$$P(z) = P_1 + \rho g (z - z_1)$$

2) Relier pression et vitesse quadratique moyenne pour un gaz

$$P = \frac{1}{3} n m_1 v_{qm}^2$$

3) Relier température et vitesse quadratique moyenne pour un gaz

$$\frac{3}{2} RT = \frac{1}{2} M v_{qm}^2$$

4) Dans quel cas peut-on écrire $dU = n C_{vm} dT$?

GP, PCII, corps pur monophasé si $V = \text{cste}$

5) C_{vm} d'un GP monoatomique ? Diatomique ?

$$C_{vm} = \frac{R}{\gamma - 1} \text{ pour 1 GP}$$

$$C_{vm \text{ mono}} = \frac{3}{2} R \text{ et } C_{vm \text{ dia}} = \frac{5}{2} R \text{ aux 5 nouvelles}$$

6) Définir une transformation

Isochore $V = \text{cste}$

Isobare $P = \text{cste}$

Monobare $P_{\text{ext}} = \text{cste}$

Isotherme $T = \text{cste}$

Monotherme $T_{\text{ext}} = \text{cste}$

7) Expression générale du travail W des forces de pression extérieure ?

$$W = \int -P_{\text{ext}} dV$$

8) Cas particulier d'un fluide en écoulement : travail δW des forces de pression extérieure ?

$$\delta W = P_1 dV_1 - P_2 dV_2$$

$$\underline{P_1 \xrightarrow{1} P_2}$$

9) Autres cas particuliers : W pour

a) $V = \text{cste}$

$$W = 0$$

b) $P_{\text{ext}} = \text{cste}$

$$W = -P_{\text{ext}} \Delta V$$

10) Cas d'une transformation mécaniquement réversible

$$P_{\text{ext}} = P$$

a) Dans quel sens tourne la courbe représentative d'un cycle résistant dans le diagramme (P, V) ?

anti-horaire ($W > 0$)

b) Calculer le travail des forces de pression pour une transformation isotherme d'un gaz parfait.

$$W = \int -P dV = \int -nRT_0 \frac{dV}{V} = -nRT_0 \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

11) Citer les trois modes de transfert thermique en les caractérisant en un à trois mots chacun.

conduction (contact)

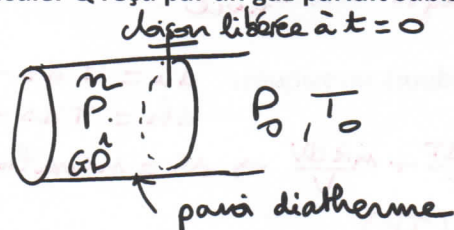
convection (mouvement macroscopique de fluide)

rayonnement (agitation thermique crée onde électromagnétique)

12) Transformation adiabatique : Qu'a-t-on ? Réalisation pratique ?

$Q = 0$; parois calorifugées
ou transfo. rapide.

13) Exercice : Calculer Q reçu par un gaz parfait subissant une détente de P_i à P_0 :



$$EI : P_i > P_0 \longrightarrow EF : P_0$$

$$\Delta U = n C_{vm} \Delta T = 0 = W + Q$$

$$W = -P_0 \Delta V = -P_0 (V_f - V_i) < 0$$

$$\text{or } P_0 V_f = nRT_0 = P_i V_i$$

$$Q = nRT_0 - \frac{P_i}{P_0} nRT_0 = nRT_0 \left(1 - \frac{P_i}{P_0}\right) > 0$$

14) Quelle est la définition du coefficient adiabatique γ ?

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

(on sait $\gamma = \left| \frac{\text{pente adiab. rev.}}{\text{pente isoth. rev.}} \right|$ dans le diag. de Clapeyron)

15) Quelles relations entre P et V a-t-on pour une transformation adiabatique mécaniquement réversible d'un GP ? Entre P et T ? Entre T et V ?

si $\gamma = \text{cte}$ $PV^\gamma = \text{cte}$ ou isentropique
 $P^{1-\gamma} T^\gamma = \text{cte}$ et $TV^{\gamma-1} = \text{cte}$

16) Que valent C_{vm} et C_{pm} pour un GP ? $C_{vm} = \frac{R}{\gamma-1}$ et $C_{pm} = \frac{\gamma R}{\gamma-1}$

17) Exercice : Montrer que γ est aussi le rapport de la pente de l'adiabatique réversible sur celle de l'isotherme réversible dans le diagramme (P,V) pour un GP.

18) Décrire la détente de Joule Gay-Lussac. Qu'a-t-on ? détente adiabatique dans le vide
 $\Delta U = 0$ (si GP, $\Delta T = 0$), $S_c > 0$

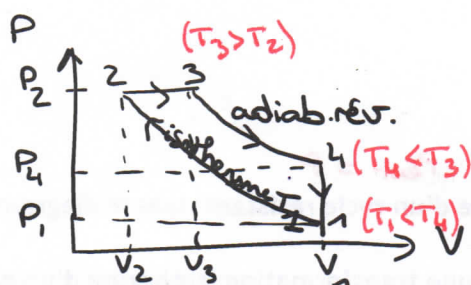
19) Comment s'appelle une détente adiabatique à travers une paroi poreuse ? Qu'a-t-on ?
détente de Joule-Kelvin. $\Delta H = 0$ (si GP, $\Delta T = 0$), $S_c > 0$

20) Que vaut Q pour une a) isochore ? b) isobare ? c) adiabatique ? d) isotherme d'un GP ? e) isotherme pour un changement d'état ?

a) $Q = \Delta U$, b) $Q = \Delta H$, c) $Q = 0$, d) $Q = -W = nRT_0 \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$
e) si chgt d'état à $T = \text{cte}$, $P = \text{cte} = P(T)$, $Q = \Delta H = m(x_{2f} - x_{2i}) \Delta_{1 \rightarrow 2}(T) = T \Delta S$

21) Exercice : Un GP décrit le cycle suivant :

Compléter le tableau :



Cycle **moteur** car décrit dans le sens **horaire**

Pour un cycle, $E_i = E_f$ donc $\Delta U_{\text{cycle}} = 0$

$W_{\text{cycle}} = -Q_{\text{cycle}}$

$Q_c = Q_{23}$, $Q_f = Q_{12} + Q_{41}$, $W = -(Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}) = W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{41}$
 $\eta = -W/Q_c$

	transfo	relation	ΔU	W	Q
12	isotherme	$T = T_1$	0	$-nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$	$nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) < 0$
23	isobare	$P = P_2$	$nC_{pm}(T_3 - T_2)$	$-P_2 \Delta V$	$\Delta H_{23} = nC_{pm}(T_3 - T_2) > 0$
34	isentrop.	$PV^\gamma = \text{cte}$ $S = \text{cte}$	$nC_{vm}(T_4 - T_3)$	ΔU_{34}	0
41	isochore	$V = V_4$	$nC_{vm}(T_1 - T_4)$	0	$\Delta U_{41} < 0$

22) Ecrire le deuxième principe de la thermodynamique.

$\Delta S = S_e + S_c$ avec $S_e = \sum Q_i/T_i$ ou $\int \frac{\delta Q}{T_{\text{ext}}}$ et $S_c \geq 0$ ($= 0$ si rev., > 0 si irrév.)

23) Dans quel cas $S_e = 0$? adiabatique

24) Dans quel cas $S_c = 0$? réversible

25) Peut-on avoir $\Delta S < 0$? oui, pour 1 syst. non isolé

26) Ecrire l'identité thermodynamique en grandeurs massiques.

$du = Tds - Pdv$
 $dh = Tds + vdp$

27) Retrouver ΔS pour un GP. $dS = \frac{nC_{vm}dT}{T} + \frac{nRdV}{V} \rightarrow \Delta S = nC_{vm} \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + nR \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$

28) Donner ΔS pour une PCII. $\Delta S = C \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right)$

29) Donner ΔS pour un changement d'état à T et P cstes. $\Delta S = \frac{\Delta H}{T} = \frac{m(x_{2f} - x_{2i}) \Delta_{1 \rightarrow 2}(T)}{T}$

$[U] = [H] = [PV] = [nRT] = [CT] = [E]$ en J

$[S] = \left[\frac{E}{T}\right] = [nR] = [C] = [nC_{vm}] = [m \cdot c]$ en $J \cdot K^{-1}$