Correction DS9

Exercice 1

Q1. k en $\boxed{W.m^{-2}.K^{-1}}$

Q2. L'air intérieur, plus chaud que l'air extérieur, cède de l'énergie (transfert thermique) à l'air extérieur : $\boxed{P_{th,\,pièce} = -kS(T-T_0)}$

Q3. En régime permanent : | pertes | = | apport d'énergie |

$\hookrightarrow P_{élec} = RI^2$

$$RI^2 = \frac{U^2}{R} = kS(T_p - T_0)$$

$$\boxed{R = \frac{U^2}{k(T_p - T_0)S}}$$

AN : $\underline{R = 432\ \Omega}$

Q4. Système : { pièce } $dU = \delta W + \delta Q$

$$C\,dT = \frac{U^2}{R}dt - kS(T-T_0)\,dt$$

$$\boxed{\frac{dT}{dt} + \frac{kS}{C}T = \frac{U^2}{RC} + \frac{kST_0}{C}}$$

Q5. $\boxed{\tau = \frac{C}{kS}}$ Le régime permanent est atteint au bout d'environ 5τ.

AN : $\underline{\tau = 5\ h}$

Q6. $T(t) = A \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + \underbrace{\frac{U^2}{kSR} + T_0}_{\text{régime permanent } T_p}$ $\quad A = T(0) - T_p$

$$\boxed{T(t) = (T(0) - T_p)\exp(-t/\tau) + T_p} \qquad \boxed{T_p = T_0 + \frac{U^2}{kSR}}$$

Q7.

```
R = 432
t = [0]
T = [283]
for k in range(86400):
    t.append(t[k]+h)
    T.append(T[k]+h(k*S*(T0-T[k])/C + U**2/(R*C)))
```

Exercice 2

Q8. $\boxed{n = \frac{P_1 V_1}{R T_0}}$ $\quad \underline{n = 0{,}32 \text{ mol}}$

Q9. Température à l'état final : $T_2 = T_0 = 300K$

$P_2 = \frac{n R T_2}{V_2} \rightarrow \boxed{P_2 = (1+\alpha) P_1}$ $\quad$ AN : $\underline{P_2 = 1{,}3 \text{ bar}}$

Q10. La transformation A est mécaniquement réversible et isotherme.

$W_A = -nRT_0 \ln \frac{V_0}{V_0 + V_p}$ $\quad \boxed{W_A = P_1 V_1 \ln(1+\alpha)}$

Q11 On peut supposer que la transformation est adiabatique car elle est rapide.

Q12 On peut appliquer les lois de Laplace.

$$T_0 V_1^{\gamma-1} = T'_1 V_0^{\gamma-1} \rightarrow \boxed{T'_1 = T_0 (1+\alpha)^{\gamma-1}}$$

Q13 $Q_{1\to1'} = 0$ donc $W_{1\to1'} = \Delta U_{1\to1'} = \dfrac{nR}{\gamma-1}(T'_1 - T_0)$

$$W_{1\to1'} = \frac{P_1 V_1}{\gamma-1}\left((1+\alpha)^{\gamma-1} - 1\right)$$

$W_{1'\to2} = 0$ car $1' \to 2$ isochore $\boxed{W_B = \dfrac{P_1V_1}{\gamma-1}\left((1+\alpha)^{\gamma-1} - 1\right)}$

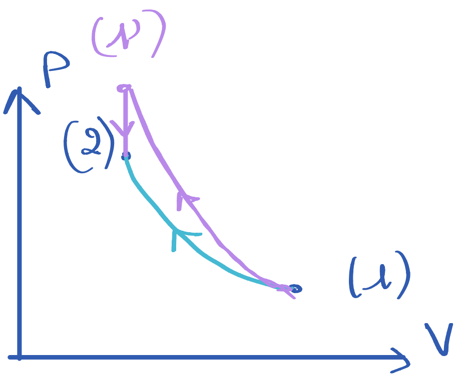
Q14 . isotherme gaz parfait : $P = \dfrac{nRT}{V}$ $\left(\dfrac{dP}{dV}\right)_{isoT} = \dfrac{-nRT}{V^2} = -\dfrac{P}{V}$

. adiabatique réversible d'un gaz parfait : $PV^\gamma = Cte$

$$\left(\frac{dP}{dV}\right)_{adiab} = -\gamma \frac{Cte}{V^{\gamma+1}} = -\gamma\frac{P}{V} = -\gamma \times \text{pente de l'isotherme}$$

$Cte \leftarrow PV^\gamma$

Q15 .



. méthode A

. méthode B

Q16 . aire ss la courbe $1 \to 1' \to 2$ > aire sous la courbe $1 \to 2$

$W_A < W_B \rightarrow$ méthode A préférable

Q17. $\Delta S_{1\to 2} = \frac{nR}{\gamma-1}\ln\frac{T_0}{T_0} + nR\ln\frac{V_2}{V_1}$ $\boxed{\Delta S_{1\to 2} = -nR\ln(1+\alpha)}$

AN : $\underline{\Delta S_{1\to 2} = -0{,}77\ \mathrm{J.K^{-1}}}$

Q18 Méthode A : $Q_A = \Delta U_A - W_A = -W_A = nRT_0\ln(1+\alpha)$

$$\boxed{Q_A = -nRT_0(1+\alpha)}$$

$S_A^c = \Delta S_A - S_A^e = \Delta S_A - \frac{Q_A}{T_0} = 0$ réversible

Q19. $Q_B = \underbrace{Q_{1\to 1'}}_{=0} + Q_{1'\to 2} = \Delta U_{1'\to 2} = \frac{nR}{\gamma-1}(T_0 - T_1')$

$$\boxed{Q_B = \frac{nRT_0}{\gamma-1}\left(1-(1+\alpha)^{\gamma-1}\right)}$$

AN : $\underline{Q_B = -2{,}4\times 10^2\ \mathrm{J}}$

$Q_B = Q_{1'\to 2} < 0$ car le gaz, plus chaud, cède de l'énergie au milieu extérieur.

Q20 $(S^c)_B = \underbrace{\Delta S_B}_{=\Delta S_A} - \frac{(Q_{1\to 2})_B}{T_0} = \underline{0{,}05\ \mathrm{J.K^{-1}}} > 0$

ΔS_A car mêmes état initial et final.

La transformation est irréversible. La cause de cette irréversibilité est l'écart de température entre le système et l'extérieur lors de l'étape $1'\to 2$.

Exercice 3 :

Q 21 la transformation est rapide (« brusquement »)

Q 22 Transformation adiabatique et réversible d'un gaz parfait

Ou gaz parfait subissant une transformation isentropique.

Q 23 $dU = \delta W + \delta Q$ $\qquad \delta W = \delta W_p = -PdV \qquad \delta Q = 0$

$GP \Rightarrow dU = \frac{nR}{\gamma - 1} dT \qquad P = \frac{nRT}{V} \qquad \rightarrow \frac{1}{\gamma-1} dT = -\frac{dV}{V} T$

$\frac{dT}{T} + (\gamma - 1)\frac{dV}{V} = 0 \qquad \boxed{TV^{\gamma-1} = Cte}$

$V = \frac{nRT}{P} \Rightarrow T^{\gamma} P^{1-\gamma} = Cte \qquad \gamma \ln T + (1-\gamma)\ln P = Cte$

On différencie : $\boxed{\gamma \frac{dT}{T} + (1-\gamma)\frac{dP}{P} = 0}$

Q 24 $PV = \frac{m}{M} RT \qquad \boxed{\rho = \frac{PM}{RT}}$

Q 25 $dT = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{T}{P} dP = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{M}{\rho R} dP \rightarrow \boxed{\frac{dT}{dz} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{M}{\rho R} \frac{dP}{dz}}$

Q 26 $\boxed{\frac{dT}{dz} = -\frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{Mg}{R}}$ $\qquad$ AN : $\frac{dT}{dz} = -9{,}8\ K.km^{-1}$

Q27 Système : {eau}

Transformation sous pression constante telle que $Q_{eau} = \Delta H_{eau}$

liquéfaction

$Q_{eau} = -m_{vap}\,\Delta_{vap}h$

{eau + air} isolé : $Q_{air} = -Q_{eau}$ $\boxed{Q_{air} = m_{vap}\,\Delta_{vap}h}$

Q28 $Q_{air} = \Delta H_{air} = m_{air}\,c_p\,\Delta T$ $\boxed{\Delta T = \dfrac{m_{vap}}{m_{air}}\,\dfrac{\Delta_{vap}h}{c_p}}$

Q.29 AN : $\underline{\Delta T = 23\ \text{K}}$

Q.30 $T_B = 293 - 9{,}8 \simeq \underline{283\ \text{K}}$

ΔT pour 1 élévation de 1 km en l'absence d'humidité

A → B et B → C sont des transformations "inverses" $\underline{T_C = T_A = 293\ \text{K}}$

Q31. $T_B = 293 \underbrace{-\,9{,}8}_{\Delta T \text{ quand } z \nearrow} + \underbrace{23}_{\Delta T \text{ lié à la liquéfaction de la vapeur d'eau}} = 306\ \text{K}$

$T_C = 306 + 9{,}8 \simeq 316\ \text{K} > T_A$ (effet de foehn)