CB PCSI 2   24/05/2024.

Partie 1. Meca. (CCP MP 2021).

Enoncé

Container $\begin{cases} \text{masse } m_0 \\ \text{coefficient de frottement } f_0. \end{cases}$

Voiture $\begin{cases} m = 2m_1 \\ \text{roues : diamètre } d \\ \text{Moment d'inertie } J. \\ \text{Coefficient de frottement } f. \end{cases}$

Course poursuite se fait à vitesse constante V.

Roue avant -> indice 2   Couple appliqué par le moteur $\vec{\Gamma} = \Gamma_m \vec{u_y}$ avec $\Gamma_m > 0$.

Roue arrière -> indice 1

Réaction du sol sur roue 2 $\vec{R_2} = T_2\vec{u_x} + N_2\vec{u_z}$

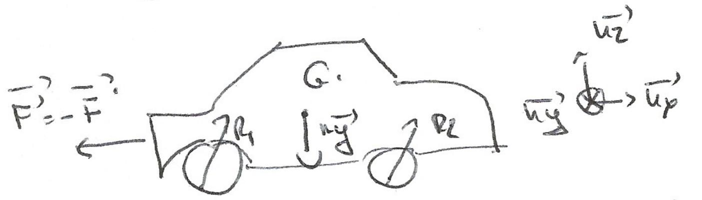
roue 1 $\vec{R_1} = T_1\vec{u_x} + N_1\vec{u_z}$

Container $\vec{R_0} = -T_0\vec{u_x} + N_0\vec{u_z}$ avec $T_0 > 0$ (voir figure 1).

$\vec{F} = F\vec{u_x} = \vec{F}_{filin/container}$.

Q1] Actions extérieures sur la voiture. $\vec{R_1}, \vec{R_2}, \vec{P} = m\vec{g}$, action $\vec{F}_{filin/voiture} = \vec{F'}$.

Le filin est soumis à $-\vec{F} - \vec{F'} = \vec{0}$ => $\vec{F'} = -\vec{F}$.
↳ mvt uniforme



Q2] TCI au container $\vec{R_0} + m\vec{g} + \vec{F} = \vec{0}$ car $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{0}$.

$\vec{R_0} = -T_0\vec{u_x} + N_0\vec{u_z}$
$m\vec{g} = -mg\,\vec{u_z}$
$\vec{F} = F\vec{u_x}$

$/\vec{u_x}$ $F = T_0$
$/\vec{u_z}$ $N_0 = mg$.

Le container glisse -> $T_0 = f_0 N_0$ => $\boxed{F = f_0 mg}$.

Q3] a]. $dE_c = \sum \delta W_{\vec{F}/voiture} = \delta W_{\vec{F'}} + \delta W_{moteur} = 0$

$\frac{dE_c}{dt} = 0 = P_m(\vec{F'}) + P_n(\text{moteur}) = 0$ $P(\vec{F'}) = -P(\vec{F})$

=> $\boxed{P(\vec{F}) = P_m.}$ et $P(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\vec{V} = \boxed{f_0 mg\,v = P_m.}$

AN $m_0 = 4500\,kg$ $\rho_0 = 0{,}4$ $v = \frac{90 \cdot 10^3}{3600}\,m\,s^{-1}$.

$\boxed{P_m = 450\,kW = \frac{450 \cdot 10^3}{736}\,ch = 611\,ch} \rightarrow$ 305 ch par voiture.

Q4] a] $\frac{dL_\Delta}{dt} = \Sigma \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_{ext})$ $L_\Delta = \vec{L_O} \cdot \vec{u_\Delta}$ et $\mathcal{M}_\Delta = \vec{\mathcal{M}_O} \cdot \vec{u_\Delta}$ $O \in \Delta$ $\rightarrow$ moment nul.

b] Sur la roue ~~avant~~ $\begin{cases} \text{Force : } \vec{R_1}, \text{ Poids de la roue, Réaction de l'axe} \\ \text{Couple de forces dont le moment est } \Gamma \end{cases}$

Sur la roue arrière : Force $\vec{R_2}$, Poids de la roue, réaction de l'axe.

c] Roue arrière
$J_1 \ddot{\theta} = \mathcal{M}_\Delta(\vec{R_1}) = [(\vec{O_1 I_1}) \wedge \vec{R_1}] \cdot \vec{u_z} = \left[\frac{d}{2}\vec{u_z} \wedge [T_1 \vec{u_x} + N_1 \vec{u_z}]\right] \cdot \vec{u_y}$
$= -\frac{d}{2} T_1$

$\ddot{\theta} = 0$ (mvt uniforme)

$\Rightarrow \boxed{T_1 = 0}$

Roue avant.
$J_2 \ddot{\theta} = \mathcal{M}_\Delta(\vec{R_2}) + \vec{\Gamma}_m = -\frac{d}{2} T_2 + \Gamma_m \rightarrow \boxed{T_2 = \frac{2\Gamma_m}{d}}$

Q5. TCI appliqué à la voiture.

a) $0 = -\vec{F} + m\vec{g} + \vec{R_1} + \vec{R_2}$ en projetant sur ~~$\vec{u_x}$~~ $-F + T_2 = 0$.

$F = T_2 \Rightarrow \boxed{\vec{F} = T_2 \vec{u_x}} \Rightarrow \vec{F} = \rho_0 m_0 g \vec{u_x} = \frac{2\Gamma_m}{d}\vec{u_x}$

b) $\boxed{\Gamma_m = \frac{d}{2}\rho_0 m_0 g}$ AN $\boxed{\Gamma_m = 4{,}5 \cdot 10^3\,N \cdot m}$

Q6] a] Γ_m est un moment intérieur au système de la voiture.

b] L'énoncé donne $\{ N_1 - N_2 = \frac{T_2 h}{b}$ (1)

et le TCI projeté suivant $\vec{u_z}$ donne $\{ N_1 + N_2 = mg$ (2)

(1)+(2) donne $\begin{cases} N_1 = \frac{g}{2}\left(m + \frac{h}{b}\rho_0 m_0\right) \\ N_2 = \frac{g}{2}\left(m - \frac{h}{b}\rho_0 m_0\right) \end{cases}$

Q7 Roue arrière $T_1 = 0$.

a) Donc la condition de non glissement $T_1 < fN_1$ donne $fN_1 > 0$ est tjs vérifié.

Roue avant $T_2 < f \cdot N_2$. Ne glissent.

b) $$f_0 m_0 g < f \frac{g}{2}\left(m - \frac{h}{b} f_0 m_0\right) \Rightarrow \boxed{m_0 < \frac{f}{2f_0\left(1+f\frac{h}{2b}\right)} m = m_{0\,nap}}$$

c) AN $m_{0\,nap} = 3164\,kg \not> m_0 = 4500\,kg$. Certainement trop lourd.

Q8a]. a] TMC à la roue arrière.

$$0 = -\frac{d}{2} T_1 + \Gamma_m \rightarrow \boxed{T_1 = \frac{2\Gamma_m}{d}}$$

TMC à la roue avant :

$$0 = -\frac{d}{2} T_2 \Rightarrow T_2 = 0.$$

Q8b]. $T_2 = 0 \rightarrow$ roue avant ne peut pas glisser.

Q8c-d] Roue arrière ne glisse pas si

si $T_1 < f \cdot N_1 \Rightarrow f_0 m_0 g < \frac{f}{2} \cdot g\left(m + \frac{h}{b} f_0 m_0\right) \Rightarrow$

$$\boxed{m_0 < \frac{f}{2f_0\left(1 - f\frac{h}{2b}\right)} = m'_{0\,nap}}$$

AN $\boxed{m'_{0\,nap} = 4602\,kg.}$

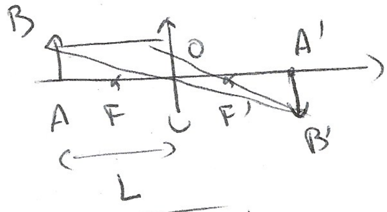
Tractage possible.

Partie 2 Optique. (CCP MP 2019) :

Q1 a] Rayons lumineux paraxiaux : faible incidence et proches de l'axe optique

b] Diaphragme

Q2 a]



b) $\overline{AB} = h$. $\overline{OA} = -L$

$\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \dfrac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = \dfrac{\overline{FO}}{\overline{FA}}$.

$\overline{A'B'} = \overline{AB} \cdot \dfrac{\overline{FO}}{\overline{FA}} = \overline{AB} \cdot \dfrac{\overline{FO}}{\overline{FO} + \overline{OA}}$

$\Rightarrow \boxed{\overline{A'B'} = h \cdot \dfrac{f'}{f' - L}}$. AN $\overline{A'B'} = 5 \cdot \dfrac{50 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3} - 20} = -125 \cdot 10^{-4}\,m \rightarrow \boxed{\overline{A'B'} = -12{,}5\,mm}$.

Q3] a] objet à l'∞ $\Rightarrow d = f'$ et $d > f'$ pour une projection.

b] $d_{min} \leq \overline{OA'} < d_{max}$. $\Rightarrow \dfrac{1}{\overline{OA'}} > \dfrac{1}{d_{max}} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{OA}} + \dfrac{1}{f'} > \dfrac{1}{d_{max}}$.

$\dfrac{1}{\overline{OA}} > \dfrac{1}{d_{max}} - \dfrac{1}{f'} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{OA}} > \dfrac{f' - d_{max}}{f' \cdot d_{max}} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{AO}} < \dfrac{d_{max} - f'}{f' \cdot d_{max}}$.

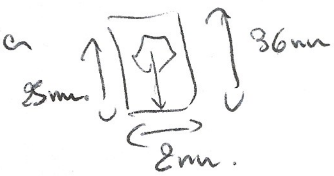
c) $\Rightarrow \boxed{\overline{AO} > \underbrace{\dfrac{f' \cdot d_{max}}{d_{max} - f'}}_{L_{min}}}$ d) AN $L_{min} = \dfrac{50 \cdot 55}{55 - 50} = \dfrac{50 \cdot 55}{5} = 1055\,mm$.

$\boxed{L_{min} = 550\,mm}$.

I-2 Influence de la focale.

Q4 a] $f'_1 = 2f' \rightarrow \boxed{\overline{A'B'} = -25\,mm}$

b] autre ne entier



Q5] $\overline{A'B'} = \dfrac{h \cdot f'_1}{f'_1 - L} \approx \dfrac{h \cdot f'_1}{-L} = -\dfrac{h \cdot 2f'}{L} = -\dfrac{h \cdot f'}{L/2}$ → c'est comme si la distance objet-appareil était divisée par 2 en gardant le l'objectif

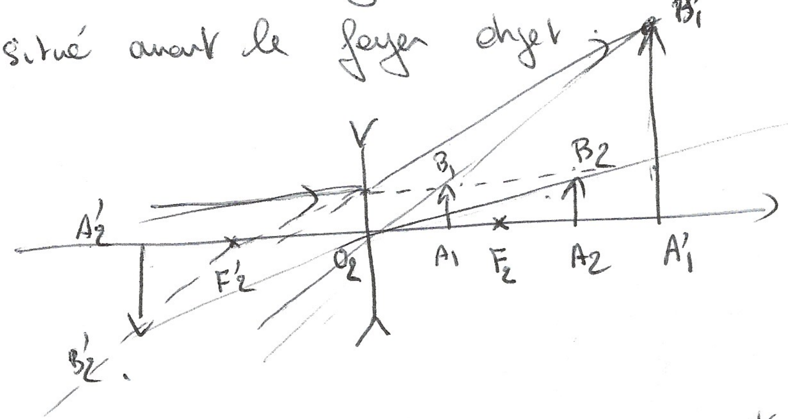
Q6]

$$AB \xrightarrow[f'_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[f'_2]{L_2} A'B' \qquad \overline{O_1O_2} = e .$$

f'_1 ↑ Convergente — f'_2 ↓ divergente .

Une lentille divergente donne une image réelle d'un objet virtuel situé avant le foyer objet

donc $0 < \overline{O_2A_1} < -f'_2$.



$\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A_1} = -e + \overline{O_1A_1}$ et $\dfrac{1}{\overline{O_1A_1}} - \dfrac{1}{\overline{O_1A}} = \dfrac{1}{f'_1} \rightarrow \overline{O_1A_1} = \dfrac{f'_1 \cdot \overline{O_1A}}{f'_1 + \overline{O_1A}}$

$\overline{O_1A_1} = \dfrac{-L \cdot f'_1}{f'_1 - L} = \dfrac{f'_1}{1 - \frac{f'_1}{L}} \simeq f'_1$ car $L > L_{min} \gg f'_1$.

donc $\overline{O_2A_1} = -e + f'_1$ et $0 < -e + f'_1 < -f'_2 \Rightarrow \boxed{f'_1 + f'_2 < e < f'_1}$.

c] $f'_1 = 10cm.$ et $e = 8cm$ $f'_1 + f'_2 = 5cm$. La condition est vérifiée

$f'_2 = -5cm$

Q7]. $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} = \dfrac{1}{f'_2} \rightarrow \overline{O_2A'} = d = \dfrac{f'_2 \cdot \overline{O_2A_1}}{f'_2 + \overline{O_2A_1}} = \dfrac{-5 \cdot (-8+10)}{-5 + (-8+10)} = \dfrac{-5 \cdot 2}{-5+2}$

$\boxed{\overline{O_2A'} = 3{,}33cm}$.

$\overline{A'B'} = \overline{A_1B_1} \cdot \dfrac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A}} = -25 \cdot \dfrac{3{,}33}{2} = \boxed{-41{,}7 \text{ mm} = \overline{A'B'}}$

L_2 augmente le grandissement et ($e = 8cm$). avec un encombrement minime .

Q8] . Capteur 5,7mm. ⟶ H hauteur de la photo .

$\Longleftarrow$ $\dfrac{H}{3} = h$ Mont Saint Michel $\| \overline{AB}$

$|\overline{A'B'}| = \dfrac{5{,}7}{3}$ mm.

et $|\overline{A'B'}| = \dfrac{\overline{AB}}{\overline{BC}} \cdot f' \Rightarrow \overline{AB} = |\overline{A'B'}| \cdot \dfrac{\overline{BC}}{f'} = \dfrac{5{,}7}{3 \cdot 18} \cdot 1{,}46 \cdot 10^3$.

$\boxed{h \simeq 154 m}$

Partie 3 Accordeur de guitare. (Controle TSI 2019).

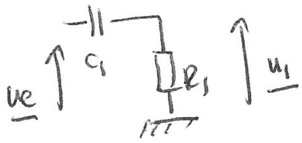
Q1 Valeur moyenne ≈ 10 mV (valeur sur laquelle est centrée la fonction)

Q2 $T = 3{,}2\,ms \rightarrow f \simeq 315\,Hz$

Q3 Mi aigu.

Q4 Le signal n'est pas sinusoïdal pur $\rightarrow \exists$ des harmoniques.

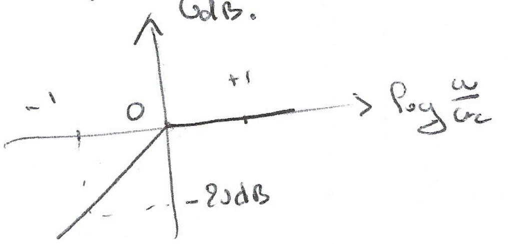
Q5



$$\frac{\underline{u_1}}{\underline{u_e}} = \frac{R_1}{R_1 + \frac{1}{jC_1\omega}} = \frac{jR_1C_1\omega}{1 + jR_1C_1\omega} = \frac{H_0 \cdot j\frac{\omega}{\omega_c}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

Q6 Filtre passe haut $\omega_c = \frac{1}{R_1C_1}$ pulsation de coupure

Q7

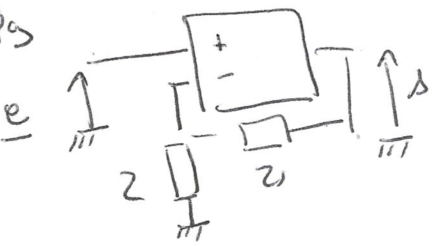


Q8. $R_1 = 100\,k\Omega$ $C_1 = 100\,nF$.

$$f_1 = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi R_1C_1} \quad \boxed{f_1 = 15{,}9\,Hz}$$

Q8 Le filtre "coupe" la composante continue, donc la moyenne

Q9

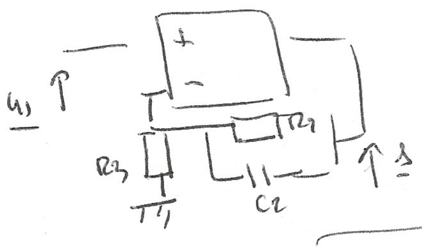


$v+ = \underline{e}$

$$v\ominus = \frac{0 + \frac{\underline{s}}{Z'}}{\frac{1}{Z} + \frac{1}{Z'}} = \frac{Z \cdot \underline{s}}{Z + Z'} = \underline{e} \rightarrow \boxed{\underline{H} = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = 1 + \frac{Z'}{Z}}$$

Q10 $\underline{H} = 1 + \frac{R'}{R}$. Montage amplificateur non-inverseur.

Q11, 12, 13, 14, 15



$$\frac{1}{Z'} = jC_2\omega + \frac{1}{R_2} = \frac{1 + jR_2C_2\omega}{R_2}$$

$$Z' = \frac{R_2}{1 + jR_2C_2\omega}.$$

$$\underline{H} = 1 + \frac{Z'}{Z} = 1 + \frac{R_2/R_3}{1 + jR_2C_2\omega} \quad \boxed{G_0 = \frac{R_2}{R_3}} \quad \boxed{\omega_2 = \frac{1}{R_2C_2}}$$

$\omega \rightarrow 0$ $\underline{H} = 1 + \frac{R_2}{R_3} = 1 + G_0$

$\omega \rightarrow \infty$ $\underline{H} \rightarrow 1$.

$$\begin{cases} f_2 = \frac{1}{2\pi\omega_2} = 498\,Hz. \\ G_0 = 113. \end{cases}$$

Le filtre amplifie le signal à $f < 500\,Hz$ et ne modifie pas les harmoniques + élevés.

Q16 Filtre passe bande $f_0 = 330\,Hz$.
2° ordre.
(pente $-20\,dB$/décade)

Q17 $G_{dB}(f_{c1}) = G_{dB}(f_{c2}) = G_{max} - 3\,dB$ $\quad f_{c1} = 320\,Hz$
$f_{c2} = 340\,Hz$.

Q18 $G_{dB}(315\,Hz) = -6\,dB = 20\log|H| \rightarrow |H| = 10^{\frac{-6}{20}} = 0{,}5$.

Atténuation de 50%.

Q19] Pic pour $f=0$ → correspond à la valeur moyenne

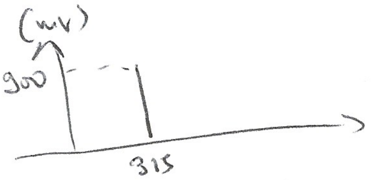
1 pic pour f_0 = 310 Hz → fondamental. + pics aux fréquences

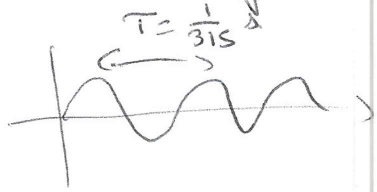
multiples $2f_0$, $3f_0$ ...

Q20] Sortie du 1° filtre, la composante continue est supprimée ⇒.
spectre en ⊖ le pic à $f=0$ a disparu.

Q21] Filtre b amplifie le fondamental → spectre d.

Q22]





Partie 4 Thermodynamique.

1 Question de cours.

1.1 Système fermé → ne peut pas échanger de matière avec l'extérieur.

Σ = Système fermé $\quad \Delta S_\Sigma = S_{ech} + S_{créé} \quad S_{ech} = \frac{Q/\Sigma}{T_{frontière}}$.

et $Q_\Sigma + W = \Delta U_\Sigma$.

Second principe $S_{créé} \geq 0$
↖ réversible

1.2 Système isolé → n'échange ni W ni Q. $\quad \Delta S = S_{créé} \geq 0$.

1.3 frottement et effet Joule → irréversible.

1.4. $\Delta U = U_F - U_I = nC_v(T_F - T_I) = \frac{nR}{\gamma-1}(T_F - T_I)$.

$dU = TdS - pdV \rightarrow dS = \frac{dU}{T} + \frac{p\,dV}{T} = \frac{nR}{\gamma-1}\frac{dT}{T} + nR\frac{dV}{V}$.

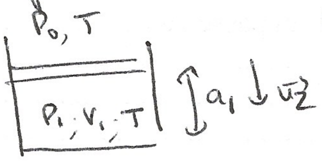
$\Delta S = \frac{nR}{\gamma-1}\ln\frac{T_F}{T_I} + nR\ln\frac{V_F}{V_I}$.

$$\begin{cases} C_p - C_v = nR. & \text{Relation de Mayer.} \\ \gamma = \dfrac{C_p}{C_v} & \Rightarrow \quad C_p = \gamma \cdot C_v \quad \text{d'où} \quad (\gamma - 1) C_v = nR \end{cases}$$

$$C_v = \frac{nR}{\gamma - 1} \quad \text{et} \quad C_p = \frac{nR \cdot \gamma}{\gamma - 1}$$

2. Compression d'un GP.

2.1]



Piston à l'éq $\rightarrow$ $Mg\vec{u_z} + P_0 \cdot S\vec{u_z} - P_1 \cdot S\vec{u_z} = 0$

$$\boxed{P_1 = P_0 + \frac{Mg}{S}.}$$

2.2 $\boxed{P_2 = P_0 + \dfrac{(M+m)g}{S}}$ Sans échange de chaleur.

$$W_1 = \int_1^2 P_0 \cdot S\vec{u_z} \, dz\vec{u_z} = P_0 \cdot S(z_2 - z_1)$$

$$= P_0 \cdot S(a_1 - a_2) = \boxed{-P_0(V_2 - V_1) = W_1}$$

$$W_2 = \int_1^2 (M+m) g \vec{u_z} \cdot dz \vec{u_z} = (M+m) g (z_2 - z_1) = \frac{(M+m)g}{S} S(a_1 - a_2) =$$

$$= \boxed{-\frac{(M+m)g}{S}(V_2 - V_1) = W_2}$$

Rq $W_1 + W_2 = -P_{ext}(V_2 - V_1)$

avec $P_{ext} = P_0 + \dfrac{(M+m)g}{S} = P_2$.

2.2.4. $C_v(T_2 - T_1) = -P_{ext}(V_2 - V_1)$

$$\Rightarrow V_2 - V_1 = \frac{C_v(T_1 - T_2)}{P_2} \Rightarrow \boxed{a_2 = a_1 - \frac{C_v(T_2 - T_1)}{P_2 \cdot S}}$$

2.2.5 $a_2 = a_1 - \dfrac{nR(T_2 - T_1)}{(\gamma - 1) P_2 S} = a_1 - \dfrac{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{\gamma - 1 \; P_2 \cdot S} = a_1 - \dfrac{(P_2 a_2 - P_1 a_1)}{(\gamma - 1) \cdot P_2}$.

$$\Rightarrow \boxed{a_2 = \frac{a_1}{\gamma}\left(\gamma - 1 - \frac{P_1}{P_2}\right)}$$

2.3. $T_2 \to T$ La pression du gaz est déterminée par l'équilibre du piston qui ne change pas donc $\boxed{P_3 = P_2 = P_0 + \frac{(n+m)g}{S}}$.

$$P_3 V_3 = P_1 V_1 \Rightarrow a_3 = a_1 \cdot \frac{P_1}{P_3} \Rightarrow \boxed{a_3 = a_1 \frac{P_0 + \frac{ng}{S}}{P_0 + \frac{(n+m)g}{S}}}$$

2.4 $\Delta U = 0$ car $\Delta T = 0$. $\Rightarrow Q = -W$.

$$W = -P_{ext}(V_3 - V_1) = -P_3(V_3 - V_1) = -Q \Rightarrow$$

$$Q = \left(P_0 + \frac{(n+m)g}{S}\right)[a_3 - a_1] \cdot S = \left(P_0 + \frac{(n+m)g}{S}\right) \cdot a_1 \left[\frac{P_0 + \frac{ng}{S} - \left(P_0 + \frac{(n+m)g}{S}\right)}{P_0 + \frac{(n+m)g}{S}}\right]$$

$$Q = -\frac{\left[P_0 + \cancel{\frac{(n+m)g}{S}}\right] \cdot a_1 S \left(\frac{mg}{S}\right)}{P_0 + \frac{(n+m)g}{S}} = -a_1 S \frac{mg}{S} = \boxed{-\frac{nRT \cdot mg}{P_0 S + ng}} = Q$$

2.5 Atmosphère = Thermostat.

$$dU_{Therm} = T \cdot dS_{th} \Rightarrow \Delta S_{th} = \frac{\Delta U_{therm}}{T} = \cancel{\frac{\Delta U_{\Sigma}}{T}} = -\frac{Q}{T} = \boxed{\frac{nR \cdot mg}{P_0 S + ng} = \Delta S_{th}}$$

$\Sigma = G.P$ $V_1 \longrightarrow V_2 \longrightarrow V_3$

$Q/\Sigma = 0$ $\quad Q/\Sigma = -\Delta U_{therm}$.

$\Delta U_{therm} = 0$

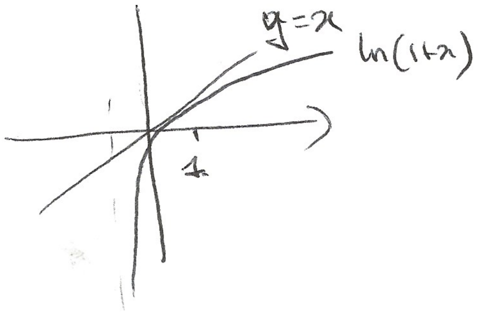
$$\Delta S_{\Sigma} = S_3 - S_1 = \boxed{nR \ln \frac{a_3}{a_1} = \Delta S_{\Sigma}} \qquad \boxed{\Delta S_{\Sigma} = nR \ln \frac{P_0 + \frac{ng}{S}}{P_0 + \frac{(n+m)g}{S}}}$$

2.5 $\Delta S_{total} = \Delta S_{\Sigma} + \Delta S_{th} = S_{créée}$

$$= nR \ln \frac{P_0 + \frac{ng}{S}}{P_0 + \frac{(n+m)g}{S}} + nR \frac{mg}{P_0 S + ng} \Rightarrow nR\left(x + \ln \frac{1}{1+x}\right)$$

$$\frac{P_0 + ng/S}{\frac{P_0 + ng}{S} + \frac{mg}{S}} = \frac{1}{1+x}.$$

$$\boxed{S_{créée} = nR(x - \ln(1+x))}.$$



$\Rightarrow S_{créé} > 0$ transfo irréversible.

Ex2 A) (1) → S (2) → L (3) → G.

C : Point critique $\left.\begin{array}{l} T > T_C \\ P > P_C \end{array}\right\}$ état critique.

T → Point triple → 3 phases coexistent.

B) Mesure de $h_{s\to e}$.

B.1 glace + eau coexistent à 0°C sous P=1bar.

On essuie les glaces pour enlever toute trace du liquide.

B.2 exp1 : $M = m_{cal} + m_0$.

exp2 : $M = m_{cal} + m_{eau} + m_1$ $\Big\}$ $\rightarrow$ $\cancel{m_{cal}} + m_0 = \cancel{m_{cal}} + m_{eau} + m_1$

$\Rightarrow \boxed{m_{eau} = m_0 - m_1}$

AN $m_{eau} = 140{,}3\,g - 48{,}8\,g = \boxed{91{,}5\,g = m_{eau}}$

exp3 $M = m_{cal} + m_{eau} + m_{glace} + m_2$ $\Rightarrow \boxed{m_{glace} = m_1 - m_2}$

AN $m_{glace} = 48{,}8 - 39{,}9 = \boxed{8{,}9\,g = m_{glace}}$

B.3 $\boxed{\theta_e = 19{,}3°C}$ $\boxed{\theta_F = 10{,}6°C}$

B.4 $\Delta H = Q$ Transformation isobare.

calorimètre isolé.

$$\Delta H_{\substack{glace \\ + eau}} = m_e \cdot c_{eau}(\theta_F - \theta_e) + m_g\left[L + c_{eau}(\theta_g - \theta_G)\right] = 0$$

$$\boxed{L = 339\ kJ \cdot kg^{-1}}$$

$$\Delta S = m_e\, c_{eau} \ln\frac{T_g}{T_e} + m_g\left(\frac{L}{T_g} + c_{eau}\ln\frac{T_g}{T_g}\right) = 0{,}45\ J\,K^{-1}$$