

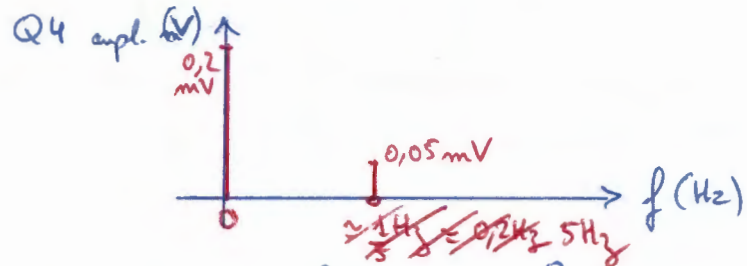
Q1
$$e = E \frac{R_v}{r+R_v} = 0,018 \text{ mV}$$

Q2 On veut $\frac{e}{E} \geq 90\%$

$\Rightarrow \frac{R_v'}{r+R_v'} \geq 0,9 \Leftrightarrow R_v' > 9r$

$\Rightarrow \boxed{R_v' > 90 \text{ M}\Omega}$

Q3 On reconnaît un montage mixeur
Pour un ALI idéal en régime linéaire:
 $\underline{E} = 0$ donc $u_1 = e$



Q5 A très basse fréquence $u_1 \uparrow \rightarrow u_2 \approx u_1$

A très haute fréquence $u_1 \uparrow \rightarrow u_2 \approx 0$

On a un filtre passé-bas qui peut permettre de supprimer la composante alternative.

Q6
$$\underline{u}_2 = \underline{u}_1 \times \frac{1/j\omega}{R + 1/j\omega} \Rightarrow H(j\omega) = \frac{1}{1+jRC\omega}$$

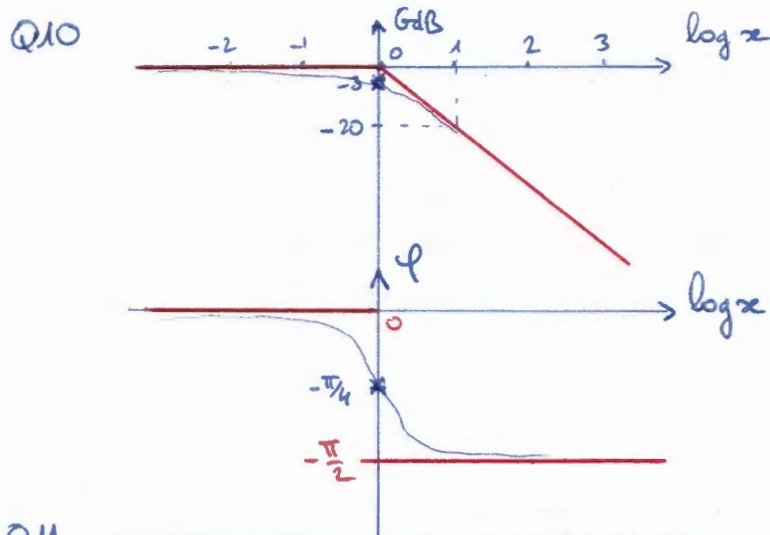
$\boxed{H_0 = 1}$ et $\boxed{\omega_0 = \frac{1}{RC}}$

Q7
$$G(x) = |H_-| = \frac{1}{\sqrt{1+x^2}} \quad \text{et} \quad \varphi(x) = -\text{Arctan}(x)$$

Q8 On cherche x_c telle que $G(x_c) = \frac{G_{\max}}{\sqrt{2}}$ or $G_{\max} = 1$
donc $\frac{1}{\sqrt{1+x_c^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \boxed{x_c = 1}$

Q9
$$G_{dB}(x) = 20 \log G(x) = -10 \log(1+x^2)$$

A basse fréquence: $G_{dB}(x) \sim 0$
A haute fréquence: $G_{dB}(x) \sim -20 \log x$

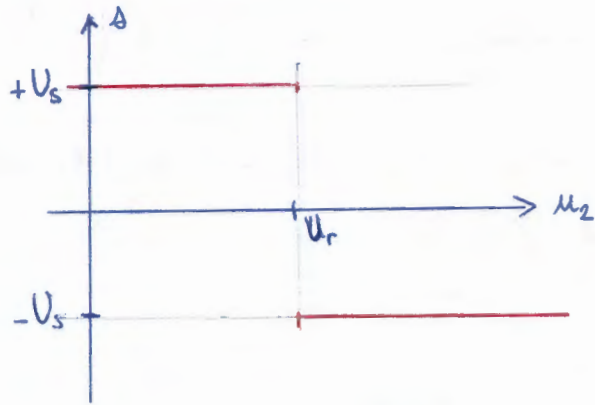


Q11

$A_1 = E = 0,20 \text{ mV}$
 $A_2 = \frac{E}{4} \times \underbrace{G(10)}_{\approx 1/10} = \frac{E}{4} \times \frac{1}{10} = 0,005 \text{ mV}$
 $\omega_2 = 10 \omega_0$
 $\psi_2 = \varphi(10) = -1,47 \text{ rad}$

Q12 La solution "pH+" peut contenir les ions OH^- en grande quantité
Q13 La solution "pH-" peut contenir les ions H^+ en grande quantité

Q15



si $\epsilon > 0$ ($\Rightarrow u_2 < U_r$) alors $s = +U_s$
 $<$ $>$

Q16 u_2 contient une composante alternative d'amplitude $0,005 \text{ mV}$ qui va provoquer des commutations intempestives.

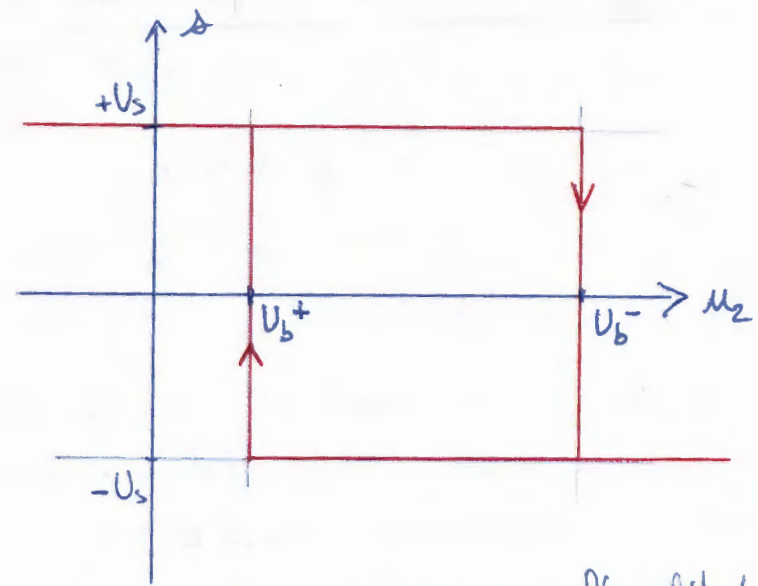
Q17 Théorème de Millmann: $V^+ = \frac{U_1/R_1 + \delta/R_2}{1/R_1 + 1/R_2} = \frac{U_1 R_2 + \delta R_1}{R_1 + R_2}$

Q18 $\lambda = -V_5$ tant que $E < 0 \Leftrightarrow \underline{V^+ - u_2 < 0}$

$\Leftrightarrow u_2 > \frac{U_r R_2 - U_s R_1}{R_1 + R_2}$ donc $U_b^+ = \frac{U_r R_2 - U_s R_1}{R_1 + R_2}$
 Par un raisonnement analogue: $U_b^- = \frac{U_r R_2 + U_s R_1}{R_1 + R_2}$

Par un raisonnement analogue:

Q19



Si l'écart $U_b^+ - U_b^-$ est supérieur à l'amplitude
de la composante alternative de u_2 alors ce
montage ne connaîtra pas de commutations
intempestives.

Q20 Un catalyseur est une espèce chimique
ni consommée, ni produite qui augmente
la vitesse de réaction. Il agit sur la
constante cinétique, pas sur la constante
thermodynamique.

Q21 Cinétique d'ordre 1: $v = k[S] = -\frac{d[S]}{dt}$
donc $[S](t) = [S]_0 e^{-kt}$

$$Q22 \quad \ln\left(\frac{[S]}{[S]_0}\right) = -kt$$

graphiquement: $k = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ h}^{-1}$

Q23 $t_{1/2}$ est tel que $[S](t_{1/2}) = \frac{[S]_0}{2}$

donc $[S]_0 e^{-kt_{1/2}} = \frac{[S]_0}{2}$

donc $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \underline{\underline{58 \text{ h}}}$

Q24 pour $t_{1/2}$ $\ln\left(\frac{[S]}{[S]_0}\right) = -\ln 2 \approx -0,7$

et on retrouve bien $t_{1/2} \approx 58 \text{ h}$
(graphiquement)

Q25 Les enthalpies standard de formation de $O_2(g)$ et de $N_2(g)$ sont nulles car ce sont des corps purs simples dans leur état standard de référence.

Q26 Il y a consommation de 3 moles d'espèces gazeuses pour une production de 3 moles d'espèces gazeuses.
D'après la loi de Le Chatelier, une augmentation de pression sera sans effet sur l'équilibre.

Q27 L'enthalpie de réaction est (loi de Hess)
 $\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ(CO_2) + 2\Delta_f H^\circ(H_2O) - \Delta_f H^\circ(CH_4) = \underline{\underline{-802,2 \text{ kJ/mol}}}$
La réaction est exothermique donc d'après la loi de Le Chatelier, une augmentation de température déplace l'équilibre dans le sens endothermique (donc ici dans le sens indirect)

Q28 $Q_p = \xi \Delta_r H^\circ$ où ξ est l'avancement final.
Le réactif limitant est CH_4 donc $\xi = \frac{PV}{RT}$

$$Q_p = \frac{PV}{RT} \Delta_r H^\circ = -3,24 \cdot 10^4 \text{ kJ}$$

$Q_p < 0$ car la réaction est exothermique.

Q29 on considère que le système (mélange gazeux) est adiabatique et on note

$T_i = 298 \text{ K}$ la température initiale.

T_f la température finale.

$n = \frac{PV}{RT_i}$ la quantité initiale de CH_4
(avec $P = 1 \text{ bar}$, $V = 1 \text{ m}^3$)

$n' = 2n$ la quantité initiale de O_2
(pur, en proportion stœchiométrique)

L'enthalpie ne varie pas : $\Delta H = Q = 0$ (adiabatique)

donc $n \Delta_r H^\circ + C \times (T_f - T_i) = 0$

où C est la capacité thermique du système (après réaction)

$$C = n C_{p,m}(CO_2) + 2n C_{p,m}(H_2O)$$

$$T_f = T_i - \frac{n}{C} \Delta_r H^\circ$$

$$T_f = T_i - \frac{\Delta_r H}{C_{p,m}(CO_2) + 2C_{p,m}(H_2O)} = \underline{\underline{7531 \text{ K}}}$$

Remarque : si on prend en compte $4 \times 2n$ moles de N_2
on trouve $T_f = 2654 \text{ K}$

Q30 $Q_c > 0$ car dans la chaudière, le fluide reçoit effectivement de l'énergie.

$Q_f < 0$ car dans le condenseur, le fluide perd effectivement de l'énergie.

$W_t < 0$ car dans la turbine, le fluide perd effectivement de l'énergie.

Q31 • Le fluide thermique (eau) ne subit aucune transformation chimique

La combustion (du CH_4) se fait à l'extérieur du circuit d'eau.

• Avantage : pas d'admission ni d'échappement donc pas de consommation d'eau.

• Les motors thermiques d'automobiles sont à combustion interne.

Q32
$$r = \left| \frac{W_t}{Q_c} \right| = - \frac{W_t}{Q_c}$$

Q33 D'après le 1^{er} principe (sur le cycle)

$$Q_f + Q_c + W_t = 0 \text{ donc } -W_t = Q_f + Q_c$$

et donc $r = 1 + \frac{Q_f}{Q_c}$

D'après le 2nd principe (sur le cycle)

$$\frac{Q_f}{T_f} + \frac{Q_c}{T_c} + S_c = 0 \xrightarrow{\times \frac{T_f}{Q_c}} \frac{Q_f}{Q_c} + \frac{T_f}{T_c} + S_c \frac{T_f}{Q_c} = 0$$

Finalement:
$$r = 1 - \frac{T_f}{T_c} - S_c \frac{T_f}{Q_c}$$

Q34 Pour une machine de Carnot $S_c = 0$

donc
$$r_c = 1 - \frac{T_f}{T_c} = \underline{\underline{0,502}}$$

Q35 (voir doc réponse)

Q36 D'après le 1^{er} principe (en écoulement):

$$\Delta(h + q_c + q_p) = q + w_i$$

Dans la chaudière, pas de pièces mobiles

donc $w_i = 0 \Rightarrow \Delta_{23} h = q_c \Rightarrow \boxed{q_c = 2537 \text{ kJ/kg}}$

Q37 $\Delta_{34} h = q_{34} + w_t \Rightarrow \boxed{w_t = -1056 \text{ kJ/kg}}$

Q38 Dans la pompe $\Delta_{12} h = q_{12} + w_p$

et $|\Delta_{12} h| \ll |\Delta_{34} h|$ (graphiquement)

donc $|w_p| \ll |w_t|$

Q39 $4 \rightarrow 1$ est une condensation isobare (à T_f)

Cette étape sert à récupérer l'eau entièrement à l'état liquide avant de la renvoyer vers la chaudière

Q40 Théorème des moments:
$$x_{v4} = \frac{h_4 - h_1}{h_{\text{gaz sat}} - h_1} = \frac{h_4 - h_1}{\Delta h_f(T_f)}$$

(où $h_{\text{gaz sat}}$ est l'enthalpie

massique du gaz saturant à T_f)

$h_{\text{gaz sat}} = 2530 \text{ kJ/kg}$ (graphiquement)

donc $x_{v4} = \underline{\underline{0,61}}$ (cohérent avec le graphe)

Q41

$$\Delta S_{1 \rightarrow 2} = 0 \quad (\text{eau liquide isotherme})$$

$$\Delta S_{2 \rightarrow 3} = \Delta S_{2 \rightarrow 2'} + \Delta S_{2' \rightarrow 3} \quad (\text{où } 2' \text{ est le point d'intersection avec la courbe de saturation})$$

$$= m c_{\text{eau}} \ln\left(\frac{T_{2'}}{T_2}\right) + m \frac{\Delta h_v(T_c)}{T_c}$$

$$T_{2'} = 380^\circ\text{C} = 603\text{K} = T_c$$

$$T_2 \approx 30^\circ\text{C} \approx 300\text{K} = T_f$$

$$\text{donc } \Delta S_{2 \rightarrow 3} = m c_{\text{eau}} \ln\left(\frac{T_c}{T_f}\right) + m \frac{\Delta h_v(T_c)}{T_c}$$

$$\Delta S_{3 \rightarrow 4} = 0 \quad (\text{adiabatique stricte})$$

$$\Delta S_{4 \rightarrow 1} = -x_{v4} \times \Delta S_v(T_f) \quad \text{d'après le théorème des moments}$$

$$\text{donc } \Delta S_{4 \rightarrow 1} = -x_{v4} \times m \times \frac{\Delta h_v(T_f)}{T_f}$$

Q42

$$\text{Sur un cycle: } \Delta S = 0 \Rightarrow \Delta S_{1 \rightarrow 2} + \Delta S_{2 \rightarrow 3} + \Delta S_{3 \rightarrow 4} + \Delta S_{4 \rightarrow 1} = 0$$

$$\text{donc } m c_{\text{eau}} \ln\left(\frac{T_c}{T_f}\right) + m \frac{\Delta h_v(T_c)}{T_c} - x_{v4} \times m \times \frac{\Delta h_v(T_f)}{T_f} = 0$$

$$\text{donc } x_{v4} = + \frac{T_f}{\Delta h_v(T_f)} \left(c_{\text{eau}} \ln\left(\frac{T_c}{T_f}\right) + \frac{\Delta h_v(T_c)}{T_c} \right)$$

Q43

$$P_e = |D_m \times w_e| = 1056 \text{ kW} \approx 1 \text{ MW}$$

Cette puissance peut servir pour un alternateur de centrale électrique.

Q44 A l'intérieur de l'échangeur calorifuge, les puissances se compensent

$$P_d + P_{\text{eau machine}} = 0$$

$$P_d = D_d \Delta h_d = D_d \times c_{\text{eau}} (T_d(x=1) - T_d(x=0))$$

$$\text{donc } P_d =$$

$$\text{et } P_{\text{eau machine}} = D_{m1} \Delta_{41} h$$

$$\text{donc } P_d = - D_{m1} \Delta_{41} h = 1481 \text{ kW}$$

{ Erreur d'énoncé : il est impossible de porter l'eau de chauffage à 60°C alors que l'eau de la machine est seulement à 30°C dans l'étape $4 \rightarrow 1$. Ça n'empêche pas de faire les calculs...

$$Q45 \quad P_d = D_d c_{\text{eau}} (T_d(x=1) - T_d(x=0))$$

$$\Rightarrow D_d = \frac{P_d}{c_{\text{eau}} \Delta T_d} = \underline{\underline{6,44 \text{ kg/s}}}$$

Q46

$$e_{\text{cogen}} = \frac{P_e + P_d}{P_{\text{dépensée}}}$$

$$\text{avec } P_{\text{dépensée}} = D_{m1} \Delta_{23} h = D_{m1} q_c = 2537 \text{ kW}$$

donc $e_{\text{cogen}} = 1$ ce qui est cohérent car dans la modélisation adoptée il n'y a plus de pertes!

FIN

(3)



Numéro d'inscription

Prénom

Ne rien porter sur cette feuille avant d'avoir complètement rempli l'entête

0	4	/	0	4
---	---	---	---	---

Question 35

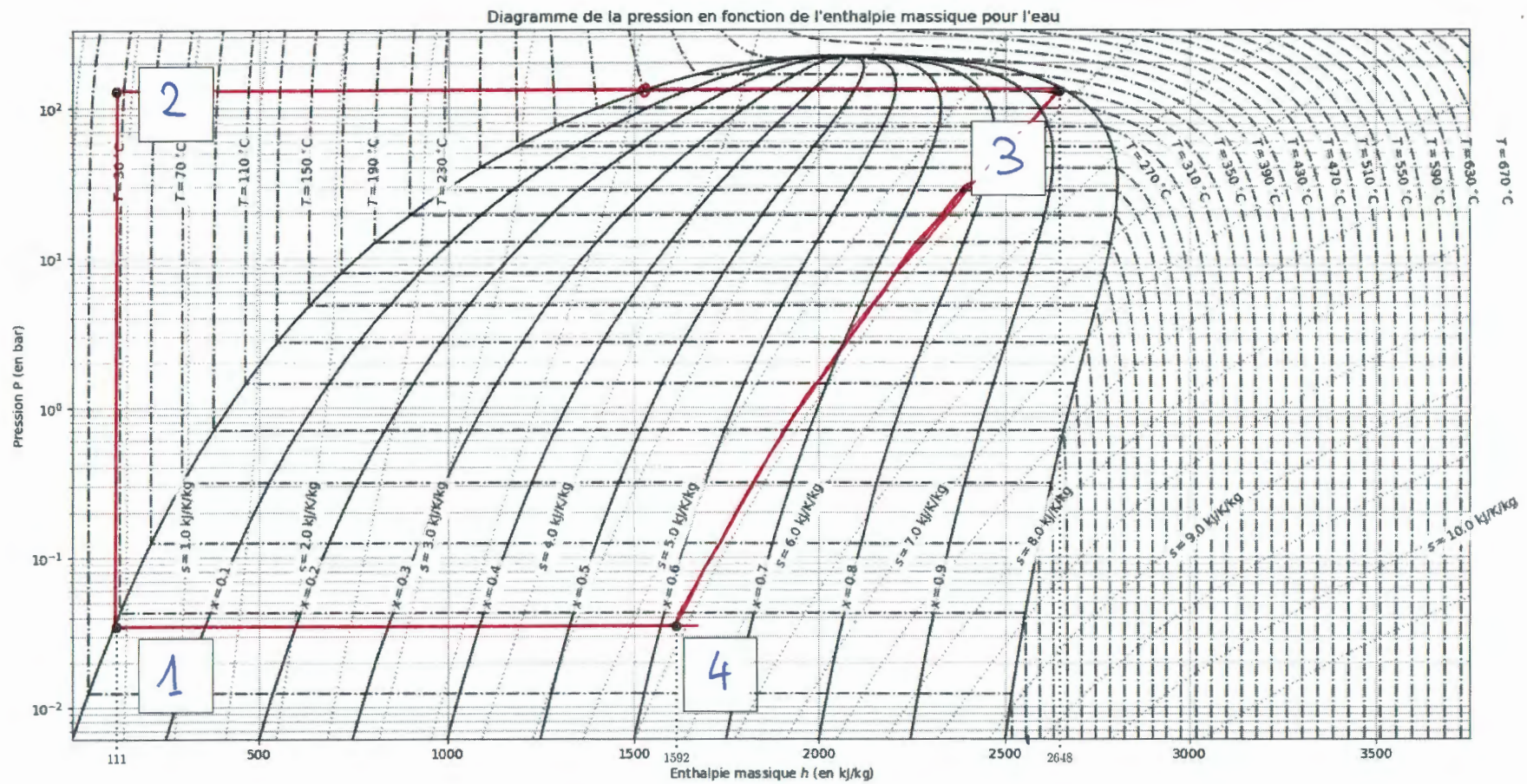


Figure A