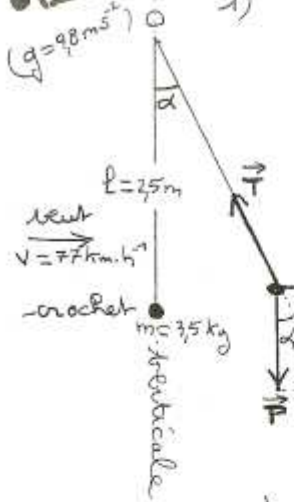


CORRIGES des SUJETS BTS

travaux publics

Mécanique

TP 1991



$$\tan \alpha = \frac{F}{P} \quad F = k \cdot s \cdot v^2 \quad P = m \cdot g$$

$$\tan \alpha = \frac{k \cdot s \cdot v^2}{m \cdot g}$$

kg

$$\alpha \approx 10,5^\circ \quad (\alpha_m)$$

2) quand le vent cesse, le crochet effectue des oscillations de part et d'autre de la verticale.

On montre alors que α varie de façon sinusoidale tel que $\alpha = \alpha_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

amplitude
 $10,5^\circ \approx 0,183 \text{ rad}$

pulsation

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$$

(T : période) (f : fréquence)

phase à l'origine.

$$\alpha = \alpha_m \cdot \sin \varphi = \alpha_m$$

$\sin \varphi = 1$
 $\varphi = \frac{\pi}{2}$

$$b) T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T \approx 3,173495$$

3) a) sans l'effet de la dilatation, le câble s'allonge

$$l' = l \cdot (1 + \alpha_k \cdot \Delta \theta)$$

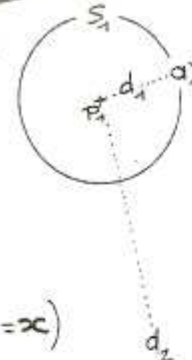
$$l' = 2,5006 \text{ m}$$

$$T' = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l'}{g}}$$

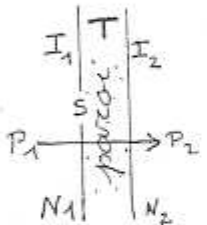
$$T' \approx 3,173875$$

b) incertitude relative $\frac{\Delta T}{T} \approx 1,2\text{‰} (0,012\%)$

Acoustique

1-  a) $I_1 = \frac{P_1}{S_1} = \frac{P_1}{4\pi \cdot d_1^2} \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
 b) $N_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$ $I_1 = I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot N_1}$
 $I_0 = I_1 \cdot 10^{-0,1 \cdot N_1} \approx 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
 c) $N_1 = 20 \log \frac{P_1}{P_0}$
 $\log \frac{P_1}{P_0} = \frac{N_1}{20} = 0,05 \cdot N_1$ $P_1 = P_0 \cdot 10^{0,05 \cdot N_1} \approx 0,089 P_0$
 ($d_2 - d_1 = x$)

2- $\frac{I_2}{I_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot N_2}}{I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot N_1}} = 10^{0,1 \cdot (N_2 - N_1)} = 10^{0,1 \cdot A}$
 $d_2^2 = d_1^2 \cdot 10^{0,1 \cdot A}$
 $d_2 = d_1 \cdot 10^{0,05 \cdot A}$ $x = d_1 \cdot (10^{0,05 \cdot A} - 1) \approx 2 \text{ m}$

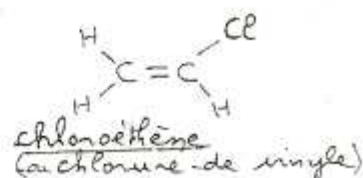
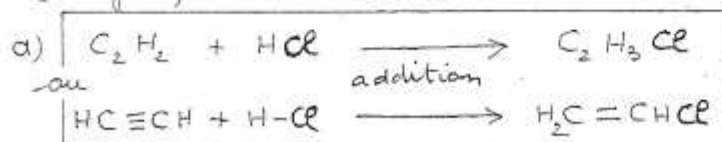
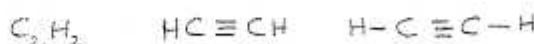
3-  $T = \frac{\text{puissance transmise}}{\text{puissance incidente}} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1 \cdot S}{I_2 \cdot S} = \frac{I_1}{I_2} = T \left(\frac{I_1}{I_2} \right)$
 a) $A' = N_1 - N_2$
 $= 10 \log \frac{I_1}{I_0} - 10 \log \frac{I_2}{I_0}$
 $= 10 \left(\log \frac{I_1}{I_0} - \log \frac{I_2}{I_0} \right) = 10 \log \frac{I_1/I_0}{I_2/I_0} = 10 \log \frac{I_1}{I_2}$
 $A' = 10 \log \frac{1}{T} \approx 35,85 \text{ dB}$

b) $N_2 = N_1 - A' \approx 34,15 \text{ dB}$

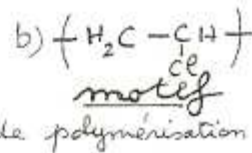
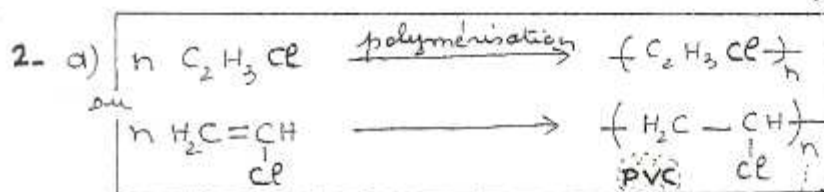
Chimie organique

1. Chlorure d'hydrogène HCl $\text{H}-\text{Cl}$

éthyne
(acétylène)



b)



de polymérisation

Mécanique des Fluides TP 1992

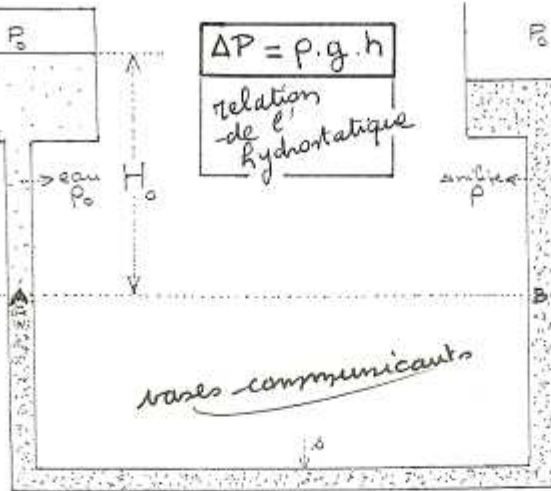
1) le manomètre différentiel permet la mesure de la pression exercée par un fluide

$\leftarrow S \rightarrow$

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$$

relation de l'hydrostatique

$$1) P_0 \cdot g \cdot H_0 + P_0 = P_A$$



$$2) P_A = P_B \text{ (A et B appartiennent à une surface isobare dans le même liquide: même, surface horizontale)}$$

$$P_0 \cdot g \cdot H_0 + P_0 = P_0 + \rho \cdot g \cdot H$$

$$P_0 \cdot H_0 = \rho \cdot H$$

la compression est transmise intégralement par le liquide « théorème de Pascal »

2)

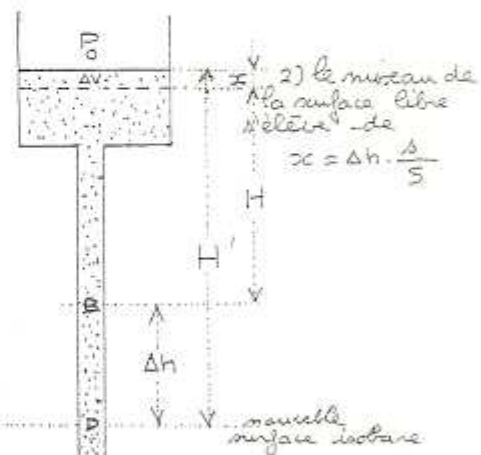
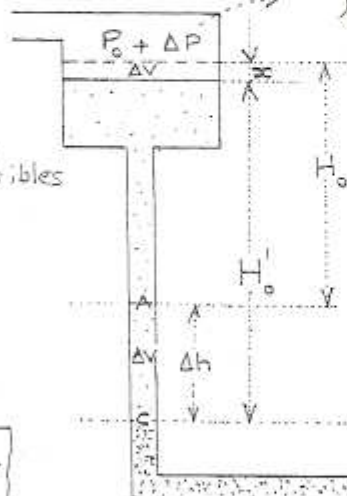
les liquides sont incompressibles

$$1) \Delta V = \Delta h \cdot S$$

$$\Delta V = x \cdot S$$

$$x \cdot S = \Delta h \cdot S$$

$$x = \Delta h \cdot \frac{S}{S}$$



$$3) H'_0 = H_0 + \Delta h - x$$

$$H' = H + \Delta h + x$$

$$P_C = P_B$$

$$P_0 \cdot g \cdot H'_0 + P_0 + \Delta P = P_0 + \rho \cdot g \cdot H$$

$$(P_0 \cdot g \cdot H_0 = \rho \cdot g \cdot H)$$

$$P_0 \cdot g \cdot (H_0 + \Delta h - x) + \Delta P = P_0 + \rho \cdot g \cdot (H + \Delta h + x)$$

$$P_0 \cdot g \cdot (\Delta h - \Delta h \cdot \frac{S}{S}) + \Delta P = \rho \cdot g \cdot (\Delta h + \Delta h \cdot \frac{S}{S})$$

$$\Delta P = g \cdot \Delta h \cdot \left(\rho \cdot \left(1 + \frac{S}{S} \right) - P_0 \cdot \left(1 - \frac{S}{S} \right) \right)$$

$$4) \frac{\Delta P}{\Delta h} \approx 453 \text{ Pa} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta h} = g \cdot \left[\rho \cdot \left(1 + \frac{S}{S} \right) - P_0 \cdot \left(1 - \frac{S}{S} \right) \right]$$

$\Delta P \approx 2,3 \text{ Pa}$ variation très faible ...

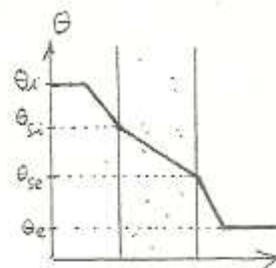
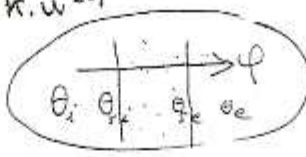
Thermique

$$1. r = \frac{q}{\lambda} + r_{si} + r_{se} \geq 0,443 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{r} \geq 2,26 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$2. \varphi = U \cdot \Delta \theta \geq 45,17 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

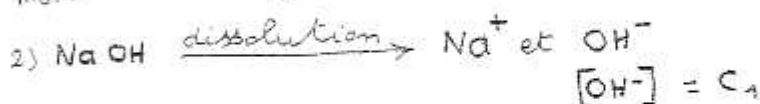
$$3. \theta_{si} = \theta_i - \varphi r_{si} \geq 10^\circ \text{C} \quad \theta_{se} = \theta_e + \varphi r_{se} \geq -2,3^\circ \text{C}$$



Solution aqueuse

$$1) [NaOH] = \frac{n(NaOH)}{V} = \frac{m(NaOH)/M(NaOH)}{V}$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = C_1$$



$$[OH^-] = C_1$$

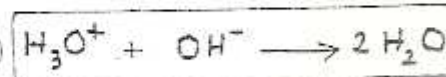
$$[Na^+] = C_1$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_e}{[OH^-]} = 5 \cdot 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] \approx 12,3$$

3)

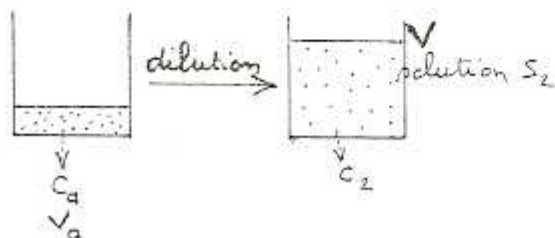
2) solution S_2 d'acide chlorhydrique (C_2, V_2 vers à l'équivalence)



1) solution S_1 d'hydroxyde de sodium (V_1, C_1)

$$C_1 = \frac{C_2 V_2}{V_1} : V_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3)



$$n_a = C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V$$

$$V = \frac{C_1 \cdot V_1}{C_2} = 1 \text{ L}$$

TP 1993

Thermodynamique

1. premier principe de la thermodynamique

la variation d'énergie interne ΔU d'un système entre l'état initial (1) et l'état final (2), est obtenue en ajoutant le travail (W) et la chaleur (Q) échangés par le système avec l'extérieur.

$$(U_2 - U_1) \Delta U = W + Q$$

2. enthalpie $H = U + P V$

3. $\Delta H = Q_p$

4. chaleur latente ^{massique} de changement d'état d'un corps pur.

quantité de chaleur nécessaire à l'unité de masse du corps pur pour changer d'état à température constante

5. $Al_{solide} \xrightarrow{a)} Al_{solide} \quad Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta \theta \quad Q_1 = \mu \cdot e \cdot s \cdot c \cdot (T_F - T_0)$
 $\mu \cdot V \quad V = e \cdot s$

b) $Al_{liquide} \quad Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta \theta + m \cdot L_F$ échauffement du solide fusion à 933K
 $Q_2 = Q_1 + m \cdot L_F$

c) $Al_{vapeur} \quad Q_3 = m \cdot c \cdot \Delta \theta + m \cdot L_F + m \cdot c_v \cdot \Delta \theta' + m \cdot L_V$ échauffement du liquide vaporisation à 2740K
 $Q_3 = Q_2 + m \cdot (c_v \cdot (T_V - T_F) + L_V)$

(réponses $Q_1 = 0,1552 J$; $Q_2 = 0,2624 J$; $Q_3 = 3,6292 J$)

6. $P = \frac{Q_3}{t} \quad P = 3,63 kW$

Photométrie

1. source orthogonale

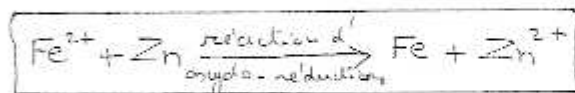
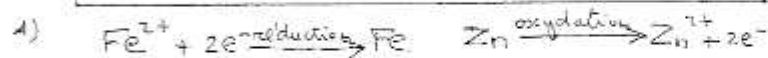
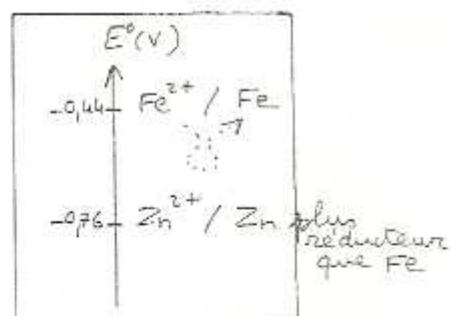
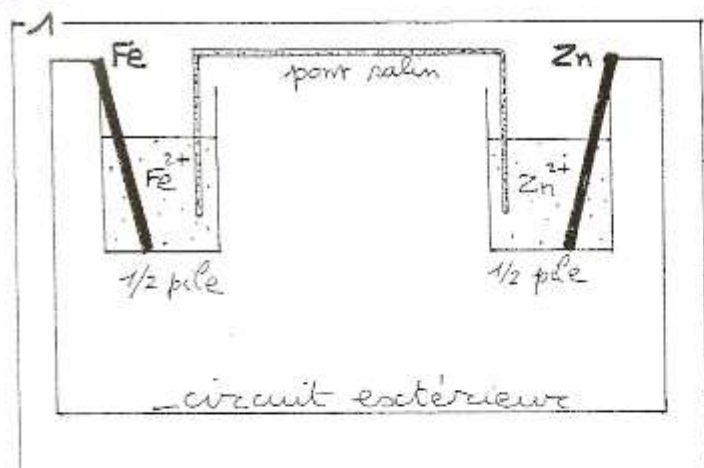
la surface indicatrice d'émission est une sphère passant par F et de centre C.

2. $I_\alpha = I_m \cdot \cos \alpha$

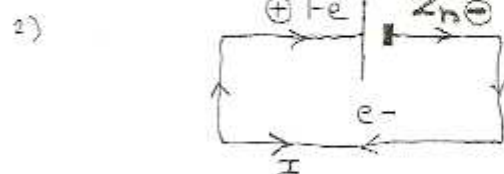
3. $E = \frac{I \cdot \cos \alpha'}{FM^2} = \frac{I_m \cdot \cos^2 \alpha'}{FM^2} = \frac{I_m \cdot h^2}{FM^4} = \frac{I_m \cdot h^2}{(h^2 + x^2)^2} = E \rightarrow 1x$
 $FM = (h^2 + x^2)^{1/2}$

4. $E_0 = \frac{I_m}{h^2} \approx 44,41x$
 $E_B = \frac{I_m \cdot h^2}{(h^2 + r^2)^2} \approx 21,31x$

Oxydoréduction

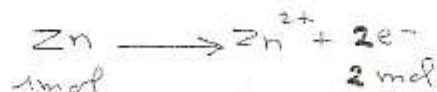


$n(\text{Zn}) = \frac{n(e^-)}{2}$



f.e.m = $E_{\oplus}^{\circ} - E_{\ominus}^{\circ} = +0,32 \text{ V}$

2



$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn})$

$n(\text{Zn}) = \frac{1}{2} \cdot n(e^-)$

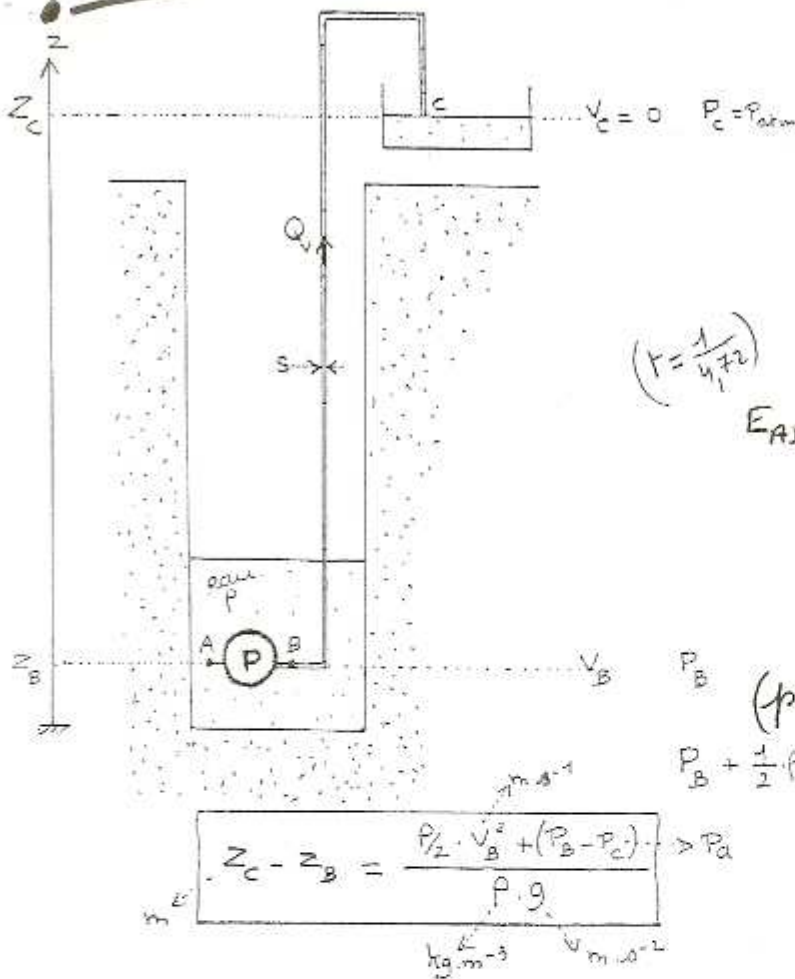
$n(e^-) = \frac{|Q|}{F}$

$|Q| = I \cdot t$

$m(\text{Zn}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{I \cdot t}{F} \cdot M(\text{Zn})$
théorique

$m_{\text{effective}}(\text{Zn}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{I \cdot t}{F} \cdot M(\text{Zn}) \cdot 0,6 \approx 4,45 \text{ kg}$

TP 1994

Mécanique des Fluides

on s'intéresse à ce qui se passe entre B et C.
 écoulement naturel provoqué par la pompe

$$1) \quad Q_m = \rho \cdot Q_v \approx 4,72 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$$2) \quad W_{AB} = P_u \cdot t \approx 254 \text{ J}$$

$\text{J} \quad \text{W} \quad \text{s}$

$E_{AB} \leftarrow$

$$3) \quad v = \frac{Q_v}{S} \approx 2,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$\text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{m}^2$

4) vite, vite, Bernoulli.
 (pas de pompe entre B et C)

$$P_B + \frac{1}{2} \rho \cdot v_B^2 + \rho \cdot g \cdot z_B = P_C + \frac{1}{2} \rho \cdot v_C^2 + \rho \cdot g \cdot z_C$$

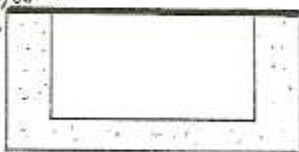
$$z_C - z_B (\text{profondeur}) \approx 25,6 \text{ m}$$

$$z_C - z_B = \frac{\frac{\rho}{2} \cdot v_B^2 + (P_B - P_C)}{\rho \cdot g} > P_d$$

$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \quad \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

Rayonnement

capteur solaire



corps noir

isolant

à l'équilibre thermique
 flux reçu = flux émis

$$1) \quad \phi = M^0 \cdot S \rightarrow \text{W}$$

$\text{W} \quad \text{M}^0 = \sigma \cdot T^4$

$$T = \sqrt[4]{\frac{M^0}{\sigma}} = \left(\frac{M^0}{\sigma}\right)^{1/4}$$

$\text{K} \quad \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

$$T \approx 364,4 \text{ K}$$

$$\theta \approx 91,2^\circ \text{C}$$

$$2) \quad \lambda_{\max} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{T} = 7,96 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda_{\max} \approx 7,96 \mu\text{m} = 7960 \text{ nm}$$

3) ... rayonnement Infra-Rouge lointain.

• Acoustique

1) $N_W = 10 \log \frac{W}{W_0}$
 $* W = W_0 \cdot 10^{0.1 \cdot N_W}$
 $\approx 10^{-1} \text{ mW}$

2) $I_1 = \frac{W}{S} = \frac{W}{2\pi \cdot R_1^2} \approx 0.4 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$

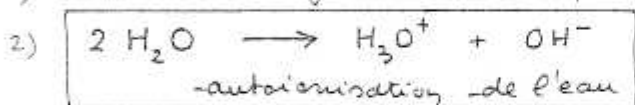
3) $N_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} = 10 \log \frac{W}{2\pi R_2^2 \cdot I_0} \approx 58 \text{ dB}$ ($N_W + 10 \log \frac{1}{2\pi \cdot R_2^2}$)

4) $N_2 = 20 \log \frac{P_2}{P_0} \dots * P_2 = P_0 \cdot 10^{N_2/20} \approx 0.016 \text{ Pa}$

$10 \log \frac{W}{I_0} = 10 \log \frac{W}{W_0}$

• Solution aqueuse

1) 1) l'eau est légèrement basique ($\text{pH} = 8 > 7$)



3) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$[\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \approx 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2) $[\text{Cl}^-] = \frac{n(\text{Cl}^-)}{V} = \frac{m(\text{Cl}^-) / M(\text{Cl}^-)}{V} \approx 5.6 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

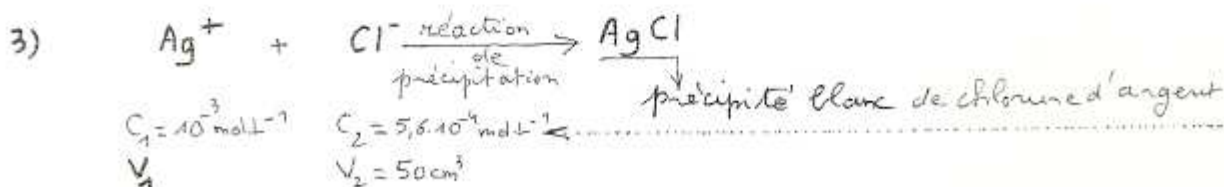
$[\text{Cl}^-] = \frac{f(\text{Cl}^-)}{M(\text{Cl}^-)}$

$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{V} = \frac{m(\text{SO}_4^{2-}) / M(\text{SO}_4^{2-})}{V} \approx 7.3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

- ou $\frac{f(\text{SO}_4^{2-})}{M(\text{SO}_4^{2-})}$

$[\text{PO}_4^{3-}] = \frac{n(\text{PO}_4^{3-})}{V} = \frac{m(\text{PO}_4^{3-}) / M(\text{PO}_4^{3-})}{V} \approx 1.05 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

- ou $\frac{f(\text{PO}_4^{3-})}{M(\text{PO}_4^{3-})}$



$V_1 = 1 \cdot C_2 \cdot V_2 : C_1 \approx 28 \text{ cm}^3$

$n(\text{Cl}^-)$
 $n(\text{Ag}^+)$

TP 1995

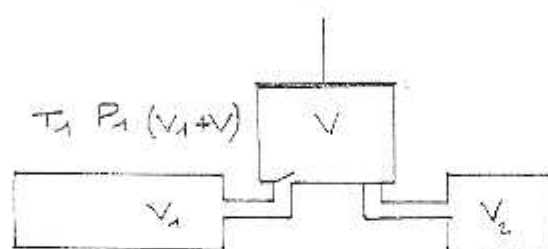
Thermodynamique

compresseurtransformations isothermes
 T_1 est constante.

1) a)

$$n_1 \quad T_1 \quad P_0 \quad V_1$$

$$P_0 \quad V_2 \quad T_1 \quad n_2$$



$$P_0 \cdot V_1 = P_1 \cdot (V_1 + V)$$

$$P_1 = P_0 \cdot \frac{V_1}{V_1 + V}$$

$$b) \quad P_2 = P_1 \cdot \frac{V_1}{V_1 + V}$$

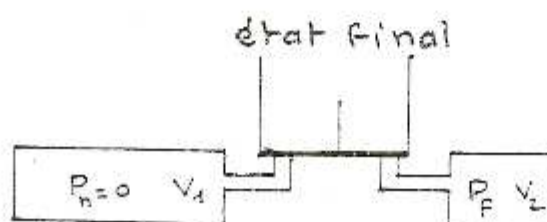
$$P_3 = P_2 \cdot \frac{V_1}{V_1 + V}$$

$$\dots$$

$$P_n = P_{n-1} \cdot \frac{V_1}{V_1 + V}$$

$$c) \quad P_n = P_0 \cdot \left[\frac{V_1}{V_1 + V} \right]^n$$

$$d) \quad P_n = P_0 \cdot \left[\frac{1}{1 + \frac{V}{V_1}} \right]^{n \rightarrow \infty}$$



$$a) \quad P_0 \cdot (V_1 + V_2) = P_f \cdot V_2$$

$$\frac{V_1 + V_2}{V_2} \cdot P_0 = P_f$$

$$b) \quad P_f = 51 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Photométrie

$$1. \quad \phi = K \cdot P = 37350 \text{ lm}$$

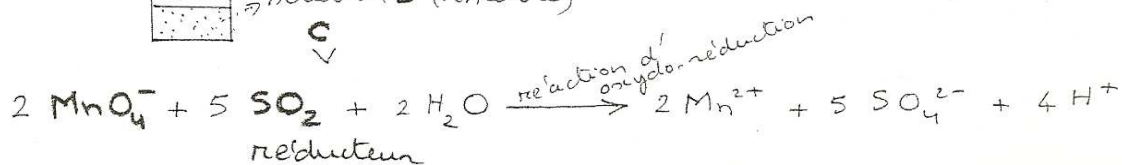
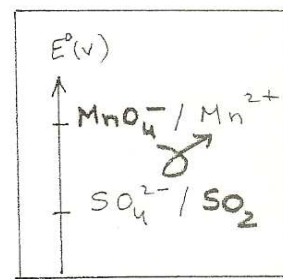
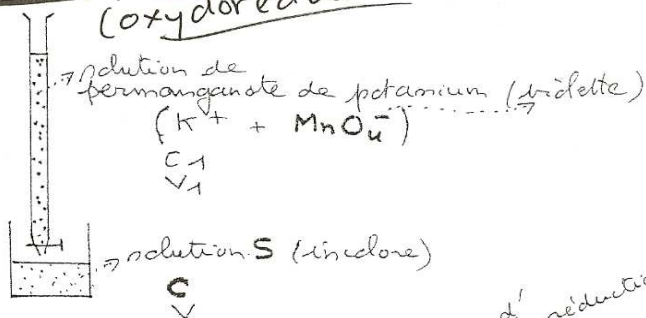
2. source orthotrope
la surface indicatrice d'émission est une sphère passant par la lampe, et centrée sur la verticale de la lampe.
 $I_\alpha = I_0 \cdot \cos \alpha$ dans le triangle rectangle.

3. $d\phi = I_\alpha \cdot d\Omega$ $\phi = \int d\phi = \int I_\alpha \cdot d\Omega = \int I_0 \cdot \cos \alpha \cdot 2\pi \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha$
 $= 2\pi \cdot I_0 \cdot \int_0^{\pi/2} \cos \alpha \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha$
 $= 2\pi \cdot I_0 \cdot \left(-\frac{1}{2} \cos^2 \alpha\right)_0^{\pi/2}$
 $= \pi \cdot I_0 \cdot \left(-\frac{\cos^2 \pi/2}{2} + \frac{\cos^2 0}{2}\right) = \pi \cdot I_0$

4. $E_0 = \frac{I_0}{h^2}$ $E_0 = 180 \text{ lx}$

Solution aqueuse (oxydo-réduction)

dosage



2. quand on verse MnO_4^- violet, il est réduit par SO_2 ... donc -decoloré-, il devient Mn^{2+} incolore.

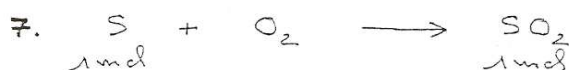
quant tous les SO_2 incolore ont été oxydés les MnO_4^- versés restent en solution (ils ne sont plus réduits) la solution du bécher devient violette.

3. $n(MnO_4^-) = \frac{2}{5} \cdot n(SO_2)$ - ou $n(SO_2) = \frac{5}{2} \cdot n(MnO_4^-)$ - à l'équivalence.

4. $n(MnO_4^-) = [MnO_4^-] \cdot V(MnO_4^-) = C \cdot V = 62,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

5. $n(SO_2) = \frac{5}{2} \cdot n(MnO_4^-) = 156,25 \cdot 10^{-6} \text{ mol dans } 10 \text{ mL}$

6. $n'(SO_2) = 50 \cdot n(SO_2) = 7,8125 \cdot 10^{-3} \text{ mol dans } 500 \text{ mL}$

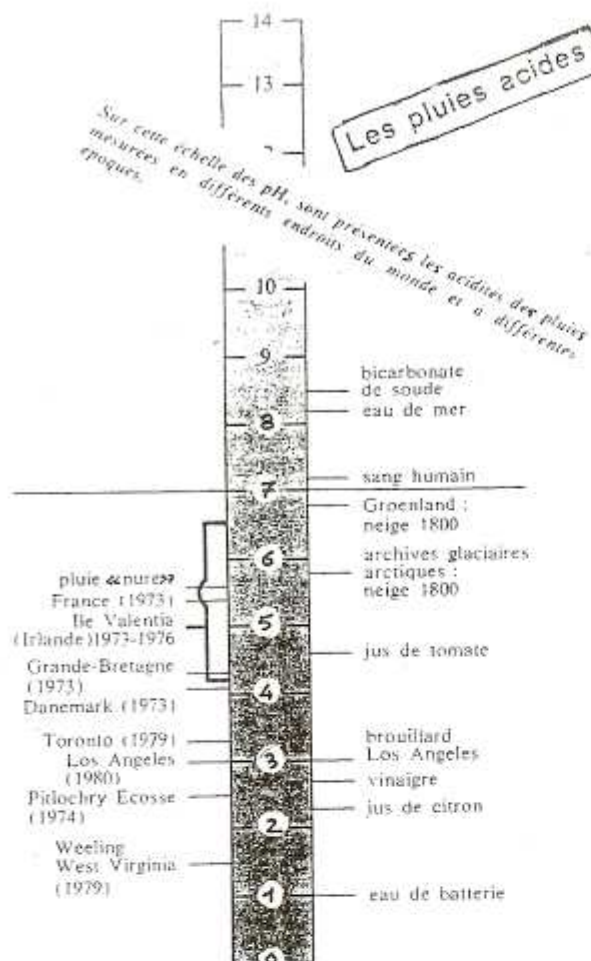


$m(S) = n(S) \cdot M(S)$

$n(S) = n'(SO_2)$

$m(S) = 0,259 \text{ g} < 0,3$
 teneur maximale
 conforme à la
 législation.

SO_2 est responsable d'une partie de la pollution de l'air
 des pluies acides

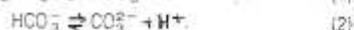
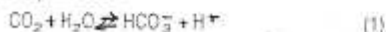


La balance des échanges atmosphériques de composés soufrés, dont on sait l'importance pour l'acidification des pluies, fait apparaître de lourds écarts. L'Autriche, la Finlande, la Norvège, la Suède et la Suisse présentent un budget annuel déficitaire : elles reçoivent au total plus de soufre qu'elles n'en produisent. A l'opposé, l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, la France, la Grande-Bretagne et les Pays-Bas exportent une part non négligeable de leurs nuisances.

Du jus de citron sur les têtes américaines

Cependant la dimension émotionnelle associée à l'acidité des pluies — alors que l'augmentation des teneurs en dioxyde de carbone dans la haute atmosphère est, à terme, plus préoccupante — tient sans doute aussi à la facilité extrême de la mise en évidence du symptôme — l'acidité — et aux conséquences immédiates qu'on peut en déduire pour l'équilibre des écosystèmes naturels. L'acidité d'une solution aqueuse se quantifie aisément à partir de son pH qui mesure la concentration en ions H^+ de la solution. Il suffit simplement pour ce faire de disposer d'une électrode verre-calomel couplée à un millivoltmètre. Peu de méthodes de mesure des pollutions sont à la fois aussi fiables et universellement répandues.

En fait, une pluie « pure » n'est jamais neutre : c'est une solution aqueuse en équilibre avec les gaz atmosphériques, tout particulièrement le dioxyde de carbone qui, par dissolution, fournit deux réactions chimiques équilibrées :



Dans les conditions usuelles, la réaction (1) qui conduit à la formation d'hydrogencarbonate prédomine et fixe le pH de la pluie à 5.6 (voir figure).

On admet généralement que l'acidification est due à l'oxydation de l'anhydride sulfureux (SO_2) et des oxydes d'azote respectivement en acide sulfurique (H_2SO_4) et en acide nitrique (HNO_3). La contribution relative de chacun de ces acides aux teneurs en ions H^+ de l'eau de pluie (70 % H_2SO_4 , 30 % HNO_3) n'est pas une constante : il semble notamment que l'importance des composés azotés augmente avec le temps.

«Holocauste écologique» ! C'est dans ces termes que les Canadiens qualifient les conséquences des pluies acides exportées vers leur pays par les Américains. Atteinte au patrimoine forestier, fermeture des pêcheries, altération des édifices et des monuments, impact sur la santé des habitants et des troupeaux... le tableau est cataclysmique. Celui que les pays scandinaves ont brossé de leur situation d'importateurs des nuisances étrangères l'est à peine moins.

L'impact de la pollution ne souffre pas de discussion : entre les neiges de la période qui a précédé la révolution industrielle, collectées dans les archives glaciaires et dont le pH ne descend pas au-dessous de 5.6, et la pluie de Weeling dont l'acidité se situait à mi-chemin de celle du jus de citron et de l'eau acide d'une batterie, la marge est large. Large mais très fluctuante.

Entre 1972 et 1976, les observations réalisées à Glacier Park au Montana ont permis de montrer que, pour un pH moyen de 5.7, les valeurs extrêmes enregistrées se situaient entre 2.6 et 7.10 ! On est d'ailleurs en droit de se demander si — plus qu'une évolution régulière de l'acidité des pluies — le phénomène perturbant n'est pas justement sa fluctuation dans le temps, notamment au regard des capacités d'adaptation de la faune et de la flore aux conditions nouvelles. Les conséquences de l'acidification des eaux de surface par les retombées humides sont en effet appréciées de façon très variable. Dans le massif de l'Adirondack (Etat de New York), en 1930, seuls 8 lacs sur 214 avaient un pH inférieur à 5. En 1974, 109 étaient dans cette situation et 32 d'entre eux pouvaient être considérés comme morts. Les conséquences directes d'une telle acidification, constatées également par les Scandinaves, entraînent en priorité la disparition des espèces aquatiques les plus nobles et les plus fragiles, telles que les salmonides. Les effets chimiques induits par un abaissement du pH ne sont pas moins importants : ils contribuent à la mise en solution de sels métalliques toxiques. Une expérience de longue durée, mise en œuvre par une équipe canadienne sur le lac « 223 » au nord-ouest de l'Ontario, apporte des informations intéressantes. Après avoir étudié pendant deux ans les caractéristiques de ce lac, les scientifiques entreprirent en 1976 d'y ajouter progressivement et régulièrement de l'acide sulfurique. Durant la première année, du fait du pouvoir tampon de l'eau du lac, le pH n'évolua pas. A partir de 1977, les additions acides se traduisirent par une baisse régulière de 0.25 unités pH par an, pour atteindre aujourd'hui un pH de 5.05. Bien entendu, cette évolution s'accompagna d'une modification des caractéristiques chimiques et biologiques du lac.

Les teneurs en métaux toxiques tels que zinc, fer, manganèse et aluminium provenant des sédiments lacustres augmentèrent dans des proportions notables.

Par contre l'activité chlorophyllienne s'est sensiblement accrue. Mieux : au pH actuel, le zooplancton est sans doute en légère augmentation et, même si elles ont changé, le nombre total d'espèces d'aigues n'a pas varié. Ces résultats sont en opposition totale avec les constatations des scientifiques scandinaves. Comme on peut difficilement mettre en cause la qualité des équipes scientifiques concernées, force est d'envisager qu'un processus d'acidification continue, mené artificiellement, ménage à la faune et à la flore des possibilités d'évolution que ne permettent généralement pas les fluctuations des conditions naturelles.

Une image souvent simpliste

En fait, acidité n'est pas en soi synonyme de mort : lors d'expériences *in vitro* des biologistes de l'EPA ont pu montrer qu'avec une eau d'irrigation à pH=3 (proche du vinaigre), le rendement des cultures en épinards ne diminuait que de 15 %, la production de soja s'améliorait nettement et l'assimilation chlorophyllienne était renforcée au niveau des aiguilles de pins. Forcé est de constater aujourd'hui que la mesure du pH des eaux de pluies contemporaines, leur comparaison avec le pH des neiges des années 1880, le rôle fondamental attribué à SO_2 et NO , certains dommages constatés, ont contribué pendant une dizaine d'années à donner de ce problème une image simpliste sur laquelle il convient de s'interroger.

Il importe de mesurer clairement l'ampleur de notre ignorance face à un phénomène apparemment aussi élémentaire, pour estimer honnêtement ce qui sépare notre ambition de protéger l'environnement de notre capacité à appréhender les facteurs qui en conditionnent la qualité.



«sapins dans les Vosges»

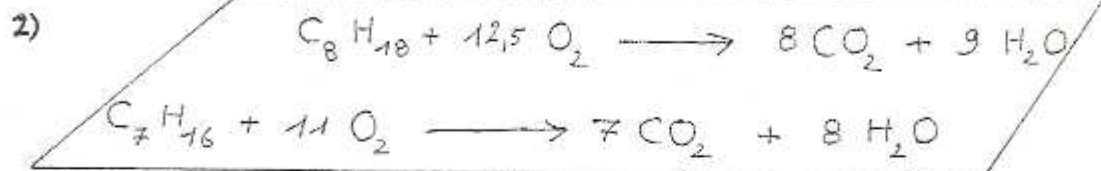
TP 1996

Chimie organique

1) 1) C_7H_{16} et C_8H_{18} sont des hydrocarbures de formule $C_n H_{2n+2}$ ils appartiennent à la famille des alcanes

2) heptane octane.

3) le pétrole subit une distillation fractionnée.



3) 1) $\varphi = 720 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 0,72 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$

$$m(C_8H_{18}) = 0,72 \times 30\% = 0,72 \times 0,3 = 0,216 \text{ kg}$$

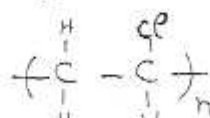
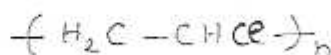
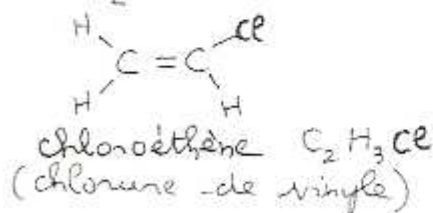
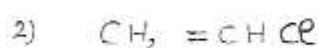
$$m(C_7H_{16}) = 0,72 \times 70\% = 0,72 \times 0,7 = 0,504 \text{ kg}$$

2)

$$\left(11 \cdot \frac{m(C_7H_{16})}{M(C_7H_{16})} + 12,5 \cdot \frac{m(C_8H_{18})}{M(C_8H_{18})} \right) \cdot V_m = V(O_2) \approx 1772,4 \text{ L } (1,7724 \text{ m}^3)$$

3) il y a environ 20% (1/5) de dioxygène dans l'air

$$V(\text{air}) = 5 \cdot V(O_2) \approx 8,862 \text{ m}^3$$



polychlorure de vinyle
PVC

3) n : indice de polymérisation

$$M(\text{PVC}) = M(C_2H_3Cl) \cdot n$$

$$n = \frac{M(\text{PVC})_{\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{M(C_2H_3Cl)_{\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}}$$

$$n = 1430$$

Thermique

$$1) \frac{1}{U} = \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} \approx 2,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} \quad (U = \frac{1}{U})$$

$$2) \varphi = U \cdot (\theta_i - \theta_e) \approx 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$3) Q_1 = \varphi \times 24 \approx 360 \text{ Wh (ou } 1,296 \text{ MJ)}$$

$$Q = Q_1 \times 10 \approx 3,6 \text{ kWh (ou } 12,96 \text{ MJ)}$$

4) il faut calculer θ_1 et θ_2

$$\theta_2 = \theta_i - \varphi \cdot \frac{e_3}{\lambda_3} \approx +23,4^\circ \text{C}$$

$$\theta_1 = \theta_2 + \varphi \cdot \frac{e_1}{\lambda_1} \approx +2,0^\circ \text{C}$$

$$5) a) \varphi = \frac{\theta_{ai} - \theta_a}{1/h_a} \dots \theta_{ai} \approx 26,7^\circ \text{C}$$

$$b) \varphi = \frac{\theta_e - \theta_{ae}}{1/h_e} \dots \theta_{ae} \approx -8,9^\circ \text{C}$$

1. transfert convectif et transfert radiatif

Acoustique

$$1.1) \boxed{T_R = 0,16 \cdot \frac{V}{A}} \rightarrow \text{volume de la pièce (L.P.H) en m}^3$$

\downarrow
 \downarrow constante en $\text{m}^{-1} \cdot \text{s}$
 \downarrow temps de réverbération en s

$$2) A = 0,16 \cdot \frac{V}{T_R} \approx 34,91 \text{ m}^2$$

2.1) $T_R \approx 0,5 \text{ s}$ pour la salle de classe
(conversation agréable)

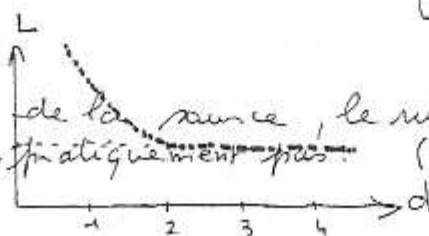
$$2) A' = \sum \alpha_i \cdot S_i \quad A' = \alpha_0 \cdot S_{\text{mur}} + \alpha_1 \cdot S_{\text{plafond}}$$

$$A' = \frac{0,16 \cdot V}{T_R} = 51,20 \text{ m}^2$$

$$\boxed{\alpha_1 = \frac{A' - \alpha_0 \cdot S_{\text{mur}}}{S_1}} \approx 0,128$$

3.1) oui

2) à partir de 2m de la source, le niveau acoustique ne change pratiquement pas (42,8 dB)



$$3) L_w = L_1 - 6 + 10 \log A \approx 52,2 \text{ dB}$$

(on est loin de la source, on ne tient compte que du champ réverbéré... et pas du champ direct)

Thermique

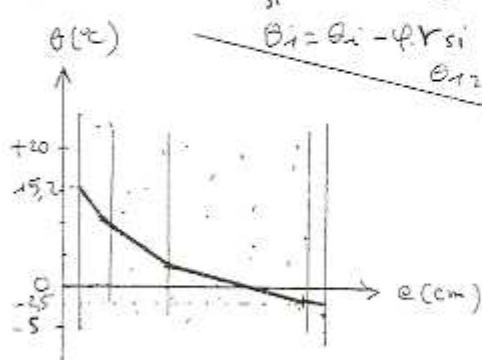
TP 1997

$$1) R = r_{si} + r_1 + r_2 + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} + r_{se} \approx 0,57 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$2) U = 1/R \approx 1,75 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$3) \varphi = U \cdot \Delta \theta \left(\frac{\Delta \theta}{R} \right) \approx 44 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$4) \varphi = \frac{\theta_1 - \theta_4}{r_{si}} = \frac{\theta_1 - \theta_{12}}{r_1} = \frac{\theta_{12} - \theta_{23}}{r_2} = \frac{\theta_{23} - \theta_{34}}{r_3} = \frac{\theta_{34} - \theta_4}{r_{se}}$$



$$\theta_1 = \theta_i - \varphi \cdot r_{si}$$

$$\theta_{12} = \theta_1 - \varphi \cdot r_1$$

$$\theta_{23} = \theta_{12} - \varphi \cdot r_2$$

$$\theta_{34} = \theta_{23} - \varphi \cdot r_3$$

$$\theta_4 = \theta_{34} - \varphi \cdot r_{se} = -2,5^\circ \text{C}$$

$$\dots 15,2^\circ \text{C}$$

$$\dots 9,1^\circ \text{C}$$

$$\dots 2,1^\circ \text{C}$$

$$\dots -1,7^\circ \text{C}$$

$$5) 1. \varphi' = U' \cdot \Delta \theta \approx 16,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \quad (R' = r_{si} + r_1 + r_2 + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} + r_{se})$$

$$U' = 1/R'$$

$$\approx 0,65 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$2. \frac{\Delta \varphi}{\varphi} \times 100 \approx 63\% \text{ très appréciable!}$$

Thermodynamique

$$1) \boxed{P \cdot V = n \cdot R \cdot T}$$

Pa

m³

mol

J.mol⁻¹.K⁻¹

K

$$2) 1) n_1 = \frac{P_1 \cdot V_1}{R \cdot T_1} \approx 82,14 \text{ mol}$$

$$2) m = n_1 \cdot M(\text{O}_2) \approx 2628,5 \text{ g}$$

3) 1) transformation isochore (volume constant).

$$2) n_1 = 82,14 \text{ mol}$$

$$3) P_2 = \frac{n_1 \cdot R \cdot T}{V_1} \approx 206,83 \text{ bars}$$

3) 1) transformation isotherme

$$2) n_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{R \cdot T_2} \approx 79,43 \text{ mol}$$

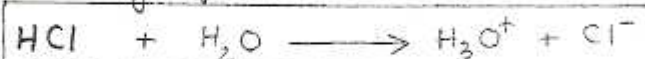
$$x = n_1 - n_2 = 2,71 \text{ mol}$$

$$3) V_2 = \frac{x \cdot R \cdot T_2}{P_2} \approx 68,2 \text{ L}$$

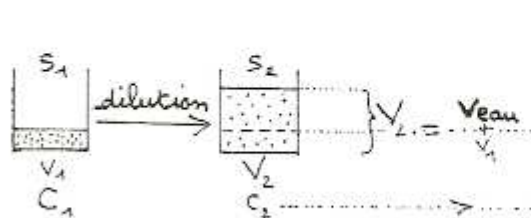
Solution acide

1) une solution d'acide chlorhydrique est préparée par la réaction chimique entre un gaz (chlorure d'hydrogène) et l'eau.

2)



3)

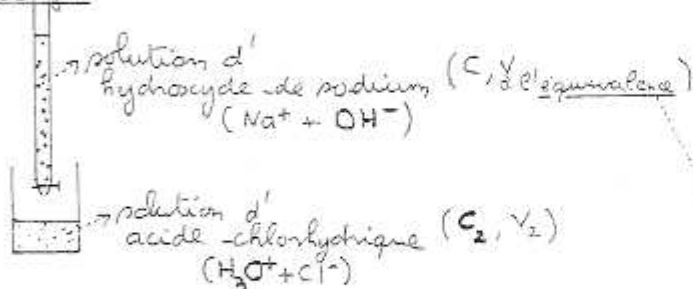


$$n = C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

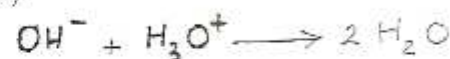
$$V_2 = \frac{C_1 \cdot V_1}{C_2} \quad V_{\text{eau}} = V_2 - V_1 = \frac{C_1 \cdot V_1}{C_2} - V_1 = V_1 \cdot \left(\frac{C_1}{C_2} - 1 \right) = V_{\text{eau}} \approx 52,5 \text{ mL}$$

4) $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log C_2 \approx 2,7$

2) dosage



1)



$$C \cdot V = C_2 \cdot V_2$$

$$C_2 = (C \cdot V) : V_2$$

2) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,925 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 2 \cdot 10^{-3}$

$\text{pH} = 7$ car la neutralisation a été effectuée avec des solutions d'acide et de base fortes.

TP 1998

Mécanique Fluides

A/ il y a 7 grandeurs fondamentales
3 en mécanique

longueur L
masse M
temps T

1) vitesse = $\frac{\text{longueur}}{\text{temps}}$

accélération = $\frac{\text{vitesse}}{\text{temps}}$ (variation de la vitesse avec le temps)

force = masse \times accélération
(ex: $P = m \cdot g$)

pression = $\frac{\text{force}}{\text{surface (S=L}^2\text{)}}$

masse volumique = $\frac{\text{masse}}{\text{volume (V=L}^3\text{)}}$

énergie = énergie cinétique $\frac{1}{2} m \cdot v^2$
= énergie potentielle $m \cdot g \cdot h$
ex travail (dépense d'énergie) $F \cdot L$

$$V = L \cdot T^{-1}$$

$$g = L \cdot T^{-2}$$

$$F = L \cdot M \cdot T^{-2}$$

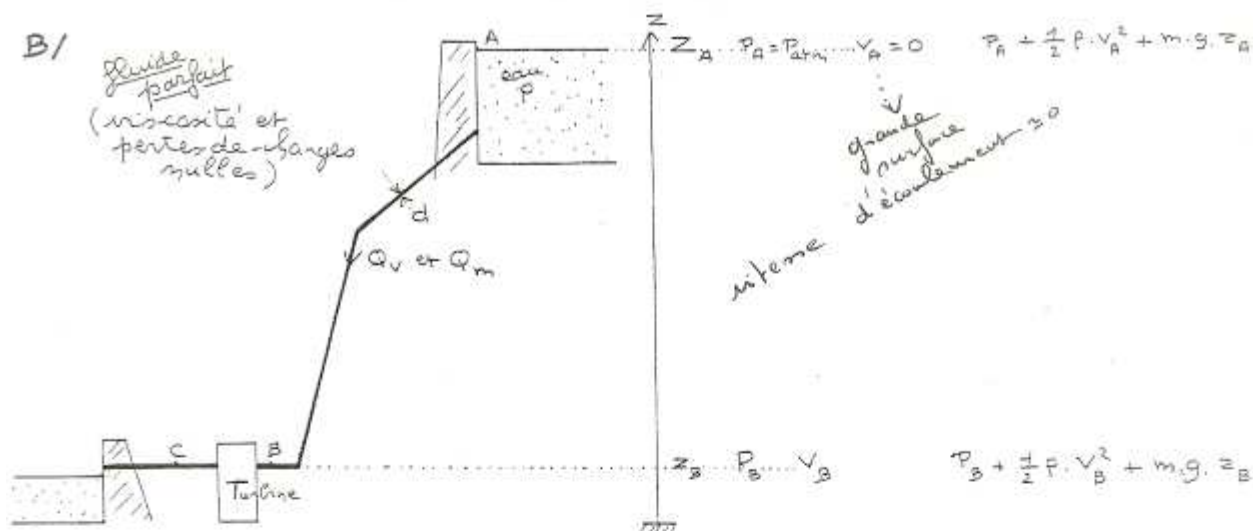
$$P = L^{-1} \cdot M \cdot T^{-2}$$

$$\rho = L^{-3} \cdot M$$

$$E = L^2 \cdot M \cdot T^{-2}$$

2) $\frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_1^2 - v_2^2) + \frac{m}{\rho} \cdot (p_1 - p_2) + m \cdot g \cdot (z_1 - z_2) = E_{21}$ *c'est Bernoulli avec une nouveauté!*

$\begin{matrix} \downarrow \\ M \\ L^3 \cdot M \end{matrix}$	$\begin{matrix} \downarrow \\ M \\ L^{-1} \cdot M \cdot T^{-2} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \downarrow \\ M \\ L \cdot T^{-2} \end{matrix}$	
$L^2 \cdot M \cdot T^{-2}$	$L^2 \cdot M \cdot T^{-2}$	$L^2 \cdot M \cdot T^{-2}$	$L^2 \cdot M \cdot T^{-2}$ <i>les 4 membres ont la même dimension</i>



2) $v_B = \frac{Q_v}{S} \approx 9,95 \text{ m.s}^{-1}$

(1.1) $Q_m = \rho \cdot Q_v$ $Q_m \approx 20 \text{ kg.s}^{-1}$

$\text{kg.s}^{-1} \quad \text{kg.m}^3 \quad \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

3) Bernoulli (ouf!) sans second membre (pas de turbine) entre A et C.

$\frac{1}{2} \cdot m \cdot (V_B^2 - V_A^2) + \frac{m}{\rho} \cdot (P_B - P_A) + m \cdot g \cdot (z_B - z_A) = 0$ $\rightarrow E_{21} = 0$

- c'est la même chose que d'écrire:

$P_B + \frac{1}{2} \rho \cdot V_B^2 + \rho \cdot g \cdot z_B = P_A + \frac{1}{2} \rho \cdot V_A^2 + \rho \cdot g \cdot z_A$

$(P_B - P_A) + \frac{1}{2} \rho (V_B^2 - V_A^2) + \rho \cdot g \cdot (z_B - z_A) = 0$

et en multipliant par le volume d'eau écoulé $V = \frac{m}{\rho}$

$\frac{m}{\rho} \cdot (P_B - P_A) + \frac{1}{2} m (V_B^2 - V_A^2) + m \cdot g \cdot (z_B - z_A) = 0$

$P_B - P_A = \rho \cdot \left(g \cdot (z_A - z_B) - \frac{V_B^2}{2} \right)$

$P_B = P_A + \rho \cdot \left(g \cdot (z_A - z_B) - \frac{V_B^2}{2} \right)$ $P_B = 80 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

2.1) $V_C = 0$ $P_C = P_{atm} = P_A$

$E_{BC} = \frac{1}{2} m \cdot (V_B^2 - V_C^2) + \frac{m}{\rho} \cdot (P_B - P_C) + m \cdot g \cdot (z_B - z_C)$

$E_{BC} = m \cdot \left(\frac{V_B^2}{2} + \frac{P_B - P_C}{\rho} \right)$

$E_{BC} = 7946 \text{ J}$ énergie fournie à la turbine par 1 kg d'eau

2) $P = \frac{E}{t}$

$P \approx 158,9 \text{ MW}$ (ou $P = \frac{Q_m}{\rho} (P_B - P_C) + \frac{Q_m}{2} (V_B^2 - V_C^2) + Q_m g (z_B - z_C)$)

temps d'écoulement pour 1 kg d'eau ($1/20000 \text{ s}$)

3) puissance de la turbine (théorique)

$P_e = P \times 90\% \times 96\%$

$P_e \approx 137,3 \text{ MW}$

puissance réelle de la turbine
puissance électrique disponible à la sortie du barrage

4) $P_e = \rho \cdot Q_v \cdot (z_A - z_B)$

$P_e \approx 129,5 \text{ MW}$

Acoustique

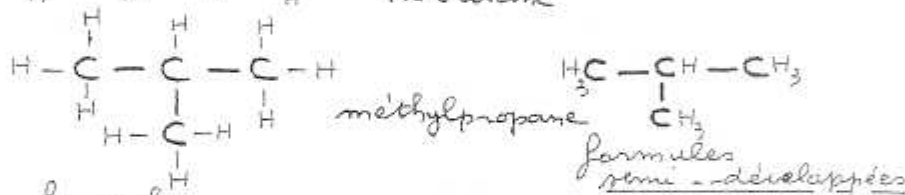
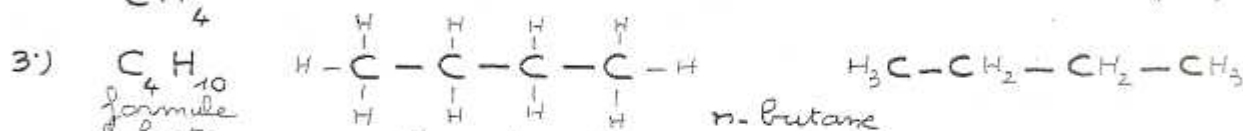
Diagramme d'un cône sonore : une source \$S\$ émet une onde à travers une surface \$S = 4\pi R_1^2\$ à une distance \$R_1\$ d'un point \$M\$. À une distance \$R_2\$, la surface est \$S = 4\pi R_2^2\$.

- 1) $I_1 = I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot N} \approx 10^{-4,5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \quad (3,16 \cdot 10^{-5})$
- 2) $W = I_1 \cdot S = 4\pi R_1^2 \cdot I_1 \approx 14,3 \text{ mW}$
- 3) $N_I = N_P = N_A = 20 \log \frac{P}{P_0}$
 $*P = P_0 \cdot 10^{0,05 \cdot N_A} \approx 0,11 \text{ Pa}$
- 4) $N_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} = 10 \log \frac{W}{4\pi R_2^2 \cdot I_0} \approx 72,5 \text{ dB}$

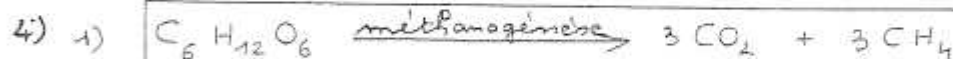
Chimie organique

1) alcanes $C_n H_{2n+2}$

2) méthane CH_4 molécule pentatomique (1 atome de carbone lié à 4 atomes d'hydrogène)



formules développées
ce sont 2 molécules isomères



$$\frac{n(C_6 H_{12} O_6)}{1} = \frac{n(CH_4)}{3} = \frac{n(CO_2)}{3}$$

2)

$$m(C_6 H_{12} O_6) = \frac{1}{3} \cdot \frac{m(CH_4)}{M(CH_4)} \cdot M(C_6 H_{12} O_6) = 1575 \text{ t}$$

$\frac{m(CH_4)}{M(CH_4)}$
 \downarrow
 $n(CH_4)$
 \downarrow
 $n(C_6 H_{12} O_6)$

3)

$$m(CO_2) = 1 \cdot \frac{m(CH_4)}{M(CH_4)} \cdot M(CO_2) = 1155 \text{ t !}$$

$$V(CO_2) = 1 \cdot \frac{m(CH_4)}{M(CH_4)} \cdot V_m = 630 \text{ km}^3 !$$

$\frac{m(CH_4)}{M(CH_4)}$
 \downarrow
 $n(CH_4)$
 \downarrow
 $n(CO_2)$

5) le méthane CH_4 et le dioxyde de carbone CO_2 forment une « couche » autour de la terre... qui laissent passer le rayonnement solaire et retiennent le rayonnement Infra-Rouge émis par la terre.

(effet de serre)

celle-ci subit donc un réchauffement

Thermodynamique TP 1999

$$1^{\circ}) \quad n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \quad \left(\frac{P_A \cdot V_A}{R \cdot T_A} \right)$$

mol⁴ Pa T

$n \approx 0,3 \text{ mol}$... d'air.

$$\left(\begin{array}{l} P_A = 10^5 \text{ Pa} \\ V_A = 10 \text{ L} = 10^{-2} \text{ m}^3 \\ T_A = 400 \text{ K} \end{array} \right)$$

$$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\frac{P \cdot V}{T} = n \cdot R$$

$$g \leftarrow m = n \cdot M \rightarrow g \cdot \text{mol}^{-1} \quad m \approx 8,7 \text{ g}$$

$$\text{kg} \cdot \text{L}^{-1} \leftarrow \rho = \frac{m}{V} \rightarrow \text{L} \quad \rho \approx 0,87 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

allons-y pour le cycle...

2^o) 1. refroidissement isobare : $P_B = P_A = 10^5 \text{ Pa}$ $T_B = 200 \text{ K}$.. V_B ?

(P constante) $A \rightarrow B$

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B} ; \quad \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \quad \boxed{V_B = V_A \cdot \frac{T_B}{T_A}}$$

$$V_B = 5 \text{ L}$$

2. échauffement isochore : $P_C = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $V_C = V_B = 5 \text{ L}$

(V constant) $B \rightarrow C$

$$\frac{P_B \cdot V_B}{T_B} = \frac{P_C \cdot V_C}{T_C} ; \quad \frac{P_B}{T_B} = \frac{P_C}{T_C} \quad \boxed{T_C = T_B \cdot \frac{P_C}{P_B}}$$

$$T_C = 300 \text{ K}$$

3. échauffement isobare : $P_D = P_C = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $T_D = 400 \text{ K} (= T_A)$

(P constante) $C \rightarrow D$

$$\frac{P_C \cdot V_C}{T_C} = \frac{P_D \cdot V_D}{T_D} ; \quad \frac{V_C}{T_C} = \frac{V_D}{T_D} \quad \boxed{V_D = V_C \cdot \frac{T_D}{T_C}}$$

$$V_D \approx 6,667 \text{ L}$$

4. transformation isotherme : $T_A = T_D = 400 \text{ K}$

(T constante) $D \rightarrow A$

$$V_A = 10 \text{ L}$$

$$P_A = 10^5 \text{ Pa}$$

3^o) 1. $Q_{AB} = n \cdot C_p \cdot \Delta T$ $\rightarrow \text{K}$

$Q_{AB} \approx -1746 \text{ J}$ $\left(\frac{\Delta T < 0}{T_B - T_A} \right)$

$W_{AB} = -P \cdot (V_B - V_A)$ $\rightarrow \text{m}^3$

$W_{AB} \approx +500 \text{ J}$

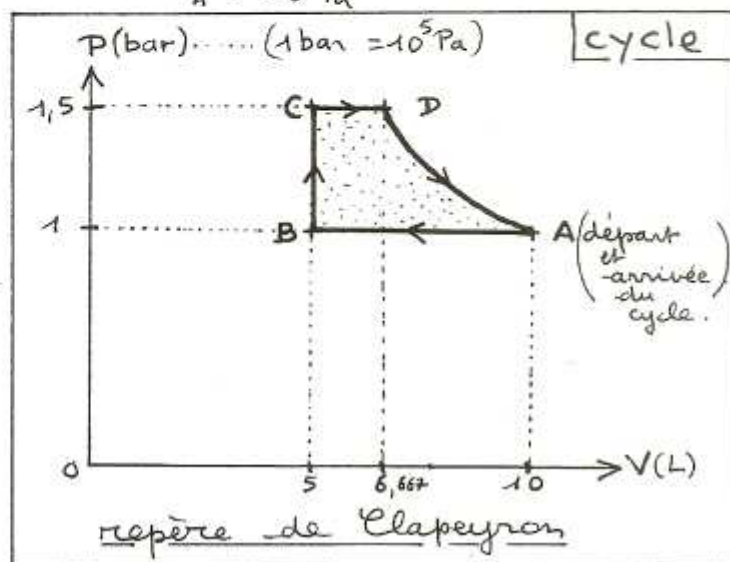
2. $Q_{BC} = n \cdot C_v \cdot \Delta T$

$$Q_{BC} = +624 \text{ J} \quad \left(\frac{\Delta T > 0}{T_C - T_B} \right)$$

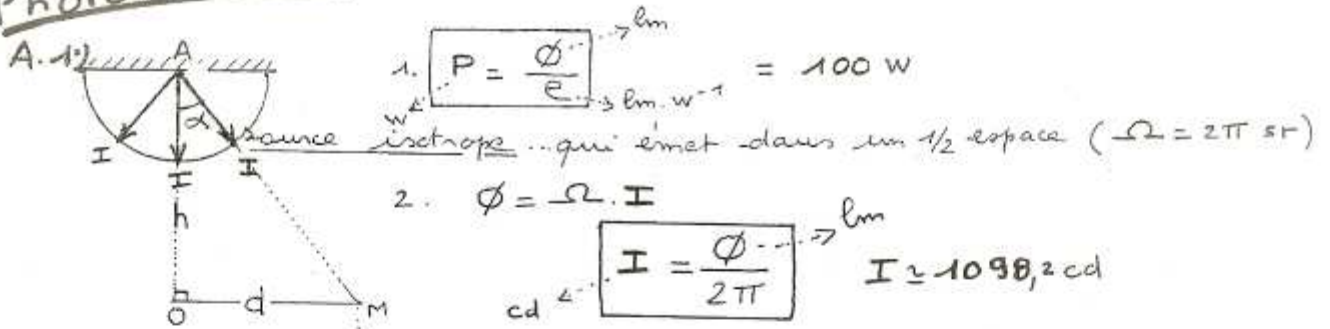
$$W_{AB} = -P \cdot \Delta V$$

$\Delta V = 0$

$$W_{AB} = 0$$



Photométrie



2)

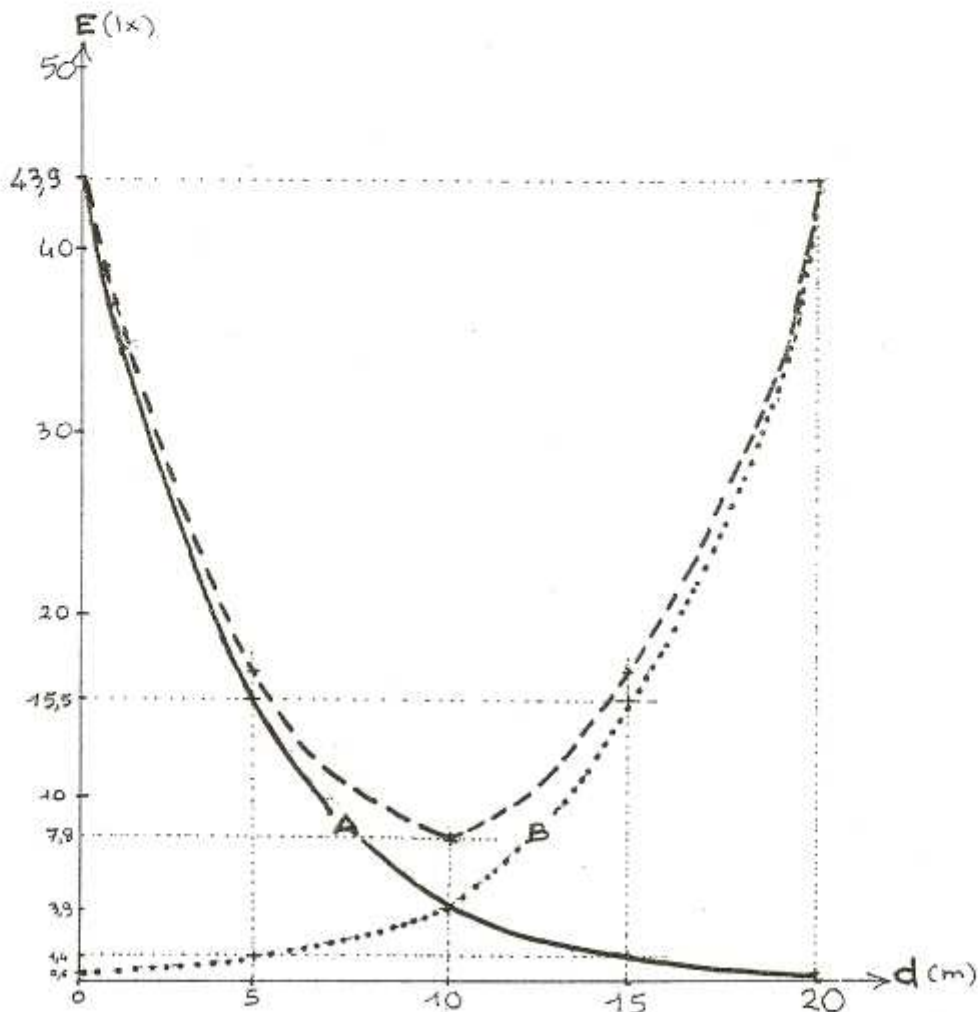
$$1. E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{AM^2}$$

$$\left(\begin{array}{l} \cos \alpha = \frac{h}{AM} \\ AM = (h^2 + d^2)^{1/2} \end{array} \right)$$

$$E = \frac{I \cdot h}{(h^2 + d^2)^{3/2}}$$

2.

d(m)	E(lx)
0	43,9
5	15,5
10	7,8
15	3,9
20	1,4

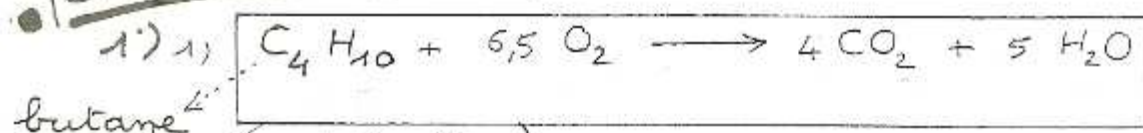


C. 2)

$$d = 10 \text{ m}$$

$$E \approx 7,8 \text{ lx}$$

Chimie organique



2) $\frac{n(C_4H_{10})}{1} = \frac{n(O_2)}{6,5}$ $V(O_2) = 6,5 \cdot \frac{m(C_4H_{10})}{M(C_4H_{10})} \cdot V_m = 34,966 m^3$

$n(C_4H_{10})$ $n(O_2)$

2) 1) $Q(n) = \frac{(210 + 564 \cdot n)}{14n + 2} \cdot m = 642,38 MJ$

kJ $m(C_4H_{10})$

C_nH_{2n+2}

2) $t = \frac{Q(n)}{P} \rightarrow kJ = 57,2 h$

s kW

3) $Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta$

$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta \theta} = 2,193 t$

kg $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ K J

TP 2000

Mécanique - Fluides



$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot z_2$

$$\rho \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$Q_v = S \cdot v_2 \approx 39,72 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_m = \rho \cdot Q_v \approx 39,72 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

1. pression due à l'eau exercée sur la vanne

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{P}{\rho \cdot g} \approx 50,97 \text{ m}$$

3. $t = \frac{\text{Volume piscine}}{Q_v} \approx 4,2 \text{ h}$

Calorimétrie - Rayonnement

$L = 20 \text{ m}$
 $\ell = 10 \text{ m}$
 $h = 3 \text{ m}$, hauteur d'eau

surface $S = L \cdot \ell = 200 \text{ m}^2$
 volume $V = L \cdot \ell \cdot h = 600 \text{ m}^3$

1. $Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta \rightarrow ^\circ \text{C} (\text{K})$

$\text{J} \leftarrow \text{kg} \leftarrow \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$(m = \rho \cdot V)$

$Q \approx 2508 \text{ MJ}$ quantité de chaleur reçue par l'eau de la piscine pour une augmentation de 1°C (1 K)

2. a) $Q_1 = P \cdot t$

$\text{J} \leftarrow \text{W} \leftarrow \text{s}$

$P_{\text{reçue}} = P_1 \cdot S$

$P_{\text{absorbée par l'eau}} = P_{\text{reçue}} \times \frac{50}{100}$

$$Q_1 \approx 1296 \text{ MJ}$$

b) $Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta \theta$

$$\Delta \theta = \frac{Q_1}{m \cdot c} \quad \Delta \theta \approx 0,52^\circ \text{C}$$

3. a) $P_2 = \sigma \cdot T^4$

$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \leftarrow \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^4 \rightarrow \text{K}$

$(P_2: \text{flux surfacique ou excitation énergétique})$

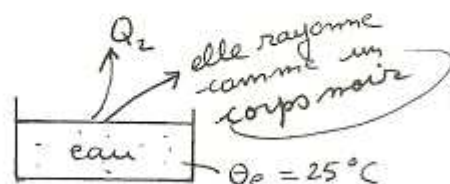
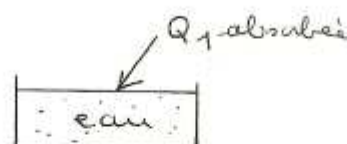
$T = \theta + 273,15 = 298,15 \text{ K}$

$$P_2 \approx 448,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

b) $Q_2 = P_2 \cdot S \cdot t$

$\text{J} \leftarrow \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{m}^2 \rightarrow \text{s}$

$$Q_2 \approx 3,871 \text{ GJ}$$



$$c) Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta \theta$$

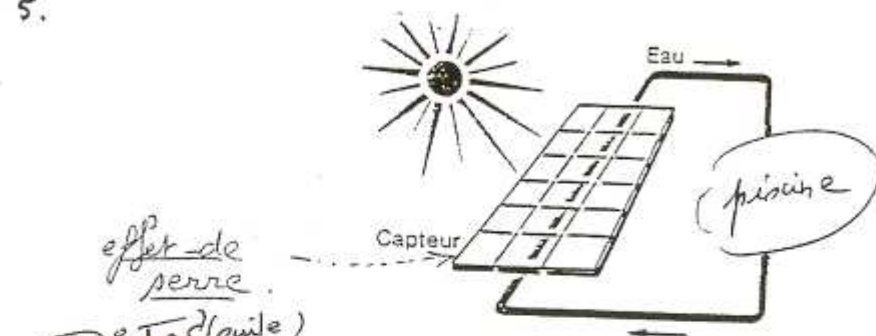
$$\Delta \theta = \frac{Q_2}{m \cdot c} \quad \Delta \theta \approx 1,54^\circ \text{C}$$

d) pour éviter la perte Q_2 , ... il suffit de « brâcher » la piscine.

4. bilan énergétique en 24h

$$Q_1 + Q_2 \approx -2567 \text{ MJ}$$

5.



... Fluides (suite)

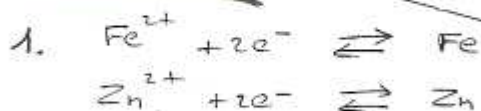
→ balle de mousse de volume V .

P_e :
↓
 P : eau de la piscine
volume immergé V_i

la balle est en équilibre :

$$\begin{aligned} \vec{P} &= -\vec{F} \\ \text{poids} &= \text{poussée d'Archimède} \\ P &= F \\ m \cdot g &= P_e \cdot V_i \cdot g \\ (m &= \rho_m \cdot V) \end{aligned}$$

• Oxydoréduction



$$2. \quad 1) \quad a) \quad m(\text{Fe}) = \rho_c \cdot 365 \cdot 24 \approx 1,0512 \text{ kg}$$

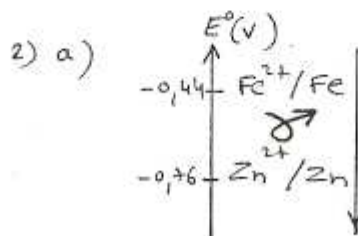
$$b) \quad Q = n(e) \cdot F$$

$$n(e) = 2 \cdot n(\text{Fe})$$

$$\frac{V_i}{V} = \frac{\rho_m}{\rho_e} = 0,6 = 60\%$$

$$Q = 2 \cdot \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} \cdot F \approx 3635871 \text{ C}$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})}$$



protection électrochimique
par anode (en zinc) sacrificielle.

↑ pouvoir croissant
du réducteur

$$b) \quad n(\text{Zn}) = n(\text{Fe})$$

$$m(\text{Zn}) = 1 \cdot \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} \cdot M(\text{Zn}) \approx 0,6 \approx 1,232 \text{ kg}$$

il faut prévoir une plus grande
quantité de zinc !

TP 2001

Mécanique des Fluides

1/ $V_1 = \frac{Q_v}{S_1}$ $S_1 = \pi \frac{d_1^2}{4}$ $V_1 \approx 2,65 \text{ m.s}^{-1}$

2/ $S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2$

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{S_1}{S_2} = V_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \approx 10,61 \text{ m.s}^{-1}$$

3/ entre ① et ② il y a un écoulement forcé ... grâce à la pompe qui se trouve entre ① et ②.

On applique l'équation de Bernoulli !
SANS second membre

$$(P_1 - P_0) + \rho \cdot g \cdot (z_1 - z_0) + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (V_1^2 - V_0^2) = 0$$

\downarrow
pression
atmosphérique

\downarrow
altitude de
référence

$\rightarrow z_0$ le barycentre considéré grand

$$P_1 = P_0 - \rho \cdot g \cdot z_1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_1^2 \approx 74\,439 \text{ Pa}$$

4/ $Q_m = \rho \cdot Q_v \approx 83,33 \text{ kg.s}^{-1}$

5/ ici on utilise l'équation de Bernoulli
AVEC second membre

$$(P_2 - P_1) + \rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (V_2^2 - V_1^2) = \frac{P}{Q_v}$$

$$Q_v \cdot [\text{ }] = P \approx 12,508 \text{ kW}$$

6/ $P_a = \frac{P}{\eta} \approx 15,635 \text{ kW}$

Acoustique

1/ T (durée de réverbération)

temps nécessaire pour un abaissement de 60dB du niveau de pression.

$$2/(L_w) N_w = 10 \log \sum_i 10^{L_{wi}/10}$$

$$N_w = 10 \log (10^{3,5} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{3,9} + 10^{3,6} + 10^{3,6})$$

$$N_w \approx 46,8 \text{ dB}$$

3/

f	[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
L_w	[dB]	35	42	41	39	36	36
T	[s]	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
A	[m] ²	6,86	8	8	9,6	9,6	12
L_p	[dB]	32,6	39	38	35,2	32,2	31,2
Pondération	[dBA]	-16,1	-8,6	-3,2	0	+2	+1
L_p	[dBA]	16,5	30,4	34,8	35,2	34,2	32,2

$$A = 0,16 \frac{V}{T}$$

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{4}{A} \right)$$

(dB)

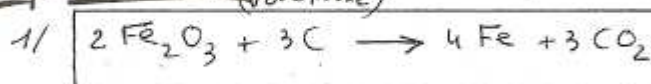
+ pondération

$$L_p \text{ global} = 10 \log \sum_i 10^{L_{p,i}/10}$$

$$L_p = 10 \log (10^{1,65} + 10^{3,04} + 10^{3,48} + 10^{3,52} + 10^{3,42} + 10^{3,22})$$

$L_p \approx 40,7 \text{ dBA}$... pour obtenir un niveau conforme aux exigences, on peut chercher à augmenter l'aire d'absorption équivalente A.

• Oxydoréduction (voir note)



$$2/ \quad n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} \rightarrow m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \text{masse minerai} \times \frac{26}{100} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

- d'après l'équation-bilan il faut pour une réaction totale:

2 mol de Fe_2O_3 pour 3 mol de C

(soit) 1 mol

(ou) $\frac{2}{3}$

$\frac{3}{2}$

1 mol

$$\frac{n(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{2} = \frac{n(\text{C})}{3} = \frac{n(\text{CO}_2)}{3} \quad \left(\text{rapport stœchiométrique} \right)$$

si on utilise $1,25 \cdot 10^3 \text{ mol}$ de Fe_2O_3 il faudrait $1,875 \cdot 10^3 \text{ mol}$ de C.

- on dispose de $2,5 \cdot 10^3 \text{ mol}$ de C ... TROP!!!
(donc C en excès)

$$3/ \quad m(\text{Fe}) = \underbrace{2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)}_{n(\text{Fe})} \cdot M(\text{Fe}) = 140 \text{ kg}$$

$$4/ \quad V(\text{CO}_2) = \underbrace{\frac{3}{2} \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)}_{n(\text{CO}_2)} \cdot V_M = 45 \text{ m}^3$$

"raisonnement plus scientifique")

Etat du système	avancement	$n_C(\text{mol})$	$n_{\text{Fe}_2\text{O}_3}(\text{mol})$	n_{Fe}	n_{CO_2}
→ Etat initial	0	$2,5 \cdot 10^3$	$1,25 \cdot 10^3$	0	0
Etat intermédiaire	x	$2,5 \cdot 10^3 - 3x$	$1,25 \cdot 10^3 - 2x$	$4x$	$3x$
Etat final	x_{max}	$2,5 \cdot 10^3 - 3x_1$	$1,25 \cdot 10^3 - 2x_2$	$4x_2$	$3x_2$

$$1,25 \cdot 10^3 - 2x_2 = 0$$

$$x_2 = 0,625 \cdot 10^3 \text{ mol} < 0,833 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

réactif limitant
 Fe_2O_3

$$2,5 \cdot 10^3 - 3x_1$$

$$x_1 \approx 0,833 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

Solution aqueuse TP 2002

1°) solution d'hydroxyde de sodium (ou soude) ... de molarité C_b .

a)

$$m(\text{NaOH}) = 2,4 \text{ g}$$

$$V = \frac{400 \text{ cm}^3}{1000 \text{ mL}} = 0,4 \text{ L}$$

$$C_b = \frac{n(b)}{V} \quad n(b) = \frac{m(b)}{M(b)} = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})}$$



$$C_b = \frac{m}{M \cdot V}$$

mol.L⁻¹ ← g.mol⁻¹ → L

$$C_b = 0,15 \text{ mol.L}^{-1} = [\text{OH}^-]$$

b) $\boxed{\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]}$

$$\text{pH} = -\log \frac{K_e}{C_b}$$

$$\text{pH} \approx 13,2 \text{ (solution très basique)}$$

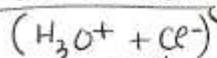
$$[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] = K_e = 10^{-14}$$

produit ionique de l'eau

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_e}{[\text{OH}^-]}$$

on peut écrire : $\text{pH} = -\log K_e + \log C$
 $\text{pH} = 14 + \log 0,15 \approx 13,2$

2°) cette solution basique va neutraliser une solution d'acide chlorhydrique ... au cours d'un dosage.



a) - à l'équivalence :



b) $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_b$

$$V_a = 20 \text{ cm}^3$$

$$V_b = 14,6 \text{ cm}^3$$

$$C_a$$

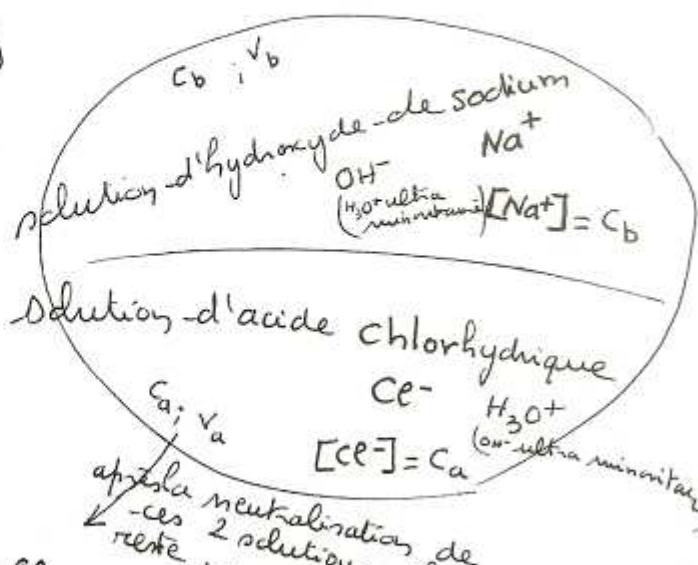
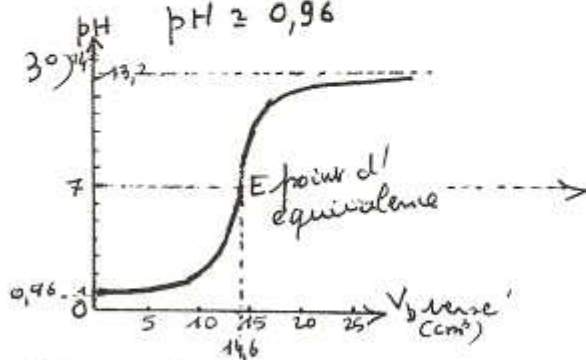
$$C_b = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_a = C_b \cdot \frac{V_b}{V_a}$$

$$C_a \approx 0,11 \text{ mol.L}^{-1} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

c) $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\text{pH} \approx 0,96$$



4°) a) il reste un résidu solide NaCl

Chlorure de sodium formé des ions Na^+ et Cl^-

b) $m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl})$

$$n(\text{NaCl}) = C_a \cdot V_a \text{ (ou)} C_b \cdot V_b$$

$$m(\text{NaCl}) \approx 0,128 \text{ g}$$

Thermodynamique

cuvée
 $V = 500 \text{ L}$
 $P = 10 \text{ bars}$
 $\theta = 10^\circ \text{C}$
 propane C_3H_8

brûleur
 $P = 3 \text{ kW}$

1) relation des gaz parfaits $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ $P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$

$$m = \frac{P \cdot V \cdot M}{R \cdot T}$$

$$(n = \frac{m}{M})$$

P en Pa
 V en m^3
 M en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 T en K
 m en g

$$P = 10 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V = 500 \text{ L} = 0,5 \text{ m}^3$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$T = \theta + 273,15 = 283,15 \text{ K}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

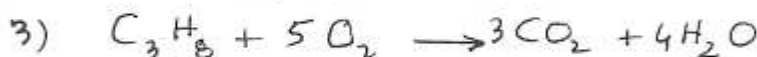
$$m \approx 9350 \text{ g}$$

$$9,35 \text{ kg}$$

2) $P' = \frac{m \cdot R \cdot T'}{M \cdot V}$ (ou) le propane subit une transformation isochore
 volume V constant

$$n \cdot R = \frac{P \cdot V}{T} = \frac{P' \cdot V}{T'} \quad (T' = \theta' + 273,15 = 265,15 \text{ K})$$

$$P' = P \cdot \frac{T'}{T} \quad P' \approx 9,36 \text{ bars}$$



(pouvoir calorifique)
 $Q = 2200 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4) si $P'' = 8 \text{ bars}$ à $\theta = 10^\circ \text{C}$ alors
 qu'elle était à $P = 10 \text{ bars}$... il y a moins de C_3H_8

$$n'' = \frac{P'' \cdot V}{R \cdot T}$$

quantité de propane coupée

$$n - n'' = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} - \frac{P'' \cdot V}{R \cdot T} = (P - P'') \cdot \frac{V}{R \cdot T} = \Delta n$$

énergie libérée

$$E = Q \cdot \Delta n$$

$$E = Q \cdot (P - P'') \cdot \frac{V}{R \cdot T} \quad \left(\text{avec } P'' = 8 \text{ bars} = 8 \cdot 10^5 \text{ Pa} \right)$$

$$E \approx 93,5 \text{ MJ}$$

$$5) t = \frac{E}{P} \quad (\text{si } P'' = 5 \text{ bars}) \quad E = 233,75 \text{ MJ}$$

$$t = Q \cdot (P - P'') \cdot \frac{V}{R \cdot T \cdot P}$$

$$t \approx 77915,5 \text{ s} \approx 21,6 \text{ h}$$

Thermodynamique

1°) $n = \frac{P_A \cdot V_A}{R \cdot T_A}$
 $n \approx 2,5 \text{ mol}$

$P_A = 2 \text{ bars} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
 $V_A = 30 \text{ L} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$
 $T_A = \theta_A + 273,15 = 289,15 \text{ K}$
 (16°C)

$$\frac{P \cdot V}{T} = n \cdot R$$

2°) transformation isotherme

(température T constante)

$T_B = T_A = 289,15 \text{ K}$ $V_B = 6 \text{ L}$ $P_B?$

$A \rightarrow B$
 $\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B}$; $P_A \cdot V_A = P_B \cdot V_B$ $P_B = P_A \cdot \frac{V_A}{V_B}$

$P_B = 10 \text{ bars}$

transformation isobare

(pression P constante)

$P_C = P_B = 10 \text{ bars}$ $V_C = 18 \text{ L}$ $T_C?$

$B \rightarrow C$
 $\frac{P_B \cdot V_B}{T_B} = \frac{P_C \cdot V_C}{T_C}$; $\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C}$

$T_C = T_B \cdot \frac{V_C}{V_B}$

$T_C \approx 867,45 \text{ K}$

transformation adiabatique

(échange de chaleur Q=0)

$P_D?$ $V_D?$ $T_D?$

$C \rightarrow D$
 $\frac{P_C \cdot V_C}{T_C} = \frac{P_D \cdot V_D}{T_D}$

transformation isobare

(pression P constante)

$D \rightarrow A$
 $\frac{P_D \cdot V_D}{T_D} = \frac{P_A \cdot V_A}{T_A}$

$P_A = P_D = 2 \text{ bars}$ $V_A = 30 \text{ L}$ $T_A = 289,15 \text{ K}$

on est revenu
au point de départ
après avoir décrit
un cycle.

→ au cours de cette transformation tout change...

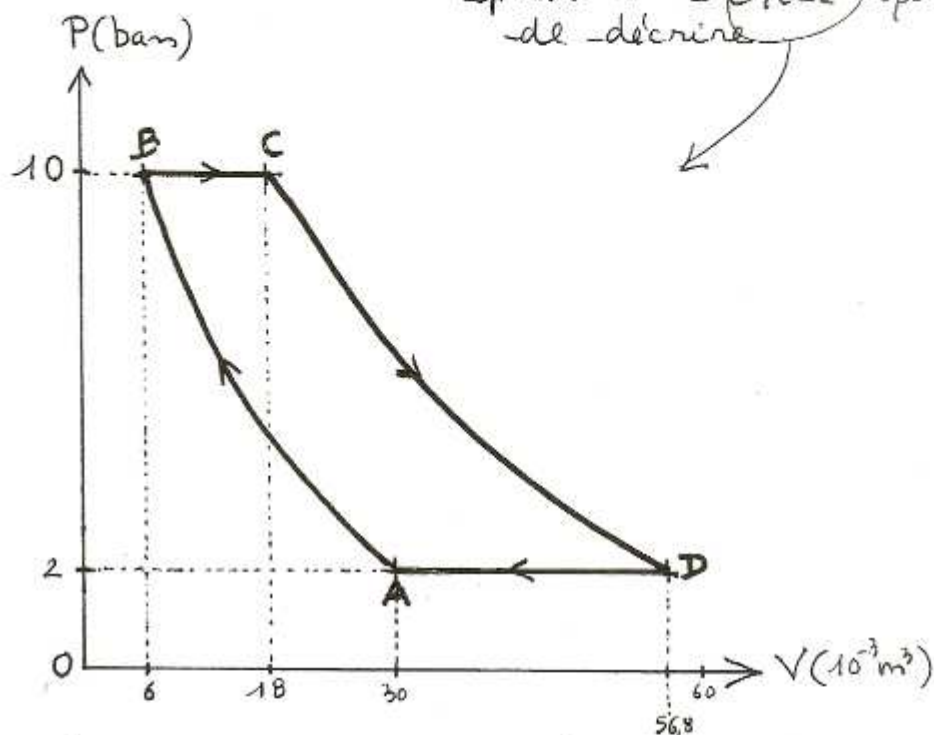
- on constate que $P_D = P_A = 2 \text{ bars}$ P, V et T
- $\frac{P_C \cdot V_C}{T_C} = \frac{P_D \cdot V_D}{T_D}$ cette équation a 2 inconnues V_D et T_D
- $P_C \cdot V_C^\gamma = P_D \cdot V_D^\gamma$ donc il faut une autre équation... $P \cdot V^\gamma = \text{constante}$

$V_D = V_C \cdot \left(\frac{P_C}{P_D}\right)^{1/\gamma}$ $V_D \approx 56,8 \text{ L}$

- il manque T_D : $T_D = T_C \cdot \frac{P_D}{P_C} \cdot \frac{V_D}{V_C} \approx 547,5 \text{ K}$ \uparrow c'est bon!
 (on peut vérifier en calculant $T_D = \frac{P_D \cdot V_D}{n \cdot R} \approx 547 \text{ K}$ OUF!!!)

état	pression P	volume V	température T
état A	$2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$289,15 \text{ K}$
état B	$10 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^{-3}$	$289,15$
état C	$10 \cdot 10^5$	$18 \cdot 10^{-3}$	$867,45$
état D	$2 \cdot 10^5$	$56,8 \cdot 10^{-3}$	$547,5$

3°) diagramme de Clapeyron ... sur lequel on représente le CYCLE que l'on veut de décrire



4°) transformation BC : transformation isobare

• quantité de chaleur $Q_p = n \cdot C \cdot \Delta \theta \rightarrow \text{K}(-\text{ou } ^\circ\text{C})$

J ← mol J.mol⁻¹.K⁻¹

$$\Delta \theta = T_C - T_B = +578,5 \text{ K}$$

$$Q_p = +42,071 \text{ kJ}$$

• travail

$$W = -P \cdot \Delta V$$

J ← Pa → m³

$$\Delta V = V_C - V_B = 12 \text{ L} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W = -12 \text{ kJ}$$

TP 2003

oxydo-réduction

remarque au sujet de l'ion hydronium H_3O^+

c'est un proton H^+ « porté » par une molécule d'eau H_2O

a) $E^0 (V)$ potentiels normaux redox

+1,51 MnO_4^- / Mn^{2+}

+0,17 SO_4^{2-} / SO_2

pour l'oxydant
de croissant

régle du gamma

pour l'oxydant
de croissant
pour le réducteur

l'oxydant le plus fort MnO_4^-
réagit avec
le réducteur le plus fort SO_2
pour donner
l'oxydant le plus faible SO_4^{2-}
et le réducteur le plus faible Mn^{2+}

b) couple oxydant/réducteur

MnO_4^- / Mn^{2+}

recherche de la 1/2 équation de réduction

1. $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$ (les Mn sont en bon nombre)

2. il faut 4 O, on les trouve avec H_2O

$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

3. en introduisant H_2O , on introduit 8 H

on introduit alors des ions H^+ (milieu acide)

$MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

4. ce sont les électrons e^- captés par l'oxydant pour donner le réducteur Mn^{2+} ?

ici

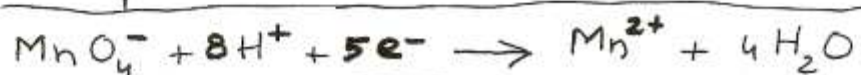
2+

le bilan doit donner aussi

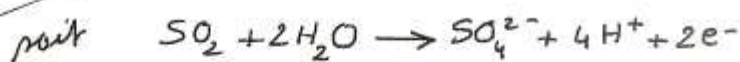
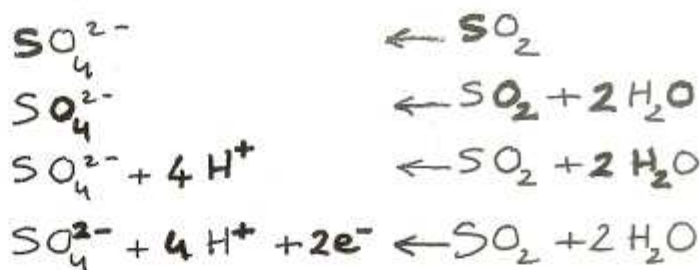
2+

8+

il faut donc 5 e^- pour neutraliser 5+

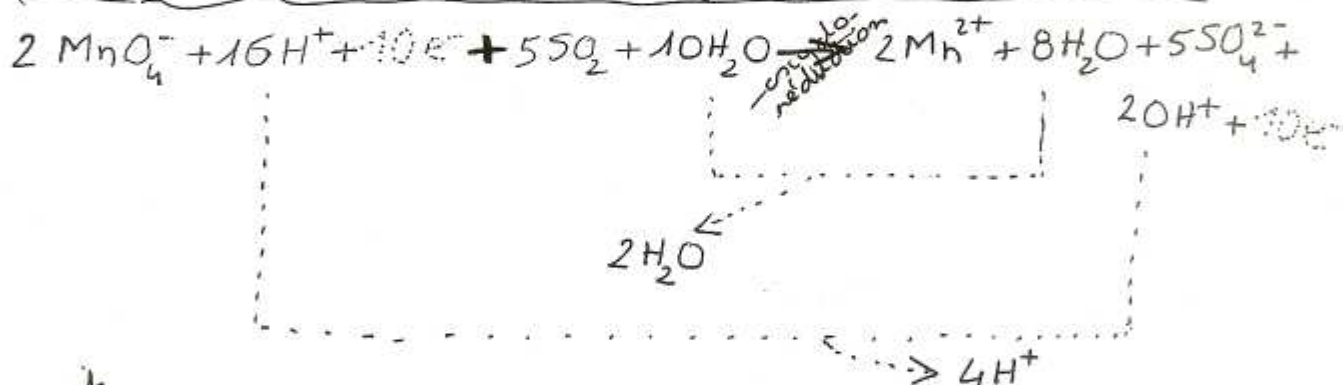
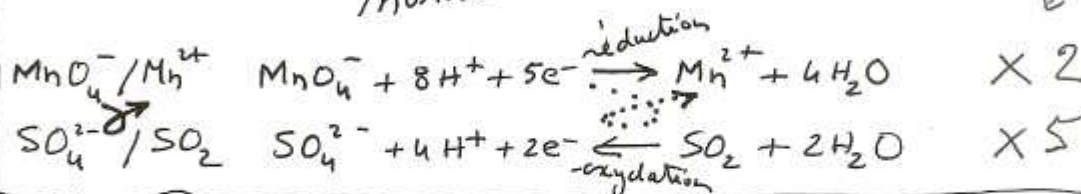


Remarque
on pourrait faire
le même travail
pour le couple $\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_2$
pour trouver
la 1/2 équation d'
oxydation

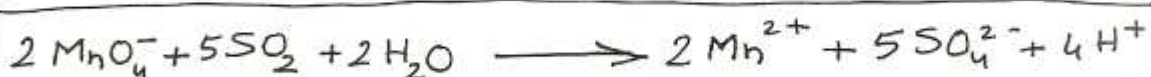


équation bilan (complète
avec les 2 1/2 équations)

- d'oxydation-réduction entre MnO_4^- et SO_2 .
il faut mettre en jeu le même
nombre d'électrons (10e^- donc)



soit



$$\frac{n(\text{MnO}_4^-)}{2} = \frac{n(\text{SO}_2)}{5} = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{2} = \frac{n(\text{Mn}^{2+})}{2} = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{5} = \frac{n(\text{H}^+)}{4}$$

$$\rightarrow n(\text{SO}_2) = \frac{5}{2} \cdot n(\text{MnO}_4^-) = 2,5 \cdot n(\text{MnO}_4^-) = n(\text{SO}_2)$$

l'oxydant FORT, l'ion permanganate réagit avec le réducteur FORT,
le dioxyde de soufre SO_2
en présence d'eau H_2O

pour donner
l'ion manganèse Mn^{2+}
l'ion sulfate SO_4^{2-}
et des protons H^+

ET VOILÀ !!!
alors, il faut bien
faire un petit
calcul
TSV.P.

20/ dosage d'oxydo-réduction par MANGANIMÉTRIE (ou utilise le changement de coloration de l'ion permanganate MnO_4^-)

a) burette graduée

→ solution titrée ... vidette

→ contenant l'oxydant MnO_4^-

→ volume versé $V_0 = 20,0 \text{ cm}^3$ et $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ pour l'équivalence

bécher

→ solution à titrer ... inclure

→ contenant le réducteur SO_2

$V_r = 10,0 \text{ cm}^3 (\text{mL})$ et C_r ?

barreau aimanté

agitateur magnétique

b)

réaction complète entre MnO_4^- et SO_2

elle est obtenue dès que la solution versée n'est plus décolorée (car SO_4^{2-} , Mn^{2+} , H^+ ... inclure)

c) $n(SO_2) = 2,5 \cdot n(MnO_4^-)$

$$C_r V_r = 2,5 \cdot C_0 \cdot V_0$$

$$C_r = 2,5 \cdot C_0 \cdot \frac{V_0}{V_r}$$

$$C_r = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

c'est une des 12 possibilités de relations chimiques

$$C(SO_2) = \frac{2,5 \cdot C_0 \cdot V_0}{n(SO_2)} \cdot V(SO_2)$$

OUF!

transports thermiques

conduction

(transfert de chaleur d'une zone chaude vers une zone froide sans transport de matière)

1/ a) régime permanent (- ou stationnaire)

les températures restent constantes (indépendantes du temps) pendant le transfert

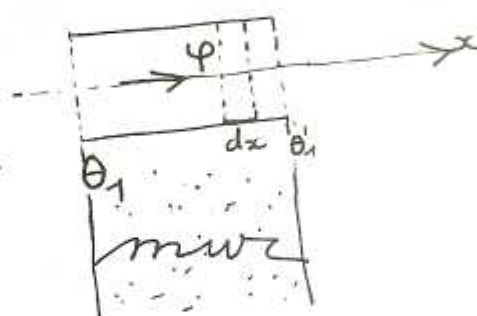
b) mur solide homogène (- composition uniforme) isotrope (la conduction est indépendante de la direction) régime permanent

loi de FOURIER

$$\varphi = -\lambda \cdot \frac{d\theta}{dx}$$

la conduction de la chaleur s'effectue vers les températures décroissantes $d\theta < 0$

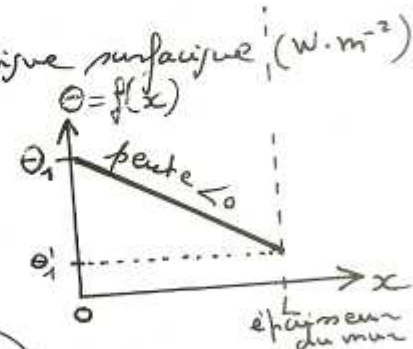
(variation de température) gradient de température constant
 $\theta_1 > \theta_1$
 $\frac{d\theta}{dx}$ avec $d\theta < 0$ $dx > 0$
 φ constante (< 0)
 primitive $\theta' = \frac{d\theta}{dx} = -\frac{\varphi}{\lambda}$
 conductivité thermique du matériau ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)



$$\theta = -\frac{\varphi}{\lambda} x + A$$

- avec ($\theta_1 = \theta$ $x=0$)

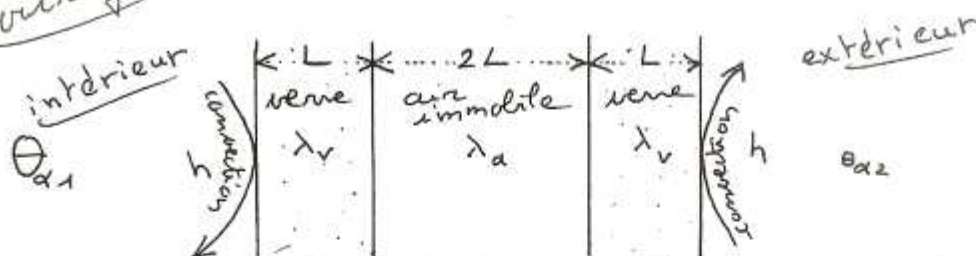
$$\theta = -\frac{\varphi}{\lambda} x + \theta_1$$



remarque
 $x=L$ $\theta=\theta_1'$
 $\theta_1' = -\frac{\varphi}{\lambda} \cdot L + \theta_1$
 $\theta_1 - \theta_1' = \varphi \cdot \frac{L}{\lambda} = \varphi \cdot r$
 $\Delta\theta = \varphi \cdot r$
 $\frac{\Delta\theta}{r} = \frac{\varphi}{\lambda}$
 $\frac{W}{m \cdot K} = \frac{W}{m^2 \cdot K \cdot m^{-1}}$

Avec la loi de Fourier il n'y a qu'un A = θ_1 constante
 Avec la loi de Laplace il y a deux A = θ_1 et θ_1' constantes
 $\frac{d^2\theta}{dx^2} = 0$; $\frac{d\theta}{dx} = B$; $\theta = Bx + A$
 mais ($\theta_1 = \theta$ $x=0$)
 on ne peut connaître B ! A)

2% double vitrage



a) désigne la résistance thermique surfacique ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)

$$r = r_{si} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + r_{se}$$

$$r = \frac{1}{h} + \frac{L}{\lambda_v} + \frac{2L}{\lambda_a} + \frac{L}{\lambda_v} + \frac{1}{h}$$

$$r = \frac{2L}{\lambda_v} + \frac{2L}{\lambda_a} + \frac{2}{h} \rightarrow m$$

$$r = 2 \left(\frac{L}{\lambda_v} + \frac{L}{\lambda_a} + \frac{1}{h} \right)$$

$$m^2 \cdot K \cdot W^{-1} \quad W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1} \rightarrow W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$$

$$r = 2 \left[L \left(\frac{1}{\lambda_v} + \frac{1}{\lambda_a} \right) + \frac{1}{h} \right]$$

b) densité de flux thermique ($W \cdot m^{-2}$)
 on appelle aussi flux thermique surfacique ϕ (en général on la représente par ϕ représentant le flux thermique à travers toute la paroi de surface S et alors $\phi = \frac{\Phi}{S}$ ($W \cdot m^{-2}$))

$$\phi = \frac{\Delta \theta}{r} \rightarrow K$$

$$\phi = \frac{\Delta \theta}{2 \left[L \left(\frac{1}{\lambda_v} + \frac{1}{\lambda_a} \right) + \frac{1}{h} \right]}$$

$$\phi \approx 71,15 \text{ W} \cdot m^{-2}$$

c) $\theta_{a1} = 20^\circ C$

• θ_{a1}

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \phi \cdot r_{s1} \\ \theta_1 &= \theta_{a1} - \phi \cdot \frac{1}{h} \\ \theta_1 &\approx 14,1^\circ C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_2 &= \theta_{a2} + \phi \cdot r_{se} \\ \theta_2 &\approx -4,1^\circ C \end{aligned}$$

• pour calculer θ_1 et θ_2

soit on part de θ_{a1} et θ_{a2} connues
 soit de θ_1 et θ_2 que l'on veut de chercher.

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \theta_1 = \phi \cdot r_v = \phi \cdot \frac{L}{\lambda_v} \\ \theta_1 &= \theta_1 - \phi \cdot \frac{L}{\lambda_v} \approx 13,9^\circ C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_2 &= \theta_2 = \phi \cdot \frac{L}{\lambda_v} \\ \theta_2 &= \theta_2 + \phi \cdot \frac{L}{\lambda_v} \approx -3,9^\circ C \end{aligned}$$

(je choisis de partir de θ_1 et θ_2)

vérification
 $\theta_1 - \theta_2 = \phi \cdot r_a$
 $\theta_1 - \theta_2 = 13,9 - (-3,9) = 17,8^\circ C$
 $\theta_1 - \theta_2 \approx 17,8^\circ C$
 d'accord?

il est vrai que
pour être plus rigoureux
il faudrait mieux partir
d'une température connue
 θ_{a1} or θ_{a2} par exemple.

$$\theta_1 \rightarrow \theta'_1$$

$$\theta'_2 \xrightarrow{\theta_2} \theta_{a2}$$

$$\bullet \theta_{a1} \quad -$$

$$\theta'_1 = \varphi \cdot (r_{sa} + \frac{L}{\lambda_v})$$

$$\theta'_1 = \theta_{a1} - \varphi \cdot (\frac{1}{h_i} + \frac{L}{\lambda_v})$$

$$\theta'_1 \approx 13,9^\circ\text{C}$$

$$\bullet \theta'_2 \quad -$$

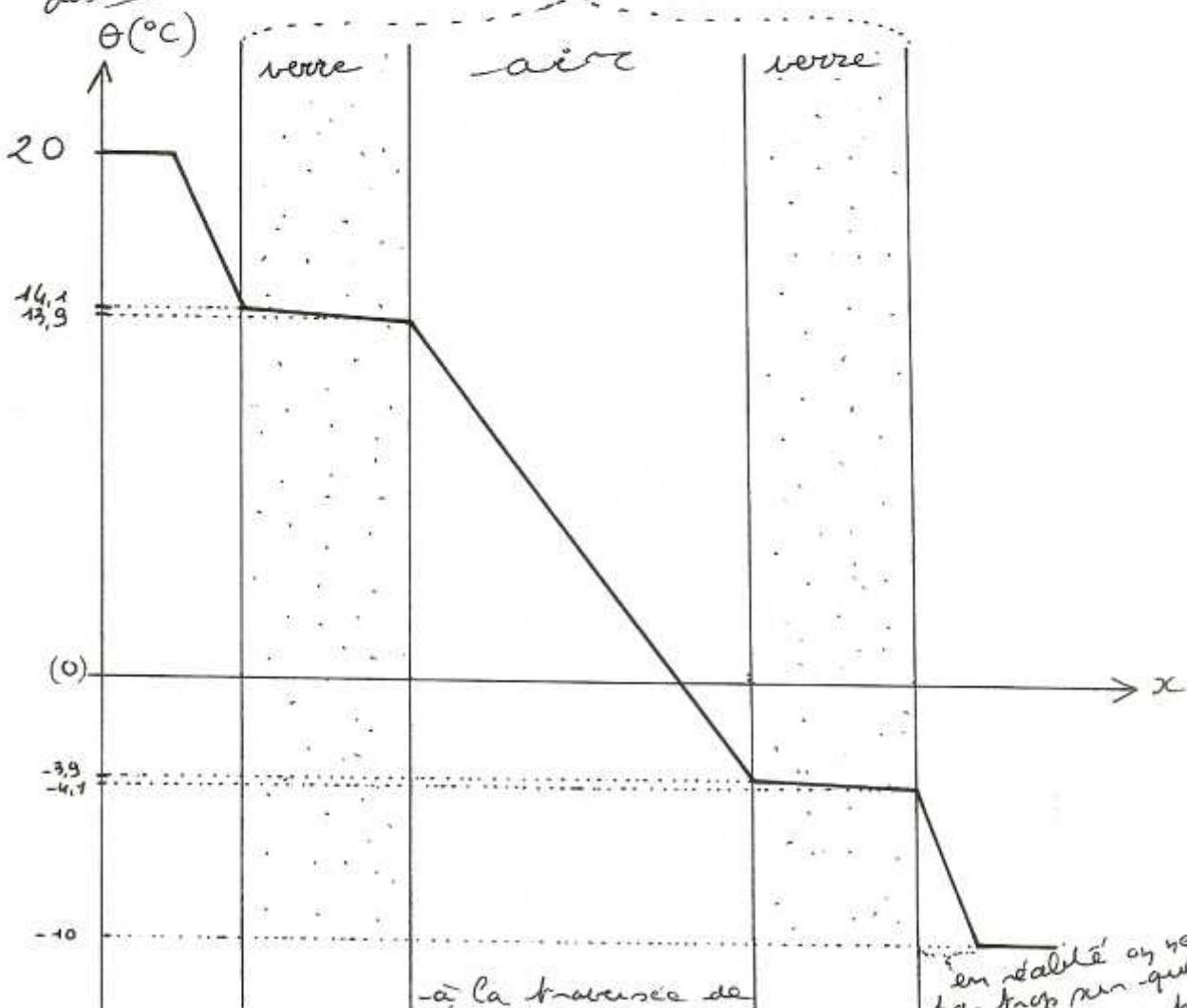
$$\theta_{a2} = \varphi \cdot (\frac{L}{\lambda_v} + r_{se})$$

$$\theta'_2 = \theta_{a2} + \varphi \cdot (\frac{L}{\lambda_v} + r_{se})$$

$$\theta'_2 \approx -3,9^\circ\text{C}$$

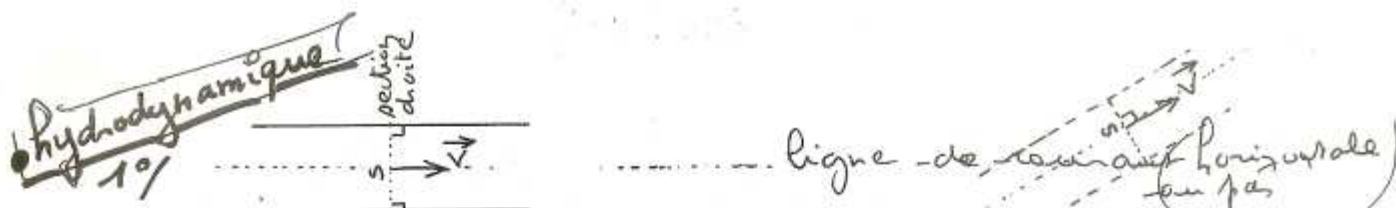
on retrouve bien les
mêmes résultats !!!

d)
diagramme
des températures



-à la traversée de
l'air on passe de
 $+13,9^\circ\text{C}$ à $-3,9^\circ\text{C}$
ce qui justifie
bien par là-d'
isolant thermique

en réalité on se rend
pas trop sur quelle
épaisseur se produit
la convection de l'air
le long de la
paroi intérieure



- a) v : vitesse d'écoulement du fluide
 s : aire de la section droite

débit volumique $q_v = s \cdot v$
 $\frac{m^3}{s}$ $\frac{m^2}{m^2}$ $\frac{m}{s}$

débit massique $q_m = \rho \cdot q_v$
 $\frac{kg}{s}$ $\frac{kg}{m^3}$ $\frac{m^3}{s}$

(ρ : masse volumique du fluide)

en mécanique, seuls
longueurs
et temps

b) équation aux dimensions!

grandeur dérivée $G = L^\alpha \cdot M^\beta \cdot T^\gamma \cdot I^\delta$
 longueur masse temps (-durée) intensité du courant

$s = L^2$

$v = L \cdot T^{-1}$

$q_v = L^3 \cdot T^{-1}$

$\rho = L^{-3} \cdot M$... masse/volume

$q_m = M \cdot T^{-1}$

2°. le théorème de Bernoulli se traduit par la somme de 3 termes dans son premier membre.

• ces 3 termes doivent avoir la même dimension

(1) $\frac{1}{2} m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot z + p \cdot V = C_1$... en énergie
 (1) $\frac{1}{2} m \cdot v^2$ même énergie
 (1) $m \cdot g \cdot z$ même énergie
 (1) $p \cdot V$ même énergie

(2) $\frac{1}{2} v^2 + g z + p/\rho = C_2$... en (vitesse)²

Remarque: autres expressions non demandées
 $\frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot z + p = C_3$... en pression
 $(C_2 = C_1/m)$
 $(C_3 = C_1/V)$

en divisant par $m \cdot g$ $\frac{1}{2g} v^2 + z + \frac{1}{\rho \cdot g} \cdot p = C_4$... en altitude
 $(C_4 = C_1/mg)$

plan ②: z_2, v_2, p_2 $\frac{1}{2} v_1^2 + g z_1 + \frac{p_1}{\rho} = C_2$

plan ①: z_1, v_1, p_1 $\frac{1}{2} v_2^2 + g z_2 + \frac{p_2}{\rho} = C_2$

$$\frac{1}{2} v_2^2 + g \cdot z_2 + \frac{p_2}{\rho} = \frac{1}{2} v_1^2 + g \cdot z_1 + \frac{p_1}{\rho}$$

(on met tout le 1^{er} membre)

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2} v_2^2 - \frac{1}{2} v_1^2 \\ + g z_2 - g \cdot z_1 \\ + \frac{p_2}{\rho} - \frac{p_1}{\rho} \end{aligned} \right\} = 0$$

on factorise

$$\left[\frac{1}{2} (v_2^2 - v_1^2) + g \cdot (z_2 - z_1) + \frac{1}{\rho} \cdot (p_2 - p_1) = 0 \right]$$

viscosité
nulle

- a) fluide parfait (... non réel!) incompressible
(toutes les pertes de charge sont négligées)
écoulement naturel (pas de machine entre les plans ① et ②)
permanent

b)

p : pression statique
du fluide (Pa, pascal)

ρ : masse volumique
du fluide ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

v : vitesse
d'écoulement
($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

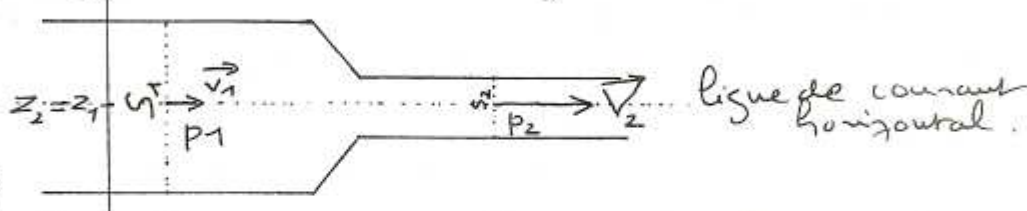
z : altitude
(m)

g : accélération de
la pesanteur ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

unités < du S.I.
(système international)

3^e écoulement
(d'eau $\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

tuyau
cylindrique
sections droites
successives



a) $q_v = q_v$... écoulement permanent - constant

b) $S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$

c) $v_1 = v_2 \cdot \frac{S_2}{S_1}$
(ou) $v_2 = v_1 \cdot \frac{S_1}{S_2}$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{S_1}{S_2}$$

le rapport des vitesses
est le rapport inverse
des sections

le long d'une rivière,
penser au calme au rapide!

$\rightarrow (z_1 = z_2)$

d) $\frac{1}{2} (v_2^2 - v_1^2) + g(z_2 - z_1) + \frac{1}{\rho} \cdot (p_2 - p_1) = 0$

$$\frac{1}{\rho} \cdot (p_2 - p_1) = -\frac{1}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$= \frac{1}{2} (v_1^2 - v_2^2)$$

$$p_2 - p_1 = \frac{\rho}{2} \cdot (v_1^2 - v_2^2)$$

$(\frac{\rho}{2} = 500)$

$$p_2 - p_1 = 500 \cdot (v_1^2 - v_2^2)$$

$p_2 - p_1$ en bien exprimée
en fonction de v_1 et v_1

e)

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$v_2^2 = v_1^2 \cdot \left(\frac{s_1}{s_2}\right)^2$$

$$p_2 - p_1 = 500 \cdot \left(v_1^2 - v_1^2 \left(\frac{s_1}{s_2}\right)^2\right)$$

$$p_2 - p_1 = 500 \cdot v_1^2 \cdot \left(1 - \left(\frac{s_1}{s_2}\right)^2\right)$$

$p_2 - p_1$ en bien exprimée
en fonction de v_1 , s_1 et s_2

f)

$$v_2 > v_1$$

$$(v_1^2 - v_2^2) < 0 \text{ - donc } p_2 - p_1 < 0$$

$$p_2 < p_1$$

$$s_1 > s_2$$

$$\frac{s_1}{s_2} > 1$$

$$\left(\frac{s_1}{s_2}\right)^2 > 1$$

$$1 - \left(\frac{s_1}{s_2}\right)^2 < 0 \text{ - donc } p_2 - p_1 < 0$$

$$p_2 < p_1$$

dans la section droite
ou la itene d'écaulement
de l'eau est importante !!!
pression de l'eau est plus faible !!!

« petite itene, grande pression
grande itene, petite pression »

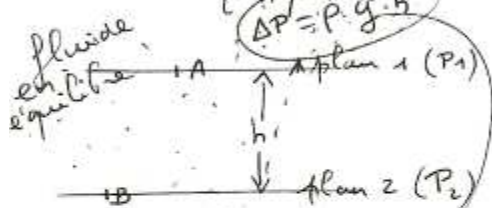
mécanique des fluides

TP 2004

hydrostatique

1. principe de l'hydrostatique

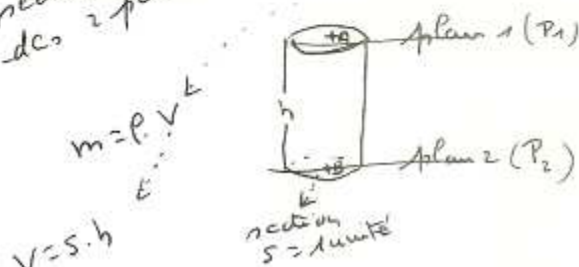
$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$$



« la différence de pression $\Delta P (P_2 - P_1)$ entre deux points d'un fluide est égale... au produit de la masse volumique du fluide, par l'accélération de la pesanteur et par la dénivellation entre les deux points »

en réalité le principe

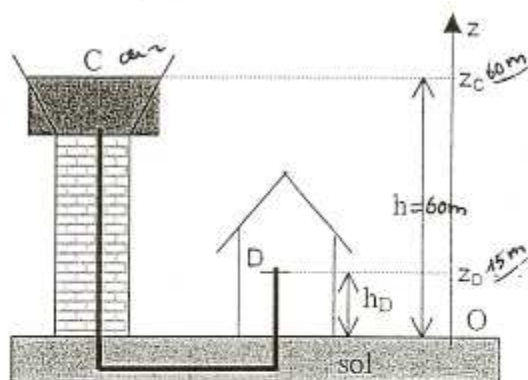
« la différence de pression entre deux points du fluide est égale... au poids de la colonne fluide de section unité et de hauteur h »



$$\Delta P = \rho \cdot S \cdot h \cdot g$$

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$$

2.



P_c = pression atmosphérique

P_D

$$P_D = P_c + \Delta P$$

$$P_D = 550\,000 \text{ Pa}$$

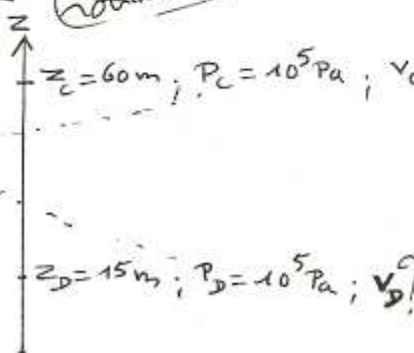
$$P_D - P_c = (\Delta P) = \rho \cdot g \cdot (z_c - z_D)$$

$$\Delta P \approx 450\,000 \text{ Pa}$$

hydrodynamique

4. 1)

« tout liquide en contact avec l'air a pour pression la pression atmosphérique »



« Robinet ouvert »

$$S_{\text{section}} = S = 1,13 \text{ m}^2$$

« dans le château d'eau la surface libre de l'eau est très grande devant la section de la canalisation »
« l'eau s'écoule très très lentement »

$$z_c = 60 \text{ m}; P_c = 10^5 \text{ Pa}; v_c \approx 0$$

$$z_D = 15 \text{ m}; P_D = 10^5 \text{ Pa}; v_D?$$

relation de Bernoulli
entre les plans C et D.

$$P_C + \frac{1}{2} \rho v_C^2 + \rho g z_C = P_D + \frac{1}{2} \rho v_D^2 + \rho g z_D$$

$$\rho g (z_C - z_D) = \frac{1}{2} \rho v_D^2$$

$$g (z_C - z_D) = \frac{1}{2} v_D^2$$

2) débit volumique
 $Q_V = S \cdot v$
 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$$v_D = \sqrt{2 g (z_C - z_D)}$$

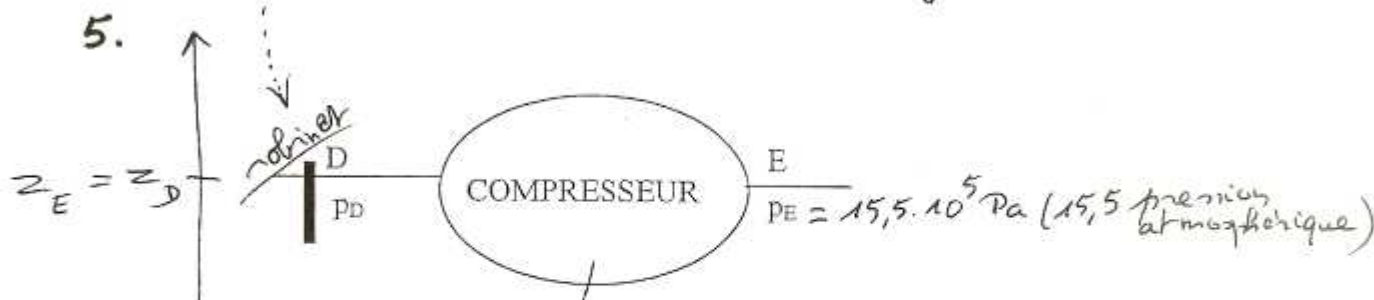
$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$(Q_V) \quad Q_V = S \cdot \sqrt{2 g (z_C - z_D)}$$

$$Q_V \approx 3,39 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$(3,39 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1})$

... débit au début, mais
 au fur et à mesure de l'
 écoulement de l'eau la vitesse
 va décroître, et le débit Q_V aussi.



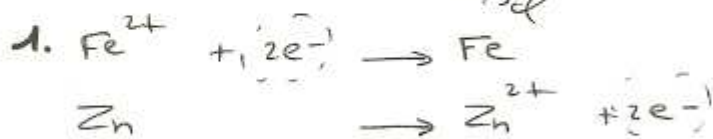
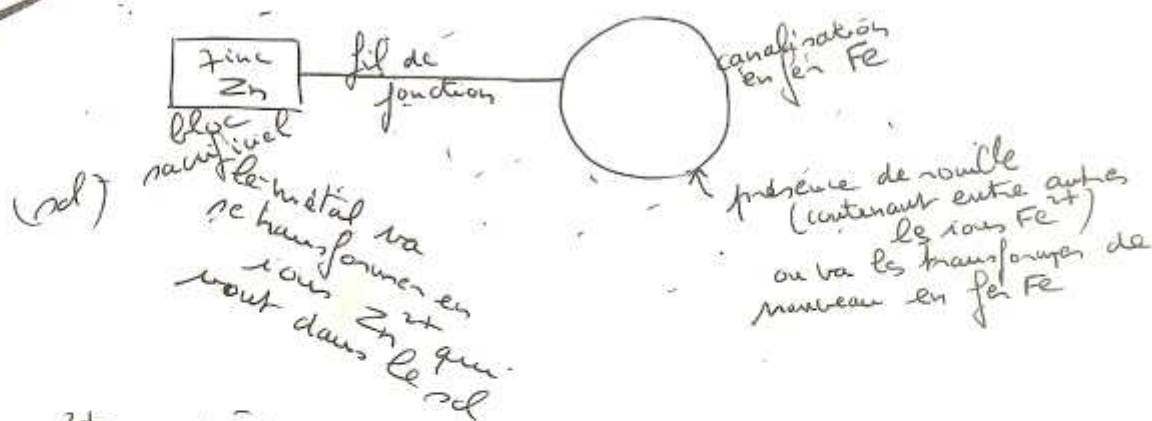
puissance

$$P_C = (P_E - P_D) \cdot Q_V$$

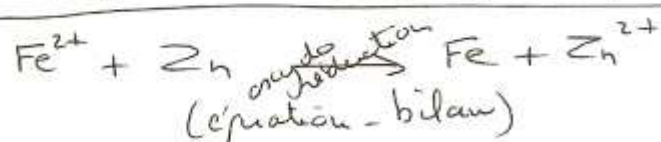
W Pa $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$$P_C \approx 6915,5 \text{ W}$$

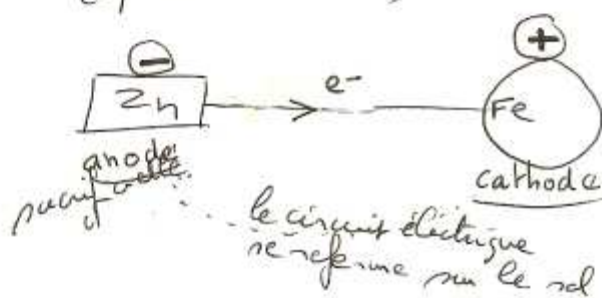
chimie oxydoreduction



deuxième équation de réduction
 deuxième équation d'oxydation



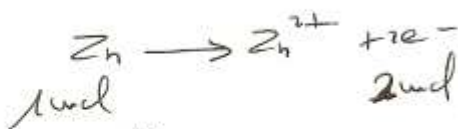
2.



formation d'une pile électrochimique
 le fer reçoit des électrons
 $I = 50 \text{ mA}$

3. $Q = I \cdot \Delta t$

$Q = 50 \cdot 10^{-3} \times 24 \times 3600$
 $Q = 4320 \text{ C}$



$n(e^-) = \frac{Q}{Q_{\text{mol}}} = \frac{4320}{96500 \text{ C.mol}^{-1}} = 0,04477 \text{ mol}$

$n(\text{Zn}) = \frac{1}{2} \cdot n(e^-) = 0,0224 \text{ mol}$

$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn})$

$m(\text{Zn}) \approx 1,464 \text{ g}$

$m(\text{Zn}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{I \cdot \Delta t}{Q_m} \cdot M(\text{Zn})$

4. autre moyen pour lutter contre la corrosion
 a) par générateur électrique (le fer reçoit des électrons, il n'est pas oxydé)
 b) par peinture...



Thermodynamique

$n = 1 \text{ mol}$

1. État initial

$P_A = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
(pression atmosphérique)

$T_A = 298 \text{ K}$ (25°C)

$V_A = ?$

→ 1) relations des gaz parfaits

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$V_A = \frac{n \cdot R \cdot T_A}{P_A}$

$V_A \approx 2,48 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$
(24,8 L)

compression
adiabatique réversible

$P_B = 2,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
(2,2 bar)

$V_B = ?$ → 2) $P \cdot V^\gamma = \text{constante}$
 $P_A \cdot V_A^\gamma = P_B \cdot V_B^\gamma$

$T_B = ?$

$V_B^\gamma = V_A^\gamma \cdot \frac{P_A}{P_B}$

$V_B = V_A \cdot \sqrt[\gamma]{\frac{P_A}{P_B}}$

$V_B = V_A \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^{1/\gamma}$

$V_B \approx 14,1 \text{ L}$

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$
 $P_B \cdot V_B = n \cdot R \cdot T_B$

$T_B = \frac{P_B \cdot V_B}{n \cdot R}$

$T_B \approx 372,8 \text{ K}$

transformation
isobare
à pression constante

$P_C = P_B = 2,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$T_C = 340 \text{ K}$

$V_C = ?$

→ 4) $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$V_C = \frac{n \cdot R \cdot T_C}{P_C}$

$V_C \approx 1,2858 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$
(12,86 L)

détente
adiabatique
réversible

$P_D = P_A = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$V_D = ?$

$T_D = ?$

→ 5) $P \cdot V^\gamma = \text{constante}$
 $P_C \cdot V_C^\gamma = P_D \cdot V_D^\gamma$

$V_D^\gamma = V_C^\gamma \cdot \frac{P_C}{P_D}$

$V_D = V_C \cdot \left(\frac{P_C}{P_D} \right)^{1/\gamma}$

$V_D \approx 22,6 \text{ L}$

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$T_D = \frac{P_D \cdot V_D}{n \cdot R}$

$T_D \approx 271,6 \text{ K}$ (271 K)

retour à
l'état initial

État initial

$P_A = P_D = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$T_A = 298 \text{ K}$

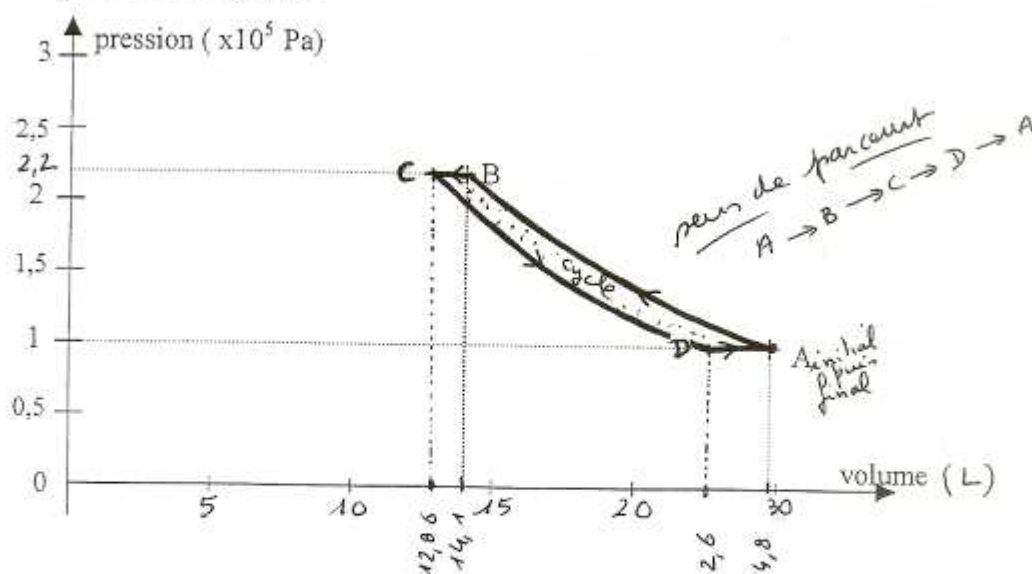
$V_A = 24,8 \text{ L}$

remarque : pour une
transformation adiabatique,
on peut aussi utiliser
 $T \cdot V^\gamma = \text{constante}$
pour calculer le volume...

	Pression (Pa)	Volume (L)	Température (K)
État A	$P_A = 1,0 \cdot 10^5$	$V_A = 24,8$	$T_A = 298$
État B	$P_B = 2,2 \cdot 10^5$	$V_B = 14,1$	$T_B = 372,8$
État C	$P_C = P_B$	$V_C = 12,86$	$T_C = 340$
État D	$P_D = P_A$	$V_D = 22,6$	$T_D = 271,6$

2.

1) 2) diagramme de Clapeyron

3. 1) $B \rightarrow C$ et $D \rightarrow A$ sont 2 transformations isobares

$$Q = n \cdot C_p \cdot \Delta \theta$$

J J.mol⁻¹.K⁻¹ °C ou K

$$Q_{BC} = n \cdot C_p \cdot (T_C - T_B)$$

$$Q_{BC} \approx -954.5 \text{ J}$$

«...l'air transfère...»

$$Q_{DA} = n \cdot C_p \cdot (T_A - T_D)$$

$$Q_{DA} \approx +768.2 \text{ J}$$

«...l'air reçoit...»

2) $A \rightarrow B$ et $C \rightarrow D$ sont 2 transformations adiabatiques.

$$Q = 0 \text{ (pas d'échange avec le milieu extérieur)}$$

3) au cours d'une transformation, il y a échange de chaleur Q et de travail W avec l'extérieur.

le premier principe de la thermodynamique nous dit

$$\text{que } \Delta U = 0 = \sum Q + \sum W$$

variation d'énergie interne

$$\sum W = - \sum Q$$

$$\sum W = -(Q_{BC} + Q_{DA})$$

$$\sum W = +186.2 \text{ J}$$

4) efficacité de la pompe à chaleur

$$e = \left| \frac{Q}{W} \right|$$

travail échangé au cours du cycle

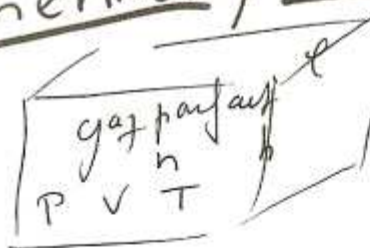
$$e = \left| \frac{-954.5}{186.2} \right|$$

$$e \approx 5.13$$

principe de Carnot : il n'existe pas de processus dont le seul effet net est de faire passer de la chaleur d'une source froide à une source chaude (c'est le principe de la thermodynamique) - Ici le compresseur fournit du travail W

TP 2005

Thermodynamique



1) loi des gaz parfaits

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

 P_a m^3 mol K

constante des gaz parfaits

température thermodynamique

quantité de matière

volume

pression

... du gaz

grandeurs fondamentales K grandeurs fondamentales mol grandeurs dérivées $V = L^3$

$$P = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot \text{accélération}}{S} = \frac{M \cdot L/T^2}{L^2}$$

$$P = L^{-1} \cdot M \cdot T^{-2}$$

$$R = \frac{P \cdot V}{n \cdot \text{Température}} = \frac{P \cdot V}{n \cdot K} = \frac{L^{-1} \cdot M \cdot T^{-2} \cdot L^3}{mol \cdot K}$$

$$R = [L^2 \cdot M \cdot T^{-2} \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}]$$

$$* R = 8,31 \text{ SI} = 8,31 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

remarque

On peut aussi dire

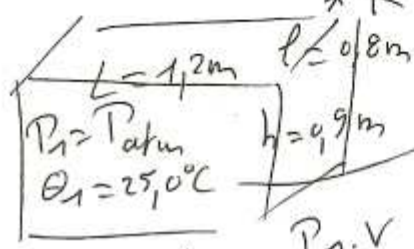
pression

$$P = \frac{F}{S} = \frac{W/L}{S} = \frac{W}{L \cdot S}$$

$$R = \frac{P \cdot V}{mol \cdot K} = \frac{W \cdot L^{-3} \cdot L^3}{mol \cdot K} = \frac{W}{mol \cdot K}$$

$$* R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

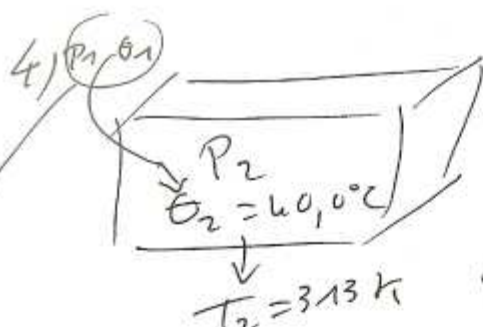
3)



$$n = \frac{P_1 \cdot V}{R \cdot T_1}$$

$$T_1 = \theta_1 + 273,15 = 298,15 \text{ K} \quad (298)$$

$$n \approx 35,34 \text{ mol}$$



le volume ne change pas.
la quantité de matière non plus.

donc P_1 change et devient $P_2 > P_1$

$$P_1 \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_1$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = n \cdot R$$

et $P_1 \cdot V_1 = V_1 = V$
 $P_1 \cdot V_2 = n \cdot R \cdot T_2$

$$n \cdot R = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

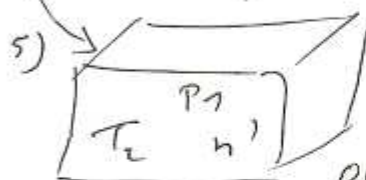
$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$P_2 \approx 1,064 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$(> 1,013 \cdot 10^5)$$

(cylindre de l'air n)



$$n' = \frac{P_1 \cdot V}{R \cdot T_2} \approx 33,63 \text{ mol}$$

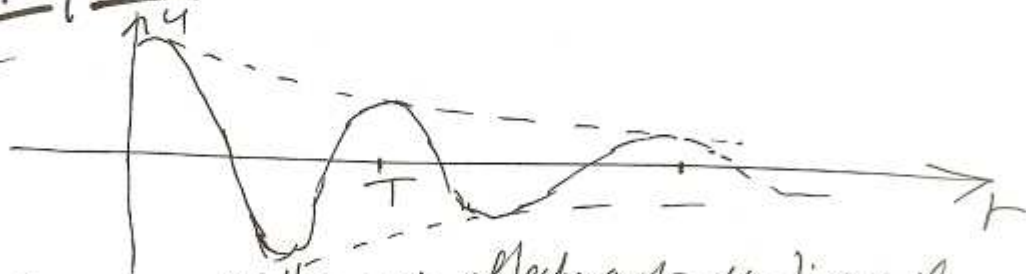
on a retiré : $n - n' \approx 1,7$ mol d'air

$$m_a = (n - n') \cdot M_{\text{air}} \approx \underline{\underline{49,5 \text{ g}}}$$

Acoustique

Diapason

1) a-



- les forces de frottement effectuant un travail négatif transforment progressivement l'énergie mécanique en énergie thermique.
- l'amplitude des vibrations du diapason diminue, le diapason effectue des oscillations libres, avec un amortissement par absorption.
- la courbe $u = f(t)$ est conforme à ce phénomène.

2) $\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $m \leftarrow \frac{f}{\lambda} \rightarrow \text{Hz} (\text{s}^{-1})$
 3) $r = \frac{d}{c} \rightarrow \text{m}$
 5)

$$\lambda_s = 0,75 \text{ m}$$

$$t \approx 152 \text{ ms} (0,152 \text{ s})$$

Sonométrie

* avec 1 diapason 1) $N = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $I = I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot N}$
 * avec n diapasons 2) $I' = I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot N'}$ $I = 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
 $\approx 4 \cdot 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
 pour 4 diapasons

3)

diapason
de puissance
acoustique P_a
émettant dans
un angle solide
 Ω

$$I_1 = \frac{P_a}{\Omega \cdot d_1^2}$$

$$I_2 = \frac{P_a}{\Omega \cdot d_2^2}$$

$$N_1 = 80 \text{ dB}$$

$$N_2 = ?$$

$$A = N_1 - N_2$$

$$\begin{aligned} A &= 10 \log \frac{I_1}{I_0} - 10 \log \frac{I_2}{I_0} \\ &= 10 \left(\log \frac{I_1}{I_0} - \log \frac{I_2}{I_0} \right) \\ &= 10 \log \frac{I_1/I_0}{I_2/I_0} = 10 \log \frac{I_1}{I_2} \end{aligned}$$

$$A = 10 \log \frac{P_a / \Omega \cdot d_1^2}{P_a / \Omega \cdot d_2^2} = 10 \log \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

$$A = 10 \log \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

$$A = 20 \log \frac{d_2}{d_1}$$

$$4) \quad N_1 = 80 \text{ dB} \quad N_2 = 65 \text{ dB}$$

$$A = N_1 - N_2 = 15 \text{ dB} = 20 \log \frac{d_2}{d_1}$$

$$\frac{A}{20} = \log \frac{d_2}{d_1}$$

$$\frac{d_2}{d_1} = 10^{A/20}$$

$$d_2 = d_1 \cdot 10^{A/20}$$

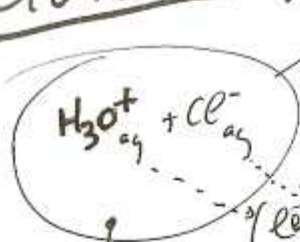
$$d_2 \approx 28,1 \text{ cm}$$

diapason

$$d_1 = 5,0 \text{ cm}$$

il faut reculer de
sonométrie de
 $x = d_2 - d_1$
 $x \approx 23,1 \text{ cm}$

Solution aqueuse



(les ions pour hydrater)
c'est à dire "entourés"
d'un certain nombre de molécules
d'eau ... polaires)



$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-] = C_A$
Il y a aussi des ions OH^-
ultra-minoritaires

$[\text{OH}^-] = [\text{K}^+] = C_B$
Il y a aussi des ions H_3O^+
ultra-minoritaires

1) a- "concentration molaire" ... volumique
 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Et en la quantité de matière du
soluté dissout (en moles) par unité
de volume (L)

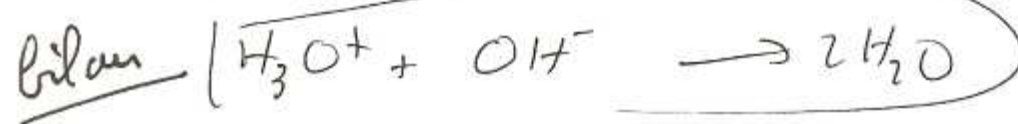
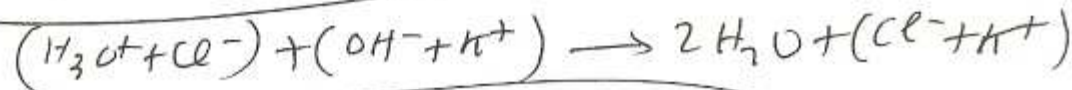
b- $n = C \cdot V$
moles $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{L}$

$n_A = C_A \cdot V_A = n(\text{H}_3\text{O}^+)$
 $n_A \approx 0,30 \text{ mol}$

c-
 $n_B = C_B \cdot V_B = n(\text{OH}^-)$
 $n_B \approx 1,04 \text{ mol}$

d- En mélangeant les solutions A (acide) et B (basique)
il se produit une neutralisation entre les
ions H_3O^+ et OH^-
(hydronium) (hydroxyde)

Les ions Cl^- et K^+
restent spectateurs ils
ne participent pas à cette réaction



Pour une réaction quantitative il faut autant d'ions H_3O^+ que d'ions OH^- .

MAIS $n(H_3O^+) = 0,30 \text{ mol}$ or $n(OH^-) = 1,04 \text{ mol}$

Donc tous les ions H_3O^+ seront neutralisés et il va rester des ions OH^-

$n(OH^-)_{\text{restants}} = 1,04 - 0,3 = 0,74 \text{ mol}$
dans le volume $V = V_A + V_B = 1,4 \text{ L}$

Concentration molaire des ions OH^- restants :
 $[OH^-] = \frac{n(OH^-)}{V} = 0,53 \text{ mol.L}^{-1}$

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log \frac{K_e}{[OH^-]} = -\log K_e + \log [OH^-]$

$pH = 14 + \log [OH^-]$
 $pH \approx 13,7$ (la solution reste très basique)

* Tableau d'avancement

Etat du système	avancement	$n(H_3O^+)$ (mol)	$n(OH^-)$ (mol)	$n(H_2O)$
Etat initial	0	0,3	1,04	0
Etat intermédiaire	x	$0,3 - x$	$1,04 - x$	$2x$
Etat final	x_{max}	$0,3 - x_1$	$1,04 - x_2$	$2x_1$

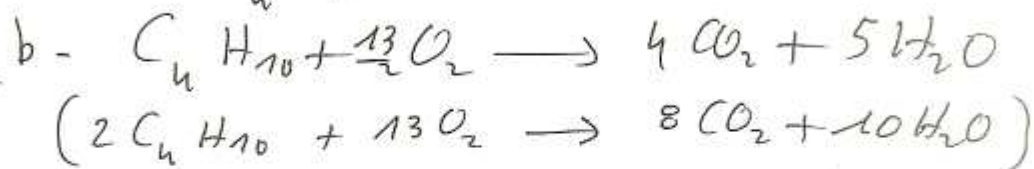
$0,3 - x_1 = 0$
 $x_1 = 0,3 \text{ mol}$

$1,04 - x_2 = 0$
 $x_2 = 1,04 \text{ mol} > 0,3 \text{ mol}$

réactif limitant
 $x_1 = 0,3 \text{ mol}$

Chimie organique

2) a - le butane est un alcane $C_n H_{2n+2}$
 $C_4 H_{10}$



c - $M(C_4 H_{10}) = 4 \cdot M(C) + 10 \cdot M(H) = 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

d - $\rightarrow n(C_4 H_{10}) = \frac{n(CO_2)}{4} = \frac{n(H_2O)}{5}$

$m(CO_2) = 4 \cdot \frac{m(C_4 H_{10})}{M(C_4 H_{10})} \cdot M(CO_2)$

or $m(H_2O) = 5 \cdot \frac{m(C_4 H_{10})}{M(C_4 H_{10})} \cdot M(H_2O)$
 $m(H_2O) \approx 310 \text{ g}$

$m(CO_2) \approx 607 \text{ g}$

CHIMIE ORGANIQUE TP 2006

CALORIMÉTRIE

1. propane liquide
(sous pression)
 $\rho = 508 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 $V = 300 \text{ L}$

$$m = \rho \cdot V$$

$\text{kg} \quad \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{m}^3$

$$m = 152,4 \text{ kg}$$

2. $M(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot M(\text{C}) + 8 \cdot M(\text{H}) = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. $n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8)}{M(\text{C}_3\text{H}_8)} \quad n(\text{C}_3\text{H}_8) \approx 3463,6 \text{ mol}$

4. $V(\text{C}_3\text{H}_8) = n \cdot V_m \rightarrow 26 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \quad V(\text{C}_3\text{H}_8) \approx 83127,3 \text{ L}$
($\approx 83,13 \text{ m}^3$)

5. combustion complète
la combustion du propane dans le dioxygène de l'air
produit de l'eau H_2O
et du dioxyde de carbone (gaz carbonique) CO_2



6. $\frac{n(\text{C}_3\text{H}_8)}{1} = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{4} = \frac{n(\text{CO}_2)}{3}$

$V(\text{H}_2\text{O}) = (4 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_8)) \cdot V_m$
 $V(\text{H}_2\text{O}) \approx 332,5 \text{ m}^3$

$$V(\text{CO}_2) = 3 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot V_m$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) \approx 249,4 \text{ m}^3$$

CALORIMÉTRIE

7. $Q = m \cdot \text{PCS}$
énergie récupérée par la combustion

$\text{MJ} \quad \text{kg} \quad \text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

$$Q = 7559,04 \text{ MJ}$$

8.1) $Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta \theta$
 $\frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad \text{kg} \quad \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$Q_1 = -7,9 \text{ MJ}$ (quantité de chaleur dégagée par un radiateur en 1 heure)

2) $Q_2 = \text{nombre de radiateurs} \cdot Q_1$

$$Q_2 = -79 \text{ MJ}$$

9.

Chaudière
rendement $79,6\% = \eta$

$$Q_3 = \frac{Q_2}{\eta}$$

$Q_3 \approx -99,25 \text{ MJ}$ (quantité de chaleur fournie en 1 h par la chaudière)

$P = \frac{|Q_3|}{t}$
 $t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

$$P \approx 27,6 \text{ kW}$$

10. $q = \frac{|Q_3|}{\text{P.C.S}}$
 $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1} \quad \text{MJ} \cdot \text{h}^{-1} \quad \text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

$$q \approx 2 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

THERMODYNAMIQUE compression

1. $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ équation d'état d'un gaz parfait

P (Pa) n (mol) V (m³) R (J·K⁻¹·mol⁻¹) T (K)

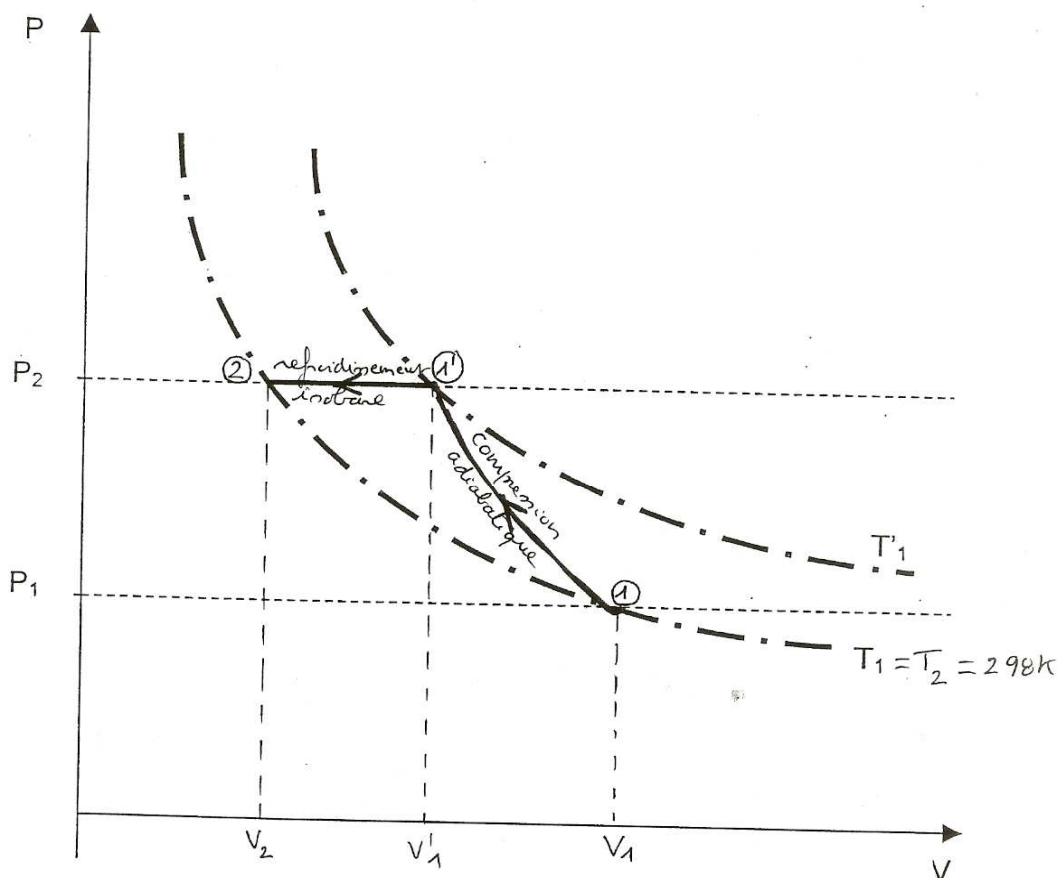
des gaz parfaits
 $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. $V_1 = \frac{n \cdot R \cdot T_1}{P_1}$

1 mol

$V_1 \approx 2,48 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ (24,8 L)

3.



4. compression adiabatique ① → ①' $P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_1'^\gamma$

1)

$$V_1'^\gamma = \frac{P_1}{P_2} \cdot V_1^\gamma$$

$$V_1' = \left(\frac{P_1}{P_2} \cdot V_1^\gamma \right)^{1/\gamma} \quad V_1' \approx 1,51 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

2) $P_2 \cdot V_1' = n \cdot R \cdot T_1'$

$$T_1' = \frac{P_2 \cdot V_1'}{R} \quad T_1' \approx 3638 \text{ K}$$

5. 1)

compression adiabatique ① → ①' travail resu $W_1 = \frac{R(T_1' - T_1)}{\gamma - 1}$ $W_1 \approx 1367 \text{ J}$

2) refroidissement ①' → ② travail resu $W_2 = -P_2(V_2 - V_1')$ $W_2 \approx 547 \text{ J}$

$P_2 \cdot V_2 = n \cdot R \cdot T_2$ (T_1)
 $W_2 = -P_2 \cdot V_2 + P_2 \cdot V_1' = -R \cdot T_1 + R \cdot T_1' = R \cdot (T_1' - T_1)$

THERMODYNAMIQUE compresseur

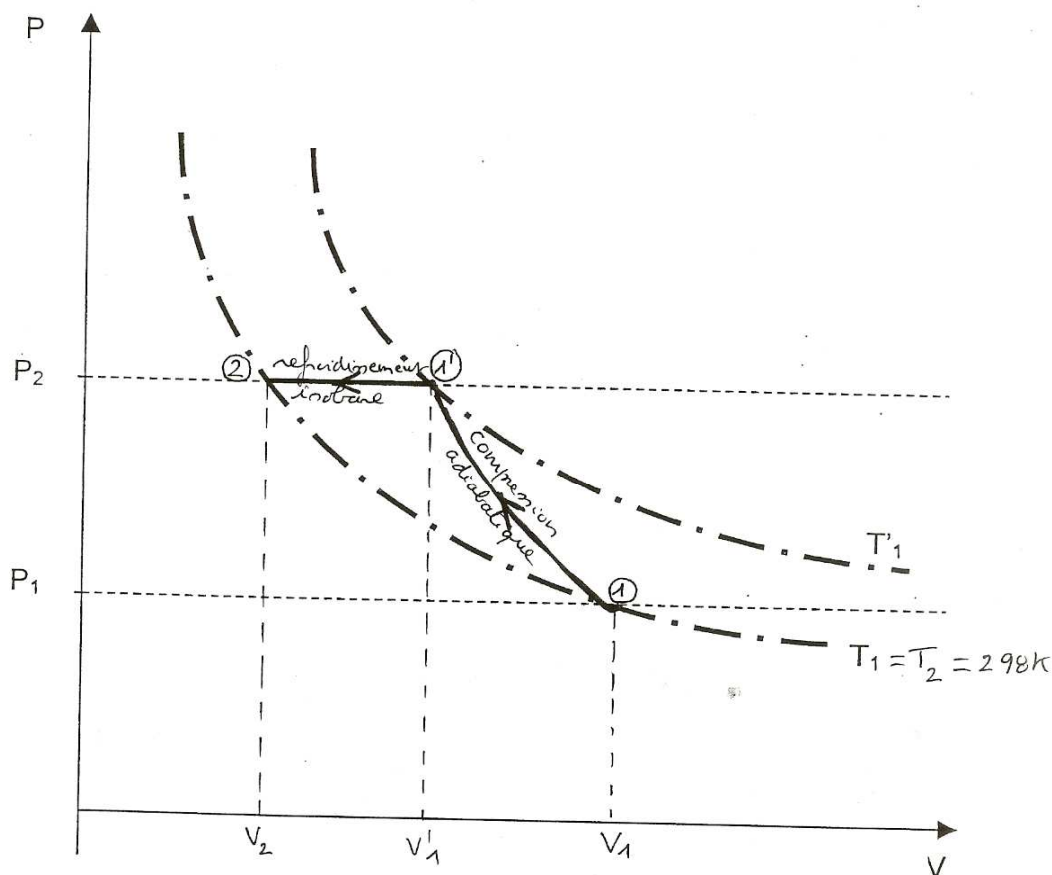
1. $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ équation d'état d'un gaz parfait

P_a n^3 md $\rightarrow k$ constante des gaz parfaits
 $R = 8,315 \cdot k^{-1} \cdot md \cdot 1$

2. $V_1 = \frac{n \cdot R \cdot T_1}{P_1}$ 1 md

$V_1 \approx 2,48 \cdot 10^{-2} m^3$ (24,8 L)

3.



4. compression adiabatique ① \rightarrow ①' $P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_1'^\gamma$

1)

$$V_1'^\gamma = \frac{P_1}{P_2} \cdot V_1^\gamma$$

$$V_1' = \left(\frac{P_1}{P_2} \cdot V_1^\gamma \right)^{1/\gamma} \quad V_1' \approx 1,51 \cdot 10^{-2} m^3$$

2) $P_2 \cdot V_1' = n \cdot R \cdot T_1'$

$$T_1' = \frac{P_2 \cdot V_1'}{R} \quad T_1' \approx 363,8 K$$

5. 1)

compression adiabatique ① \rightarrow ①' travail resu $W_1 = \frac{R(T_1' - T_1)}{\gamma - 1}$ $W_1 \approx 1367 J$

2) refroidissement isobare

①' \rightarrow ② travail resu $W_2 = -P_2(V_2 - V_1')$ $W_2 \approx 547 J$

$P_2 \cdot V_2 = n \cdot R \cdot T_2$ (T1)

$W_2 = -P_2 \cdot V_2 + P_2 \cdot V_1' = -R \cdot T_1 + R \cdot T_1' = R \cdot (T_1' - T_1)$

$$3) \quad W_t = W_1 + W_2 \quad W_t \approx 1914 \text{ J}$$

6.1) compression
adiabatique
 $Q_1 = 0$

2) refroidissement
isobare

$$Q_2 = n \cdot C \cdot \Delta \theta$$

\swarrow \nwarrow \searrow \swarrow \nwarrow \searrow
 J mol $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ K $(^\circ C)$

$$Q_2 = \frac{\gamma \cdot R}{\gamma - 1} (T_1 - T'_1) \quad Q_2 \approx -1914 \text{ J}$$

chaleur cédée

$$3) \quad Q_t = Q_1 + Q_2 \quad Q_t \approx -1914 \text{ J}$$

7. $\Delta U = \Sigma W + \Sigma Q$ variation d'énergie interne

$$\Delta U = W_1 + W_2 + Q_1 + Q_2$$

$$\Delta U = 0$$

Lors de la compression adiabatique le gaz reçoit du travail ($W_1 = +1367 \text{ J}$)
 Lors du refroidissement isobare le gaz reçoit du travail ($W_2 = +547 \text{ J}$)
 et cède de la chaleur ($Q_2 = -1914 \text{ J}$)

globalement l'énergie interne U du gaz parfait ne varie pas car la température initiale est égale à la température finale. L'énergie interne d'un gaz parfait ($1 \text{ mol} = 1$) ne dépend que de la température.

ACOUSTIQUE

des sources sonores omnidirectionnelles (S_1 or S_2)
émetteurs avec la même intensité sonore I dans tout l'espace. $L_i = 80 \text{ dB}$

1.1) $L_i = 10 \log \frac{I}{I_0}$

$\log \frac{I}{I_0} = \frac{L_i}{10} = 0,1 \cdot L_i; \frac{I}{I_0} = 10^{0,1 \cdot L_i}$

$I = I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \quad I = 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$

2) $L_i = L_w - 11 - 20 \log r$

$L_w = L_i + 11 + 20 \log r \quad L_w \approx 105 \text{ dB}$

(vérification $I = \frac{W}{4\pi r^2}; W = 4\pi r^2 \cdot I \approx 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ W}$
 $L_w = 10 \log \frac{W}{W_0} \approx 105 \text{ dB}$)

2. S_1 seule
 $L_{i1} = 75 \text{ dB}$

$I_1 = I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot L_{i1}}$
 $I_1 = 10^{-4,5} \text{ W.m}^{-2}$

S_2 seule
1) $I_2 = I - I_1$

$I_2 \approx 6,84 \cdot 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$

2) $L_{i2} = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$

$L_{i2} \approx 78,35 \text{ dB}$

le double

3. 1)
 $r = 10 \text{ m}$
des sources

$L'_i = L_w - 11 - 20 \log r$

$L'_i = 74 \text{ dB}$ (on ignore nous pour être sûr d'avoir la distance, le niveau chute de 6 dB (80-6))

2) $L' = 10 \log \frac{I'}{I_0}$

$I' = I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot L'}$

$I' \approx 25 \cdot 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$

niveau d'écoute
niveau de puissance
de la source
* $L = L_w - 11 - 20 \log r$ distance source point d'écoute
d'où provient cette relation?

$L = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad I = \frac{W}{4\pi r^2}$

$L = 10 \log \frac{W}{4\pi r^2 I_0} = 10 \log \left(\frac{W}{I_0} \cdot \frac{1}{4\pi r^2} \right) = 10 \log \left(\frac{W}{W_0} \cdot \frac{1}{4\pi r^2} \right)$

$I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$
 $W_0 = 10^{-11} \text{ W}$
 $= 10 \log \frac{W}{W_0} + 10 \log \frac{1}{4\pi r^2}$

$L = L_w + 10 \log (4\pi)^{-1} + 10 \log r^{-2}$
 $L = L_w - 11 - 20 \log r$ or voilà!!

TP 2007

THERMODYNAMIQUE

1- « système fermé »

le système n'échange pas de matière avec l'extérieur.

2- $n = \frac{P_A \cdot V_A}{R \cdot T_A}$ $n \approx 0,0808 \text{ mol}$

mol $\leftarrow P_A \rightarrow \text{Pa}$ $\leftarrow V_A \rightarrow \text{m}^3$

Etat A		Etat B
$P_A = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	adiabatique	$P_B = \dots$
$V_A = 2,00 \text{ L}$	$Q_{AB} = 0$	$V_B = \dots$
$T_A = 298 \text{ K}$	W_{AB}	$T_B = 748 \text{ K}$

$$P_A^{\gamma} T_A^{1-\gamma} = P_B^{\gamma} T_B^{1-\gamma}$$

$$P_B = P_A \left(\frac{T_A}{T_B} \right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$$

$$P_B \approx 251 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_B \text{ (1. méthode)} \quad V_B = \frac{n R T_B}{P_B}$$

$$V_B \approx 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$(0,2 \text{ L})$$

$$V_B \text{ (2. méthode)} \quad P_A V_A^{\gamma} = P_B V_B^{\gamma}$$

$$V_B = V_A \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

isobare

$$Q_{BC} = 4,40 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$W_{BC}$$

Etat C
$P_C = \dots$
$V_C = \dots$
$T_C = \dots$

$$P_C = P_B = 251 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$Q_{BC} = n \cdot c_p \cdot (T_C - T_B)$$

$$T_C - T_B = \frac{Q}{n \cdot c_p}$$

$$T_C = T_B + \frac{Q_{BC}}{n \cdot c_p}$$

$$T_C \approx 954 \text{ K}$$

$$V_C \approx 2,56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$(0,256 \text{ L})$$

$$\frac{V_C}{V_B} = \frac{T_C}{T_B}$$

$$V_C = V_B \cdot \frac{T_C}{T_B}$$

adiabatique

$$Q_{CD}$$

$$W_{CD}$$

Etat D
$P_D = \dots$
$V_D = \dots$
$T_D = \dots$

$$Q_{CD} = 0$$

$$V_D = V_A = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_C \cdot V_C^{\gamma} = P_D \cdot V_D^{\gamma}$$

isobare

Etat A
$P_A = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
$V_A = 2,00 \text{ L}$
$T_A = 298 \text{ K}$

$$P_D = P_C \left(\frac{V_C}{V_D} \right)^{\gamma}$$

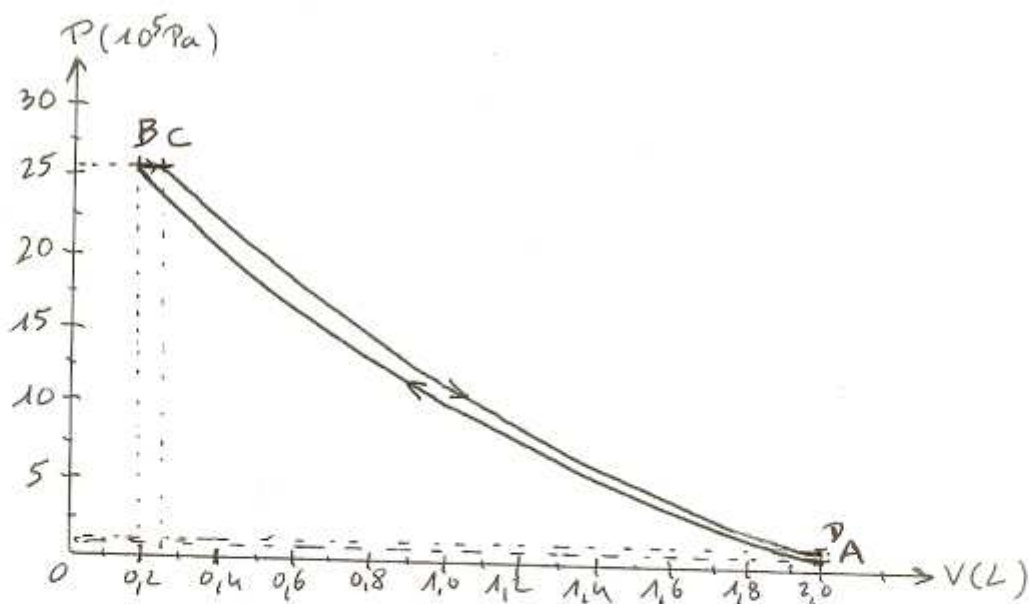
$$P_D \approx 1,41 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_D = T_C \left(\frac{P_C}{P_D} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$T_D \approx 419 \text{ K}$$

$$\text{(Vérification)} \quad T_D = \frac{P_D V_D}{n R}$$

5.



$$6- Q_{DA} = n \cdot c_v \cdot (T_A - T_D) \quad Q_{DA} = -203 \text{ J}$$

(isochore)

premier principe $\Sigma W + \Sigma Q = 0$

$$\Sigma W = - (Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA}) = W \quad W \approx -3.8 \cdot 10^3 \text{ J}$$

\downarrow 0 \downarrow $Q_{BC} = 4.00 \cdot 10^3 \text{ J}$ \downarrow 0 \downarrow -203 J

le système absorbe de la chaleur $Q = +3.8 \cdot 10^3 \text{ J}$
 et fournit du travail $W = -3.8 \cdot 10^3 \text{ J}$

MECANIQUE des FLUIDES

1. 1) $V_B = \frac{AB \times BC}{2} \times L \quad V_B = 2.10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

2) $P_B = \rho V_B \cdot g \quad P_B = 4.53 \cdot 10^{10} \text{ N}$

($P = m \cdot g$)

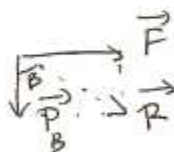
2. 1) par verticale

$F = \frac{P}{2} \cdot S$... on prend la pression à mi-hauteur.

$$F = \frac{P \cdot L \cdot H^2 \cdot g}{2}$$

2) $F \approx 2.10 \cdot 10^{10} \text{ N}$

$$\vec{R} = \vec{P}_B + \vec{F}$$



$$R = \sqrt{P^2 + F^2}$$

$$R \approx 5.12 \cdot 10^{10} \text{ N}$$

3)

$$\tan \beta = \frac{F}{P_B} \rightarrow \beta \approx 27.9^\circ$$

$\beta < \alpha$

quand $H \uparrow$, $\beta \uparrow$ ($F \uparrow$)

hydrostatique

hydrodynamique

3.1)

↑ z plan z_1 c_1 P_1

$c_1 \approx 0$, écoulement "pratiquement" nul
 $P_1 = P_2 = P_{atmosphérique}$

↑ z plan z_2 c_2 P_2

$$\frac{c_1^2 - c_2^2}{2} + g(z_1 - z_2) + \frac{P_1 - P_2}{\rho} = 0$$

$$-\frac{c_2^2}{2} + g(z_1 - z_2) = 0$$

$$c_2 = \sqrt{2g(z_1 - z_2)} \quad c_2 \approx 48,5 \text{ m.s}^{-1}$$

2) 1. ↑ z plan c_1 c_2 la tuyère va permettre l'accroissement de la vitesse
 $c_2 > c_1$

$$v = c_1 S_1 = c_2 S_2 \quad \left(c_1 = c_2 \frac{S_2}{S_1} \right) \quad \left(S = \frac{\pi d^2}{4} \right) \quad c_1 \approx 1,94 \text{ m.s}^{-1}$$

$$2. \quad q_v = S_1 c_1 = S_2 c_2 \quad q_v \approx 6,09 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

3) pu le débit volumique restait constant,
 la durée de vidage serait

$$t = \frac{V}{q_v} \quad t \approx 3,28 \cdot 10^5 \quad (3 \text{ jours } 19 \text{ heures } 9 \text{ minutes } 36 \text{ secondes})$$

mais $v = \sqrt{2g(z - z_2)}$, z change, $z \downarrow$, $v \downarrow$ donc $q_v \downarrow$
 il faut faire un calcul intégral.

$$\bullet \quad dV = -L \cdot l \cdot dz \quad (l = \frac{10 \cdot 10^6}{1000 \times 70} = 143 \text{ m})$$

à une variation infinitésimale dz de la hauteur du liquide correspond la variation infinitésimale dV du volume du liquide.

$$\bullet \quad dV = q_v \cdot dt = S_2 \cdot c_2 \cdot dt = S_2 \cdot \sqrt{2g(z+h)} \cdot dt$$

$$-L \cdot l \cdot dz = S_2 \cdot \sqrt{2g(z+h)} \cdot dt$$

$$t = \left[-\frac{L \cdot l \cdot 2 \sqrt{z+h}}{S_2 \sqrt{2g}} \right]_H^0$$

$$dt = -\frac{L \cdot l}{S_2 \sqrt{2g} \sqrt{z+h}} \cdot dz$$

$$t_{\text{neel}} = -\frac{L \cdot l \cdot 2}{s_2} \sqrt{\frac{h}{2g}} + \frac{L \cdot l \cdot 2}{s_2} \sqrt{\frac{H+h}{2g}}$$

$$t \approx 4,01 \cdot 10^5 \text{ s} > t_{\text{théorique}}$$

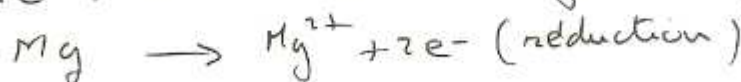
(4 jours 15 heures 28 minutes 7 seconds)

CHIMIE

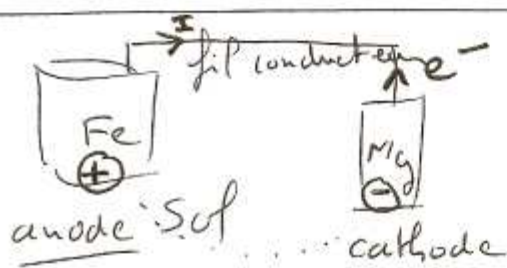
• Oxydoréduction

	$E^0(V)$
1 - Fe^{2+}/Fe	-0,71
-2,31 - Mg^{2+}/Mg	

Mg est plus réducteur que Fe
Mg sera oxydé, pas Fe, donc le Fe est protégé.



2.



$$\frac{n(\text{Mg})}{1} = \frac{n(e^-)}{2}$$

3. Mg, métal plus réducteur que Fe.
car il cède plus facilement ses électrons en présence d'un oxydant.

$$4. \bullet n_{\text{Mg}} = \frac{m}{M} \quad n_{e^-} = 2 \cdot n_{\text{Mg}} \quad n_{e^-} = \frac{Q}{F} \quad Q = I \cdot t$$

$$\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{n_{e^-} \cdot F}{I} = \frac{2 \cdot n_{\text{Mg}} \cdot F}{I} = \frac{2 \cdot \frac{m}{M} \cdot F}{I}$$

$$\Delta t = 2 \cdot \frac{m_{\text{Mg}} \cdot F}{M_{\text{Mg}} \cdot I} \rightarrow \text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

g g mol⁻¹

$$\Delta t \approx 1,06 \cdot 10^8 \text{ s} \quad (3 \text{ ans } 130 \text{ jours } 16 \text{ heures } 14 \text{ minutes } 5 \text{ seconds})$$

• sans protection $n_{\text{Fe}} = n_{\text{Mg}}$

$$m_{\text{Fe}} = n_{\text{Fe}} \cdot M_{\text{Fe}}$$

$m_{\text{Fe}} \approx 459 \text{ g}$
qui disparaît.

TP 2008

Thermodynamique

1) $n = \frac{P_A \cdot V_A}{R \cdot T_A}$ $n \approx 3,20 \text{ mol}$

2) $P_A \cdot V_A^\gamma = P_C \cdot V_C^\gamma$

Compression
adiabatique
 P, V, T changent

$$V_C^\gamma = \frac{P_A}{P_C} \cdot V_A^\gamma$$

$$V_C = V_A \sqrt[\gamma]{\frac{P_A}{P_C}} = V_A \cdot \left(\frac{P_A}{P_C}\right)^{1/\gamma}$$

$$V_C \approx 9,65 \text{ L}$$

$$P_C \cdot V_C = n \cdot R \cdot T_C$$

$$T_C = \frac{P_C \cdot V_C}{n \cdot R}$$

$$T_C \approx 528 \text{ K}$$

(ou $P_A^{1-\gamma} \cdot T_A^\gamma = P_C^{1-\gamma} \cdot T_C^\gamma$)

$$T_C^\gamma = T_A^\gamma \cdot \left(\frac{P_A}{P_C}\right)^{1-\gamma}$$

3)

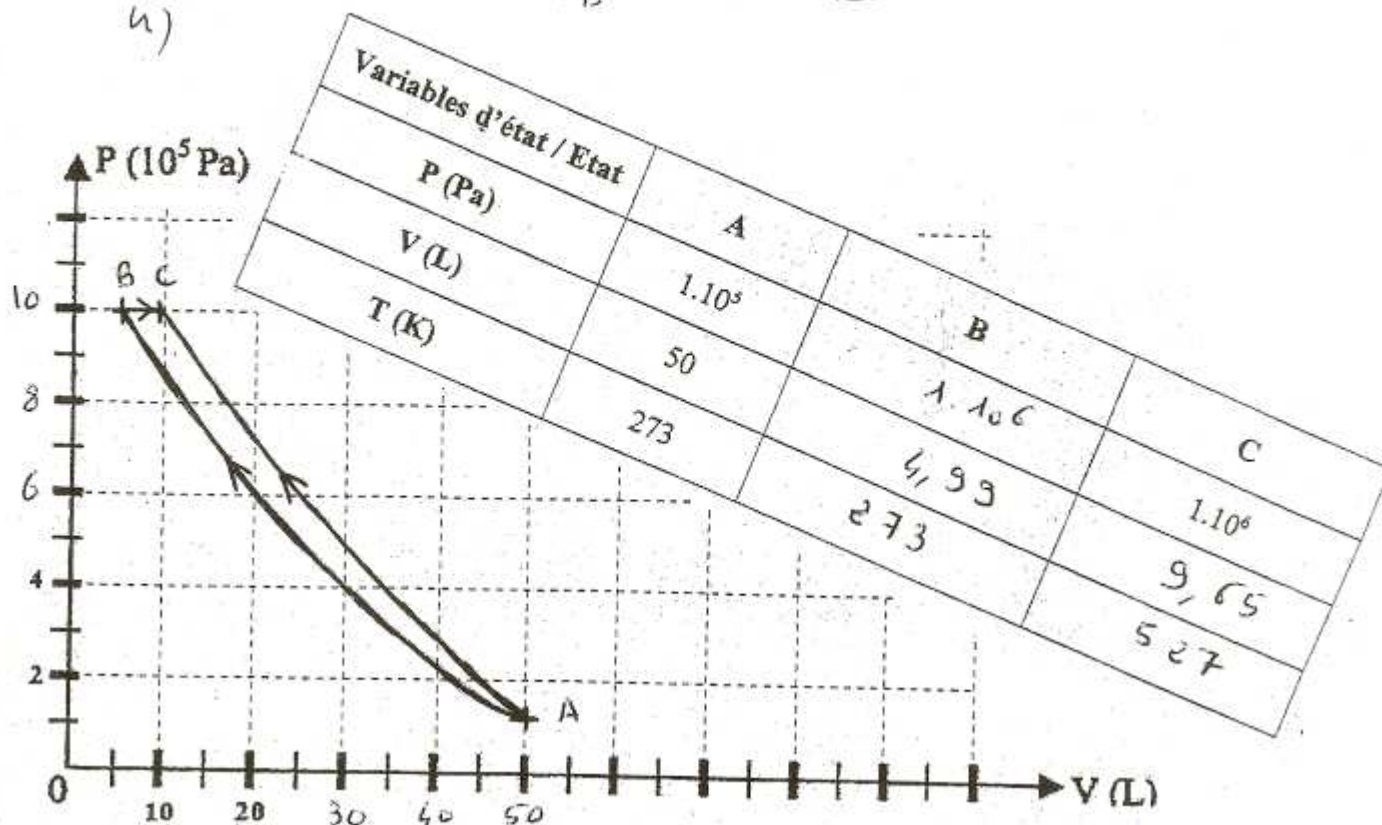
Compression
isotherme
 $T = \text{constante}$

$$T_A = T_B = 273 \text{ K}$$

$$P_B = P_C = 1 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$V_B = \frac{n \cdot R \cdot T_B}{P_B} \approx 4,99 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad (4,99 \text{ L})$$

4)



5) a - transformation adiabatique

Aucune énergie thermique échangée entre le système (gaz parfait) et l'extérieur.

b. échauffement isobare
 $P = \text{constante}$

$$Q_1 = 0$$

$$W_{BC} = -P_B(V_C - V_B)$$

le système fournit du travail à l'extérieur.

$$W_2 = W_{AB} + W_{BC} = 6,84 \cdot 10^3 \text{ J}$$

c - $Q_1 = 0 \text{ J}$

* compression isotherme
l'énergie interne d'un gaz parfait ne dépend que de la température donc $\Delta U_{AB} = 0$

$$\Delta U_{AB} = Q_{AB} + W_{AB} = 0$$

$$Q_{AB} = -W_{AB} = -1,15 \cdot 10^4 \text{ J}$$

* échauffement isobare

$$Q_{BC} = n \cdot c_p \cdot \Delta T \quad Q_{BC} = 1,63 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$Q_2 = Q_{AB} + Q_{BC} \quad Q_2 = 4,8 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$d - * \Delta U_1 = W_{AC} + Q_{AC} = 1,16 \cdot 10^4 + 0 = 1,16 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$* \Delta U_2 = W_{AB} + Q_{AB} + W_{BC} + Q_{BC} = 1,15 \cdot 10^4 - 1,15 \cdot 10^4 - 4,66 \cdot 10^3 + 1,63 \cdot 10^4 = 1,16 \cdot 10^4 \text{ J}$$

la variation d'énergie interne ΔU est indépendante du chemin suivi.
elle ne dépend que de l'état initial et de l'état final.
(l'énergie interne est une fonction d'état)

Mécanique des Fluides

- 1) P : pression de l'eau (Pa)
 v : vitesse d'écoulement ($m.s^{-1}$)
 ρ : masse volumique ($kg.m^{-3}$)
 z : altitude (m)
 P_{ext} : puissance de l'appareil hydraulique (W)
 q_v : débit volumique ($m^3.s^{-1}$)
- 2) entre A et C : pas d'appareil hydraulique
 $P_{ext} = 0$

équation de Bernoulli:

$$\frac{\rho}{2}(v_A^2 - v_C^2) + \rho.g.(z_A - z_C) + P_A - P_C = 0$$

$$v_C^2 = 2g(z_A - z_C) + \frac{2(P_A - P_C)}{\rho}$$

$$v_C \approx 13,3 m.s^{-1}$$

3) $q_v = S_C \cdot v_C$

$$\rightarrow \pi \cdot R^2 \left(\frac{\pi d^2}{4} \right)$$

$$q_v \approx 5,14 m^3.s^{-1}$$

4) $q_v = S_B \cdot v_B = S_C \cdot v_C$

(même diamètre) $S_B = S_C$ donc $v_B = v_C$

5) Attention!! on est en hydrodynamique → $(P_A = P_B = P_{atmosphérique})$
 Pour calculer une pression on utilise Bernoulli.

$$\frac{\rho}{2}(v_A^2 - v_B^2) + \rho.g.(z_A - z_B) + P_A - P_B = 0$$

$$P_B = P_A + \rho.g.(z_A - z_B) - \frac{\rho}{2}v_B^2$$

$$P_B \approx 3,15 \cdot 10^4 Pa$$

C'est la pression en hydrostatique, mais n'oublie pas qu'avec la vitesse la pression diminue (de $\frac{\rho}{2}v_B^2$)

Comme on suppose que le niveau de l'eau dans la retenue est constant $v_A \approx 0$

Vérification: appliquons Bernoulli entre B et C.

$$\frac{\rho}{2}(\cancel{v_B^2} - v_C^2) + \rho \cdot g(z_B - z_C) + P_B - P_C = 0$$

$$P_B = P_C - \rho g(z_B - z_C) \\ \approx 3,15 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

6) entre C et D il y a la turbine

appliquons Bernoulli entre C et D avec P_{ext}

$$\frac{\rho}{2}(\cancel{v_C^2} - \cancel{v_D^2}) + \rho \cdot g(\cancel{z_C} - \cancel{z_D}) + P_C - P_D = \frac{P_{ext}}{\rho v}$$

($v_C = v_D$) ($z_C = z_D$)

$$|P_{ext}| = \rho v \cdot (P_C - P_D)$$

la turbine fait chuter la pression!!!

$$|P_{ext}| = 4,626 \cdot 10^4 \text{ W}$$

1) La turbine est une machine réceptrice, donc $P_{ext} < 0$
 1) la puissance fournie par l'eau doit être comptée négativement. ($-4,626 \cdot 10^4 \text{ W}$)

Solutions aqueuses

1) pH

solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{aq}; \text{Cl}^-_{aq}$)

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = \underline{\underline{3,0 = \text{pH}}}$$

solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{aq}; \text{OH}^-_{aq}$)

$$(K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]) \quad \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log \frac{K_e}{[\text{OH}^-]} = -\log K_e + \log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14 + \log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = \underline{\underline{11,0}}$$

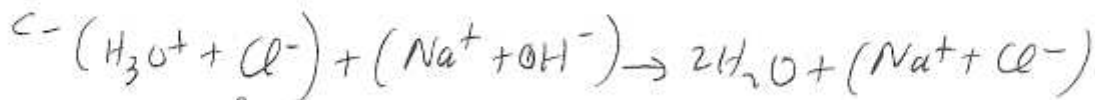
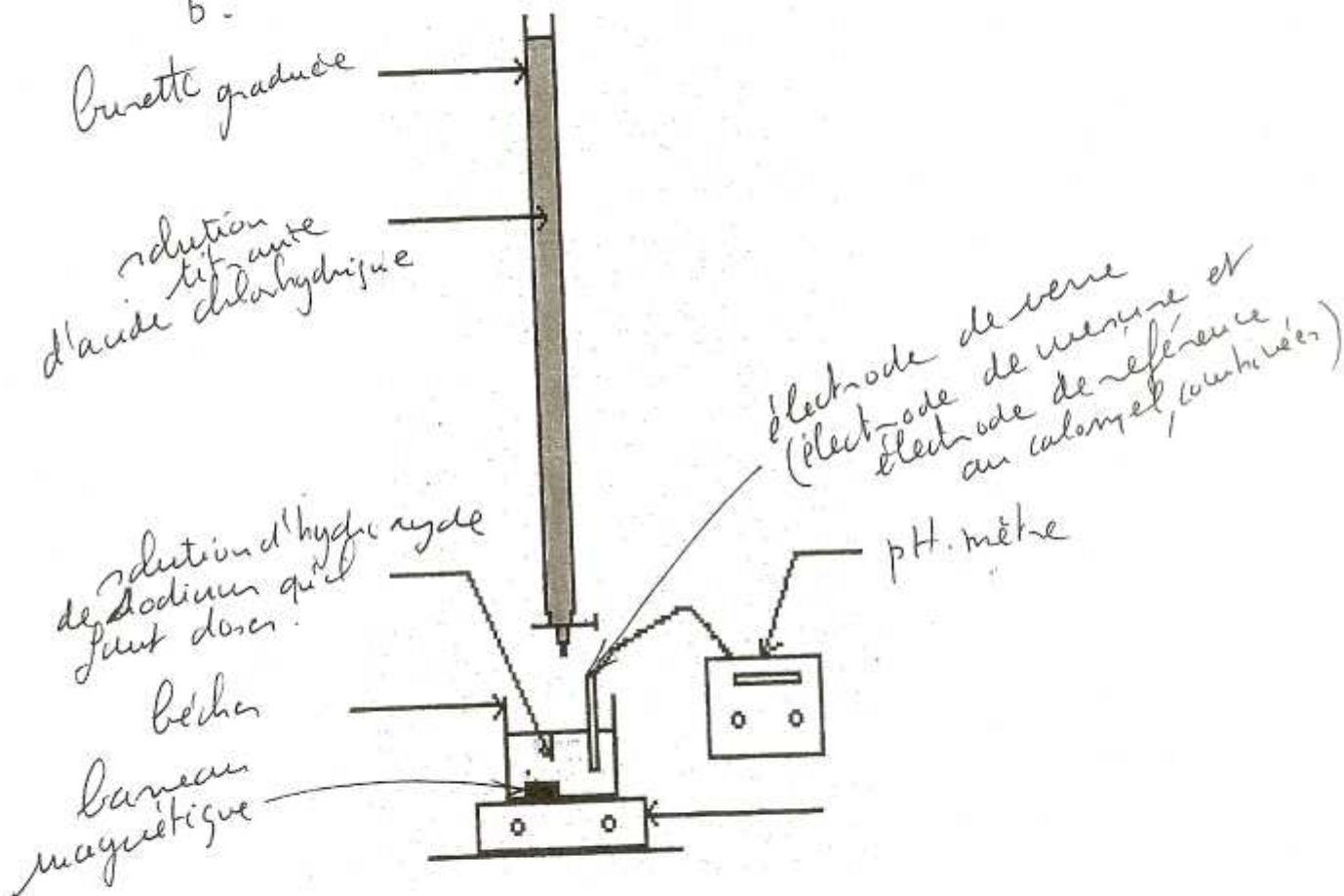
$$[\text{OH}^-] = c$$

b- flacon n°1 : solution d'acide chlorhydrique
flacon n°2 : ——— d'hydroxyde de sodium.

3) Dosage

a- la solution d'acide chlorhydrique permettra de doser une solution d'hydroxyde de sodium.

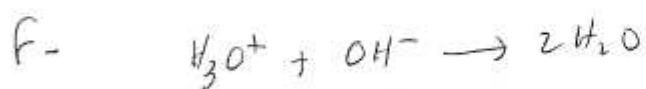
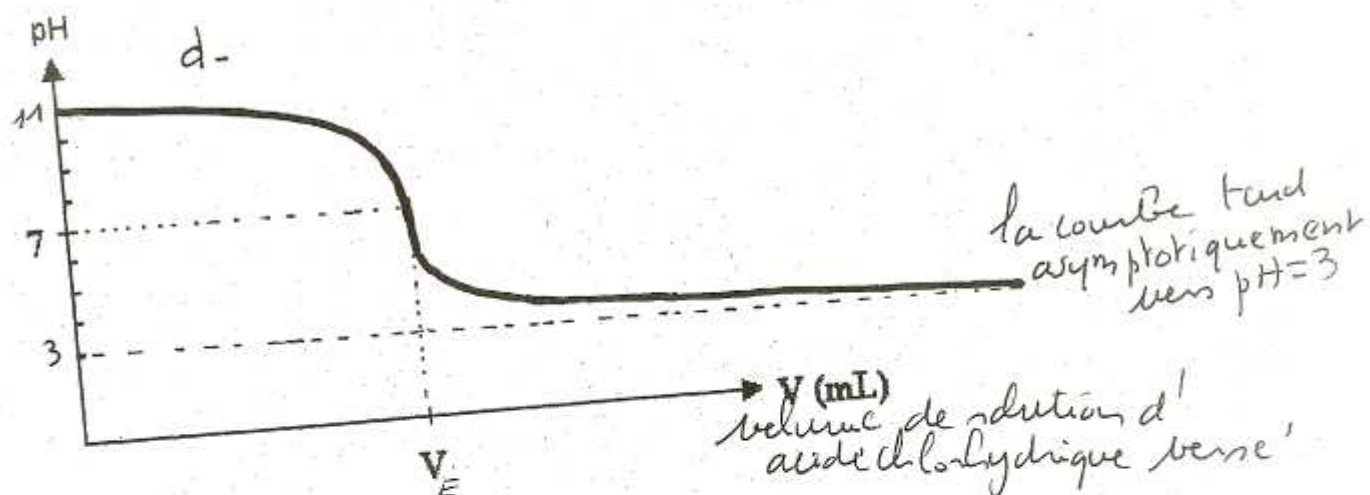
b.



équation bilan



e-



$$C_A \cdot V_A = C_1 \cdot V_1$$

$$C_A \approx 9,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (solution } S_1 \text{)}$$

g- la solution S_0 est 10 fois plus concentrée

$$C_0 = 10 \cdot C_A \quad C_0 = 9,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

• Acoustique TP 2009

1) a- dB_A ?

le niveau d'intensité acoustique est mesuré avec un sonomètre, en utilisant le niveau pondérateur A.

$$b- N_{it} = 10 \log \Sigma 10^{0,1 \cdot I_i}$$

$$N_{it} = 10 \log \frac{(\Sigma I_i)}{I_0} = 10 \log \frac{\Sigma I_i}{I_0} \quad (I = I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot N})$$

$$N_{it} \approx 89,0 \text{ dB}_A$$

$$c- P_r = I_r \cdot S$$

$$N_{wr} = 10 \log \frac{P_r}{P_0} = 10 \log \frac{I_r \cdot S}{P_0} = 10 \log \frac{(\Sigma I_0 \cdot 10^{0,1 \cdot N_i}) S}{P_0} \quad (S = 4\pi R^2)$$

$$N_{wr} \approx 128 \text{ dB}_A$$

$$(ou) (P_0 = I_0 = 10^{-12})$$

$$N_{wr} = 10 \log \frac{I_r \cdot S}{I_0} = 10 \log \frac{I_r}{I_0} + 10 \log S$$

$$(S = 4\pi R^2)$$

$$= N_{it} + 10 \log 4\pi R^2$$

$$= N_{it} + 10 \log R^2 + 10 \log 4\pi$$

$$\left| \begin{array}{l} N_{wr} = N_{it} + 20 \log R + 11 \\ \hline 89 \quad 28 \end{array} \right\} 128 \text{ dB}_A$$

2) a- $\sigma = \frac{p \cdot e}{f}$

$$\text{kg.m}^{-2} \sim \text{kg.m}^{-3} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = 6,00 \text{ kg.m}^{-2}$$

$$b- R = 20 \log (F \cdot \sigma) - 45 \quad R \approx 30,6 \text{ dB}_A$$

$$c- (N_r = N_i - R) \quad N_r \approx 51,1 \text{ dB}_A$$

d. oui

• Photométrie

1) $k = \frac{\Phi}{P}$ $\rightarrow l_m$ $\rightarrow W$ $k = 27,0 \text{ lm } W^{-1}$

2) $I = \frac{\Phi}{\Omega}$ $\rightarrow l_m$ $\rightarrow sr$ $\Omega = 2\pi$ $I \approx 2,10 \cdot 10^4 \text{ cd}$

3) a- $E_o = I \cdot \frac{H}{(H^2)^{3/2}}$ $\text{can } d=0$

$E_o \approx 373 \text{ lx}$

b- $E_A = I \cdot \frac{H}{(H^2 + d_A^2)^{3/2}}$

$E_A \approx 33,4 \text{ lx}$

4) a- $(H^2 + d_n^2)^{3/2} = \frac{I \cdot H}{E}$

$H^2 + d_n^2 = \left(\frac{I \cdot H}{E} \right)^{2/3}$

$d_n^2 = \left(\frac{I \cdot H}{E} \right)^{2/3} - H^2$

$d_n = \sqrt{\left(\frac{I \cdot H}{E} \right)^{2/3} - H^2}$

$d_n \approx 13,9 \text{ m}$

b- $S = \pi \cdot d_n^2$
d'après d_n

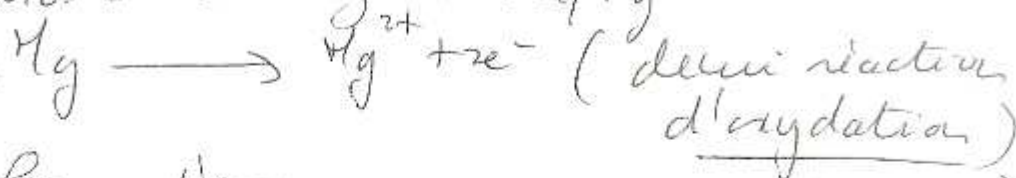
$S \approx 607 \text{ m}^2$

• Oxydoréduction

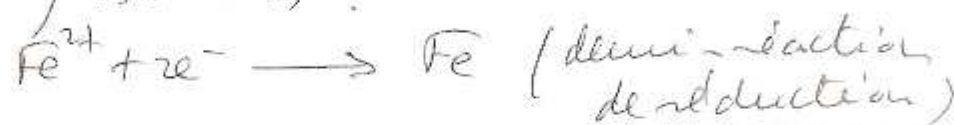
1) galvanisation:

c'est recouvrir un métal d'une couche protectrice en zinc.

2) a- * électrode de magnésium, Mg

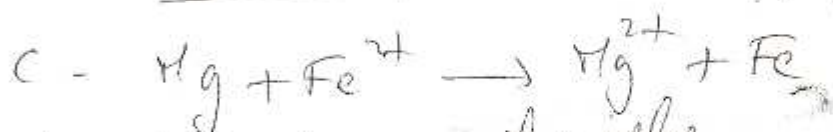


* plaques d'acier.



b- Anode : électrode Mg (pôle -)

Cathode : électrode acier (pôle +)



d- électrode sacrificielle
l'électrode de magnésium va disparaître

$$\text{e- } Q = I \cdot t$$



$$n(\text{Mg}) = \frac{n(e^-)}{2}$$

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg})$$

$$m(\text{Mg}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{I \cdot t}{F} \cdot M(\text{Mg})$$

$$m(\text{Mg}) \approx \frac{6,35 \text{ kg}}{(63500)}$$

TP 2010

Mécanique des Fluides

$$1) V = 24 \cdot q_v \cdot \Delta t \quad V = 1,47 \cdot 10^8 \text{ m}^3$$

2) conditions: fluide parfait
écoulement permanent
 $\rho_{\text{fluide}} = \text{constante}$
le long d'une même ligne de courant.

$$3) a) V_B = \frac{q_v}{S_B} \rightarrow \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad V_B \approx 4,85 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$b) V_C = \frac{q_v}{S_C} \quad V_C \approx 11,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

c - le rétrécissement permet l'augmentation de la vitesse de l'eau de mer.

$$d - P_B = P_A - \frac{1}{2} \rho (V_B^2 - V_A^2) - \rho g (z_B - z_A) \quad P_B \approx 2,15 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$e - P_C = \frac{1}{2} \rho (V_D^2 - V_C^2) + \rho g (z_D - z_C) + P_D \quad P_C \approx 1,20 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$f - P_H = q_v \cdot \left(\frac{1}{2} \rho (V_B^2 - V_C^2) + \rho g (z_B - z_C) + (P_B - P_C) \right) \quad P_H \approx 1,04 \cdot 10^7 \text{ W}$$

$$4) a - P_H = q_v \cdot \left(\frac{1}{2} \rho \left(\frac{V_A^2 - V_D^2}{2} \right) + \rho g \left(\frac{z_A - z_D}{H} \right) + (P_A - P_D) \right)$$

$V_A^0 = V_D$ $P_A^0 = P_D$

$$P_H = q_v \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

$$b - P_H \approx 1,03 \cdot 10^7 \text{ W}$$

$$5) P_e = P_H \cdot \eta \quad P_e \approx 7,21 \cdot 10^6 \text{ W}$$

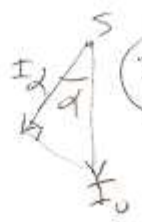
$$6) E = (P_{e1} \cdot \Delta t_1 + P_{e1} \cdot \Delta t_2 - P_{e3} \cdot \Delta t_3) \cdot 365$$

$$E \approx 1,9 \cdot 10^{10} \text{ Wh}$$

19 GWh

Photométrie

$$1) E_H = I_\alpha \cdot \frac{\cos \alpha}{r^2} = I_\alpha \cdot \frac{\cos \alpha}{d^2}$$



$$I_\alpha = I_0 \cdot \cos \alpha$$

$$3) E_H = \frac{I_0 \cdot \cos^2 \alpha}{d^2}$$

4)
$$I_{0\min} = \frac{E_{\min} \cdot d^2}{\cos^2 \alpha}$$
 E_{\min} en C'

$I_{0\min} = 11,6 \cdot 10^3 \text{ cd}$

5)
$$F = \pi \cdot I_0$$
 cd

$F = 3,66 \cdot 10^4 \text{ lm}$

6) Oui, ces lampes peuvent convenir.

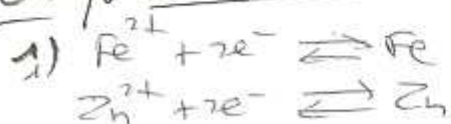
7)
$$P_e = \frac{F}{\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}}$$
 $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$

$P_{e, \text{iodure}} = 444 \text{ W}$

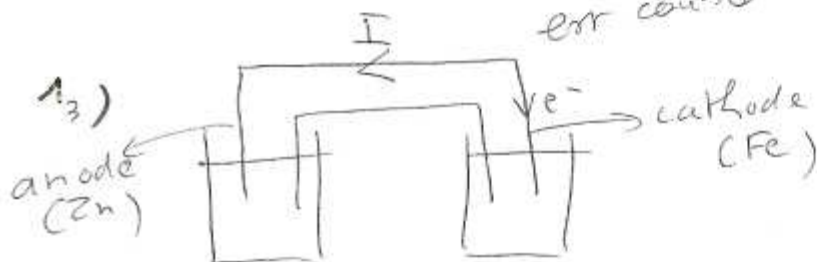
$P_{e, \text{halogène}} = 1267 \text{ W}$

8) On doit prendre en compte la consommation électrique de la lampe.

Oxydoréduction



2) On relie une électrode métallique du métal à protéger. Cette électrode constitue l'anode d'une pile et elle est consommée.



14)
$$m_{\text{Fe}} = \rho \cdot S \cdot \Delta r$$
 $m_{\text{Fe}} = 410 \text{ kg}$

15)
$$n_{\text{Zn}} = n_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{M_{\text{Fe}}} \quad m_{\text{Zn}} = n_{\text{Zn}} \cdot M_{\text{Zn}} \quad m_{\text{Zn}} = 480,5 \text{ kg}$$

21) Protection par électrolyse -

L'électrode de titane ferme le circuit électrique. Le générateur de courant produit des électrons qui se dirigent vers le métal à protéger.

22)
$$Q = I \cdot t$$
 $I = \frac{Q}{t} = \frac{n_e \cdot F}{t}$ $(n_e = 2n_{\text{métal}} = 2n_{\text{Zn}} = 2n_{\text{Fe}})$

$I = 45 \text{ A}$

23)
$$E = P \cdot t$$
 J

$E = U \cdot I \cdot t$

$E = 9,46 \cdot 10^6 \text{ Wb}$

TP 2011

MÉCANIQUE des FLUIDES

1) a- Principe de l'hydrostatique $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$
 $h=0 \rightarrow \Delta P=0$ ($P_B = P_C$)

b- $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$

$P_A - P_C = \rho \cdot g \cdot h$

$P_A = P_C + \rho \cdot g \cdot h$
 (30.000)

$P_A = 1.604.505 \text{ Pa}$
 16 bar

2) hydrodynamique $Q_V = 41,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($11,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

a- $Q_V = S \cdot V$ ($S = \pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4}$)
 $V_C = \frac{Q_V}{S_H} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_V}{D_H^2}$ $V_C = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

b- $Q_V = \text{constant} = S_H \cdot V_C = S_A \cdot V_B$

$V = 41,0 \text{ m}^3$
 $S = 1,354 \text{ m}^2$ ($\frac{V}{L}$)
 $L = 3,15 \text{ m}$
 $V = S \cdot L = \frac{\pi \cdot D_R^2}{4} \cdot L = V$
 $D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot L}} = 2 \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot L}} = 1,37 \text{ m}$

$V_B = \frac{S_H}{S_R} \cdot V_C = \frac{\pi \cdot D_H^2}{4} \cdot \frac{V_C}{\pi \cdot D_R^2}$

$\left(\frac{D_H}{D_R} \right)^2 \cdot V_C = V_B$

d- $V_B = 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $(0,5 \cdot 10^{-3} \text{ dans l'équation})$

3) À l'écoulement la première est diminuée ; elle passe de 0,300 bar à 0,236 bar !

$V_B = 0$ ($D_R > D_S$)
 $1,31 > 0,085$

$\frac{1}{2} \rho (V_B^2 - V_C^2) + \rho \cdot g \cdot (z_B - z_C) + (P_B - P_C) = 0$
 $(z_B = z_C)$

$-\frac{1}{2} \rho \cdot V_C^2 + P_B - P_C = 0$

$P_B = P_C + \frac{1}{2} \rho \cdot V_C^2$

$P_B = 236.140 \text{ Pa}$
 $(0,236 \text{ bar})$

$Q_{VA} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$V_A = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_{VA}}{D_S^2} = 0,235 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

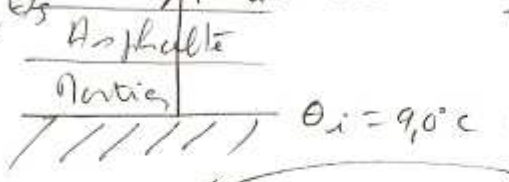
4) a- $Q_{VA} = \frac{Q_V}{91 \text{ points}}$

b- $Q_V = S \cdot V_A$ ($V_A = \frac{Q_{VA}}{S_S}$)
 $S_S = \pi \frac{D_S^2}{4}$

THERMIQUE

1) "adiabatique": pas d'échange (énergie et matière) de chaleur.

2) a- θ_s air $\theta_a = -2^\circ\text{C}$



$$R = \frac{\frac{e_m}{\lambda_m} + \frac{e_a}{\lambda_a} + \frac{1}{h}}{S}$$

• résistance thermique surfacique $r = \sum \frac{e}{\lambda} + r_s$ ($r_s = \frac{1}{h}$)

• résistance thermique $R_s = \frac{r}{S}$ $\rightarrow \text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

$$R = 9,94 \cdot 10^{-5} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

b- $\varphi_s = \frac{\Delta\theta}{r} \rightarrow \text{K}$

$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

$$\frac{\Delta\theta}{\frac{e_m}{\lambda_m} + \frac{e_a}{\lambda_a} + \frac{1}{h}} = \varphi_s = 85,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

c₁ - $\Delta\theta = \varphi \cdot r$

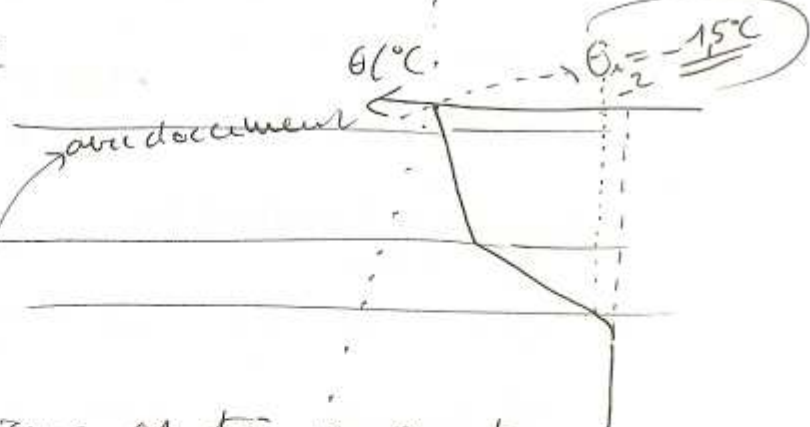
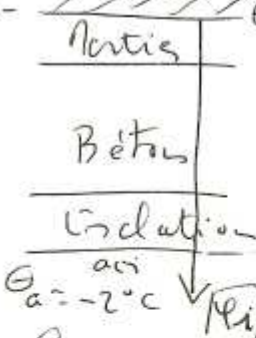
$$\theta_s - \theta_a = \varphi_s \left(\frac{1}{h} \right) \quad \theta_s = \theta_a + \varphi_s \cdot \frac{1}{h}$$

$$\theta_s = +6,5^\circ\text{C}$$

c₂ - θ_s , température positive elle favorise l'air humide hors gel (0°C)

3)

a- $\theta_i = 90^\circ\text{C}$



b La partie inférieure est très résistante, elle s'oppose à de très grands flux de chaleur

confirmation / $\varphi_i \ll \varphi_s$

$$\varphi = 90,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

(résultat confirmé)

-15°C très peu inférieure à -2°C
alors qu'"en haut"
 $\theta_s = +6,5^\circ\text{C}$ très supérieure à -2°C

4) $\varphi = \varphi_s + \varphi_i$

5) $P = \varphi \cdot S \rightarrow \text{W}$

$$P = \frac{117 \cdot 390 \text{ W}}{117,4 \text{ kW}}$$

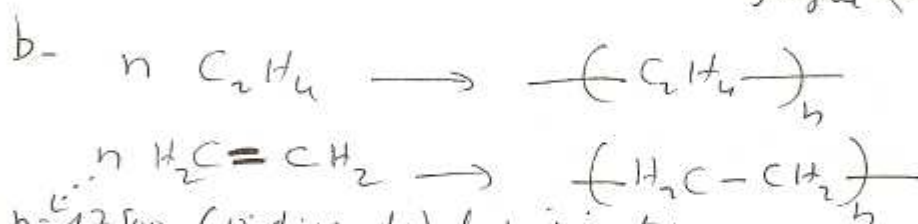
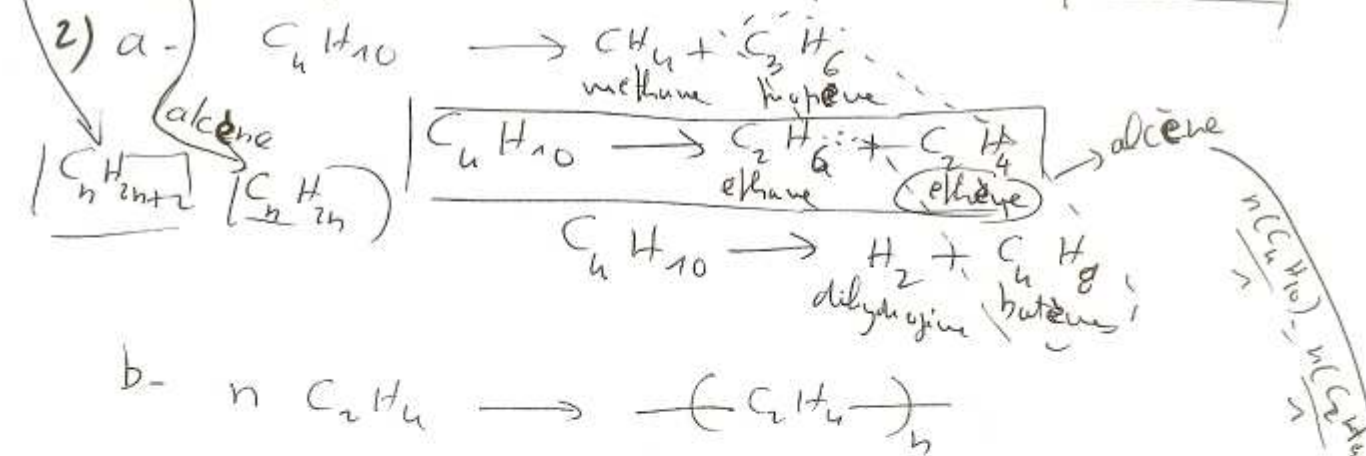
6) $a + P_i = \varphi_i \cdot S$

$P_i = 6890 \text{ W}$

b - $\frac{P_i}{P} \times 100 = \frac{6890}{117340} \times 100 = 5,9\% (< 6\%)$
exact.

CHIMIE ORGANIQUE

1) Nom de l'hydrocarbure	Formule semi-développée	Formule brute	Masse (g.mol ⁻¹)
Ethane	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	C_2H_6	30
Butane	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ isomère $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	C_4H_{10}	58
Ethène	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	C_2H_4	28
Butène-1	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_4H_8	56
Butène-2	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	C_4H_8	56



3) $n = 17500$ (indice de polymérisation)

$M(\text{PEHD}) = n \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4)$

$M(\text{PEHD}) = 490000 \text{ g.mol}^{-1}$
 490 kg.mol^{-1}

4) $\rho(\text{PEHD}) = 960 \text{ kg.m}^{-3}$

$m = \rho \cdot V$
 $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg.m}^{-3}} \rightarrow \text{m}^3$

$m(\text{PEHD}) = 89,3 \text{ kg}$

5) $m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = n(\text{C}_4\text{H}_{10}) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_{10})$

$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{100}{47} \cdot n(\text{C}_2\text{H}_4)$; $n(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4)}{M(\text{C}_2\text{H}_4)}$

$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 393,6 \text{ kg}$

TP 2012

A MÉCANIQUE des FLUIDES

(A1) 1) $q_v = \frac{q_m}{\rho}$ $\rightarrow \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$
 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \leftarrow \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$q_v \approx 0,565 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
 $1,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

2) $v_1 = \frac{q_v}{\text{section}} = \frac{q_v}{\pi \cdot R_1^2}$ $(R_1 = \frac{D_1}{2})$

$\text{m} \cdot \text{s}^{-1} \leftarrow v_1 = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{q_v}{D_1^2}$

3) $v_1 \approx 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

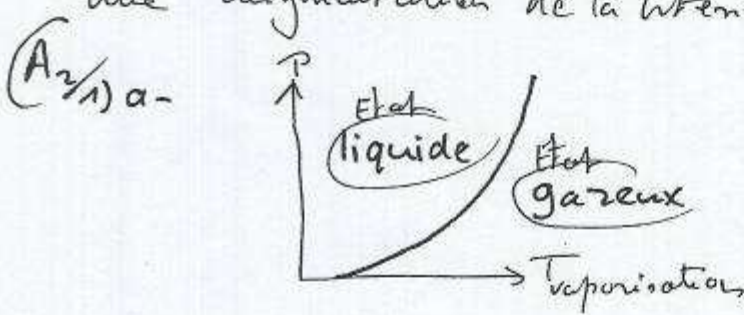
4) D'après l'équation de continuité
 q_v constante

$\Rightarrow S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = q_v$
 $v_2 = \frac{q_v}{S_2}$

$(v_2 = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{q_v}{D_2^2})$

$v_2 \approx 7,8 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

5) La diminution de la section du tube $D_2 < D_1$ entraîne une augmentation de la vitesse $v_2 > v_1$.



b) L'eau est surchauffée car sa température de vaporisation est supérieure à 110°C ($T_{\text{vap}} > 110^\circ\text{C}$)

- 2) a-
- vitesse $v = \frac{\text{longueur}}{\text{temps}} = \frac{L}{T}$ $\rightarrow \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 - accélération $a = \frac{\text{vitesse}}{\text{temps}} = \frac{v}{T}$ $\rightarrow \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
 - masse volumique $\rho = \frac{\text{masse}}{\text{volume}} = \frac{M}{L^3}$ $\rightarrow \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - pression $p = \frac{\text{force}}{\text{surface}} = \frac{M \cdot g}{L^2}$ $\rightarrow \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

b. Equation de Bernoulli

$\frac{1}{2} \rho \cdot (v_2^2 - v_1^2) + \rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) + (p_2 - p_1) = 0$

Unités: $\frac{1}{2} \rho \cdot (v_2^2 - v_1^2) \rightarrow \text{M} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{T}^{-2}$, $\rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) \rightarrow \text{M} \cdot \text{L}^{-2} \cdot \text{T}^{-2}$, $(p_2 - p_1) \rightarrow \text{M} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{T}^{-2}$

elle est homogène

$$3) a - \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g \cdot \underbrace{(z_2 - z_1)}_0 + (p_2 - p_1) = 0 \quad \begin{matrix} \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \end{matrix}$$

$$p_a \leftarrow \boxed{p_2 = p_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot (v_2^2 - v_1^2)}$$

$$b - p_2 = 5,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

c - p_1 et p_2 pour proches car D_2 est proche de D_1 .

(A₃) CALORIMÉTRIE

$$1) m = \rho \cdot \underbrace{V}_{V = q_v \cdot \Delta t} \quad \left. \begin{matrix} \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \end{matrix} \right\} m = \rho \cdot q_v \cdot \Delta t \quad m = 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$2) \boxed{Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta} \quad \begin{matrix} \text{kg} & \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} & \text{K} (^{\circ}\text{C}) \end{matrix} \quad Q = 1,2 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$3) \boxed{P = \frac{Q}{t}} \quad \begin{matrix} \text{W} & \text{J} & \text{s} \end{matrix} \quad P = 2,8 \cdot 10^3 \text{ W}$$

4) $P_{\text{nouvelle installation}} \equiv P_{\text{ancienne installation}}$
donc les réglages de la nouvelle permettent de retrouver les réglages de l'ancienne.

(B) ACOUSTIQUE

$$(B1) 1) \boxed{N_1 = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot N_i}} \quad \begin{matrix} \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \end{matrix} \quad N_1 = 10 \log (9 \cdot 10^{0,1 \cdot 80})$$

$$N_1 \approx 90 \text{ dB}$$

$$2) a - I_{\text{trav}} = \frac{P}{S} \quad \left(S = 4\pi d^2 \right) \quad \boxed{I_{\text{trav}} = \frac{P}{4\pi \cdot d^2}} \quad \begin{matrix} \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \\ \text{W} \end{matrix}$$

$$b - I_{\text{trav}} \approx 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$c - \boxed{N_{\text{trav}} = 10 \log \frac{I_{\text{trav}}}{I_0}} \quad N_{\text{trav}} = 75 \text{ dB}$$

$$3) N_2 = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot N_i} \quad N_2 = 10 \log (10^{0,1 \cdot N_{\text{trav}}} + 3 \times 10^{0,1 \cdot N_{\text{voiture}}})$$

$$\left(N_2 = 10 \log (10^{9,1} \times 95 + 3 \times 10^{0,1 \cdot 80}) \right)$$

$$N_2 \approx 85 \text{ dB}$$

B3

4) Affaiblissement R

$$|R = N_1 - N_2| \quad R = 4,3 \text{ dB}$$

5) Objectif atteint : niveau sonore atténué d'au moins 4 dB.

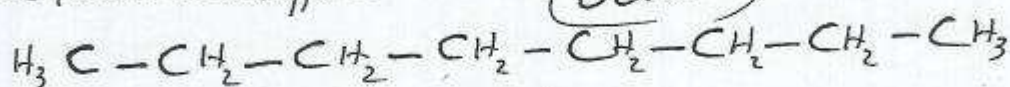
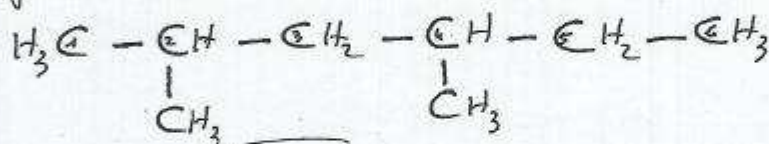
(C)

1) CHIMIE ORGANIQUE

1) C_8H_{18} : famille des alcanes C_nH_{2n+2}

2) formule semi-développée

(octane)

3) isomères
même formule brute
mais formule semi-développée différente

→ hexane

→ 2 ramifications
méthyle

(2,4-diméthylhexane)



$$\left(\begin{array}{l} n(C_8H_{18}) = \frac{n(O_2)}{12,5} = \frac{n(CO_2)}{8} = \frac{n(H_2O)}{9} \end{array} \right)$$

$$5) \frac{7,1 \text{ L}}{100 \text{ km}} \text{ consommation} \quad 20000 \text{ km} \rightarrow V = 7,1 \times 200 = 1,4 \cdot 10^3 \text{ L} (1,4 \text{ m}^3)$$

$$= 105000 \text{ g} (m(C_8H_{18}))$$

$$m = \rho \cdot V \rightarrow m = 750 \times 1,4$$

$$6) \left| \begin{array}{l} n(C_8H_{18}) = \frac{m(C_8H_{18})}{M(C_8H_{18})} \end{array} \right| \begin{array}{l} \rightarrow g \\ \rightarrow g \cdot mol^{-1} \end{array}$$

$$n(C_8H_{18}) = \frac{105000}{114} \approx 9210 \text{ mol}$$

$$7) \rightarrow n(CO_2) = 8 \cdot n(C_8H_{18})$$

$$m(CO_2) = n(CO_2) \cdot M(CO_2) = \left[8 \cdot n(C_8H_{18}) \cdot M(CO_2) = m(CO_2) \right]$$

$$m(CO_2) \approx 324 \cdot 10^6 \text{ g}$$

$$m(CO_2) \approx 324 \text{ kg}$$

8) Effet de serre : « il augmente avec la quantité de CO_2 présent dans l'atmosphère »
l'atmosphère la même façon les rayonnements

sol absorbe et réémet vers le haut pour former d'autres rayonnements infrarouges que ce qui en partie sont renvoyés vers le sol... ce qui contribue à augmenter la température du sol.
couche de CO_2 ... le trainway permet donc de limiter cet effet : « moins de rejet de CO_2 ».

