

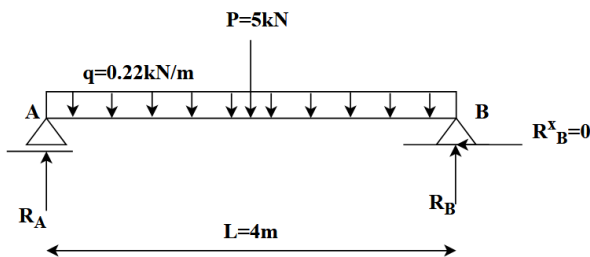
Exercise N°1(6 Pts)

1) Calculate the linear distributed load q:

- **Calculate the cross-sectional area (A):**
 - $A = \pi * (d/2)^2 = \pi * (0.2 \text{ m} / 2)^2 = \pi * (0.1 \text{ m})^2 = 0.01\pi \text{ m}^2 \approx 0.0314 \text{ m}^2$
- **Calculate the weight per unit length (q):**
 - $q = \text{Specific weight} * \text{Area} = 7 \text{ kN/m}^3 * 0.01\pi \text{ m}^2 = 0.07\pi \text{ kN/m} \approx 0.2199 \approx 0.22 \text{ kN/m}$

2) Draw the mechanical diagram of the beam AB:

0.5



0.5

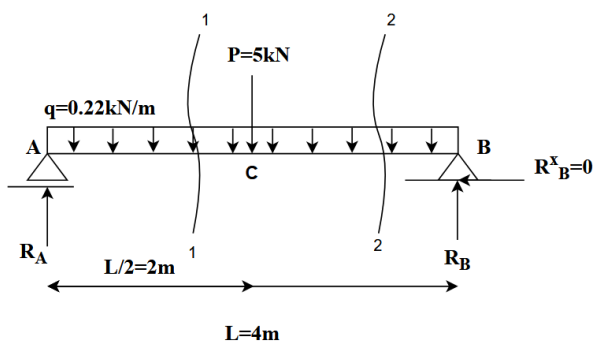
3) Calculate the support reactions:

- **Sum of vertical forces = 0:**
 - $R_a + R_b - qL - P = 0$
 - $R_a + R_b \approx 0.8796 \text{ kN} + 5 \text{ kN} = 5.88 \text{ kN}$
- **Sum of moments about A = 0:**
 - $R_b * L - (qL * L/2) - P * L/2 = 0$
 - $R_b \approx 0.4398 \text{ kN} + 2.5 \text{ kN} = 2.9398 \text{ kN}$
- **Calculate Ra:**
 - $R_a = qL + P - R_b$
 - $R_a \approx 0.8796 \text{ kN} + 5 \text{ kN} - 2.9398 \text{ kN} = 2.9398 \text{ kN}$
- **Therefore:**
 - $R_a \approx 2.94 \text{ kN}$
 - $R_b \approx 2.94 \text{ kN}$

0.5

0.5

4) Draw the shear force (T) and bending moment (M) diagrams:



0.5

- **Shear Force Diagram (T):**
 - From A to C ($0 \leq x \leq L/2$):
 - $T(x) = R_a - qx = 2.94 \text{ kN} - 0.2199 \text{ kN/m} * x$
 - $T(0) = 2.94 \text{ kN}$
 - $T(2\text{m}) = 2.94 \text{ kN} - 0.2199 \text{ kN/m} * 2 \text{ m} = 2.5 \text{ kN}$

0.5

- From C to B ($L/2 \leq x \leq L$):

- $T(x) = R_a - qx - P = 2.94 \text{ kN} - 0.2199 \text{ kN/m} \cdot x - 5 \text{ kN}$ (0.5)
 - $T(2\text{m}) = 2.94 \text{ kN} - 0.2199 \text{ kN/m} \cdot 2 \text{ m} - 5 \text{ kN} = -2.5 \text{ kN}$
 - $T(4\text{m}) = 2.94 \text{ kN} - 0.2199 \text{ kN/m} \cdot 4 \text{ m} - 5 \text{ kN} = 2.94 \text{ kN} - 0.8796 \text{ kN} = -2.94 \text{ kN}$.

- **Bending Moment Diagram (M):**

- From A to C ($0 \leq x \leq L/2$):

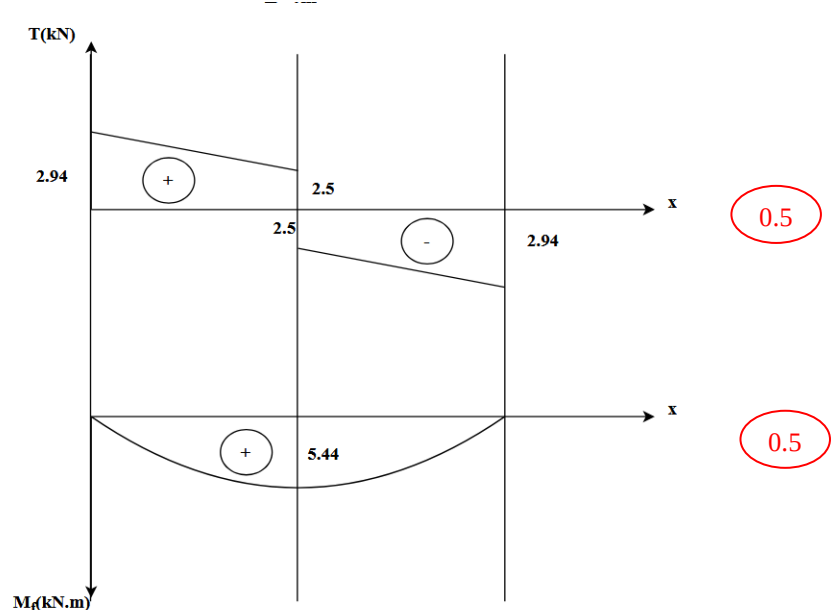
- $M(x) = R_a \cdot x - q \cdot x^2 / 2 = 2.94 \text{ kN} \cdot x - 0.2199 \text{ kN/m} \cdot x^2 / 2$ (0.5)
 - $M(0) = 0$
 - $M(2\text{m}) = 2.94 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m} - 0.2199 \text{ kN/m} \cdot (2 \text{ m})^2 / 2 = 5.4402 \text{ kNm}$ (0.5)

- From C to B ($L/2 \leq x \leq L$):

- $M(x) = R_a \cdot x - q \cdot x^2 / 2 - P \cdot (x - L/2) = 2.94 \text{ kN} \cdot x - 0.2199 \text{ kN/m} \cdot x^2 / 2 - 5 \text{ kN} \cdot (x - 2 \text{ m})$ (0.5)
 - $M(2\text{m}) = 2.94 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m} - 0.2199 \text{ kN/m} \cdot (2 \text{ m})^2 / 2 - 5 \text{ kN} \cdot (2 \text{ m} - 2 \text{ m}) = 5.4402 \text{ kNm}$
 - $M(4\text{m}) = 2.94 \text{ kN} \cdot 4 \text{ m} - 0.2199 \text{ kN/m} \cdot (4 \text{ m})^2 / 2 - 5 \text{ kN} \cdot (4 \text{ m} - 2 \text{ m}) \approx 0$

Diagrams:

- **Shear Force Diagram:** Starts at +2.94 kN, decreases linearly to +2.5 kN at $x=2\text{m}$, jumps down by 5 kN to -2.5 kN, and continues decreasing linearly to -2.94 kN at $x=4\text{m}$.
- **Bending Moment Diagram:** Starts at 0, increases parabolically to a maximum of 5.44 kNm at $x=2\text{m}$, and then decreases parabolically back to 0 at $x=4\text{m}$.



Exercise N°2 (4 Pts)

The two sections S1 and S2 possess 2 axes of symmetry which are therefore the principal axes of inertia. The maximum moment of inertia is that relative to the X-axis.

Section	$I_x (\text{cm}^4)$	$x (\text{cm})$	$A_i (\text{cm}^2)$
S1	$[(x/2) \cdot x^3] / 12 = x^4 / 24 = 54$	6	18
S2	$(x^4 / 24) - [(x/2 - x/10) \cdot (x - x/5)^3] / 12 = 54$	6.58	11,25

The most rational section is S2 because, for the same moment of inertia, its area is the smallest.

Exercise N°3 (4Pts)

1. Determine the diameter of the bronze bar

- Elongation formula: $\Delta L = (F * L) / (A * E)$, where A is the cross-sectional area.
- Area of aluminum bar (A_a) = $\pi * (d_a/2)^2 = \pi * (25 \text{ mm} / 2)^2 = 490.87 \text{ mm}^2$
- Area of bronze bar (A_b) = $\pi * (d_b/2)^2$
- Since $\Delta L_a = \Delta L_b$: $(F_a * L_a) / (A_a * E_a) = (F_b * L_b) / (A_b * E_b)$
- Solve for A_b : $A_b = (500 \text{ mm} * 490.87 \text{ mm}^2 * 70000 \text{ N/mm}^2) / (300 \text{ mm} * 100000 \text{ N/mm}^2)$
 $A_b = 572.68 \text{ mm}^2$
- Solve for d_b : $\pi * (d_b/2)^2 = 572.68 \text{ mm}^2$
- $d_b = 2 * \sqrt{(572.68 \text{ mm}^2 / \pi)} = 27.04 \text{ mm}$
- The diameter of the bronze bar should be approximately 27.04 mm.

2. Calculate the normal stresses

- Normal stress formula: $\sigma = F / A$
- Stress in aluminum (σ_a): $\sigma_a = 30000 \text{ N} / 490.87 \text{ mm}^2 = 61.12 \text{ N/mm}^2 = 61.12 \text{ MPa}$
- Stress in bronze (σ_b): $\sigma_b = 30000 \text{ N} / 572.68 \text{ mm}^2 = 52.38 \text{ N/mm}^2 = 52.38 \text{ MPa}$

Exercise N°4 (6 Pts)

1. Reactions aux appuis:

- $R_A = R_B = qL / 2 = (10 \text{ N/mm} * 4000 \text{ mm}) / 2 = 20000 \text{ N} = 20 \text{ kN}$

2. Moment maximal:

- Bending moment: $M_f(x) = (qL/2) * x - qx^2/2$
- $M_{max} = qL^2 / 8 = (10 \text{ N/mm} * (4000 \text{ mm})^2) / 8 = 20,000,000 \text{ Nmm} = 20 \text{ kNm}$

3. Differential equations of the deformation

- $EIv'' = -(qL/2)x + (q/2)x^2$
- $EIv' = -(qL/4)x^2 + (q/6)x^3 + C$
- $EIv = -(qL/12)x^3 + (q/24)x^4 + Cx + D$

▪ Integration constants:

- $V(0) = 0 \Rightarrow D = 0$
- $V(L) = 0 \Rightarrow C = qL^3/24EI$

4. Maximum deflection $v(x)$

- $V_{max} = V(L/2) = (5qL^4) / (384EI)$

5. Moment of Inertia (I):

- For a rectangular section, $I = (b * h^3) / 12 = (50 \text{ mm} * (100 \text{ mm})^3) / 12 = 4,166,666.67 \text{ mm}^4$

6. Contrainte maximale (σ_{max}):

- Distance to the outermost fiber (y): $y = h / 2 = 100 \text{ mm} / 2 = 50 \text{ mm}$
- $\sigma_{max} = (M_{max} * y) / I = (20,000,000 \text{ Nmm} * 50 \text{ mm}) / 4,166,666.67 \text{ mm}^4 = 240 \text{ MPa}$

7. Comparison with allowable stress:

- $\sigma_{max} = 240 \text{ MPa} > [\sigma] = 160 \text{ MPa}$

- The maximum bending stress (240 MPa) exceeds the allowable stress (160 MPa), indicating that the beam is **not safe** under the given load.

Soil Mechanics Exam.

Problem N°01: (07 pts)

The results of a particle size analysis are shown in the table below:

Sieve size (mm)	Mass retained (g)
63	0.0
37.5	26
19.0	28
13.2	18
9.5	20
6.7	49
4.75	50
2.36	137
1.18	46
0.6	31
0.212	34
0.075	30

The total mass was **469 g**. Plot the particle size distribution curve and determine the coefficient of uniformity, coefficient of curvature and soil description.

Problem N°02: (07 pts)

The following data are given for a specimen of soil:

$$M = 221 \text{ g}, M_s = 128 \text{ g}, G_s = 2.7, S = 75\%$$

Determine the total volume and the porosity of the specimen.

Problem N°03: (06 pts)

Calculate and plot the variation of dry density of a soil in kg/m^3 ($G_s = 2.65$) at $w = 5, 10, 15$, and 20% for degree of saturation, $S = 70, 80, 90$ and 100% .

Good Luck

Bonne Chance

بالتوفيق

Problem N°01: (07 pts)

The calculations are summarized in the table below and presented in Figure 1.4, from which:

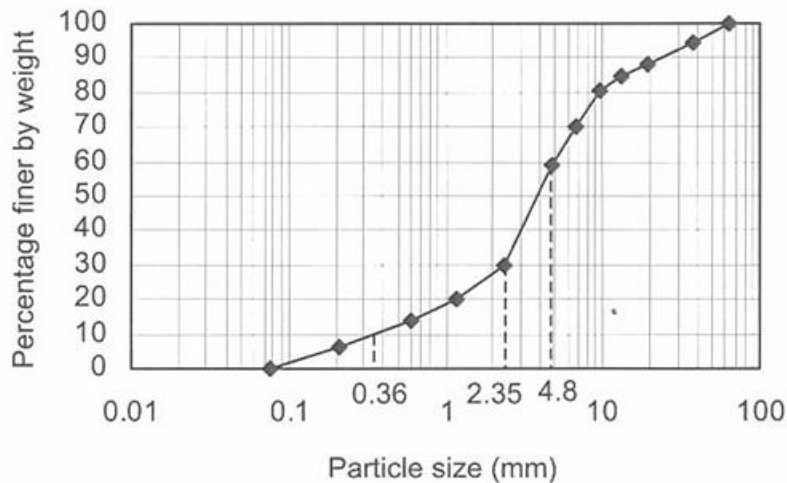
Particle size (mm)	Individual mass retained (g)	Individual percentage retained	Cumulative percentage retained	Cumulative percentage finer
63	0.0	0.00	0.00	100.00
37.5	26	5.54	5.54	94.46
19	28	5.97	11.51	88.49
13.2	18	3.84	15.35	84.65
9.5	20	4.26	19.61	80.39
6.7	49	10.45	30.06	69.94
4.75	50	10.66	40.72	59.28
2.36	137	29.21	69.93	30.07
1.18	46	9.81	79.74	20.26
0.6	31	6.61	86.35	13.65
0.212	34	7.25	93.60	6.40
0.075	30	6.40	100.00	0.00

$D_{10} \approx 0.36$ mm, $D_{30} \approx 2.35$ mm and $D_{60} \approx 4.8$ mm, where D_{10} , D_{30} , D_{60} are the particle sizes corresponding to 10%, 30% and 60% passing (or finer) respectively. The coefficient of uniformity C_U and the coefficient of curvature C_C are found from:

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (1.12)$$

$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}} \quad (1.13)$$

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{4.8}{0.36} = 13.3.$$



$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{60}D_{10}} = \frac{2.35^2}{4.8 \times 0.36} = 3.2.$$

The soil may be classified as *GW* (well graded gravel).

Problem N°02: (07 pts)

Mass related symbols are:

M_s = mass of solids (or dry mass), M_w = mass of water, M_a = mass of air = 0.

$$M = \text{Total mass of soil sample} = M_s + M_w \quad (1.1)$$

$$M = 221.0 = M_s + M_w = 128.0 + M_w, \quad M_w = 93.0 \text{ g.}$$

$$\rho_w = \text{density of water} = 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ Mg/m}^3.$$

$$V_w = 93.0 / \rho_w = 93.0 / 1.0 = 93.0 \text{ cm}^3.$$

Volume related symbols are defined as follows:

V_a = volume of the air within the voids between particles.

V_w = volume of the water within the voids between particles. V_s = volume of the solids.

V_v = volume of the voids within a given sample = $V_w + V_a$.

$$V = \text{Total volume of soil sample} = V_s + V_v \quad (1.2)$$

Density of solids ρ_s is the ratio of the mass of the solids to the volume of the solids:

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \quad (1.3)$$

Specific gravity of solids G_s is the ratio of the density of the solids to the density of water:

$$G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w} \quad (1.4)$$

$$\rho_s = M_s / V_s \rightarrow M_s = \rho_s \times V_s = G_s \times \rho_w \times V_s = 2.7 \times 1.0 \times V_s = 128.0,$$

$$V_s = 47.4 \text{ cm}^3.$$

Degree of saturation S_r is the ratio of the volume of the water to the volume of the voids:

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \quad (1.5)$$

$$S_r = 0.75 = V_w / V_v = 93.0 / V_v \rightarrow V_v = 124.0 \text{ cm}^3, \text{ thus}$$

$$V = V_s + V_v = 47.4 + 124.0 = 171.4 \text{ cm}^3.$$

Void ratio e is the ratio of the volume of the voids to the volume of the solids:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1.6)$$

Porosity n is the ratio of the volume of voids to the total volume:

$$n = \frac{V_v}{V} \rightarrow n = \frac{V_v}{V_s + V_v} = \frac{e}{1 + e} \quad (1.7)$$

$$n = V_v / V = 124.0 / 171.4 = 0.723 = 72.3\%.$$

Problem N°03: (06 pts)

w (%)	$\rho_d @ S$ (kg/m ³)			
	70%	80%	90%	100%
5	2228	2273	2310	2340
10	1922	1991	2047	2095
15	1690	1770	1838	1896
20	1508	1594	1668	1732

Solutions Chemistry

Typical Correction

Exercise 1 (12 points)

- (a) $K_s = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = 3 \times 10^{-12}$
 We also know that $S = [\text{CrO}_4^{2-}] = \frac{[\text{Ag}^+]}{2}$
 So $K_s = 4S^3 \Rightarrow S = \left(\frac{K_s}{4}\right)^{1/3} = 9.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ (i.e., 30 mg/L)
- (b) Silver chromate precipitates when the solubility product is reached:
 $3 \times 10^{-12} = (10^{-4})^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] \Rightarrow [\text{CrO}_4^{2-}] = 3 \times 10^{-4} \text{ mol} \Rightarrow 49 \text{ mg of Na}_2\text{CrO}_4$
- (c) Initial solubility: $S_i = 9.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$
 Final solubility: $S_f = 9.1 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$
 With: $(2S_f + X)^2 \cdot S_f = K_s$, neglecting S_f before X :
 $X = \sqrt{\frac{K_s}{S_f}} = 5.7 \times 10^{-3} \text{ mol} \Rightarrow 0.98 \text{ g of AgNO}_3$
- (d) Same solubilities: $S_i = 9.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $S_f = 9.1 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$
 With: $(2S_f)^2 \cdot (S_f + X) = K_s$, neglecting S_f before X :
 $X = \frac{K_s}{(2S_f)^2} = 90 \text{ mol} \Rightarrow 14.5 \text{ kg}$
Impossible to reduce silver chromate solubility by 1000 this way.
- (e) $[\text{Ag}^+] = \frac{200}{108} = 1.85 \text{ mol/L}$ and $[\text{CrO}_4^{2-}] = \frac{100}{162} = 0.617 \text{ mol/L}$
 Obviously, silver chromate precipitates until saturation. Suppose X moles precipitate:
 $[\text{Ag}^+] = 1.85 - 2X$ and $[\text{CrO}_4^{2-}] = 0.617 - X$
 $(1.85 - 2X)^2 \cdot (0.617 - X) = 3 \times 10^{-12}$
 $X \approx 0.617 \Rightarrow [\text{Ag}^+] = 0.616 \text{ mol/L} \Rightarrow 66.5 \text{ g of silver ions}$

Exercise 2 (8 points)

- Concentration C_1 of HCOOH
 This concerns the pH of a weak acid:
 $\text{pH} = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_1) \Rightarrow C_1 = 0.02 \text{ M}$

2. Concentration C_2 of NaOH

At neutralization: $C_2V_2 = C_1V_1 \Rightarrow C_2 = 0.04 \text{ M}$

3. For $V_{\text{NaOH}} = 125 \text{ cm}^3$, we have half-neutralization.

This is a buffer mixture with $[\text{HCOOH}] = [\text{HCOONa}] \Rightarrow \text{pH} = pK_a = 3.7$

4. For $V_{\text{NaOH}} = 250 \text{ cm}^3$, we have full neutralization.

The solution contains only HCOONa.

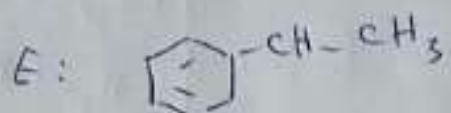
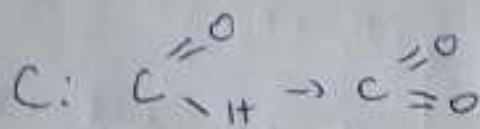
$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}(pK_a + \log C) \Rightarrow \text{pH} = 7.91$$

5. Buffer solution:

$$\text{pH} = pK_a + \log \left(\frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} \right) \Rightarrow \text{pH} = 3.4$$

Exo1: 6 pts

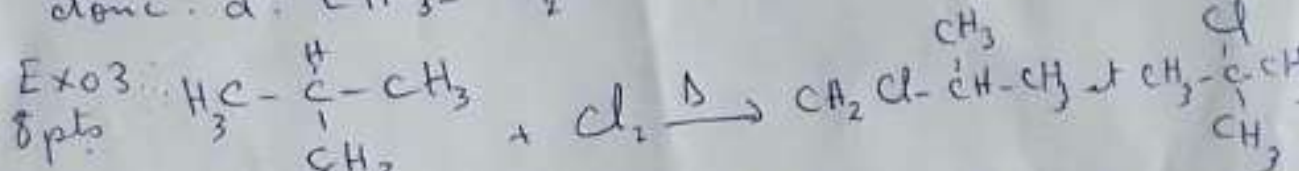
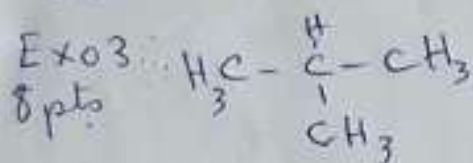
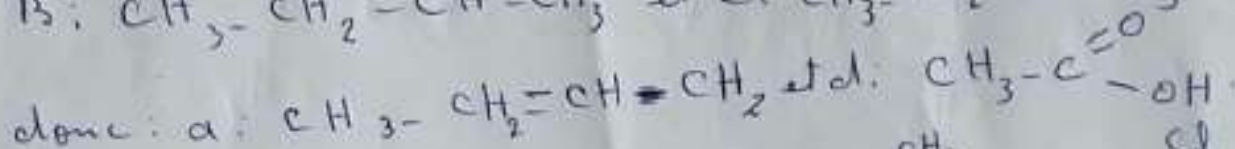
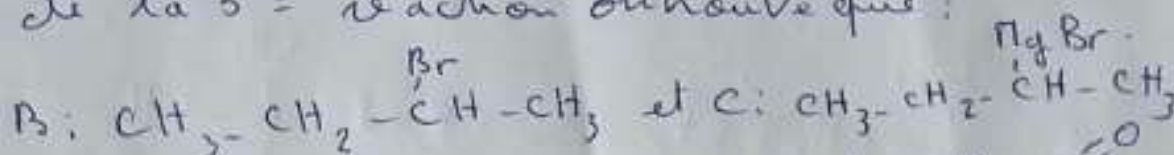
Corrigé type: chimie organique



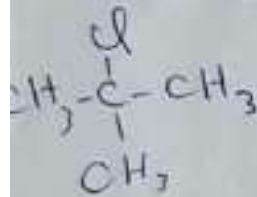
Q₂: Voir le cours.

Exo2: 6 pts

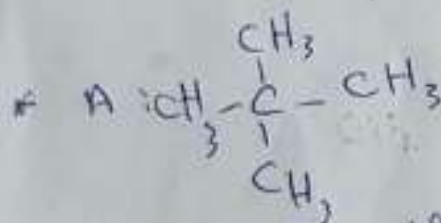
de la 3^{ème} = réaction oxydante que:



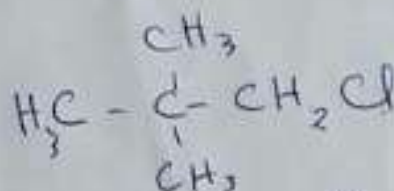
e) Le composé qui se forme le plus rapidement est le.



parce qu'il provient du C. C 3^o qui est le plus stable.



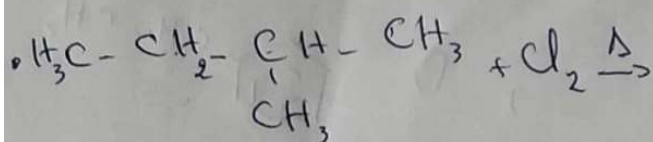
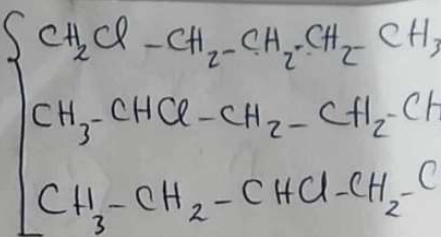
2,2-diméthylpropane.



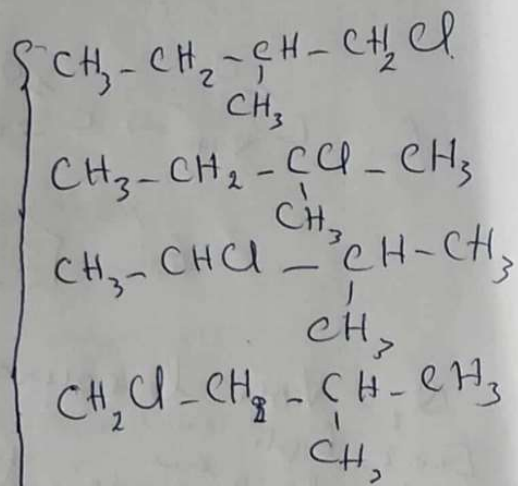
2,2-diméthyl chloropropane.

$\bullet$ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta}$

le 1^{er} isomère donne trois dérivés monochlorés.



alors que le deuxième donne 4 dérivés.

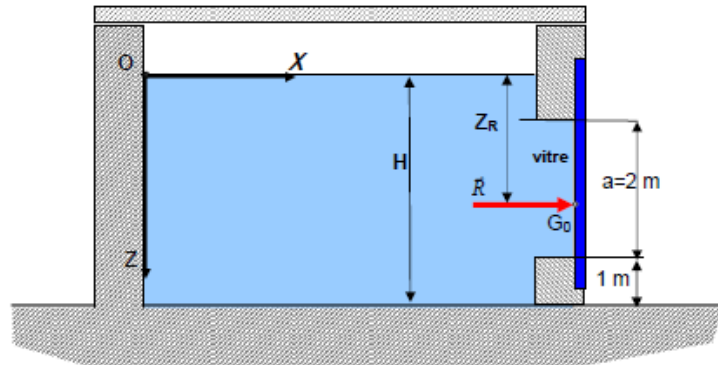


Niveau : 2^{ème} année ingénieur génie civil
 Module : hydraulique générale
 Date : 15 Mai 2025

CONTROLE (90 min, 20 points)

Exercice 01 (05 pts)

On considère un aquarium géant utilisé dans les parcs d'attraction représenté par la figure suivante :

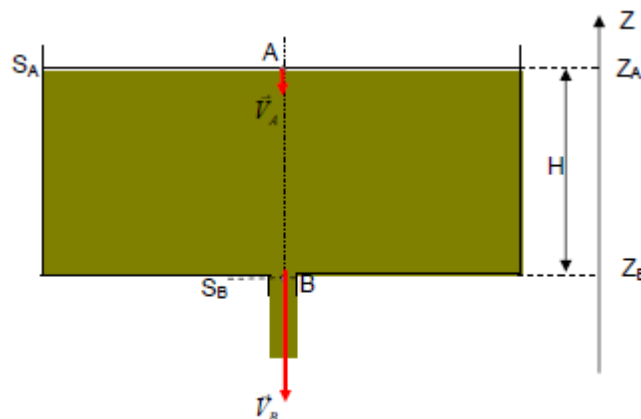


Il est rempli d'eau à une hauteur $H=6\text{m}$, et équipé d'une partie vitrée de forme rectangulaire de dimensions $(2\text{m} \times 3\text{m})$ qui permet de visualiser l'intérieur.

Travail demandé :

- 1) Représenter le champ de pression qui s'exerce sur la partie vitrée.
- 2) Déterminer le module de la résultante $\vec{R}$ des forces de pression.
- 3) Calculer la profondeur Z_R du centre de poussée.
- 4) Reprendre les questions 2. et 3. en changeant la forme rectangulaire de la partie vitrée par une forme circulaire de diamètre $d=2\text{m}$.

Exercice 02 (08 pts)



Le réservoir cylindrique représenté ci-dessus, ouvert à l'air libre, a une section S_A de diamètre $D_A = 2\text{m}$. Il est muni, à sa base, d'un orifice de vidage de section S_B et de diamètre $D_B = 14\text{mm}$. Le réservoir est plein jusqu'à une hauteur $H=(Z_A - Z_B)= 2,5\text{m}$ de fioul, liquide considéré comme fluide parfait, de masse volumique $\rho= 817\text{ kg/m}^3$.

On donne

- la pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$.
- l'accélération de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

On note $\alpha = (S_B/S_A)$

Partie 1 : L'orifice est fermé par un bouchon.

- 1) En appliquant la RFH, déterminer la pression P_B au point B.
- 2) En déduire la valeur de la force de pression F_B qui s'exerce sur le bouchon.

Partie 2 : L'orifice est ouvert.

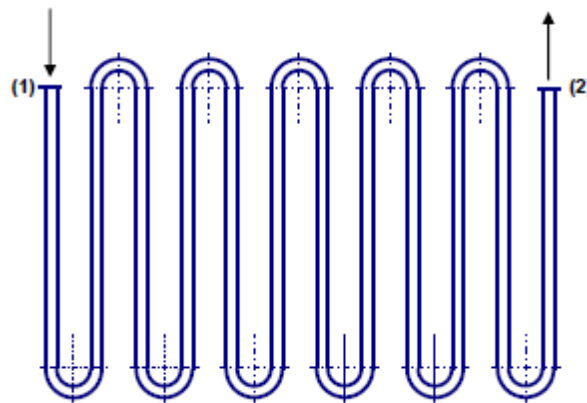
On procède à la vidange du réservoir.

Le fluide s'écoule du réservoir. Sa vitesse moyenne d'écoulement au point A est notée V_A , et sa vitesse d'écoulement au niveau de l'orifice est notée V_B .

- 1) Ecrire l'équation de continuité. En déduire V_A en fonction de V_B et α .
- 2) En appliquant le théorème de Bernoulli entre A et B, établir l'expression littérale de la vitesse V_B en fonction de g , H et α .
- 3) Calculer la valeur de α . L'hypothèse de considérer un niveau H du fluide varie lentement est-elle vraie ? Justifier votre réponse.
- 4) Calculer V_B en considérant l'hypothèse que $\alpha \ll 1$.
- 5) Déterminer le débit volumique Q_v du fluide qui s'écoule à travers l'orifice. (en litre par seconde)
- 6) Quelle serait la durée T du vidage si ce débit restait constant ?

Exercice 03 (07 pts)

Un liquide de refroidissement circule dans un radiateur en forme de serpentin



Le serpentin comprend les éléments suivants :

12 tubes rectilignes de diamètre $d = 10 \text{ mm}$ et de longueur 1 m chacun.

11 coudes à 180° ayant chacun un coefficient de perte de charge $K_s = 0,4$.

La conduite transporte un débit volumique $q_v = 0,25 \text{ l/s}$. La pression en entrée est $P_1 = 3 \text{ bars}$.

On donne les caractéristiques du fluide de refroidissement:

- viscosité dynamique : $\mu = 10^{-3} \text{ Pa.s}$.
- masse volumique : $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

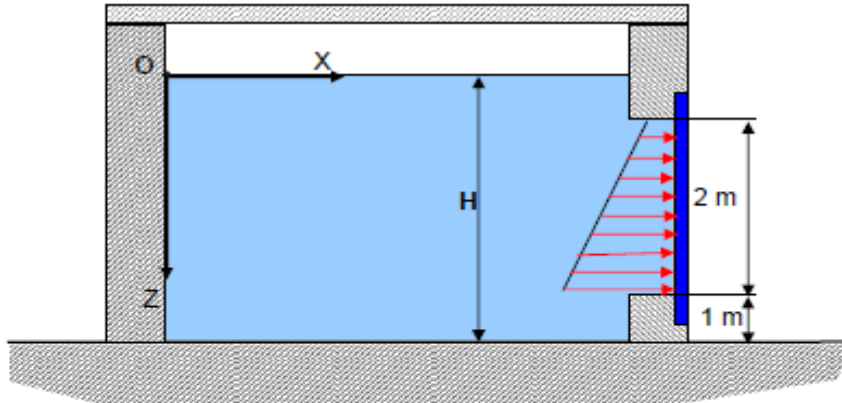
Travail demandé :

- 1) Calculer la vitesse V d'écoulement du fluide dans la conduite en (m/s).
- 2) Calculer le nombre de Reynolds Re .
- 3) Préciser la nature de l'écoulement.
- 4) Déterminer le coefficient de perte de charges linéaire λ , en précisant la formule utilisée.
- 5) Calculer les pertes de charges linéaires J_L en J/kg.
- 6) Calculer les pertes de charges singulières J_s en J/kg.
- 7) Appliquer le théorème de Bernoulli entre les points (1) et (2) pour déterminer la pression de sortie P_2 .

Corrigé

Exercice 01

1) Le champ de pression agissant sur le vitrage a l'allure suivante :



2) Si on néglige la pression atmosphérique, la résultante des forces de pressions :

$$\vec{R} = P_G \cdot S \cdot \vec{X} \quad \text{avec } S = a \cdot b \quad \text{donc } \|\vec{R}\| = \rho \cdot g \cdot S \cdot Z_g \quad \text{A.N. } \|\vec{R}\| = 1000 \cdot 9,81 \cdot 6,4 = 235440 \text{ N}$$

3) La profondeur Z_R du centre de poussée est donnée par l'expression suivante :

$$Z_R = \frac{I_{(G,f)}}{Z_g \cdot S} + Z_g \quad \text{ou } I_{(G,f)} = \frac{2^3 \cdot 3}{12} = 2 \text{ m}^4 \quad \text{A.N. } Z_R = 4,0833 \text{ m}$$

4) Cas d'une partie vitrée de forme circulaire de diamètre $d = 2 \text{ m}$:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 3,141 \text{ m}^2, \quad I_{(G,f)} = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = 0,785 \text{ m}^4$$

$$\|\vec{R}\| = \rho \cdot g \cdot S \cdot Z_g \quad \text{A.N. } \|\vec{R}\| = 123252 \text{ N}$$

$$Z_R = \frac{I_{(G,f)}}{Z_g \cdot S} + Z_g \quad \text{A.N. } Z_R = \frac{0,785}{4,314} + 4 = 4,0625 \text{ m}$$

Exercice 02

Partie 1

$$1) P_B = P_A + \rho \cdot g \cdot H \quad \text{A.N. } P_B = 10^5 + 817,9 \cdot 2,5 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ pascal}$$

$$2) F_B = P_B \cdot S_B = P_B \cdot \frac{\pi D_B^2}{4} \quad \text{A.N. } F_B = 1,2 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi (14 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 18,472 \text{ N}$$

Partie 2

$$1) \text{ Equation de continuité } S_A V_A = S_B V_B \Rightarrow V_A = \alpha V_B$$

$$2) \text{ Equation de Bernoulli : } \frac{V_B^2 - V_A^2}{2} + \frac{P_B - P_A}{\rho} + g(Z_B - Z_A) = 0$$

$$\text{or } P_A = P_B = P_{\text{atm}}, (Z_B - Z_A) = H, V_A = \alpha V_B \text{ donc } V_B = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{1 - \alpha^2}}$$

$$3) \alpha = \frac{S_B}{S_A} = \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^2 \quad \text{A.N. } \alpha = \left(\frac{14 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 = 4,9 \cdot 10^{-5}$$

L'hypothèse de considérer un niveau quasi-constant est vraie car $\alpha \ll 1$ donc $V_A \approx 0$

$$4) V_B = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad \text{A.N. } V_B = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 2,5} = 7 \text{ m/s}$$

$$5) Q_v = S_B V_B = \frac{\pi D_B^2}{4} V_B \quad \text{A.N. } Q_v = \frac{\pi (14 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 7 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1 \text{ L/s}$$

$$6) T = \frac{V}{Q_v} = \frac{\pi D_A^2 H}{4 Q_v} \quad \text{A.N. } Q_v = \frac{\pi \cdot 2^2}{4 \cdot 10^3} \cdot 2,5 = 7854 \text{ s} \approx 130 \text{ mn} = 2 \text{ h } 10 \text{ mn}$$

Exercice 03

1) Vitesse d'écoulement : $V = \frac{4.q_v}{\pi.d^2}$ A.N. $V = \frac{4.0,25.10^{-3}}{\pi.0,01^2} = 3,18 \text{ m/s}$

2) Nombre de Reynolds : $R_e = \frac{V.d}{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)}$ A.N. $R_e = \frac{3,18.0,01}{\left(\frac{10^{-3}}{10^3}\right)} = 31800$

3) $2000 < R_e < 10^5$: il s'agit d'un écoulement turbulent lisse.

4) Formule de Blasius : $\lambda = 0,316.R_e^{-0,25}$ A.N. $\lambda = 0,316.31800^{-0,25} = 0,02366$

5) Pertes de charge linéaires $J_L = -\lambda.\frac{V^2}{2}\left(\frac{L}{d}\right)$

A.N. $J_L = -0,02366.\frac{3,18^2}{2}.\frac{12}{0,01} = -143,55 \text{ J/kg}$

6) Pertes de charge singulières : $J_s = -K_s.\frac{V^2}{2}$

A.N. $J_s = -(0,3.11).\frac{3,18^2}{2} = -22,24 \text{ J/kg}$

7) Equation de Bernoulli : $\frac{1}{2}(V_2^2 - V_1^2) + \frac{1}{\rho}.(P_2 - P_1) + g.(Z_2 - Z_1) = J_L + J_s$

Or $V_1 = V_2$, $P_1 = P_2 = P_{atm}$

donc : $P_2 = P_1 + \rho.(J_L + J_s)$

A.N. $P_2 = 3.10^5 - 1000.(143,55 + 22,24) = 134210 \text{ Pa} = 1,3421 \text{ bar}$

Commentaire : La perte de charge singulière constitue une part non négligeable dans la perte de charge totale (13,4 %). Ce ci est dû au nombre important d'accidents de parcours (coudes).



Corrigé Type Production d'énergie électrique

I. Questions Directes (13points)

1. Définissez les énergies renouvelables et non renouvelables. Donnez un exemple de chaque type.

a. Énergies renouvelables : (2points)

Les énergies renouvelables sont des énergies issues de sources que la nature peut renouveler en permanence (soleil, eau, vent, biomasse...). Ces ressources sont considérées comme inépuisables à l'échelle du temps humain, car elles se régénèrent plus vite que nous ne les consommons.

Les types des énergies renouvelables : L'énergie solaire, L'énergie hydraulique, L'énergie éolienne, L'énergie géothermique, L'énergie biomasse.

b. Énergies non renouvelables : (2points)

Les énergies non renouvelables sont des énergies qui n'ont pas la capacité de se reconstituer à l'échelle du temps humain. Il peut s'agir d'énergies fossiles ou nucléaires. Parce qu'elles s'épuisent au fur et à mesure de notre consommation, on peut dire que leurs stocks sont limités. En effet, il faut attendre parfois jusqu'à plusieurs millions d'années pour qu'elles se renouvellent.

Les quatre sources des énergies non renouvelables : Le pétrole, Le gaz, Le charbon, L'uranium.

2. Expliquez le principe de fonctionnement d'une centrale thermique à flamme. (2,5 points)

Une Centrale thermique à flamme utilise un seul cycle de production d'énergie. Le combustible (charbon, fioul ou gaz) est brûlé pour produire de la chaleur. Cette chaleur est utilisée pour chauffer de l'eau et produire de la vapeur. La vapeur entraîne une turbine, qui entraîne à son tour un alternateur pour générer de l'électricité. Une partie importante de l'énergie est perdue sous forme de chaleur dans les gaz de combustion.

3. Quelles sont les principales étapes du fonctionnement d'un groupe électrogène ? (2points)

Le fonctionnement d'un groupe électrogène repose sur la conversion de l'énergie chimique contenue dans le carburant en énergie électrique. Le moteur thermique actionne un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique grâce à l'induction électromagnétique.

➤ Les principales étapes du processus sont :

- La combustion du carburant dans le moteur thermique produit une force mécanique.
- Cette force fait tourner l'arbre de l'alternateur.
- L'alternateur produit un courant alternatif par induction électromagnétique.
- Un régulateur de tension assure une tension stable à la sortie.

4. Citez deux avantages et deux inconvénients de l'énergie hydraulique. (2 points)

Avantages

- Énergie propre, renouvelable et non polluante
- Coûts d'exploitation relativement faibles une fois les infrastructures mises en place
- Capacité de réguler le débit des rivières, aidant à prévenir les inondations
- Grande durée de vie des infrastructures.

Inconvénients

- Impact environnemental : modification des écosystèmes aquatiques, déplacement des populations locales
- Dépendance aux conditions climatiques et aux variations hydrologiques
- Investissement initial très élevé

5. Décrivez les composants principaux d'une éolienne et leur fonction. (2,5 points)

La composition d'une éolienne typique est:

- **Rotor (Moyeu + Pales):** Capte l'énergie du vent et la transforme en mouvement de rotation.
- **Générateur:** Transforme le mouvement en électricité.
- **Nacelle:** Contient le générateur et les composants mécaniques.
- **Système d'orientation:** Aligne la nacelle face au vent.
- **Mât:** Supporte l'éolienne et la place en hauteur pour capter plus de vent.
- **Transformateur:** Élève la tension de l'électricité produite.
- **Base/Fondation:** Assure la stabilité de l'éolienne.
- **Câbles électriques:** Acheminent l'électricité vers le réseau.

II. Vrai ou Faux (4 points)

1. **Vrai** – Les groupes électrogènes utilisent du diesel ou de l'essence (carburants fossiles).
2. **Faux** – Une centrale nucléaire fonctionne par fission, pas par combustion.
3. **Faux** – Seul le circuit primaire est radioactif, le secondaire ne l'est pas.
4. **Vrai** – Les turbines Pelton sont utilisées pour les hautes chutes d'eau.
5. **Faux** – Les éoliennes à axe vertical n'ont pas besoin de s'orienter.
6. **Vrai** – Les centrales CSP utilisent des miroirs pour chauffer un fluide.
7. **Faux** – Les panneaux photovoltaïques transforment la lumière, pas la chaleur.
8. **Faux** – Une cellule photovoltaïque produit du courant continu, pas alternatif.

III. Questions à Choix Multiples (QCM) (3 points)

1. Quel composant est chargé de transformer l'énergie mécanique en électricité ?
C. Alternateur.
2. Quel est le rôle du condenseur dans une centrale thermique ?
B. Refroidir la vapeur.
3. Quel système permet de produire de l'électricité sans mouvement mécanique ?
C. Système photovoltaïque.

Correction au contrôle: ELT F2 - date: 2^{ème} LMD, ELT
2024/2025 -

Exercice 1): $\sigma_{cc} \rightarrow$ 6,6 points

1) à pleine charge:

a) $P_a = ?$ $P_a = \mu I_a + P_{ex}$ (0,2)

$= (230 \times 40) + 220 = 9420 \text{ W}$ (0,1)

(avec $b_{ex} = b_{js}$)

b) C_e et $\omega_m = ?$

c) $C_e = \frac{P_{em}}{\omega}$ avec $P_{em} = P_a - P_{js} - P_{ex} = (\mu - R_a I_a) I_a = (230 - 234 \times 40) 40$ (0,2)

Donc: $C_e = \frac{8560}{2\pi \times 1000 / 60}$

$= 81,742 \text{ N.m}$ (0,1)

$= 214,40$
 $= 8560 \text{ W}$ (0,1)

-) $\omega = \frac{P_m}{T} = \frac{P_a - P_{js} - P_{ex} - P_{ch}}{T}$ (0,2)

(0,1) $P_{js} = R_a I_a^2 = 0,4 \times 40^2 = 640 \text{ W}$ (0,1)

-) $\omega = \frac{9420 - 220 - 640 - 640}{2\pi \times 1000 / 60} = \frac{7960}{2\pi \times 1000 / 60} = 76,012 \text{ N.m}$ (0,1)

c) $\eta = \frac{P_m}{P_a} = \frac{7960}{9420} = 0,84 = 84\%$ (0,1)

d) À vide: $N_v = ?$

on a: $\begin{cases} E_{ch} = \frac{1}{\Phi} \frac{d\Phi}{dt} \cdot N \\ E_v = \frac{1}{\Phi} \frac{d\Phi}{dt} \cdot N_v \end{cases}$: puis que courant d'excitation etc $\rightarrow \Phi_v = \Phi_{ch} = \text{cte}$ (0,2)

$\rightarrow N_v = \frac{E_v}{E_{ch}} \cdot N = \frac{(\mu - R_a I_v) \cdot N}{E_{ch}} = \frac{228,96}{234} \cdot 1000 \approx 9780 \text{ tr/min}$ (0,1)

Exercice 2): ALY 3 V: (17,5) $\rightarrow$ 5,5 points

1) $N_s = ?$ $N_s = \frac{60 f}{P} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ tr/min}$ (0,1)

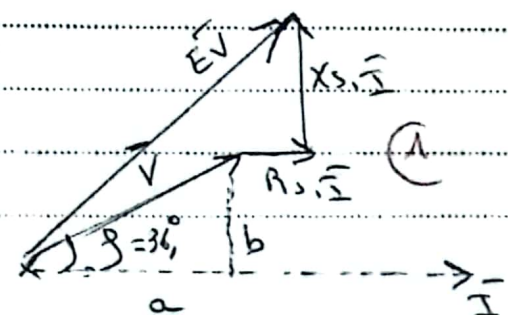
2) $f_{em} = ?$ (σ vide) entre bornes:

on a: $\vec{E}_v = \vec{V} + R_s \vec{I} + j X_s \vec{I}$ (0,1)

D'après le diagramme de B. E:

$E_v^2 = (a + R_s I)^2 + (b + X_s I)^2$ (0,2)

avec: $\begin{cases} a = V \cos \theta \\ b = V \sin \theta \end{cases}$ (0,2)



$$\rightarrow E_v = \sqrt{(V \cos \phi + R_s I)^2 + (V \sin \phi + X_s I)^2}$$

$$E_v = \sqrt{(2885,0,799 \cdot 0,2,200)^2 + (2885,0,6 + 4,41 \cdot 200)^2} \quad (0,1)$$

$$E_v = 3224,43 \text{ V} \quad (0,2)$$

$$\rightarrow E'_v = \sqrt{3} \cdot E_v = 5584,87 \text{ V} \quad (0,2)$$

avec $X_s = \omega L_s = \pi f \cdot L_s$
 $(0,1) \approx 2,41 \Omega$
 $I = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi}$
 $(0,2) = \frac{1,04 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,8} \approx 760 \text{ A}$
 $(0,1)$

Exercice 3) : MAS $\rightarrow$ 6 points
 (3 V)

En charge :

1) $\cos \phi = ?$ on a : $\cos \phi = \frac{P_a}{\sqrt{3} U I} = \frac{24,6 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 45} \approx 0,832 \quad (0,1)$

2) $N_r = ?$, $N_r = (1 - g) N_s = (1 - 0,07) \cdot 3000 = (1 - 0,07) \cdot 3000 = 2790 \text{ tr/min} \quad (0,1)$

3) $\eta = ?$ et $\omega = ?$ $(0,1)$

$\rightarrow \eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_a - P_{js} - P_{fu} - P_{jr} - P_{\text{mé}}}{P_a} \quad (0,1)$

avec : $\bullet) P_{js} = 3 R_s \cdot I^2 = 3 \cdot 0,17 \cdot 45^2 = 1731,37 \text{ W} \quad (0,2)$

$\bullet) P_{fu} = ?$ on a : $P_{tr} = P_a - P_{js} - P_{fu} \quad (0,2)$

$\rightarrow P_{fu} = P_a - P_{tr} - P_{js}$

avec : $\bullet) P_{tr} = C \cdot \Omega_r = 69 \cdot 2\pi \cdot \frac{3000}{60} = 21627 \text{ W} \quad (0,1)$

Donc : $P_{fu} = 24645 - 21627 - 1731,37 \approx 1236,63 \text{ W} \quad (0,2)$

$\bullet) P_{jr} = g \cdot P_{tr} = 0,07 \cdot 21627 = 1517,4 \text{ W} \quad (0,2)$

$\rightarrow \eta = \frac{24645 - 1731,37 - 1236,63 - 1517,4 - 1233}{24645}$

$\eta = \frac{18969,6}{24645} \approx 0,77 = 77\% \quad (0,1)$

$\bullet) \omega = ?$ $\omega = \frac{P_u}{P_r} = \frac{P_u}{2\pi N_r / 60} = \frac{18969,6}{2\pi \cdot 2790 / 60} = 64,93 \approx 65 \text{ N.m} \quad (0,1)$

Questions de cours : $\rightarrow$ 2 points

Q1) $\rightarrow$ (1)

Q2) $\rightarrow$ (1)

voir le cours : 6 points

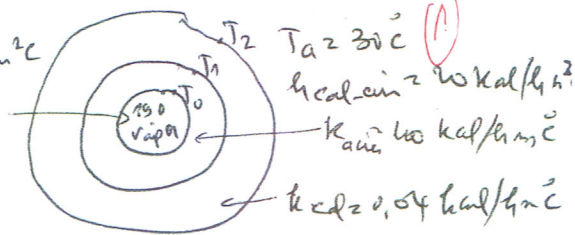
Exo 02.

$r_1 = 2,5 \text{ cm}, r_2 = 3 \text{ cm}, r_{\text{cal}} = 10,5 \text{ cm}.$

TB in ST and n G H.

$q_r = q_{r,dr} + 0 \Rightarrow \frac{d\phi}{dr} = 0 \Rightarrow \phi_r = \text{cte}.$

$h_{\text{vap-tube}} = 40 \text{ kcal/h.m}^2\text{C}$



$q_0 = q_1 = q_2 = q_3 = q \Rightarrow q = \frac{T_{\text{vap}} - T_0}{\frac{1}{h_{\text{vap}} A_0}} = \frac{T_0 - T_1}{\frac{e_1}{k_{\text{air}} A_1}} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{e_2}{k_{\text{cal}} A_2}} = \frac{T_2 - T_a}{\frac{1}{h_{\text{air}} A_3}} \quad (1)$

$e_1 = r_1 - r_0, e_2 = r_c - r_1, e_1 = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}, e_2 = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \quad (0,5)$

$A_0 = 2\pi r_0 L, A_3 = 2\pi r_c L \quad (0,5)$

$A_1 = \frac{A_1 \cdot A_0}{L \ln \frac{A_1}{A_0}} = \frac{2\pi L \cdot e_1}{L \ln \frac{r_1}{r_0}}, A_2 = \frac{A_2 - A_1}{L \ln \frac{A_2}{A_1}} = \frac{2\pi L \cdot e_2}{L \ln \frac{r_c}{r_1}} \quad (0,5)$

$\Rightarrow q = \frac{T_{\text{vap}} - T_a}{\frac{1}{h_{\text{vap}} A_0} + \frac{e_1}{k_{\text{air}} A_1} + \frac{e_2}{k_{\text{cal}} A_2} + \frac{1}{h_{\text{air}} A_3}} \quad (0,5)$

NA: $q = 613 \text{ kcal/h} = 170,18 \text{ W} \left[\frac{10^3 \text{ cal}}{3600 \text{ s}} \right]$

$q = \frac{T_{\text{vap}} - T_0}{\frac{1}{h_{\text{vap}} A_0}} \Rightarrow T_0 = T_{\text{vap}} - \frac{q}{h_{\text{vap}} A_0} \quad (0,5)$

NA: $T_0 = 185,12^\circ \text{C} \quad (1)$

$q = \frac{T_0 - T_1}{\frac{e_1}{k_{\text{air}} A_1}} \Rightarrow T_1 = T_0 - \frac{q \cdot e_1}{k_{\text{air}} A_1} \quad (1)$

NA: $185,097^\circ \text{C} = T_1 \quad (1)$

$q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{e_2}{k_{\text{cal}} A_2}} \Rightarrow T_2 = T_1 - \frac{q \cdot e_2}{k_{\text{cal}} A_2} \quad (1)$

NA: $T_2 = 32,32^\circ \text{C} \quad (1)$

Exo 02: $K_m = \sum_{i=1}^3 \frac{\alpha_i K_i}{\sum_{j=1}^3 \alpha_j \phi_{ij}} \quad (0,5)$

$K_m = \frac{\alpha_1 K_1}{\alpha_1 \phi_{11} + \alpha_2 \phi_{12} + \alpha_3 \phi_{13}} + \frac{\alpha_2 K_2}{\alpha_1 \phi_{21} + \alpha_2 \phi_{22} + \alpha_3 \phi_{23}} + \frac{\alpha_3 K_3}{\alpha_1 \phi_{31} + \alpha_2 \phi_{32} + \alpha_3 \phi_{33}} \quad (0,5)$

$\phi_{ij} = \frac{1}{\sqrt{8}} \cdot \left[1 + \frac{M_i}{M_j} \right]^{-0,5} \cdot \left[1 + \left(\frac{\mu_i}{\mu_j} \right)^{0,5} \cdot \left(\frac{M_j}{M_i} \right)^{0,25} \right]^2 \quad (0,5)$

$\phi_{11} = \phi_{22} = \phi_{33} = 1, \phi_{12} = 0,188, \phi_{13} = 0,658, \phi_{2,2} = 2,48, \phi_{23} = 2,095$

$\phi_{31} = 1,351, \phi_{3,2} = 0,327 \cdot \text{NA} \cdot K_m = 1453,6 \cdot 10^{-7} \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot \text{K} \quad (1)$

Exo 03:

TB, ST and NH.

$$q_n - q_{n+1} dn + 0 = 0$$

$$\frac{dq}{dn} = 0 \Rightarrow q_n = \text{cte}$$

$$\Rightarrow q = -kA \frac{dT}{dn}$$

$$\Rightarrow q dn = -kA (1 + \alpha T) dT$$

$$n = 0 \text{ and } n = 0.1 \text{ m. } T_A = 600^\circ\text{C}$$

$$q_A \int_0^{0.1} dn = -0.4 \times 1 \int_{600}^{T_1} (1 + 0.0008T) dT$$

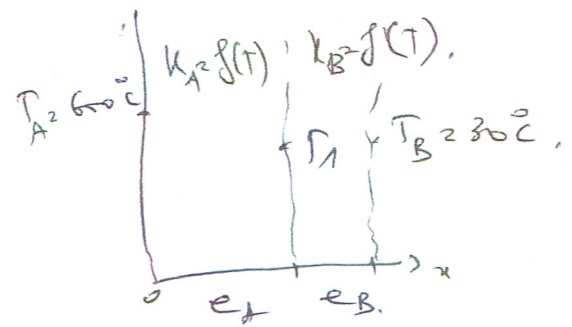
$$\Rightarrow q_A = 4 \cdot (600 - T_1) \cdot [1 + 0.0004(T_1 + 600)]$$

$$\text{for } n = 0.1 \text{ and } n = 0.15 \text{ m. } T_B = 30^\circ\text{C}$$

$$q_B \int_{0.1}^{0.15} dn = -0.5 \times 1 \int_{T_1}^{30} (1 + 0.002T) dT$$

$$\Rightarrow q_B = 10 \cdot (30 - T_1) \cdot [1 + 0.001(T_1 + 30)]$$

$$\text{we have } q_A = q_B \Rightarrow T_1 = 383.7^\circ\text{C} \Rightarrow q = 4.28 \text{ kW}$$



2ème Licence GC - Corrigé type de l'examen
de MOC I -

1- / Les catégories des matériaux de base sont :

- Les Métaux (0.5)
- Les polymères (0.5)
- Les céramiques (0.5)

3 pts

2- / Vrais ou faux :

* la compacité est le rapport ... (Faux) (0.5)

la réponse : la compacité est le rapport du solide au volume total (0.5)

* la masse volumique apparente ... (Vrais) (0.5)

* l'humidité est : $W = \frac{(G_h - G_s)}{G_h}$ (Faux) (0.5)

la réponse : $W = \frac{(G_h - G_s)}{G_s} \times 100$ (0.5)

2.5 pts

3- / Les définitions :

* le fluage : lorsqu'un corps est soumis à l'action prolongée d'une force, la déformation instantanée apparaît lors de la mise en charge est suivie d'une déformation différée lente à laquelle on donne le nom de fluage (0.5)

4.5 pts

* Un liant aérien : c'est un liant qui durcit à l'air dû à une réaction de carbonatation, chaux aérienne, plâtre, argile. (0.5)

* Un liant hydraulique : durcit en milieux humides ou dans l'eau dû à une réaction d'hydratation de silicates ou d'aluminates : chaux hydraulique, ciments. (0.5)

4- / Les étapes de fabrication des granulats : sont comme suit :

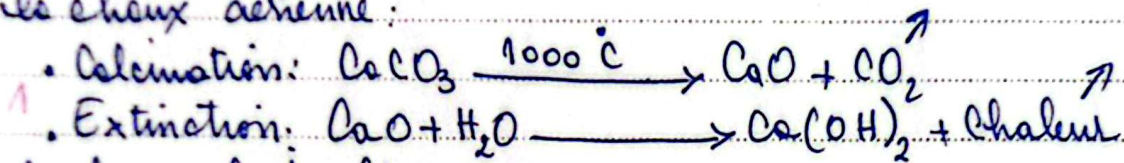
* l'extraction (0.5)

- le transport 0,5
- le traitement 0,5
 - 1 - le concassage 0,15
 - 2 - le criblage 0,15
 - 3 - le lavage 0,15
 - 4 - le stockage 0,15
- le contrôle de qualité 0,5
- la livraison 0,5

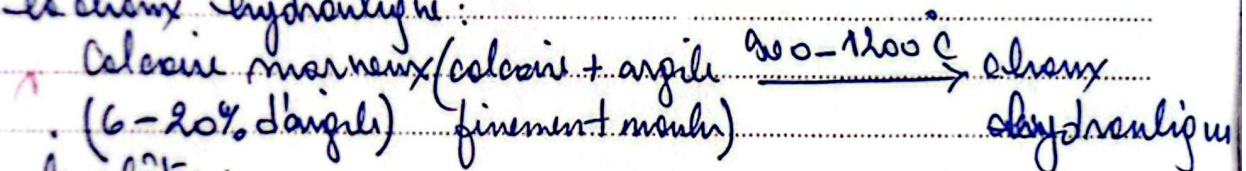
3,5 pts

5- / les équations de fabrication de :

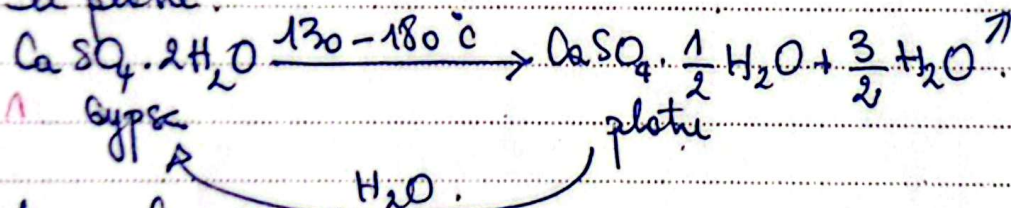
1. le ciment aérien :



2. le ciment hydraulique :



3. le plâtre :



6- / On classe les ciments :

1. Selon leur composition :

- CEM I : Ciment portland artificiel (CPA : dans la notation française)
- CEM II : Ciment Portland Composé (CPC)
- CEM III : Ciment de Haut-Fourneau (CHF)
- CEM IV : Ciment Pouzzolanique (CPZ)
- CEM V : Ciment aux laitiers et au clinker (CLC)

1,5 pts

2. Selon leur résistance à compression à 28 jours, en classes et sans classes, on a la classe 32,5, classe 42,5 -- etc

7/ On désigne par:

1 CPA 40: Ciment Portland Artificiel de résistance caractéristique à la compression à 28 jours égal à 40 MPa

2 CPJ 30: Ciment Portland Composé de résistance caractéristique à la compression à 28 jours égal à 30 MPa

**Examen final****Électronique Fondamentale 2****Exercice N° 01 : 04 points** Questions de cours

Répondre par Vrai (V) ou Faux (F) : (si la réponse est juste +1 sinon -1)

1. Dans le schéma équivalent en petits signaux d'un JFET, le courant de grille i_g est considéré comme nul.
2. La distorsion de croisement est un problème spécifique aux amplificateurs de classe A.
3. La contre-réaction négative stabilise le gain en réduisant sa dépendance aux variations des composants.
4. Les oscillateurs à quartz sont très stables en fréquence grâce à la propriété piézo-électrique du cristal, qui limite les variations thermiques.

Exercice N° 02 : 05 points Transistor à effet de champs

Soit un JFET, canal N, a $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$, $V_{GSoff} = -5 \text{ V}$, le transistor est utilisé dans un montage en polarisation automatique avec $R_S = 1 \text{ k}\Omega$, $R_D = 3 \text{ k}\Omega$, et $V_{DD} = 20 \text{ V}$.

1. Donner le schéma du montage.
2. Donner l'équation de la droite d'attaque, et l'équation de la droite de charge du montage.
3. Calculer I_{D0} , V_{GS0} , et V_{DS0} . (A vérifier que $V_{GS0} > V_{GSoff}$)
4. Le transistor est-il utilisé comme une résistance variable ou comme un amplificateur, justifié.
5. Calculer la transconductance g_m .

Exercice N° 03 : 06 points Amplificateur de puissance

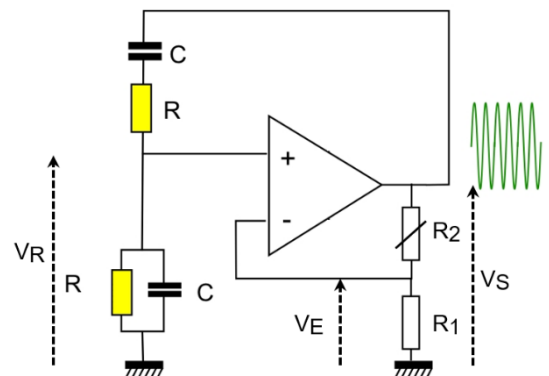
Un amplificateur push-pull en classe B alimenté par une tension symétrique $E = \pm 24 \text{ V}$ délivre une tension efficace de sortie $V_{eff} = 14 \text{ V}$ sur une charge $R_L = 8 \Omega$.

1. Indiquer le type des deux transistors utilisés (NPN et/ou PNP).
2. Représenter le schéma du montage.
3. Calculez la puissance moyenne de sortie P_u .
4. Calculer le courant moyenne fournie par l'alimentation, sachant que : $I_{moy} = \frac{2 \times V_{eff}}{\pi \cdot R_L}$.
5. Calculez la puissance fournie par l'alimentation symétrique P_f .
6. En déduire le rendement η .

Exercice N° 04 : 05 points Oscillateur à pont de Wien

On souhaite concevoir un oscillateur à pont de Wien utilisant un AOP idéal avec $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 22 \text{ k}\Omega$, $R = 1 \text{ k}\Omega$, $C = 159 \text{ nF}$.

1. Calculer le gain de la chaîne directe $A = \frac{V_S}{V_E}$.
2. Donner l'expression de la chaîne de retour $B = \frac{V_R}{V_S}$ en fonction de $(j\omega)$.
3. Donner la condition d'oscillation (critère de Barkhausen) et vérifier la condition sur les valeurs numériques des résistances R_1 et R_2 .
4. Calculer la fréquence d'oscillation théorique f_0 .





Correction de l'Examen final Électronique Fondamentale 2

Exercice N° 01 : 04 points Questions de Cours

V 01

F 01

V 01

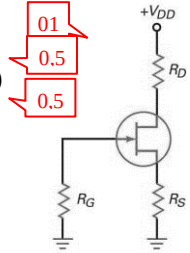
V 01

Exercice N 02 : 05 points Transistor à effet de champs

1. Montage de polarisation automatique :

2. L'équation de la droite d'attaque : $V_{GS} = -R_S I_D$ L'équation de la droite de charge : $V_{DS} = V_{DD} - (R_S + R_D) I_D \Rightarrow \begin{cases} V_{DS} = 0 \rightarrow I_D = V_{DD} / (R_S + R_D) \\ I_D = 0 \rightarrow V_{DS} = V_{DD} \end{cases}$ 3. Calcule des : I_{D0} , V_{GS0} , et V_{DS0} :Le JFET en polarisation automatique suit la loi : $I_D = I_{DSS} \times \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}}\right)^2$ et $V_{GS} = -I_D R_S$

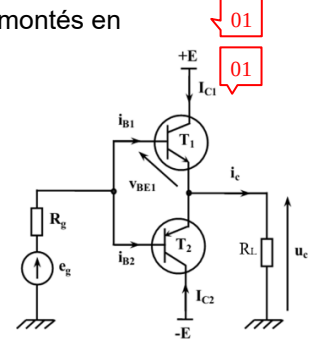
$$\Rightarrow I_D = I_{DSS} \times \left(1 - \frac{-I_D R_S}{V_{GSoff}}\right)^2 = 10^{-2} \times \left(1 - \frac{-1000 \times I_D}{-5}\right)^2 = 10^{-2} \times (1 - 200 \times I_D)^2 \text{ soit } 400 \times I_D^2 - 5 \times I_D + 0,01 = 0$$

L'équation admise deux solutions : $\begin{cases} I_D = 0,01 \text{ A à rejeter car } V_{GS} = -10 \text{ V} < V_{GSoff} \\ I_D = 0,0025 \text{ A} = 2,5 \text{ mA Valide} \end{cases}$ ▪ $V_{GS0} = -I_D R_S = -2,5 \times 10^{-3} \times 1000 = -2,5 \text{ V. } (< V_{GSoff})$ ▪ $V_{DS0} = V_{DD} - (R_D + R_S) \times I_D = 20 - 0,0025 \times (3000 + 1000) = 10 \text{ V.}$ 4. Le JFET se comporte comme un amplificateur, parce que $V_{DS0} > V_P$. avec $V_P = |V_{GSoff}| = 5 \text{ V}$ 5. La transconductance g_m : $g_m = \frac{dI_D}{dV_{GS}} = -2 \times I_{DSS} \times \left(1 - \frac{V_{GS0}}{V_{GSoff}}\right) \times \left(\frac{1}{V_{GSoff}}\right) = 2 \text{ mS}$ 

Exercice N 03 : 06 points Amplificateur de puissance

1. Les transistors utilisés : un transistor de type NPN et l'autre PNP. Ces transistors sont montés en push-pull (complémentaires).

2. Schéma d'un amplificateur classe B alimenté par une tension symétrique :

3. La puissance moyenne de sortie : $P_U = \frac{v_{eff}^2}{R_L} = \frac{14^2}{8} = 24,5 \text{ W}$ 4. Le courant moyenne fournie par l'alimentation : $I_{moy} = \frac{2 \times V_{eff}}{\pi R_L} = 1,11 \text{ A}$ 5. La puissance fournie par l'alimentation : $P_f = 2 \times E \times I_{moy} = 53,28 \text{ W}$ 6. Le rendement : $\eta = \frac{P_U}{P_f} \times 100 = \frac{24,5}{53,5} \approx 46 \%$ 

Exercice N 04 : 05 points Oscillateur à pont de Wien

1. L'amplification A de la chaine directe : $A = \frac{S}{E}$

$$\begin{cases} V_+ = V_- = V_E \\ V_E = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S \end{cases} \quad A = \frac{V_S}{V_E} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 3,2.$$

2. L'expression de la chaine de retour (la transmittance) B (jω) :

$$B(j\omega) = \frac{V_R}{V_S}. \text{ Nous avons } V_R = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} V_S \text{ avec } \begin{cases} Z_1 = R // Z_C \\ Z_2 = R + Z_C \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_1 = \frac{R}{1 + jRC\omega} \\ Z_2 = \frac{1 + jRC\omega}{jC\omega} \end{cases} \Rightarrow B(j\omega) = \frac{V_R}{V_S} = \frac{\frac{R}{1 + jRC\omega}}{\frac{R}{1 + jRC\omega} + \frac{1 + jRC\omega}{jC\omega}}$$

$$\Leftrightarrow B(j\omega) = \frac{jRC\omega}{1 + (jRC\omega)^2 + j3RC\omega} = \frac{j1,59 \times 10^{-4} \omega}{1 - 1,59 \times 10^{-4} \omega^2 + j4,77 \times 10^{-4} \omega}$$

3. La condition d'oscillation (critère de Barkhausen) : $A \cdot B = \frac{V_S}{V_E} \times \frac{V_R}{V_S} = 1 \Rightarrow \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \times \frac{jRC\omega}{1 + (jRC\omega)^2 + j3RC\omega} = 1$

$$\Rightarrow 1 + \frac{R_2}{R_1} = 3 + j \left(RC\omega - \frac{1}{RC\omega} \right) \Rightarrow \begin{cases} 1 + \frac{R_2}{R_1} = 3 \\ RC\omega - \frac{1}{RC\omega} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_2 = 2 \times R_1 \\ \omega_{osc} = \frac{1}{RC} \end{cases}$$

A=3,2>3, donc la condition d'oscillation est bien satisfaite.

4. La fréquence d'oscillation : $\omega_{osc} = \frac{1}{RC} \Rightarrow f_o = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 10^{-3} \times 159 \times 10^{-9}} \approx 1 \text{ kHz}$



Université Larbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi

Filière : Hydraulique, 2^{ème} Année ST

Module : Géologie

Responsable du module : R. Daoud

Année universitaire : 2024/2025

Le 12/05/2025

Durée : 1h30

Examen

Questions :

- 1) Donnez les différents principes de la stratigraphie ? (05pts)**
- 2) Donnez les différentes origines des minéraux ? (02,5pts)**
- 3) Quelle est la différence entre les sulfures et les sulfates? (02,5pts)**
- 4) Donnez les différentes caractéristiques physiques des roches ? (03pts)**
- 5) Quelles sont les principales actions physiques et chimiques de l'altération? (04pts)**
- 6) Réaliser le profil topographique et la coupe géologique suivant le trait AB de la structure tabulaire de la figure sur la page (2/2) (03pts)**

BON COURAGE



Université Larbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi

Filière : Hydraulique, 2^{ème} Année ST

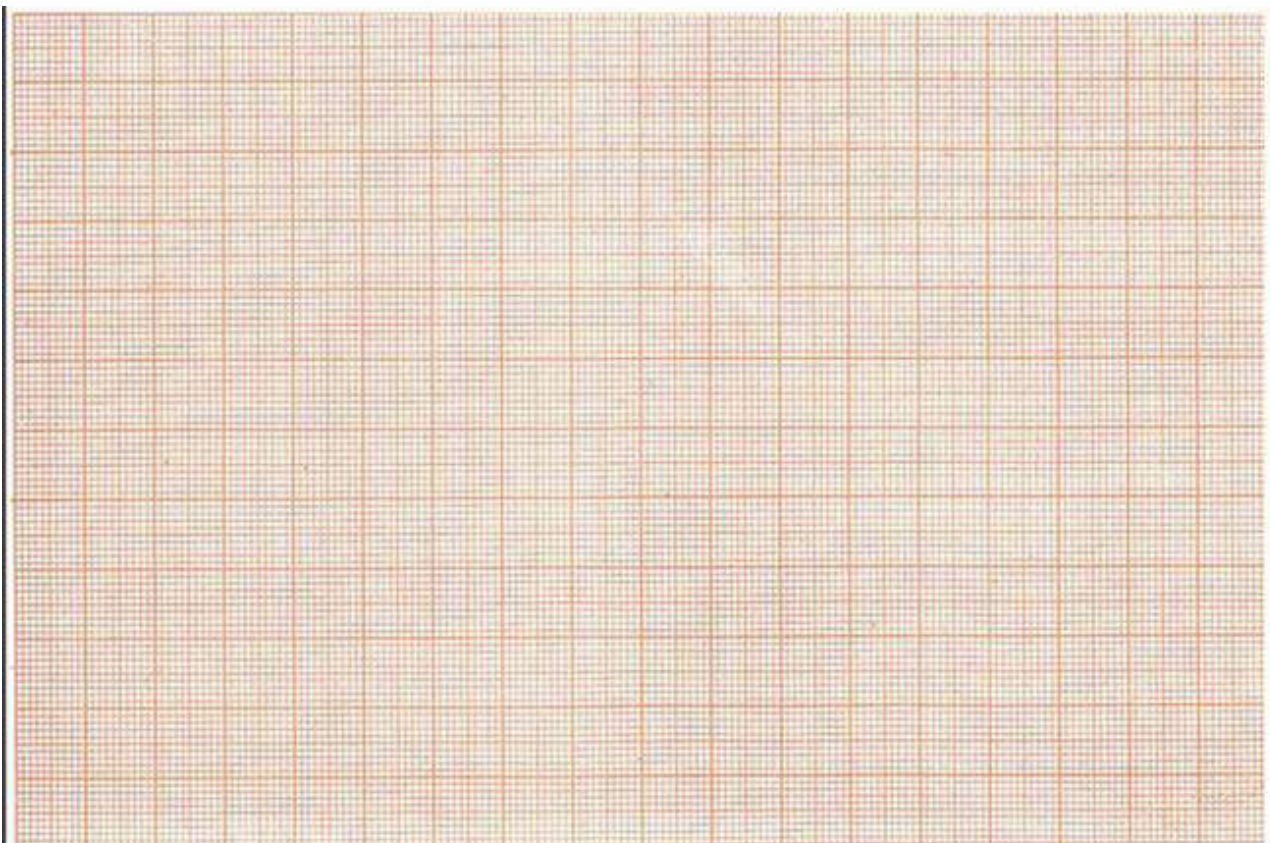
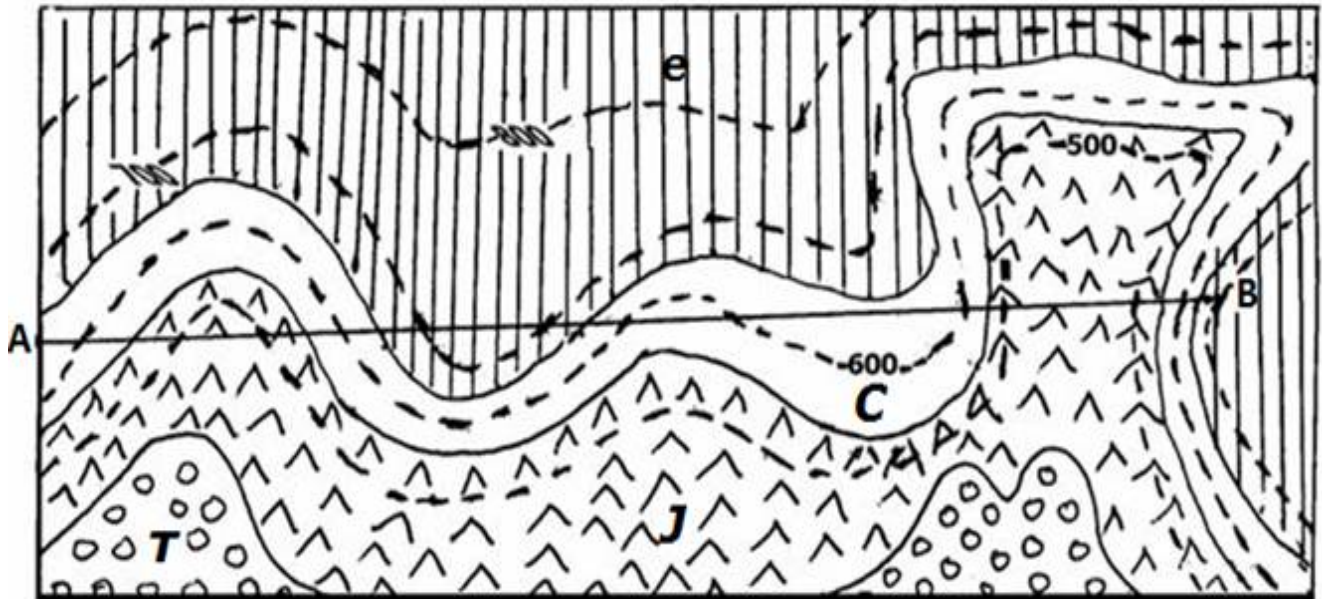
Module : Géologie

Responsable du module : R. Daoud

Année universitaire : 2024/2025

Nom :

Prénom :





Corrigé type

1) Les différents principes de la stratigraphie sont :

- **principe de continuité** : une même couche a le même âge sur toute son étendue. **(01)**
- **principe de superposition** : dans les terrains non-déformés, les formations les plus basses sont les plus anciennes et les formations les plus hautes sont les plus jeunes. C'est la façon d'exprimer l'âge relatif. **(01)**
- **principe d'horizontalité** : les couches sédimentaires sont déposées à l'origine horizontalement. Une séquence sédimentaire qui n'est pas en position horizontale aurait subi des déformations ultérieurement à son dépôt. **(01)**
- **principe de recoupement** : les couches sont plus anciennes que les failles ou les roches qui les recoupent. **(01)**
- **principe d'inclusion** : les morceaux de roche inclus dans une autre couche sont plus anciens que leur contenant. **(01)**

2) Les différentes origines des minéraux

- ✓ **minéraux d'origine magmatique et hydrothermale** : (exemple : quartz, sulfure, les éléments natif). **(0,5)**
- ✓ **minéraux formé par altération**: (exemple : les minéraux argileux) **(0,5)**
- ✓ **minéraux chimico-sédimentaire** : ce sont les minéraux formé par évaporation de l'eau, ou modification de la composition chimique, exemple : sel gemme (NaCl), le Sylvite (KCl), le gypse et le calcaire **(0,5)**
- ✓ **minéraux d'origine biologique**: les être vivant permettant aux substances chimiques dissoutes dans l'eau de former de nouveaux minéraux ; Exemple: les îlots coralliens sont le produit d'êtres vivants. **(0,5)**
- ✓ **minéraux métamorphique**: les changements de température et de pression conduisent au changement de paragenèse des minéraux (associations des minéraux dans la roche), pour se former des nouveaux minéraux. Comme: micas, grenats ...etc. **(0,5)**

3) La différence entre les sulfures et les sulfates

- **Les sulfures** : formés d'un cation + S **(01,25)**
- **Les sulfates** : formés d'un cation + SO₄ ; Exemple: anhydrite CaSO₄, barytine BaSO₄, gypse CaSO₄·2H₂O). **(01,25)**



Université Larbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi

Filière : Hydraulique, 2^{ème} Année ST

Module : Géologie

Responsable du module : R. Daoud

Année universitaire : 2024/2025

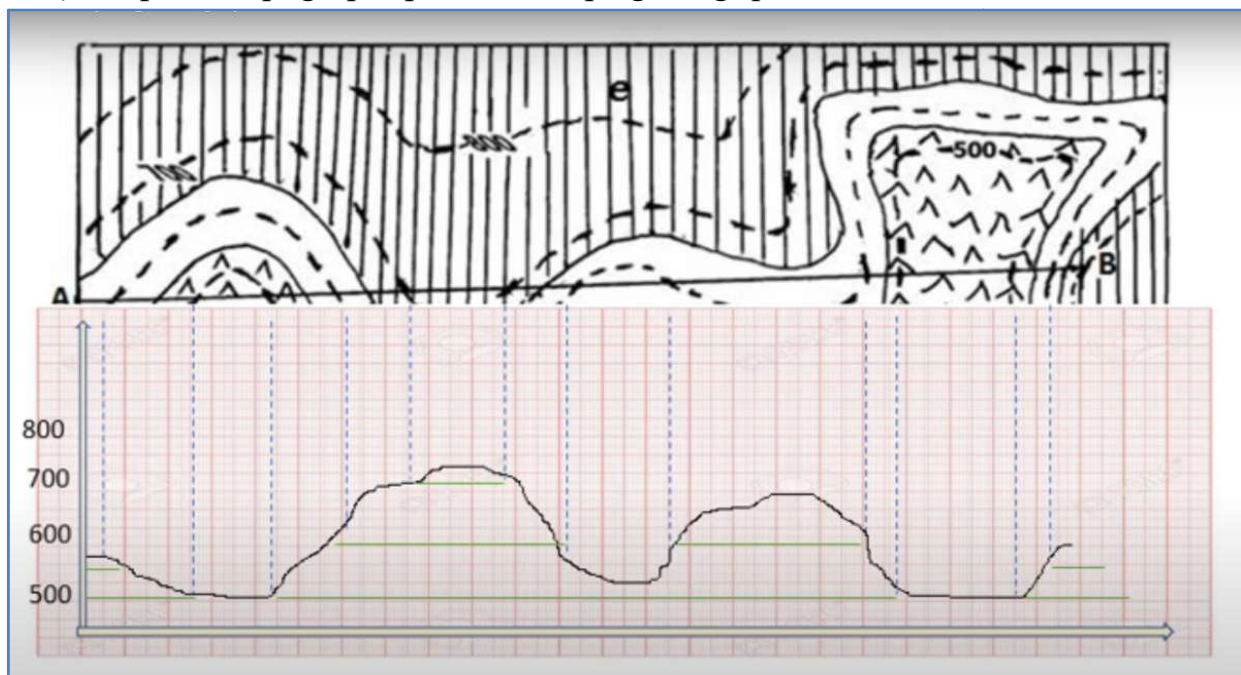
4) Les différentes caractéristiques physiques des roches sont :

- a- **-La couleur** : qui conditionne leur pouvoir d'absorption des radiations solaires. Les plus sombres s'échauffent plus vite. **(01pt)**
- b- **b) -Perméabilité et porosité** : qui est l'aptitude de la roche à se laisser traverser par un fluide. Cette propriété dépend de la porosité qui est définie par le volume des vides des roches. Les roches les plus perméables et les plus poreuses s'altèrent plus vite. **(01pt)**
- c- **c) La fissuration** : Les fissures quelque soit leur genre se considèrent comme des zones de faiblesse et semblent faciliter l'altération qui plus active le long des fentes. **(01pt)**

5) principales actions physiques et chimiques de l'altération sont :

- a) **La dissolution** **(1pt)**
- b) **L'oxydation** **(1pt)**
- c) **l'Hydratation** **(1pt)**
- d) **l'Hydrolyse** **(1pt)**

6) Le profil topographique et la coupe géologique :



Le profil topographique



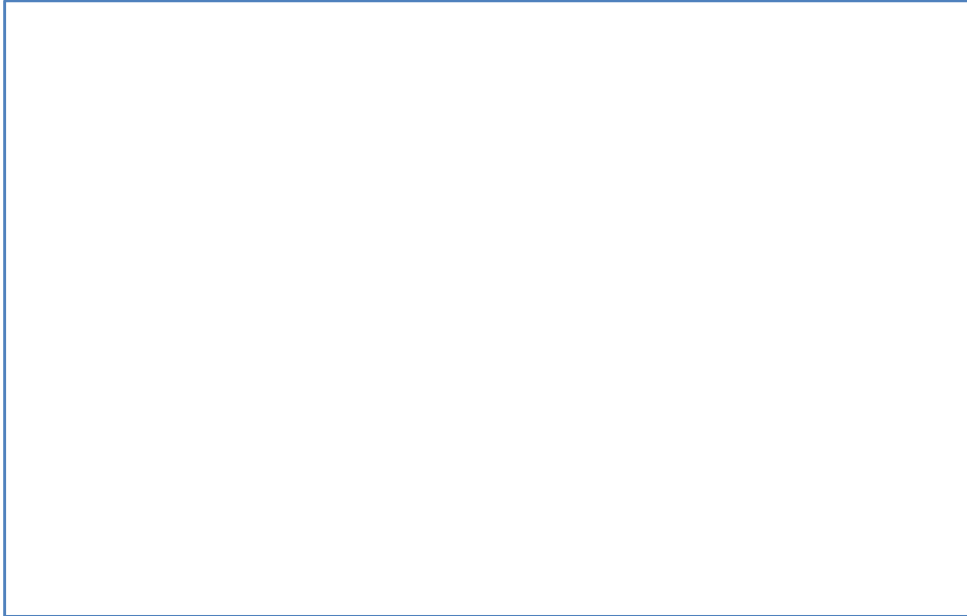
Université Larbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi

Filière : Hydraulique, 2^{ème} Année ST

Module : Géologie

Responsable du module : R. Daoud

Année universitaire : 2024/2025



La coupe géologique

FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES APPLIQUEES
EXAMEN « HYDRAULIQUE ET PNEUMATIQUE »

2^{ème} ELECTROMECHANIQUE

EXERCICE1

1. Soit un volume d'huile $V=6\text{m}^3$ qui pèse $G=47\text{Kn}$. Calculer la masse volumique, le poids spécifique et la densité de cette huile sachant que $g=9.81\text{m/s}^2$. Calculer le poids G et la masse M d'un volume $V=3\text{litres}$ d'huile de boîte de vitesse ayant une densité égale à 0.9.
2. Déterminer la viscosité dynamique d'une huile moteur de densité $d=0.7$ et de viscosité cinématique $\nu = 1.1\text{St}$
3. Calculer la pression relative et la pression absolue auquel est soumis un plongeur en mer à une profondeur de 31.6m. On donne $\rho_{\text{eau de mer}} = 1025\text{kg/m}^3$

EXERCICE2

De l'huile ayant une viscosité dynamique $\mu = 0,7 \text{ Pa.s}$ et une densité $d=0,896$ est pompée d'un point A vers un point L. Elle circule dans une canalisation de diamètre $d=100 \text{ mm}$ formée de six tronçons rectilignes suivants:

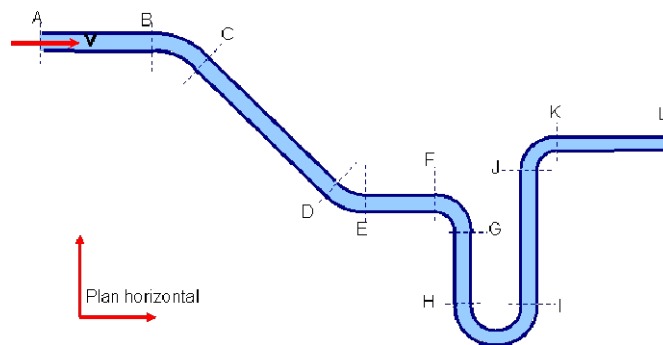
1. AB de longueur 6 m,
2. CD de longueur 12 m,
3. EF de longueur 5 m,
4. GH de longueur 4 m,
5. IJ de longueur 7 m,
6. KL de longueur 8 m.

La canalisation est équipée :

1. de deux coudes 45° : BC, DE : ayant chacun un coefficient de perte de charge $K_{\text{coude } 45^\circ} = 0,2$,
2. de deux coudes 90° : FG et JK : ayant chacun un coefficient de perte de charge $K_{\text{coude } 90^\circ} = 0,3$,
3. d'un coude 180° HI: ayant un coefficient de perte de charge $K_{\text{coude } 180^\circ} = 0,4$,

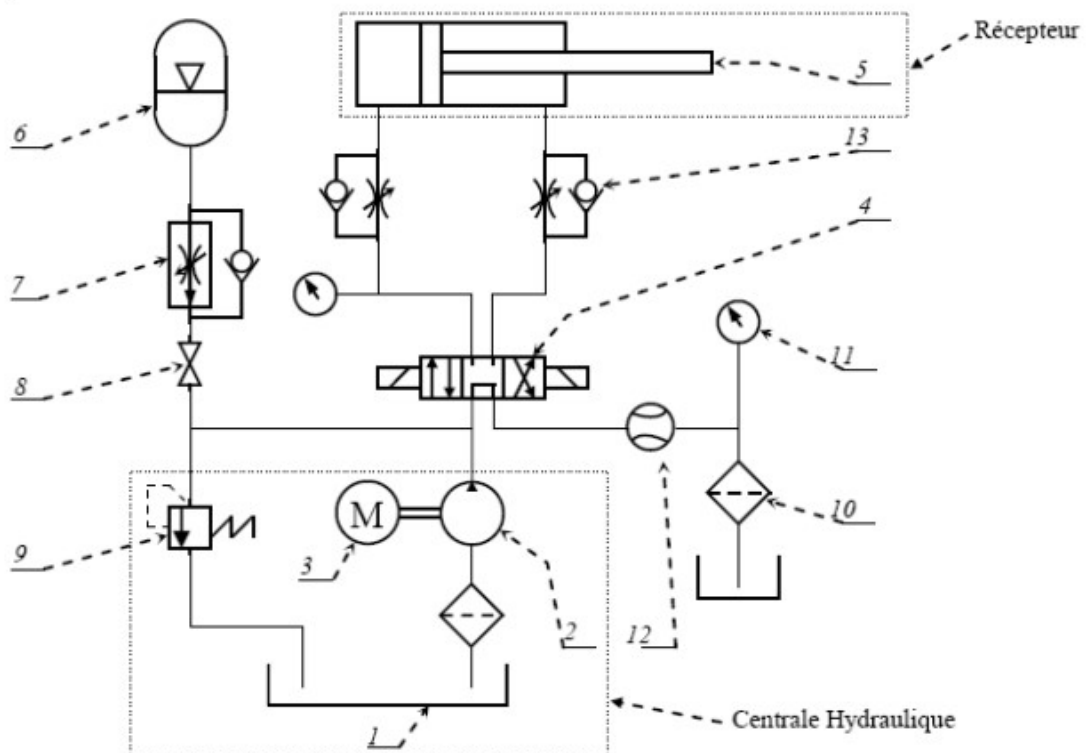
La pression d'entrée est $P_A = 3 \text{ bars}$.

La conduite est supposée horizontale et transporte un débit volumique $qv = 2.5 \text{ l/s}$.



1. Calculer la vitesse d'écoulement V .
2. Calculer le nombre de Reynolds.
3. Déterminer le coefficient de perte de charges linéaire λ .
4. Calculer les pertes de charges linéaires $\Delta P_{\text{linéaire}}$.
5. Calculer les pertes de charges singulières $\Delta P_{\text{singulière}}$.

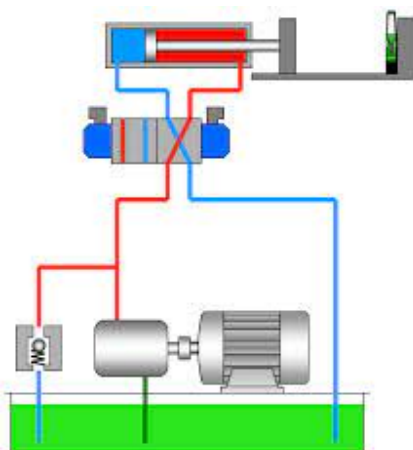
EXERCICE3



Donner la légende de ce schéma ainsi que le rôle de chaque élément.

EXERCICE4

En utilisant la symbolisation hydraulique, schématiser ce circuit :

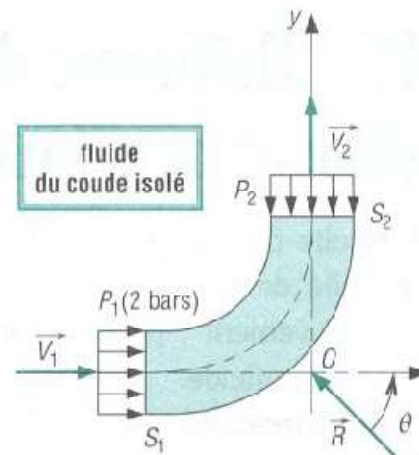
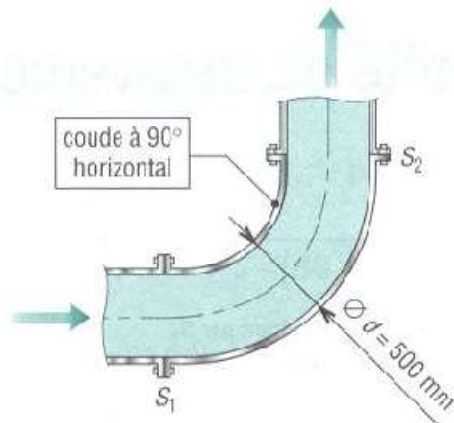


EXERCICE 5

Du pétrole qui écoule à travers un coude horizontal à 90° . $P_1=2$ bars, la pression chute à S_2 de 1,2m de pétrole (masse volumique 872 kg.m^{-3}). Le débit est de $0,86 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, le diamètre du coude de 0,5m et le poids de fluide sera négligé.

1/ Calculer la pression P_2 à la sortie du coude

2/ En appliquant le théorème d'Euler, déterminer la résultante des actions exercées par un écoulement de pétrole



CORRIGE DE L'EXAMEN HYDRAULIQUE ET PNEUMATIQUE

SOLUTION1 (6POINTS)

1. -masse volumique : $\rho = \frac{M}{V} = \frac{G}{gV} = \frac{47 \times 1000}{9.81 \times 6} = 798.5 \text{ kg/m}^3$

- poids volumique : $\omega = \rho g = 798.5 \times 9.81 = 7833.3 \text{ N/m}^3$

- densité : $d = \frac{\rho}{\rho_{\text{réf}}} = \frac{798.5}{1000} = 0.7985$

- poids : $\omega = \frac{G}{V} \Rightarrow G = \omega \cdot V = \rho \cdot g \cdot V = 0.9 \cdot 10^3 \cdot 9.81 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 26.48 \text{ N}$

- masse : $M = \rho \cdot V = 0.9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 2.7 \text{ kg}$; $M = \frac{G}{g} = \frac{26.48}{9.81} = 2.7 \text{ kg}$

2.

$$v = \frac{\mu}{\rho} \Rightarrow \mu = v \cdot \rho = 1.1 \cdot 10^{-4} \cdot 900 = 0.099 \text{ Pa.s}$$

3. Pression relative : $P_r = \rho_{\text{eau}} g h = 1025 \cdot 9.81 \cdot 31.6 = 317\,746 \text{ Pa} = 3.17 \text{ bae}$

Pression absolue : pression relative + pression atmosphérique

$$P_{\text{absolue}} = 317\,746 + 101\,325 = 419\,071 \text{ Pa} = 4.19 \text{ bar}$$

SOLUTION2 (5POINTS)

1. $V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 2.5 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 0.1^2} = 0.3184 \text{ m/s}$

2. $Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{896 \cdot 0.318 \cdot 0.1}{0.7} = 40.704$; régime laminaire

3. $\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{40.704} = 1.57$

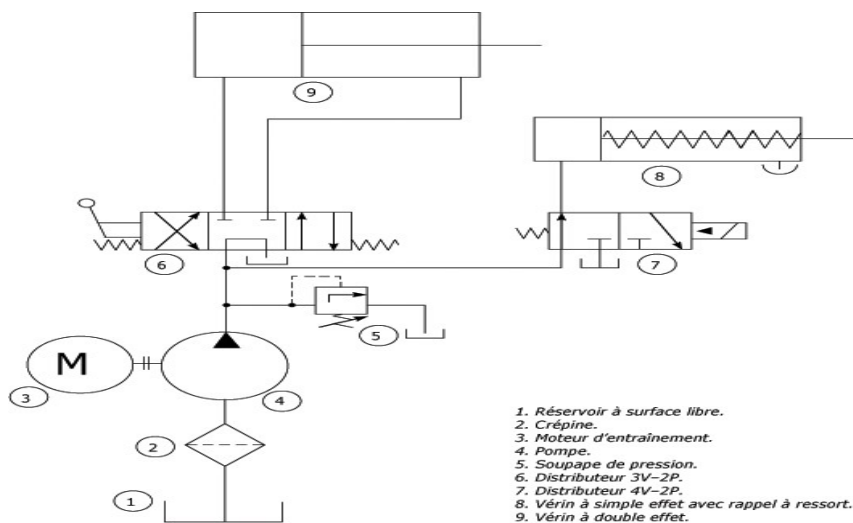
4. $\Delta P_{\text{linéaire}} = \frac{\lambda V^2}{2dg} \sum L_i = \frac{\lambda V^2}{2dg} (AB + CD + EF + GH + IJ + KI) = \frac{1.57 \cdot 0.318^2}{2 \cdot 0.1 \cdot 9.81} (6 + 12 + 5 + 4 + 7 + 8) = 3.39 \text{ Pa}$

5. $\Delta P_{\text{singulière}} = \frac{V^2}{2g} \sum K_i = \frac{V^2}{2g} (2 \cdot K_{\text{coude}45} + 2 \cdot K_{\text{coude}90} + K_{\text{coude}180}) = \frac{0.318^2}{2 \cdot 9.81} (2 \cdot 0.2 + 2 \cdot 0.3 + 0.4) = 0.00721 \text{ Pa}$

SOLUTION3 (3POINTS)

Rép.	Désignation	Fonction
1	Réservoir	Stocker le fluide
2	Pompe hydraulique	Générer la puissance hydraulique
3	Moteur électrique	Actionner la pompe
4	Distributeur 4/3	Distribuer la puissance hydraulique au vérin
5	Vérin double effet	Transformer la puissance hydraulique en puissance mécanique
6	Accumulateur	Stocker l'énergie hydraulique et la restituer en cas de besoin
7	Régulateur de débit	Régler le débit et la vitesse du fluide
8	vanne	Distribuer ou interrompre le passage du fluide
9	Limiteur de pression	Protéger l'installation contre les surpressions
10	filtre	Empêcher les impuretés de s'infiltrer dans les organes sensibles
11	Manomètre	Indiquer la valeur de la pression
12	débitmètre	Indiquer la valeur de débit
13	Clapet anti-retour	Autoriser le passage du fluide dans un seul sens

SOLUTION4(3points)



SOLUTION5 (3POINTS)

$$1/- V_1 = V_2 = Q_v / S = 0,86 \cdot 4 / 0,5^2 \cdot \Pi = 4,38 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$S = S_1 = S_2 = 0,5^2 \cdot \Pi / 4 = 0,19635 \text{ m}^2$$

$$Q_m = \rho \cdot Q_v = 872 \cdot 0,86 = 750 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$P_2 = P_1 - \text{pertes} = 200000 - \rho \cdot g \cdot h = 200000 - 872 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 189735 \text{ Pa}$$

2/- Théorème de l'Euler appliqué au fluide du coude isolé ($\vec{R}$ est la résultante des actions exercées par le coude sur le fluide):

$$\sum \vec{F} = \vec{P_1 S_1} + \vec{P_2 S_2} + \vec{R} = Q_m (\vec{V_2} - \vec{V_1})$$

Projection sur x:

$$- R_x + P_1 S_1 = - Q_m \cdot V_1$$

$$R_x = P_1 S_1 + Q_m \cdot V_1 = 200000 \cdot 0,19635 + 750 \cdot 4,38 = 42555 \text{ N}$$

Projection sur y:

$$R_y - P_2 S_2 = Q_m \cdot V_2$$

$$R_y = P_2 S_2 + Q_m \cdot V_2 = 189735 \cdot 0,19635 + 750 \cdot 4,38 = 40539 \text{ N}$$

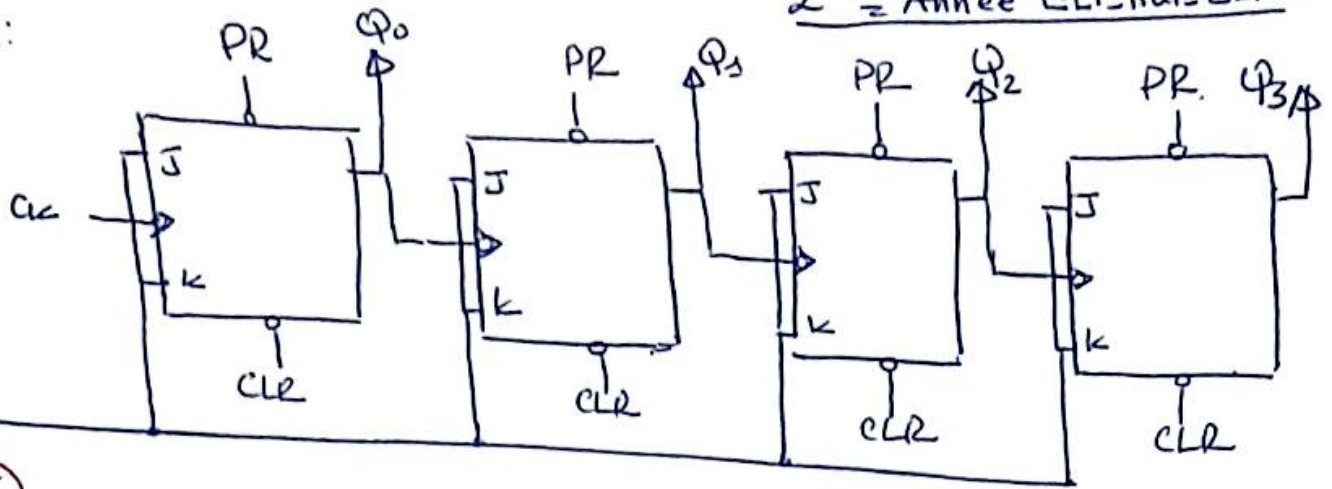
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 58773 \text{ N}$$

Ex.2.

10/

1P

(1)

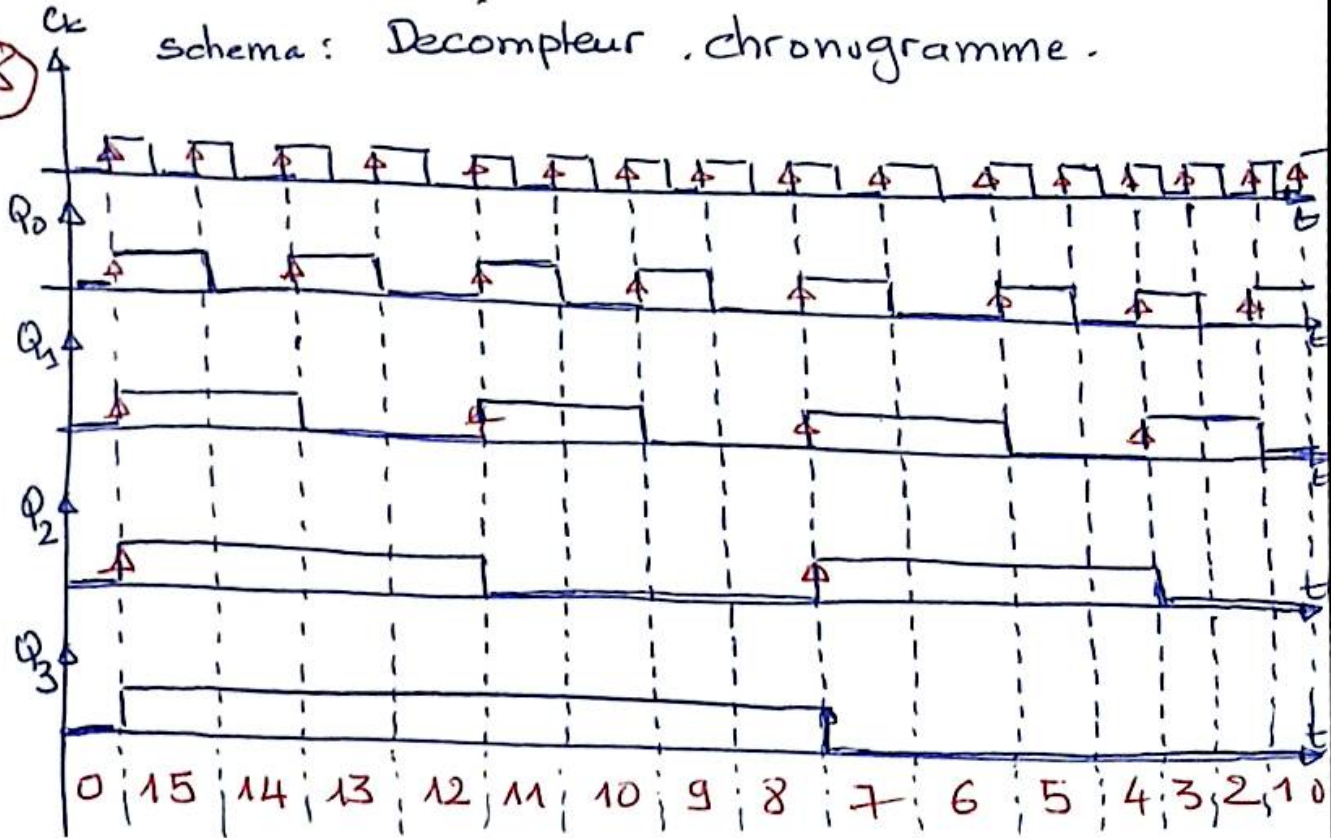


05

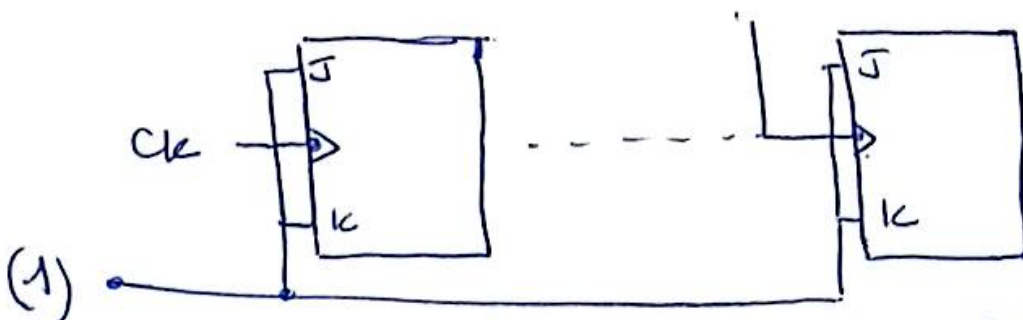
29 Bascule utilisée: Bascule JK ! $J=K=T$ d'où une bascule (T) synchrone avec un signal horloge front montant $\uparrow$.

50/ schema: Décompteur, chronogramme.

1P



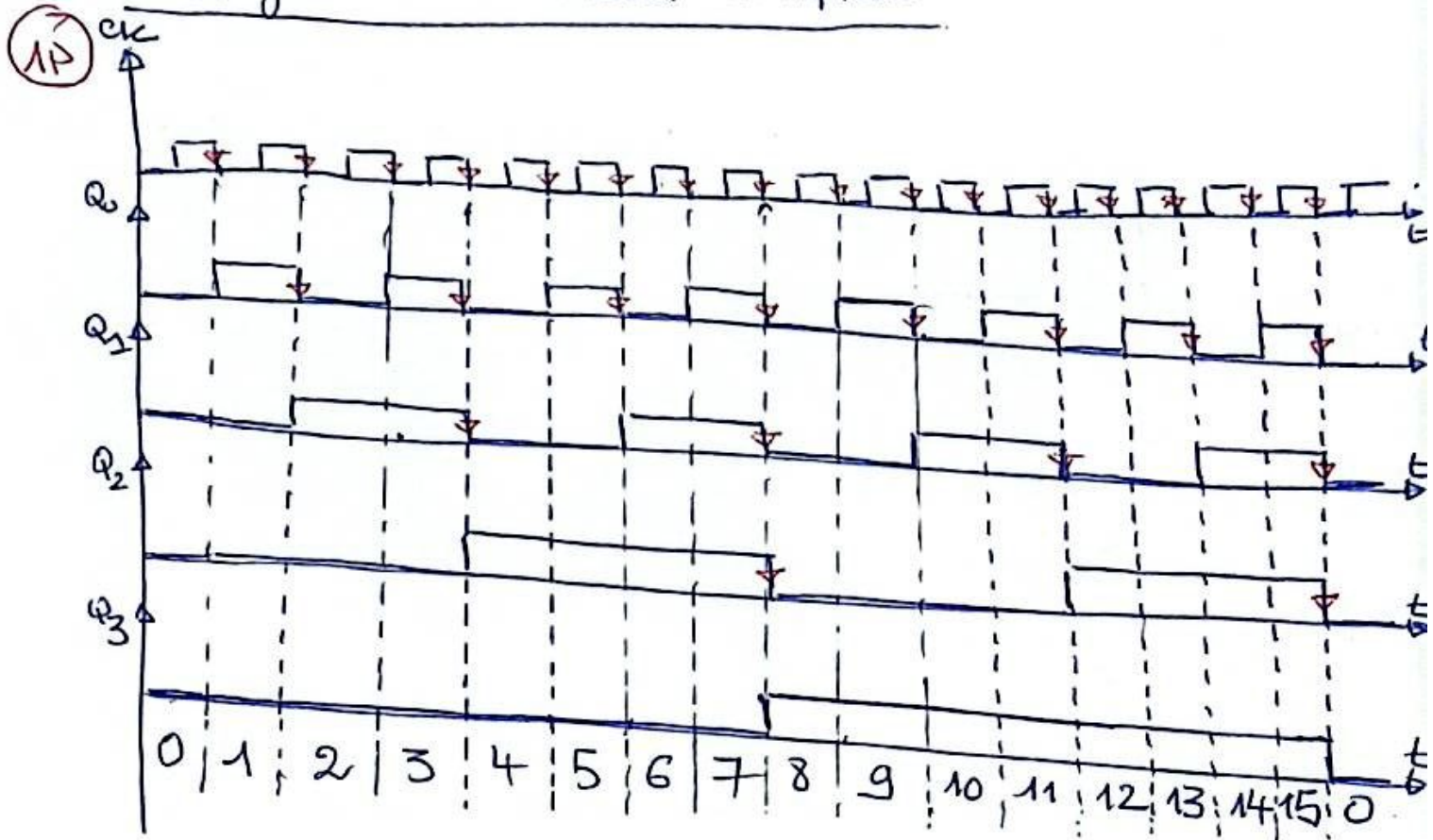
40/ 1 Circuit de décomptage



(1)

Les quatre bascules du circuit sont synchronisées par un front montant $\uparrow$.

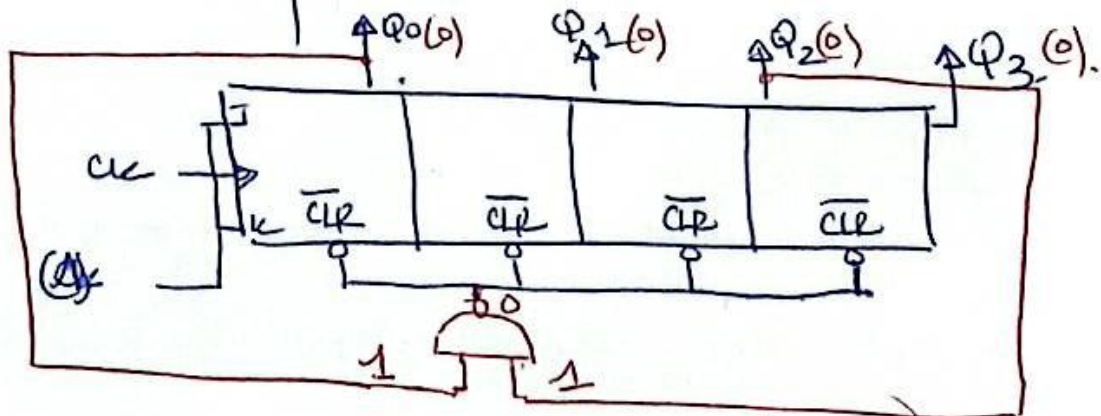
39 Chronogramme du Circuit Compteur.



69. Compteur modulo-6:

(2) Sequences de comptage: $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 0$

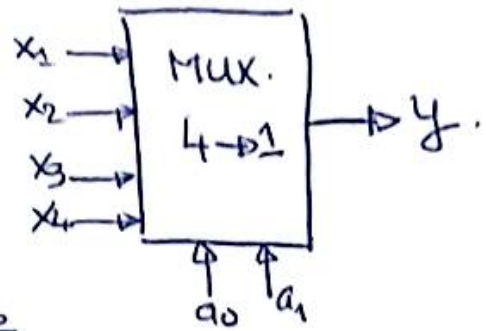
	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
0	0	0	0	0



Ex. 3.

1° Schema de principe.

(1)



2° 4 → 1 : le circuit d'adressage

(1)

assure le transfert de l'état d'une des entrées x_1, x_2, x_3 et x_4 vers la sortie y .

3° Table de vérité du Mux 4 → 1 :

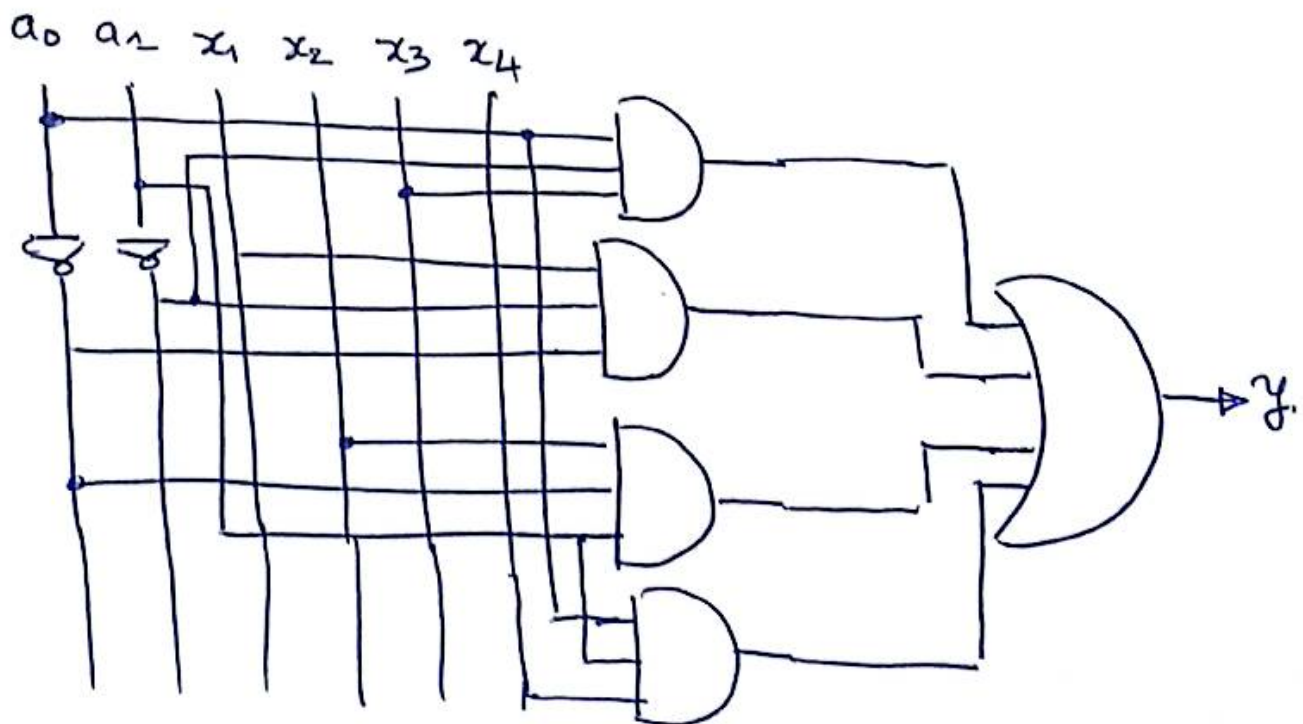
(2)

$$y = x_1 \bar{a}_0 \bar{a}_1 + x_2 \bar{a}_0 a_1 + x_3 a_0 \bar{a}_1 + x_4 a_0 a_1$$

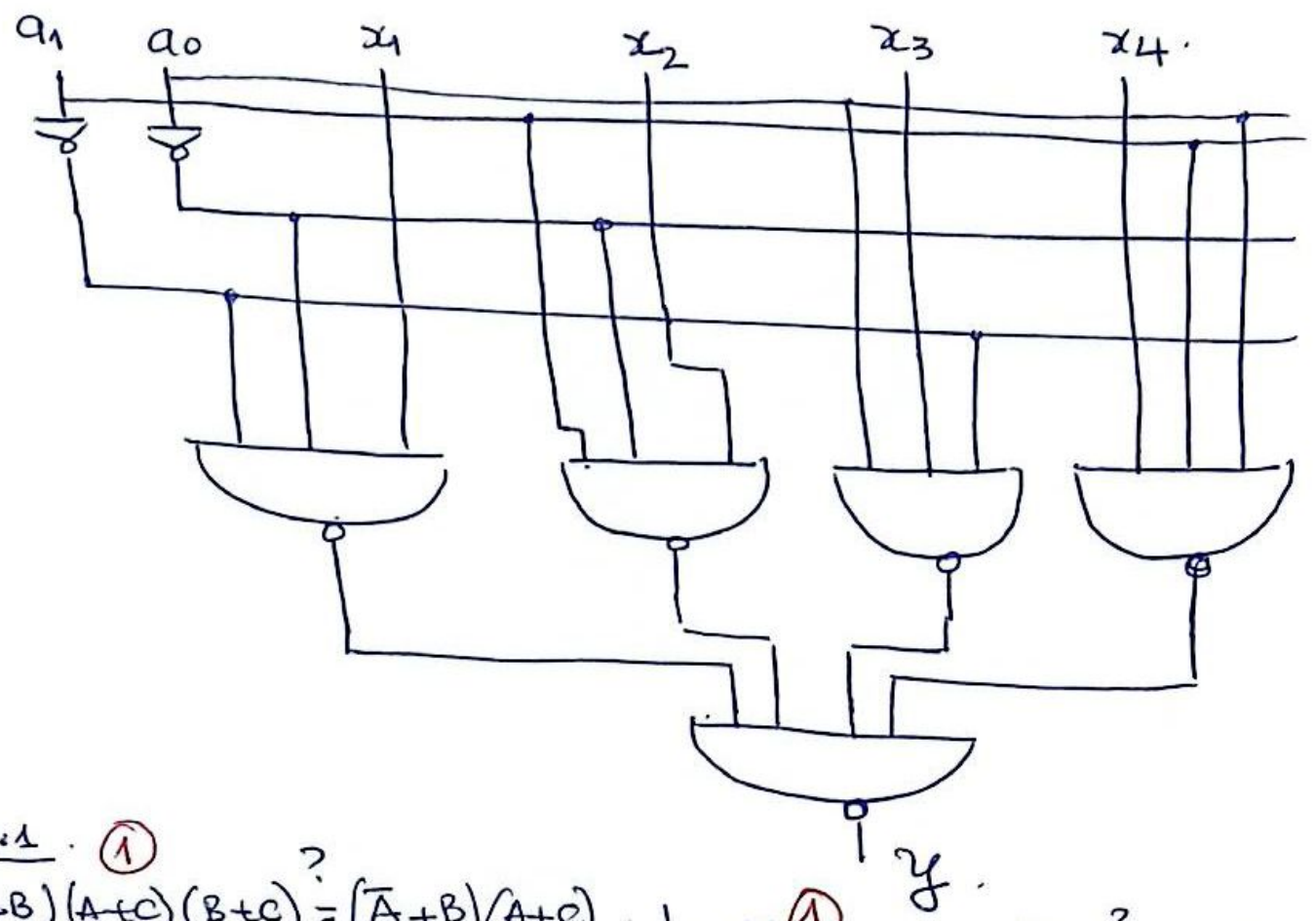
	a_0	a_1	$x(t)$	y
0	0	0	x_1	x_1
1	0	1	x_2	x_2
2	1	0	x_3	x_3
3	1	1	x_4	x_4

4° Logigramme.

(2)



50/ $\bar{y} = y = x_1 \bar{a}_0 \bar{a}_1 + x_2 \bar{a}_0 a_1 + x_3 a_0 \bar{a}_1 + x_4 a_0 a_1$
(2) $= x_1 \bar{a}_0 \bar{a}_1 \cdot x_2 \bar{a}_0 a_1 \cdot x_3 a_0 \bar{a}_1 \cdot x_4 a_0 a_1$



Ex. 1. (1)
19/ $(\bar{A} + B)(A + C)(B + C) = (\bar{A} + B)(A + C)$
 $= \bar{A}C + AB + BC \dots (2)$
(1) $\Rightarrow (\bar{A}C + AB + BC)(B + C)$
 $= \bar{A}BC + \bar{A}C + AB + ABC + BC$
 $= BC(\bar{A} + 1) + \bar{A}C + AB(1 + C)$
 $= \underline{BC + \bar{A}C + AB}$
20/ (1) $AB + \bar{B}C = (A + \bar{B})(B + C)$
(2) $\Rightarrow AB + Ae + \bar{B}C = AB + AC(B + \bar{B})$
 $+ \bar{B}C = AB(1 + C) + \bar{B}C(A + 1)$
 $= \underline{AB + \bar{B}C}$

30/ (1) $AB + ACD + \bar{B}D = AB + \bar{B}D$
 $AB + ACD + \bar{B}D = AB + ACD(B + \bar{B})$
 $+ \bar{B}D$
 $= AB + ACDB + ACDB + \bar{B}D$
 $= AB(1 + CD) + \bar{B}D(1 + AC)$
 $= \underline{AB + \bar{B}D}$

40/ $F = (A + \bar{B}) \cdot \bar{C} + A + \bar{B}C$
(1) $= A\bar{C} + \bar{B}\bar{C} + A + \bar{B}C$
 $= A(1 + \bar{C}) + \bar{B}(C + \bar{C})$
 $= \underline{A + \bar{B}}$

Detailed Solution: Numerical Methods Exam

Problem 1: Solving $f(x) = e^x - x^2 = 0$

a) Number of roots and graphical/calculated verification

The equation $f(x) = e^x - x^2 = 0$ is equivalent to $e^x = x^2$,
the plot of both functions on the

0.5pt

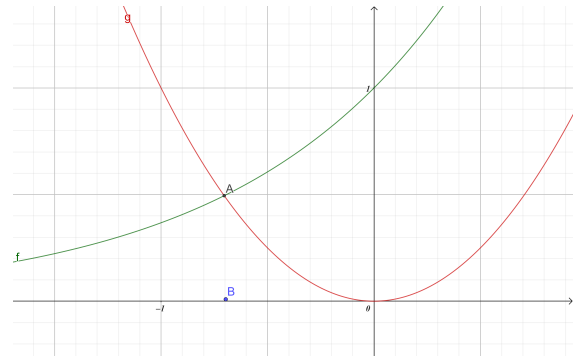
1.5pt

same graph shows that we have a unique solution
of the equation on $[-1, -0.5]$. Calculating:

$$f(-1) \approx -0.632,$$

$$f(-0.5) \approx 0.357 \quad 0.5 \text{ pt}$$

So there is a unique real root in $[-1, -0.5]$
(by the intermediate value theorem).



b) Newton-Raphson convergence conditions on $[-1, -0.5]$

For convergence, we require:

- $f(a)f(b) < 0$: this is satisfied here.

0.5 pt

- $f'(x) = e^x - 2x$ and $f''(x) = e^x - 2$ do not vanish and keep a constant sign on $[-1, -0.5]$:

$$f'(-1) \approx 2.368 > 0, f'(-0.5) \approx 1.106 > 0$$

0.5 pt

$$f''(-1) \approx -1.632 < 0, f''(-0.5) \approx -1.393 < 0$$

All conditions are satisfied on $[-1, -0.5]$.

c) Compute the root with $x_0 = -1, \varepsilon = 10^{-4}$

Apply the Newton-Raphson method:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \quad 1.5 \text{ pt}$$

$$x_0 = -1.0000$$

$$x_1 = -1.0000 - \frac{-0.6321}{2.3679} = -0.7330$$

$$x_2 = -0.7330 - \frac{-0.0569}{1.9465} = -0.7038 \quad 4 \cdot 0.5 = 2 \text{ pt}$$

$$x_3 = -0.7038 - \frac{-0.0006}{1.9023} = -0.7035$$

$$x_4 = -0.7035 - \frac{-8.72 \times 10^{-8}}{1.9018} = -0.7035$$

The stopping criterion $|x_{n+1} - x_n| < 10^{-4}$ is reached at the 4th iteration.

1 pt

$$\boxed{x^* = -0.7035}$$

Problem 2: Integral by Simpson's Method

a) Find h so that the error $|R(f)| \leq 0.01$

Simpson's error is:

$$|R(f)| \leq \frac{(b-a)h^4}{180} \max_{x \in [a,b]} |f^{(4)}(x)| \quad 1 \text{ pt}$$

Here, $f^{(4)}(x) = e^x$, so on $[-1, 1]$, $\max |f^{(4)}(x)| = e^1 \approx 2.718$. 0.5 pt

$$\frac{2h^4 \cdot 2.718}{180} \leq 0.01 \implies h^4 \leq 0.331 \implies h \leq 0.76 \quad 0.5 \text{ pt}$$

b) Compute the integral with $h = 1/3$ (n=6 subintervals)

Nodes: $x_i = -1, -2/3, -1/3, 0, 1/3, 2/3, 1$.

Function values:

$$\begin{aligned} f(-1) &= -0.6321 \\ f(-2/3) &= 0.0690 \\ f(-1/3) &= 0.6054 \\ f(0) &= 1.0000 \\ f(1/3) &= 1.2845 \\ f(2/3) &= 1.5033 \\ f(1) &= 1.7183 \end{aligned} \quad 7 \cdot 0.25 = 1.75 \text{ pt}$$

Simpson's formula:

$$I \approx \frac{h}{3} [f(x_0) + 4(f(x_1) + f(x_3) + f(x_5)) + 2(f(x_2) + f(x_4)) + f(x_6)] \quad 1 \text{ pt}$$

$$\begin{aligned} I &\approx \frac{1}{9} [-0.6321 + 4(0.0690 + 1.0000 + 1.5033) + 2(0.6054 + 1.2845) + 1.7183] \quad 0.75 \text{ pt} \\ &= \frac{1}{9} (15.1552) = 1.684 \quad 0.5 \text{ pt} \end{aligned}$$

c) Compare with the exact value

Exact value (by analytic or numerical integration): $I_{\text{exact}} \approx 1.684$. 1 pt

Problem 3: Linear System and Gauss-Seidel Method

Given the system:

$$\begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 6 \\ 2 & 5 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 \\ 11 \\ 9 \end{pmatrix}$$

a) Check convergence conditions, rewrite the system if needed

The matrix is not diagonally dominant. Swap rows 2 and 3:

$$\begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 2 & 5 & 2 \\ 3 & 2 & 6 \end{pmatrix} \quad 1 \text{ pt}$$

which is now diagonally dominant.

b) Write in the form $X = TX + S$

$$\begin{cases} x_1^{(k+1)} = \frac{1}{4}(7 - 2x_2^{(k)} - x_3^{(k)}) \\ x_2^{(k+1)} = \frac{1}{5}(9 - 2x_1^{(k+1)} - 2x_3^{(k)}) \\ x_3^{(k+1)} = \frac{1}{6}(11 - 3x_1^{(k+1)} - 2x_2^{(k+1)}) \end{cases} \quad 1.5 \text{ pt}$$

So,

$$T = \begin{pmatrix} 0 & -0.5 & -0.25 \\ -0.4 & 0 & -0.4 \\ -0.5 & -0.3333 & 0 \end{pmatrix}, \quad S = \begin{pmatrix} 1.75 \\ 1.8 \\ 1.8333 \end{pmatrix} \quad 1 \text{ pt}$$

c) Solve by Gauss-Seidel, $X^{(0)} = (0.5, 0.5, 0.5)$, $\varepsilon = 10^{-2}$

Main iterations:

k	x_1	x_2	x_3
0	0.50	0.50	0.50
1	1.375	1.05	0.80
2	1.03	1.07	0.96
3	0.97	1.03	1.00
4	0.99	1.00	1.01
5	1.00	1.00	1.00

0.5*5=2.5 pt

The solution converges to:

$x_1 = 1.00$	$x_2 = 1.00$	$x_3 = 1.00$
--------------	--------------	--------------

Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi

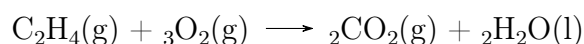
Département génie des procédés

2ème année GPC

Corrigé type du contrôle de thermodynamique

Exercice N°1 (6 pts)

Réaction de combustion de l'éthylène :



$$\Delta H_{\text{r},298}^{\circ} = -1387,8 \text{ kJ}$$

1. On applique la loi de Hess :

$$\Delta H_{\text{r},298}^{\circ} = 2\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{CO}_2, \text{g}) + 2\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_4, \text{g})$$

L'enthalpie molaire standard de formation $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ est :

$$\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_4, \text{g}) = 2\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{CO}_2, \text{g}) + 2\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta H_{\text{r},298}^{\circ}$$

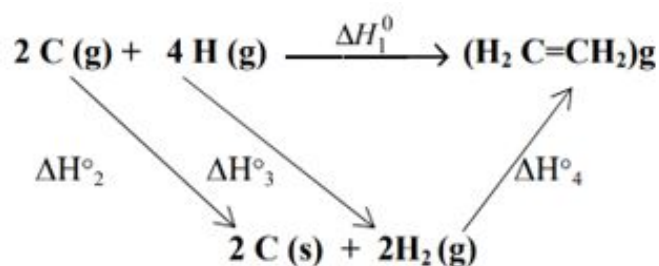
$$\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_4, \text{g}) = 2(-392,9 \text{ kJ}) + 2(-284,2 \text{ kJ}) + 1387,8 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_4, \text{g}) = 33,6 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

2. L'énergie de liaison C=C dans $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$:

On applique la méthode du cycle : $\sum \Delta H_i(\text{cycle}) = 0$

graphique



Pour le cycle nous avons : $\Delta H_2^{\circ} + \Delta H_3^{\circ} + \Delta H_4^{\circ} - \Delta H_1^{\circ} = 0$

$$\Delta H_1^{\circ} = E_l(\text{C}=\text{C}) + 4E_l(\text{C}-\text{H})$$

$$\Delta H_2^{\circ} = -2\Delta H_{\text{sub},298}^{\circ}(\text{C}, \text{s})$$

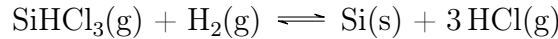
$$\Delta H_3^{\circ} = 2E_l(\text{H}-\text{H})$$

$$\Delta H_4^{\circ} = \Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_4, \text{g})$$

Nous trouvons : $\Delta H_{298}^{\circ}(\text{C}=\text{C}) = -611,8 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Exercice N°2 (8 pts)

Réaction :



Données thermodynamiques :

Espèces chimiques	$\text{SiHCl}_3(\text{g})$	$\text{HCl}(\text{g})$	$\text{Si}(\text{s})$	$\text{H}_2(\text{g})$
$\Delta H_{\text{f},298}^\circ$ (kJ mol ⁻¹)	-489,7	-92,3	0	0
S_{298}° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	310	187	21	131

Calcul de $\Delta H_{\text{r},298}^\circ$:

$$\Delta H_{\text{r},298}^\circ = 3\Delta H_{\text{f},298}^\circ(\text{HCl,g}) + \Delta H_{\text{f},298}^\circ(\text{Si,s}) - \Delta H_{\text{f},298}^\circ(\text{SiHCl}_3,\text{g}) - \Delta H_{\text{f},298}^\circ(\text{H}_2,\text{g})$$

$$\Delta H_{\text{r},298}^\circ = 3(-92,3 \text{ kJ}) + 0 \text{ kJ} - (-489,7 \text{ kJ}) - 0 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{r},298}^\circ = 212,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$\Delta H_{\text{r},298}^\circ > 0$: la réaction est endothermique.

Calcul de $\Delta S_{\text{r},298}^\circ$:

$$\Delta S_{\text{r},298}^\circ = 3S_{298}^\circ(\text{HCl,g}) + S_{298}^\circ(\text{Si,s}) - S_{298}^\circ(\text{SiHCl}_3,\text{g}) - S_{298}^\circ(\text{H}_2,\text{g})$$

$$\Delta S_{\text{r},298}^\circ = 3(187 \text{ J K}^{-1}) + 21 \text{ J K}^{-1} - 310 \text{ J K}^{-1} - 131 \text{ J K}^{-1}$$

$$\Delta S_{\text{r},298}^\circ = 141 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$\Delta S_{\text{r},298}^\circ > 0$: l'état final est plus désordonné que l'état initial (on a augmentation du désordre). En effet $\Delta \nu_g = (3) - (1 + 1) = 1 > 0$: augmentation du nombre de moles de gaz.

(2-a) Calcul de $\Delta G_{\text{r},T}^\circ$:

$$\Delta G_{\text{r},T}^\circ = \Delta H_{\text{r}}^\circ - T \Delta S_{\text{r},T}^\circ$$

$\Delta H_{\text{r}}^\circ$ et $\Delta S_{\text{r}}^\circ$ sont supposées indépendantes de T.

$$\Delta H_{\text{r},T}^\circ \approx \Delta H_{\text{r},298}^\circ$$

$$\Delta S_{\text{r},T}^\circ \approx \Delta S_{\text{r},298}^\circ$$

$$\Rightarrow \Delta G_{\text{r},T}^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T \Delta S_{298}^\circ$$

(2-b) Calcul de $\Delta G_{\text{r},1200}^\circ$:

$$\Delta H_{298}^\circ = 212,8 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta S_{298}^\circ = 141 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; T = 1200 \text{ K}$$

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

$$\Delta G_{\text{r},1200}^\circ = 212,8 \text{ kJ mol}^{-1} - 1200 \text{ K} \times 141 \times 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{\text{r},1200}^\circ = 212,8 \text{ kJ mol}^{-1} - 169,2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{\text{r},1200}^\circ = 43,6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(2-c) Calcul de $K_{p,1200}$:

$$\text{À l'équilibre : } \Delta G_{\text{r},T}^\circ = -RT \ln K_{p,T} \Rightarrow K_{p,T} = \exp\left(-\frac{\Delta G_{\text{r},T}^\circ}{RT}\right)$$

$$T = 1200 \text{ K et } \Delta G_{r,1200}^{\circ} = 43,6 \text{ kJ mol}^{-1} = 43\,600 \text{ J mol}^{-1}$$

$$K_{p,1200} = \exp\left(-\frac{43\,600 \text{ J mol}^{-1}}{8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 1200 \text{ K}}\right)$$

$$K_{p,1200} = \exp(-4.3722)$$

$$K_{p,1200} \approx 0,0126$$

Tableau d'avancement :

	$\text{SiHCl}_3(\text{g})$	+	$\text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{Si}(\text{s})$	+	$3 \text{HCl}(\text{g})$	$n_T(\text{g})$
$t = 0$	n_0		n_0		0		0	$2n_0$
t_{eq}	$n_0 - \xi$		$n_0 - \xi$		ξ		3ξ	$2n_0 + \xi$
$x_i \text{ à } t_{eq}$	$\frac{n_0 - \xi}{2n_0 + \xi}$		$\frac{n_0 - \xi}{2n_0 + \xi}$		—		$\frac{3\xi}{2n_0 + \xi}$	$\sum x_i = 1$
$P_i \text{ à } t_{eq}$	$\frac{n_0 - \xi}{2n_0 + \xi} P_T$		$\frac{n_0 - \xi}{2n_0 + \xi} P_T$		—		$\frac{3\xi}{2n_0 + \xi} P_T$	$\sum P_i = P_T$

- a. l'Expression de la pression partielle de HCl, à l'équilibre en fonction de la pression totale P_T et de la pression partielle du dihydrogène P_{H_2}

$$P_T = P_{\text{HCl}} + P_{\text{H}_2} + P_{\text{SiHCl}_3}$$

D'après le tableau d'avancement (si les quantités initiales de SiHCl_3 et H_2 sont égales) :

$$P_{\text{SiHCl}_3} = P_{\text{H}_2}$$

Donc,

$$P_T = 2P_{\text{H}_2} + P_{\text{HCl}} \implies P_{\text{HCl}} = P_T - 2P_{\text{H}_2}$$

- b. L'expression de K_p en fonction de P_T et P_{H_2} L'expression de K_p est :

$$K_p = \frac{(P_{\text{HCl}})^3}{P_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{SiHCl}_3}}$$

En utilisant $P_{\text{SiHCl}_3} = P_{\text{H}_2}$:

$$K_p = \frac{(P_{\text{HCl}})^3}{(P_{\text{H}_2})^2}$$

En substituant $P_{\text{HCl}} = P_T - 2P_{\text{H}_2}$:

$$K_p = \frac{(P_T - 2P_{\text{H}_2})^3}{(P_{\text{H}_2})^2}$$

- c. Calcule de la valeur de P_T si P_{H_2} du dihydrogène à l'équilibre est de 0,43 bar.

$$K_{p,1200} = \frac{(P_T - 2P_{\text{H}_2})^3}{(P_{\text{H}_2})^2} \implies (P_T - 2P_{\text{H}_2})^3 = K_{p,1200} \cdot (P_{\text{H}_2})^2$$

$$P_T - 2P_{\text{H}_2} = \sqrt[3]{K_{p,1200} \cdot (P_{\text{H}_2})^2}$$

$$P_T = \sqrt[3]{K_{p,1200} \cdot (P_{\text{H}_2})^2} + 2P_{\text{H}_2}$$

Avec $P_{H_2} = 0,43 \text{ bar}$ et $K_{p,1200} = 0,0126$:

$$P_T = \sqrt[3]{0,0126 \times (0,43)^2} + 2 \times 0,43$$

$$P_T = \sqrt[3]{0,0126 \times 0,1849} + 0,86$$

$$P_T = \sqrt[3]{0,00232974} + 0,86$$

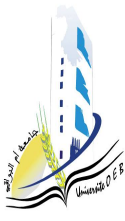
$$P_T \approx 0,1325 + 0,86$$

$$P_T \approx 0,9925 \text{ bar}$$

$$P_T \approx 1 \text{ bar.}$$

Exercice N°3 (6 pts)

Voir le cours.



Le 12/05/2025

Durée : 1h30

Examen

Questions :

- 1) Quelle est la différence entre une mesure directe et une mesure indirecte des distances ? Donnez un exemple pour chaque. **(02pts)**
- 2) Donnez les définitions des termes suivants : **(03pts)**
Topographie – Géodésie - Gisement ?
- 3) Citez trois instruments utilisés pour les mesures directes et expliquez brièvement leur principe de fonctionnement. **(03pts)**
- 4) Le polygone suivant est défini par les coordonnées locales des sommets exprimées en mètres dans le tableau suivant. Calculez sa superficie en centimètre carré près. **(06pts)**

Point	A	B	C	D	E
X _i	150,25	320,50	450,75	400,30	200,15
Y _i	500,80	700,40	600,20	300,10	350,90

- 5) Calculer le cheminement suivant **(06pts)**

points	Angles	G _i	d	X	dX	Y	dY
R ₁		124.301					
1	79.683			913471.84		82405.79	
2	170.698		217.970				
3	209.870		127.180				
4	126.672		182.760				
R ₂							

BON COURAGE

Corrigé type



1) Différence entre mesure directe et indirecte

- a. **Mesure directe** : On parcourt physiquement la distance avec un étalon (ex. ruban, chaîne).

Exemple : Mesurer un terrain avec un décamètre.

- b. **Mesure indirecte** : On calcule la distance sans la parcourir, via des méthodes optiques/électroniques.

Exemple : Utilisation d'un théodolite et d'une mire en stadimétrie.

- 2) - **Topographie** (opération de décrire) : c'est la science qui donne les moyens de représentation graphique ou numérique d'une surface terrestre ; en topographie, le terrain est représenté in situ, alors qu'en topométrie les calculs et reports sont des phases ultérieures au travail sur le site.

- **Géodésie** : c'est la science qui étudie la forme de la terre ; par extension, ce sont les techniques permettant de déterminer les points géodésiques et repères de nivellement.

- **Gisement** : Le Gisement d'une direction AB est l'angle horizontal mesuré positivement dans le sens horaire entre l'axe des ordonnées du système de projection utilisé et cette direction AB.

- 3) **Roue de connaissance** : Distance = nombre de tours × circonférence ($2\pi R$).

Ruban (chaînage) : Mesure linéaire avec correction de tension/température.

Pas/double pas : Estimation rapide sur terrain plat (précision limitée).

4) Calcul de la surface S

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} X_i (Y_{i-1} - Y_{i+1})$$

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$$



Point	$Y_i - 1 - Y_{i+1}$	$X_i(Y_i - 1 - Y_{i+1})$
A	$350,90 - 700,40 = -349,50$	$150,25 \times (-349,50) = -52\,512,38$
B	$500,80 - 600,20 = -99,40$	$320,50 \times (-99,40) = -31\,857,70$
C	$700,40 - 300,10 = +400,30$	$450,75 \times 400,30 = +180\,335,23$
D	$600,20 - 350,90 = +249,30$	$400,30 \times 249,30 = +99\,794,79$
E	$300,10 - 500,80 = -200,70$	$200,15 \times (-200,70) = -40\,170,11$

Superficie finale :

- **77 795 m²** (arrondi au m² près).
- **7 779 500 cm²** (conversion en centimètres carrés).

5) Calcul du cheminement

Calcul du gisement : $G_{1,2} = G_{R1,1} + \alpha + 200$ ou $G_{1,2} = G_{R1,1} + \alpha - 200$

Dans la pratique, on utilise l'une ou l'autre des formules et on ajoute 400 g à tout résultat négatif, ou on retranche 400 g à tout résultat supérieur à 400 g.

Coordonnées des points : $X_2 = X_1 + d \sin G_{1,2}$ $Y_2 = Y_1 + d \cos G_{1,2}$

points	Angles	G_i	d	X	dX	Y	dY
R ₁		124.301					
1	79.683	3.984	217.970	913471.84	-13.61	82405.79	-217.49
2	170.698	374.682	127.180	913485.45	49.27	82623.28	-117.22
3	209.870	384.552	182.760	913436.18	43.93	82740.50	-177.37
4	126.672	311.224		913392.25		82917.87	
R ₂							

Contrôle N°1

Transfert de chaleur I

Exercice N°1 (7 pts) (Interrogation)

Pour déterminer lequel des deux matériaux est celui qui transfère l'énergie thermique le plus rapidement, on utilise deux plaques de mêmes dimensions, l'une en cuivre et l'autre en aluminium. On maintient un écart de température constant et égal à 5°C entre les deux faces planes et parallèles de la plaque de cuivre. Le transfert thermique, pendant une durée de **15 min**, entre les deux faces est $Q_{\text{cu}} = 4,4 \cdot 10^6 \text{ J}$. Ensuite, on procède de même avec la plaque d'aluminium dont la résistance thermique est $R_{\text{th Al}} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$.

Donnée : Le flux thermique a pour expression : $\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{\text{th}}}$

1. Quel est le flux thermique qui traverse : **a.** la plaque de cuivre ? **b.** la plaque d'aluminium ?
2. Pour des dimensions identiques, quel est le matériau qui transfère le plus rapidement l'énergie thermique ?

Exercice N°2 (7 pts)

Un mur est composé de :

Brique réfractaires : $e_1 = 10 \text{ cm}$; $\lambda_1 = 1 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

D'un isolant : $e_2 = 2 \text{ cm}$; $\lambda_2 = 0,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

$T_1 = 1100^{\circ}\text{C}$, $T_3 = 20^{\circ}\text{C}$

- **Calculer le flux de chaleur et la température T_2**

L'isolant (e_2) ne supporte pas 740°C ; on propose le garnissage suivant, de même épaisseur totale :

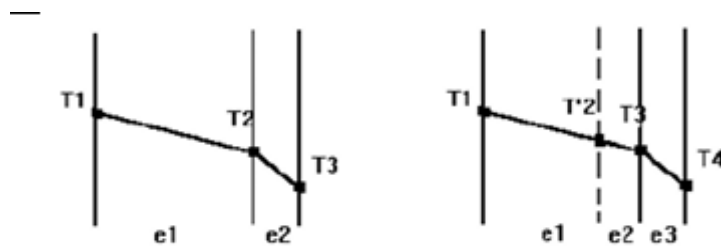
Brique réfractaires : $e_1 = 7 \text{ cm}$; $\lambda_1 = 1 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

Isolant : $e_2 = 3 \text{ cm}$; $\lambda_2 = 0,5 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

Isolant : $e_3 = 2 \text{ cm}$; $\lambda_3 = 0,1 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

$T_1 = 1100^{\circ}\text{C}$, $T_4 = 20^{\circ}\text{C}$

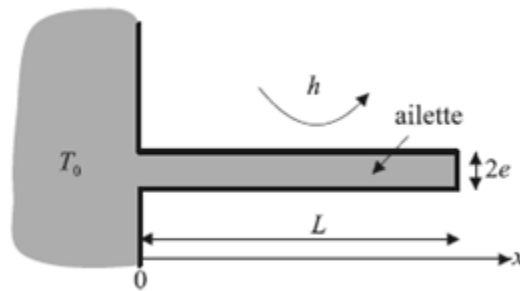
- **Calculer le flux de chaleur et la température T_2 et T_3 et faire la comparaison avec le premier cas.**



Exercice N°2 (6 pts) :

On considère une ailette telle que celle représentée sur la figure ci-dessous. La conductivité thermique du matériau constitutif de l'ailette est λ . Le périmètre de l'ailette est p , sa section S , sa longueur L . le coefficient d'échange entre l'ailette et le milieu ambiant à la température T_{∞}

est noté h . Enfin la température à la base de l'ailette est notée T_0 . On admet que le flux à l'extrémité de l'ailette est nul.



- a) A quelle condition la température de l'ailette peut-elle être considérée comme uniforme sur la section ?(0.5pts)
- b) Donner la loi de l'évolution de la température le long de l'ailette suivant x .(4.5pts)
- c) Que devient cette expression si l'ailette est considérée comme infinie ?(0.5pts)
- d) Donner l'expression du flux dissipé par l'ailette infinie.(0.5pts)

Solution du contrôle N°1 Transfert de chaleur 1

Ex : 1

$$\text{On a } \varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$$

1. Pour le cuivre $Q_{cu} = 4,4 \cdot 10^6 \text{ J}$.

Alors

$$\varphi_{cu} = \frac{Q_{cu}}{\Delta t} = \frac{4,4 \cdot 10^6}{15 \cdot 60} = 4889 \text{ W}$$

Pour l'aluminium dont la résistance thermique est $R_{th Al} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$.

$$\varphi_{Al} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}} = \frac{5}{1,7 \cdot 10^{-2}} = 294,12 \text{ W}$$

2. Pour les mêmes dimensions le cuivre transfère plus rapidement l'énergie thermique parce que d'après la définition du flux on a :

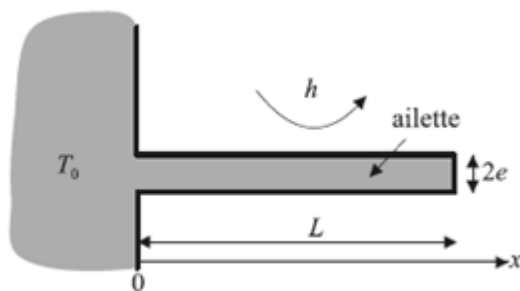
$$\varphi_{Al} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th Al}}$$

$$\varphi_{cu} = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th cu}}$$

$$\frac{\varphi_{cu}}{\varphi_{Al}} = \frac{R_{th Al}}{R_{th cu}} = \frac{\frac{e}{\lambda_{Al} S}}{\frac{e}{\lambda_{cu} S}} = \frac{\lambda_{cu}}{\lambda_{Al}}$$

$$\lambda_{cu} = \frac{\varphi_{cu}}{\varphi_{Al}} * \lambda_{Al}$$

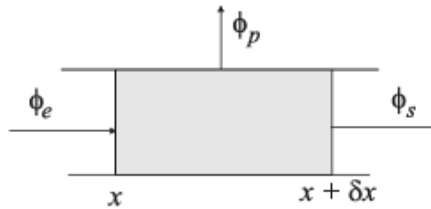
Ex : 3



- a- L'ailette est à température uniforme sur sa face si sa conductivité thermique est très élevée exemple : Cuivre et Aluminum

- b) Si donc la température ne dépend que de la direction longitudinale, en effectuant un bilan thermique sur un tronçon de largeur δx d'ailette on a :

$$\phi_e - \phi_s - \phi_p = 0$$



Avec :

$$\phi_e = -\lambda S \frac{dT(x)}{dx}$$

$$\phi_s = -\lambda S \frac{dT(x + \delta x)}{dx}$$

$$\phi_p = h p \delta x (T(x) - T_\infty)$$

En injectant ces relations dans la relation de bilan on obtient :

$$\lambda S \left(\frac{dT(x + \delta x)}{dx} - \frac{dT(x)}{dx} \right) - h p \delta x (T(x) - T_\infty) = 0$$

Soit :

$$\lambda S \frac{d^2 T(x)}{dx^2} \delta x - h p \delta x (T(x) - T_\infty) = 0$$

Soit :

$$\lambda S \frac{d^2 T(x)}{dx^2} \delta x - h p \delta x (T(x) - T_\infty) = 0$$

Et encore :

$$\frac{d^2 T(x)}{dx^2} - k^2 (T(x) - T_\infty) = 0$$

Avec :

$$k^2 = \frac{h p}{\lambda S}$$

En posant $\theta(x) = T(x) - T_\infty$, la relation devient :

$$\frac{d^2 \theta(x)}{dx^2} - k^2 \theta(x) = 0$$

Dont la solution est :

$$\theta(x) = C_1 e^{kx} + C_2 e^{-kx}$$

Avec les conditions aux limites :

$$\text{En } x=0 \quad T(x=0)=T_0 \quad \theta(x=0) = T_0 - T_\infty = \theta_0$$

$$\text{En } x=L \quad \varphi(x=L) = 0 = -\lambda S \left. \frac{dT}{dx} \right|_{x=L}$$

$$k(C_1 e^{kx} - C_2 e^{-kx}) \Big|_{x=L} = 0 \quad (C_1 e^{kL} - C_2 e^{-kL}) = 0$$

$$\text{La 1^{ère} condition : } (C_1 + C_2) = \theta_0$$

$$\text{La 2^{ème} condition : } C_2 = \frac{\theta_0 e^{kL}}{e^{kL} + e^{-kL}}$$

$$C_1 = \frac{\theta_0 e^{-kL}}{e^{kL} + e^{-kL}}$$

La solution générale est :

$$\theta(x) = \left(\frac{\theta_0 e^{-kL}}{e^{kL} + e^{-kL}} \right) e^{kx} + \left(\frac{\theta_0 e^{kL}}{e^{kL} + e^{-kL}} \right) e^{-kx}$$

- Si l'ailette est considérée comme infinie

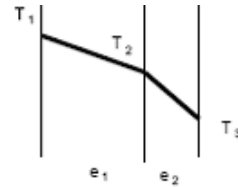
$L \rightarrow \infty$ la relation précédente devient :

$$\theta(x) = \theta_0 e^{-kx}$$

Ex : 2

a) Briques réfractaires

$$\begin{cases} e_1 = 10 \text{ cm} \\ \lambda_1 = 1 \text{ W/m}^\circ\text{C} \end{cases} \quad \text{Isolant} \quad \begin{cases} e_2 = 2 \text{ cm} \\ \lambda_2 = 0.1 \text{ W/m}^\circ\text{C} \\ T_1 = 1100^\circ\text{C}, T_3 = 20^\circ\text{C} \end{cases}$$



On a donc :

$$\text{Ici, } \varphi = \frac{1100 - 20}{\frac{0.1}{1} + \frac{0.02}{0.1}} = 3600 \text{ W/m}^2 \text{ et donc } \varphi = 3600 = \frac{1100 - T_2}{\frac{0.1}{1}} \text{ d'où } T_2 = 740^\circ\text{C}$$

b) Brique réfractaire :

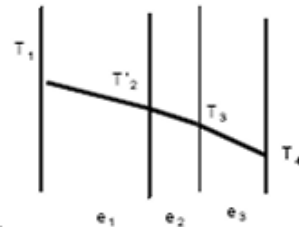
$$\begin{cases} e_1 = 7 \text{ cm} \\ \lambda_1 = 1 \text{ W/m}^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\text{Isolant réfractaire : } \begin{cases} e_3 = 3 \text{ cm} \\ \lambda_2 = 0.5 \text{ W/m}^\circ\text{C} \end{cases} \quad \text{Isolant : } \begin{cases} e_3 = 2 \text{ cm} \\ \lambda_3 = 0.1 \text{ W/m}^\circ\text{C} \end{cases}$$

Avec à nouveau : $T_1 = 1100^\circ\text{C}$, $T_4 = 20^\circ\text{C}$

Nous trouvons :

$$\varphi' = \frac{1100 - 20}{\frac{0.07}{1} + \frac{0.03}{0.5} + \frac{0.02}{0.1}} = 3273 \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (\text{a})$$



$$\varphi' \approx 0.91\varphi \text{ et } 3273 = \frac{1100 - T_2'}{\frac{0.07}{1}} \text{ d'où } T_2' = 870^\circ\text{C},$$

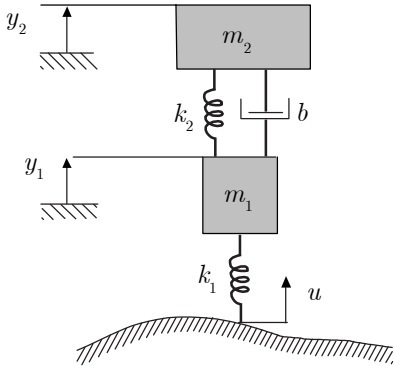
$$\text{de plus } 3273 = \frac{T_2' - T_3'}{\frac{0.03}{0.5}}, \text{ donc } T_3' = 674^\circ\text{C} (T_3' < T_2). \quad (\text{b})$$

On se rend compte qu'il convient de se méfier des solutions intuitives ou "évidentes" et qu'il vaut mieux les étayer par un calcul, même approximatif.

Corrigé Examen de la matière Asservissement

Exercice N°1 :

Déterminer la fonction de Transfer $\frac{y_2(s)}{u(s)}$



Solu :

$$\begin{cases} m_1 \ddot{y}_1 + k_1 y_1 + b(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) + k_2(y_1 - y_2) = k_1 u \\ m_2 \ddot{y}_2 + k_2(y_2 - y_1) + b(\dot{y}_2 - \dot{y}_1) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} [m_1 s^2 + (k_1 + k_2) + bs] y_1(s) - (k_2 + bs) y_2(s) = k_1 u(s) \\ -(k_2 + bs) y_1(s) + (m_2 s^2 + k_2 + bs) y_2(s) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} m_1 s^2 + (k_1 + k_2) + bs & -(k_2 + bs) \\ -(k_2 + bs) & m_2 s^2 + k_2 + bs \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1(s) \\ y_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 u(s) \\ 0 \end{bmatrix}$$

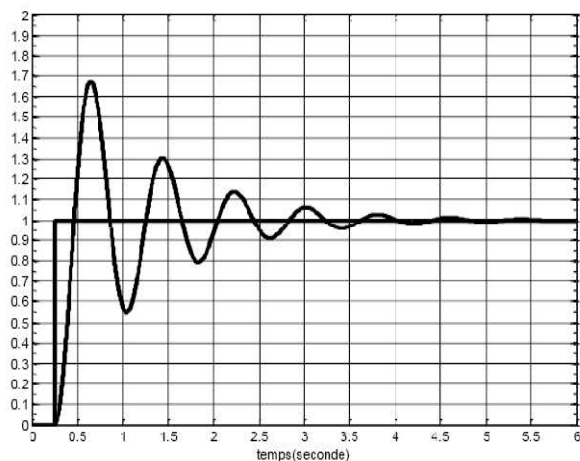
Le déterminant :

$$\Delta = \begin{vmatrix} m_1 s^2 + (k_1 + k_2) + bs & -(k_2 + bs) \\ -(k_2 + bs) & m_2 s^2 + k_2 + bs \end{vmatrix} = (m_1 s^2 + (k_1 + k_2) + bs)(m_2 s^2 + k_2 + bs) - (k_2 + bs)^2$$

$$y_2(s) = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{(k_2 + bs) k_1 u(s)}{(m_1 s^2 + (k_1 + k_2) + bs)(m_2 s^2 + k_2 + bs) - (k_2 + bs)^2}$$

$$\frac{y_2(s)}{u(s)} = \frac{(k_2 + bs) k_1}{(m_1 s^2 + (k_1 + k_2) + bs)(m_2 s^2 + k_2 + bs) - (k_2 + bs)^2}$$

Exercice N°2 :



1. Quelle est la nature de ce système
2. En utilisant les mesures trouver le temps du premier pic, le temps de montée et le temps d'établissement et la pseudo périodique :
3. Trouver les caractéristiques notamment le gain statique, le facteur d'amortissement, la pulsation propre non amortie, la pulsation propre, le temps de montée,.

Solu :

Système Du 2^{ème} Ordre

En utilisant les mesures nécessaires, on trouve :

Il faut noter que l'entrée et la sortie présente un retard : de 0,25 s

Le dépassement, $D = 1.65 - 1 = 0.65$ (65%),

Le temps du premier pic, $t_p = t_1 = \frac{\pi}{\omega_d}$
 $t_p = 0.75 - 0.25 = 0.5$ s

La pseudo-période, $T_p = t_3 - t_1 = \frac{3\pi}{\omega_d} - \frac{\pi}{\omega_d} = \frac{2\pi}{\omega_d}$
 $T_p = 2.25 - 1.40 = 0.85$ s

Le temps de montée
 $t_r = t_{2(90\%)} - t_{1(10\%)} = 0.45 - 0.3 = 0.15$ s

Les caractéristiques notamment Le gain statique : $K=1$; Le facteur d'amortissement: $D = e^{-\frac{\pi \varepsilon}{\sqrt{1-\varepsilon^2}}}$ d'où

$\varepsilon = \sqrt{\frac{\ln^2 D}{\pi^2 + \ln^2 D}} = 0.1941$; La pulsation propre amortie : $\omega_d = \frac{2\pi}{T_p} = 7.3920$ rd/s

La pulsation propre non amortie : $\omega_n = 12$

Exercice N°3 :

Etudier la stabilité du système suivant :

$$G(s) = \frac{80}{s^5 + 2s^4 + 4s^3 + 8s^2 + 16s + 6}$$

Solution :

$$s^5 + 2s^4 + 4s^3 + 8s^2 + 16s + 6$$

$$C_3 = C_5 - \frac{C_{51}}{C_{41}}C_4 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 16 \end{bmatrix} - \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 2 & 8 & 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 13 \end{bmatrix}$$

$$\text{on remplace le pivot nul par } \xi \text{ d'où: } C_3 = \begin{bmatrix} 0 & \xi & 13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \xi & 13 \end{bmatrix}$$

$$C_2 = C_4 - \frac{C_{41}}{C_{31}}C_3 = \begin{bmatrix} 2 & 8 & 6 \end{bmatrix} - \frac{2}{\xi} \begin{bmatrix} \xi & 13 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi & 13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{8\xi - 26}{\xi} & 6 \end{bmatrix}$$

$$C_2 = \begin{bmatrix} \frac{8\xi - 26}{\xi} & 6 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C_1 = C_3 - \frac{C_{31}}{C_{21}}C_2 = \begin{bmatrix} \xi & 13 \end{bmatrix} - \frac{\xi}{\frac{8\xi - 26}{\xi}} \begin{bmatrix} \frac{8\xi - 26}{\xi} & 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 13 - \frac{6\xi^2}{8\xi - 26} & 0 \end{bmatrix}$$

$$C_1 = \begin{bmatrix} \frac{104\xi - 338 - 6\xi^2}{8\xi - 26} & 0 \end{bmatrix}$$

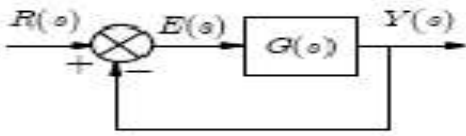
$$C_0 = C_2 - \frac{C_{21}}{C_{11}}C_1 = \begin{bmatrix} \frac{8\xi - 26}{\xi} & 6 & 0 \end{bmatrix} - \frac{\frac{8\xi - 26}{\xi}}{\frac{104\xi - 338 - 6\xi^2}{8\xi - 26}} \begin{bmatrix} \frac{104\xi - 338 - 6\xi^2}{8\xi - 26} & 0 \end{bmatrix} =$$

$$C_0 = \begin{bmatrix} 0 & 6 \end{bmatrix}$$

s^5	C_5	1	4	ξ^+	ξ^-
s^4	C_4	2	8	16	+
s^3	C_3	ξ	13	6	+
s^2	C_2	$\frac{8\xi - 26}{\xi}$	6	0	+
s	C_1	$\frac{104\xi - 338 - 6\xi^2}{8\xi - 26}$	0	0	+
s^0	C_0	6		+	+

d'où le système est instable

Exercice N°4 :

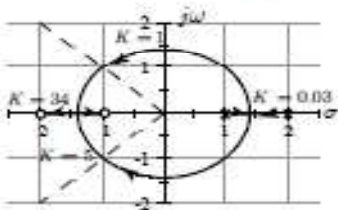


Soit le système à retour unitaire , Avec : $G(s) = \frac{(s+1)(s+2)}{(s-1)(s-2)}$

Déterminer ses propriétés et tracer le lieu des racines.

1. lieu des racines.

$$1 + KG(s) = 1 + K \frac{(s+1)(s+2)}{(s-1)(s-2)} = 0$$



2. points de séparation et de branchement.

$$1 + KG(s) = 1 + K \frac{(s+1)(s+2)}{(s-1)(s-2)} = 0$$

$$K(\sigma) = -\frac{1}{G(\sigma)} = -\frac{(\sigma-1)(\sigma-2)}{(\sigma+1)(\sigma+2)} = -\frac{\sigma^2 - 3\sigma + 2}{\sigma^2 + 3\sigma + 2}$$

$$\frac{dK}{d\sigma} = -6 \frac{\sigma^2 - 2}{(\sigma^2 + 3\sigma + 2)^2} = 0$$

Ce qui donne $\sqrt{2}$ point de séparation pour $K(\sqrt{2}) = 0.03$

et $-\sqrt{2}$ point de branchement pour $K(-\sqrt{2}) = 34$.

3. valeurs de K pour que le système en BF soit stable.

$$1 + KG(s) = (K+1)s^2 + 3(K-1)s + 2K+2 = 0$$

$$s^2 \quad K+1 \quad 2K+2$$

$$s^1 \quad 3K-3 \quad 0$$

$$s^0 \quad 2K+2$$

$$3K-3=0 \Rightarrow K=1$$

$$1 + KG(s) = 2s^2 + 4 = 0$$

Racines sur l'axe imaginaire $\pm j\sqrt{2}$. Stable pour $K > 1$.

Bon Chance !!!!

CONTROLE DE CONNAISSANCE DU SEMESTRE 4

1. Citez les différents Eurocodes pour la conception et le calcul des bâtiments et des structures de génie civil. **(5,00 points)**
2. Selon les hypothèses de calcul à l'ELU du règlement **C.B.A.93 (DTR-BC 2.4.1)** et de l'**EUROCODE 2**, qui concerne les déformations dans le béton et l'acier, il y a cette notion de **règle des trois pivots**. On vous demande de la définir, de construire le diagramme des trois pivots et de donner les différents domaines la composant. **(2 points)**
3. Quelles sont les différentes actions définies par le **DTR-B.C.2.2.** et le **DTR-BC 2.4.1** ? **(6,50 points)**
4. Donnez les différentes zones de neige d'après le **DTR-C 2.4.7 (R.N.V. 1999)**. **(2 points)**
5. Donnez les différentes catégories de construction pour la détermination de l'action du vent selon le **DTR-C 2.4.7 (R.N.V. 1999)**. **(2 points)**
6. Le **DTR-BC 2.4.8 (RPA 2024)** classe les constructions en groupes d'usage selon un ordre d'importance, citez ces groupes d'usage et donnez des exemples pour chacun. **(2,50 points)**

BON COURAGE

Le chargé du module Me Boudjedir A.

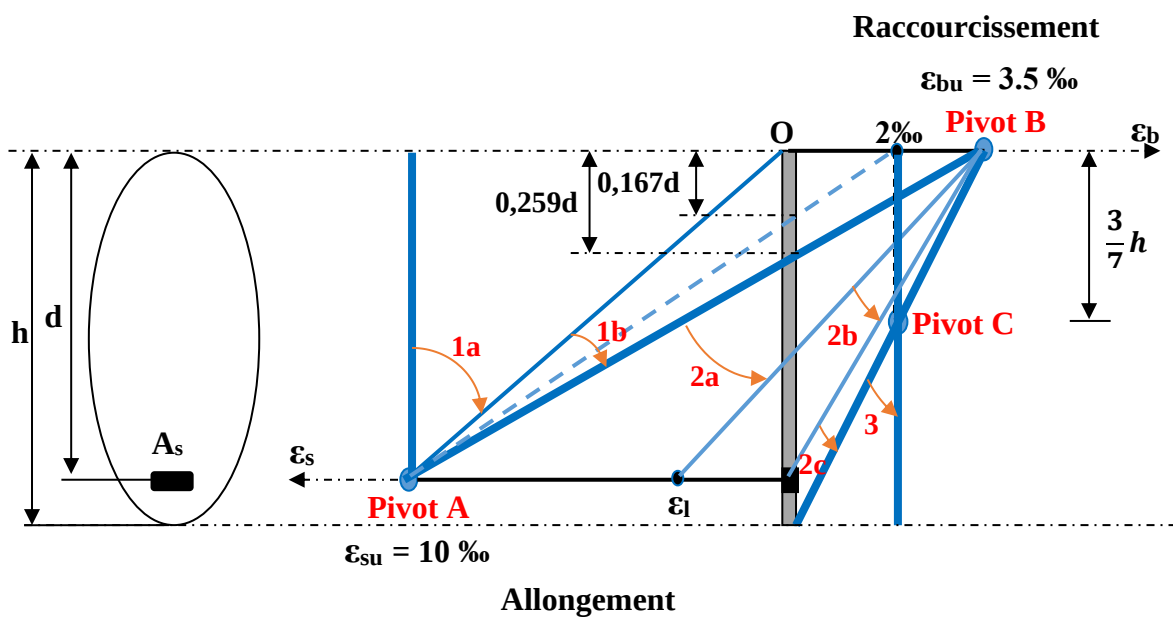
CORRECTION DU CONTROLE DE CONNAISSANCE DU SEMESTRE 4

1. Les Règles Européennes de calcul des bâtiments sont regroupées dans 10 Eurocodes : **(5,00 points)**

- Eurocode 0 (EN 1990) Bases de calcul des structures
- Eurocode 1 (EN 1991) Action sur les structures
- Eurocode 2 (EN 1992) Calcul des structures en béton
- Eurocode 3 (EN 1993) Calcul des structures en acier
- Eurocode 4 (EN 1994) Calcul des structures mixtes acier-béton
- Eurocode 5 (EN 1995) Calcul des structures en bois
- Eurocode 6 (EN 1996) Calcul des structures en maçonnerie
- Eurocode 7 (EN 1997) Calcul géotechnique
- Eurocode 8 (EN 1998) Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- Eurocode 9 (EN 1999) Calcul des structures en aluminium

2. **(2 points)**

Règle des trois pivots



Le diagramme des trois pivots représente tous les cas possibles du diagramme de déformation d'une section en b a soumise à différents types de sollicitations.

Les différents domaines qui le composent sont :

Domaine 1 :

Le diagramme des déformations passe par le point A qui correspond à un allongement maximum des aciers de 10%.
Il se divise en 2 sous – domaines :

Le sous - domaine (1a) : le béton est toujours tendu et ne participe pas à la résistance de la section.

Il comprend le cas de la traction simple, qui correspond à la droite verticale passant par le pivot A.

Et une famille de sections entièrement tendues : la droite de déformation pivote autour de A jusqu'à la position AO.

Le sous - domaine (1b) : le béton est partiellement comprimé.

Il correspond au cas de la flexion simple, ou de la flexion composée, lorsque le béton n'atteint pas son raccourcissement ultime. La section comporte alors une zone comprimée et une zone tendue.

La limite de ce sous – domaine correspond à un diagramme de déformations où l'allongement des aciers est de 10 ‰ et le raccourcissement dans le béton est de 3.5 ‰. C'est un cas limite pour le domaine 1.

Le domaine (1) sera décrit par la condition suivant :

$y \leq 0.2593d$ Le diagramme des déformations passe par le point A.

$y > 0.2593d$ Le diagramme des déformations passe par le point B.

Domaine 2 :

Le diagramme des déformations passe par le point B qui correspond à un raccourcissement de 3,5 ‰ de la fibre la plus comprimée du béton. On distingue 3 sous – domaines :

Sous - domaine (2a) :

C'est le cas de sections partiellement comprimées en flexion simple ou composée dont l'allongement des armatures est supérieur à l'allongement élastique (ϵ_l) donc les armatures sont plastifiées.

$$\epsilon_b = 3.5 \text{ ‰} \quad \text{et} \quad \epsilon_l \leq \epsilon_s \leq 10 \text{ ‰}$$

La meilleure conception de poutres en flexion d'un point de vue optimisation des matériaux est le sous – domaine (2a) puisque les deux matériaux travaillent au maximum (conception de poutres sous – armées).

Sous - domaine (2b) :

C'est le cas de sections partiellement comprimées en flexion simple ou composée mais l'allongement des armatures tendues est inférieur à l'allongement élastique (ϵ_l) et les aciers travaillent dans le domaine élastique. $\epsilon_b =$

$$3.5 \text{ ‰} \quad \text{et} \quad 0 \leq \epsilon_s < \epsilon_l$$

C'est le cas de poutres surarmées → mauvaise conception → mode de rupture fragile (brusque, qui n'avertit pas).

Sous - domaine (2c) :

Les armatures seront comprimées et le domaine (2) sera décrit par la condition : $0.2593d \leq y \leq h$

On serait en présence de section de béton partiellement comprimée en flexion composée avec armature comprimée.

La limite du domaine 2 c'est lorsque la fibre supérieure la plus comprimée du béton est à 3.5 ‰ de raccourcissement et la fibre inférieure a une déformation nulle ($y = h$) et c'est à partir de là que le diagramme des déformations commence à pivoter autour du point C.

Domaine 3 : ($y > h$)

Le diagramme des déformations passe par le point C et la section est entièrement comprimée et on distingue deux cas :

- Une famille de sections sollicitées en flexion composée entièrement comprimées où l'AN se trouve en dehors de la section (en bas) et le raccourcissement du béton est, dans toute la section, inférieure à son raccourcissement ultime.
- Une section sollicitée en compression simple où le raccourcissement du béton est égal à 2 ‰ sur toute la hauteur de la section. Le diagramme des déformations est uniforme et passe par le point C.

3. Les différentes actions définies par le **DTR-B.C 2.2** et le **DTR-BC 2.4.1** : **(6,50 points)**

A. Les actions permanentes : Symbole général G

Elles résultent du poids spécifique des matériaux mis en œuvre et des dimensions de l'ouvrage. La norme NF P 06-001 précise les poids volumiques des divers matériaux et ouvrages.

Les équipements fixes font partie de ces charges telles les cloisons de distribution.

Les poids, les poussées et les pressions dus à des terres ou des liquides interviennent en actions considérées permanentes lorsque le niveau de ces derniers varie peu.

Le retrait, faisant partie des déformations imposées à une construction, est une caractéristique du béton et correspond à une rétraction du béton pendant les phases de prise et de durcissement.

Prendre en compte les effets du retrait dans une construction, revient en général à éviter la fissuration. On peut ainsi prévoir des joints, des phases de coulage alternées ou des éléments fractionnés.

Le fluage du béton constitue un phénomène de déformations différées sous l'effet d'un chargement de longue durée. Il peut entraîner des redistributions d'efforts ou des variations dimensionnelles différentielles.

Les tassements différentiels des sols constituant l'assise des fondations peuvent amener des actions à considérer dans cette rubrique.

B. Les actions variables : Symbole général Q1 pour les actions de base et Qi pour les actions d'accompagnement

- Les charges d'exploitation : **Symbole QB en bâtiment et Qr pour les ponts**

Elles résultent de l'exploitation directe de la construction et sont donc constituées par le "poids des utilisateurs" et des matériaux nécessaires à l'utilisation des locaux. Elles correspondent à un mode normal d'utilisation. Par exemple, pour des bâtiments à usage d'habitation et pour des pièces servant à l'hébergement, on prévoira une charge de 1,5KN/m².

- Les charges climatiques : **Symbole W pour le vent et Sn pour la neige**

Le vent est assimilé à des efforts statiquement appliqués à la construction et qui mettent la structure résistante en vibration. Ils dépendent de la région, du site (abrité ou exposé), de l'altitude, et des dimensions.

- Les charges appliquées en cours de construction :

Ces charges proviennent en général des équipements de chantier, de coffrage, de transport et de levage ou des dépôts de matériaux, mais il peut s'agir aussi de problèmes d'étalement.

En effet, les méthodes de construction jouent sur la répartition des efforts et amènent parfois à solliciter les ouvrages prématurément avec des charges importantes alors que le béton n'a pas souvent atteint la valeur de sa résistance de calcul. Il y a donc lieu de s'en préoccuper à l'étude.

- Les actions de la température : **Symbole T variation uniforme et $\Delta\theta$ gradient thermique**

Lorsqu'une construction est soumise à une variation brutale de sa température, ses dimensions ont tendance à se modifier proportionnellement à son coefficient de dilatation α . Si cette dilatation ne peut pas s'effectuer librement, il se produit des auto contraintes qui provoquent des efforts internes.

C. Les actions accidentelles : Symbole général F_A

Ce sont des phénomènes rares, de brève durée d'application. On peut citer en exemple les séismes, les chocs, les explosions. Leur valeurs sont fixées par des textes réglementaires en particulier les règles parasismiques algériennes (RPA99 version 2003).

4. Les différentes zones de neige d'après le **DTR-C 2.4.7 (R.N.V. 1999)** sont : **(2,00 points)**

Zone A

Zone B

Zone C

Zone D : pas de charge de neige, dans cette zone une charge ensablement sera retenue.

5. Les différentes catégories de construction pour la détermination de l'action du vent selon le **DTR-C 2.4.7 (R.N.V. 1999)** : **(2,00 points)**

- **catégorie I** : elle regroupe l'ensemble des bâtiments (à usage d'habitation, administratif, scolaire, industriel, de santé, lieux de culte, etc.) ;
- **catégorie II** : elle regroupe les constructions ajourées telles que les structures verticales en treillis (pylônes, grues, échafaudages, etc.), les cheminées et ouvrages similaires.

6. Le **DTR-BC 2.4.8 (RPA 2024)** classe les constructions en groupes d'usage selon un ordre d'importance, tout ouvrage qui relève du domaine d'application du présent DTR doit être classé dans l'un des quatre (04) groupes définis ci-après : **(2,50 points)**

• **Groupe 1A** : Bâtiments d'importance vitale

– Bâtiments vitaux qui doivent demeurer opérationnels après un séisme majeur pour les besoins de la survie de la région, de la sécurité publique et de la défense nationale, tels que :

* Bâtiments abritant les centres de décision stratégique

* Bâtiments abritant le personnel et le matériel de secours et (ou) de défense nationale ayant un caractère opérationnel (casernes de pompiers, de police ou militaires, parcs d'engins et de véhicules d'intervention d'urgence et de secours,...)

* Bâtiments des établissements publics de santé (les hôpitaux, centres dotés de services des urgences, de chirurgie et d'obstétrique,...)

- * Bâtiments des établissements publics de communications tels que les centres de télécommunications, de diffusion et de réception de l'information (radio et télévision), relais Hertziens, tours de contrôle des aéroports et contrôle de la circulation aérienne

- * Bâtiments de production et de stockage d'eau potable d'importance vitale

- * Bâtiments publics à caractère culturel ou historique d'importance nationale

- * Bâtiments des centres de production ou de distribution d'énergie, d'importance nationale

- * Bâtiments administratifs ou autre devant rester fonctionnels en cas de séisme

- **Groupe 1B** : Bâtiments de grande importance

- Bâtiments abritant fréquemment de grands rassemblements de personnes

- * Bâtiments recevant du public et pouvant accueillir simultanément plus de 300 personnes tels que grande mosquée, bâtiments à usage de bureaux, bâtiments industriels et commerciaux, universitaires, constructions sportives et culturelles, pénitenciers, grands hôtels

- * Bâtiments d'habitation collective ou à usage de bureaux dont la hauteur dépasse 48 m

- Bâtiments publics d'intérêt national ou ayant une importance socio-culturelle et économique certaine

- * Bâtiments de bibliothèque ou d'archives d'importance régionale, musée, etc

- * Bâtiments des établissements sanitaires autres que ceux du groupe 1A

- * Bâtiments de centres de production ou de distribution d'énergie autres que ceux du groupe 1A

- * Châteaux d'eau et réservoirs

- Ouvrages scolaires quel que soit leur taille

- **Groupe 2** : Bâtiments d'importance moyenne

- Bâtiments non classés dans les autres groupes 1A, 1B ou 3 tels que :

- * Bâtiments d'habitation collective ou à usage de bureaux dont la hauteur ne dépasse pas 48 m

- * Autres bâtiments pouvant accueillir au plus 300 personnes simultanément tels que, bâtiments à usage de bureaux, bâtiments industriels, etc

- * Parkings de stationnement publics, etc

- **Groupe 3** : Bâtiments de faible importance

- Bâtiments industriels ou agricoles abritant des biens de faibles valeurs

- Bâtiments à risque limité pour les personnes

- Constructions provisoires

Corrigé-type EXAMEN

Exercice 01. (4pts)

1) Trouver l'expression logique de la fonction F.

$$F = \overline{(M N_0)} \cdot \overline{(M \bar{N}_0)} \cdot (\bar{M} N_0) \quad (2)$$

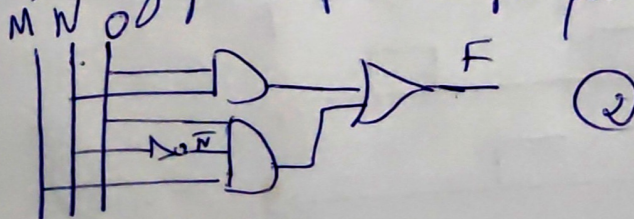
$$F = M N_0 + M \bar{N}_0 + \bar{M} N_0$$

2) Simplifier cette expression par la méthode algébrique

$$F = N_0 (\overset{1}{M} + \bar{M}) + M \bar{N}_0$$

$$F = N_0 + M \bar{N}_0$$

3) Proposer un logigramme plus simple qui donne la fonction F.



Exercice 02. (4pts)

1) Les Équations Simplifiées des Sorties du Transcodeur.

c) $E = BC + \bar{A}B$ (2)

$F = B\bar{C} + \bar{A}\bar{C} + \bar{A}B$ (2)

$G = \bar{B} + \bar{A}C$ (2)

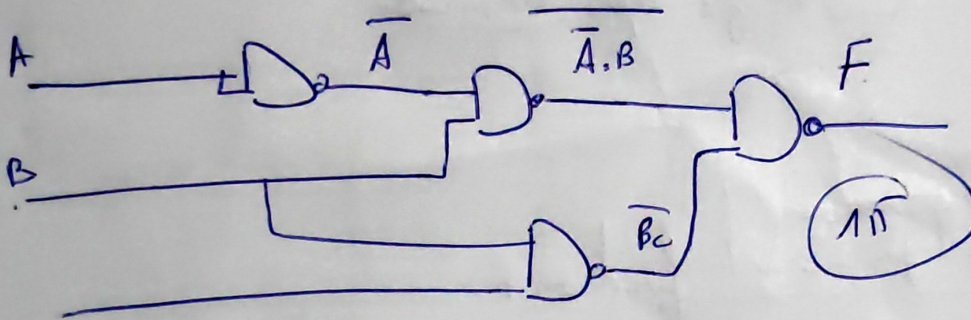
② Réaliser la fonction de sortie E à l'aide des NAND à deux Entrées

$$F_1 = BC + \overline{A}B$$

$$F = \overline{BC + \overline{A}B}$$

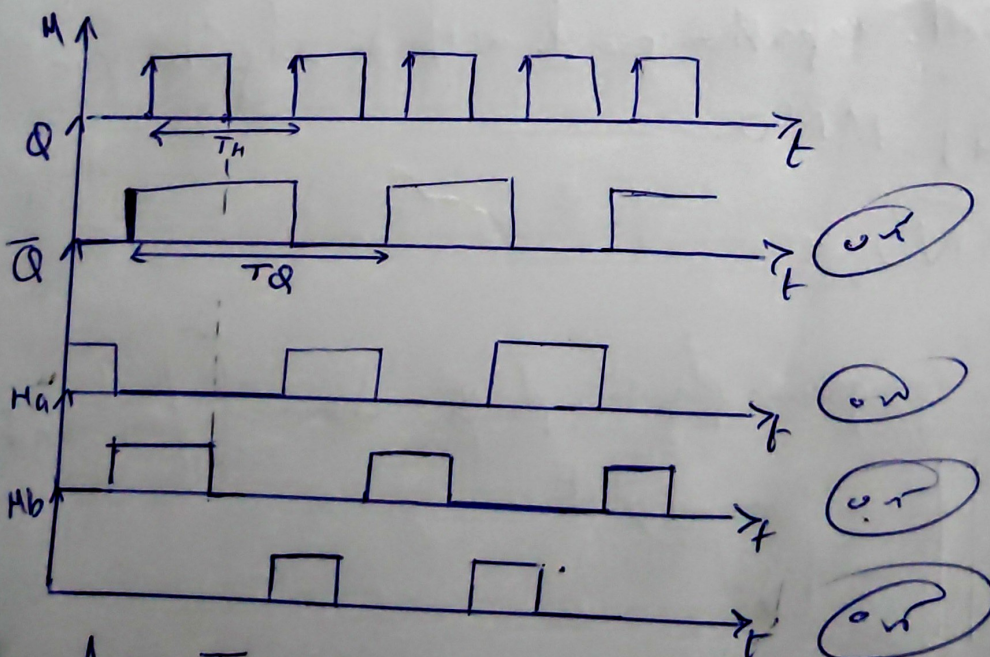
$$F = \overline{BC} \cdot \overline{\overline{A}B}$$

(1)



Exercice 03: (3pts)

1) le chronogramme:



$$f_Q = \frac{1}{T_Q} \Rightarrow T_Q = 2T_H$$

$$\Rightarrow f_Q = \frac{1}{2T_H}$$

$$\boxed{f_Q = \frac{1}{2} f_H}$$

(1)

Exercice 04: (7pts)

② Tableau de Vérité:

w	x	y	z	p
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

③

l'équation de D.

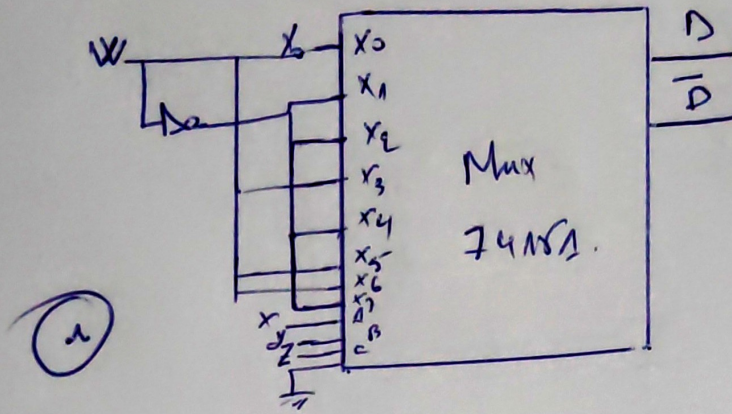
$$\textcircled{2} D = \bar{w}\bar{x}\bar{y}z + \bar{w}\bar{x}y\bar{z} + \bar{w}x\bar{y}\bar{z} + \bar{w}xy\bar{z} + w\bar{x}\bar{y}\bar{z} + w\bar{x}y\bar{z} + w\bar{x}\bar{y}z + w\bar{x}yz$$

③ l'équation de D à l'aide de multiplexeurs:

$$\bar{w} = X_1 = X_2 = X_7 = X_4; w = X_5 = X_6 = X_0 = X_3$$

$$D = \bar{x}\bar{y}\bar{z}X_0 + \bar{x}\bar{y}\bar{z}X_1 + \bar{x}y\bar{z}X_4 + xy\bar{z}X_7$$

$$D = \bar{x}\bar{y}\bar{z}X_0 + \bar{x}\bar{y}\bar{z}X_1 + \bar{x}y\bar{z}X_2 + \bar{x}y\bar{z}X_3 + \bar{x}y\bar{z}X_4 + \bar{x}y\bar{z}X_5 + xy\bar{z}X_6 + xy\bar{z}X_7 \quad \textcircled{2}$$



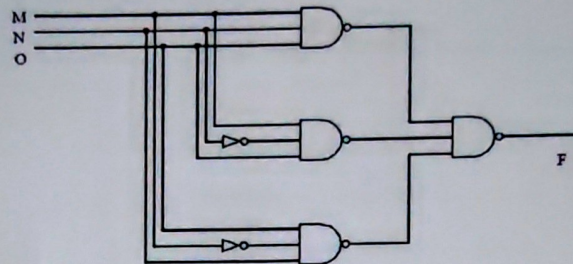
Dr. Housh Rahnai

HAZ

Examen

Exercice N°1(6pt) :

Soit la fonction logique F donnée par le diagramme suivant :



1. Trouver l'expression logique de la fonction F.
2. Simplifier cette expression par la méthode algébrique.
3. Proposer un logigramme plus simple qui donne la fonction F.

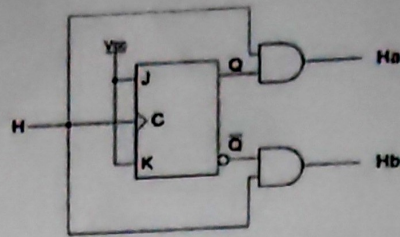
Exercice N°2(4pt) :

On donne ci-dessous la table de transcodage suivante

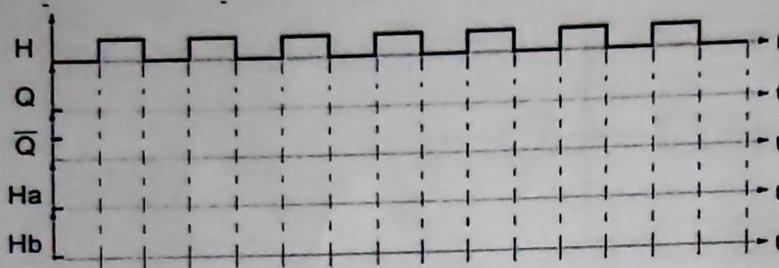
Entrées			Sorties		
A	B	C	E	F	G
0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0

- 1) Donner les équations simplifiées des sorties du transcodeur.
- 2) Réaliser la fonction de sortie E à l'aide des NAND à deux entrées

Exercice N°3 (3 pts) :



1/A partir de la figure ci-dessus compléter le chronogramme suivant



2/ Quelle est la fréquence (f_Q) de Q par rapport à la fréquence (f_H) de H ?

Exercice N°4 (7pts) :

On désire réaliser un détecteur de parité (D) de 4 bits (w, x, y, z). Ce détecteur doit indiquer le nombre impair de 1 (c.a.d. $D=1$ si le nombre de 1 des entrées est impair).

1. Donner la table de vérité de ce détecteur.
2. Donner l'équation de D.
3. Réaliser l'équation de D en utilisant le multiplexeur 74151 (voir la figure 1).

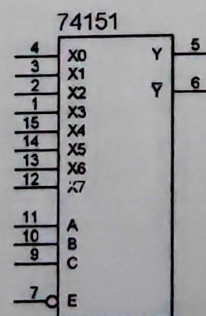


Figure 1. Multiplexeur 74151

Exam

Course Questions

- Here are the calibers available on an ammeter: 2 mA, 20 mA, 200 mA, 10 A. Choose the most suitable caliber with justification to measure each of the following intensities:
 a) 0,16 A b) 15 mA.
- The galvanometer of a voltmeter calibrated for 10 Volts has a maximum derivation for a current of 0.4 mA. What is the resistance to put in series with the voltmeter to obtain a caliber of 25 Volts (With demonstration)?
 A : 25000 Ω ; B : 62500 Ω ; C : 37500 Ω ; D : 40000 Ω
- Among the 200 mA, 10 A, 20 mA and 2 mA calibers, which caliber should be used first? Justify your answer.

Exercise N° 01 :

We consider two grains with the same positive charge q , located at a distance d . The electrostatic force is written:

$$F = \frac{k \cdot q^2}{d^2} \quad , \quad k \text{ is the Coulomb constant.}$$

- Write the dimensional equation as a function of the quantities mass, length, time, and intensity, of the Coulomb constant k .
- Knowing that the energy transported by a photon is given by the relationship:

$$E = h\nu$$

Where ν represents the frequency of the corresponding radiation and h is Planck's constant. Establish the equations for the dimensions of Planck's constant h .

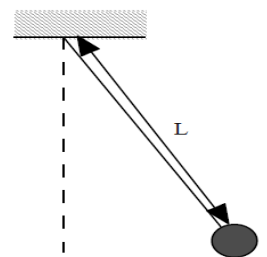
Exercise N° 02 :

The acceleration g of gravity measured with a reversible pendulum is given by the following relation:

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot L}{T^2} \quad \text{With } L = 10\text{cm: the length of pendulum and } \Delta L = 0.1\text{mm.}$$

T : is the period of oscillations

- Express the absolute uncertainty in g as a function of ΔL , ΔT , L and T ;
- We want to measure the period T with a stopwatch. To do this, we count N periods (oscillations) during a time t . Calculate t so that the relative uncertainty on T is equal to 1%, knowing that $\Delta t = 0.14$ S.
- Knowing that the number of oscillations is 20 oscillations during time t , deduce the period T .
- Calculate g and Δg



Exercise N° 03:

A magnetoelectric device exhibits its maximum deflection when a current i_0 of 5 mA flows through it; its resistance is $r_g = 38 \Omega$.

We want to transform the device into an ammeter with the following ratings: 0.1 A and 0.5 A.

- Give the diagram of the ammeter.
- Calculate the shunt resistances R_1 and R_2 .

Exam Correction

Responses of Course Questions

1) a) For 0,16 A: the caliber : 200 mA

b) For 15 mA: 20 mA.

2)

$$R_1 = \frac{25}{I_g} - R_g = 37500 \Omega$$

3 The largest caliber to protect the circuit. So we choose the 10 A.

Exercise N° 01 :

$$k = \frac{F \cdot d^2}{q^2}$$

$$[k] = M \cdot L^3 \cdot T^{-4} \cdot I^{-2}$$

$$h = \frac{E}{v}$$

$$[h] = M \cdot L^2 \cdot T^{-1}$$

Exercise N° 02 :

$$\Delta g = \frac{\Delta g}{g} \times g = \left(\frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T}{T} \right) \left(\frac{4\pi^2 \cdot L}{T^2} \right)$$

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{\Delta T}{T}$$

$$\Rightarrow t = \frac{\Delta t}{\frac{\Delta T}{T}} = 14 S$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{14}{20} = 0.7 S$$

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot L}{T^2} = 8.056 m/S^2$$

$$\Delta g = \left(\frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta T}{T} \right) g \approx 0.162 m/S^2$$

Exercise N° 03 :

a) Calcul de R_1 et R_2 :

Caliber 0,1 A :

$$R_1 + R_2 = \frac{r_g i_0}{I - i_0}$$

$$AN: R_1 + R_2 = 2 \quad (1)$$

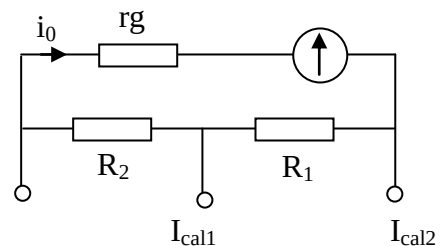
Caliber 0,5 A :

$$-R_1 + 99R_2 = 38 \quad (2)$$

$$\begin{cases} R_1 + R_2 = 2 & (1) \\ -R_1 + 99R_2 = 38 & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_1 + R_2 = 2 & (1) \\ -R_1 + 99R_2 = 38 & (2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow R_2 = 0,4 \Omega ; R_1 = 99R_2 - 38 = 1,6 \Omega .$$



Typical patch: Exam of Thermodynamics II

Exo-01 (06 pts.)

$$1. W_{suc.} = - \int_0^{V_1} P dV = -P_1 V_1 = r T_1 \quad (1)$$

$$W_{comp.} = - \int_{V_1}^{V_2} P dV = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{k-1} = \frac{P_1 V_1}{k-1} \left[\tau^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \frac{r T_1}{k-1} \left[\tau^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (1)$$

$$W_{dis.} = - \int_{V_2}^0 P dV = P_2 V_2 = r T_2 = r T_1 \tau^{\frac{k-1}{k}} \quad (1)$$

$$2. W_{cycle} = W_{asp.} + W_{comp.} + W_{ref.} \Rightarrow W_{cycle} = \frac{k}{k-1} r T_1 \left[\tau^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (1)$$

3. AN:

$$W_{suc.} = -86.1 \frac{kJ}{kg}, \quad W_{comp.} = 129.15 \frac{kJ}{kg}, \quad W_{dis.} = 124.84 \frac{kJ}{kg}, \quad W_{cycle} = 167.89 \frac{kJ}{kg}$$

(0.5) (0.5) (0.5) (0.5)

Exo-02 (09 pts.)

- 1) By deriving both sides of the eq.: $P(V - nb) = nRT$ and putting it in the form $A dp + B dT + C dV = 0$, then matching it we find:

$$A = V - nb, \quad B = -nR, \quad C = P$$

(1) (1) (1)

- 2) Partial derivation:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \frac{nR}{P} = \frac{-B}{C}, \quad \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \frac{nR}{V - nb} = \frac{-B}{A}, \quad \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T = -\frac{V - nb}{P} = \frac{-A}{C}$$

(1) (1) (1)

$$3) \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \times \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_V \times \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T = -1 \quad (1)$$

- 4) Thermo-elastic coefficients α , β and χ_T as a function of p , V , n , b , and R .

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \frac{nR}{PV} = \frac{1}{T}, \quad \beta = \frac{1}{P} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \frac{nR}{P(V - nb)} \times \frac{T}{T} = \frac{1}{T}, \quad \chi_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T = \frac{V - nb}{PV}$$

(0.5) (0.5) (0.5)

$$5) \frac{\alpha}{\beta \chi_T} = P \quad (0.5)$$

Exo-03 (05 pts.)

1. The water is 80% vaporized $\Rightarrow x = 0.8$, and according to the saturation table at 100 °C we find:

$$U = m_w * U = m * (U_f + x U_{fg}) = 0.5 (419.06 + 0.8 * 2087) \Rightarrow U = 1044.33 \text{ kJ} \quad (1)$$

$$h = m_w * h = m * (h_f + x h_{fg}) = 0.5 (419.17 + 0.8 * 2256.4) \Rightarrow h = 1112.145 \text{ kJ} \quad (1)$$

$$S = m_w * S = m * (S_f + x S_{fg}) = 0.5 (1.3072 + 0.8 * 6.047) \Rightarrow S = 3.0724 \text{ kJ} \quad (1)$$

2. The occupied volume is estimated by : $v = (1 - x) + x v_V \cong x v_V$

At 100°C, $v_V = 1.672 \text{ m}^3/\text{kg}$ therefore, $v = 0.8 * 1.672 = 1.3376 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$\text{Finally we get: } V = 0.5 * 0.7768 = 0.6688 \text{ m}^3 \quad (1)$$

3. At 10.028 bars, the enthalpy of the mixture verifies the equation: (1)

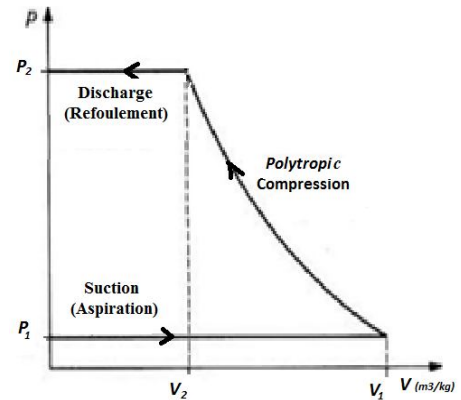
$$h = 1500 = h_f + x_v * h_{fg} = 763.05 + x_v * 2014.2 \Rightarrow X_v = 0.3658 (36.58\%)$$

Exam of Thermodynamics II

Exercise 01 (06 pts.)

In a fixed-compression-ratio volumetric compressor ($\tau = P_2/P_1$), the fluid follows the theoretical cycle illustrated in Fig. 1.

1. Give the suction work expression (W_{suc}), the polytropic compression work (W_{Comp}), and the discharge work (W_{disch}).
2. Give the cycle work (W_{Cycle}) expression as a function of :
 τ , r , T_1 , and k .
3. Calculate W_{suc} , W_{Comp} , W_{disch} , and W_{Cycle} if $T_1 = 300 \text{ K}$, $\tau = 5$, $k = 1.3$, and $r = 287 \text{ J/kgK}$.



Exercise 02 (09 pts.)

The state equation for n moles of a real gas is given by : $P(V - nb) = nRT$.

Where, b and R , are constants. Differentiating the two members of this equation, to arrive at an equation in the form: $Adp + BdT + CdV = 0$.

1. Find the expressions of A , B , and C .
2. Express, as a function of A , B , and C , the partial derivatives: $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$, $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$, $\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$,
3. Calculate: $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \times \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V \times \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$
4. Deduce the expressions for the thermo-elastic coefficients α , β and χ_T as a function of p , V , n , b and R .
5. Find the relationship between α , β and χ_T .

Note that: $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$, $\beta = \frac{1}{P} \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$ and $\chi_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$

Exercise 03 (05 pts.)

Consider a mass of 0.5 kg of water at 100°C and 80% vaporized.

1. Find its internal energy, enthalpy and entropy of the mixture (using saturated water table).
2. Find the volume it occupies.
3. What is the vapor fraction at a pressure of 10,028 bars, whose enthalpy is 1500 kJ/kg?

TABLE A-4

Saturated water—Temperature table

Temp., T °C	Sat. press., P_{sat} kPa	Specific volume, m^3/kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, $kJ/kg \cdot K$		
		Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292
125	232.23	0.001065	0.77012	524.83	2009.5	2534.3	525.07	2188.1	2713.1	1.5816	5.4956	7.0771
130	270.28	0.001070	0.66808	546.10	1993.4	2539.5	546.38	2173.7	2720.1	1.6346	5.3919	7.0265
135	313.22	0.001075	0.58179	567.41	1977.3	2544.7	567.75	2159.1	2726.9	1.6872	5.2901	6.9773
140	361.53	0.001080	0.50850	588.77	1960.9	2549.6	589.16	2144.3	2733.5	1.7392	5.1901	6.9294
145	415.68	0.001085	0.44600	610.19	1944.2	2554.4	610.64	2129.2	2739.8	1.7908	5.0919	6.8827
150	476.16	0.001091	0.39248	631.66	1927.4	2559.1	632.18	2113.8	2745.9	1.8418	4.9953	6.8371
155	543.49	0.001096	0.34648	653.19	1910.3	2563.5	653.79	2098.0	2751.8	1.8924	4.9002	6.7927
160	618.23	0.001102	0.30680	674.79	1893.0	2567.8	675.47	2082.0	2757.5	1.9426	4.8066	6.7492
165	700.93	0.001108	0.27244	696.46	1875.4	2571.9	697.24	2065.6	2762.8	1.9923	4.7143	6.7067
170	792.18	0.001114	0.24260	718.20	1857.5	2575.7	719.08	2048.8	2767.9	2.0417	4.6233	6.6650
175	892.60	0.001121	0.21659	740.02	1839.4	2579.4	741.02	2031.7	2772.7	2.0906	4.5335	6.6242
180	1002.8	0.001127	0.19384	761.92	1820.9	2582.8	763.05	2014.2	2777.2	2.1392	4.4448	6.5841
185	1123.5	0.001134	0.17390	783.91	1802.1	2586.0	785.19	1996.2	2781.4	2.1875	4.3572	6.5447
190	1255.2	0.001141	0.15636	806.00	1783.0	2589.0	807.43	1977.9	2785.3	2.2355	4.2705	6.5059
195	1398.8	0.001149	0.14089	828.18	1763.6	2591.7	829.78	1959.0	2788.8	2.2831	4.1847	6.4678
200	1554.9	0.001157	0.12721	850.46	1743.7	2594.2	852.26	1939.8	2792.0	2.3305	4.0997	6.4302

First Name & Last name :

Part I : (10 pts) Put (X) in front of the correct answer.

An incorrect answer cancels the correct one in the same question

إجابة خاطئة تلغي إجابة صحيحة في نفس السؤال

- Is nuclear energy is renewable?
☐ Yes ☒ **No**
- In 2020, coal supplied about 1/4 of the world's primary energy and over :
☐ about 1/2 of the world's electricity.
☒ **about 1/3 of the world's electricity.**
☐ about 1/4 of the world's electricity.
- The most powerful hydroelectric power plant in the world is:
☒ **located in Brazil and producing a total of 12,6 GW.**
☐ located in Norway and producing a total of 12,6 GW.
☐ located in USA and producing a total of 12,6 GW.
- Laplace force acting on the current element $d\vec{l}$ is expressed by:
☒ **$d\vec{F} = I\vec{dl} \wedge \vec{B}$** ☐ $d\vec{F} = I\vec{dl} + \vec{v} \wedge \vec{B}$ ☐ $d\vec{F} = I\vec{dl} \cdot \vec{B}$
- In a single-phase mode, the reactive power is expressed by:
☐ *Reactive Power* = UI
☐ *Reactive Power* = $UI \cos \varphi$
☒ ***Reactive Power* = $UI \sin \varphi$**
- The 3-phase system is characterized by an identical effective value on the 3-phases and a phase shift of :
☐ 60° between each of the phases
☐ 110° between each of the phases
☒ **120° between each of the phases**
☐ 180° between each of the phases
- The advantages of a three-phase system include:
☒ **For the same weight, a single-phase machine produce lower outputs than a three-phase machine.**
☐ For the same power output, a single-phase machine can be smaller than a three-phase machine.
☐ With one type of three-phase connection, there are two voltages available 120/400 V.
- An electromagnetic rotating machine performs a transformation between
☒ **Electrical energy and mechanical energy.**
☐ Electrical energy and electromagnetic energy.
☐ Electromagnetic energy and mechanical energy.
- In a synchronous machine,
☒ **the stator winding is always connected to the star**
☐ the stator winding is always connected to the triangle
☐ the stator winding can be connected by a triangle or a star
- The stepper motor is :
☒ **a Synchronous electromechanical converter**
☐ an Asynchronous electromechanical converter
☐ a DC electromechanical converter

Part II : (10 pts)

Q1/ Mention 04 types of renewable energy. **(02 pts)**

Answer:

- Solar energy,
- wind energy,
- hydroelectric energy,
- geothermal energy,
- biomass.

Q2/ Mention the different rotor types in AC machines. **(02 pts)**

Answer:

- Salient pole rotor,
- non-salient (smooth or cylindrical) pole rotor,
- wound rotor,
- short-circuited (Squirrel cage) rotor

Q3/ A water heater operates at 230 V and has a current of 15 A. Calculate the electrical power and energy consumed for 30 minute of operation. **(2 pts)**

Answer:

- The power of the water heater is $P = V \times I = 230 \times 15 = 3450 \text{ W}$
- The heat energy of the water heater is $E = P \times \Delta t = 3450 \times 1800 = 62100 \text{ kJ (6.21 MJ)}$

Q4/ Consider a 20 kW Asynchronous motor with a rated speed of 1410 rpm. Its efficiency is 95% and its power factor is 0.85. It is powered by a three-phase 400 V with 50 Hz supply and 04 rotate poles.

- a) Calculate the speed of the rotating magnetic field. **(01 pts)**
- b) Calculate the motor slip factor at rated load. **(01 pts)**
- c) Calculate the nominal absorbed power. **(01 pts)**
- d) Calculate the rated current. **(01 pts)**

Answer:

- a. This motor has 2 pairs of poles, its synchronous speed is: $\Omega_s = \frac{\omega}{p} = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2\pi 50}{2} = 1500 \text{ rpm}$
- b. The slip at nominal speed is: $s = \frac{\Omega_s - \Omega_r}{\Omega_s} = \frac{1500 - 1410}{1500} = 0.06 \Rightarrow S = 6\%$.
- c. The nominal absorbed electrical power is: $P_a = \frac{P_N}{\eta} = \frac{20000}{0.95} = 21.052 \text{ kW}$
- d. So, the phase current is therefore: $I_N = \frac{P_a}{\sqrt{3} UI \cos \varphi} = \frac{21052}{\sqrt{3} 400 0.85} = 41.05 \text{ A}$



Université Larbi Ben M'hidi O.E.B
Faculté des sciences et sciences appliquées
Département de génie civil



EMD Béton Armé 1 (2^{ème} année ingénieur GC)

Question du cours : (5P)

1. Cité trois hypothèses de calcul à l'état limite ultime ? (1.5P)
2. À quoi correspond le domaine 1 dans la règle des trois pivots ? (1.5P)
3. Quel est le rôle des armatures transversales dans les sections soumises à la compression simple ? (1P)
4. Quel est le rôle des armatures transversales dans les sections soumises à la flexion ? (1P)

Exercice 1 : (7P)

Soit un poteau encastré de côté inférieur et appui de l'autre côté, de section $30 \times 35 \text{ cm}^2$ et de hauteur $L = 5.2 \text{ m}$, soumis à un effort de compression axial centré $N_Q = 2000 \text{ kN}$ (charge d'exploitation). On vous demande de déterminer les armatures de renforcement de poteau à l'état limite ultime, sachant que : m' acier est de type Fe E 500, $\gamma_s = 1.15$; $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$, $\gamma_b = 1.50$; Chargement : 70 % des charges sont appliquées avant 90 jours. $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$.

Exercice 2 : (8P)

Un plancher de forme carrée ($4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$) est suspendu par trois tirants en béton armé de section carrée de $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$.

On demande de :

Déterminer le ferrailage nécessaire, afin de pouvoir équilibrer les efforts à l'ELU et ELS pour chaque tirant.

Données : $G = 7 \text{ kN/m}^2$ (Poids propre de la dalle), $Q = 2.5 \text{ kN/m}^2$ (Charge d'exploitation répartie sur la dalle)

$f_{c28} = 20 \text{ MPa}$, Acier FeE500 (Acier type I), Poids propre de tirant négligeable, situation normale, fissuration préjudiciable.

Solution Exo 01 :

$$A_s = \left[\frac{N_u}{\alpha} - B_r \cdot \frac{f_{c28}}{0.9 \cdot \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

$$N_u = 1.35N_G + 1.5N_Q, N_G = 25 \cdot 0.35 \cdot 0.3 \cdot 5.2 = 13.65 \text{ kN}, N_u = 3018.42 \text{ kN} \quad (1P)$$

$$B_r = (300-20) \cdot (350-20) = 92400 \text{ mm}^2, l_f = 0.7l_0 = 364 \text{ cm}, i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{B}} = 8.66 \text{ cm} \quad (1P)$$

$$\lambda = 364/8.02 = 45.39 < 50 \text{ donc } \alpha = \frac{0.85}{1+0.2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} = 0.634 \quad (1P)$$

70 % des charges sont appliquées avant 90 jours donc on divise α sur 1.10, $\alpha/1.1 = 0.576$, $A_s = 63 \text{ cm}^2$. (1P)

On adopte 8 HA 32, $A_s = 64.34 \text{ cm}^2$. (1P)

Section minimale : $A_{s\min} = \max(5.2; 2.1) = 5.2 \text{ cm}^2$ donc condition vérifier. (1P)

Armature transversale : $\Phi_t \geq \Phi_l/3$, $\Phi_t \geq 8.33 \text{ mm}$; on prend 2 cadres $\Phi 10$ avec un espacement $S_t = 20 \text{ cm}$. + Schéma de ferrailage (1P)

Solution Exo2 :

$G = 7 \cdot 4 \cdot 4 = 112 \text{ kN}$ (0.5P); $Q = 2.5 \cdot 4 \cdot 4 = 40 \text{ kN}$ (0.5P), pour un seul tirant : $G/3 = 37.34 \text{ kN}$ (0.5P), $Q/3 = 13.34 \text{ kN}$ (0.5P),

$$\text{ELU : } N_u = 1.35G + 1.5Q = 70.42 \text{ kN} \quad (0.5P), A_{s1} = \frac{N_u \gamma_s}{f_e} = \frac{70.42 \cdot 1.15}{500} = 1.62 \text{ cm}^2 \quad (0.5P)$$

$$\text{ELS : } N_{\text{ser}} = N_G + N_Q = 50.68 \text{ kN}, \text{ Fissuration préjudiciable } \bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e, 110 \sqrt{\eta f_{t28}} \right\} \quad (0.5P)$$

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28} = 0.6 + 0.06 \cdot 20 = 1.8 \text{ MPa}, \eta = 1.6 \text{ (acier à haute adhérence)}. \quad (0.5P)$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \{ 333.34, 186.68 \} = 186.68 \text{ MPa} \quad (0.5P). A_{s2} = \frac{N_{\text{ser}}}{\bar{\sigma}_s} = \frac{50.68}{186.68} = 2.72 \text{ cm}^2 \quad (0.5P)$$

Condition de non fragilité :

$$A_{s\min} = B \frac{f_{t28}}{f_e} = 5.76 \text{ cm}^2 \quad (0.5P)$$

$$A_s = \max(A_{s1}, A_{s2}, A_{\min}), A_s = 5.76 \text{ cm}^2 \text{ on Adopte 8HA10} \quad (0.5P)$$

Armature transversal :

$$\Phi_t \geq 0.3 \times 10 = 3 \text{ mm} \text{ on prend T6 espacement } 40 \text{ cm} \quad (1P) + \text{Schéma de ferrailage} \quad (1P)$$

Question de cours : Réponse Voir le cours

Exam

Course Questions :

- 1/ What is a semiconductor?
- 2/ What are the conditions to apply to have the transistor effect?
- 3/ What is a PN junction?
- 4/ Why do we observe an alignment of Fermi levels during the formation of a PN junction?

Exercise N° 01 :

I/ Germanium is characterized by its gap energy $E_g=0.67$ eV, the effective density of energy states at 300 °K: $N_C = 1,04 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ et $N_V = 6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $k_B T$ à 300K = 0.026 eV

- 1) Calculate the intrinsic concentration n_i at 300°K.
- 2) Determine the position of the intrinsic Fermi level E_{Fi} at 300°K. The top of the valence band ($E_V=0$ eV) will be used as the energy reference.
- 3) Draw a representation of the band diagram for germanium.

II/ The electron concentration in an intrinsic Si semiconductor at 300°K is: $n_i = 1,5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$

Calculate the equilibrium carrier concentrations (n and p) in the following cases:

- Silicon is doped with 10^{15} cm^{-3} atoms of Gallium (Ga) (an element with 3 electrons in the valence band).
- Silicon is doped with 10^{12} cm^{-3} atoms of Antimony (Sb) (an element with 5 electrons in the valence band).
- Deduce the type of semiconductor (N or P) in both cases.

Exercise N° 02 :

Consider a PN junction.

1. Show that the diffusion voltage of a PN junction is:

$$V_d = U_T \ln \frac{N_R N_O}{n_i^2}$$

N_R : atoms that receive electrons; N_O : atoms that offer electrons.

2. From Poisson's equation, calculate the electric field $E(x)$ in the N and P regions, and $E_{\max}(x)$, and deduce the equation for electrical neutrality.
3. Calculate the diffusion potential $V(x)$ in the N and P regions.
4. Calculate the diffusion voltage V_d as a function of N_R , N_O , W_N , and W_P . (W_N and W_P are the limits of the SCZ in the N and P regions, respectively.)
5. Calculate W_N and W_P as a function of the dopants and V_d . What approximation can be made in the case where $N_R \gg N_O$?

Exam Correction**Course Questions responses :**

- 1/ See the course
- 2/ See the course
- 3/ See the course
- 4/ Because of continuity.

Exercise N° 01 :

$$n_i = (N_C \cdot N_V)^{\frac{1}{2}} \cdot e^{\frac{-(E_C - E_V)}{2 \cdot K T}} ; \quad n = p \Rightarrow E_{Fi} = \frac{E_V + E_C}{2} - \frac{kT}{2} \ln \frac{N_C}{N_V}$$

$$\text{a): P type ; } p = 10^{15} \text{ cm}^{-3} \text{ and } n = \frac{n_i^2}{p} = 2,25 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-3}$$

$$\text{b): N type ; } n = 10^{12} \text{ cm}^{-3} \text{ and } p = \frac{n_i^2}{n} = 2,25 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-3}$$

Exercise N° 02 :

$$1/ E_F(N) = E_F(P) \Rightarrow V_d = \frac{kT}{q} \ln \frac{N_R N_O}{n_i^2} = U_T \ln \frac{N_R N_O}{n_i^2}$$

2/ Calculation of the field E(x) :

$$\frac{d^2 V}{dx^2} = \begin{cases} -\frac{q N_O}{\epsilon} & 0 < x \leq W_N \\ \frac{q N_R}{\epsilon} & -W_P \leq x < 0 \end{cases}$$

$$E(x) = -\frac{dV}{dx}$$

N Side :

$$\Rightarrow E(x) = \frac{q N_O}{\epsilon} (x - W_N)$$

P Side :

$$\Rightarrow E(x) = -\frac{q N_R}{\epsilon} (x + W_P)$$

$$E_{max} = -\frac{q N_R}{\epsilon} W_P = -\frac{q N_O}{\epsilon} W_N \Leftrightarrow N_R x_P = N_O x_n \quad \text{Equation of electrical neutrality}$$

$$3/ \quad V(x) = \begin{cases} V_N - \frac{q N_O}{2\epsilon} (x - W_N)^2 & 0 < x \leq W_N \\ V_P + \frac{q N_R}{2\epsilon} (x + W_P)^2 & -W_P \leq x < 0 \end{cases}$$

$$4/ \quad V_d = V_N - V_P = \frac{q}{2\epsilon} (N_O W_N^2 + N_R W_P^2)$$

$$5/ \quad W_N = \sqrt{\frac{2\epsilon}{q} \left[\frac{N_R}{N_O(N_R + N_O)} \right] V_d} \quad \text{and} \quad W_P = \sqrt{\frac{2\epsilon}{q} \left[\frac{N_O}{N_R(N_R + N_O)} \right] V_d}$$

$$\text{For } N_R \gg N_O: \quad W_N \cong \sqrt{\frac{2\epsilon}{q} \frac{V_d}{N_O}} \quad \text{and} \quad W_P \cong \sqrt{\frac{2\epsilon}{q} \left(\frac{N_O}{N_R^2} \right) V_d}$$

Solution of Mathematics 04 exam

Exercise 01 : (05 Pts)

1) $z = -1 - \sqrt{3}i$

$$\begin{cases} |z| = 2 \\ \theta = -\frac{2\pi}{3} \quad \left(\theta = \frac{4\pi}{3} \right) \\ z = 2 \left(\cos\left(-\frac{2\pi}{3}\right) + i \sin\left(-\frac{2\pi}{3}\right) \right) \end{cases}$$

2) $e^{i\omega} = \bar{z} = \left(2 e^{-\frac{2\pi}{3}i} \right) = 2 e^{\frac{2\pi}{3}i} = e^{\ln(2) + \frac{2\pi}{3}i} \Rightarrow \omega = \ln(2) + \frac{2\pi}{3}i + 2\pi k i, \quad k \in \mathbb{Z}.$

3) $\begin{cases} \operatorname{Log}(z) = \ln(|z|) + i\theta \\ -\pi < \theta \leq \pi \end{cases}, \quad \operatorname{Log}(z) = \ln(2) - \frac{2\pi}{3}i$

Exercise 02 : (05 Pts)

$$f(x + iy) = (x^2 - y^2 + 3y + 1) + (-3x + 2xy + 2)i$$

$$\begin{cases} u(x, y) = x^2 - y^2 + 3y + 1 \\ v(x, y) = -3x + 2xy + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_x = 2x \\ u_y = -2y + 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x = -3 + 2y \\ v_y = 2x \end{cases}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \begin{cases} u_x = v_y \\ u_y = -v_x \end{cases} \Rightarrow f \text{ is holomorphic on } \mathbb{C}.$$

And $f'(x + iy) = u_x + i v_x = 2x + (2y - 3)i$

Exercise 03 : (05 Pts)

1) $S = \sum_{n \geq 0} \frac{(-1 + \sqrt{3}i)^n}{1 + i}, \quad a_n = \frac{(-1 + \sqrt{3}i)^n}{1 + i}, \quad R = \frac{1}{i}, \quad \ell = \lim_{n \rightarrow +\infty} \left| \frac{a_{n+1}}{a_n} \right|$

$$\ell = \lim_{n \rightarrow +\infty} \left| \frac{a_{n+1}}{a_n} \right| = \lim_{n \rightarrow +\infty} \left| \frac{(1 + i)^n}{(-1 + \sqrt{3}i)^n} \cdot \frac{(-1 + \sqrt{3}i)}{(1 + i)} \right| = |-1 + \sqrt{3}i| = 2.$$

$$\begin{cases} R = \frac{1}{i} = \frac{1}{2} \\ D = D\left(0, \frac{1}{2}\right) \end{cases}$$

2) $f(z) = \frac{2}{(z+1)} - \frac{1}{(z-2)}$

$$1 < |z| < 2 \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{(z+1)} &= \frac{1}{z} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{z}} = \sum_{n \geq 0} \frac{(-1)^n}{z^{n+1}} = - \sum_{n \geq 1} \frac{(-1)^n}{z^n} \\ \frac{1}{(z-2)} &= -\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{z}{2}} = -\frac{1}{2} \sum_{n \geq 0} \frac{z^n}{2^n} \end{aligned} \right., \quad f(z) = \sum_{n \geq 0} \frac{z^n}{2^{n+1}} - \sum_{n \geq 1} \frac{2(-1)^n}{z^n}$$

Exercise 04 : (05 Pts)

$$x = \int_{[a,b]} (z-1) dz, \quad z(t) = z_0 + t(z_1 - z_0) = (1 + it)t, \quad 0 \leq t \leq 1$$

$$x = \int_0^1 (z(t) - 1) z'(t) dt = (1 + it) \int_0^1 ((1 - it)t - 1) dt = (1 + it) \left(\frac{(1 - it)^2 - t^2}{2} \right) \Big|_0^1 = -i.$$

$$J = \oint_{(\gamma)} \frac{2}{z(z-2)^3} dz, \quad (\gamma) : |z-3| = 2, \quad \begin{cases} z_0 = 0 \notin (\gamma) \\ z_1 = 2 \in (\gamma) \end{cases}$$

$$J = \int_{(\gamma)} \frac{\theta'(z)}{(z-2)^3} dz = \frac{2\pi i}{2!} \theta''(2) = \frac{\pi i}{2} \cdot \theta'(z) = \frac{2}{3}, \quad \theta'(z) = \frac{2}{3}, \quad \theta''(2) = \frac{1}{2}$$

Examen de la session normale : Technologie des Composants Electroniques 01

2^{ème} année Licence S4 – Electronique 2024/2025

Chargé de Cours : BELKACEM F.

...../...../2025

Exercice 01: Résistances

- 1) Citer trois fonctions de la résistance en électronique et en électrotechnique.

A. chauffage B. Limitation de courant C. Diviseur de tension

- 2) Quel est le type de résistance qui est sensible à la variation de la température ? Donner ses deux variantes de variation de la résistance en fonction de la variation de T°C.

Résistance: à coeff. de température Variante01: CTN Variante02: CTP
ou Thermistance

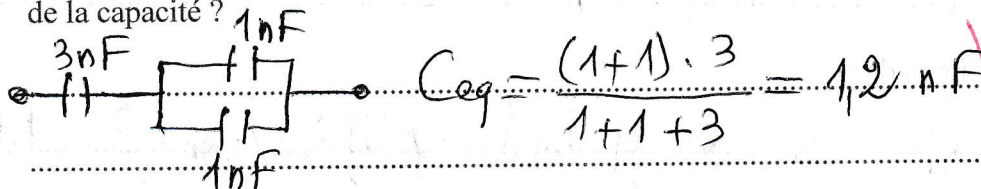
- 3) Lors de calcul d'une résistance à utiliser dans un projet électronique, la valeur théorique calculée par le technicien est 72,50kΩ. Quelle est la valeur normalisée de la résistance la plus proche avec une précision de 5% ? Résistance normalisée: R= 75 KΩ ± 5%

- 4) Pour les résistances suivantes, déterminer ses paramètres:

$R = 75 K\Omega \pm 5\%$ avec: $K_T = 50 \text{ ppm}$ & $P_{max} = 10 \text{ W}$	$R = 5,60 \Omega$	$R = 0,100 \Omega$

Exercice 02: Condensateurs

- 1) Nous voulons avoir un condensateur de capacité 1,2nF mais nous ne possédons qu'un seul condensateur céramique de 3nF et deux autres identiques de 1nF chacun. Comment faire pour avoir la valeur voulue de la capacité ?



- 2) Expliquer par une formule et un simple calcul numérique la signification de la tolérance de 20% d'un condensateur électrolytique de 2200μF.

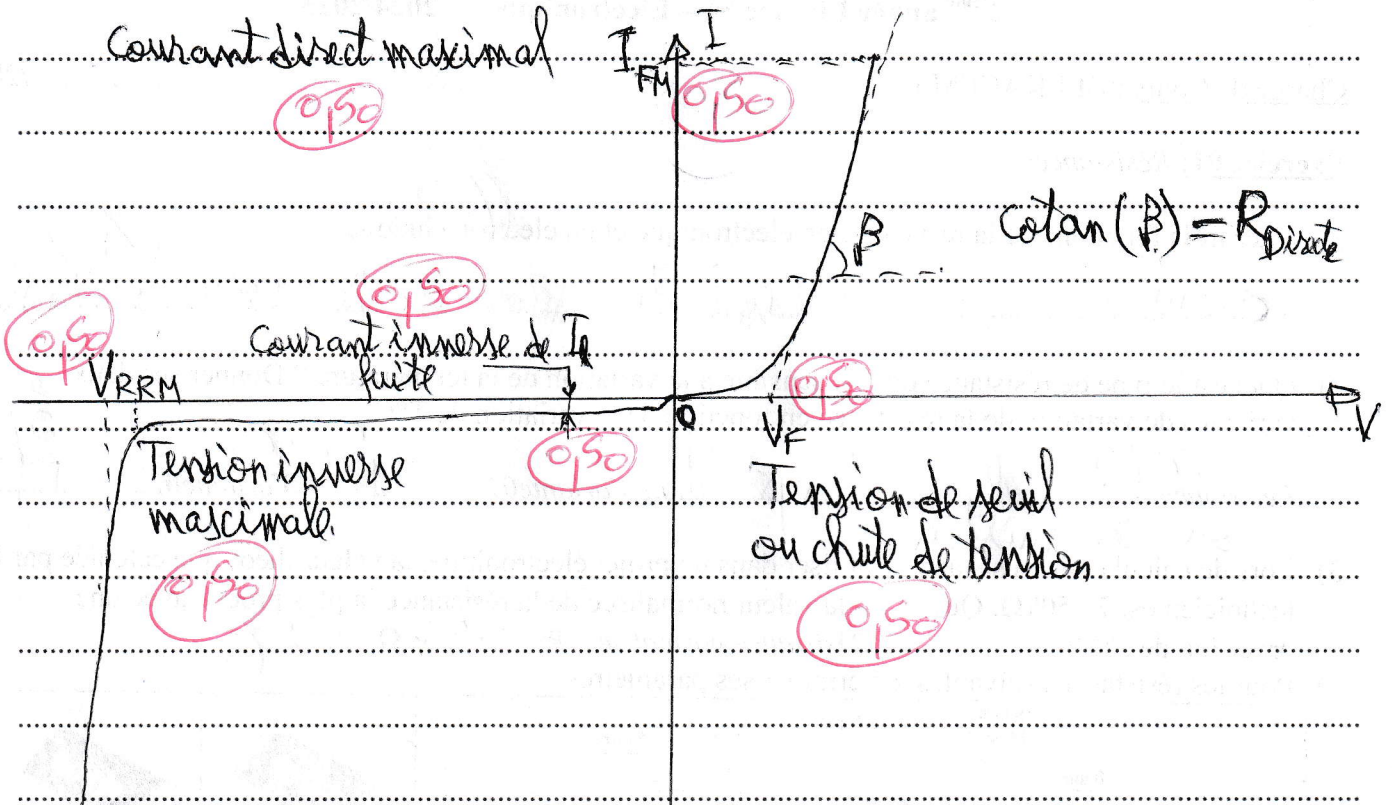
$C_{déclarée} = 2200 \mu F$ mais $C_{réelle} = ?$
 $2200 - 0,20 \times 2200 \leq C_{réelle} \leq 2200 + 0,20 \times 2200$
 alors, $1760 \mu F \leq C_{réelle} \leq 2640 \mu F$

3) Voici un condensateur en photo ci-contre. Indiquer ses paramètres techniques.

$C = 2,2 \text{ nF} \pm 5\%$ ou 220 pF $U_{\text{max}} = 630 \text{ V}$

Exercice 03: Bobines, Diodes, Transistors et semiconductors

1) Citer 04 paramètres caractérisant une diode de signal et Mettre-les sur la courbe $I=f(V)$.



2) Pour chacun des indications techniques suivantes, dire le type de composant électroniques, sa norme internationale, sa fonction électronique (possible)

1ST3256B : Diode d'avalanche (JIS)

1N4007 : Diode de redressement (JEDEC)

2N3814A : Transistor (JEDEC)

Que signifie la dernière lettre à droite ?

Type de boîtier (package) ou gain d'amplification (β ou h_{fe})

Examen de la session normale : Technologie des dispositifs électriques et électroniques2^{ème} année Ingénieur S4 – Génie électrique

2024/2025

Chargé de Cours : BELKACEM F.

...../...../2025

Exercice 01: Dispositifs électriques (Mise en service et protection)

1- Quels sont les rôles principaux des dispositifs électriques suivants ?

Fusible: protéger le circuit contre surcharge et court-circuit (1) x 4

Disjoncteur différentiel: les personnes, l'électrocution (1) x 4

Disjoncteur thermique: les circuits, la surcharge (1) x 4

Interrupteur: commander le courant (ouvrir et fermer) (1) x 4

2- Décrire les 03 indications (symboles) des fusibles suivantes:

gg: Général (conducteur) am: Accompag. Moteur ad: Accompag. Disjonct. (0,50) x 3

3- Dessiner les symboles des événements et des dispositifs de protection suivants:

Interrupteur normalement fermé	Contacteur	Sectionneur à fusible	Surcharge

4- Quelles sont les défauts électriques dans un réseau électrique avec leurs dispositifs de protection:

- Anomalie: Surcharge Dispositif de protection: MCB, MCCB, MPCB, RCBO (0,50) x 8
- Anomalie: Court-circuit Dispositif de protection: + Fusible (0,50) x 8
- Anomalie: Fuite vers terre Dispositif de protection: ELCB, RCCB, RCBO (0,50) x 8
- Anomalie: perte de phase Dispositif de protection: MPCB (0,50) x 8

5- Quels sont les noms et couleurs des fils conducteurs qu'on peut trouver dans une prise monophasée ?

- Marron ou Rouge ou Noir pour phase (0,50) x 3
- Bleu pour Neutre (0,50) x 3
- Jaune rayé par vert pour la prise de terre (0,50) x 3

Exercice 02: Dispositifs électroniques (Résistances, Condensateurs, bobines et diodes)

1) En général, quelle est rôle d'une résistance puissante et de faible valeur ohmique ?

c'est une résistance shunt pour la mesure de courant électrique (1,50) x 1

2) Quel est l'effet de la température sur la valeur de résistance ? R augmente ou diminue ?

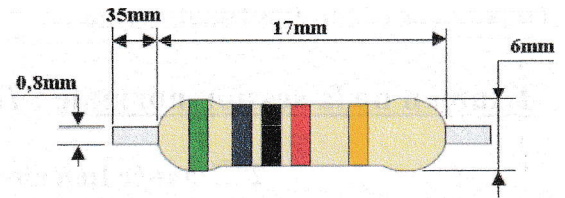
Température augmente $\Rightarrow$ R augmente et vice-versa

150

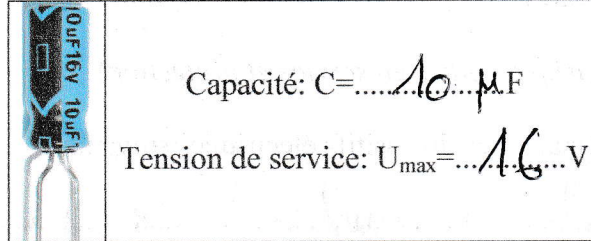
3) Voici une résistance en carbone à bandes colorées:

Résistance: $R = 56 \text{ k}\Omega \pm 5\%$

Puissance Maximale: $P_{\max} = 3 \text{ W}$



4) Donner 03 informations techniques caractérisant le condensateur électronique.



0,50 x 2

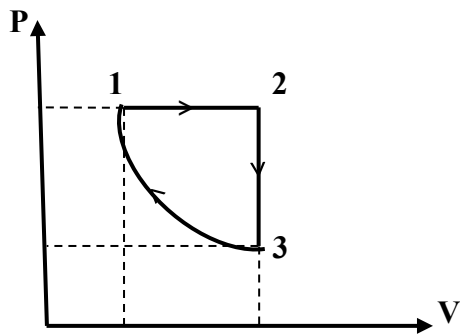
Thermodynamics Exam
11-05-2025

Exercise 01:

One mole of ideal gas undergoes of the cyclic transformation 1-->2-->3-->1.

- 1- Complete the table, deduce the nature of the transformation 3-->1.
- 2- Calculate W, Q and ΔU of the cycle.

State	P (atm)	V (L)	T (K)
1	1	22.4	?
2	?	?	564.3
3	0.5	44.8	?



Data.

$$C_V = 5/2 R$$

$$R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 1.015 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Exercise 02:

Calculate the lattice energy E_r of the crystal CaCl_2 .



Data. $\Delta H_f^\circ \text{CaCl}_2 = -641 \text{ KJmol}^{-1}$, $\Delta H_{\text{sub}}^\circ \text{Ca} = 148 \text{ KJmol}^{-1}$, $\Delta H_i^\circ \text{Ca} = 738 \text{ KJmol}^{-1}$, $\Delta H_i^\circ \text{Ca}^+ = 1451 \text{ KJmol}^{-1}$, $\Delta H^\circ \text{Cl-Cl} = -242 \text{ KJmol}^{-1}$, $\Delta H_{\text{AE}}^\circ = -364 \text{ KJmol}^{-1}$.

Exercise 03:

Calculate the Change in entropy When we Mix 200g of water at 15 °C with 400g of water at 60°C, $C_p \text{H}_2\text{O} = 4.18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

- Is this change reversible?

Course Question:

From the first principle of thermodynamics $dU = \delta w + \delta Q$, determined the 2nd law of la place relative to an adiabatic transformation $TV^{\gamma-1} = \text{cst}$.

Knowing that:

$\delta Q = 0$ adiabatic transformation

$$\delta w = -Pdv = -\frac{nRT}{v}dv$$

good luck

Oum El Bouaghi University
Faculty of science and applied science

1st year engineering

Thermodynamics Exam
11-05-2025

$$dU = C_v dT, C_v = \frac{nR}{\gamma - 1}$$

good luck

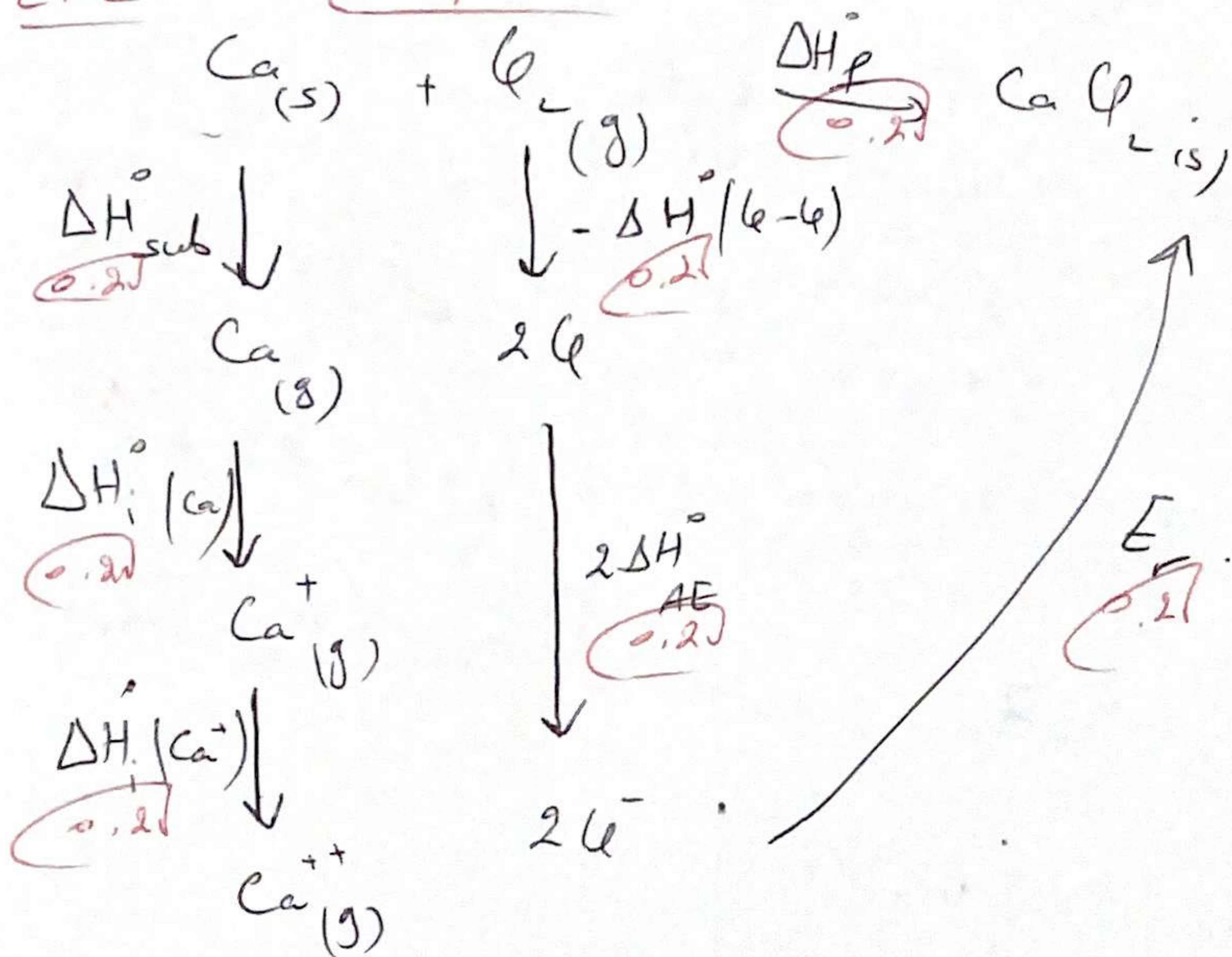
Ex 01: 6pt

- 1) 1 → 2 isobare ⇒ $P_2 = P_1 = 1 \text{ atm}$. (0.2)
 2 → 3 isochore ⇒ $V_3 = V_2 = 44.8 \text{ L}$. (0.2)
 $\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1 \cdot 22.4}{1 \cdot 44.8} = \frac{1}{2} \Rightarrow T_1 = \frac{1}{2} T_2 = 273.15 \text{ K}$ (0.5pt)
 $\frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = \frac{0.5 \cdot 44.8}{1 \cdot 22.4} = 1 \Rightarrow T_3 = T_1 = 273.15 \text{ K}$ (0.5pt)
 $T_1 = T_3$ So 1 → 3 → isothermal Transformation (0.5pt)

State	P(atm)	V(L)	T(K)
1	1	22.4	273.15
2	1	44.8	546.3
3	0.5	44.8	273.15

- 2) $W_{1 \rightarrow 2} = -P_1(V_2 - V_1)$; $W_{2 \rightarrow 3} = 0$; $W_{3 \rightarrow 1} = -RT_1 \ln \frac{V_1}{V_3}$ (0.2)
 $W_{\text{cycle}} = \sum W_i = -P_1(V_2 - V_1) - RT_1 \ln \frac{V_1}{V_3} = -696.8 \text{ J}$ (0.2)
 $W_{\text{cycle}} = \sum W_i = -P_1(V_2 - V_1) - RT_1 \ln \frac{V_1}{V_3} = -696.8 \text{ J}$ (0.2)
 $Q_{1 \rightarrow 2} = C_p(T_2 - T_1)$ with $C_p = C_v + R = \frac{5}{2}R + R = \frac{7}{2}R$ (0.2)
 $Q_{1 \rightarrow 2} = \frac{7}{2}R(546.3 - 273.15) = 7948.4 \text{ J}$ (0.2)
 $Q_{2 \rightarrow 3} = \Delta U_{2 \rightarrow 3} = C_v(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}R(-273.15) = -5677.4 \text{ J}$ (0.2)
 $Q_{3 \rightarrow 1} = -W_{3 \rightarrow 1} = RT_1 \ln \frac{V_1}{V_3} = -1574.12 \text{ J}$ (0.2)
 $Q_{\text{cycle}} = \sum Q_i = 696.8 \text{ J}$ (0.2)
 ~~$\Delta U_{\text{cycle}} = W_{\text{cycle}} + Q_{\text{cycle}} = 0$~~ (4pt)
 $\Delta U_{\text{cycle}} = W_{\text{cycle}} + Q_{\text{cycle}} = 0$ (4pt)

Ex 2: 3.75 pt



$$\Delta H_{\text{sub}}^\circ(\text{Ca}) + \Delta H_i^\circ(\text{Ca}) + \Delta H_i^\circ(\text{Ca}^+) = \Delta H^\circ(\text{Cl}-\text{Cl}) + 2\Delta H_{\text{AE}}^\circ + E_r - \Delta H_f^\circ = 0$$

$$E_r = -2492 \text{ kJ/mol}$$

Ex 3: 4 pt

$$Q_{\text{emitted}} + Q_{\text{absorbed}} = 0$$

$$m_{\text{total}} = 200 \text{ g}; \quad T = 15 + 273 = 288 \text{ K} \quad \left. \begin{array}{l} 15^\circ\text{C} < T_e < 60^\circ\text{C} \\ T = 60 + 273 = 333 \text{ K} \end{array} \right\}$$

$$Q_{\text{emitted}} = m_2 C_p(\text{H}_2\text{O})_l (T_e - 333)$$

$$Q_{\text{absorbed}} = m_1 C_p(\text{H}_2\text{O})_l (T_e - 288)$$

$$m_2 C_p(\text{H}_2\text{O})_l (T_e - 333) + m_1 C_p(\text{H}_2\text{O})_l (T_e - 288) = 0$$

$$m_2 (T_e - 333) + m_1 (T_e - 288) = 0$$

$$T_e = \frac{333 m_2 + 288 m_1}{m_1 + m_2} = 318 \text{ K} = 45^\circ\text{C}$$

$$\Delta S = \int \frac{\delta q}{T} = \int m c_p \frac{dT}{T} \quad (0.1)$$

$$T_e = 318 \text{ K} = 45^\circ \text{C}.$$

$$\begin{aligned} \Delta S_{\text{Tot}} &= \Delta S_1 + \Delta S_2 \quad (0.1) \\ &= m_2 c_p \ln \frac{318}{333} + m_1 c_p \ln \frac{318}{288} \\ &= 400 \times 4.18 \ln \frac{318}{333} + 200 \times 4.18 \ln \frac{318}{288} \quad (0.4) \end{aligned}$$

$$\Delta S_{\text{Tot}} = \left(\frac{\text{J}}{\text{K}} \right) > 0 \rightarrow \text{irreversible Transformation.} \quad (0.1)$$

→ Course question: (6pt)

$$dU = \delta w + \delta q \quad (0.1)$$

$$\delta q = dU - \delta w = C_v dT + P dV \quad (0.1)$$

$$\text{adiabatic Transformation} = \delta q = 0 \quad (0.1)$$

$$C_v dT + P dV = 0 \quad (0.1)$$

$$C_v dT + \frac{nRT}{V} dV = 0 \quad (1)$$

$$\frac{nR}{\gamma - 1} \cdot dT + nRT \frac{dV}{V} = 0 \quad (0.1)$$

$$\frac{dT}{T} + (\gamma - 1) \frac{dV}{V} = 0 \Rightarrow \ln T + (\gamma - 1) \ln V = C_1 \quad (0.1)$$

$$\ln T + \ln V^{\gamma-1} = C_1 \quad (0.1)$$

$$\ln T \cdot V^{\gamma-1} = C_1 \Rightarrow TV^{\gamma-1} = C_1 \quad (0.1)$$