



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة  
UNIVERSITE FRERES MENTOURI  
CONSTANTINE

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



كلية علوم التكنولوجيا  
Faculté des Sciences  
de la Technologie

Contrôle

Fabrication Mécanique

Durée 01h30 min

(2<sup>ème</sup> ST<sub>B</sub>)

### Questions :

1. Citez les types de montage des pièces sur un tour. 3pts
2. Quelles sont les opérations d'usinage réalisées sur un tour. 02pts
3. Citer les organes principaux d'un tour. 03pts
4. Expliquez le principe d'enlèvement de matière en usinage. 2pts
5. Comment on définit le sens de l'outil de coupe de tournage ? 02 pts
6. Quels sont les avantages et les inconvénients du taillage des engrenages avec un outil pignon ? 04pts
7. Quelles sont les techniques de taillage des engrenages ? 4pts

Bon courage

1) Types de montage des pièces sur un tour: (3 pts)

- montage en l'air.
- montage mixte
- Montage entre-pointes.

2) Les opérations d'usinage réalisées sur un tour sont: (2 pts)

- Dressage, chariotage, chanfreinage, perçage.

3) Les organes principaux d'un tour sont: (3 pts)

Le bâti, le banc, glissières, poupée fixe, poupée mobile, le traînard, chariot transversal, chariot porte outils, la tourelle, la boîte des avances...

4) L'enlèvement de matière est obtenu par une (2 pts)

- action mécanique de compression jusqu'à cisaillement.

- mettant en œuvre un outil coupant en contact avec la pièce à usiner. Il faut que l'outil soit plus dur que la pièce.

5) Le sens de l'outil de coupe est défini par la position de l'arête principale de coupe(s) dans les conditions suivantes: (2 pts)

outil tenu verticalement, bec en bas, avec sa face de coupe ( $A_0$ ) en face de l'observateur

6) avantages: (1 pts)

- il faut un petit de distance en entrée pour mettre l'outil à la vitesse souhaitée et un ~~peu~~ peu de distance en sortie pour l'arrêter.

Inconvénients: (3 pts)

- Réalisée sous huile entière (lubrification)
- chocs importants sur les outils
- Le temps de cycle est très important.

7) Les techniques de taillage des engrenages sont (2 pts)

- taillage par génération
  - outil crémaillère
  - ↳ outil pignon
- taillage par fraise mère
- taillage par fraise module.

**Université les frères Mentourés Constantine 1**  
**Faculté Sciences et Technologie**  
**Département Sciences et Technologie**

Nom :

Prénom :

Groupe :

*Examen de Géologie*

20  
20

**I. Choisissez la bonne réponse :**

**1. Le granite est une roche**

- Magmatique
- Plutonique (A)
- Ignée

**2. Une roche sombre, riche en**

- Potassium
- Silice
- Ferromagnésien (A)

**3. Le magma est felsitique, c'est-à-dire**

- Basique
- Acide (A)
- Intermédiaire

**4. Les causes de métamorphismes sont**

- La température (A)
- La pression
- La température et la pression

**5. L'Algérie est une zone active, se trouve dans**

- Les séismes intra- plaque
- Les séismes liés à l'activité volcanique
- Les séismes inter -plaque (A)

**6. Une source terrigène, provienne de**

- L'érosion des sédiments
- Du bassin sédimentaire (A)
- Des roches sédimentaires

**7. L'hydratation favorise**

- La destruction de la roche
- L'altération chimique (A)
- Le gonflement de la roche

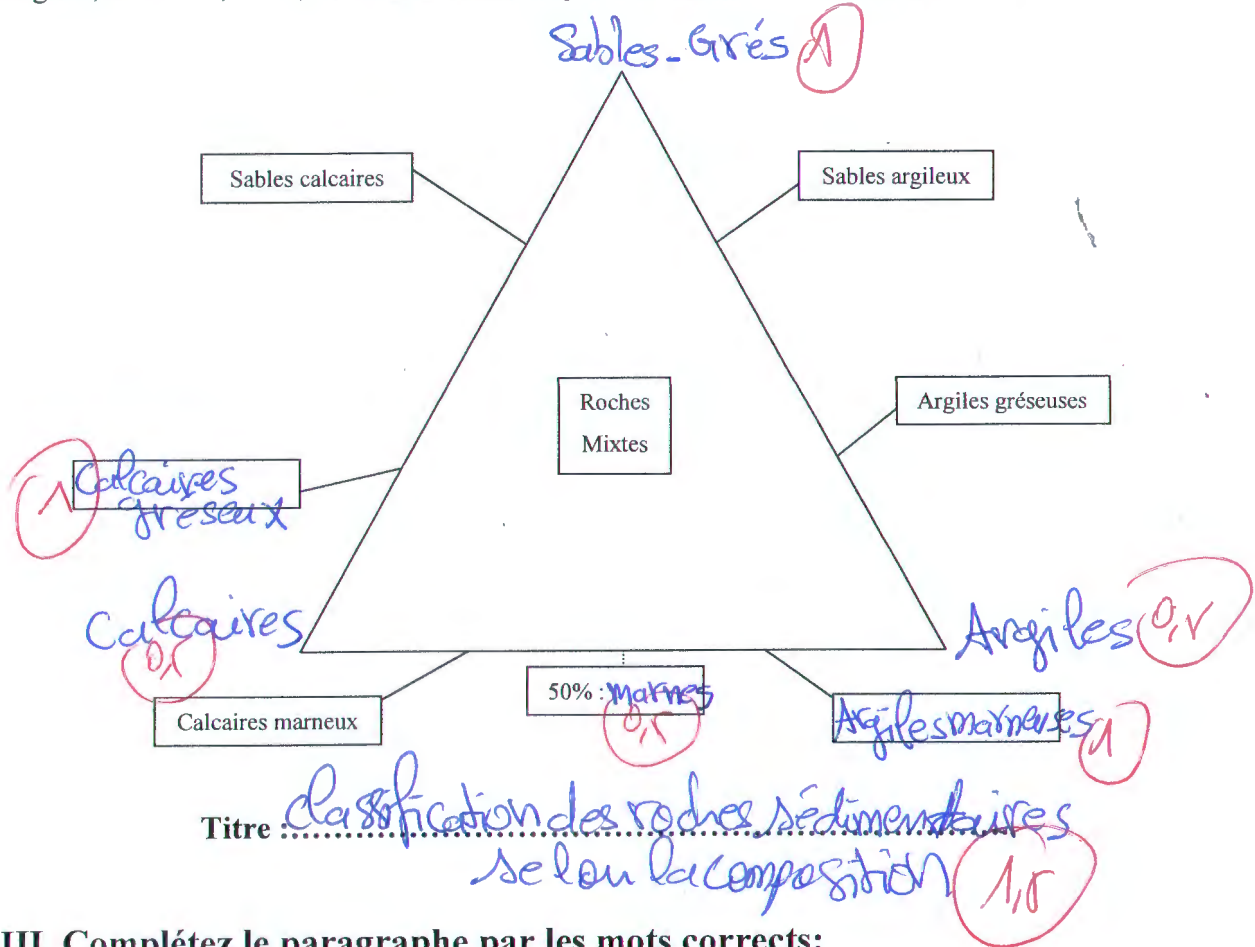
**8. Le volcanisme du point chaud se trouve dans**

- Les plaques continentales
- Les plaques océaniques (A)
- Les plaques continentales et océaniques



## II. Complétez le schéma par les mots suivants :

Argiles, calcaires, Grés, Sables, marnes, Argiles marneuses, Calcaires gréseux.



## III. Complétez le paragraphe par les mots corrects:

Roches, altération, hydratation, sols, dissolution, minéraux, surface, cristallisation, cristaux,

Elle permet le développement des sols à partir des roches sous-jacentes dites roches mères. L'eau est un excellent solvant et permet la dissolution d'éléments chimiques présents dans les roches et leur évacuation par drainage dans les sols ou encore leur précipitation. La dissolution des minéraux est d'autant plus importante qu'une roche est constituée de petits grains ou cristaux autour desquels l'eau peut s'infiltrer. La surface d'échange totale est plus grande autour de nombreux petits cristaux qu'autour de gros cristaux pour un même volume de roche. La nature de la roche intervient donc dans son altération.

**Titre :** Altération chimique (2)

Bon courage



2<sup>ème</sup> Année Licence Génie Biomédical

Contrôle d'Anatomie et Physiologie

Année 2018/2019

Nom : .....

Prénom : .....

Groupe : .....

\*\*\* De la question 01 jusqu'à 10... Entourez la réponse juste

10/10

1/ Les Os du crane sont au nombre de :

- 206 Os.
- 09 Os.
- 15 Os.

collage type

2/ le squelette axiale est formé par:

- \* le crane, la colonne vertébrale et la cage thoracique.
- \* le crane, les membres supérieurs et les membres inférieurs.
- \* la ceinture scapulaire. Ceinture pelvienne.
- \* colonne vertébrale, les membres supérieurs et les membres inférieurs.

3/ Les méninges:

- N'ont aucun rôle dans le système nerveux
- sont au nombre de deux: la dure mère et le liquide céphalo-rachidien.
- sont au nombre de quatre.
- sont au nombre de trois: la dure mère, l'arachnoïde, la pie-mère.

4 / Dans les poumons on retrouve:

- 03 lobes pour le poumon droit et 02 lobes pour le poumon gauche
- 02 lobes pour le poumon droit et 03 lobes pour le poumon gauche

5/ La prostate fait partie:

- Des organes auxiliaires de l'appareil génital masculin.
- Des organes de l'appareil génital féminin
- Des organes de l'appareil respiratoire.
- Des organes de l'appareil digestif.

6/ Le cœur a

- Une activité mécanique seulement
- Une activité électrique seulement.
- Une activité mécanique qui est commandé électriquement

7/ Le nombre total de neurones du cerveau humain est estimé de

- 86 à 100 millions.
- 86000 à 100000.
- 86 à 100 milliards.

8/ Le potentiel de repos de la membrane d'un neurone est de :

- + 70 mV.
- - 70 mV.
- - 90 mV.

9/ L'ECG = électrocardiogramme est la représentation graphique de :

- L'activité électrique du cerveau.
- L'activité électrique de la rétine.
- L'activité électrique du muscle.
- L'activité électrique du cœur.

10/ L'EMG = électromyogramme est la représentation graphique de :

- L'activité électrique du cœur.
- L'activité électrique du cerveau.
- L'activité électrique de la rétine.
- L'activité électrique du muscle.

\*\*\* De la question 11 à 20 entourez les réponses justes

11/ L'appareil locomoteur comprends trois systèmes:

- Système osseux. 0,33
- Système articulaire. 0,33
- Système urinaire.
- Système musculaire. 0,33

Si réponse fautive - 0,16/R.

12/ L'électro-encéphalographie:

- Est l'enregistrement graphique de l'activité électrique du cerveau. 0,5
- Est un examen douloureux.
- Est un examen indolore et sans danger. 0,5
- Se fait au moyen d'électrodes placées sur les mains.

Si réponse fautive - 0,25

13/ Le tissu nodal est constitué de :

- Le nœud de Keith et Slack. 0,25
- Le faisceau de His. 0,25
- Le réseau de fibres de Purkinje. 0,25
- Le nœud auriculo ventriculaire. 0,25



14/ les poumons:

- sont 02 masses spongieuses. 0,33
- sont recouverts par la plèvre. 0,33
- sont recouverts par le péritoine
- Ils occupent la majeure partie de la cage thoracique. 0,33.

15/les testicules assurent deux fonctions:

- Sécrétion de la testostérone. 0,5
- La fabrication de spermatozoïdes. 0,5
- La fabrication d'ovules.
- Sécrétion des hormones féminines

16/l'estomac

- ne contient pas des glandes
- est une poche en forme de O.
- est un réservoir d'aliments. 0,5
- est une poche en forme de J. 0,5

17/ La membrane plasmatique:

- Est une mosaïque fluide qui est libre de changer de position. 0,25
- C'est une frontière entre l'extérieur et l'intérieur de la cellule 0,25
- Elle n'est pas statique. 0,25
- Est majoritairement composée de lipides entre lesquels des protéines peuvent s'insérer. 0,25

18/L'ECG enregistre

- Cinq ondes au total. 0,6
- Respectivement appelle P, Q, R, S, T. 0,6
- Les trois ondes: Q, R, S représentent l'activité des oreillettes. 0
- L'onde P représente l'activité des ventricules 0

19/ La double couche de lipides est imperméable

- Aux molécules liposolubles.
- Aux grosses molécules. 0,5
- Aux molécules très petites: CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>
- Des ions k<sup>+</sup>, CL, Na<sup>+</sup>. 0,5

20/ Quels sont les types de transports passifs

- Diffusion. 0,33
- Osmose. 0,33
- Pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>
- Diffusion facilitée. 0,33

BONNE CHANCE  
Dr S.F.LABED





Durée 1<sup>h</sup>30

08/09/2019

**Exercice 01 (07 points):**

L'étude d'un transformateur monophasé a donné les résultats suivants :

- Mesure des résistances des enroulements:  $R_1 = 0,2\Omega$  et  $R_2 = 0,007\Omega$
- Essai à vide :  $U_1 = U_{1n} = 2300\text{ V}$  ;  $U_2 = 240\text{ V}$  ;  $f=50\text{Hz}$ ,  $I_{10} = 1,0\text{ A}$  et  $P_{10} = 275\text{ W}$ .
- Essai en court-circuit :  $U_{1CC} = 40\text{ V}$  ;  $I_{2CC} = 200\text{ A}$ .

La section du circuit magnétique est  $s = 60\text{ cm}^2$ , et la valeur de l'induction maximale est  $1,1\text{ T}$

- 1- Calculer le nombre de spires  $N_2$  au secondaire.
- 2- Calculer le rapport de transformation 'm' et le nombre de spires  $N_1$  au primaire.
- 3- Montrer que dans l'essai à vide les pertes Joule sont négligeables devant  $P_{10}$ .
- 4- Déterminer la valeur de la résistance ramenée au secondaire  $R_S$ .
- 5- Calculer la valeur de  $P_{1CC}$ .
- 6- Déterminer  $X_S$ .
- 7- Déterminer la tension aux bornes du secondaire lorsqu'il débite un courant  $I_2 = 180\text{ A}$  dans une charge de facteur de puissance  $0,8$  (inductive) (En utilisant la formule simplifiée donnant la chute de tension  $\Delta V_2 = V_{20} - V_2$ ) et tracer le diagramme vectoriel.
- 8- Quel est alors le rendement
- 9) Calculer la valeur de la tension secondaire correspondant à une charge absorbant la moitié du courant secondaire nominal, avec un  $\cos\phi_2 = 0,9$  (capacitive) et tracer le diagramme vectoriel.

**Exercice 02 (04 points)**

Un moteur shunt de résistance  $R_a=0,1\Omega$  et de résistance de champ  $R_f=60\Omega$  est alimenté sous une tension constante  $V=120\text{V}$ . IL tourne a  $N=900\text{tr/min}$ , consomme un courant  $I=70\text{A}$  et fournit un couple utile  $C_u=80\text{N.m}$ . La réaction d'induit est négligeable et la carcasse n'est pas saturée.

- a- Calculer le courant de démarrage.
- b- Calculer la Résistance de démarrage (mise en série avec l'induit) qui permet de limiter le courant de démarrage à  $2.I_n$ .
- c- Calculer la puissance utile.
- d- Calculer la puissance absorbée.
- e- Calculer rendement.
- f- Calculer les pertes joule et pertes collectives.

**Exercice 03 : (07 Points)**

Un moteur série alimenté sous une tension  $230\text{V}$ , consomme un courant de ligne de  $36\text{A}$  et tourne a  $1200\text{tr/min}$ , la résistance de l'induit vaut  $R_a = 0,2\Omega$  et la résistance de l'inducteur vaut  $R_s = 0,2\Omega$ . La réaction d'induit est négligeable, les pertes collectives sont égale  $400\text{ W}$ .

**Partie I : Le démarrage**

Le courant de démarrage doit être limité à  $I_d = 40\text{ A}$ .

A- Démarrage par variation de la tension d'alimentation :

1. Ecrire la relation entre  $U$ ,  $E$  et  $I$  aux bornes de l'induit
2. Déduire la tension  $U_d$  à appliquer au démarrage.

B- Démarrage par addition de résistance de démarrage :

Calculer la valeur de la résistance du rhéostat à placer en série avec le moteur.

**Partie II : fonctionnement dans les conditions nominales,**

Calculer :

- la f.e.m.
- la puissance absorbée, la puissance électromagnétique et la puissance utile.
- le couple électromagnétique, le couple utile et le rendement
- Quelle sera la vitesse du moteur s'il consommait un courant  $I = 20\text{ A}$
- Quel est le nouveau couple électromagnétique.
- Calculer le rendement (Si les pertes collectives restent inchangées)
- Montrer que le couple est proportionnel au carré du courant.

$$U_2 = 4,44 \cdot N_2 \cdot f \cdot S \cdot B_{\max} \rightarrow N_2 = \frac{U_2}{4,44 \cdot f \cdot S \cdot B_{\max}}$$

$$\rightarrow N_2 = 164 \text{ spires} \quad (0,5)$$

$$m = \frac{U_{20}}{U} = 0,104 \quad (0,5)$$

$$\Rightarrow N_1 = \frac{N_2}{m} = 1577 \quad (0,5)$$

$$P_{10} = P_{\text{rec}} + P_{\text{J}}$$

$$P_{\text{J}} = R_1 \cdot I_{10}^2 + R_2 \cdot I_{20}^2 \quad / \quad I_{20} = 0$$

$$\rightarrow P_{\text{J}} = 0,2 \cdot 1^2 = 0,2 \text{ W} \rightarrow P_{\text{J}} \ll P_{10} \quad (0,5)$$

$$R_s = R_2 + m^2 \cdot R_1 = 9,2 \cdot 10^{-3} \Omega \quad (0,5)$$

$$P_{\text{rec}} = P_{\text{J}} = R_s \cdot I_{200}^2 = 9,2 \cdot 10^{-3} \cdot (200)^2$$

$$\rightarrow P_{\text{rec}} = 368 \text{ W} \quad (0,5)$$

$$Z_s = \frac{m \cdot U_{\text{rec}}}{I_{200}} = 0,021 \Omega \quad (0,5)$$

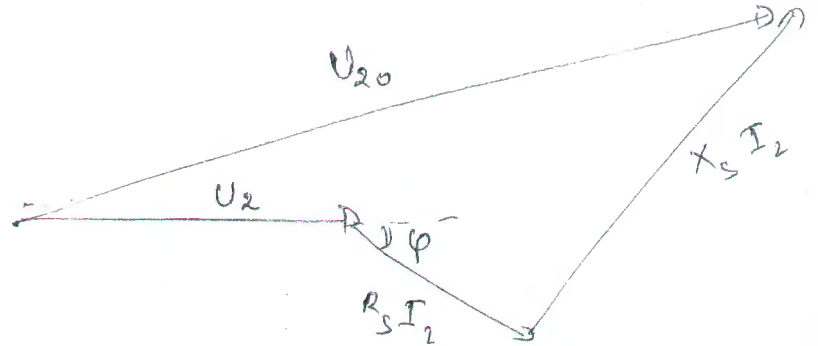
$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = 0,019 \Omega \quad (0,5)$$

$$\text{J) } U_2 = U_{20} \dots$$

$$\Delta U = (R_s \cdot \cos \varphi + X_s \cdot \sin \varphi) \cdot I_2 =$$

$$= (9,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 + 0,019 \cdot 0,6) \cdot 180 = 3,38$$

$$\rightarrow U_2 = 240 - 3,38 = 236,62 \text{ V} \quad (4,5)$$



$$\text{B) } \eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{\text{J}} + P_{\text{rec}}}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi = 34073,3 \text{ W}$$

$$P_{\text{J}} = \frac{180}{200} \cdot 368 = 331,2 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{34073,3}{34073,3 + 275 + 331,2} = 98,25\%$$

(1,5)

EXERC.

a)  $U = E + R_a \cdot I_a$

$E = 0 \rightarrow I_d = \frac{U}{R_a} = 1200 \text{ A.} \dots \dots \dots \textcircled{0,5}$

b)  $(R_a + R_d) \cdot I = U \rightarrow R_d = \frac{U}{I} - R_a$

$\rightarrow R_d = \frac{U}{2 \cdot I_n} - R_a = 0,75 \dots \dots \dots \textcircled{0,5}$

$\downarrow P_U = C_U \cdot I = 80 \cdot 900 \cdot \frac{2\pi}{60}$

$P_U = 7536 \text{ W} \dots \dots \dots \textcircled{0,5}$

$\downarrow P_a = U \cdot I = 120 \cdot 70 = 8400 \text{ W} \dots \dots \dots \textcircled{0,5}$

$\ni \eta = \frac{P_U}{P_a} = 0,897 \dots \dots \dots \textcircled{0,5}$

$\ni P_f = P_{Tr} + P_{Ts}$

$P_{Ts} = R_f \cdot I_f^2 \quad / \quad I_f = \frac{U}{R_f} = \frac{120}{60} = 2 \text{ A.}$

$\rightarrow P_{Ts} = 60 \cdot 2^2 = 240 \text{ W.}$

$P_{Tr} = R_a \cdot I_a^2 \quad / \quad I_a = 70 \dots \dots \dots 2 = 68 \text{ A.}$

(3)

$P_{Tr} = 471 \cdot (60) - 70 \cdot 70 \text{ W.}$

$P_f = 702,4 \text{ W}$

$P_{c\text{olle}} = P_{em} - P_U$

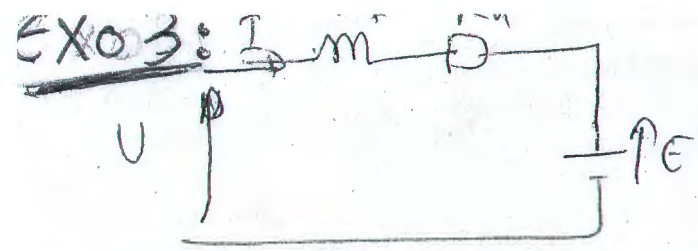
$P_{em} = P_a - P_f = 7697,6 \text{ W.}$

$\rightarrow P_{c\text{olle}} = 7697,6 - 7536$

$\rightarrow P_{c\text{olle}} = 161,6 \text{ W} \dots \dots \dots \textcircled{0,5}$

(1)





$U = 230\text{ V}$  ;  $I = 36\text{ A}$ .

$\Omega = 1200 \frac{\text{tr}}{\text{mn}}$  ;  $R_a = R_f = 0,2 \Omega$ .

$P_{\text{coble}} = 400\text{ W}$ .

partie I

1)  $U = (R_f + R_a) \cdot I + E$  (0,5)

2)  $E = 0 \rightarrow I_d = \frac{U}{R_f + R_a}$

~~$I_d = \frac{230}{0,4} = 575\text{ A}$~~

$U_d = (R_f + R_a) \cdot I_d = 0,4 \cdot 40$

$U_d = 16\text{ V}$  (0,5)

B)  $U = (R_f + R_a + R_d) \cdot I_d$

$R_d = \frac{U}{I_d} - (R_f + R_a)$   
 $= \frac{230}{40} - (0,4) = 5,35 \Omega$  (0,5)

partie II

1)  $E = U - (R_f + R_a) \cdot I$   
 $= 230 - (0,4) \cdot 36$

$E = 215,6\text{ V}$  (0,5)

2)  $P_a = U \cdot I = 230 \cdot 36$   
 $P_a = 8280\text{ W}$  (0,5)

$P_{em} = E \cdot I = 215,6 \cdot 36$   
 $P_{em} = 7761,6\text{ W}$  (0,5)

$P_u = P_{em} - P_{\text{coble}} = 7761,6 - 400$   
 $P_u = 7361,6\text{ W}$  (0,5)

3)  $C_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{7761,6 (60)}{1200 \cdot 2\pi}$

$C_{em} = 61,77\text{ N.m}$  (0,5)

$C_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{7361,6 \cdot (60)}{1200 \cdot 2\pi}$

$C_u = 58,58\text{ N.m}$  (0,5)

$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{7361,6}{8280} = 0,89$  (0,5)

4)  $E' = U - (R_f + R_a) \cdot I$   
 $E' = 222\text{ V}$  (1)

$\frac{N'}{N} = \frac{E'}{E} \rightarrow N' = \frac{N \cdot E'}{E} = 1238 \frac{\text{tr}}{\text{mn}}$

5)  $C_{om} = \frac{E' \cdot I'}{\Omega} = 34,3\text{ N.m}$



$$61 \eta = \frac{10}{P_a}$$

$$P_a = U \cdot I = 230 \cdot 20 = 4600 \text{ W}$$

$$P_c = P_m - P_{\text{calle}} =$$

$$P_c = E \cdot I = 222 \cdot 20$$

$$= 4440 \text{ W}$$

$$P_c = 4440 - 400 = 4040 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{4040}{4600} = 0,8782$$

$$= 87,82\%$$

$$\eta \left\{ \begin{array}{l} P_m = E_m \cdot R = \\ P_m = E \cdot I = k \cdot \phi \cdot R \cdot I \end{array} \right.$$

$$E_m = k \cdot \phi \cdot I$$

$$E_m = k \cdot \phi \cdot I$$

$$E_m = k \cdot I^2 R$$

old

old

**Examen de Construction Aéronautique (2<sup>ème</sup> licence)**

**I. Donnez la définition de :**

- Un équipement de bord.
- Structure en treillis.

**II. Citez les propriétés des matériaux utilisés en aéronautique ?**

**III. Cochez la bonne réponse :**

1) Le VOR permet de :

- a) Fournir au pilote l'information de distance oblique entre l'avion et une station.
- b) Recevoir un signal radio émis par une station au sol.
- c) Mesurer la vitesse verticale  $V_z$ .

2) Le métal le plus utilisé dans l'aéronautique c'est :

- a) L'aluminium.
- b) Le fer.
- c) Le cuivre.

3) La force de portance est assurée en vol par :

- a) L'aile.
- b) Le moteur.
- c) L'hélice.

4) Le roulis est un axe de :

- a) Rotation pour piquer ou cabrer l'avion.
- b) Rotation pour tourner l'avion à gauche et à droite.
- c) Inclinaison latérale en virage.

5) Dans la structure monocoque :

- a) Le revêtement ne participe pas à la résistance de la cellule.
- b) Le revêtement assure lui-même la rigidité de la cellule.
- c) Le revêtement et la structure se partagent les efforts de résistance.

6) L'altimètre c'est un instrument appartient à la famille:

- a) Des instruments de moteur.
- b) Des instruments de conduite.
- c) Des instruments de navigabilité et de radiocommunication.

- 7) Le magnésium est :
- a) Plus léger et a une faible résistance à la corrosion.
  - b) Plus léger et a une bonne résistance à la corrosion.
  - c) Très lourds et a une bonne résistance à la corrosion.
- 8) Les aérofreins sont utilisés pour :
- a) Diminuer le poids et augmenter la trainée.
  - b) Augmenter la portance et diminuer la trainée.
  - c) Diminuer la portance et augmenter la trainée.
- 9) La force de poussée est exprimée par l'équation :
- a)  $F = 1/2 \rho v^2 s c_x$ .
  - b)  $F = m (V_{\text{sortie}} - V_{\text{entrée}})$ .
  - c)  $F = 1/2 \rho v^2 s c_z$ .
- 10) Le variomètre c'est un instrument indique :
- a) La vitesse verticale  $V_z$ .
  - b) Le nombre de Mach  $M = V_p / C$ .
  - c) La vitesse vraie  $V_p$ .

IV. Complétez les données des figures suivantes :

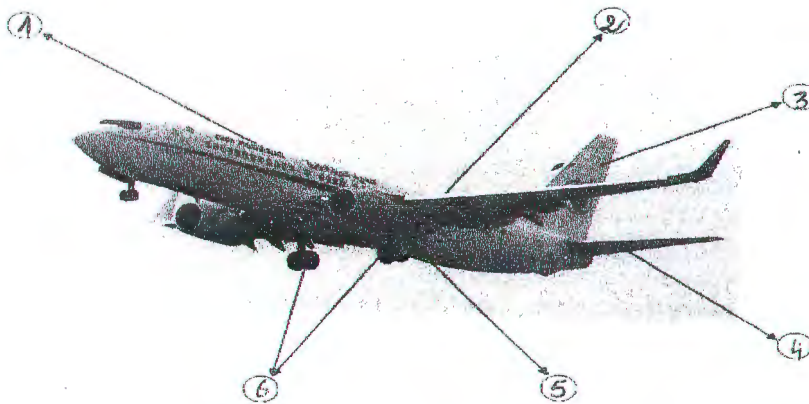


Figure1 : Boeing 737.

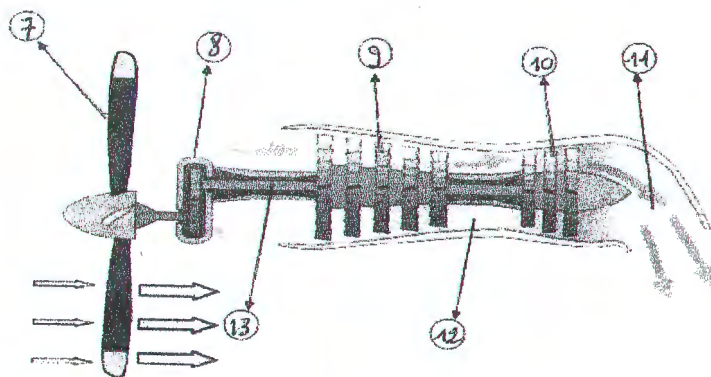


Figure 2 : Un turbopropulseur.

Bon courage



# Correction d'Examen de

## Construction Aéronautique (2<sup>ème</sup> licence)

### I. Les définitions :

- Un **équipement de bord** : est un dispositif qui sert à capter, mesurer ou même présenter une grandeur physique représentant une information qui permet le pilote d'agir avec son avion. Cet équipement peut apparier sur le tableau de bord ou être caché. (2p)
- **Structure en treillis** : Cette technique appelée aussi structure en poutre de Warren utilise des tubes d'acier spéciaux assemblés et soudés en treillis. (2p)

### II. les propriétés des matériaux utilisés en aéronautique sont :

- \* Légèreté des matériaux.
- \* Rigidité permettant de supporter les différentes contraintes mécaniques.
- \* Capacité thermique élevée.
- \* Résistance au frottement et à l'usure.
- \* Résistance à la corrosion.
- \* Résilience = résistance au choc.

### IV. figure 1

(3p)

- ① → Fuselage.
- ② → l'aile.
- ③ → Empennage vertical (dérive).
- ④ → Empennage horizontal.
- ⑤ → Moteur.
- ⑥ → Train d'atterrissage.



## Figure 2:

⑦ → Hélice .

⑧ → Réducteur .

⑨ → Compresseur .

⑩ → Turbine .

⑪ → Sortie d'échappement .

⑫ → chambre de combustion .

⑬ → Ane .

8) chaque état contractant peut, pour des raisons nécessités militaires ou de sécurité publique, de restreindre le vol au-dessus de certaines zones appelées

- Zones régulières
- Zones interdites

9) un aéronef :

- Peut être valablement immatriculé dans plusieurs états
- Ne peut être valablement immatriculé dans plusieurs états

10) L'OACI c.à.d:

- Organisation internationale de l'aviation civile
- Organisation internationale du contrôle aérien

**Questions :**

1. Donner la définition de la réglementation.
2. Citer les objectifs stratégiques de l'organisation internationale de l'aviation civile (sans explication).
3. La convention de Chicago se divise en quatre parties, lesquelles.
4. Citer 7 annexes de l'OACI.
5. Mettre les mots suivants à leurs places :

**Bureaux régionaux- le conseil-bureau central –assemblée-secrétaire général-OACI**

.....compte 900 employés permanents, comprenant un .....et 7 .....

Une ..... comprenant tous les états contractants et se réunit au moins une fois tous les trois ans, .....qui est l'organe exécutif de 33 représentants états par l'assemblée, et un .....placé à sa tête qui comprend 5 directions principales.

**Bon courage**

**Khenchouch .Z**

16 /09/2019

EMD°2

Règlementation aéronautique

QSM :

Choisir la bonne réponse

- 1) Un aéronef sans pilote
  - Peut survoler le territoire d'un autre état sans problème
  - Ne peut pas survoler le territoire d'un autre état sauf avec autorisation
- 2) Les aéronefs ont la nationalité de :
  - L'état dans lequel ils sont immatriculés
  - L'état dans lequel ils sont construits
- 3) Actuellement le niveau de la sécurité de l'aviation de transport exprimé en nombre d'accidents mortels par heure de vol est :
  - $10^8$
  - $10^6$
  - $10^7$
- 4) La mise en œuvre de l'OACI est en :
  - 1944
  - 1950
- 5) Les normes de l'OACI sont imprimées en :
  - Caractère romain
  - Italique
- 6) L'annexe 13 c'est :

## EMD°2

## Règlementation aéronautique

QSM :

Choisir la bonne réponse

- 1) Un aéronef sans pilote
  - Peut survoler le territoire d'un autre état sans problème
  - Ne peut pas survoler le territoire d'un autre état sauf avec autorisation
- 2) Les aéronefs ont la nationalité de :
  - L'état dans lequel ils sont immatriculés
  - L'état dans lequel ils sont construits
- 3) Actuellement le niveau de la sécurité de l'aviation de transport exprimé en nombre d'accidents mortels par heure de vol est :
  - $10^8$
  - $10^6$
  - $10^7$
- 4) La mise en œuvre de l'OACI est en :
  - 1944
  - 1950
- 5) Les normes de l'OACI sont imprimées en :
  - Caractère romain
  - Italique
- 6) L'annexe 13 c'est :
  - Service de la circulation
  - Marques de nationalités et des immatriculations des aéronefs
  - Enquêtes sur les accidents
- 7) Les aéronefs utilisés dans les services militaires, de douane ou de police sont considérés comme des aéronefs :
  - Civil
  - D'état



8) chaque état contractant peut, pour des raisons nécessité militaire ou de sécurité public, de restreindre le vol au-dessus de certains zones appelée

– Zones régulières

– Zones interdites

9) un aéronef :

– Peut être valablement immatriculé dans plusieurs états

– Ne peut être valablement immatriculé dans plusieurs états

10) L'OACI c.à.d:

– Organisation international de l'aviation civile

– Organisation international du contrôle aérien

### Questions :

1. Donner la définition de la réglementation.
2. Citer les objectifs stratégiques de l'organisation internationale de l'aviation civile (sans explication).
3. La convention de Chicago se divise en quatre parties, la quelles.
4. Citer 7 annexes de l'OACI.
5. Mettre les mots suivant à leurs places :

### Bureaux régionaux- le conseil-bureau centrale –assemblée-secrétaire général-OACI

.....comporte 900 employés permanents, comprenant un .....et 7 .....

Une ..... comprenant tous les états contractants et se réuni au moins une fois tous les trois ans, .....qui est l'organe exécutif de 33 représentants états par l'assemblée, et un .....placé à sa tête qui comprend 5 directions principaux.

**Bon courage**

**Khenchouch .Z**

Faculté / Institut : ..... /

Département : L2 Aéronautique



Nom et prénom du candidat : Correction EMD02 الاسم العائلي و التكنسي المترشح

Contenu écrit de : Réglementation Aéronautique مادة الكتاب

1. La définition de la réglementation  
La réglementation est un ensemble des textes notamment des lois, décrets, arrêtés et circulaire relative aux normes et recommandations techniques nécessaires pour le maintien d'un niveau minimal acceptable de sécurité.

2. Les objectifs stratégiques de l'OACI sont :

- sécurité
- sûreté
- protection de l'environnement
- efficacité
- continuité
- principe de droit

3. Les quatre parties de la convention de Chicago sont :

- Navigation aérienne
- l'organisation de l'aviation civile
- Transport aérien International

- Disposition finale

#### 4 - La citation de 7 annexes de l'OACI

- licence du personnel
- règle de l'air
- assistance météorologique à la navigation aérienne
- Cartes aéronautiques
- unités de mesure dans la communication sol-air
- exploitation technique des aéronefs
- marques de nationalités et des immatriculation des AF
- certificats de navigabilité d'aéronefs
- facilitation
- télécommunications aéronautiques
- services de la circulation
- recherches et sauvetage
- Enquêtes sur les accidents
- Aérodrômes
- service d'information aéronautique
- protection de l'environnement
- Sécurité
- sécurité du transport aérien des marchandises
- système de gestion de sécurité

#### 5 - Mettre les mots suivants à leur place.

OACI ..... bureau central et 7 bureaux régionaux. une assemblée ....., le Conseil ..... secrétaire général



UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI

FACULTE DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT TECHNOLOGIE

Contrôle

Fabrication Mécanique

Durée 01h30min

(2<sup>ème</sup> A Groupe B)

### Questions

- 1- Quels sont les critères de choix des paramètres de coupe ? 6pts
- 2- Citez les types d'avances. 3pts
- 3- Expliquez la chaîne cinématique d'un tour (avec schéma). 2pts
- 4- Expliquez les modes de fraisage. 2pts
- 5- Quelles sont les formes géométriques obtenues par fraisage ? 3pts
- 6- Expliquez le procédé de laminage. 2pts
- 7- Citez les types de laminoirs. 2pts

Bonne chance

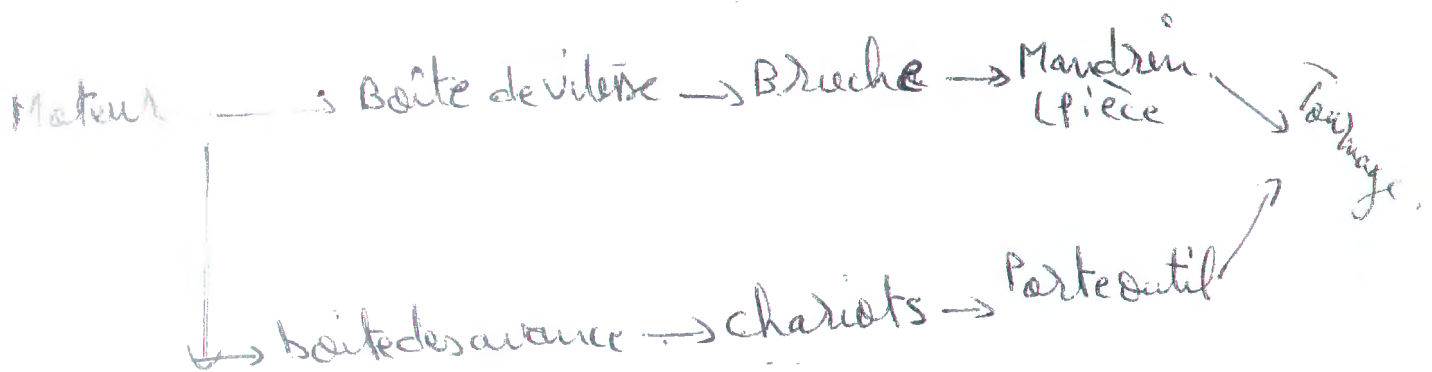
1) Les critères de choix des paramètres de coupe sont 6 pts

- Type de machine
- Puissance de la machine
- Matière de la pièce
- opération d'usinage.
- Forme de l'outil
- Matière de l'outil

2) Les types d'avance sont. 3 pts

- Avance longitudinale
- Avance transversale
- Avance oblique.

3) la chaîne cinématique d'un tour. 2 pts



4) Les modes de fraiseage sont : 2 pts

- Fraiseage en opposition : Le sens de l'avance de la pièce est opposé au sens de rotation de la fraise

- Fraiseage en avantant : Le sens de l'avance de la pièce est identique au sens de rotation de la fraise

5) Les formes géométriques obtenues par fraiseage sont : 3 pts

- surface simple (plan)

- associations de surfaces géométriques simples :  
→ rainures, épaulements, ...

- des profils spéciaux : hélices, cames, engrenages...

6) Procédé de laminage <sup>2 pts</sup> Le laminage est un procédé de fabrication par déformation plastique. Cette déformation est obtenue par compression continue au passage entre deux cylindres contrarotatifs appelés laminoirs.

7) Les types de laminoirs sont : 2 pts

- laminoirs à chaud

- laminoirs à froid.



Contrôle

Fabrication Mécanique

Durée 01h30min

(2<sup>ème</sup> A Groupe B)

**Questions**

- 1- Quels sont les critères de choix des paramètres de coupe ? 6pts
- 2- Citez les types d'avances. 3pts
- 3- Expliquez la chaîne cinématique d'un tour (avec schéma). 2pts
- 4- Expliquez les modes de fraisage. 2pts
- 5- Quelles sont les formes géométriques obtenues par fraisage ? 3pts
- 6- Expliquez le procédé de laminage. 2pts
- 7- Citez les types de laminoirs. 2pts

Bonne chance

**Examen : Sciences Des Matériaux (1h:30)**

2<sup>ème</sup> Année Licence, Sciences Techniques (GM)

Université Des Frères Mentouri Constantine I

Année Universitaire : 2018/2019

Nom : .....

Prénom : Corrigé / Type

Groupe : .....

**Question 1 : (03pts)**

Identifier chaque type des structures cristallines et expliquer la différence entre un cristal et un matériau amorphe

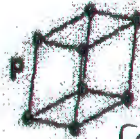
$a=b=c$   
 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$   
 $\gamma=120^\circ$



(0,75)

HEXAGONAL

$a \neq b \neq c$   
 $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$



(0,75)

TRICLINIQUE

$a \neq b \neq c$   
 $\alpha = \gamma = 90^\circ$   
 $\beta \neq 120^\circ$



(0,75)

MONOCLINIQUE

Un cristal : est un ensemble d'atomes (molécules) disposés de manière périodique dans les trois directions. (0,75)

Un solide amorphe : les atomes sont disposés aléatoirement et pas proches les uns des autres. (0,75)

**Question 2: (03pts)**

Expliquer l'intérêt du choix d'un matériau composite dans l'industrie mécanique

Le matériau composite est constitué de l'assemblage d'un ou de plusieurs matériaux non miscibles et de nature différente se complétant et permettant d'aboutir à un matériau dont l'ensemble des performances est supérieur à celui des composants pris séparément. Les qualités principales des matériaux composites par rapport aux autres matériaux sont :

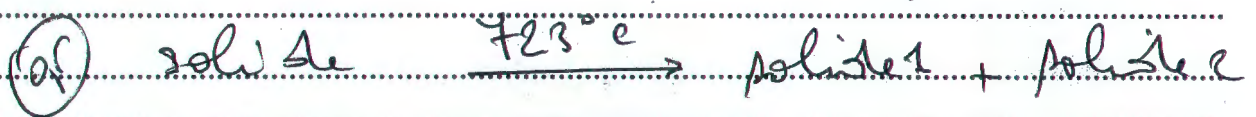
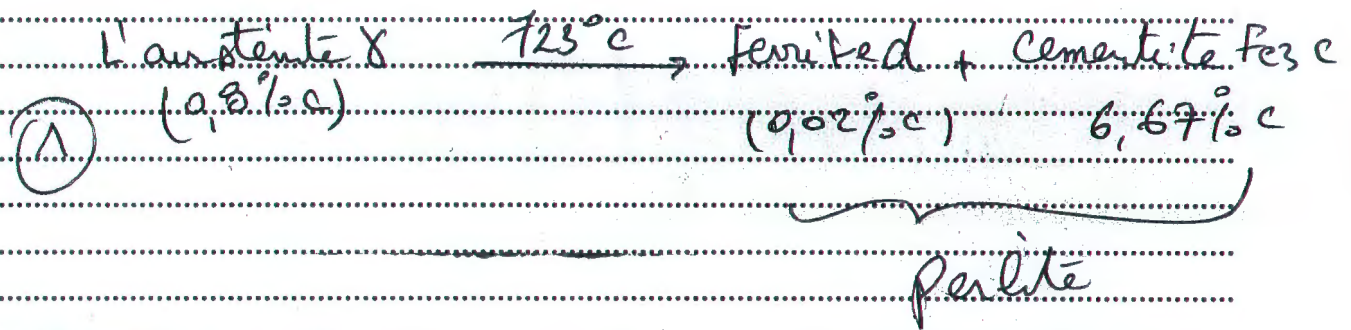
- ② légèreté
- résistance
- rigidité
- bon comportement à la fatigue
- possibilité de concevoir le matériau selon la nécessité.

**Question 3 (04pts)**

A partir d'un diagramme métastable du fer-carbone expliquer les réactions eutectoïde, eutectique et péritectique avec explication

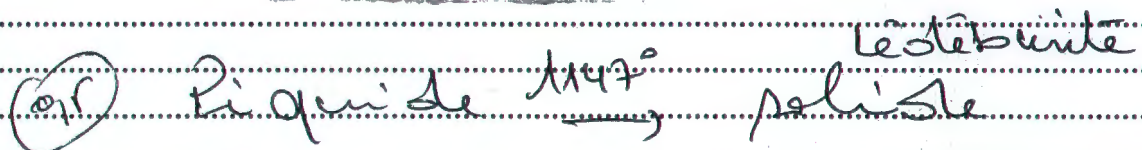
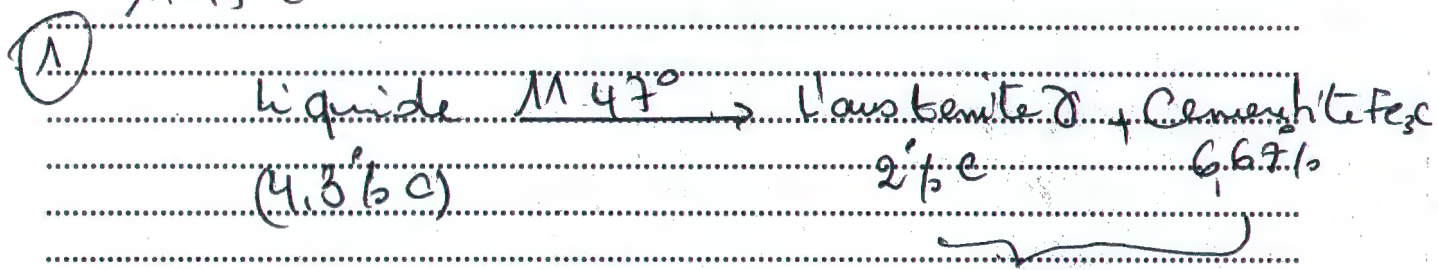
Réaction eutectoïde : A la teneur de 0,8% de carbone et à la température  $723^\circ\text{C}$





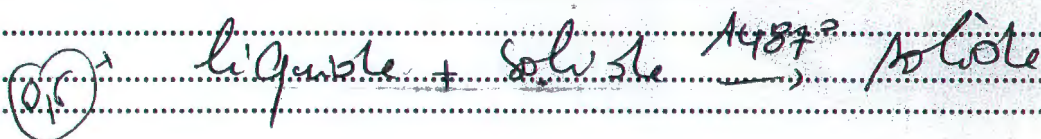
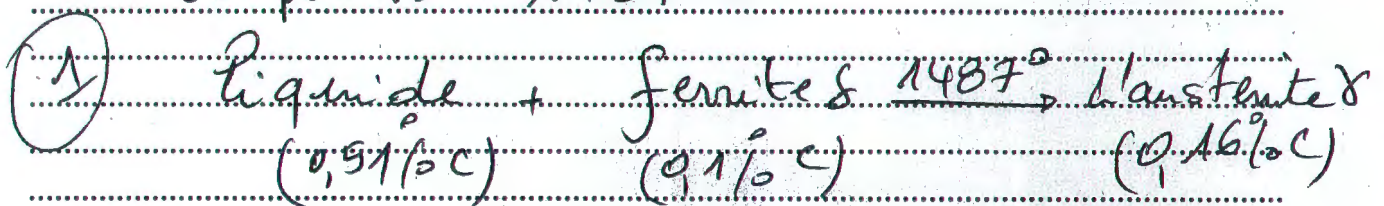
### Réaction eutectique

A la teneur de 4,3% de carbone et à la température  $1147^\circ\text{C}$



### Réaction péritectique

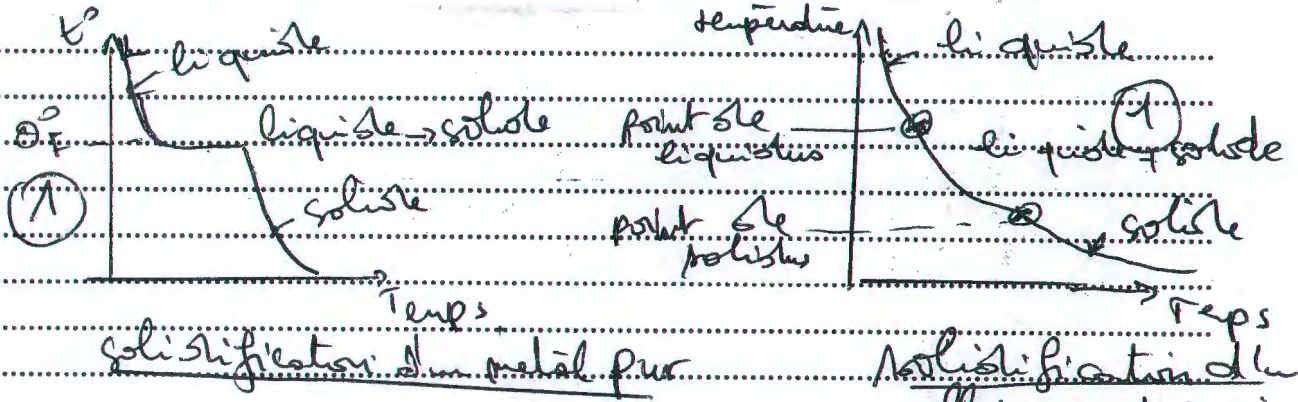
A la teneur de 0,54% de carbone et à la température  $1487^\circ\text{C}$





**Question 4 (03pts)**

Expliquer la différence entre la solidification d'un métal pur et d'un alliage binaire A-B.



\* la solidification d'un métal pur le changement de phase s'effectue toujours à une température fixe (0,1)

\* la solidification d'un alliage binaire, la courbe laisse apparaître deux points d'inflexion :

- (0,2) liquidus : apparition du premier cristal solide dans le liquide
- (0,2) solidus (disparition des dernières traces de liquide).

**Question 5 (03pts)**

Donner ou expliquer les désignations normalisées pour les cas suivants :

Cu Zn 35 Pb3

Alliage de cuivre  
35% de zinc  
3% de plomb (0,5)

EN GJL 500

Fonte grise à graphite laiteuse de résistance à la traction minimale égale à 500 MPa (0,5)

X5 Cr Ni 18-10

Acier fortement allié  
5/100 = 0,05% de carbone  
18% chrome, 10% nickel (0,5)

Fonte grise à graphite lamellaire de résistance à la traction minimale 100 N/mm<sup>2</sup> coulée séparément

EN : GJL 100 S (0,5)

Acier rapide 7% tungstène W, 2% molybdène Mo, 4% vanadium V, 3% cobalt Co

HS 7-2-4-3 (0,5)

C45

Acier non allié avec une teneur en carbone de 0,45% (0,5)

Question 6 (04pts)

Compléter le tableau ci dessous

	Type de traitement	Principe	But et propriétés améliorées
Cémentation	Thermochimique (0,5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diffusion du carbone</li> <li>- Température max 1050 °C</li> <li>- l'épaisseur cementée de 0,8 mm à 1,8 mm ou plus</li> <li>- suivie par la trempe</li> </ul> (0,5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résistance à la fatigue</li> <li>- Résistance à la fatigue de contact sous charge oscillée</li> </ul> (0,5)
Trempe	Thermique (0,5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Austénitisation de l'acier (<math>T \uparrow</math>)</li> <li>- Maintien de la température</li> <li>- Refroidissement rapide</li> </ul> (0,5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Duréte maximale</li> </ul> (0,5)
Revenu	Thermique (0,5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chauffage jusqu'à <math>T_r</math> (<math>T_r</math> C Ae pour l'acier)</li> <li>- Maintien à une température <math>T_r</math></li> <li>- Refroidissement (plus au moins rapide)</li> </ul> (0,5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminuer la dureté de l'acier trempé</li> <li>- adoucissement pour faciliter l'usinage ou les traitements mécaniques</li> <li>- Régénérer un métal écroui ou par chauffage</li> <li>- homogénéiser les textures hétérogènes</li> <li>- Réduire les contraintes internes. (0,5)</li> </ul>

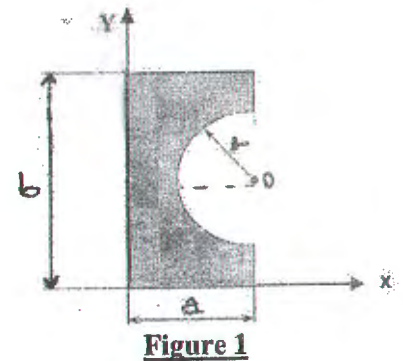
BONNE CHANCE



**Exercice 1 (04 points)**

Considérons la section montrée sur la figure ci-contre. Les dimensions de cette section sont :  $a = b = 30 \text{ cm}$ , et  $r = 10 \text{ cm}$

- Déterminer les coordonnées du **centroïde 'G'** de cette surface par rapport au repère (x,y) indiqué.

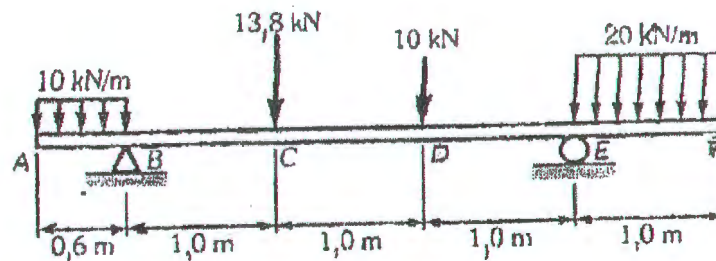


**Figure 1**

**Exercice 2 (09 points)**

La poutre ABCDEF est supportée aux points B et E tel que montré sur la (figure 2).

- Tracer les diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant.



**Figure 2.**

**Exercice 3 (07 points)**

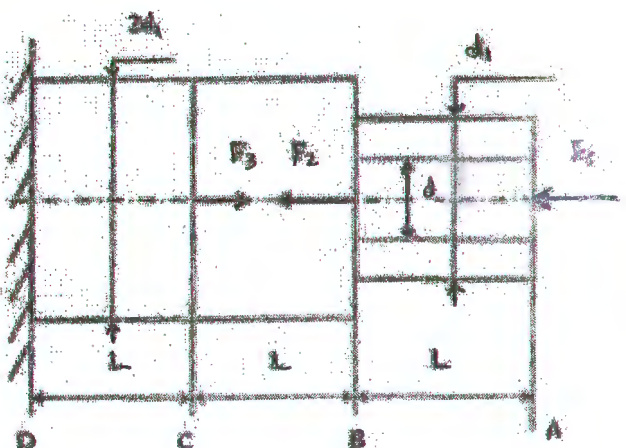
Un élément d'arbre AD encasté en D est évidé dans sa partie AB d'un trou cylindrique de diamètre  $d$  (figure3). Cet arbre est soumis à des charges axiales. On donne :

$$F_1 = 3 \times 10^5 \text{ N}, \quad F_2 = 11 \times 10^5 \text{ N}, \quad F_3 = 16 \times 10^5 \text{ N}, \quad d_1 = 4d, \quad L = 1 \text{ m} \quad R_e = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$R_p = 100 \text{ N/mm}^2, \quad E = 10^5 \text{ N/mm}^2$$

- Déterminer le diamètre minimal  $d$  pour que l'arbre AD résiste aux sollicitations qui lui sont appliquées.
- Soit  $d = 25 \text{ mm}$ , calculer l'allongement total de l'arbre AD.

**Figure 3**

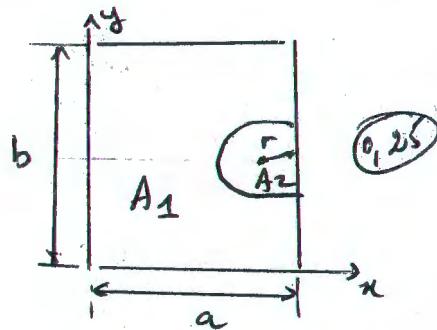
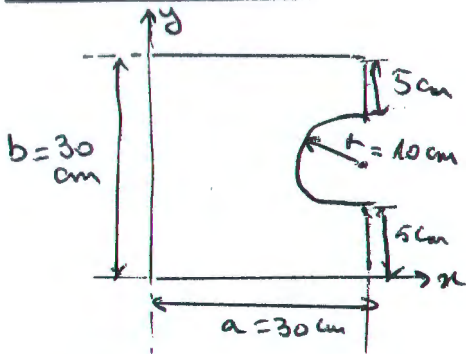


**Bonne Chance**



Corrigé type / Examen RDM

Exercice 1 (4 pts)



$A_{\text{totale}} = A_1 - A_2$       $A_1 = a \cdot b = 30 \times 30 = 900 \text{ cm}^2$      (0,25)

$A_2 = \frac{\pi r^2}{2} = \frac{3,14 (10)^2}{2} = 157 \text{ cm}^2$      (0,25)

$A_{\text{totale}} = A_1 - A_2 = 900 - 157 = 743 \text{ cm}^2$      (0,25)

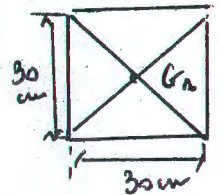
$S_x = S_{x1} - S_{x2}$      (0,25)

$S_{x1} = y_{G_2} \cdot A_1 = 15 \cdot 900 = 13500 \text{ cm}^3$      (0,25)

$S_{x2} = y_{G_2} \cdot A_2 = 15 \cdot 157 = 2355 \text{ cm}^3$      (0,25)

$S_x = 13500 - 2355 = 11145 \text{ cm}^3$

$y_G = \frac{S_x}{A_{\text{totale}}} = \frac{11145}{743} = 15 \text{ cm}$      (0,25)



ou bien à cause de la symétrie  $y_G = 15 \text{ cm}$

$S_y = S_{y1} - S_{y2}$      (0,25)

$S_{y1} = x_{G_2} \cdot A_1 = 15 \times 900 = 13500 \text{ cm}^3$      (0,25)

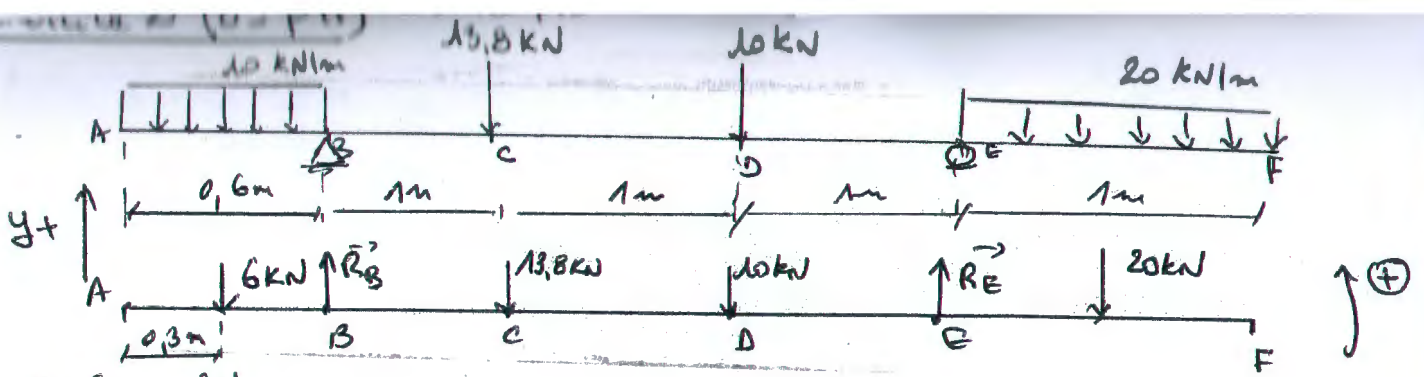
$S_{y2} = x_{G_2} \cdot A_2 = \left( a - \frac{4r}{3\pi} \right) \cdot A_2 = \left( 30 - \frac{4 \cdot 10}{3 \times 3,14} \right) \cdot 157$

$S_{y2} = 4034,73 \text{ cm}^3$      (0,25)

$S_y = S_{y1} - S_{y2} = 13500 - 4034,73 = 9465,26 \text{ cm}^3$      (0,25)

$x_G = \frac{S_y}{A_{\text{totale}}} = \frac{9465,26}{743} = 12,73 \text{ cm}$      (0,25)

$G (12,73 \text{ cm}, 15 \text{ cm})$



En équilibre

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad - 6 + R_B - 13,8 - 10 + R_E - 20 = 0$$

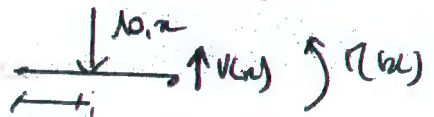
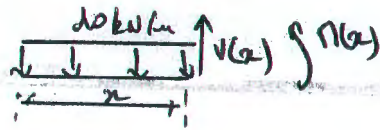
$$R_B + R_E = 49,8 \text{ kN} \quad \text{Eq. ①}$$

$$\sum M_{/B} = \vec{0} \quad 6 \times 0,3 - 13,8(1) - 10(2) + R_E(3) - 20(3,5) = 0 \quad \text{Eq. ②}$$

$$R_E = 34 \text{ kN} \quad \text{②}$$

$$R_B = 15,8 \text{ kN} \quad \text{①}$$

$$0 \text{ m} \leq x \leq 0,6 \text{ m}$$

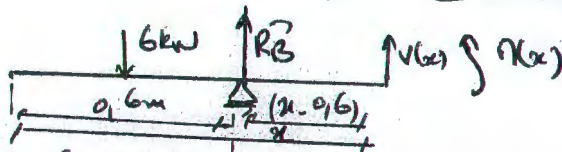


$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad - 10 \cdot x + V(x) = 0 \Rightarrow V(x) = 10x \quad \text{②}$$

$$\sum \vec{M} = \vec{0} \quad M(x) + 10x \cdot \frac{x}{2} = 0 \Rightarrow M(x) = -5x^2 \quad \text{①}$$

$$\begin{cases} x=0 \text{ m} & V(x) = 0 \text{ kN} \quad \text{②} \\ x=0,6 \text{ m} & V(x) = 6 \text{ kN} \quad \text{②} \\ x=0 \text{ m} & M(x) = 0 \text{ kN.m} \quad \text{①} \\ x=0,6 \text{ m} & M(x) = -1,8 \text{ kN.m} \quad \text{①} \end{cases}$$

$$0,6 \text{ m} \leq x \leq 1,6 \text{ m}$$



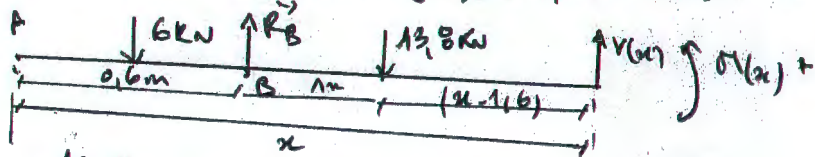
$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad V(x) + R_B - 6 = 0$$

$$V(x) = -9,8 \text{ kN} \quad \text{②}$$

$$\sum \vec{M} = \vec{0} \quad M(x) - 15,8(x-0,6) + 6(x-0,3) = 0$$

$$M(x) = 9,8x - 7,68 \quad \begin{cases} x=0,6 \text{ m} & M(x) = -1,8 \text{ kN.m} \quad \text{①} \\ x=1,6 \text{ m} & M(x) = 8 \text{ kN.m} \quad \text{①} \end{cases}$$

$$1,6 \text{ m} \leq x \leq 2,6 \text{ m}$$



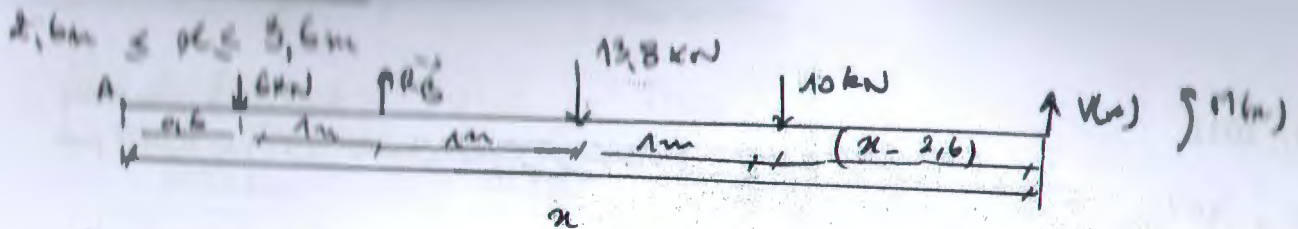
$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad V(x) + R_B - 6 - 13,8 = 0 \Rightarrow V(x) = 4 \text{ kN} \quad \text{②}$$

$$\sum \vec{M} = \vec{0} \quad M(x) + 13,8(x-1,6) - R_B(x-0,6) + 6(x-0,3) = 0$$

$$M(x) + 13,8x - 15,8x + 6x - 22,08 + 9,48 - 1,8 = 0$$

$$M(x) = -4x + 14,4 \quad \begin{cases} x=1,6 \text{ m} & M(x) = 8 \text{ kN.m} \quad \text{②} \\ x=2,6 \text{ m} & M(x) = 4 \text{ kN.m} \quad \text{②} \end{cases}$$





$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad -6 + R_B - 13,8 - 10 + V(x) = 0$$

13,8
V(x) = 14 \text{ kN}
0,22

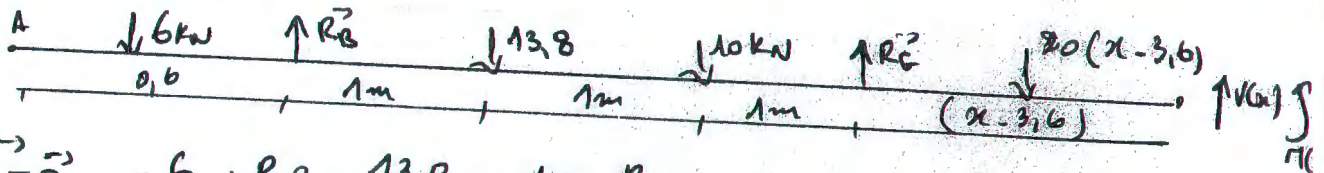
$$\sum M_{/O} = \vec{0} \quad M(x) + 10(x-2,6) + 13,8(x-1,6) + R_B(x-0,6) + 6(x-0,3) = 0$$

$$M(x) = -14x + 40,4$$

0,1

 $\left[ \begin{array}{ll} x = 2,6 \text{ m} & M(x) = 4 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ x = 3,6 \text{ m} & M(x) = -10 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{array} \right.$

3,6 m ≤ x ≤ 4,6 m



$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad -6 + R_B - 13,8 + 10 + R_E - 20(x-3,6) + V(x) = 0$$

$$V(x) = 20x - 92$$

0,1

 $\left[ \begin{array}{ll} x = 3,6 \text{ m} & V(x) = -20 \text{ kN} \\ x = 4,6 \text{ m} & V(x) = 0 \text{ kN} \end{array} \right.$

$$\sum \vec{M} = \vec{0}$$

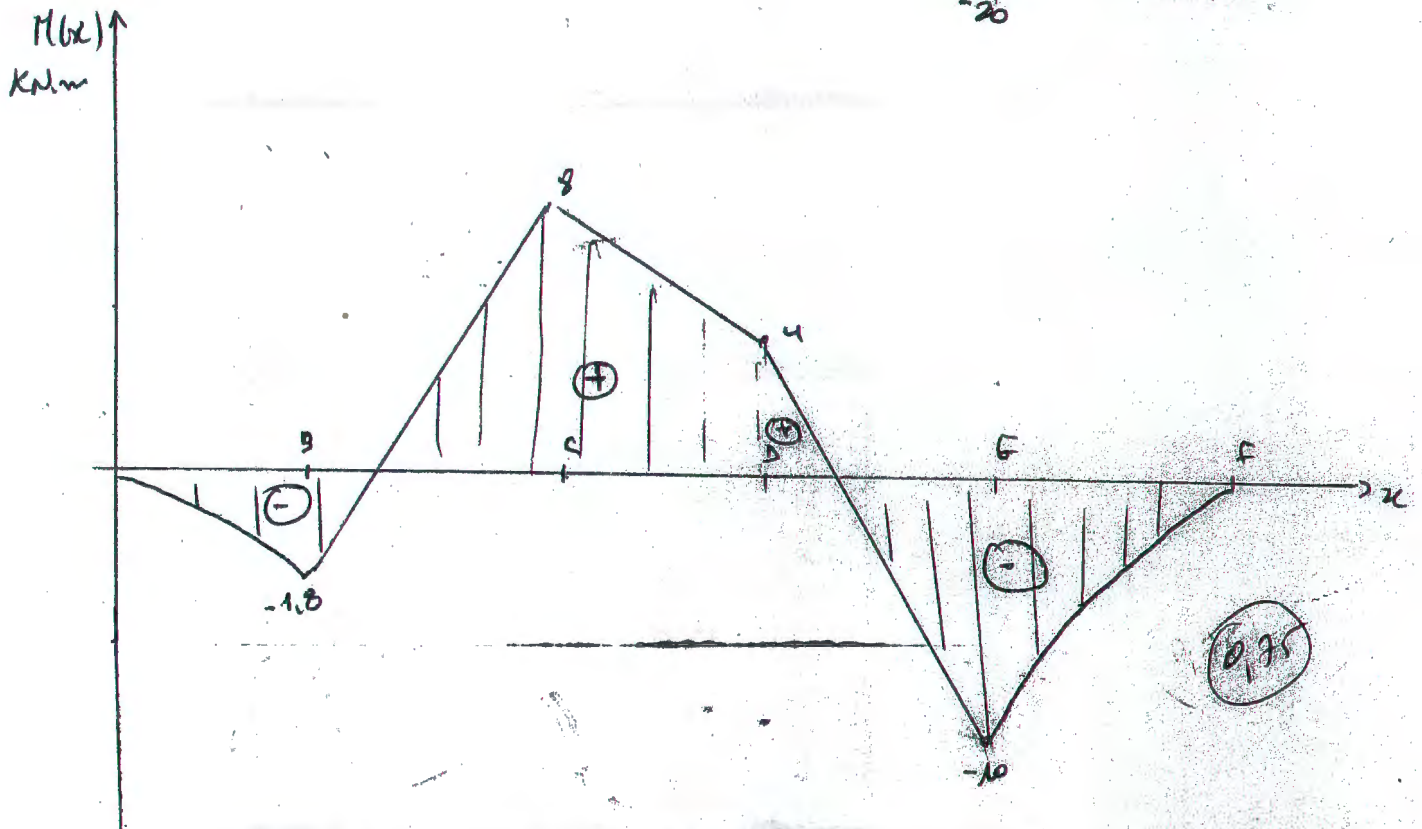
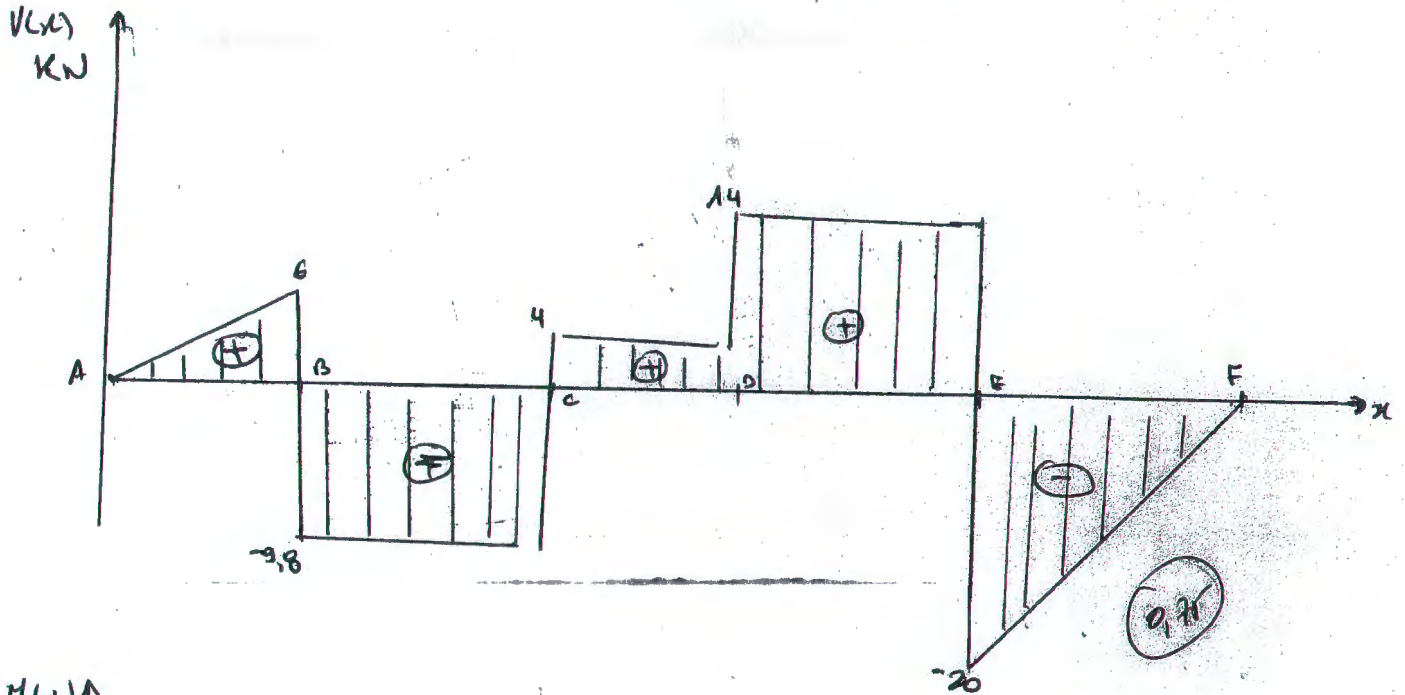
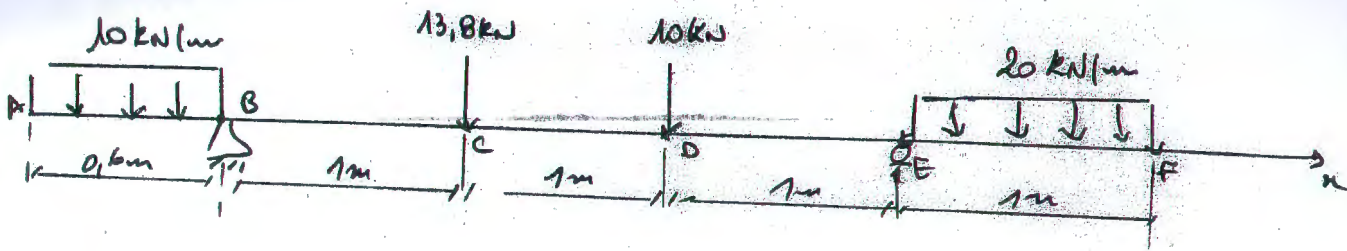
$$M(x) + 20(x-3,6) \left( \frac{x-3,6}{2} \right) - R_E(x-3,6) + 10(x-2,6) + 13(x-1,6) - R_B(x-0,6) + 6(x-0,3) = 0$$

$$M(x) = -10x^2 + 32x - 21,6$$

0,1

 $\left[ \begin{array}{ll} x = 3,6 \text{ m} & M(x) = -10 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ x = 4,6 \text{ m} & M(x) = 0 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{array} \right.$

Les diagrammes  $V(x)$  et  $M(x)$





$$F_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ N}, \quad F_2 = 11 \cdot 10^5 \text{ N}, \quad F_3 = 16 \cdot 10^5 \text{ N}, \quad d_1 = 4d, \quad L = 1 \text{ m}$$

$$E = 10^5 \text{ N/mm}^2 \quad R_p = 100 \text{ N/mm}^2$$

1) Le diamètre minimal ?

Condition de résistance :

$$\sigma = \frac{F}{S} \leq R_p \quad (0,20)$$

Zone AB

$$\sigma_{AB} = \frac{F_1}{S_2} = \frac{F_1}{\frac{\pi}{4} [(4d)^2 - d^2]} \leq R_p \quad (0,20)$$

$$\Rightarrow d \geq \sqrt{\frac{4F_1}{15\pi R_p}} \quad (0,20)$$

$$\text{donc } d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 3 \cdot 10^5}{15\pi \cdot 10^2}} \quad (0,20)$$

la partie AB est soumise à la compression

$$\Rightarrow d \geq \sqrt{\frac{4}{15\pi}} \cdot 10^3$$

$$d \geq 15,96 \text{ mm} \quad (0,20)$$

Zone BC



la partie BC est soumise à la compression (0,20)

$$F' = F_1 + F_2 \quad (0,20)$$

$$S_2 = \frac{\pi}{4} (2d_1)^2 = \frac{\pi}{4} (2 \cdot 4d)^2 = 16\pi d^2 \quad (0,20)$$

$$\sigma_{BC} = \frac{F_1 + F_2}{16\pi d^2} \leq R_p \quad d \geq \sqrt{\frac{F_1 + F_2}{16\pi R_p}} \quad (0,20)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{(3+11) \cdot 10^5}{16\pi \cdot 10^2}} \Rightarrow d \geq \sqrt{\frac{14 \cdot 10^3}{16\pi}}$$

$$d \geq 16,69 \text{ mm} \quad (0,20)$$

Zone CD :

$$F = F_3 - F_1 - F_2 \quad S_3 = 16\pi d^2 \quad (0,20)$$



la partie CD est soumise à la traction

$$d > \sqrt{\frac{(16 \cdot 3 \cdot 11) \cdot 10^5}{16 \pi \cdot 10^2}}$$

$$\Rightarrow d > \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5}{16 \pi}} \quad d > 6,31 \text{ mm}$$

donc  $d > 16,69 \text{ mm} \rightarrow d_{\text{min}} = 17 \text{ mm}$

2. Allongement total  $\Delta L_{AB}$  ( $d = 25 \text{ mm}$ )

$$\Delta L = \frac{F}{E \cdot S} \cdot L \quad \text{(9r)}$$

$$\Delta L_{AB} = \frac{-F_1}{E \cdot 15 \cdot \frac{\pi d^2}{4}} \cdot L = \frac{-3 \cdot 10^5}{10^5 \cdot \frac{15 \pi (25)^2}{4}} \cdot 10^3 = -0,407 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{BC} = -\frac{(F_1 + F_2)}{E \cdot 16 \pi d^2} \cdot L = \frac{-14 \cdot 10^5}{10^5 \cdot 16 \pi (25)^2} \cdot 10^3 = -0,445 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{CD} = \frac{F_3 - F_1 - F_2}{E \cdot 16 \pi d^2} \cdot L = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 10^3}{10^5 \cdot 16 \pi (25)^2} = 0,0636 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{(AD)} = \Delta L_{(AB)} + \Delta L_{(BC)} + \Delta L_{(CD)} \quad \text{(9r)}$$

$$\Delta L = -0,407 - 0,445 + 0,0636$$

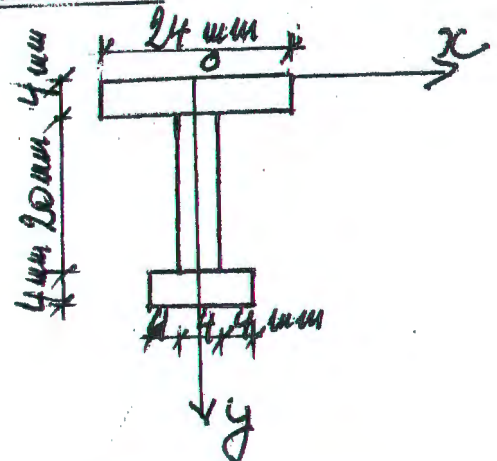
$$\Delta L = -0,788 \text{ mm} \quad \text{(9r)}$$



Contrôle de résistance des matériaux

Exercice 1 : (7 points) Soit la figure suivante :

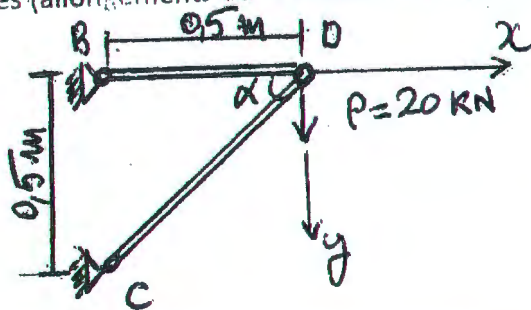
- Déterminer le centre de gravité de la section ?
- Calculer les moments d'inertie centraux  $I_{Gx}$ ,  $I_{Gy}$ ,  $I_{Gxy}$  ?



Exercice 2 : (6 points)

Le système est composé de deux barres BD et CD et articulées aux points B, D et C formant un système équilibré. Calculer sous l'action d'une force P.

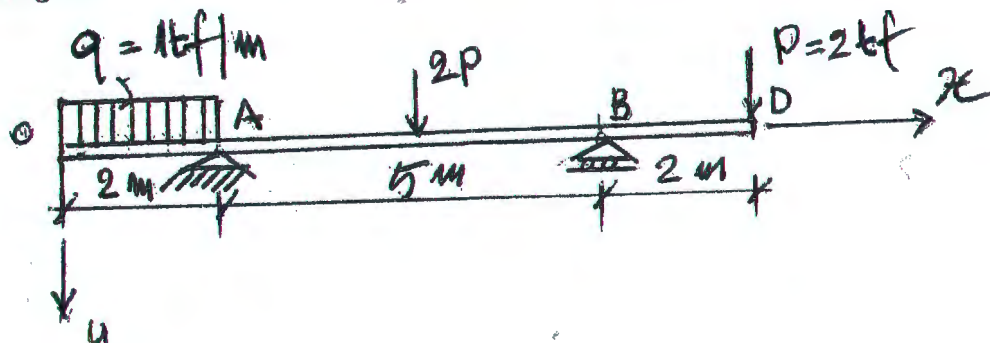
- Les efforts intérieurs des barres BD et CD ?
- Les contraintes normales agissant dans chaque barre ?
- Les déformations absolues (allongements ou rétrécissements) dans chaque barre ?



$A_{BD} = 400 \text{ mm}^2$   
 $E_{BD} = 100 \text{ GPa}$   
 $A_{CD} = 600 \text{ mm}^2$   
 $E_{CD} = 200 \text{ GPa}$

Exercice 3 : (7 points) La poutre OABD est supportée aux points A et B.

- Calculer les réactions d'appuis ?
- Ecrire les expressions de  $T(x)$  et  $M_f(x)$  ?
- Tracer leurs diagrammes et montrer leurs cas critiques  $T_{max}$  et  $M_f_{max}$  ?



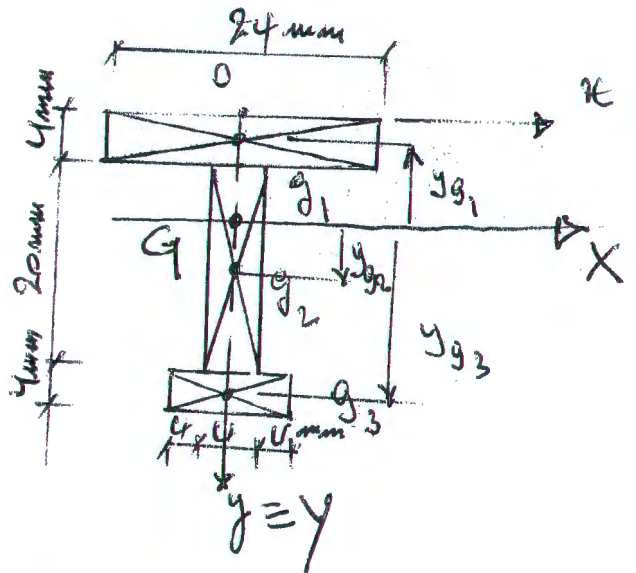


ST2 / GC

Solution du Contrôle de RDM

Exercice n°1 (7 pts) ✓ = 0,25 pt

- Détermination du C.D.G  
 de la figure suivante :



$G(x_G, y_G)$

Où  $x_G = \frac{M_{Oy}}{A} = \frac{\sum_{i=1}^3 A_i x_{g_i}}{\sum_{i=1}^3 A_i} = \frac{0}{224} = 0$  ✓

et  $y_G = \frac{M_{Ox}}{A} = \frac{\sum_{i=1}^3 A_i y_{g_i}}{\sum_{i=1}^3 A_i} = \frac{2560}{224} = 11,43 \text{ mm}$  ✓

Section	$A_i$ mm <sup>2</sup>	$x_{g_i}$ mm	$A_i x_{g_i}$ mm <sup>3</sup>	$y_{g_i}$ mm	$A_i y_{g_i}$ mm <sup>3</sup>
1	24x4 ✓	0 ✓	0	2 ✓	192
2	4x20 ✓	0 ✓	0	14 ✓	1120
3	12x4 ✓	0 ✓	0	26 ✓	1248
$\Sigma$	224	X	0	X	2560

L'axe  $Oy$  est un axe  
 de symétrie  
 $\Rightarrow x_{g_i} = 0$

$G(0, 11,43) \text{ mm}$

- Calcul des moments d'inertie Centraux:  $I_{Gx}$ ,  $I_{Gy}$  et  $I_{Gxy}$

Par def.  $I_{Gx} = \sum_{i=1}^3 (I_{x_{g_i}} + A_i y_{g_i}^2)$  ✓,  $I_{x_{g_i}} = \frac{b_i h_i^3}{12}$  ✓

$I_{Gy} = \sum_{i=1}^3 (I_{y_{g_i}} + A_i x_{g_i}^2)$  ✓,  $I_{y_{g_i}} = \frac{h_i b_i^3}{12}$  ✓

et  $I_{Gxy} = \sum_{i=1}^3 (I_{x_{g_i} y_{g_i}} + A_i x_{g_i} y_{g_i})$  ✓,  $I_{x_{g_i} y_{g_i}} = 0$  figure ✓  
 symétrique par rapport à l'axe  $Oy$ .

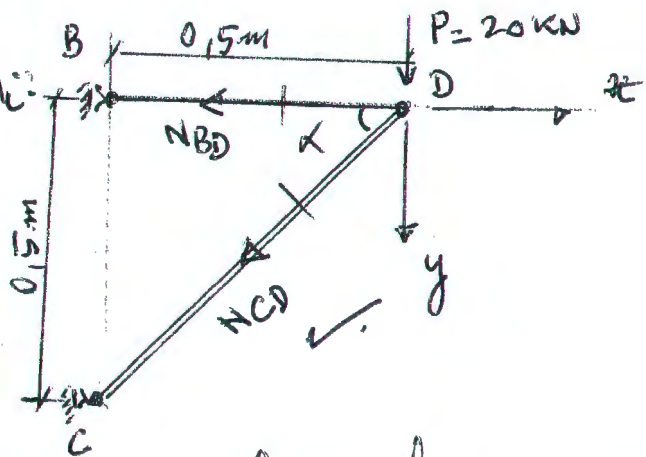
section	$A_i$	$I_{x_i}$	$y_i$	$A_i y_i^2$	$I_{Gx}$	$I_{Gy}$	$x_{G_i}$	$A_i x_{G_i}^2$	$I_{Gxy}$	$A_i x_{G_i} y_i$	$I_{Gy}$
1	96	128	-9,43	8536,8	8664,8	4608	0	0	4608	0	0
2	80	2666,7	+2,57	5284	3195,1	106,7	0	0	106,7	0	0
3	48	64	+14,57	10189,4	10253,7	576	0	0	576	0	0
$\Sigma$	224	2858,7		19299,9	22113,6	5290,7		0	5290,7	0	0

$I_{Gx} = 22113,6 \text{ mm}^4$ ,  $I_{Gy} = 5290,7$ ,  $I_{Gxy} = 0$  la symétrie

Exercice n°2 (6 pts)  $v = 0,5 \text{ pt}$

Calcul des efforts internes  $N_i$

On applique la méthode des sections sur des barres BD et CD et on étudie leurs équilibres.



$\vec{x}: -N_{BD} - N_{CD} \cos \alpha = 0 \quad (1) \checkmark$   $l_{CD} = \frac{l_{BD}}{\cos \alpha} = 0,71 \text{ m} \checkmark$   
 $\vec{y}: N_{CD} \sin \alpha + P = 0 \quad (2) \checkmark$   
 $(2) \Rightarrow N_{CD} = \frac{-P}{\sin \alpha} = -28,3 \text{ kN} \checkmark$  Compression.  
 $(1) \Rightarrow N_{BD} = -N_{CD} \cos \alpha = +20 \text{ kN} \checkmark$  Traction.

Calcul des contraintes normales  $\sigma_i$

Par def  $\sigma_i = \frac{N_i}{A_i} \Rightarrow \sigma_{BD}^+ = \frac{N_{BD}}{A_{BD}} = 50 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{CD}^- = \frac{N_{CD}}{A_{CD}} = -47,2 \text{ MPa} \checkmark$

On sachant que  $1 \text{ MPa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  et  $1 \text{ GPa} = 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 10^3 \text{ MPa}$

Calcul des déformations absolues  $\Delta l_i$

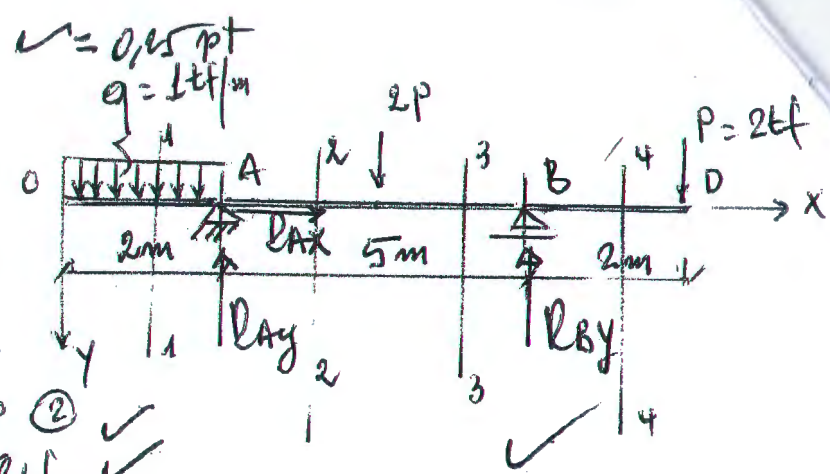
Par def et après la loi de Hooke  $\Delta l_i = \frac{N_i l_i}{E_i A_i}$  Cas partic

$\Delta_{BD} = \Delta l_{BD} = \frac{N_{BD} l_{BD}}{E_{BD} A_{BD}} = +0,25 \text{ mm}$  allongement  $\checkmark$

$\Delta_{CD} = \Delta l_{CD} = \frac{N_{CD} l_{CD}}{E_{CD} A_{CD}} = -0,17 \text{ mm}$  raccourcissement  $\checkmark$



EXERCICE N°3 (7 pts)



Calcul des réactions :

X:  $R_{Ax} = 0$  ✓

Y:  $-R_{Ay} - R_{By} + 2q + 3P = 0$  ② ✓  
 ②  $\Rightarrow R_{Ay} + R_{By} = 8 \text{ tf}$  ✓

$\sum M/A = 0 \Rightarrow 9 \cdot 2 \cdot 1 + 5 \cdot R_{By} - 2P \cdot \frac{5}{2} - P \cdot 7 = 0$  ③ ✓✓

③  $\Rightarrow R_{By} = 4,4 \text{ tf}$  ✓ et ②  $\Rightarrow R_{Ay} = 3,6 \text{ tf}$  ✓

Écriture des expressions de  $T_i(x)$  et  $M_f_i(x)$  :

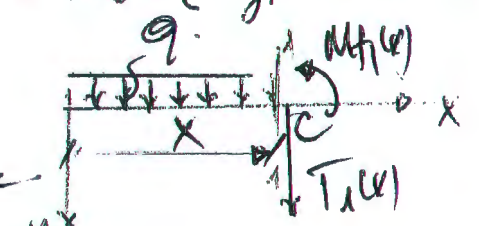
On applique la méthode des sections sur chaque intervalle de la poutre OABD. (hypothèse de la RDM).

(1-1)  $0 \leq x < 2 \text{ m}$ .

$M_{f_1}(x) = -\frac{qx^2}{2}$  Parabolique ✓

$M_{f_1}(0) = 0$ ,  $M_{f_1}(2) = -2 \text{ tfm}$ .

$T_1(x) = \frac{dM_{f_1}(x)}{dx} = -qx$  Linéaire,  $T_1(0) = 0$ ,  $T_1(2) = -2 \text{ tf}$



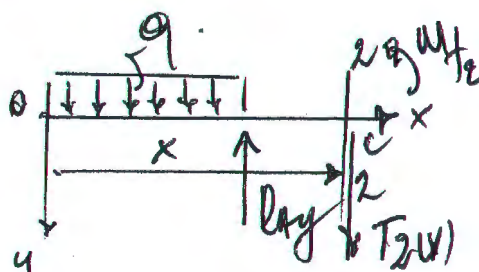
(2-2)  $2 \text{ m} \leq x < \frac{9}{2} \text{ m}$ .

$M_{f_2}(x) = -2q(x-1) + R_{Ay}(x-2)$  ✓

Linéaire

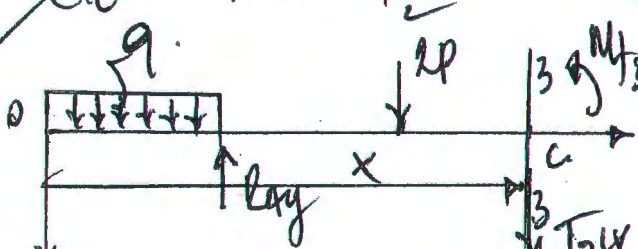
$M_{f_2}(2) = -2 \text{ tfm}$  continue,  $M_{f_2}(\frac{9}{2}) = +2 \text{ tfm}$ .

$T_2(x) = \frac{dM_{f_2}(x)}{dx} = -2q + R_{Ay}$  etc  $\forall x \in ]2, \frac{9}{2}[ \text{ (m)}$   $T_2(x) = +1,6 \text{ tf}$



(3-3)  $\frac{9}{2} \text{ m} \leq x < 7 \text{ m}$ .

$M_{f_3}(x) = -2q(x-1) + R_{Ay}(x-2) -$





$$M_3\left(\frac{9}{2}\right) = +2 \text{ tfm}, \quad M_3(7) = -4 \text{ tfm}.$$

$$T_3(x) = \frac{dM_3(x)}{dx} = -2q + 2Ay - 2P \quad \text{etc} \quad \forall x \in \left[\frac{9}{2}, 7\right] \text{ (m.)}$$

$$T_3(x) = -2,4 \text{ tf}.$$

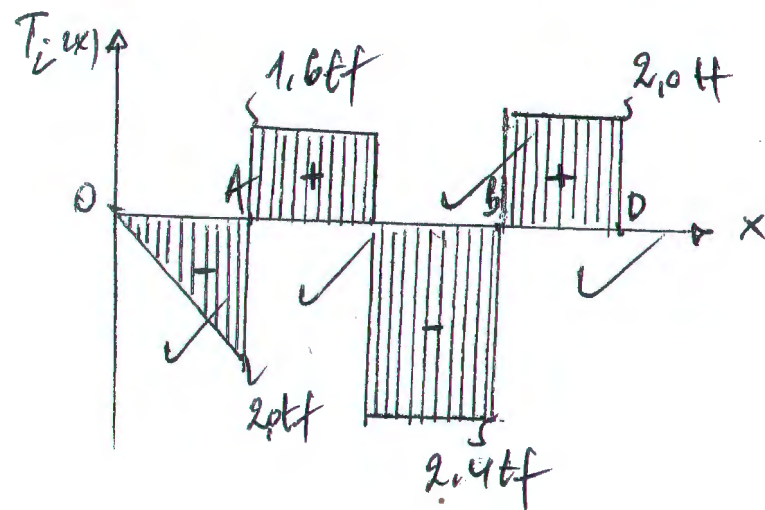
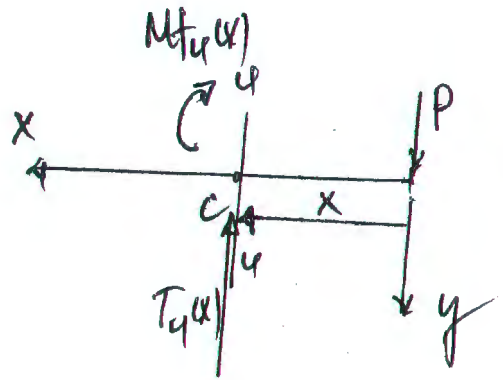
$$(4-4) \quad 0 \leq x < 2 \text{ m}.$$

changement de sens.  
avec l'application de  
la convention des signes.

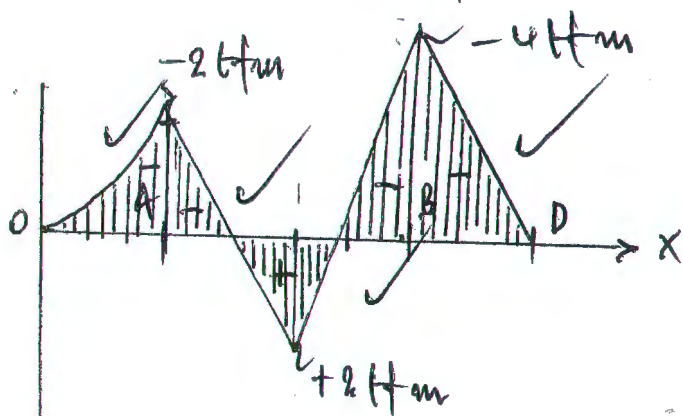
$$M_4(x) = -Px \quad \text{linéaire} \quad \checkmark$$

$$M_4(0) = 0, \quad M_4(2) = -4 \text{ tfm}.$$

$$T_4(x) = -\frac{dM_4(x)}{dx} = P = 2 \text{ tf} \quad \text{etc} \quad \forall x \in [0, 2] \text{ (m.)}$$



$$|T_{\max}| = 2,4 \text{ tf} \quad \checkmark$$



$$M_{\max}^+ = +2 \text{ tfm} \quad \checkmark$$

$$M_{\max}^- = -4 \text{ tfm} \quad \checkmark$$

$f(x)$

Partie 1 : Indiquer la bonne réponse (9 pts) ( Attention ! juste une seule bonne réponse )

1. La première forme physique qu'a construit l'homme est d 'ordre :

a. Curviligne

b. Rectiligne

c. Aditive

2. « La droite verticale » exprime :

a. L'équilibre

b. Une dynamique

c. Une Tension

3. Parmi les notions du mouvement :

a. La Rotation

b. L'alternance

c. Le plein-vide

4. La forme architecturale est définie par « l'équation » :

a. Géométrie +Construction

b. Construction +Structure

c. Direction.+Géométrie

5. L'architecture bioclimatique est recommandée pour :

a. Des raisons techniques

b. L'augmentation de la consommation

c. La modération de la consommation

6. La densité du flux solaire dépend de :

a. La période de l'année

b. La construction

c. Le type des ouvertures

7. les déperditions les plus élevées sont celles de :

a. La toiture

b. Les vitres

c. Le sol

8. L'image ci-dessous indique :

a. Une asymétrie

b. Une symétrie

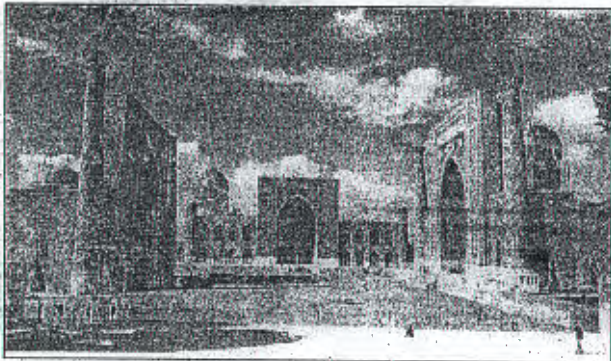
c. Une dissymétrie

9. L'image ci-dessous indique :

a. Un rythme

b. Une symétrie

c. Un modulaire



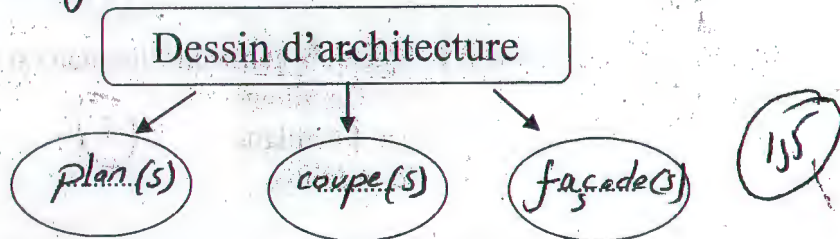


Compléter (6 pts)

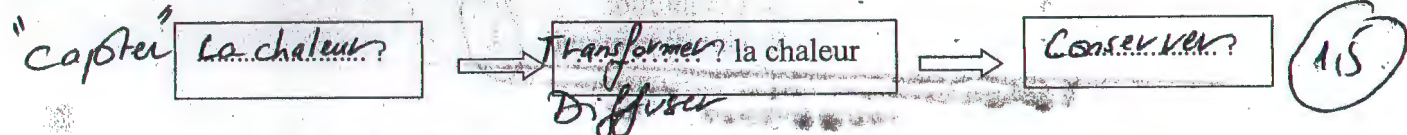
1. « C'est une portion limitée de l'espace, repérer de trois dimensions (longueur, largeur, hauteur) ». C'est le ... Volume ... ? (1)

2. « la texture » est ... une qualité visuelle et tactile qu'on peut attribuer à une surface d'une forme ... (1)

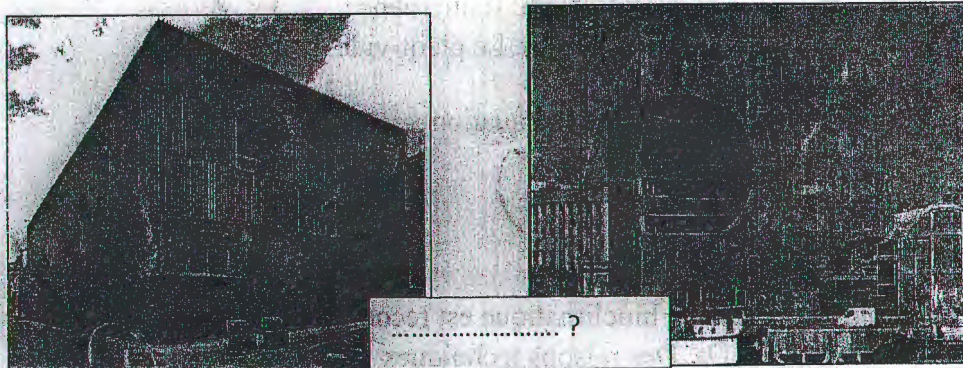
3.



4. Dans une démarche bioclimatique, il est indispensable de :

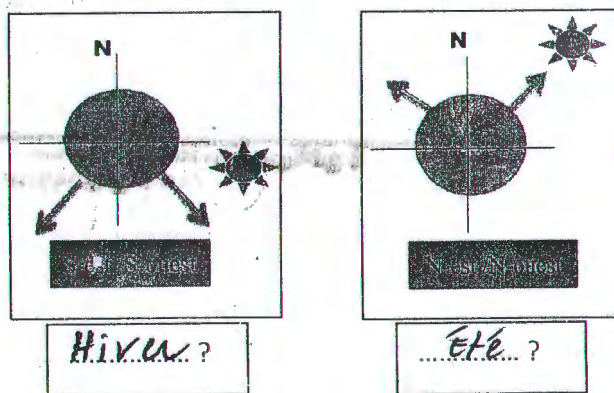


5. Quel principe de transformation appliquée dans les deux équipements ?



Sous-traction 0,5

6. Le trajet qu'il parcourt le soleil dans le ciel varié au cours des saisons, compléter les figures ci-contre.



Partie 3: Citer (5 pts)

1. La composition centralisée est un système de composition qui s'applique à certains équipements, qui exige un grand espace fonctionnel. Citer quatre (4) exemples ?  
Salle de cinéma, les salades, Mosquées, Théâtre, Salle polyvalente (2)

2. Dans un circuit (réseaux) de chauffage, qu'est-ce qu'on indique par le trait bleu et le trait rouge ?  
(1) rouge « l'eau chaude » bleu « l'eau froide » (1)

3. Pour conserver la chaleur au niveau de la construction on 'a recours à trois (3) solutions, lesquelles ?  
L'isolation des parois / L'orientation / la végétation  
0,5 0,25 0,25



**Exercice1 :**

On effectue de 3 manières différentes une compression qui amène un gaz de l'état 1 à l'état 2 avec :  
(Etat 1 :  $P_1=1\text{bar}, V_1=3\text{litres}$ ) ; (Etat 2 :  $P_2=3\text{bar}, V_2=1\text{litre}$ ).

La première évolution (a) est isochore puis isobare, la deuxième évolution (b) est isobare puis isochore, la troisième évolution (c) est isotherme.

1-représenter les 3 transformations en coordonnées de Clapeyron.

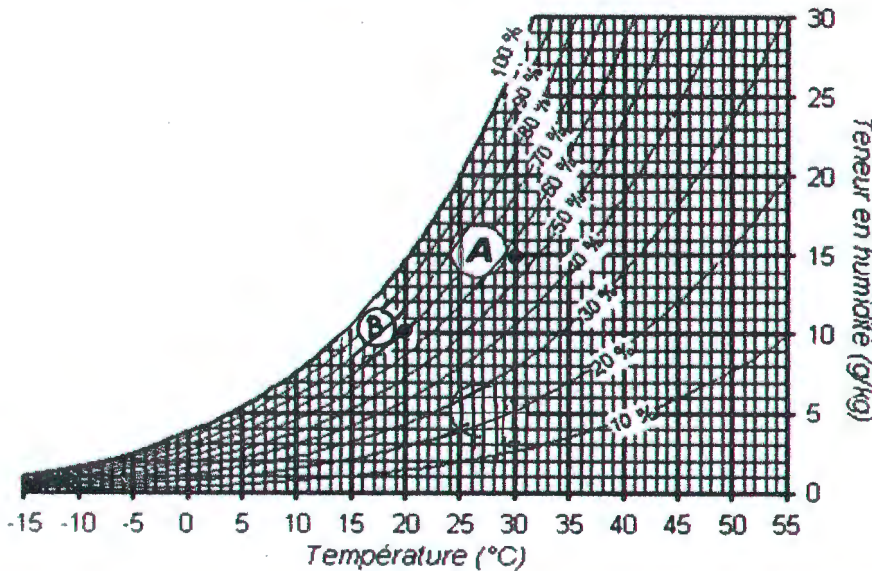
2- Calculer  $\Delta U$  (variation d'énergie interne entre les états 1 et 2).

3-calculer les travaux dans les 3 cas.

4-déduisez-en les chaleurs échangées, sont-elles reçues ou perdues ?

**Exercice2 :**

1-définir la température humide et la température de rosée de l'air humide.



2-En utilisant le diagramme de l'air humide, Déterminer les caractéristiques ( $\theta$ ,  $\theta_R$ ,  $\phi$ ,  $r^s$ ) de l'air humide au point A et au point B.

**Exercice3 :**

Un récipient fermé par un piston mobile renferme un gaz considéré comme parfait dans les conditions ( $P_1, V_1$ ). On opère une compression adiabatique de façon réversible qui amène le gaz dans les conditions ( $P_2, V_2$ ). Sachant que :  $p_1=1\text{ bar}$  et  $V_1=10\text{ L}$ ,  $p_2=3\text{ bar}$ . Déterminer :

1-le volume final du gaz  $V_2$

2-le travail échangé par le gaz avec le milieu extérieur

3- la variation d'énergie interne du gaz

On donne :  $\gamma=5/3$

# Corrigé type

exercice 1 (8 pts)

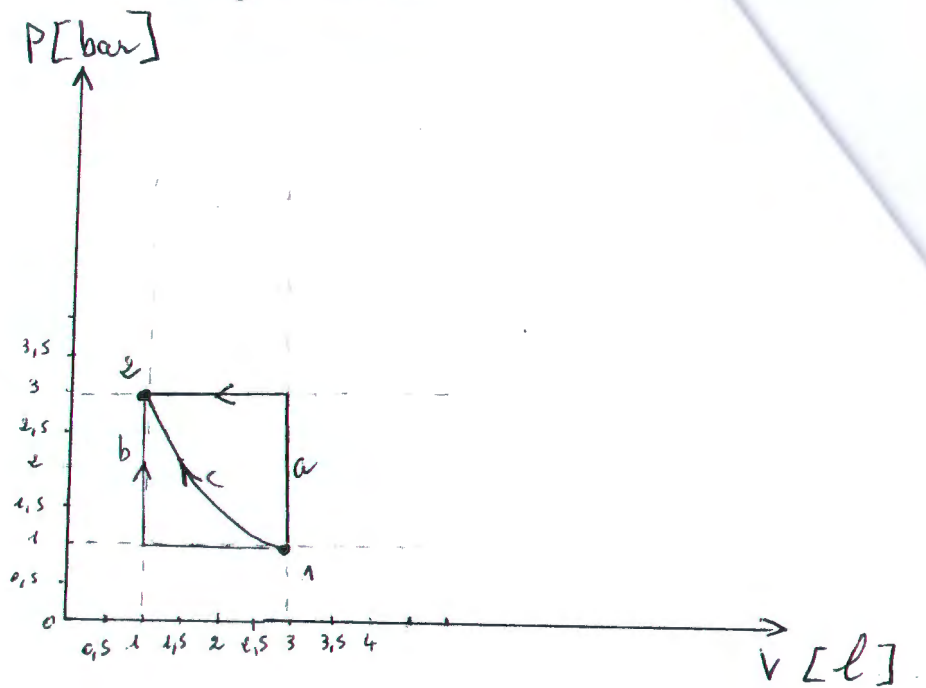
le pt 1 → 0,25

le pt 2 → 0,25

l'évolution a → 0,5

" b → 0,5

" c → 0,5



-  $\Delta U$ : on peut calculer  $\Delta U$  sur l'isotherme (c).  
Cela reste vrai pour les transformations (a) et (b).

$$\Delta U = C_v \cdot \Delta T \quad (0,5)$$

$$= C_v \cdot 0 = \boxed{0 \text{ J}} \quad (0,5)$$

$$3 - W_a = P_2 (V_1 - V_2) \quad (0,5)$$

$$= 3 \cdot 10^5 (3 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}) = \boxed{600 \text{ J}} \quad (0,5)$$

$$W_b = P_1 (V_1 - V_2) \quad (0,5)$$

$$= 1 \cdot 10^5 \cdot (3 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}) = \boxed{200 \text{ J}} \quad (0,5)$$

$$W_c = - \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (0,5)$$

$$\rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{cte}{V}$$

$$= - \int_{V_1}^{V_2} \frac{cte}{V} dV = cte [\ln V]_{V_1}^{V_2}$$

$$= P_1 V_1 \left( \ln \frac{V_1}{V_2} \right) = 300 \cdot \ln 3 = \boxed{327 \text{ J}} \quad (0,5)$$

(0,5)

$$4 - W + Q = \Delta U = 0 \quad (0,25)$$

$$Q_a = -W_a = -600 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_b = -W_b = -200 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_c = -W_c = -327 \text{ J} \quad (0,25)$$

le signe est négatif donc les chaleurs sont perdues ou évacuées. (0,5)

### exercice 2 (6 pts)

la température humide : C'est la température indiquée par un thermomètre dont le bulbe est entouré d'une gaze mouillée, balayé par de l'air en mouvement et protégé du rayonnement (1)

la température de rosée : C'est la température à partir de laquelle, la vapeur d'eau contenue dans un air humide que l'on refroidit à pression constante commence à se condenser. (1)

2 -

	$\theta [^{\circ}\text{C}]$	$\theta_r [^{\circ}\text{C}]$	$\varphi [\%]$	$r^s [\text{g/Kg}]$
A	30 (0,5)	20 ou 21 (0,5)	55 (0,5)	15 (0,5)
B	20 (0,5)	14 ou 15 (0,5)	70 (0,5)	10 (0,5)



exercice 3 (6 pts)

1. la transformation est adiabatique:

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow V_2 = V_1 \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \quad (0,5)$$

(0,5)

$$V_2 = \boxed{5,17 \text{ l}} = 5,17 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad (0,5)$$

$$2) W_{1-2} = - \int_1^2 P dV = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1} \quad (1)$$

$$W_{1-2} = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 5,17 \cdot 10^{-3} - 10^5 \cdot 10^{-2}}{1,66 - 1} = \boxed{834,84 \text{ J}} \quad (1)$$

3) D'après le 1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique:

$$\Delta U = W + Q \quad (0,5)$$

$Q = 0 \Leftrightarrow$  transformation adiabatique (0,5)

Donc  $\Delta U = W$  (0,5)

$$\Delta U = \boxed{834,84 \text{ J}} \quad (1)$$

**Contrôle : matériaux de Construction**

**Année universitaire : 2eme année**

**Durée : 01 heure et 30 minutes**

**Document autorisé : Aucun**

**Question 1.**

Définissez les termes suivants : -1) Densité particulière -2) Densité d'un corps -3) Résistance à la compression -4) La Résistance à la Traction -5) La dureté -6) porosité **(4.5 points)**

**Question 2.**

Donnez le coefficient qui nous indique le pourcentage des éléments plats dans un granulat. **(0.5 Point)**

**Question 3.**

Donnez Les différentes classes granulaires avec leurs caractéristiques dimensionnelles **(3 points)**

**Question 4.**

Donnez les différents types de granulats en donnant la définition de chaque type **(4.5 points)**

**Question 5.**

Calculer la teneur en eau d'un granulat, en utilisant un échantillon qui pèse 3000 g à l'état humide et 2800 g à l'état sec. **(2 points)**

**Question 6.**

Donnez le rôle du concassage des granulats **(1 point)**

**Question 7. (2.25 points)**

- Calculer los Angeles pour un granulat de nature calcaire sachant que les passant sur le tamis de 1.6 mm sont de 1250g, les passants sur le tamis de 0.5 mm sont de 550 g.
- à quoi sert la valeur obtenue du coefficient Los Angeles ?

**Question 8.**

Comment peut-on évaluer la propreté des sables ? **(1.5 points)**

**Question 9.**

À quoi sert la valeur du coefficient Micro Deval ? **(0.75Point)**

**Bon Courage**



**Corrigé Type pour l'examen du MDC2017-2018**

**Question 1. (4.5 points)**

- a. **densité particulaire** : Définie par une unité, c'est la densité d'une grandeur correspond au rapport statique d'une population donnée sur un élément d'espace (longueur, surface ou un volume) **0.75 point**
- b. **Densité d'un corps** : Exprimée par nombre sans dimension, la masse expérimentale directe de la masse volumique s'appuie toujours sur une pesée hydrostatique avec comme référence une masse d'eau utilisé. **0.75 point**
- c. **La porosité** : On entend sous porosité (en %) d'un matériau le degré de remplissage de son volume par les pores **0.75 point**
- d. **Résistance à la compression** : La valeur maximale de la contrainte de compression supportable par un élément avant endommagement **0.75 point**
- e. **Résistance à la Traction** : Valeur maximale de la contrainte de traction supportable par un élément avant endommagement (rupture ou endommagement partiel) **0.75 point**
- f. **La dureté** : **La dureté** : est la capacité d'un matériau de résister à la pénétration d'un corps plus dur que lui **0.75 point**

**Question 2.**

Le coefficient d'aplatissement est le coefficient qui nous indique le pourcentage des éléments plats dans un granulat **0.5 point**



**Question 3. (3 points)**

Les différentes classes granulaires avec leurs caractéristiques dimensionnelles

- a. **Filler 0/D** : pour  $D < 2$  mm et ayant au moins 70% de grains passant au tamis de 0.063mm **0.5 point**
- b. **Sablon 0/D** : pour  $D < 1$  mm et avec moins de 70% de grains passant au tamis de 0.063mm **0.5 point**
- c. **Sable 0/D** : Lorsque D est tel que  $1\text{mm} < D \leq 6.3\text{mm}$  **0.5 point**
- d. **Graves 0/D** : Lorsque  $D > 6.3\text{mm}$  **0.5 point**
- e. **Gravillons d/D** : lorsque  $d \geq 1$  mm et  $D \leq 125\text{mm}$  **0.5 point**
- f. **Ballast d/D** : lorsque  $d \geq 25\text{mm}$  et  $D \leq 50$  mm **0.5 point**

**Question 4. (4.5 points)**

Les types des granulats sont les suivants :

- a. **Naturel** : sont issus de roches meubles ou massives et ils ne subissent aucun traitement autre que mécanique **0.75 point**
- b. **artificiel** : ils proviennent de la transformation à la fois thermique et mécanique de roches ou de minerais **0.75 point**
- c. **recyclés** : lorsqu'ils proviennent de la démolition d'ouvrages ou lorsqu'ils sont réutilisés. **0.75 point**
- d. **légers** : lorsque la masse volumique réelle est inférieure à  $2\text{Mg/m}^3$  **0.75 point**
- e. **courant** : lorsque leur masse volumique réelle est supérieure ou égale à  $2\text{Mg/m}^3$  et inférieure à  $3\text{Mg/m}^3$  **0.75 point**
- f. **lourds** : lorsque leur masse volumique réelle est supérieure ou égale à  $3\text{Mg/m}^3$  **0.75 point**

**Question 5. (2 points)**

$$w = \frac{mh - ms}{ms} * 100 \quad \text{0.5 point}$$

$ms$  est la masse sèche d'échantillon (après passage à l'étuve) **0.5 point**

$mh$  est la masse humide d'échantillon. **0.5 point**

$$w = 7.143 \% \quad \text{0.5 point}$$

**Question 6. (1 point)**

Le rôle de concassage est :

- principalement réduire les dimensions des éléments pour obtenir la granularité souhaitée. **0.5 point**
- accessoirement pour améliorer leur forme. **0.5 point**

**Question 7. (2.25 points)**

$$LA = \frac{m}{5000} * 100 \quad \text{0.5 Point}$$

m : la masse m des éléments inférieurs à 1.6 mm **0.5 point**

LA = 25 % **0.5 point**

La valeur de Los Angeles sert à évaluer la résistance à la fragmentation d'un granulat.

**0.75point**

**Question 8. (1.5 points)**

À l'aide de deux types d'essais on peut évaluer la propreté des sables. **0.5**

Évaluation quantitative des fines à l'aide de l'essai de l'équivalent de sable **0.5 point**

Évaluation qualitative à l'aide de l'essai au bleu **0.5 point**

**Question 9.**

La valeur de Los Angeles sert à évaluer la résistance à l'usure d'un granulat. **0.75 point**

إمتحان رياضيات 04

التمرين 01:

عين ميدان تقارب سلسلة تايلور التالية:

$$\sum_{n=0}^{+\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^{n^2} (z-i)^n$$

التمرين 02: أ حسب:

$$I_1 = \oint_{\gamma} \frac{z^2 + z + 3}{(z-1)(z+2)} dz$$

في الحالتين التاليتين:

$$\textcircled{1} \gamma: |z-i| = \frac{1}{2}, \quad \textcircled{2} \gamma: |z| = \frac{3}{2}$$

التمرين 03: أ: لتكن الدالة المركبة  $f$  حيث:

$$f(z) = \frac{6}{(z-4)(z+5)}$$

أ) أنشر الدالة  $f$  في سلسلة تايلور جوار  $z_0 = 0$ ب) أنشر الدالة  $f$  في سلسلة تايلور جوار  $z_0 = 1$  حيث:

$$f(z) = \frac{1}{(z-3)(z+2)}$$

ج) سؤال نظري: إذا كان  $R > 0$  فإن سلسلة تايلور متقاربةوميدان تقاربها هو القرص المفتوح  $|z-z_0| < R$ .

السؤال: ماهي في هذه الحالة طبيعة هذه السلسلة في الميدان

 $|z-z_0| > R$  (خارج القرص الذي مركزه  $z_0$  ونصف قطره  $R$ )و كذلك في الميدان  $|z-z_0| = R$  بالتوفيق



Maths 04

# الحل النموذجي لمتحان

المتمارين ① 5pt

- ميدان تقارب سلسلة تاليون

- حساب نصف قطر التقارب

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^{n^2} (z-i)^n = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (z-z_0)^n$$

$$\textcircled{0,5} a_n = \left(\frac{1}{2}\right)^{n^2}, \quad z_0 = i$$

حسب كوشى:

$$R = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|a_n|}} = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\left|\left(\frac{1}{2}\right)^{n^2}\right|}} \textcircled{0,5}$$

$$= \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \left[\left(\frac{1}{2}\right)^{n^2}\right]^{\frac{1}{n}}} = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n} \Leftrightarrow$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n = 0 \Rightarrow R = +\infty \textcircled{1,5}$$

ومن هنا ميدان تقارب السلسلة هو (مجموعة الأعداد المركبة)

①  
①

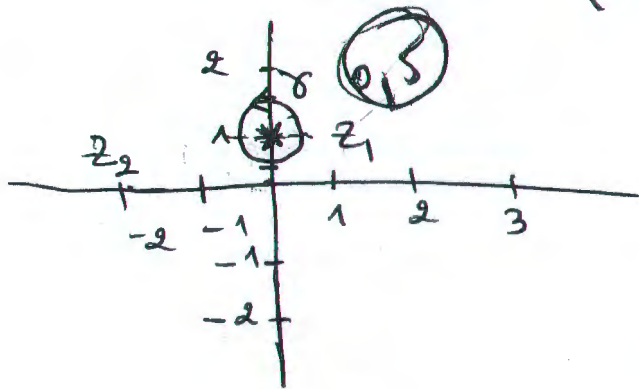
المسألة (02): (7pt)

$$I_1 = \oint_{\gamma} \frac{z^2 + z + 3}{(z-1)(z+2)} dz$$

مجموعة التعريف:

$$0_f = 0 - \{1, -2\} \Rightarrow z_1 = 1 \vee z_2 = -2$$

$\gamma: |z - i| = \frac{1}{2}$  دائرة مركزها  $i$  ونصف قطرها  $\frac{1}{2}$  (0,1)



تلاحظ أن

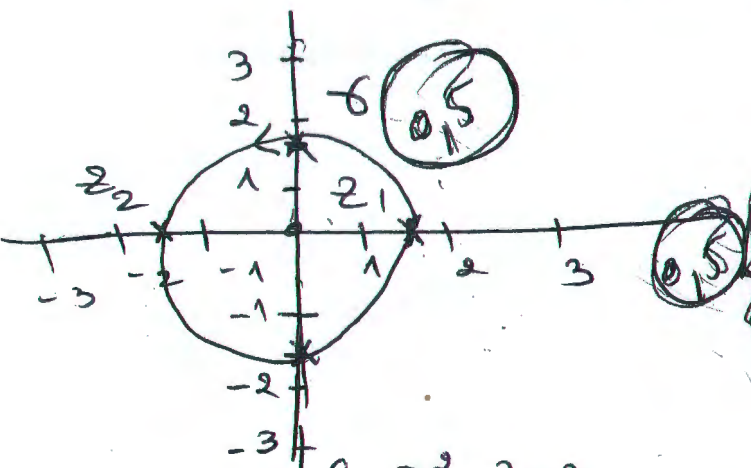
$z_1 = 1$  يقعان خارج الكفاف  $\gamma$   
 $z_2 = -2$

ومن هنا:  $I_1 = 0$

(2)  $\gamma: |z| = \frac{3}{2}$

دائرة مركزها  $z_0 = 0$  ونصف قطرها  $R = \frac{3}{2}$

تلاحظ أن:



$z_1 = 1$  يقع داخل الكفاف  $\gamma$   
 $z_2 = -2$  يقع خارج الكفاف  $\gamma$

ومن هنا:  $I_1 = \oint_{\gamma} \frac{z^2 + z + 3}{(z-1)(z+2)} dz = \oint_{\gamma} \frac{z^2 + z + 3}{z-1} dz$

$$= \oint_{\gamma} \frac{f(z)}{(z-z_1)^{n+1}} dz = \frac{2\pi i}{n!} f^{(n)}(z_1)$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{aligned} f(z) &= \frac{z^2 + z + 3}{z+2} \\ n+1 &= 1 \Rightarrow n=0 \end{aligned} \right.$$

فدالة داخل الحلقة  
وعلى حد 0

حسب تكامل كوشي :

$$I_1 = \frac{2\pi i}{0!} f^{(0)}(1) = 2\pi i f(1)$$

$$f(1) = \frac{1+1+3}{1+2} = \frac{5}{3} \Rightarrow \boxed{I_1 = \frac{10\pi i}{3}} \quad (1 \text{ pt})$$



$$f(z) = \frac{6}{(z-4)(z+5)}$$

المرتبة (03): 8pt

نشر الدالة  $f$  في سلسلة تايلور حول  $z_0 = 0$

$$\Leftrightarrow f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n z^n$$

- مجموعة التعريف:  $D_f = \mathbb{C} - \{4, -5\}$

الحداد العرسي  $|z - z_0| < R$  (اختيار  $R$ )

$$R = \min(4, 5) \Rightarrow R = 4$$

تحليلية في العرسي  $|z-0| < 4$  ومنه في العرسي  $|z-0| < 4$  يمكن نشر الدالة  $f$  في سلسلة تايلور حول  $z_0 = 0$

تفكيك الدالة:

$$f(z) = \frac{6}{(z-4)(z+5)} = \frac{A}{z-4} + \frac{B}{z+5}$$

$$\Leftrightarrow A = \frac{6}{9}, B = -\frac{6}{9}$$

$$\Leftrightarrow f(z) = \frac{6}{9} \left[ \frac{1}{z-4} - \frac{1}{z+5} \right]$$

نشر  $\frac{1}{z-4}$

$$\frac{1}{z-4} = \frac{1}{-4(1 - \frac{z}{4})} = -\frac{1}{4} \left( \frac{1}{1 - \frac{z}{4}} \right)$$

تضع  $T = \frac{z}{4}$  ونرى  $|T| = |\frac{z}{4}| < 1$

$$\text{Qua: } |z| < 4 \Leftrightarrow |\frac{z}{4}| < 1$$

ومنه: 4

$$\frac{1}{z-4} = -\frac{1}{4} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{z}{4}\right)^n, \quad |z/4| < 1$$

$$\frac{1}{z-4} = \sum_{n=0}^{\infty} -\frac{1}{4^{n+1}} z^n, \quad |z| < 4$$

$$\frac{1}{z+5} = \frac{1}{5\left(1+\frac{z}{5}\right)} = \frac{1}{5} \left(\frac{1}{1+\frac{z}{5}}\right)$$

نقش  $\frac{1}{z+5}$   
 قطع  $T = \frac{z}{5}$  و سری هادی  $n$   $|T| = |z/5| < 1$

بنابراین:  $|z| < 4 \Leftrightarrow |z/5| < \frac{4}{5} < 1$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{z+5} = \frac{1}{5} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{z}{5}\right)^n, \quad |z/5| < 1$$

$$\frac{1}{z+5} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{5^{n+1}} z^n, \quad |z| < 5$$

آنجا:

$$f(z) = \frac{6}{9} \left[ \sum_{n=0}^{\infty} -\frac{1}{4^{n+1}} z^n - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{5^{n+1}} z^n \right]$$

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \left( -\frac{6}{9 \cdot 4^{n+1}} - \frac{6(-1)^n}{9 \cdot 5^{n+1}} \right) z^n, \quad |z| < 4$$

$$f(z) = \frac{1}{(z-3)(z+2)}$$

(5)

نشر الدالة  $f$  في سلسلة تايلور حول  $z_0 = 1$

$$\Rightarrow f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (z-1)^n$$

مجموعة التعريف:

$$D_f = \mathbb{C} - \{3, -2\}$$

أربحاد العوص  $|z - z_0| < R$  (اختيار  $R$ )

$$R = \min(2, 3)$$

$$\left. \begin{array}{l} |z-1| = |3| = 3 \\ |z-1| = |-2| = 2 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} |z-1| = |3| = 3 \\ |z-1| = |-2| = 2 \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow R = 2$$

تحليل  $f$  في العوص  $|z-1| < 2$  ومعه في العوص  $|z-1| < 2$  يمكن نشر الدالة  $f$ .

النشر: تفكيك الدالة:

$$f(z) = \frac{1}{(z-3)(z+2)} = \frac{A}{z-3} + \frac{B}{z+2}$$

$$A = \frac{1}{5}$$

$$B = -\frac{1}{5}$$

$$f(z) = \frac{1}{5} \left[ \frac{1}{z-3} - \frac{1}{z+2} \right]$$

$$\frac{1}{z-3} = \frac{1}{z-3+1-1} = \frac{1}{(z-1)-2} = \frac{1}{-2(1 - \frac{z-1}{2})}$$

$$= -\frac{1}{2} \left( \frac{1}{1 - \frac{z-1}{2}} \right)$$

نضع:  $T = \frac{z-1}{2}$  ونبرهن أن  $|T| < 1$

$$\text{Qua: } |z-1| < 2 \Leftrightarrow \left| \frac{z-1}{2} \right| < 1$$

(6)



$$\frac{1}{z-3} = -\frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{z-1}{2}\right)^n, \quad \left|\frac{z-1}{2}\right| < 1 \quad \text{ومنه}$$

$$\frac{1}{z-3} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{-1}{2^{n+1}} (z-1)^n, \quad |z-1| < 2 \quad \text{(0,25)}$$

$$\frac{1}{z+2} = \frac{1}{z+2+1-1} = \frac{1}{(z-1)+3} \quad \text{نشر } \frac{1}{z+2}$$

$$= \frac{1}{3\left(1 + \frac{z-1}{3}\right)} = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{1 + \frac{z-1}{3}}\right)$$

$$\left|\frac{z-1}{3}\right| < 1 \quad \text{نضع } T = \frac{z-1}{3} \quad \text{و نستخدم } T^n$$

$$\text{وما: } |z-1| < 2 \Leftrightarrow \left|\frac{z-1}{3}\right| < \frac{2}{3} < 1 \quad \text{(0,25)}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{z+2} = \frac{1}{3} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{z-1}{3}\right)^n, \quad \left|\frac{z-1}{3}\right| < 1$$

$$\frac{1}{z+2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{3^{n+1}} (z-1)^n, \quad |z-1| < 3 \quad \text{(0,25)}$$

$$\Leftrightarrow f(z) = \frac{1}{5} \left[ \sum_{n=0}^{\infty} \frac{-1}{2^{n+1}} (z-1)^n - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{3^{n+1}} (z-1)^n \right] \quad \text{أخيرا}$$

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \left( \frac{-1}{5 \cdot 2^{n+1}} - \frac{(-1)^n}{5 \cdot 3^{n+1}} \right) (z-1)^n, \quad |z-1| < 3 \quad \text{(0,25)}$$

السؤال النظري: في الميدان  $\mathbb{R}$  فإن السلسلة متباينة (0,75)

في الميدان  $\mathbb{R}$   $|z-2|=R$  (7) حيث يمكن الرسم على طريقة السلسلة (0,75)

**MODULE : Electronique et Avionique**

**ENSEIGNANTE : Ahlem BENMERKHI**

**DURÉE : 1h:30mn**

**Contrôle Semestriel**

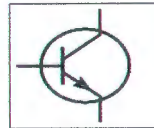
**Exercice 1 (4pts)**

1- Un transistor bipolaire possède 3 broches :

- A) Le drain, la source et la grille
- B) L'anode, la cathode et la gâchette
- C) Le collecteur, l'émetteur et la base

2- Le transistor dont le symbole figure ci-dessous est :

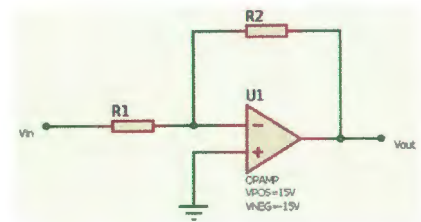
- A) Un transistor NPN
- B) Un transistor PNP



3- Amplificateur opérationnel

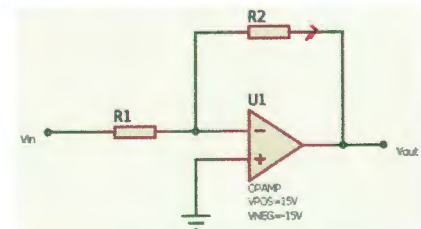
a- Quel est le nom de ce circuit électronique ?

- A) suiveur
- B) amplificateur inverseur
- C) trigger non inverseur
- D) amplificateur non inverseur



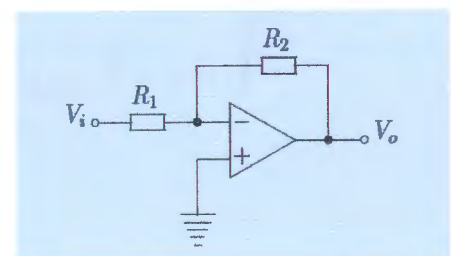
b- Quelle est l'expression de l'amplification en tension  $A = V_{out}/V_{in}$  ?

- A)  $-R1/R2$
- B) 1
- C)  $1 + R2/R1$
- D)  $-R2/R1$



**Exercice 2 (4pts)**

Sachant que  $R1 = 2.5k$  et  $R2 = 45k$ , trouvez le gain de l'ampli-op suivant :



Collection du Contrôle  
Électronique et Avionique

2018-2019

Exercice 1

- 1) Le transistor bipolaire possède 3 broches:  
c. Le collecteur, l'émetteur et la base.
- 2) Le transistor dont le symbole figure ci-dessous est,  
A) un transistor NPN
- 3) Ce circuit a le nom  
a) Amplificateur inverseur.  
b) l'expression de l'amplification en tension  $A = V_{out}/V_{in}$   
D)  $-R_2/R_1$

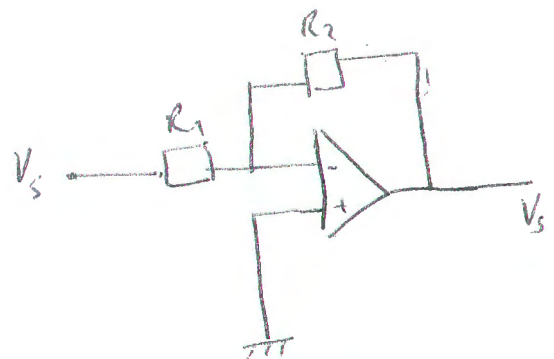
Exercice 2

$R_1 = 2,1\text{ K}$

$R_2 = 45\text{ K}$

le gain du circuit est :

$$\text{gain} = \frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1} = \frac{45}{2,1} = -18$$



le circuit est. un simple ampliosp inverseur.

Exercice 3

1) Fonction de transfert :

$$U_s = \frac{Z_c}{R+Z_c} U_e = \frac{1}{1+ jRC\omega} U_e \text{ (pont diviseur de tension).}$$

$$H = \frac{U_s}{U_e} = \frac{1}{1+ jRC\omega}$$

2) Amplitude  $G(\omega)$  et phase  $\varphi(\omega)$  :

$$\text{Soit } G(\omega) = |H| = \frac{1}{\sqrt{1+ R^2 C^2 \omega^2}}$$



$$\text{et } \varphi(\omega) = \text{arg}(H) = -\text{arg}(RC\omega)$$

3) pulsation de coupure  $\omega_c$ :

$$\text{on } G(\omega_c) = \frac{G_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

$$G_{\text{max}} = ?$$

$$G(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1+R^2C^2\omega^2}} \quad \text{donc } G \nearrow \Rightarrow R^2C^2\omega^2 \rightarrow 0$$

$$\Rightarrow \omega = 0$$

$$\Rightarrow \text{Filtre passe bas.}$$

$$G_{\text{max}} = G(\omega=0) = 1.$$

$$\text{donc } G(\omega_c) = \frac{G_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{1+R^2C^2\omega_c^2}}$$

$$\Rightarrow R^2C^2\omega_c^2 = 1.$$

$$\boxed{\omega_c = \frac{1}{RC}} \quad \text{fréquence de coupure.}$$

4) expressions du gain  $G_{\text{dB}}$  de la phase  $\varphi$  en fonction de  $\omega$  et  $\omega_c$ :

$$H = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}} \Rightarrow G = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2}}$$

$$\varphi = -\text{arg}\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right).$$

5) Asymptotes de la réponse en gain:

$$\text{on a. } x = \frac{\omega}{\omega_c}$$

$x \rightarrow 0 \Rightarrow G_{\text{dB}} \rightarrow 0$  (asymptote horizontale).

$x \rightarrow \infty \Rightarrow G \rightarrow -20 \log x$  (asymptote oblique, pente  $-20 \text{ dB}$  par décade).

Asymptote de la réponse en phase :

$$\omega \rightarrow 0 \Rightarrow \varphi \rightarrow 0$$

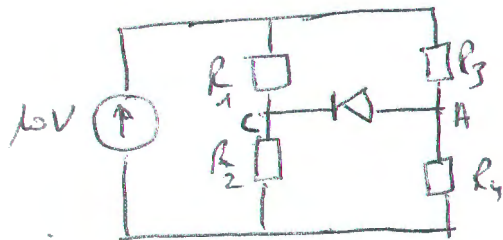
$$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow \varphi \rightarrow -\pi/2$$

$$G_{dB}(\omega_c) = -3 \text{ dB} \text{ et } \varphi(\omega_c) = -\pi/4 \text{ pour } \alpha = 1 \text{ (} \omega = \omega_c \text{)}$$

b) le diagramme de Bode :

#### Exercice 4

on détermine l'état passant ou bloqué de la diode.



La meilleure technique pour rechercher si une diode est passante consiste à supposer à priori que la diode est bloquée. Supposons que la diode est bloquée, dans ce cas aucun courant ne circule dans la diode et les 2 résistances  $R_1$  et  $R_2$  forment un diviseur de tension, même chose pour  $R_3$  et  $R_4$ .

$$\text{on a donc } V_A = \frac{R_4}{R_3 + R_4} E = \frac{80}{200 + 80} \cdot 10 = 2,85 \text{ V}$$

$$\text{et } V_C = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E = \frac{200}{200 + 100} \cdot 10 = 6,66 \text{ V}$$

$$V_C - V_A = 6,66 - 2,85 = 3,81 \text{ V}$$

La diode présenterait donc une différence de potentiel à ses bornes de 3,81 V.

**Contrôle de Chauffage**

Calculer les besoins calorifiques de la chambre suivante : (5\*3\*3)

**Mur extérieur :**

$e_1 = 20\text{cm}$   $\lambda_1 = 0.2 \text{ kcal/hmc}$

$e_2 = 5\text{cm}$   $\lambda_2 = 0.02 \text{ kcal/hmc}$

$e_3 = 10\text{cm}$   $\lambda_3 = 0.15 \text{ kcal/hmc}$

**Mur intérieur:**

L'épaisseur du mur est de 15 cm ( $\lambda = 0.15 \text{ kcal/hmc}$ ) et un enduit de 2 cm sur chaque face avec  $\lambda = 0.05 \text{ kcal/hmc}$

**Fenêtre :** double en bois avec étanchéité garantie  $a=2$  et  $K = 4 \text{ kcal/hm}^2\text{c}$  (2.01\*1.31)

**Porte intérieure :** étanche,  $K = 2 \text{ kcal/hm}^2\text{c}$  (2.01\*0.81)

Région normale, site particulièrement découvert, maison d'alignement  $H = 0.60$

Hauteur : 3,00 m

Abréviation	Orientation	Epaisseur	Longueur	Hauteur	Surface	Nombre	Déduction	Chiffre	K	$\Delta t$	$\Delta t * K$	Q	Zd	Zh	Z 1+%	Qt
-------------	-------------	-----------	----------	---------	---------	--------	-----------	---------	---	------------	----------------	---	----	----	-------	----

Mode d'exploitation	Coefficient D	0.1 à 0.29	0.30 à 0.69	0.70 à 1.49	1.5
III	Interruption de 12 à 16 h	30	25	20	15



Correction du contrôle  
de la page

Calcul des besoins

$Q_{TOT} = Q_{tr} + Q_{vent}$  (4)

$Q_{tr} = Q_0 (1 + \sum D_i + \sum H)$  (4)

$Q_0 = K \times S \times (h - t_e)$  (4)

$K_{ME} = \frac{1}{\frac{1}{k_i} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_c}} = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,2}{0,2} + \frac{0,05}{0,02} + \frac{0,10}{0,15} + \frac{1}{18}} = \frac{1}{0,143 + 1 + 2,5 + 0,666}$

$K_{ME} = \frac{1}{4,358} = 0,23 \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2$  (0,5)

$K_{ME} = \frac{1}{\frac{2}{k_i} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i}} = \frac{1}{\frac{2}{7} + \frac{0,1}{0,15} + \frac{0,02}{0,05}} = \frac{1}{0,285 + 1 + 0,8} = \frac{1}{2,085} = 0,48 \text{ Kcal/h}$  (0,5)

Atmosph	Préval	L	H	S <sub>E</sub>	Déd	S <sub>N</sub>	K	ΔE	K S <sub>N</sub> ΔT	Q <sub>0</sub>	I <sub>D</sub>	I <sub>H</sub>
MEU	N	3	3	9	2,63	9,263	0,23	20,0	29,30	29,30	0,1	
MEV	O	5	3	15	2,63	15,263	0,23	20,0	56,90	56,90	0,15	
MI	-	2	3	6	2,63	6,163	0,48	20,18	4,20	4,20	0,15	
FE	-	2,01	1,31	2,63	-	2,63	4	20,0	420,8	420,8	0,15	
PI	-	2,01	0,81	1,63	-	1,63	2	20,18	6,52	6,52	0,15	
										517,72	0,15	

H: 5% (0,05) (Nord-Ouest)

$D = \frac{Q_0}{S_{TOT} (h - t_e)} = \frac{78 \cdot 517,72}{78 (20 - 0)} = 0,331$  (0,1)

$I_D = 0,25 (0,5)$  (0,5)

Mode d'exploitation III

$S_{TOT} = (5 \times 3) \times 2 + (3 \times 3) \times 2 + (5 \times 3) \times 2 = 30 + 18 + 30 = 78 \text{ m}^2$  (0,1)

$Q_{tr} = Q_0 (1 + 0,25 + 0,05) = 517,72 \times (1,30) = 673,036 \text{ Kcal/h}$  (0,1)

$$Q = (aE) \times K \times H \times \Delta T \times \alpha \times E \quad (1)$$

$$Z_E = 1 \quad (0,5)$$

$$\Delta T = 20 - 0 = 20^\circ C$$

$$H = 0,60$$

$R \rightarrow$  Porte étanche

$$R = \frac{S_E}{S_P} = \frac{(2,01 \times 1,31) \times 2}{2,01 \times 0,81} = \frac{2,63 \times 2}{1,63} = 3,22 \quad (0,5)$$

$\rightarrow R = 0,7 \quad (0,5)$

$$L = 2,01 \times 3 + 1,31 \times 2 = 6,03 + 2,62 = 8,65 \quad (0,5)$$

$$Q_V = 2 \times 2 \times 8,65 \times 0,7 \times 0,6 \times 20 = 290,64 \text{ Kcal/h} \quad (0,5)$$

$$Q_{TOT} = 290,64 + 673,036 = 963,676 \text{ Kcal/h} \quad (0,5)$$

Calcul des corps de chauffe

$$q_N = 112 \quad \left. \begin{array}{l} T_e = 90 \\ T_s = 70 \end{array} \right\} \text{ Valeurs normales} \quad \Delta T_N = \frac{T_e + T_s}{2} - 20 \quad (0,5)$$

$$\Delta T_N = \frac{90 + 70}{2} - 20 = 80 - 20 = 60^\circ C \quad (0,5)$$

$$h_i = 20$$

Local à la bre:  $Q = 963,676 \text{ Kcal/h}$

$$\Delta T = \frac{T_e + T_s}{2} - T_i = \frac{80 + 70}{2} - 20 = 55^\circ C \quad (0,5)$$

$$\Delta T \neq \Delta T_N \Rightarrow \text{Nécessité} = \frac{Q}{q_{\text{élé}}} = \frac{963,676}{112} = 8,60 \quad (0,5)$$

On procède à la correction de  $q_{\text{élé}}$

$$q_{\text{élé}} = q_N \left( \frac{\Delta T}{\Delta T_N} \right)^{1,33} = 112 \left( \frac{55}{60} \right)^{1,33} = 99,76 \quad (0,5)$$

$$N_{\text{br}} = \frac{Q}{q_{\text{élé}}} = \frac{963,67}{99,76} = 9,65 < 10 \Rightarrow N_{\text{élé}} = 10 \quad (0,5)$$

$N = 10$  éléments







Contrôle N°01

Question 1 (10 Points).

- Décrivez les modes de transfert de chaleur et les lois fondamentales correspondantes?
- Quelle différence faites-vous entre un flux de chaleur et la densité de chaleur ?
- Que représente un régime permanent et un régime transitoire dans un transfert thermique ?
- Exprimez les expressions de la **conductance thermique** et de la **résistance thermique** d'un mur plan d'épaisseur  $L$  de section  $S$  et de conductivité  $\lambda$ ?

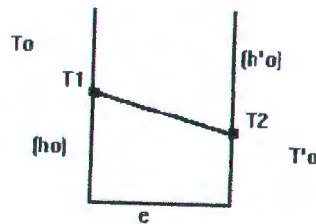
Justifiez votre réponse en introduisant les formules correspondantes appliquées ?

Exercice 1 (06 Points) :

a) Calculer la densité du flux et les températures  $T_1$  et  $T_2$  d'un mur d'une épaisseur de 10 cm.

b) On double l'épaisseur de ce mur :

Que deviennent les pertes ( $q$ ) et les températures  $T_1$  et  $T_2$  ?



$$T_0 = 40^\circ\text{C};$$

$$h_0 = 20 \text{ W/m}^2\text{K};$$

$$T'_0 = 20^\circ\text{C};$$

$$h'_0 = 5 \text{ W/m}^2\text{K};$$

$$\lambda = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Corrigé Type Contrôle N°01

Question 1.(10 Points)

4,50 a) Description des modes de transfert de chaleur et les lois fondamentales correspondantes :

Les Modes de transfert de chaleur sont :

Transfert de chaleur par conduction

Transfert de chaleur par convection

Transfert de chaleur par Rayonnement

Transfert de chaleur par conduction :

**Transfert de chaleur par conduction** : C'est le transfert de chaleur au sein d'un milieu opaque, sans déplacement de matière, sous l'influence d'une différence de température. La propagation de la chaleur par conduction à l'intérieur d'un corps s'effectue selon deux mécanismes distincts : une transmission par les vibrations des atomes ou molécules et une transmission par les électrons libres. La conduction est le seul mécanisme intervenant dans le transfert de chaleur dans un solide homogène, opaque et compact.

La loi fondamentale de la transmission de la chaleur par **conduction**, a été proposée par le mathématicien et physicien Français, **Jean Baptiste Joseph Fourier** (1768-1830) en 1822.

La théorie de la conduction repose sur l'**hypothèse de Fourier** : la densité de flux est proportionnelle au gradient de température :

-. Cette relation indique que le flux de chaleur est proportionnel au gradient de la température et se fait dans la direction des températures décroissantes. Dans le cas d'une conduction unidirectionnelle suivant l'axe des x, le flux de chaleur exprimé par la loi de Fourier s'écrit:

$$\vec{\phi} = -\lambda S \text{ grad } (T)$$

**Question.2. (04 Points)**

Préciser les expressions par analogie électrique 'la loi d'ohm' par rapport à la loi de Fourier

Loi de Fourier	Loi d'Ohm
Différence de Température (Kelvin)	
Flux Thermique (Watt)	
Résistance Thermique (K/W)	
Conductivité thermique (W / m.K)	

N.B: Consultation des copies  
aura lieu le 16/09/2019  
à 13h00,  
Salle: Ampli.01.

---



$$\phi = -\lambda S \frac{\partial T}{\partial x}$$

Ou sous forme algébrique :

$\phi$  : Flux de chaleur transmis par conduction (W)

$\lambda$  : Conductivité thermique du milieu ( $\text{W m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

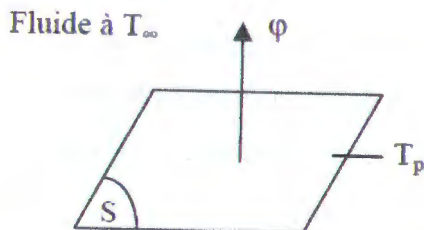
$x$  : Variable d'espace dans la direction du flux (m)

$S$  : Aire de la section de passage du flux de chaleur ( $\text{m}^2$ )

Justifiez votre réponse en introduisant les formules correspondantes appliquées ?

**Transfert de chaleur par convection** : Est un processus physique de transmission de la chaleur qui s'appuie sur un milieu matériel avec mouvement de matière. On ne peut donc avoir de convection que dans les liquides et les gaz. **La convection** : se produit lorsqu'un liquide ou un gaz est en contact avec une source plus chaude; il se produit alors un mouvement d'ensemble des molécules du fluide transportant la chaleur vers les zones les plus froides.

La loi fondamentale de la convection est la loi d'Isaac Newton (1643-1727), traduite par la relation expérimentale de flux de chaleur échangé par convection entre un fluide et une paroi solide.



$$\phi = h S (T_p - T_\infty)$$

Figure 1.4 : Schéma du transfert de chaleur convectif

Avec :

$\phi$  : Flux de chaleur transmis par rayonnement (W)

$\sigma$  : Constante de Stefan ( $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ )

$\epsilon_p$  : Facteur d'émission de la surface

$T_p$  : Température de la surface (K)

$T_\infty$  : Température du milieu environnant la surface (K)

$S$  : Aire de la surface ( $\text{m}^2$ )

### Transfert de chaleur par Rayonnement

Le rayonnement thermique est le mode de transmission par lequel la chaleur passe d'un corps à haute température à un autre plus froid sans nécessité de support matériel. C'est donc le seul mode de transfert de chaleur qui peut se propager dans le vide. L'exemple le plus simple est celui du rayonnement solaire.

C'est un transfert d'énergie électromagnétique entre deux surfaces (même dans le vide). Dans les problèmes de conduction, on prend en compte le rayonnement entre un solide et le milieu environnant :

**La loi fondamentale de la transmission de la chaleur par Rayonnement**

Le flux de chaleur rayonné par un milieu de surface (S) et de température (T) s'exprime grâce à la loi de Joseph Stefan (1835-1893) et Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906).

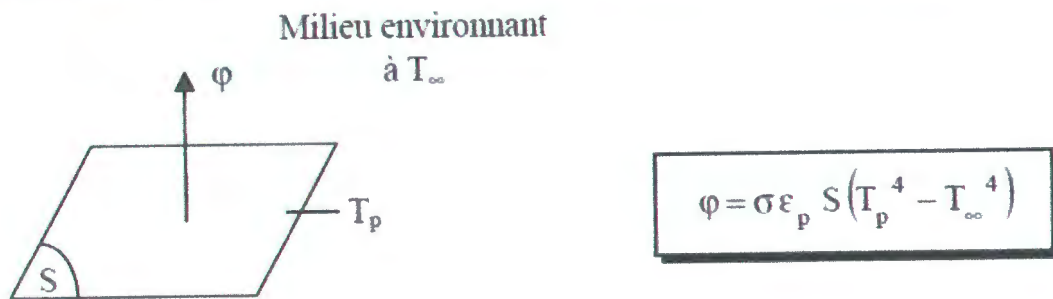


Figure 1.4 : Schéma du transfert de chaleur radiatif

Avec :

- $\phi$  : Flux de chaleur transmis par rayonnement (W)
- $\sigma$  : Constante de Stefan ( $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ )
- $\epsilon_p$  : Facteur d'émission de la surface
- $T_p$  : Température de la surface (K)
- $T_{\infty}$  : Température du milieu environnant la surface (K)
- S : Aire de la surface ( $\text{m}^2$ )

1,50 b) La différence entre un flux de chaleur et la densité de chaleur :

**Flux de chaleur :**

C'est la quantité de chaleur qui traverse une surface S par unité de temps sous l'influence d'un gradient de température des hautes vers les basses températures:

$$\Phi = \frac{dQ}{dt} \text{ en Watt}$$

**Densité de flux de chaleur :** La quantité de chaleur transmise par unité de temps et par unité d'aire de la surface isotherme sous l'influence d'un gradient de température des hautes vers les basses températures est appelée densité de flux de chaleur

$$\phi = \frac{1}{S} \frac{dQ}{dt}$$

Si le flux est homogène en tout point de la surface alors :  $\phi = \frac{\Phi}{S}$  S'exprime en  $\text{W}/\text{m}^2$

- 2/ c) un régime permanent et un régime transitoire dans un transfert thermique :

### Régime transitoire et régime permanent

#### Régime permanent

Un régime permanent est le régime d'un système stable observable après un certain temps, lorsque le régime transitoire est éteint.

#### Régime transitoire

Un régime transitoire est le régime d'évolution d'un système qui n'a pas encore atteint un état stable appelé régime permanent. Les grandeurs caractérisant le comportement du système varient.

- 2/ d) -La conductance thermique d'un mur plan est représentée par l'expression suivante :

$$G_{th} = \frac{\lambda S}{L} \text{ (w/K)}$$

-L'expression de la résistance thermique du même dispositif est :

$$R_{th} = \frac{1}{G_{th}} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{L}{S} \text{ (K/w)}$$

### Exercice 1. (06 Points)

- a) L'épaisseur du mur est  $e = 0,10 \text{ m}$

$$\varphi = \frac{T_0 - T_1}{\frac{1}{h_0}} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{e}{\lambda}} = \frac{T_2 - T'_0}{\frac{1}{h'_0}} = \frac{T_0 - T'_0}{\frac{1}{h_0} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h'_0}} = \frac{40 - 20}{\frac{1}{20} + \frac{0,10}{1} + \frac{1}{5}} = 57,14 \text{ w/m}^2 \quad \uparrow$$

Pour trouver  $T_1$ , on applique :

$$\varphi = \frac{T_0 - T_1}{\frac{1}{h_0}} = \frac{40 - T_1}{\frac{1}{20}} = 57,14 \quad \text{D'où} \quad T_1 = 40 - 2,857 = 37,15 \text{ }^\circ\text{C} \quad \uparrow$$

$$\text{Et} \quad \frac{T_2 - T'_0}{\frac{1}{h'_0}} = \frac{T_2 - 20}{\frac{1}{5}} = 57,14 \quad \text{d'où} \quad T_2 = 31,42 \text{ }^\circ\text{C} \quad \uparrow$$

- b) L'épaisseur du mur est doublé , donc  $e = 0,10 * 2 = 0,20 \text{ m}$

$$\varphi = \frac{T_0 - T'_0}{\frac{1}{h_0} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h'_0}} = \frac{40 - 20}{\frac{1}{20} + \frac{0,20}{1} + \frac{1}{5}} = 44,44 \text{ w/m}^2 \quad \uparrow$$

$$\varphi = \frac{T_0 - T_1}{\frac{1}{h_0}} = \frac{40 - T_1}{\frac{1}{20}} = 44,44 \quad \text{D'où} \quad T_1 = 40 - 2,857 = 37,15 \text{ }^\circ\text{C} \quad \uparrow$$

$$\text{Et} \quad \frac{T_2 - T'_0}{\frac{1}{h'_0}} = \frac{T_2 - 20}{\frac{1}{5}} = 44,44 \quad \text{d'où} \quad T_2 = 28,88 \text{ }^\circ\text{C} \quad \uparrow$$



**Question.2. (04 Points)**

**Préciser les expressions par analogie électrique 'la loi d'ohm' par rapport à la loi de Fourier**

<b>Loi de Fourier</b>	<b>Loi d'Ohm</b>
Différence de Température ' $\Delta T$ ' (Kelvin)	Différence de potentiel ' $\Delta U$ (Volt)'
Flux Thermique ' $\Phi$ (Watt)'	Intensité du courant ' $I$ (Ampère)'
Résistance Thermique (K/W)	Résistance électrique ' $R$ ( $\Omega$ )'
Conductivité thermique (W / m.K)	Conductivité électrique $\sigma$ (Siemens/m) ou ( $\Omega/m$ )

**Contrôle mécanique des sols**

**Questions de cours : (5 points)**

1-Quelle est la définition des termes suivants :

•  $\left\{ \begin{matrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{matrix} \right\}$ , ( $\omega_{opt}$  et  $\gamma_{opt}$ ),  $\tau$ ,  $f$ .

- 2- Quel est le but de l'essai d'équivalent de sable ?
- 3- Quelle est la différence entre l'analyse granulométrique par tamisage et par sédimentométrie ?
- 4- Donner la signification de  $C_u$ . Que signifient ( $C_u < 2$ ) et ( $C_u > 2$ ) ?
- 5- Quels sont les différents types d'eau dans le sol ?
- 6- Quel est le rôle de la boîte de cisaillement de Casagrande ?
- 7- Démontrer la relation suivante (pour  $S_r = 1$ ) :

$w = \gamma_w \left( \frac{1}{\gamma_d} - \frac{1}{\gamma_s} \right)$

**Exercice N°1 : (7 points)**

A) Un échantillon d'argile, avec un volume de  $21,40 \text{ cm}^3$  et un poids de  $0,000367 \text{ KN}$ . Après séchage à l'étuve à  $105^\circ\text{C}$ , le volume devient  $1,37 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ . La masse du sol sec est de  $23,20 \text{ g}$ .

On donne  $\gamma_w = 10 \text{ KN/m}^3$  et  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Déterminer :

- 1. la teneur en eau ;
- 2. la densité des grains solides ;
- 3. l'indice des vides ;
- 4. le poids volumique de saturation (sol saturé) ;
- 5. le poids volumique total.

B) Connaissant la teneur en eau  $W$  d'un sol saturé, le poids volumique des particules solides  $\gamma_s$ , et le poids volumique de l'eau  $\gamma_w$ .

Déterminer :

- 1. le poids volumique sec ;
- 2. l'indice des vides.

**Exercice N°2 : (5 points)**

Soit le contenant du sol de la figure ci-dessous, sachant que le poids volumique de saturation de la couche 2 est égal à  $17 \text{ KN/m}^3$ .

1) Calculer et tracer jusqu'au point M les contraintes totales et les contraintes effectives, ainsi que la pression interstitielle.

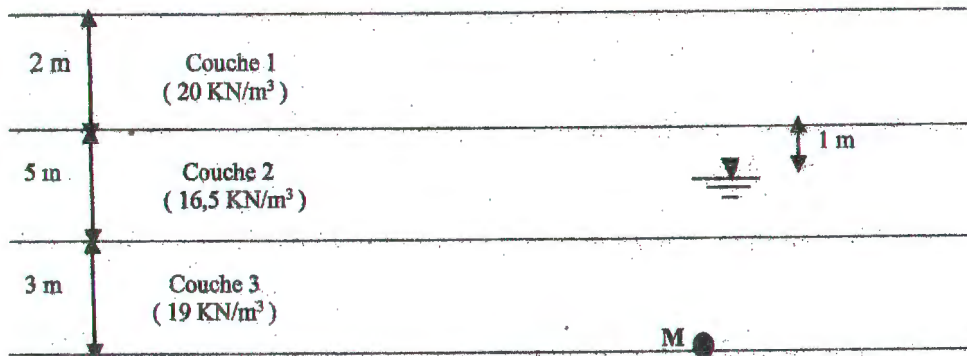


Figure: les différentes couches

**Exercice N°3 : (3 points)**

Les résultats suivants ont été mesurés lors d'un essai Proctor, utilisant un moule normal caractérisé par un volume de  $960 \text{ cm}^3$  et une masse de  $1,034 \text{ kg}$ . On donne  $\gamma_w = 10 \text{ KN/m}^3$  et  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

La teneur en eau $w \%$	10,28	11,07	11,80	12,60	13,28	14,11	15,04
Le poids de sol sec avec le moule compactage (N)	28,21	28,64	29,04	29,06	28,95	28,74	28,34

- 1) Tracer la courbe Proctor et déduire la densité maximale et la teneur en eau optimale ?
- 2) Calculer la teneur en eau à saturation 100%, à la densité maximale, si  $G_s = 2.67$  ?

(Handwritten mark)

**Questions de cours : (5points)**

1- Quelle est la définition des termes suivants :

- $\begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{pmatrix}$  la tenseur de contrainte principales pour 3D (0.25)
- $(\omega_{opt} \text{ et } \gamma_{opt})$  optimum proctor (0.25)
- $\tau$  contrainte de cisaillement (0.25)
- $\vec{f}$  Le vecteur contrainte (0.25)

2- Quel est le but de l'essai d'équivalent de sable ? (0.5)

L'essai d'équivalent de sable permet de déterminer dans un sol la proportion relative de sol fin et de sol grenu. Cet essai est important, car la présence d'éléments fins peut modifier le comportement de ces sols.

3- Quelle est la différence entre l'analyse granulométrique par tamisage et par sédimentométrie ? (0.5)

Par tamisage (tamis à maille carrée) pour les grains de diamètre supérieur à 80µm,  
Par sédimentométrie pour les grains plus fins.

4- Donner la signification de  $C_u$ . Que signifient  $(C_u < 2)$  et  $(C_u > 2)$  ? (0.5)  
Coefficient d'uniformité

$C_u < 2$ ) la granulométrie est uniforme (ou serrée)  
et  
 $(C_u > 2)$  la granulométrie est étalée (ou variée)

5- Quels sont les différents types d'eau dans le sol ? (0.5)

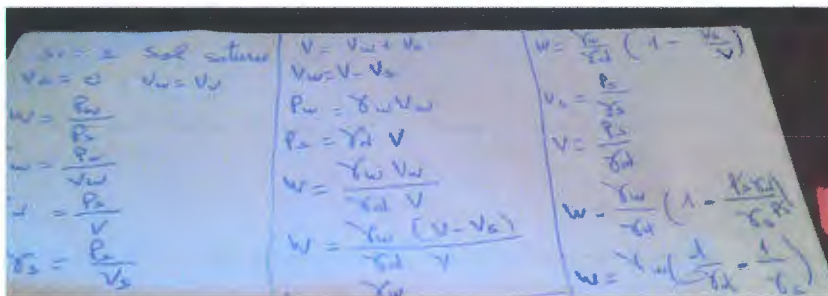
L'eau de constitution  
L'eau liée ou eau adsorbée  
L'eau interstitielle qui peut être libre soit l'eau capillaire

6- Quel est le rôle de la boîte de cisaillement de casagrande ? (1)

La boîte de CASAGRANDE est un appareil à cisaillement rectiligne c'est à dire à déformation imposée.  
La résistance au cisaillement d'un sol se détermine au laboratoire en introduisant dans une boîte de CASAGRANDE un échantillon des conditions similaires à celles de l'odomètre .

7- Démontrer la relation suivante (pour  $S_r = 1$ ) : (1.5)

$$w = \gamma_w \left( \frac{1}{\gamma_d} - \frac{1}{\gamma_s} \right)$$



**Exercice N°1 : (7 point)**

A) 1 .La teneur en eau

$$\omega = \frac{P_w}{P_s}$$

$$P_w = P_T - P_s$$

$$P_s = 23,20 * 10 * 10^{-3} * 10^{-3} = 0,000232 \text{ KN}$$

$$P_w = P_T - P_s = 0,000367 - 0,000232 = 0,000135 \text{ KN}$$

$$\omega = \frac{P_w}{P_s} = \frac{0,000135}{0,000232} = 0,581 \dots\dots\dots(0.5)$$



2. La densité des grains solides

$$G_s = \frac{Y_s}{Y_w}$$

$$Y_s = \frac{P_s}{V_s}$$

$$P_s = 23,20 * 10 * 10^{-3} * 10^{-3} = 0,000232 \text{ KN}$$

$$V_s = 1,37 * 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$Y_s = \frac{P_s}{V_s} = \frac{0,000232}{1,37 * 10^{-5}} = 16,93 \text{ KN/m}^3$$

$$G_s = \frac{Y_s}{Y_w} = \frac{16,93}{10} = 1,693 \dots \dots \dots (0.5)$$

3. L'indice des vides

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

$$V_v = V_t - V_s = 2,14 * 10^{-5} - 1,37 * 10^{-5} = 0,77 * 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0,77 * 10^{-5}}{1,37 * 10^{-5}} = 0,56 \dots \dots \dots (0.5)$$

4. Le poids volumique de saturation (sol saturé)

$$Y_{\text{sat}} = Y_d (1 + w_{\text{sat}})$$

$$Y_d = \frac{P_s}{V} = \frac{0,000232}{2,14 * 10^{-5}} = 10,84 \text{ KN/m}^3$$

$$w_{\text{sat}} = \frac{e Y_w}{Y_s} = \frac{0,56 * 10}{16,93} = 0,330$$

$$Y_{\text{sat}} = Y_d (1 + w_{\text{sat}}) = 10,84(1 + 0,330) = 14,41 \text{ KN/m}^3 \dots \dots \dots (1)$$

5. Le poids volumique total

$$Y_t = Y_d (1 + w) = 10,84(1 + 0,581) = 17,138 \text{ KN/m}^3 \dots \dots \dots (0.5)$$

OU

$$Y_t = \frac{P_t}{V} = \frac{0,000367}{2,14 * 10^{-5}} = 17,138 \text{ KN/m}^3$$

**B) Sol saturée :**

1. Le poids volumique sec

$$Y_d = \frac{P_s}{V}$$

$$\omega = \frac{P_w}{P_s}$$

$$Y_s = \frac{P_s}{V_s}$$

$$Y_w = \frac{P_w}{V_w}$$

$$V_a = 0$$

$$V_t = V = V_s + V_w$$

$$V_s = \frac{P_s}{Y_s}$$

$$V_w = \frac{P_w}{Y_w}$$

$$P_w = \omega * P_s$$

$$V_w = \frac{\omega * P_s}{Y_w}$$

$$V_t = V = V_s + V_w = \frac{P_s}{Y_s} + \frac{\omega * P_s}{Y_w} = \left( \frac{1}{Y_s} + \frac{\omega}{Y_w} \right) P_s$$

$$Y_d = \frac{P_s}{V} = \frac{P_s}{\left( \frac{1}{Y_s} + \frac{\omega}{Y_w} \right) P_s} = \left[ \left( \frac{1}{Y_s} + \frac{\omega}{Y_w} \right) \right]^{-1} \dots \dots \dots (2)$$

2.L'indice des vides

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Sol saturée :

$$V_v = V_w$$

$$e = \frac{V_w}{V_s}$$

$$V_s = \frac{P_s}{\gamma_s}$$

$$V_w = \frac{P_w}{\gamma_w}$$

$$P_w = \omega * P_s$$

$$V_w = \frac{\omega * P_s}{\gamma_w}$$

$$e = \frac{V_w}{V_s} = \frac{\omega * P_s * \gamma_s}{\gamma_w * P_s} = \frac{\omega * \gamma_s}{\gamma_w} \dots \dots \dots (2)$$

Exercice N°2 : ( 5 point)

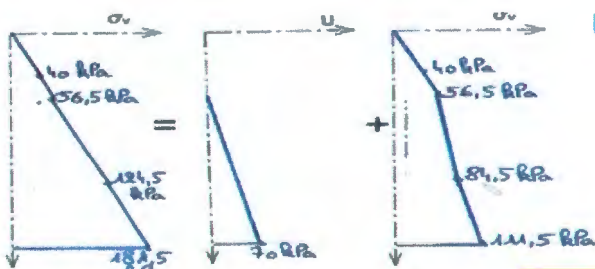
$$\left. \begin{aligned} \sigma &= 0 \text{ KN/m}^2 \text{ en } 0 \text{ m} \\ \sigma' &= 0 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \text{ en } 0 \text{ m} \\ U &= 0 \text{ KN/m}^2 \text{ en } 0 \text{ m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (0.25)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= 40 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \dots \dots \dots \text{ en } 2 \text{ m} \\ \sigma' &= 40 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \dots \dots \dots \text{ en } 2 \text{ m} \\ U &= 0 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \dots \dots \dots \text{ en } 2 \text{ m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (0.5)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= 56.5 \text{ KN/m}^2 \dots \dots \dots \text{ en } 1 \text{ m} \\ \sigma' &= 56.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \dots \dots \dots \text{ en } 1 \text{ m} \\ U &= 0 \text{ KN/m}^2 \dots \dots \dots \text{ en } 1 \text{ m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= 124.5 \text{ KN/m}^2 \dots \dots \dots \text{ en } 4 \text{ m} \\ \sigma' &= 84.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \dots \dots \dots \text{ en } 4 \text{ m} \\ U &= 40 \text{ KN/m}^2 \dots \dots \dots \text{ en } 4 \text{ m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_M &= 181.5 \text{ KN/m}^2 \dots \dots \dots \text{ en } 3 \text{ m} \\ \sigma'_M &= 111.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \dots \dots \dots \text{ en } 3 \text{ m} \\ U_M &= 70 \text{ KN/m}^2 \dots \dots \dots \text{ en } 3 \text{ m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (0.5)$$

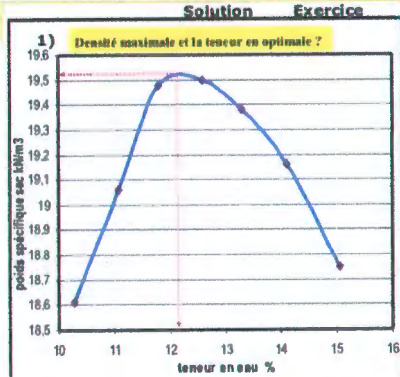


$$\dots \dots \dots (1.75)$$

**Exercice N°3 :( 3 point)**

..... (1)

pois d'un échantillon de ce sol (N)	0,0665	0,0612	0,0502	0,0518	0,0520	0,0477	0,0474
La teneur en eau w%	10,28	11,07	11,80	12,60	13,28	14,11	15,04
Le poids de sol sec avec le moule compactage (N)	28,21	28,64	29,04	29,06	28,95	28,74	28,34
Le poids de sol sec	0,018176	0,01860	0,019006	0,019026	0,018916	0,018706	0,018306
$\gamma_d$	18,9333333	19,3812	19,7979167	19,81875	19,7041667	19,4854167	19,06875



Graphiquement  
On peut lire :

$\gamma_{d\max} = 19,52 \text{ kN/m}^3$   
 $w_{opt} = 12,20 \%$

..... (1)

la densité maximale et la teneur en eau optimale

$w_{opt} \% = 12,6086957 \%$

$\gamma_{d\ opt} = 19,5 \text{ KN/m}^3$

2. Calculer la teneur en eau à saturation 100%, à la densité maximale, si  $G_s=2,67$  ..... (1)

$$W_{sat} = \frac{e \gamma_w}{\gamma_s}$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = 0,369$$

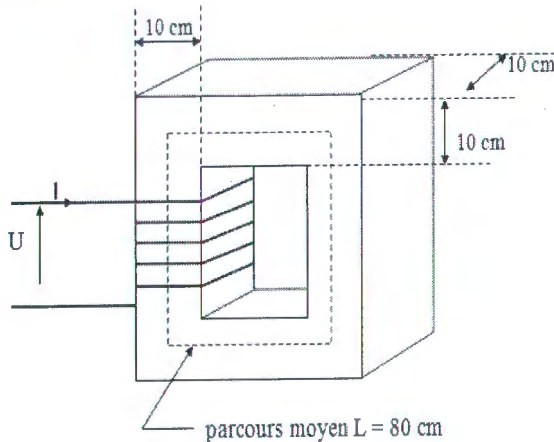
$$W_{sat} = \frac{0,369 * 10}{26,7} = 0,138$$

$W_{sat} = 13,82\%$



**Contrôle en électricité industrielle**

**Exercice 1**



On bobine  $N = 100$  spires de fils de cuivre sur un circuit magnétique. Le matériaux utilisé est de fer de perméabilité relative  $\mu_r = 528,6$  .  
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$  ,  $I = 12,5\text{A}$

- 1) Calculer la réluctance du circuit magnétique.
- 2) Donner le flux traversant le circuit magnétique et déduisez l'induction B.
- 3) Calculer l'excitation champ magnétique H.

**Exercice 2**

Un transformateur monophasé porte les indications suivantes sur sa plaque signalétique:

$S_n = 2200 \text{ VA}$ , le rendement 95%,  $U_{1n} = 220 \text{ V}$  ,  $U_{2n} = 127 \text{ V}$

- 1) Calculer le courant primaire nominal:  $I_{1n}$
- 2) Calculer le courant secondaire nominal:  $I_{2n}$
- 3) Calculer le rapport de transformation m
- 4) Calculer la valeur des pertes dans le transformateur si  $\cos \varphi_2 = 0,8$
- 5) Représenter le schéma équivalent d'un transformateur réel.

**Question de cour**

Répondre avec vrai ou faux? et corriger les erreurs?

1. La tension en analogie hydraulique est équivalente à la hauteur.
2. Une batterie une source de courant alternatif.
3. Dans un groupement des résistances en parallèle la tension et le courant sont les même pour toutes les résistances
4. Un courant triphasé utilise trois conducteurs (2 phases+ neutre)
5. Les appareils électriques suivants sont des récepteurs : Lampe, résistance , dynamo
6. Le cuivre et l'Aluminium sont des matériaux ferromagnétiques .
7. Un transformateur converti un courant continu à un courant alternatif.
8. L'unité de la force électromotrice est le volt
9. Les pertes fer dans un transformateur se trouve dans le bobinage.

# Corrigé type du contrôle Electricité industrielle

2019

Exo 1 :

1 - Calcul de la Réactance

$$R = \frac{L}{\mu S}$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r = (4\pi \cdot 10^{-7}) (528,6) = 0,000663$$

$$S = 10 \times 10 = 100 \text{ cm}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$R = \frac{0,80}{(4\pi \cdot 10^{-7}) (528,6) \times 10^{-2}}$$

$$R = 120496,15$$

2 - Calcul du flux

$$\phi = \frac{NI}{R} = \frac{100 \cdot 12,5}{120496,15}$$

$$\phi = 0,0103 \text{ Wb}$$

$$B = \frac{\phi}{S} = \frac{0,0103}{10^{-2}}$$

$$B = 1,03 \text{ T Tesla}$$

3 -  $H = \frac{NI}{L} = \frac{100 \cdot 12,5}{0,8}$

$$H = 1562,5 \text{ At/m}$$

Exo 2 :

① Calcul de  $I_{1n}$

$$I_{1n} = \frac{S_n}{U_{1n}} = \frac{2200}{220} = 10 \text{ A}$$

② Calcul de  $I_{2n}$

$$I_{2n} = \frac{S_n}{U_{2n}} = \frac{2200}{125} = 17,3 \text{ A}$$

③ Calcul de  $m$

$$m = \frac{U_{2n}}{U_{1n}} = \frac{125}{220} = 0,57$$

④ Calcul des pertes  $\Sigma$  Pertes

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Sigma \text{ Pertes}}$$

$$P_2 = U_{2n} \cdot I_{2n} \cos \varphi_2 = S_{2n} \cos \varphi_2 = 2200 \times 0,8 = 1760 \text{ W}$$

$$\text{Pertes} = \frac{P_2}{\eta} - P_2 = \frac{P_2}{\eta} (1 - \eta)$$

$$\text{Pertes} = 1760 \left( \frac{1 - 0,95}{0,95} \right) = 92,63 \text{ W}$$
$$\eta_{\text{Pertes}} = 92,63 \text{ W}$$

4 - Schéma équivalent  
d'un transformateur réel  
(com) (0.5)

Question de com

1 - Vrais (0.5)

2 - Faux (0.5)

1 batterie une source de  
courant (-) (0.5)

3 - Faux (0.5)

- la tension est la même (0.5)  
- le courant n'est pas le même

4 - Faux (0.5)

1 courant triphasé utilise

4 conducteurs (3 phases + neutre) (0.5)

5 - Vrais (2 ampère, résistance) (0.5)

Faux (dynamisme) → génératrice (0.5)

6 - Faux (0.5)

le Cu diamagnétique (0.5)

l'Al paramagnétique (0.5)

7 - Faux (0.5)

il convertit 1 courant (V)  
à 1 autre courant (V)  
de même fréquence (0.5)

8 - Vrais (0.5)

9 - Faux : les pertes fer  
se trouve dans le circuit  
magnétique. (0.5)



**Contrôle de l'Hydraulique et Pneumatique**

(Durée 1h30min)

**Exercice 1:** Calculer la pression effective et absolue au point A (voir figure 1).

Sachant que : la densité de l'huile  $d_H=0.85$   
la densité du mercure  $d_M=13.6$ .  
la pression atmosphérique  $p_{atm}=1.013\text{bar}$ .  
(Recopier la figure).

**Exercice 2 :** Dans le système pompe-turbine illustré sur la figure 2 il y a 38m de conduite de 5cm de diamètre, 23m de conduite de 15cm de diamètre et 45m de conduite de 7.5cm de diamètre.

Les coefficients de perte de charge dus au frottement des conduites sont  $\lambda_1=0.03$ ,  $\lambda_2=0.026$  et  $\lambda_3=0.028$ .  
Le coefficient de singularité de chaque coude est  $k_c=0.95$  et le coefficient de la vanne est  $k_v=6.3$ .

Le jour l'eau est véhiculée du réservoir haut (A) vers le réservoir bas (B) pour alimenter la turbine. La nuit l'eau est pompée du réservoir bas (B) vers le réservoir haut (A) pour rétablir la situation. Quand le débit d'eau est 5 l/s dans les deux sens,

- 1- Calculer la perte de charge totale du circuit.
- 2- Quelle est la puissance délivrée à la turbine?
- 3- Quelle est la puissance extraite de la pompe?

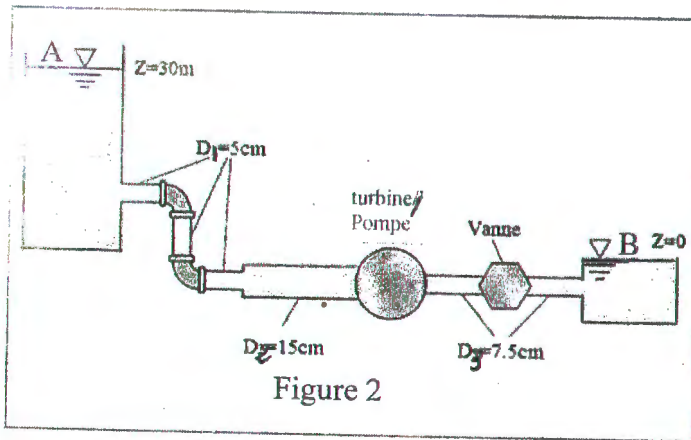


Figure 2

**Exercice 3:** Une pompe produit une pression de 50bar. Elle tourne à 2500 tr/min et fournit un débit réel de 150litre/s. Ses rendements volumique et global sont  $\eta_v=90\%$  et  $\eta_g=80\%$  respectivement.

- Calculer la cylindrée et la puissance mécanique de la pompe.

**التمرين 1:** احسب الضغط الفعال والمطلق عند النقطة A (انظر الشكل 1).

مع العلم أن: كثافة الزيت  $d_H=0.85$

كثافة الزئبق  $d_M=13.6$ .

الضغط الجوي  $p_{atm}=1.013\text{bar}$ . (اعد رسم الشكل)

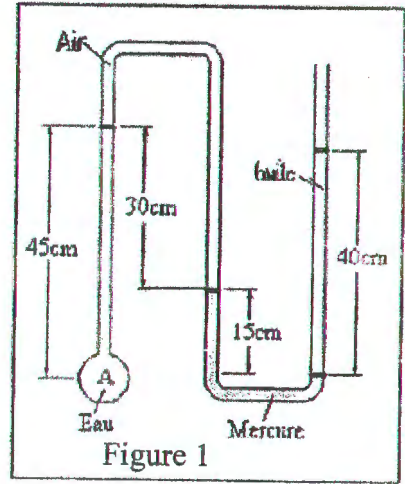


Figure 1

**التمرين 2:** يوجد في النظام توربين-مضخة الموضح في الشكل 2، 38 م من أنبوب قطره 5cm، و 23m من أنبوب قطره 15cm، و 45m من أنبوب قطره 7.5cm. معاملات الاحتكاك للأنبوب هي  $\lambda_1=0.03$ ،  $\lambda_2=0.026$  و  $\lambda_3=0.028$ .

معامل ضياع الحمولة لكل مرفق هو  $k_c=0.95$  و معامل ضياع  $k_v=6.3$ .

خلال النهار يتم نقل المياه من الخزان الأعلى (A) إلى الخزان الأسفل (B) لتشغيل التوربين، وفي الليل يتم ضخ المياه من الخزان الأسفل (B) إلى الخزان الأعلى (A) لاستعادة الوضع.

ما يكون تدفق المياه 5 l/s في كلي الاتجاهين:

احسب ضياع الحمولة الكلي للمسار.

2- ما هي الاستطاعة التي يتم تزويدها للتوربين؟

3- ما هي الاستطاعة المستخرجة من المضخة؟

**التمرين 3:** تنتج مضخة ضغطاً قدره 50bar. تعمل بسرعة

2500 tr/min وتوفر تدفقاً حقيقياً قدره 150litre/s.

المردود الحجمي والكلي هم  $\eta_v=90\%$  و  $\eta_g=80\%$  على التوالي.

- احسب السعة والاستطاعة الميكانيكية للمضخة.

(Les unités sont obligatoires إجبارية)

**Corrigé du Contrôle de l'Hydraulique et Pneumatique**

**Exercice 1:(6.5pts)**

**Calculer la pression effective au point A**

Pour calculer la pression effective au point A, on applique l'équation fondamentale de la statique entre les points A-1, 1-2, 2-3, et 3-4.

$$p_A - p_1 = \rho_E g(z_1 - z_A) \quad 0.5$$

$$p_1 - p_2 = \rho_A g(z_2 - z_1) = 0 \text{ (l'air est un gaz)} \quad 0.75$$

$$p_2 - p_3 = \rho_M g(z_3 - z_2) \quad 0.5$$

$$p_3 - p_4 = \rho_H g(z_4 - z_3) \quad 0.5$$

Par sommation on trouve

$$p_A - p_4 = \rho_E g(z_1 - z_A) + \rho_M g(z_3 - z_2) + \rho_H g(z_4 - z_3) \quad 0.5$$

$$p_4 = p_{atm} \quad 0.5$$

donc

$$p_{Aeff} = g(\rho_E(0.45m) + \rho_M(-0.15m) + \rho_H(0.4m)) \quad 0.75$$

En mettant dans cette formule la masse volumique de l'eau en facteur on trouve

$$p_{Aeff} = g\rho_E((0.45m) + d_M(-0.15m) + d_H(0.4m)) \quad 0.5$$

Où  $d_M$ , et  $d_H$  sont les densités du mercure et de l'huile respectivement.

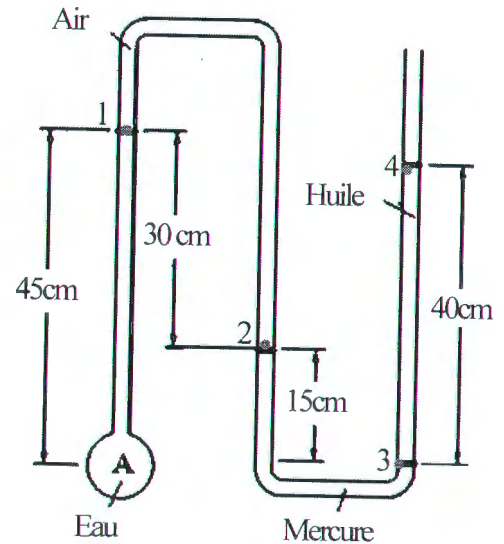
$$p_{Aeff} = 9.81\left(\frac{N}{kg}\right) \times 1000\left(\frac{kg}{m^3}\right)((0.45m) + 13.6(-0.15m) + 0.85(0.4m))$$

$$p_{Aeff} = -12262.5 Pa \quad 0.5$$

**Calculer la pression absolue au point A**

$$p_{Aabs} = p_{Aeff} + p_{atm} \quad 0.5$$

$$p_{Aabs} = -12262.5 Pa + 1.013 \times 10^5 Pa = 0.8903 \times 10^5 Pa = 0.8903 bar \quad 0.5$$



**Exercice 2:(11pts)**

Dans le circuit on a trois conduites qui ont les caractéristiques suivantes:

$$L_1=38m \quad D_1=5cm \quad \lambda_1=0.03 \quad k_c=0.95$$

$$L_2=23m \quad D_2=15cm \quad \lambda_2=0.026$$

$$L_3=45m \quad D_3=7.5cm \quad \lambda_3=0.028 \quad k_v=6.3$$

$$Q=5 \text{ l/s} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

**1-Calculer la perte de charge totale du circuit**

$$\Delta H_{tot} = \sum \Delta H_l + \sum \Delta H_s \quad 0.5$$

**Corrigé du Contrôle de l'Hydraulique et Pneumatique**

**-La perte de charge linéaire**

$$\sum \Delta H_l = \Delta H_{l1} + \Delta H_{l2} + \Delta H_{l3} \quad 0.5$$

$$\Delta H_{li} = \lambda_i \frac{U_i^2 L_i}{2g D_{Hi}} \quad 0.5$$

$$U_i = \frac{4Q}{\pi D_i^2} \quad 0.5$$

$$U_1 = \frac{4Q}{\pi D_1^2} = \frac{4 \times 5 \times 10^{-3} (m^3)}{\pi \times (0.05 m)^2} = 2.55 m/s \quad 0.5$$

$$U_2 = \frac{4Q}{\pi D_2^2} = \frac{4 \times 5 \times 10^{-3} (m^3)}{\pi \times (0.15 m)^2} = 0.283 m/s \quad 0.5$$

$$U_3 = \frac{4Q}{\pi D_3^2} = \frac{4 \times 5 \times 10^{-3} (m^3)}{\pi \times (0.075 m)^2} = 1.132 m/s \quad 0.5$$

$$\sum \Delta H_l = 0.03 \frac{2.55^2}{2 \times 9.81} \frac{38}{0.05} + 0.026 \frac{0.283^2}{2 \times 9.81} \frac{23}{0.15} + 0.028 \frac{1.132^2}{2 \times 9.81} \frac{38}{0.05}$$

$$\sum \Delta H_l = 7.556 m + 0.016 m + 1.097 m = 8.669 m \quad 0.75$$

$$\sum \Delta H_s = 2k_c \frac{U_1^2}{2g} + k_v \frac{U_3^2}{2g} \quad 0.75$$

$$\sum \Delta H_s = 2 \times 0.95 \frac{2.55^2}{2 \times 9.81} + 6.3 \frac{1.132^2}{2 \times 9.81} = 1.041 \quad 0.5$$

$$\Delta H_{tot} \approx 9.71 m \quad 0.25$$

**2-La puissance délivrée à la turbine**

On applique l'équation de Bernoulli entre A et B (le jour)

$$\frac{U_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\rho g} + z_A = \frac{U_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\rho g} + z_B + h_T + \Delta H_{tot} \quad 0.75$$

$$U_A = U_B = 0 \text{ (Surface d'un réservoir)} \quad 0.25$$

$$p_A = p_B = p_{atm} \quad 0.25$$

$$z_A = 30 m, z_B = 0 \quad 0.25$$

$$\text{Donc : } h_T = z_A - z_B - \Delta H_{tot}$$

$$h_T = 30 m - 9.71 m = 20.29 m \quad 0.5$$

Ainsi la puissance de la turbine est

$$\mathcal{P}_T = \rho Q g h_T \quad 0.5$$

$$\mathcal{P}_T = 1000 \left( \frac{kg}{m^3} \right) 5 \times 10^{-3} (m^3/s) 9.81 \left( \frac{N}{kg} \right) 20.29 (m) = 995.22 \text{ Watt} \quad 0.5$$

**3-La puissance extraite de la pompe**

On applique l'équation de Bernoulli entre B et A (la nuit)



**Corrigé du Contrôle de l'Hydraulique et Pneumatique**

$$\frac{U_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\rho g} + z_B + h_p = \frac{U_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\rho g} + z_A + \Delta H_{tot} \quad 0.75$$

On a les mêmes conditions

$$U_A = U_B = 0 \text{ (Surface d'un réservoir)}$$

$$p_A = p_B = p_{atm}$$

$$z_A = 30m, z_B = 0$$

Donc

$$h_p = z_A - z_B + \Delta H_{tot} \quad 0.25$$

Puisque le débit est le même donc les vitesses d'écoulement dans les conduites et les pertes de charges restent les mêmes qu'au jour.

$$h_p = 30m + 9.71m = 39.71m \quad 0.5$$

$$\mathcal{P}_p = \rho Q g h_p \quad 0.25$$

$$\mathcal{P}_p = 1000 \left(\frac{kg}{m^3}\right) \times 5 \times 10^{-3} (m^3/s) \times 9.81 \left(\frac{N}{kg}\right) \cdot 39.71(m) = 1947.776Watt \quad 0.5$$

**Exercice 3:(4pts)**

**1-Calculer la cylindrée de la pompe**

$$\text{On a } Q_{th} = Cyl \times N \quad 0.5$$

$$\text{donc } Cyl = \frac{Q_{th}}{N}$$

or

$$\eta_v = \frac{Q_r}{Q_{th}} \quad 0.5$$

$$\text{donc } Q_{th} = \frac{Q_r}{\eta_v} = \frac{150 l/s}{0.9} = 166.66 l/s \quad 0.5$$

$$Cyl = \frac{166.66 l/s}{\frac{2500}{60} tr/s} = 4 l/tr \quad 0.5$$

**2-Calculer la puissance mécanique de la pompe**

$$\text{On a } \eta_g = \frac{P_H}{P_M} \quad 0.5$$

$$P_H = p \cdot Q_{th} \quad 0.5$$

$$P_H = 50 \times 10^5 (Pa) \times 166.66 \times 10^{-3} (m^3/s) = 833.33 kWatt \quad 0.5$$

$$\text{donc } P_M = \frac{P_H}{\eta_g} = \frac{833.33 (kWatt)}{0.8} = 1041.625 kWatt \quad 0.5$$

**EMD°2**

**Navigation aérienne**

QSM :

1) La terre est une sphère de rayon

- a.  $R = 6730$  km
- b.  $R = 6370$  km
- c.  $R = 7630$  km

2) L'équateur est l'intersection de la terre avec :

- a. un demi plan contenant l'axe des pôles
- b. un plan normal à l'axe des pôles
- c. un plan normal à la ligne pôles passant par le centre

3) le parallèle est l'intersection de la terre avec :

- a. un plan passant par le centre
- b. un plan ne passant pas par le centre
- c. un plan normal à l'axe des pôles

4) QDR est :

- a. le relèvement magnétique de l'avion par la station
- b. le relèvement vrai de la station par l'avion
- c. le relèvement magnétique de la station par l'avion

5) QUJ est :

- a. le relèvement vrai de l'avion par la station
- b. le relèvement vrai de la station par l'avion
- c. le relèvement magnétique de la station par l'avion

### Exercice 01

A une vitesse 420 kt, on quitte A ( $30^{\circ}00' \text{ S}-170^{\circ}20' \text{ E}$ ) à 8h00, on maintient la Rv  $145^{\circ}$  constante ;

-Trouver les coordonnées à 12h00. ( $Lc\ 30^{\circ}00' = 1888.4$  ;  $Lc\ 52^{\circ}56' = 3755.5$ )

### Exercice 02

Soit une station S où la déclinaison magnétique  $D_{ms}$   $8^{\circ} \text{ W}$

Un avion A est suffisamment proche pour considérer comme nulle la convergence des méridien entre l'avion et la station. Par contre les déclinaisons magnétiques sont différentes ( $D_{ms} \neq D_{ma}$ )

Cet avion est situé sur le QDR  $060^{\circ}$  de S, au Cm  $150^{\circ}$  et relève la station S au gisement  $078^{\circ}$

- Que vaut-la  $D_{ma}$  à l'avion ?



## EMD°2

### Navigation aérienne

QSM : 5 P4

1) La terre est une sphère de rayon

- a.  $R = 6730$  km
- b.  $R = 6370$  km
- c.  $R = 7630$  km

2) L'équateur est l'intersection de la terre avec :

- a. un demi plan contenant l'axe des pôles
- b. un plan normal à l'axe des pôles
- c. un plan normal à la ligne pôles passant par le centre

3) le parallèle est l'intersection de la terre avec :

- a. un plan passant par le centre
- b. un plan ne passant pas par le centre
- c. un plan normal à l'axe des pôles

4) QDR est :

- a. le relèvement magnétique de l'avion par la station
- b. le relèvement vrai de la station par l'avion
- c. le relèvement magnétique de la station par l'avion

5) QUJ est :

- a. le relèvement vrai de l'avion par la station
- b. le relèvement vrai de la station par l'avion
- c. le relèvement magnétique de la station par l'avion

Faculté / Institut :

كلية / معهد

Département :

L2 aéronautique

قسم



Nom et prénom du candidat :

Correction EMD°2

الاسم العائلي و الشخصي المترشح

Concours écrit de :

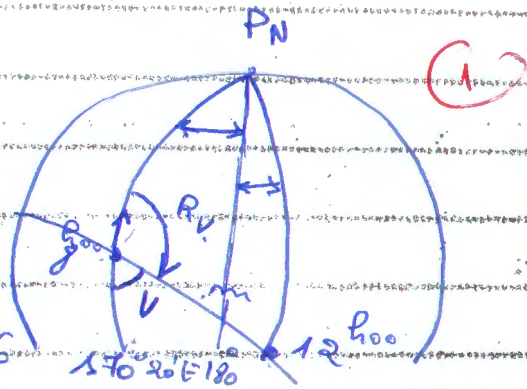
Navigation Aérienne

امتحان مكتوب

Exercice 01 7pt

coordonnées à 12 h00

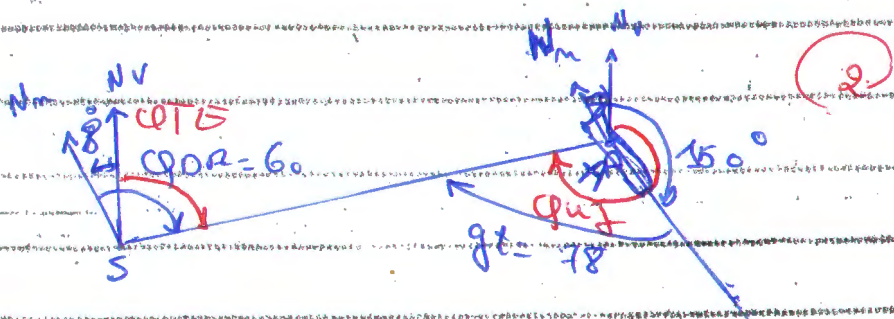
- ①  $V = 180 - RV = 35^\circ$
- ②  $m = 4 \times 420 = 1680 \text{ NM} - \Delta L$
- ③  $\Delta L = 1680 \cos 35^\circ = 1385.6$
- ④  $L = 52^\circ 56' S$



①  $\tan 35^\circ = \frac{\Delta g}{L \cos L} \Rightarrow \Delta g = 21^\circ 48'$

②  $g = 167^\circ 52' W$

Exercice 02 8pt



$$\textcircled{1} \rightarrow \varphi_{TE} = \varphi_{DA} + Dm_s$$

$$\varphi_{TE} = 60 - 8$$

$$\textcircled{1} \quad \boxed{\varphi_{TE} = 52^\circ}$$

$$\textcircled{1} \rightarrow \varphi_{uj} = \varphi_{TE} \pm 180^\circ$$

$$= 52 + 180^\circ$$

$$\textcircled{1} \rightarrow \boxed{\varphi_{uj} = 232^\circ}$$

$$\textcircled{1} \rightarrow \varphi_{uj} = C_v + \varphi_t \Rightarrow C_v = \varphi_{uj} - \varphi_t$$

$$C_v = 232 - 78 = 154^\circ$$

$$\boxed{C_v = 154^\circ}$$

$$\textcircled{1} \rightarrow C_v = C_m + Dm_A \Rightarrow Dm_A = C_v - C_m$$

$$Dm_A = 154 - 150 = +4^\circ = 4^\circ E$$

$$\textcircled{1} \quad \boxed{Dm_A = 4^\circ E}$$



CONTRÔLE SEMESTRIEL NOTIONS DE CONTROLE ET DE REGULATION

Nom : .....

Prénom : .....

**PARTIE1 :** répondez par **oui** ou **non**

Une réponse juste : c'est +1 point ; aucune réponse : c'est 0 point et une réponse fausse : c'est -0,5 point

- 1) le fluide réglant permet d'agir sur l'organe de réglage afin de la maintenir à une valeur déterminée. *Non*
- 2) l'organe de détection sert à mesurer la valeur réelle de la grandeur à régler. *Oui*
- 3) le thermostat d'ambiance est à la fois organe de mesure et de régulation. *Oui*
- 4) l'ensoleillement et le vent sont des grandeurs perturbatrices. *Oui*
- 5) dans la régulation proportionnelle on cherche une grandeur physique contrôlée avec peu d'écart. *Non*
- 6) une chaudière à deux allures correspond à une régulation tout-ou-peu. *Oui*
- 7) le principe de fonctionnement dans la régulation analogique est basé sur le fonctionnement d'un micro-processeur. *Non*
- 8) la valeur de consigne, c'est une grandeur physique instantanée. *Non*
- 9) Une vanne est un dispositif de réglage. *Oui*
- 10) La différence entre la grandeur mesurée et la consigne est toujours positif. *Non*

**PARTIE2 :**

- 1) Quels sont les différents organes qui peuvent constituer un thermostat ?
- 2) Comment peut-on réaliser une régulation automatique ?
- 3) Quelles est la différence entre la régulation analogique et la régulation numérique ?

un thermostat est constitué de trois parties :

- ① un élément sensible : chargé de contrôler la température, par un moyen physique en produisant une action mécanique
- ② un comparateur : chargé de comparer la valeur mesurée avec la consigne
- ③ un élément d'exécution : chargé d'assurer la commande électrique nécessaire.

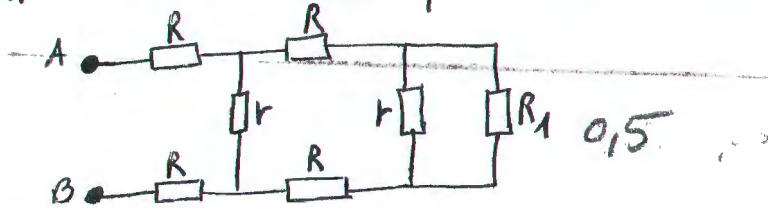
② on peut réaliser une régulation automatique :

- ① en mesurant la valeur réelle de la grandeur physique à régler
- ② en la comparant avec le (pt) point de consigne.
- ③ en agissant sur la grandeur de réglage ( $T^\circ$ ,  $Q$ , ~~ou~~ débit d'un fluide) pour réduire l'écart constaté.

③	régulation analogique	régulation numérique
1 pb	pont de wheatstone	1 pb micro - processeur → fonction-mémoire
1 pb	pas communicante	1 pb souvent communicante

exercice 1 (7pt)

- l'association en série de (2) résistances (R) et une résistance (r)  
d'où  $R_1$  est la résistance équivalente à cette association



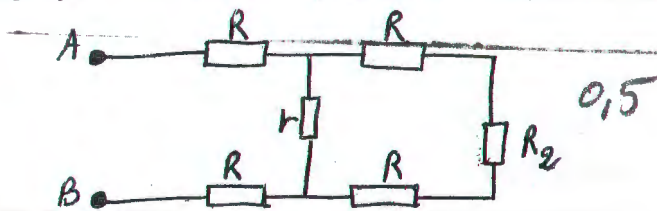
$$R_1 = 2R + r \quad 0,75$$

- $R_1$  et r en parallèle qui donne une résistance équivalente  $R_2$

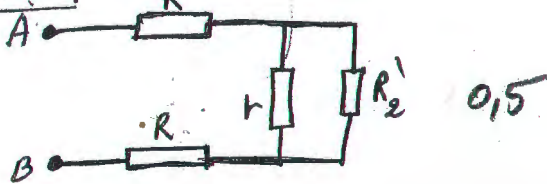
$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{r} + \frac{1}{R_1} \quad 0,15$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{r} + \frac{1}{2R+r} \quad 0,15 \Rightarrow R_2 = \frac{r(2R+r)}{2R+r} \quad 0,15$$

- $R_2$  se trouve en série avec deux résistances R



$$R_2' = R_2 + 2R \quad 0,15$$



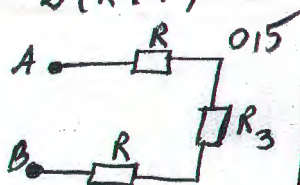
- $R_3$  l'association parallèle de (r) d'une part et de  $R_2' = R_2 + 2R$

$$\text{donc : } R_3 = \frac{r(2R+R_2)}{2R+r+R_2} \quad 0,75$$

en remplace  $R_2$  par sa valeur :

$$R_3 = \frac{r \left( 2R + \frac{r(2R+r)}{2(R+r)} \right)}{2R+r + \frac{r(2R+r)}{2(R+r)}} = \frac{r(4R^2 + 6Rr + r^2)}{4R^2 + 8Rr + 3r^2} \quad 0,75$$

le schéma devient :



$$R_{eq} = 2R + R_3 = 2R + \frac{r(4R^2 + 6Rr + r^2)}{4R^2 + 8Rr + 3r^2} \quad 0,75$$



02 (7PB)

on calcul le courant ( $I_1$ ) aux borne de la resistance ( $R_1$ ) qui regne la tension ( $E$ )

$$\text{ona: } I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ A } 0,5$$

→ la loi d'ohm nous donne les trois equation suivante:

$$E - V_c = R_3 I_3 \quad \text{--- (1) } 0,5$$

$$E - V_c = (R_4 + R_5) I_4 \quad \text{--- (2) } 0,5$$

$$V_c = R_2 I_2 \quad \text{--- (3) } 0,5$$

→ et la loi des nœuds nous donne:

$$I_2 = I_3 + I_4 \quad \text{--- (4) } 0,5$$

(4) equations et quatre inconnues, on exprime tous les courants en fonction de ( $V_c$ ) à l'aide des equation ~~(1), (2), (3)~~ puis à les remplacer dans l'eq (4)

on obtient:

$$I_3 = \frac{E - V_c}{R_3} \quad \text{--- (5) } 0,5$$

$$I_4 = \frac{E - V_c}{R_4 + R_5} \quad \text{--- (6) } 0,5$$

$$I_2 = \frac{V_c}{R_2} \quad \text{--- (7) } 0,5$$

l'eq (4) devient:

$$\frac{V_c}{R_2} = \frac{E - V_c}{R_3} + \frac{E - V_c}{R_4 + R_5}$$

$$V_c \times \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \right) = E \times \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \right)$$

$$V_c = E \times \frac{\left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \right)}{\left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \right)} \quad 0,25$$

$$\boxed{V_c = 23 \text{ V}} \quad 0,25$$

eq (5), (6), (7) nous donnent les valeurs de courant  $I_2, I_3, I_4$

$$I_2 = 0,23 A \quad 0,25$$

$$I_3 = 0,115 A \quad 0,25$$

$$I_4 = 0,115 A \quad 0,25$$

en appliquant la loi des nœuds au pt (B), on obtient:  $I_x = I_3 + I_4 = 0,23 A$

de m pour:  $I_0 = I_1 + I_x = 1,5 + 0,23 = 1,73 A$

$$I_x = 0,23 A \quad 0,15$$

$$I_0 = 1,73 A \quad 0,15$$