

LHD, ST<sub>2</sub>

24/05/2018

جامعة قسنطينة 01

مدرسة العلوم والتكنولوجيا

مقياس: Maths (04)

امتحان مقياس رياضيات (04)

المعبرين (1): لتكن الدالة  $f$  :  
 $f(z) = e^{z+1}$

(1) أكتب الدالة  $f$  على الشكل :  
 $u(x,y) + i v(x,y)$

(2) هل الدالة  $f$  هولومورفية (تحليلية) ؟

المعبرين 02: لتكن الدالة  $f$  :  
 $f(z) = \frac{e^z}{z^2(z-1)}$

- عين النقاط الشادة وحدد نوعيتها.

- أحسب  $\oint_C \frac{e^z}{z^2(z-1)} dz$  حيث  $C$  مثلث رؤوسه

$A(0,4), B(-3,0), C(1,-2)$ .

المعبرين 03: لتكن الدالة  $f$  :

$$f(z) = \frac{6}{(z-3)(z+4)}$$

- أنشر الدالة  $f$  في سلسلة لوران في الحلقتين :

- الحلقة الأولى :  $3 < |z| < 4$

- الحلقة الثانية :  $4 < |z| < +\infty$

- عين في كل نشر الجزء الصحيح والجزء الأساسي

وكذلك المعاملات  $a_n$  و  $a_{-n}$  بالتوقيع

التصحيح النموذجي لامتحان

Maths 04

$$f(z) = e^{z+1}$$

المركبة 01 : 4pt

كتابة  $f$  على الشكل  $u(x,y) + i v(x,y)$

$$f(z) = e^{z+1} = e^{x+i y+1} = e^{(x+1)+i y} = e^{x+1} \cdot e^{i y} \quad (0,25)$$

حسب Euler :

$$f(z) = e^{x+1} (\cos y + i \sin y) = e^{x+1} \cos y + i e^{x+1} \sin y \quad (0,25)$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} u(x,y) = e^{(x+1)} \cos(y) \quad (0,5) \\ v(x,y) = e^{(x+1)} \sin(y) \quad (0,5) \end{array} \right.$$

(2)  $f$  هولومورفية  $\Leftrightarrow u, v$  قابلين للاستيفاء  
 - معادلتني كوشي ريمان صحيحة (0,25)

- لدينا  $u$  و  $v$  قابلين للاستيفاء.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} \quad \text{--- (1)} \\ \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x} \quad \text{--- (2)} \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial x} = e^{x+1} \cos y \\ \frac{\partial v}{\partial y} = e^{x+1} \cos y \end{array} \right.$$

المعادلة (1) صحيحة  $\Rightarrow$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial y} = -e^{x+1} \sin y \\ \frac{\partial v}{\partial x} = e^{x+1} \sin y \end{array} \right. \Leftrightarrow \text{المعادلة (2) صحيحة}$$

اذن  $f$  دالة هولومورفية (تحليلية) (0,5)

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

المترتبة 02 :  $\frac{8}{15}$

(a)

نعيّن النطاق الشهادة :

$$Df = \mathbb{C} - \{0, 1\}$$

f تحليلية في  $\mathbb{C} - \{0, 1\}$  ومنه  $z_0 = 0$  و  $z_1 = 1$  نقطان شهادة معزولة

$$z_1 = 1$$

$z_0 = 0$  : نحدد يد النوع

نحدد يد النوع

$$\lim_{z \rightarrow 0} f(z) = \infty$$

$$\lim_{z \rightarrow 1} f(z) = \infty$$

$z \rightarrow 0$

ومنه  $z_0 = 0$  قطب

$z \rightarrow 1$

ومنه  $z_1 = 1$  قطب

تحديد الدرجة : (النظرية 2) للقطب

تحديد الدرجة :

$$\lim_{z \rightarrow z_0} (z - z_0)^m f(z)$$

$$\lim_{z \rightarrow z_1} (z - z_1)^m f(z)$$

$z \rightarrow z_1$

$$= \lim_{z \rightarrow 1} (z-1) \frac{e^z}{z^2(z-1)}$$

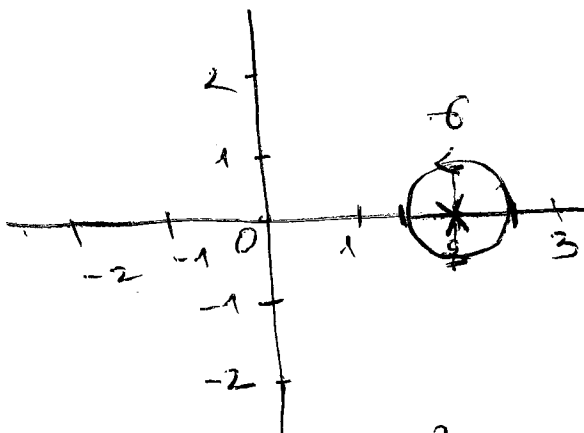
$$= \frac{e}{1} = e \neq 0$$

ومنه  $z_1 = 1$  قطب من الدرجة 1

$$= \lim_{z \rightarrow 0} z^2 \frac{e^z}{z^2(z-1)} = \frac{1}{-1} = -1 \neq 0$$

ومنه  $z_0 = 0$  قطب من الدرجة 2

رسم الخفاف



طابق  
المنطق

$$\int_{\delta} \frac{e^z}{z^2(z-1)} dz$$

الحالة 1 :  $|z-1| = \frac{1}{2}$

دائرة مركزها 1 و  $R = \frac{1}{2}$

نلاحظ ان  $\left\{ \begin{array}{l} z_0 = 0 \\ z_1 = 1 \end{array} \right.$  يقعان خارج  $\delta$

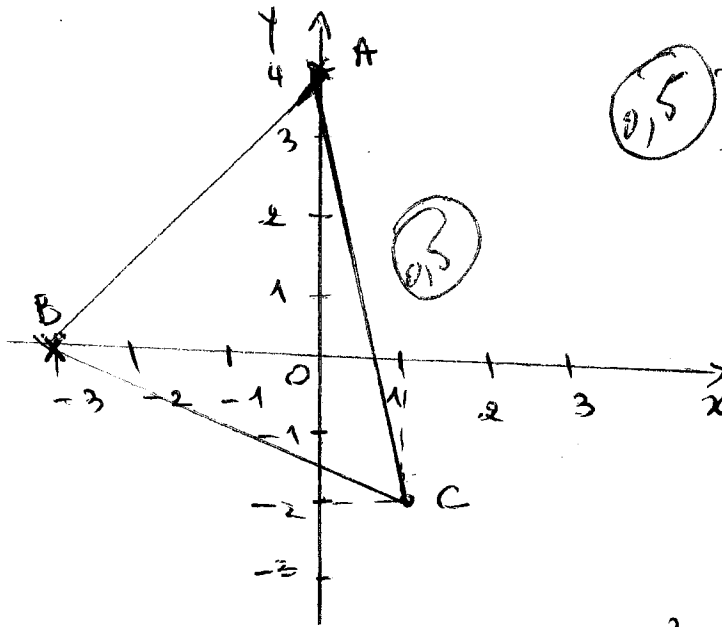
$$\int_{\delta} e^z dz = 0$$

ومنه

الحالة 2: مثلث رؤوسه  $A(0,4), B(-3,0), C(1,-2)$

رسم الكفاف:

لا حافة  $z_0 = 0$  تقع داخل  $\gamma$   
 $z_1 = 1$  تقع خارج  $\gamma$



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

$$\Leftrightarrow \oint_{\gamma} \frac{e^z}{z^2(z-1)} dz = \oint_{\gamma} \frac{\frac{e^z}{z-1}}{z^2} dz = \oint_{\gamma} \frac{f(z)}{(z-z_0)^{n+1}} dz$$

$$\Leftrightarrow f(z) = \frac{e^z}{z-1} \quad n+1=2 \Leftrightarrow n=1$$

نلاحظ ان  $f^{(n)}$  داخل  $\gamma$  و  $z_0 = 0$  و  $n=1$  و  $z_1 = 1$  خارج  $\gamma$  و  $z_0 = 0$  هو نقطة كوكب القمر

$$\oint_{\gamma} \frac{e^z}{z^2(z-1)} dz = \frac{2\pi i}{n!} f^{(n)}(z_0) = \frac{2\pi i}{1!} f^{(1)}(0) = 2\pi i f^{(1)}(0)$$

$$f(z) = \frac{e^z}{z-1} \Leftrightarrow f^{(1)}(z) = \frac{e^z(z-1) - e^z}{(z-1)^2} = \frac{e^z((z-1)-1)}{(z-1)^2}$$

$$f^{(1)}(z) = \frac{e^z(z-2)}{(z-1)^2} \Leftrightarrow f^{(1)}(0) = \frac{-2}{1} = -2$$

$$\Leftrightarrow \oint_{\gamma} \frac{e^z}{z^2(z-1)} dz = -4\pi i$$

$$f(z) = \frac{6}{(z-3)(z+4)} \quad (D_f = \mathbb{C} - \{3, -4\})$$

II

سأنتج تحليلية في الحلقة  $3 < |z| < 4$  فإن فصل النثر في الحلقة  
نشر الدالة  $f$  في سلسلة لوران في الحلقة  $3 < |z| < 4$

تفكيك الدالة:  $z_0 = 0 \Rightarrow$  الحوار هو  $3 < |z| < 4$

$$f(z) = \frac{6}{(z-3)(z+4)} = \frac{A}{z-3} + \frac{B}{z+4}$$

$$A = \frac{6}{7} \quad , \quad B = -\frac{6}{7}$$

$$\Rightarrow f(z) = \frac{6}{7} \left[ \frac{1}{z-3} - \frac{1}{z+4} \right]$$

نشر  $\frac{1}{z+4}$

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

تضع:  $t = \frac{z}{4}$

نريد أن  $|t| < 1 \Rightarrow |z| < 4$

في الحلقة  $3 < |z| < 4$  فإن  $|z| < 4$

و  $|z| < 4 \Rightarrow |z/4| < 1$

$$\frac{1}{z+4} = \frac{1}{4} \sum_{n=0}^{+\infty} (-1)^n \left(\frac{z}{4}\right)^n = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{4^{n+1}} z^n$$

نشر  $\frac{1}{z-3}$

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

تضع:  $t = \frac{3}{z}$

نريد أن  $|t| < 1 \Rightarrow |z| > 3$

في الحلقة  $3 < |z| < 4$  فإن  $|z| > 3$

$$\Rightarrow \frac{1}{|z|} < \frac{1}{3} \Rightarrow \left|\frac{3}{z}\right| < 1$$

$$\frac{1}{z-3} = \frac{1}{z} \sum_{n=0}^{+\infty} \left(\frac{3}{z}\right)^n$$

$$= \sum_{n=0}^{+\infty} 3^n \cdot \frac{1}{z^{n+1}}$$

وسه

و منه نشت الدالة  $f$  هو:

$$f(z) = \frac{6}{7} \left[ \sum_{n=0}^{+\infty} 3^n \cdot \frac{1}{z^{n+1}} - \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{4^{n+1}} z^n \right] \quad (0, 25)$$

$$\Rightarrow f(z) = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{6 \cdot 3^n}{7} \cdot \frac{1}{z^{n+1}} + \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{-6(-1)^n}{7 \cdot 4^{n+1}} z^n, \quad 3 < |z| < 4$$

الجزء الصحيح هو  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{-6(-1)^n}{7 \cdot 4^{n+1}} z^n$  (0, 25)

$$\Rightarrow a_n = \frac{-6(-1)^n}{7 \cdot 4^{n+1}} \quad (0, 25)$$

الجزء الخاطئ هو  $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{6 \cdot 3^n}{7} \cdot \frac{1}{z^{n+1}}$  (0, 25)

$$\Rightarrow a_{-n} = \frac{6 \cdot 3^n}{7} \quad (0, 25)$$

النشر في الحلقة  $4 < |z| < +\infty$

نشر  $\frac{1}{z+4}$

$$\frac{1}{z+4} = \frac{1}{z(1 + \frac{4}{z})} = \frac{1}{z} \left( \frac{1}{1 + \frac{4}{z}} \right) \quad (0, 25)$$

نرى هنا أن  $|\frac{4}{z}| < 1$

في الحلقة  $4 < |z| < +\infty$  فإن  $|z| > 4$

$$\Leftrightarrow \left| \frac{1}{z} \right| < \frac{1}{4} \Leftrightarrow \left| \frac{4}{z} \right| < 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{z+4} = \frac{1}{z} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \left( \frac{4}{z} \right)^n$$

$$= \sum_{n=0}^{+\infty} (-1)^n 4^n \cdot \frac{1}{z^{n+1}} \quad (0, 25)$$

نشر  $\frac{1}{z-3}$

$$\frac{1}{z-3} = \frac{1}{z(1 - \frac{3}{z})} \quad (0, 25)$$

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

نرى هنا أن  $|\frac{3}{z}| < 1$

في الحلقة  $4 < |z| < +\infty$  فإن  $|z| > 4$

$$\Leftrightarrow \left| \frac{1}{z} \right| < \frac{1}{4} \Leftrightarrow \left| \frac{3}{z} \right| < \frac{3}{4} < 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{z-3} = \frac{1}{z} \sum_{n=0}^{\infty} \left( \frac{3}{z} \right)^n$$

$$= \sum_{n=0}^{+\infty} 3^n \cdot \frac{1}{z^{n+1}} \quad (0, 25)$$

وصفه تسر الدالة  $f$  هو :

$$f(z) = \frac{6}{7} \left( \sum_{n=0}^{+\infty} 3^n \cdot \frac{1}{z^{n+1}} - \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n 4^n \cdot \frac{1}{z^{n+1}} \right) \quad (0,5)$$

$$f(z) = \sum_{n=0}^{+\infty} \left( \frac{6 \cdot 3^n}{7} - \frac{(-1)^n \cdot 6 \cdot 4^n}{7} \right) \frac{1}{z^{n+1}}, \quad 4 < |z| < +\infty$$

الجزء الصحيح <sup>الأساسي</sup> هو الدالة  $f$  و  $a_n = \frac{6 \cdot 3^n}{7} - \frac{(-1)^n \cdot 6 \cdot 4^n}{7}$  (0,5)

أما الجزء الصحيح فهو معدوم وبالتالي  $a_n = 0$  (0,5)

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

Nom :

Prénom :

*Le thigé type*

Groupe :

**Examen de Géologie**

**I. Choisissez la bonne réponse :**

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

- Potassium
- Silice
- Ferromagnésien

*D*

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

- Basique
- Acide
- Intermédiaire

*D*

**3. Les causes de métamorphismes sont**

- La température
- La pression
- La température et la pression

*D*

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

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

*D*

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

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

*D*

**6. L'hydratation favorise**

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

*D*

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

- Les plaques continentales
- Les plaques océaniques
- Les plaques continentales et océaniques

*D*



## II. Choisissez la bonne réponse avec la justification

1. La diminution de l'épaisseur d'un sol, résulte par l'altération chimique

Vrai

Faux

La diminution de l'épaisseur d'un sol, résulte par l'altération mécanique (érosion) (1,5)

2. La lithologie est une science qui définit la nature des roches

Vrai

Faux

La lithologie est une science qui définit la nature des sols. (1,5)

3. La zone de cisaillement est une plaque convergente

Vrai

Faux

La zone de cisaillement est représentée par les failles transformantes. (1,5)

4. La tectonique des plaques est le mouvement des couches

Vrai

Faux

La tectonique des plaques est une science qui explique le mouvement des plaques. (1,5)

5. Le rôle de géologie au génie civil est, d'étudier les types des couches

Vrai

Faux

Le rôle de géologie au GC est, de faire donner la décision pour dire que le sol bon ou mauvais pour la construction. (1,5)

. Complétez le paragraphe par les mots corrects:

Altération mécanique, grains, couverture, dégel, magma, fracturation, l'alternance, pente, lave, particules, profondeur, sols, gel, fissures, mode, volume, fissure, surface, gélifraction, cristallisation, ruissellement, Ignées.

Altération ~~chimique~~ agit par entraînement des ~~particules~~ et diminue l'épaisseur des ~~sols~~. Les éléments sont emmenés par un ~~ruissellement~~ plus ou moins prononcé en fonction de la ~~pente~~ du terrain et de la ~~couverture~~ végétale présente. Les températures basses provoquent le ~~gel~~ de l'eau au sein des ~~fissures~~ présentes dans les roches, ce qui entraîne leur ~~fracturation~~. L'eau liquide augmente de ~~volume~~ en gelant. La glace, jouant comme un coin, force l'ouverture de chaque ~~fissure~~. L'action répétée du gel et du ~~dégel~~ par ~~l'alternance~~ de nuit et de jour entraîne la fracturation des roches : on parle de ~~gélifraction~~.

35

Bon chance

Examen de thermodynamique 2

Exercice1 :

Un récipient fermé par un piston mobile renferme un gaz considéré comme parfait dans les conditions (P1, V1). On opère une compression adiabatique de façon réversible qui amène le gaz dans les conditions (P2, V2). Sachant que : p1=1 bar et V1=10 L , p2=3 bar. Déterminer :

- 1-le volume final du gaz V2
  - 2-le travail échangé par le gaz avec le milieu extérieur
  - 3- la variation d'énergie interne du gaz
- On donne :  $\gamma=5/3$

Exercice2 :

- 1-Quelles sont les grandeurs caractéristiques d'un air humide qu'on peut tirer du diagramme psychrométrique.
- 2-montrez que le  $V^s = (1+r^s) / \rho$ .
- 3-le cycle idéal de Carnot se compose de quatre processus réversibles ; citer les et représenter les sur un diagramme P-V.

Exercice3 :

Un gaz est comprimé dans un compresseur. A l'entrée du compresseur le gaz est à la température T1=10°C et à la pression P1=6 bar. A la sortie du compresseur la pression est P2=18bar, la température est T2.le gaz est considéré comme parfait.

- 1-dans le cas où la compression est adiabatique réversible(isentropique) :
  - Donner la relation entre pression et volume lors d'une telle compression de l'état 1 à l'état 2.
  - en déduire l'expression de T2/T1.
  - calculer T2 à la sortie du compresseur. avec  $\gamma=1,21$  et  $r=96,1 \text{ J.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .
- 2-en réalité la température du fluide à la sortie du compresseur est T2'=82°C.
  - calculer l'exposant k de la transformation polytropique associée à cette compression.
  - calculer le travail échangé par kilogramme de fluide dans les deux cas : compression isentropique et compression polytropique.
- 3-la compression étant polytropique, calculer la puissance du compresseur, le débit massique du gaz étant  $q_m=90 \text{ g.s}^{-1}$ .

# Corrigé type

ex 1.

1) transformation adiabatique

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

$$V_2 = 5,17 \text{ l.} = 5,17 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

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

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

3) D'après le premier principe de la thermodynamique que :

$$\Delta U = W + Q$$

$Q = 0 \rightarrow$  transformation adiabatique.

Donc  $\Delta U = W = 834,84 \text{ J.}$

Ex 2:

Les grandeurs sont :

- la température (ou température sèche).
- l'humidité absolue ou (spécifique).
- l'humidité relative.
- la température de rosée.
- la température humide.
- l'enthalpie spécifique.

2)

$$\rho = \frac{m_{as} + m_v}{V}$$

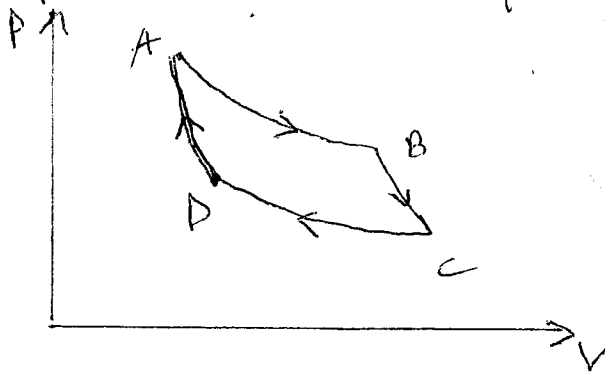
$$\text{et } V^s = \frac{V}{m_{as}}$$

$$\text{d'où } \rho = \frac{1 + \frac{m_v}{m_{as}}}{\frac{V}{m_{as}}} = \frac{1 + r^s}{V^s}$$

$$\rho = \frac{1 + r^s}{V^s} \Rightarrow V^s = \frac{1 + r^s}{\rho}$$

3) le cycle de Carnot se compose de :

- une détente isotherme.
- une détente adiabatique.
- une compression isotherme.
- une compression adiabatique.



ex 3.

EX3

1) la compression est isentropique elle obéit à la loi de Laplace:  $PV^\gamma = \text{cte}$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \quad (0.2)$$

\* l'équation d'état:  $PV = nRT$  (0.23)

$$\text{dans l'état 1: } V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} \quad (0.23)$$

$$\text{dans l'état 2: } V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} \quad (0.23)$$

$$\text{On aura: } P_1 \left( \frac{nRT_1}{P_1} \right)^\gamma = P_2 \left( \frac{nRT_2}{P_2} \right)^\gamma$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$* T_2 = T_1 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$T_2 = 283 \left( \frac{18}{6} \right)^{\frac{1,21-1}{1,21}} = 342,44 \text{ K.} \quad (1)$$

$$2) T_2' = 82 + 273 = 355 \text{ K}$$

$$\frac{T_2'}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \Leftrightarrow \ln \frac{T_2'}{T_1} = \frac{k-1}{k} \ln \frac{P_2}{P_1}$$

$$\Leftrightarrow 1 - \frac{1}{k} = \frac{\ln \frac{T_2'}{T_1}}{\ln \frac{P_2}{P_1}} \quad \Leftrightarrow k = \frac{1}{1 - \frac{\ln \left( \frac{T_2'}{T_1} \right)}{\ln \left( \frac{P_2}{P_1} \right)}} \quad (0.24)$$

$$k = 1,26$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad W_{12}^{is} &= \frac{\gamma v}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) \quad (0.5) \\
 &= \frac{1,21 \times 96,1}{0,21} (342,44 - 283) \approx 32,91 \text{ KJ/Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 -W_{12}^{poly} &= \frac{k v}{k - 1} (T_2 - T_1) \quad (0.5) \\
 &= \frac{1,26 \cdot 96,1}{0,26} (355 - 283) = 33,53 \text{ KJ/Kg} \quad (0.5)
 \end{aligned}$$

$$3) \quad P = \dot{q}_m \times W_{12}^{poly} \quad (0.5)$$

$$P = 90 \cdot 10^{-3} \cdot 33,53 \approx 3,01 \text{ kW} \quad (0.5)$$

Contrôle : Sciences des Matériaux

**Question N°1 (03pts):** Les traitements thermiques recouvre un ensemble d'opérations ayant pour but des transformations structurales effectuées sur les matériaux à l'état solide, sous l'influence de cycles de température. **Montez la différence entre le revenu et le recuit.**

**Question N°2 (03 pts):** Afin de choisir un matériau il est nécessaire de bien connaître leurs propriétés afin d'avoir un choix répondant effectivement aux diverses conditions d'emploi. **Citez les principales caractéristiques des matériaux.**

**Question N° 3 (04pts):**

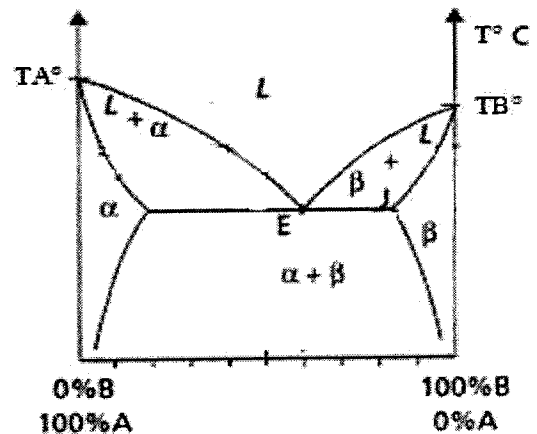
**A/** En fonction des paramètres de la maille **identifiez le type de chaque système cristallin** sachant que  $a, b, c$  sont les longueurs de cotés de la maille et  $\alpha, \beta, \gamma$  les angles entre deux cotés :

$$\begin{aligned} a \neq b \neq c & \quad \alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta \\ a = b = c & \quad \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ \end{aligned}$$

**B/** Dans le cas d'une structure cubique centrée, **montrez que**  $R = a \frac{\sqrt{3}}{4}$  (R : rayon atomique et a arête du cube).

**Question N°4 (04pts):** Les structures cristallines se limitent aux trois systèmes. **Citez les trois systèmes et précisez le nombre d'atomes dans chaque cas avec explication.**

**Question N°5 (03 pts) :** A partir de la figure ci contre (diagramme binaire). **Précisez le type de la transformation isotherme avec explication.**



**Question N°6 (03 pts) :** Expliquez la désignation normalisée de :

HS2-9-1-8, C30, 25 CrMo4 , X10 Cr Ni 18-8 , 100 Cr 6, EN-GJL 100U

Bon courage



2017/2018  
2<sup>ème</sup> année /GM

Université Des Frères Mentouri Constantine1  
Département des Sciences de la Technologie

Contrôle : Sciences des Matériaux  
Corrigé / Type

**Question N°1 (03 pts):** Les traitements thermiques recouvre un ensemble d'opérations ayant pour but des transformations structurales effectuées sur les matériaux à l'état solide, sous l'influence de cycles de température.

**Le revenu**

- Chauffage jusqu'à  $Tr < AC1$  pour l'acier considéré
- Maintien à la température  $Tr$  (qr)
- Refroidissement plus au moins rapide
- Le revenu suit immédiatement la trempe pour éviter la rupture des pièces qui peut se produire plusieurs heures, voire plusieurs jours après la trempe. (qr)
- Le revenu diminue les contraintes résiduelles de trempe (qr)

**Le recuit**

- Un chauffage jusqu'à une température dite de recuit
- Un maintien isotherme à la température de recuit ou des oscillations autour de cette température. (qr)
- Un refroidissement très lent généralement à l'air calme
- Opération thermique qui annule les effets des traitements thermiques ou mécanique antérieurs. (qr)
- Diminuer la dureté d'un acier trempé.
- Obtenir le maximum d'adoucissement pour faciliter l'usinage ou les traitements mécaniques. (qr)
- Régénérer un métal écroui ou surchauffé.
- Homogénéiser les textures hétérogènes.
- Réduire les contraintes internes

**Question N°2 (03 pts):** Afin de choisir un matériau il est nécessaire de bien connaître leurs propriétés afin d'avoir un choix répondant effectivement aux diverses conditions d'emploi. Citez les principales caractéristiques des matériaux.

Caractéristiques mécaniques : Les propriétés mécaniques parmi lesquelles il faut distinguer :

- (A)
- **Ténacité** : C'est la résistance à la rupture sous l'action d'un effort de traction, compression, cisaillement, torsion ou flexion.
  - **Élasticité** : C'est la propriété de revenir à la forme initiale après une déformation plus ou moins grande.
  - **Dureté (H)** : C'est la résistance à la pénétration d'un corps par un autre.
  - **Résilience (K)** : C'est la résistance aux chocs, et aux efforts brusques.

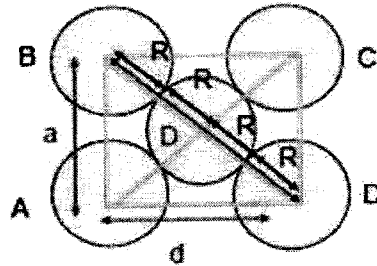
**Question N° 3 (04pts):**

A/ En fonction des paramètres de la maille identifier le type de chaque système cristallin sachant que a,b,c sont les longueurs de cotés de la maille et  $\alpha, \beta, \gamma$  les angles entre deux cotés :

$a \neq b \neq c$      $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$     **Monoclinique**    (1)

$a = b = c$      $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$     **Cubique.**    (1)

Relation entre R et a :



$d$  : diagonale de la face du cube :  $d = a\sqrt{2}$     (1)

$D$  : diagonale du cube :  $D^2 = a^2 + d^2 = a^2 + 2a^2 = 3a^2$     (1)

Donc :  $D = a\sqrt{3}$     (1)  
Et  $D = 4R$     (1)

$R = \frac{a\sqrt{3}}{4}$     (1)

**Question N°4 (04pts):** Les structures cristallines se limitent aux trois systèmes. Citez les trois systèmes et précisez le nombre d'atomes dans chaque cas avec explication.

Les structures cristallines se limitent aux trois systèmes suivants :

- Cubique centré (CC),
- Cubique à faces centrées (CFC),    (1)
- Hexagonal compact ( HC)

**Structure cubique centré CC : deux atomes propres par maille :**

- Un atome central,
- Huit atomes comptant pour un huitième atome à chaque sommet.    (1)

**Le système cubique à faces centrées CFC :**

On dispose de **quatre atomes propres par maille :**

- 8 atomes comptant pour un demi-atome à chaque sommet
- 6 atomes comptant pour un demi-atome à chaque face.    (1)

- **Endurance** : Aptitude à subir des efforts variables en grandeur et en direction ; elle est déterminée par un certain nombre d'essais, et caractérisée par la limite d'endurance à 'n' répétitions.
- **Résistance au fluage** : Aptitude à la résistance à la déformation sous l'action conjuguée d'une charge, d'une élévation de température et du temps.

**Caractéristiques physiques** : qui représentent le comportement des matériaux sous l'action de la température, des champs électriques ou magnétiques ou de la lumière.

- **Masse volumique** : Dans les mêmes conditions des volumes et des températures, les métaux ont la particularité de posséder des masses différentes et notamment supérieures à celle de l'eau. à température ambiante.
- **Dilatabilité** : C'est l'accroissement ou la réduction des dimensions d'un corps en fonction d'une variation de température.
- **Conductibilité** : Propriété de transmettre la chaleur, l'électricité.
- **Fusibilité** : C'est le passage de l'état solide à l'état liquide sous l'action de la chaleur.
- **Malléabilité** : Un métal est malléable lorsqu'il peut être réduit en feuilles plus mince (papier d'aluminium)
- **Ductilité** : C'est la propriété qui permet à un métal d'être étiré ou tréfilé en fil de faible section.
- **Fluidité** : Propriété de certains métaux de pouvoir se mouler facilement.
- **Soudabilité** : C'est des métaux qui peuvent se lier entre eux sous l'action de la chaleur par friction.
- **Perméabilité magnétique** : Placés dans un champ magnétique, certains matériaux ont la propriété de concentrer les lignes de force ; ce sont les corps ferromagnétiques.

**Caractéristiques chimiques** : qui caractérisent le comportement des matériaux dans un environnement réactif.

- **Action des agents chimiques** : (acides, bases, sels, etc.) .Action très variable suivant les matériaux ; la plupart des métaux sont sensibles aux agents chimiques, les matières plastiques sont en général insensibles.
- **Action de l'oxygène** : (Inoxydabilité) C'est la propriété de résistance à l'attaque de  $O_2$  et  $H_2O$ , comme Nickel, Chrome, Étain....
- **Corrosion** : Dégradation lente et progressive des métaux, due à différents facteurs : oxygène de l'air, agents atmosphériques (chaleur, humidité, etc.), contact avec un autre métal (cuivre et aluminium, par exemple) ; il en résulte un changement d'aspect (ternissement des métaux), une diminution du poids et de la résistance, la destruction lente du matériau ; d'où nécessité de lutter contre la corrosion.

**Hétérogénéité** : Qui est constitué d'éléments différents

## Le système hexagonal compact (HC)

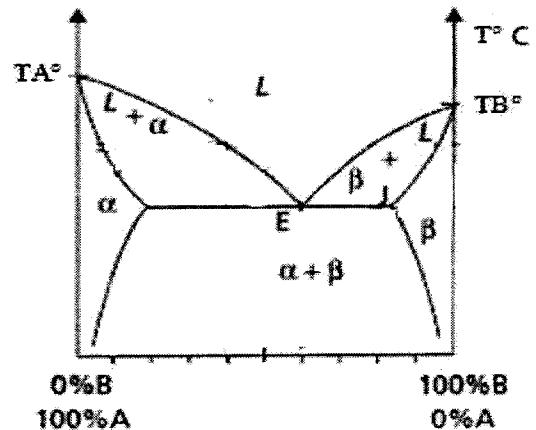
On dispose de 6 atomes propres par maille :

- 12 atomes comptant pour un sixième d'atome à chaque sommet.
- 2 atomes comptant pour un demi-atome au centre de chaque base ;
- 3 atomes centraux

Question N°5 (03 pts) : A partir de la figure ci contre (diagramme binaire). Précisez le type de transformation isotherme avec explication.

Le diagramme est un diagramme d'équilibre de deux métaux **partiellement miscibles** à transformation eutectique dont les **propriétés sont similaires à celles d'un métal pur**.

Au point **E, point eutectique** l'équilibre s'établit entre trois phases une phase liquide et deux phases solides.



Liquide  $\longrightarrow$  Solide  $\alpha$  + Solide  $\beta$

Question N°6 (03 pts) : Expliquez la désignation normalisée de :

HS2-9-1-8, C30, 25 CrMo4, X10 Cr Ni 18-8, 100 Cr 6, EN-GJL 100U

HS2-9-1-8: Acier rapide contenant 2% tungstène (W), 9% molybdène (Mo), 1% vanadium (V), 8% cobalt (Co).

C30 : Acier non allié contenant 0,30% de carbone

25 CrMo4 : Acier faiblement allié contenant 0,25% de carbone, 1% de chrome et contenant du molybdène.

X10CrNi18-8 : Acier fortement allié contenant 0,1 de carbone, 18% de chrome et 8% de nickel.

100 Cr 6 : Acier faiblement allié contenant 1% de carbone et 1,5% de chrome.

EN-GJL 100U : Fonte grise à graphite lamellaire de résistance à la traction minimale 100 N/mm<sup>2</sup> attenante.

**Contrôle : matériaux de Construction**  
**Année universitaire : 2eme année**

**Durée : 01 heure et 30 minutes**

**Document autorisé : Aucun**

**Question 1.** Définissez les composites **(1point)**

**Question 2.** Donnez la différence entre la masse volumique réelle, la masse volumique apparente et la masse volumique absolue d'un granulat. **(1.5 points)**

**Question 3.** Définissez les termes suivants : **(3points)**

1) Béton de fibres 2) Masse Poids spécifique 3) Sablon 4) Gravier 5) Filler 6) Ballast

**Question 4.** Quelle est la différence entre grave et Sable ? **(1 point)**

**Question 5.** Définissez le sable grossier et le sable fin **(1 point)**

**Question 6.** Que ferons-nous si on rencontre un sable fin ou bien un sable grossier lors de la formulation d'un béton ? **(1.5 points)**

**Question 7.** C'est quoi un coefficient d'absorption pour un granulat et pourquoi on le calcule quand on veut formuler un béton **(1 point)**

**Question 8.** Définissez les termes suivants **(2points)**

1) le clinker 2) la cuisson

**Question 9.** Citez les différentes phases cristallines obtenues à l'issue de la cuisson **(2 points)**

**Question 10.** Décrivez le comportement physico-chimique de la pâte de ciment **(1point)**

**Question 11.** Citez avec explication les quatre phases que la réaction d'hydratation comporte. **(2points)**

**Question 12.** Que représente le numéro 32.5 pour un ciment de désignation CPA 32.5 **(1point)**

**Question 13.** Quelle est la différence entre un ciment Rapide et un ciment normal ? **(1 point)**

**Question 14.** En fonction des conditions climatiques, citez les deux cas extrêmes qui se présentent sur chantier. **(1 point)**



**Bon Courage**



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

**Question 1.**

La famille des composites : ces sont des combinaisons hétérogènes de matériaux issus de trois familles de matériaux (famille de polymères ; famille de céramiques et la famille des métaux) **1 point**

**Question 2.**

La différence entre ces trois masses volumique d'un granulat se résume dans le volume à prendre en considération pour le calcul de la masse volumique.

- Masse volumique apparente : dans le volume considéré, sont inclus non seulement les pores des grains séparés, mais également les vides entre les grains. **0.5 point**
- Masse volumique réelle : le volume considéré est le volume réel des grains, le volume des pores fermés y compris (le volume des vides inter-granulaires exclu) **0.5 point**
- Masse volumique absolue : le volume considéré est que le volume de la matière, sans les pores ni les vides inter-granulaires. **0.5 point**

**Question 3.**

Définition des termes : **3 points** (0.5 point pour chaque réponse)

- Le béton de fibres** : Ce sont des bétons dans lesquels ont été incorporées des fibres de nature, dimension et géométrie diverses, dans le but de leur conférer certaines propriétés
- Poids spécifique** : (Le poids spécifique est un cas particulier d'une densité volumique de force.)

Le poids spécifique ou poids volumique est le poids par unité de volume d'un matériau. (Le poids = la masse \* accélération)

$$\delta = \rho g \text{ N/m}^3$$

$\rho$  : la densité  $\text{kg/m}^3$

$g$  : l'accélération de la chute libre en  $\text{m/s}^2$

- Filler** : c'est un granulat de classe 0/D avec  $D < 2 \text{ mm}$  et ayant au moins 70% de grains passant au tamis de 0.063mm

- **Sablon** : c'est un granulat de classe d/D avec  $D < 1 \text{ mm}$  et avec moins de 70% de grains passant au tamis de 0.063mm
- **Gravillon** : c'est granulat de classe d/D avec  $d \geq 1 \text{ mm}$  et  $D \leq 125 \text{ mm}$
- **Ballast** : c'est un granulat de classe d/D avec  $d \geq 25 \text{ mm}$  et  $D \leq 50 \text{ mm}$

**Question 4.**

La différence entre sables et graves est bien la dimension de leur diamètre maximale des grains, pour le sable  $1 \text{ mm} < D \leq 6.3 \text{ mm}$  et pour les graves  $D > 6.3 \text{ mm}$  **1point**

**Question 5.**

- Le sable fin est un sable qui a un module de finesse inférieur à 1.8 **0.5 point**
- Le sable fin est un sable qui a un module de finesse supérieur à 3.2 **0.5 point**

**Question 6.**

Lors de la formulation d'un béton, si on rencontre un sable fin ou bien un sable grossier, on peut ajuster leur module de finisse en faisant une correction, en mélangeant des différent types de sable, l'un grossier et l'autre fin dans des proportions bien définies selon la règle d'Abrams. **1point**

**Question 7.**

- Le coefficient d'absorption d'un granulat est un coefficient décrivant la capacité d'un granulat d'absorber et retenir l'eau. **0.75 point**
- On calcule le coefficient d'absorption d'un granulat quand on veut formuler un béton, pour évaluer la quantité d'eau absorbée par les granulats utilisés pour la confection de ce béton. **0.75 point**

**Question 8.**

- Le clinker est une matière obtenue à la sortie des fours à la suite de la cuisson des matières premières constituées principalement de calcaire, d'argile et de matières de correction. **1point**
- Cuisson : est une opération permet la transformation du cru en clinker. La cuisson est réalisée dans des fours rotatifs dont les dimensions les plus courantes sont de l'ordre de 5 m de diamètre et de 80 à 100 m de longueur dans le procédé par voie sèche (de 150 m dans le procédé par voie humide), à une température comprise entre 1400 et 1500 °C. **1 Point**

**Question 9.**

A l'issue de la cuisson, nous obtenons quatre phases cristallines

- 45 à 65% de silicate tricalcique (Alite) C3S **0.5 point**
- 15 à 25% de Silicate Bi-calcique (Bélite) C2S **0.5 point**
- 0 à 10 % d'alumino-ferrite tétra-calcique C4AF **0.5 point**
- 0 à 15 % d'aluminate tricalcique C3A **0.5 point**

**Question 10.** Comportement physico-chimique de la pâte de ciment **1 point**

Une fois la poudre de ciment mélangée à l'eau, les réactions d'hydratation se développent, il se produit alors une cristallisation qui aboutit à nouveau système de constituants hydratés stable avec formation des cristaux en aiguilles plus ou moins enchevêtrées produisant la prise.

**Question 11.**

La réaction d'hydratation comporte quatre étapes ou phases

- Une phase initiale, au cours de laquelle le silicate tricalcique C3S se dissout superficiellement pour former un mono-silicate de calcium hydraté et l'ettringite. **0.5 point**
- Une phase dite dormante, au cours de laquelle la pâte reste fluide, les réactions précédentes se poursuivant moins rapidement pendant 2 à 3 heures. **0.5 point**
- Une phase de prise, au cours de laquelle la pâte acquiert une certaine consistance due à l'interpénétration des cristaux. **0.5 point**
- Une phase de durcissement, qui se développe environ 8 heures après le début de l'hydratation et se poursuit pendant des années à une vitesse de plus en plus lente et dont le résultat est l'augmentation de la résistance mécanique et de la compacité. **0.5 point**

**Question 12.**

Le numéro 32.5 représente la résistance minimale du ciment garantie par le fabricant. **1 point**

**Question 13.**

La différence entre un ciment Normal et un ciment Rapide c'est bien la résistance à jeune âge, où on obtient avec le ciment Rapide une résistance à jeune âge plus grande que celle obtenue avec le ciment Normal. **1 point**

**Question 14.**

En fonction des conditions climatiques, les deux cas extrêmes qui se présentent sur chantier sont

- Le bétonnage par temps froid **0.5 point**
- Le bétonnage par temps chaud. **0.5 point**



**Examen de construction aéronautique**

**Durée : 1h30**

**Q 1 :** Donner les trois types de systèmes de propulsion les plus utilisés en avions à ailes fixes.

Quel est le carburant utilisé pour chaque type ?

**R 1 :**

Système de propulsion	Carburant

**Q 2 :** L'anémomètre est un instrument qui indique :

**R 2 :**  La vitesse de l'avion     L'altitude de l'avion

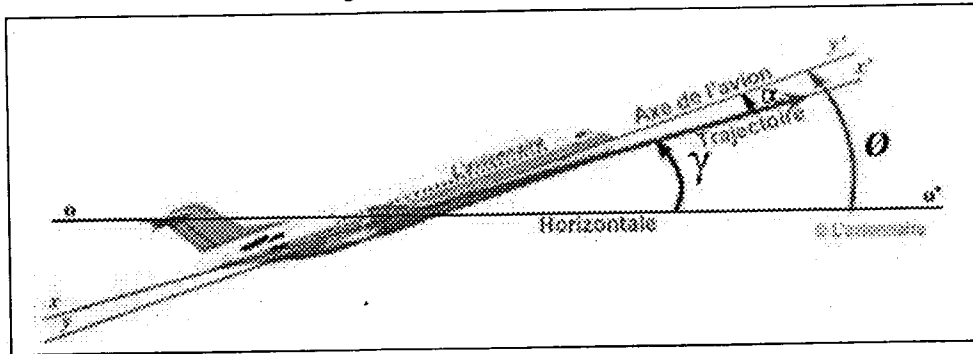
**Q 3 :** L'altimètre est un instrument qui mesure :

**R 3 :**  La vitesse de l'avion     L'altitude de l'avion

**Q 4 :** Pour mesurer la composante verticale de la vitesse d'un avion on utilise :

**R 4 :**  Le Machmètre     Le variomètre

**Q 5 :** Donner les noms des trois angles sur la figure suivante :



**R 5 :**  $\alpha$  .....  $\gamma$  .....  $\phi$  .....

**Q 6 :** Les 5 types de contraintes mécaniques agissant sur la structure d'un avion sont :

**R 6 :** .....

**Q 7 :** En phase d'atterrissage, les aérofreins sont utilisés pour :

**R 7 :**  Diminuer la portance et augmenter la traînée     Diminuer la traînée et augmenter la portance

**Q 8 :** Le rôle des winglets montées au bout d'une aile est de :

**R 8 :**  Stabiliser l'avion     Réduire la traînée     Augmenter la portance

**Q 9 :** Quels sont les trois axes de mouvements de l'avion ?

**R 9 :** .....

**Q 10 :** L'avantage de l'utilisation du plastique renforcé est son rapport strength-to-weight (rigidité/poids) :

**R 10 :**     faible                       élevé

**Q 21 :** La surface de l'aile nécessaire au vol dépend de deux paramètres. Lesquels ?

**R 21 :** .....

**Q 22 :** Citer les différents rôles de l'aile d'un avion ?

**R 22 :** .....  
.....  
.....

**Q 23 :** Les ailerons changent le mouvement de l'avion par rapport à l'axe de lacet.

**R 23 :**  Vrai  Faux

**Q 24 :** La gouverne de profondeur change le mouvement de l'avion par rapport à l'axe de roulis.

**R 24 :** Vrai  Faux

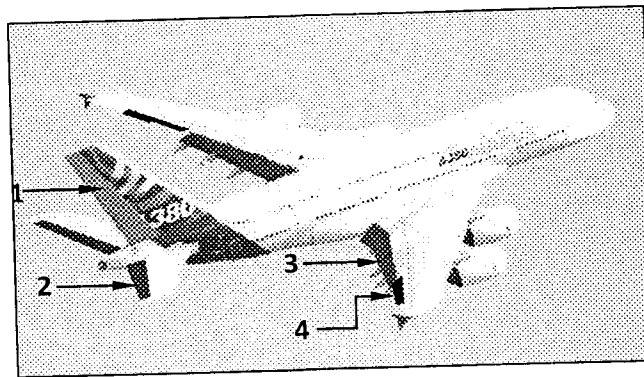
**Q 25 :** La gouverne de direction change le mouvement de l'avion par rapport à l'axe de tangage.

**R 25 :**  Vrai  Faux

**Q 26 :** Les volets sont des surfaces déployées sur l'aile pour augmenter sa portance aux grandes vitesses.

**R 26 :**  Vrai  Faux

**Q 27 :** Compléter la figure :



**R 27 :** 1:..... 2 :.....  
3:..... 4 :.....

**Q 28 :** Quelles sont les trois grandes familles d'instruments de bord selon leurs rôles ?

**R 28 :** .....

**Q 29 :** Quelles sont les deux grands types d'instruments de bord selon leurs principes de fonctionnement ?

**R 29 :** .....

**Q 30 :** Quels sont les trois avantages de l'utilisation du makrolon en construction aéronautique?

**R 30 :** .....  
.....

**Corrigé de l'examen de construction aéronautique**

**Durée : 1h30**

**R 1 :**

Système de propulsion	Carburant
GTR : Groupe Turboréacteur	Kérosène
GTP : Groupe Turbopropulseur	Essence
GMP : Groupe Motopropulseur	Essence

*Chaque • = 0,25 point*

• **R 2 :** La vitesse de l'avion.

• **R 3 :** L'altitude de l'avion.

• **R 4 :** Le variomètre.

**R 5 :**  $\phi$  : Assiette,  $\gamma$  : Pente,  $\alpha$  : Incidence.

**R 6 :** Traction, compression, torsion, cisaillement, flexion.

• **R 7 :** Diminuer la portance et augmenter la traînée.

• **R 8 :** Réduire la traînée.

**R 9 :** Tangage. Roulis. Lacet.

• **R 10 :** Rapport strength-to-weight (rigidité/poids) élevé.

**R 11 :** Structure en treillis. Structure monocoque. Structure semi-monocoque.

**R 12 :** La structure en "sandwich" (nid d'abeille) assure une résistance comparable à une paroi pleine mais plus légère.

**R 13 :** Rigidité, légèreté, résilience, capacité thermique élevée, résistance aux frottements et à l'usure, résistance à la corrosion.

**R 14 :** Acier (Fe), Aluminium (Al), Magnésium (Mg), Titane (Ti).

**R 15 :** Légèreté.

**R 16 :** Faible résistance à la corrosion.

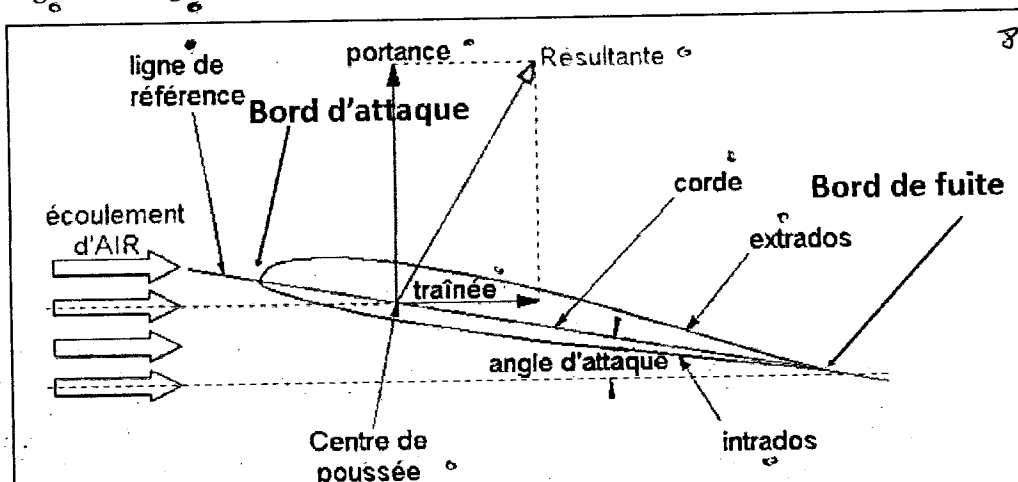
• **R 17 :** Diminuer

**R 18 :** Moins stable que la configuration tricycle.

**Q 19 :** Quelles sont les deux propriétés (apparemment contradictoires) que la structure d'un avion doit pouvoir concilier ?

• **R 19 :** Légèreté et rigidité.

• **R 20 :**



**R 21 :** La masse et la vitesse.

**R 22 :** Générer la portance pour le vol – supporter les moteurs et les différentes gouvernes  
– contenir les réservoirs de carburant – changer/conservé la trajectoire – augmenter la traînée et  
diminuer la portance pour le freinage aérodynamique.

**R 23 :** Faux

**R 24 :** Faux

**R 25 :** Faux

**R 26 :** Faux

**R 27 :** 1: Gouverne de direction. 2 : Gouverne de profondeur .  
3: Volets. 4 : Ailerons.

**R 28 :** 1) Instruments de conduite 2) Instruments moteur 3) les instruments de navigation et de  
radio communication

**R 29 :** 1) Instruments anémobarométriques. 2) instruments gyroscopiques.

**R 30 :** 1) Résistance thermique. 2) Très grande transparence. 3) Résilience

**R 31 :** Rivetage. Collage. Soudage.

**R 32 :** Les Forward Swept Wings pourraient augmenter la manœuvrabilité des avions de  
combat pour les basses vitesses.

**R 33 :** 1) Vitesse du son :  $a = \sqrt{\gamma RT} = \sqrt{1.4 \times 287 \times (-50 + 273)} = 299.33 \text{ m/s} = 1078 \text{ km/h}$

2) Vitesse de l'avion :  $M = \frac{V}{a} \Rightarrow V = M \times a = 0.84 \times 1078 = 905 \text{ km/h}$



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

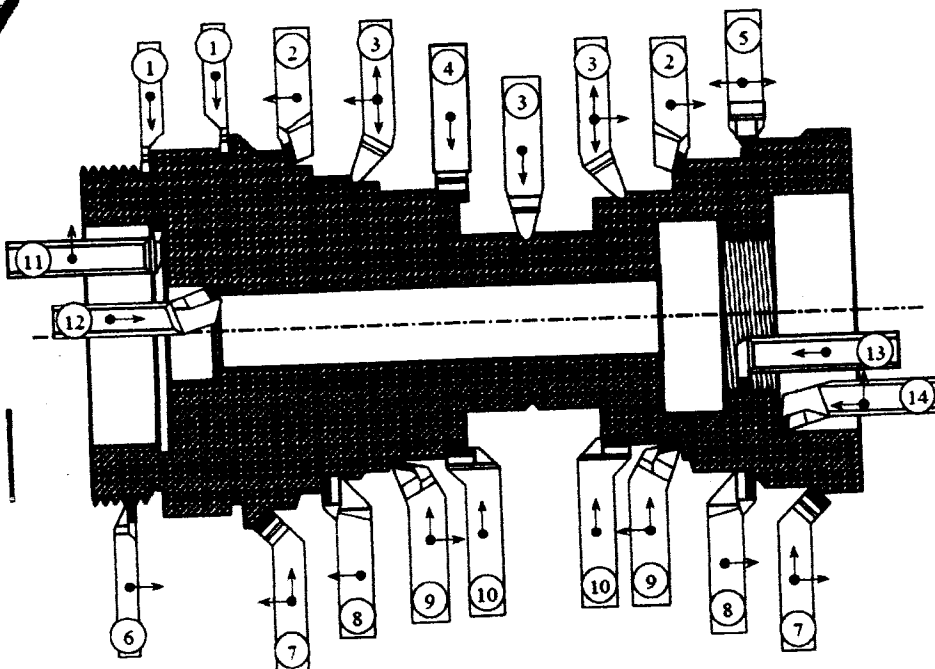
Fabrication Mécanique

Durée 01h30 min

(2<sup>ème</sup> ST<sub>B</sub>)

### Questions :

1. Citez les étapes de moulage en carapace.
2. Comment on classe les procédés de formage des métaux ?
3. Quels sont les principaux éléments qui permettent de choisir le genre de meule pour un travail de rectification ?
4. Citez les conditions qui permettent de définir le sens de l'outil de coupe de tournage.
5. Donnez la désignation des outils de coupe (1, 2, 3, 6, 10, 14) représentés sur la figure suivante :



Bon courage

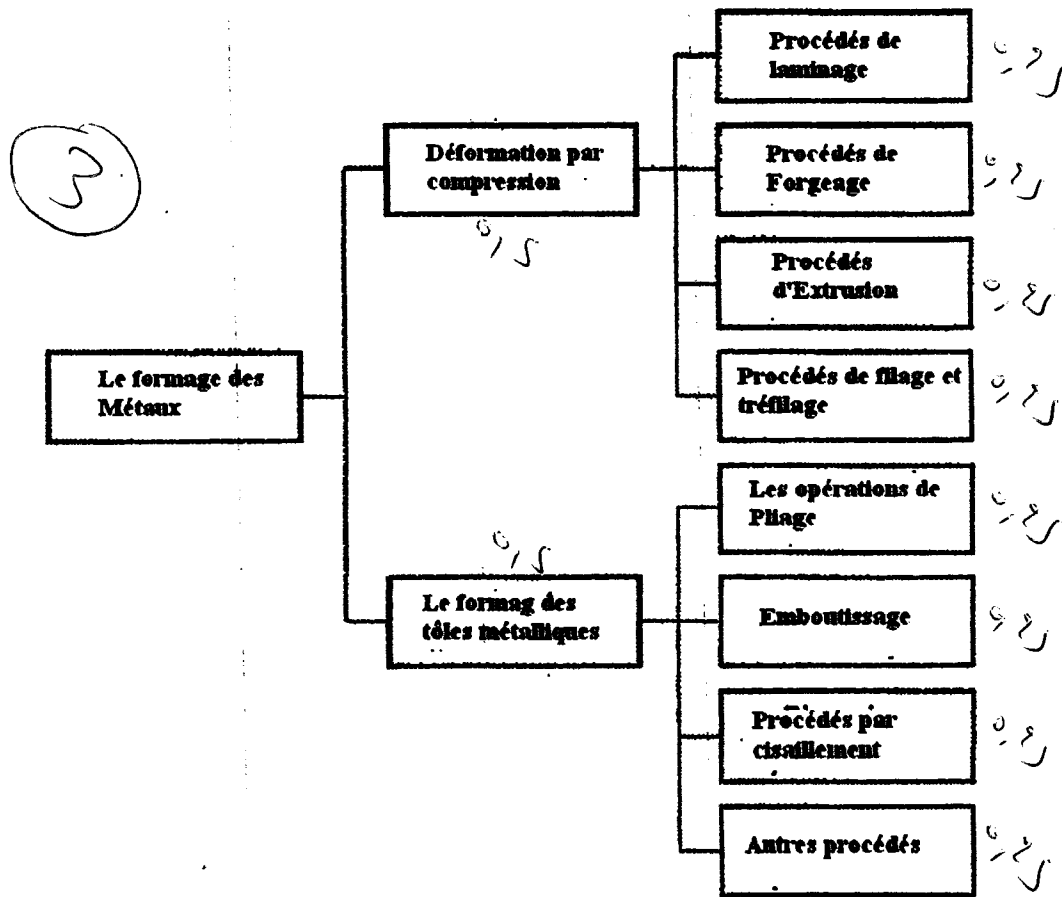
## moulage en carapace

- un mélange de sable silicieux et de résines thermodurissable est utilisé pour former les empreintes de moule.
- le modèle de la pièce est fixé sur le couvercle de la cuve pivotant autour d'un axe.
- Le couvercle est chauffé
- la cuve est retournée et le sable thermodurissable se polymérise au contact du modèle chaud.
- la cuve est ouverte.
- des éjecteurs dégagent la carapace durcie du modèle chaud.
- Deux carapace A et B forme les deux parties contraires de la pièce à réaliser.
- Les deux carapaces sont collées.
- Les deux carapace collées sont placées dans du sable afin de recevoir la coulée.

Les procédés de formage des métaux sont classés en deux catégories de base :

- 1- Les procédés de formage des métaux par compression ;
- 2- Les procédés de formage des tôles métalliques.

Chaque catégorie fait parti de plusieurs classes d'opération de formage comme indiqué par la figure suivante :



3

3°) Les principaux éléments qui permettent de choisir le genre de meule pour un travail donné sont :

5 points

- l'abrasif ;
- la grosseur des grains ;
- la dureté ou le grade ;
- la structure ;
- l'agglomérant ;
- la forme ;
- les dimensions

4) Les conditions qui permettent de définir le sens de l'outil de coupe en tournage sont:

- la position de l'arête principale de coupe (S) dans

les conditions suivantes:

\* outil tenu verticalement;

\* bec en bas;

\* face de coupe ( $A_0$ ) en face de l'observateur.

5) Désignation des outils de coupe:

1 - outil à saigner

2 - outil à chanoter droit

3 - outil à retoucher

6 - outil à fileter.

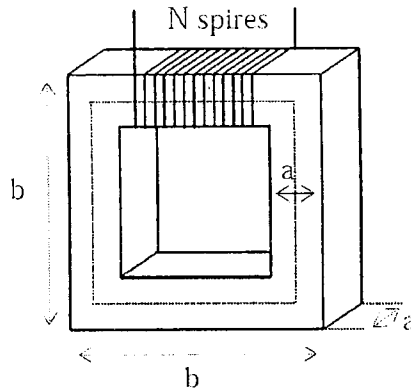
10 - outil à dresser les faces

14 - outil à aléser dresser.



### Contrôle en électricité industrielle

#### Exercice 1 (5 pt)



Un enroulement de  $N = 40$  spires est bobiné sur un circuit magnétique qui a les dimensions suivantes:

$a = 2\text{cm}$ ,  $b = 8\text{cm}$ , la perméabilité relative du matériau est  $\mu_r = 5000$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ . Le courant  $I = 0.8\text{A}$ .

- Déterminer la réluctance du circuit magnétique
- Donner le flux traversant le circuit magnétique
- Déterminer l'induction  $B$  et l'excitation  $H$  du champ magnétique

#### Exercice 2 (5 pt)

Un transformateur de commande et de signalisation monophasé a les caractéristiques suivantes :

230 V / 24 V	50 Hz	630 VA	11,2 kg
--------------	-------	--------	---------

1- Les pertes totales à charge nominale sont de 54,8 W.

Calculer le rendement nominal du transformateur pour  $\cos \varphi_2 = 1$  et  $\cos \varphi_2 = 0,3$ .

2- Calculer le courant nominal au secondaire  $I_{2N}$ .

3- Si les pertes fer sont de 32,4 W. Déduire les pertes Joule ?

#### Question de cour (10 pt)

Répondre avec vrai ou faux? et corriger les erreurs?

1. L'intensité du courant électrique correspond au débit des charges électriques
2. La loi de Kirchoff des nœuds permet de connaître la tension
3. Dans une prise d'une installation monophasée, il y a trois conducteurs: phase, neutre et terre.
4. Dans un conducteur passif toutes l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique.
5. Un électroaimant permet de réduire l'intensité du champ magnétique
6. Un transformateur converti un courant continu à un courant alternatif.

#### Répondre aux questions

1. Un récepteur branché sur un réseau peut consommer différentes puissances  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ . Définir ces puissances et donner la relation qui les relie ?
2. Donner la règle de la main droite qui exprime le sens du champ magnétique et le courant et la force de Laplace?
3. Nommer les sources de pertes dans un transformateur

Composé type contrôle électricité industrielle

Exercice 1

1) Calcul de la réluctance

$R = \frac{L}{\mu \cdot S}$  (0,5)

$L = (b - a) \times 4 = (8 - 2) \times 4 \times 10^{-2}$  (0,25)

$L = 24 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  (0,25)

$S = a^2 = (0,02)^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  (0,25)

$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r = 5000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}$  (0,25)

$\mu = 62,83 \cdot 10^{-4}$  (0,25)

$R = 95495,78 \text{ At/Wb}$  (0,5)

2) Calcul du flux

$\phi = \frac{NI}{R} = \frac{40 \cdot 10,8}{95495,78}$  (0,5)

$\phi = 3,35 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$  (0,5)

3) Calcul de l'inductance

$B = \frac{\phi}{S} = \frac{3,35 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-4}} = 0,837 \text{ T}$  (0,5)

4) Calcul du champs

$B = \mu \cdot H \Rightarrow H = \frac{B}{\mu}$  (0,5)

$H = \frac{4 \cdot 10,8}{62,83 \cdot 10^{-4}} = 13333 \text{ At/m}$  (0,5)

Exercice 2

1)  $\eta_1 = \frac{P_2}{P_1} \cos \varphi_2 = 1$  (0,5)

$P_2 = S_2 \cos \varphi_2 = 630 \text{ W}$  (0,25)

$P_1 = P_2 + P_{\text{Tot}} = 630 + 54,8$  (0,25)

$P_1 = 684,8 \text{ W}$  (0,25)

$\eta_1 = \frac{630}{684,8} = 0,91 = 91\%$  (0,5)

$\eta_2 = \frac{P_2}{P_1} \cos \varphi_2 = 0,3$  (0,5)

$P_2 = S_2 \cos \varphi_2 = 630 \cdot 0,3 = 189 \text{ W}$  (0,25)

$P_1 = 189 + 54,8 = 243,8 \text{ W}$  (0,25)

$\eta_2 = 0,77 = 77\%$  (0,5)

2)  $I_{2N} = \frac{S}{U_2} = \frac{630}{24} = 26,25 \text{ A}$  (0,5)

3)  $P_T = P_j + P_{\text{fer}}$  (0,5)

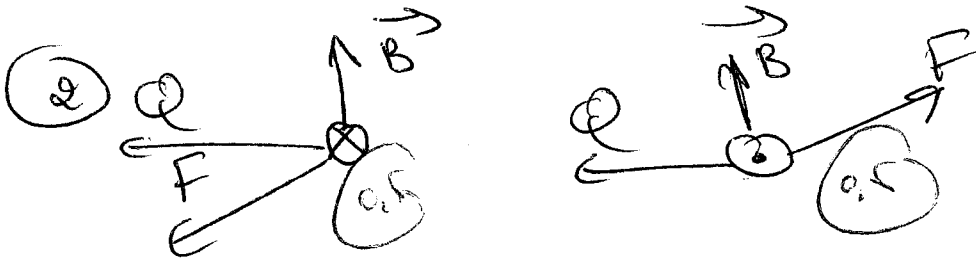
$\Rightarrow P_{\text{fer}} = P_T - P_{\text{jeu}} = 54,8 - 32,4$

## Question de cours

- 1) Vrai (0,5)
- 2) fausse: la loi des noeuds permet de connaître le courant (0,5)
- 3) Vrai (0,5)
- 4) fausse: l'énergie électrique  $\rightarrow$  en énergie calorifique (0,5)
- 5) fausse: Un électroaimant permet d'augmenter l'intensité du champ électrique (0,5)
- 6) fausse: 1 transformateur converti un courant alternatif vers  $\rightarrow$  à un courant alternatif (0,5)

## Question :

- 1) P : puissance active (0,5)  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$  (0,5)  
Q : // réactive (0,5)  $P = S \cos \varphi$  (0,5)  
S : // apparente (0,5)  $Q = S \sin \varphi$  (0,5)



- 3) les source de pertes sont

0,5 pertes joules  $\rightarrow$  Bobinage (0,25)

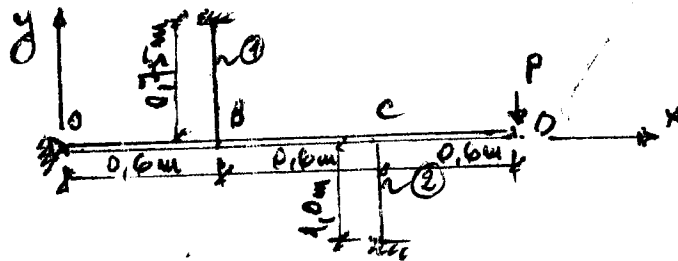
0,5 " fer  $\rightarrow$  Circuit magnétique (0,25)

EXERCICE 1 : (6Pts)

Une barre rigide et indéformable OBCD attachée a deux membrures (1 et 2) qui sont déformables et le pivot O est un appui double qui ne subit aucun frottement .

- Déterminer la valeur de P correspondante à un déplacement de D de 0.3mm vers le bas ?

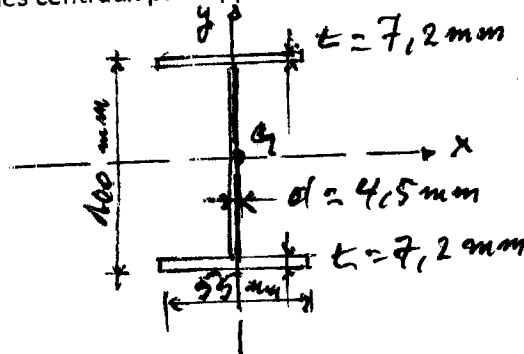
Sachant :  $A_1=1200\text{mm}^2$ ,  $E_1=210\text{GPa}$  et  $A_2= 800\text{mm}^2$ ,  $E_2=70\text{GPa}$  .



EXERCICE2 : (5Pts)

Soit la figure suivante en double T avec les dimensions données en (mm) .

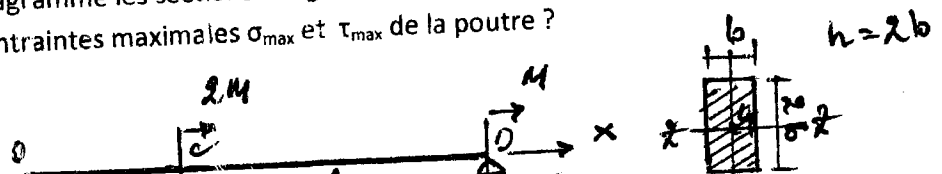
- Calculer les moments d'inerties centraux par rapport aux axes GX et GY ?



EXERCICE3 : (6Pts)

Voici une poutre simplement appuyée et sollicitée par un moment concentré de (2M) au point C et un moment concentré de (M) au point D .

1. Montrer sur un diagramme les sections dangereuses dues à  $T(x)$  et  $M_i(x)$  ?
2. Déterminer les contraintes maximales  $\sigma_{\max}$  et  $\tau_{\max}$  de la poutre ?

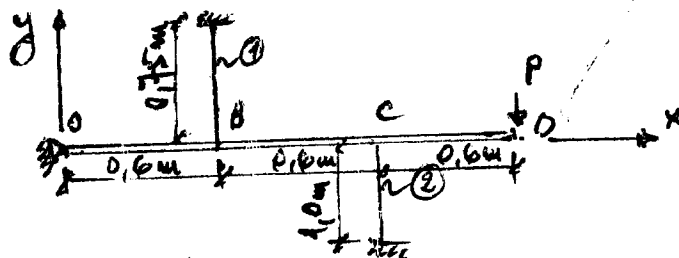


EXERCICE 1 : (6Pts)

Une barre rigide et indéformable OBCD attachée a deux membrures (1 et 2) qui sont déformables et le pivot O est un appui double qui ne subit aucun frottement .

- Déterminer la valeur de P correspondante à un déplacement de D de 0.3mm vers le bas ?

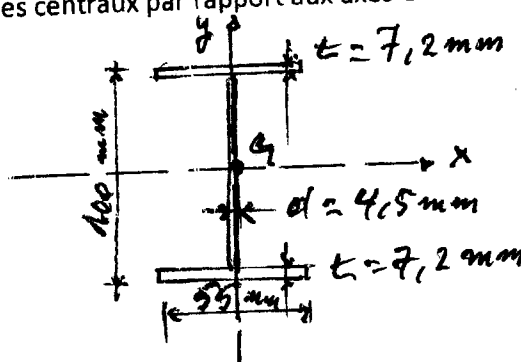
Sachant :  $A_1=1200\text{mm}^2$ ,  $E_1=210\text{GPa}$  et  $A_2= 800\text{mm}^2$ ,  $E_2=70\text{GPa}$  .



EXERCICE2 : (5Pts)

Soit la figure suivante en double T avec les dimensions données en (mm) .

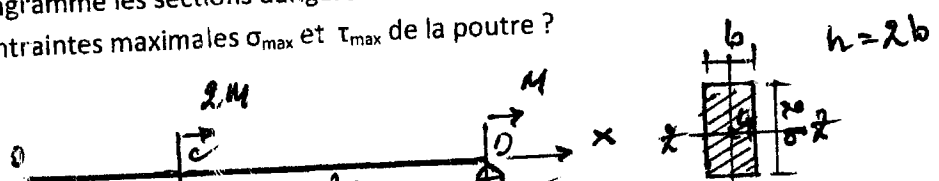
- Calculer les moments d'inerties centraux par rapport aux axes GX et GY ?



EXERCICE3 : (6Pts)

Voici une poutre simplement appuyée et sollicitée par un moment concentré de (2M) au point C et un moment concentré de (M) au point D .

1. Montrer sur un diagramme les sections dangereuses dues à  $T(x)$  et  $M_i(x)$  ?
2. Déterminer les contraintes maximales  $\sigma_{\max}$  et  $\tau_{\max}$  de la poutre ?

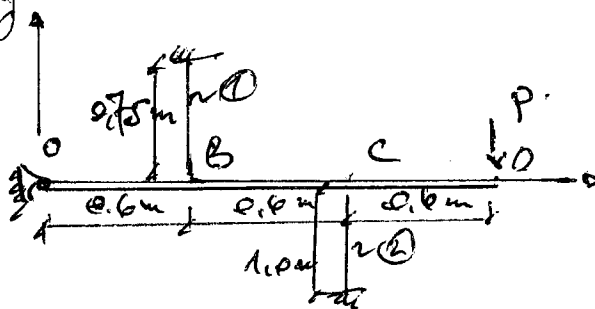


SOLUTION DU CONTRÔLE.

Exercice 1. (6pt) (V=0,5pt)

On coupe la barre de D, y

- Etude statique:

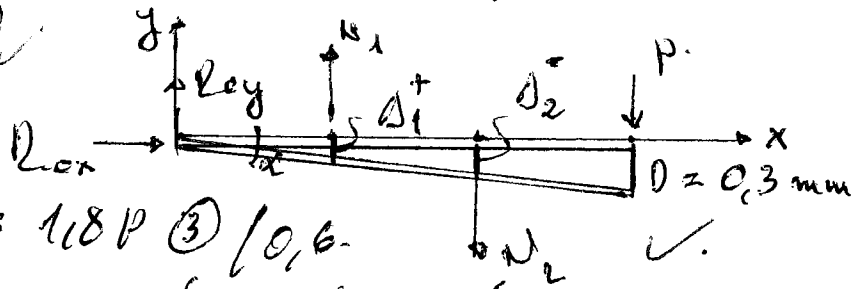


$\sum F_x = 0 \quad R_{Ox} = 0 \quad \checkmark$

$\sum F_y = 0 \quad R_{Oy} = P \quad \checkmark$

$N_2 = P \quad \textcircled{2} \quad \checkmark$

schéma statique.



$0,6 N_1 - 1,2 N_2 = 1,8 P \quad \textcircled{3} / 0,6 \quad \checkmark$

$2 \textcircled{3} = 0 \quad N_1 - 2 N_2 = 3 P \quad \textcircled{3}' \quad \checkmark$

de la formule  $D = L - E = 4 - 3 = 1 \quad \checkmark$

figure 1 fois hyperstatique et on écrit une équation supplémentaire de compatibilité des déformations la barre ① subit une déformation  $\delta_1^+$  dilatation et la barre ② subit une déformation  $\delta_2^-$  rétrécissement

$\epsilon_{yD} = \frac{\delta_1^+}{0,6} = \frac{\delta_2^-}{1,2} = 0 \quad 1,2 \delta_1^+ = 0,6 \delta_2^- \Rightarrow 1,2 \delta_1^+ = 0,6 \delta_2^-$

et de la loi de Hooke on sait que  $\delta l_i = \frac{N_i l_i}{E_i A_i} \quad \checkmark$

$\Rightarrow 1,2 N_1 l_1 = 0,6 N_2 l_2 = 0 \quad N_1 \text{ et } N_2 = f(\delta_0)$

et aussi  $\epsilon_{g1} = \frac{\Delta_1^+}{0.6} = \frac{\Delta_2^-}{1.2} = \frac{\Delta_0^+}{1.8}$  (4) ✓

(4)  $\Rightarrow 1.8 \Delta_1^+ = 0.6 \Delta_0^+ \Rightarrow 1.8 N_1 l_1 = 0.6 \Delta_0 \cdot \frac{E_1 A_1}{3}$  ✓

$\Rightarrow N_1 = \frac{E_1 A_1 \Delta_0}{3 l_1} = 33.6 \text{ kN}$  ✓

(4)  $\Rightarrow 1.8 \Delta_2^- = 1.2 \Delta_0^+ \Rightarrow 1.8 N_2 l_2 = 1.2 \Delta_0 \cdot \frac{E_2 A_2}{3}$  ✓

$\Rightarrow N_2 = \frac{2 E_2 A_2 \Delta_0}{3 l_2} = 11.2 \text{ kN}$  ✓

(3)  $\Rightarrow P = \frac{1}{3} (N_1 - 2N_2) = 3.73 \text{ kN} = 0.37 \text{ tf} \approx 380 \text{ kg}$  ✓

exercice 2. (5 pts) ( $V = 0,25 \text{ pt}$ )

Calcul des moments d'inerties /  $\vec{C}_x$  et  $\vec{C}_y$

par def.  $I_{Cx} = \sum_{i=1}^3 I_{iCx}$

on applique le théorème de Huygens sur une figure composée.

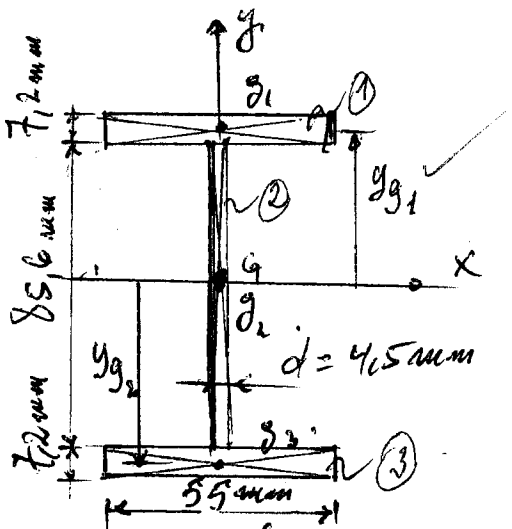
$I_{Cx} = \sum_{i=1}^3 [I_{xg_i} + A_i y_{g_i}^2]$  et aussi pour le reste.

$I_{Cy} = \sum_{i=1}^3 [I_{yg_i} + A_i x_{g_i}^2]$  ✓

$I_{Cxy} = \sum_{i=1}^3 [I_{y_g x_g} + A_i x_{g_i} y_{g_i}]$  ✓

Pour une section rectangulaire  $I_{yg} = I_{xg} = \frac{bh^3}{12}$  ✓

et  $I_{yg} = I_{xg} = \frac{bh^3}{12}$  et  $I_{x_g y_g} = I_{y_g x_g} = 0$  symétrique ✓



On résume tous ces calculs dans un tableau.

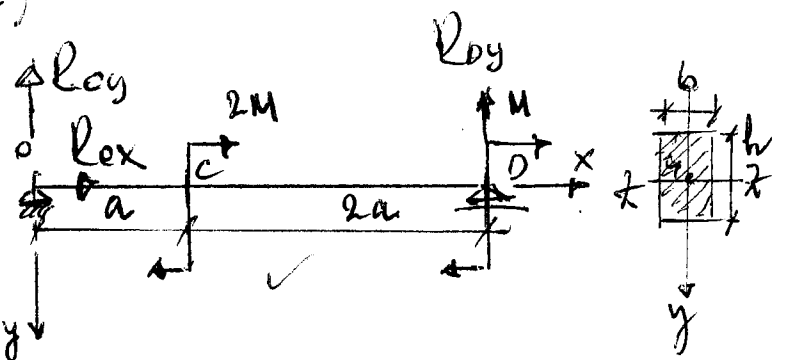
$i$	$A_i$	$e_{gi}$	$P_{xi}$	$A_i \cdot e_{gi}^2$	$P_{xi}$	$x_{gi}$	$P_{yi}$	$A_i \cdot x_{gi}^2$	$P_{ixy}$	$P_{xi} \cdot e_{gi}$	$A_i \cdot x_{gi} \cdot e_{gi}$	$P_{ixy}$
①	$5587,2$ $= 396 \cdot 14164$	$1710,72$	$852792$	$852792$	$0$	$99825$	$0$	$99825$	$0$	$0$	$0$	$0$
②	$451656$ $= 396 \cdot 1138$	$0$	$23520812$	$0$	$0$	$650025$	$0$	$650025$	$0$	$0$	$0$	$0$
③	$396$	$-464$	$1710,72$	$852792$	$852792$	$0$	$99825$	$0$	$99825$	$0$	$0$	$0$
$\Sigma$	$1147,2$		$23862912$	$1707444$	$1707444$		$200300$	$0$	$200300$	$0$	$0$	$0$

$I_{xx} = 194,37 \text{ cm}^4$ ,  $I_{yy} = 20,03 \text{ cm}^4$ ,  $I_{cxy} = 0$

EXERCICE 3 (6pts) (20,25 pt)

1. Diagrammes de  $T(x)$  et  $M(x)$ :

- détermination des réactions:



$\vec{x}$ :  $R_{ox} = 0$

$\vec{y}$ :  $-R_{oy} - Q = 0 \Rightarrow R_{oy} = -Q$

$\Sigma M_0 = 0 \Rightarrow + Q \cdot 3a - M - 2Q \cdot a = 0 \Rightarrow Q = \frac{M}{a}$ ,  $R_{oy} = -\frac{M}{a}$

- Expression de  $T(x)$  et  $M(x)$ : On applique la méthode des sections avec la convention des signes.

(1-1)  $0 \leq x < a$

$M_1(x) = Q \cdot x$   $M_1(a) = a$

$T_1(x) = \frac{dM_1(x)}{dx} = Q = \frac{M}{a}$  cte.

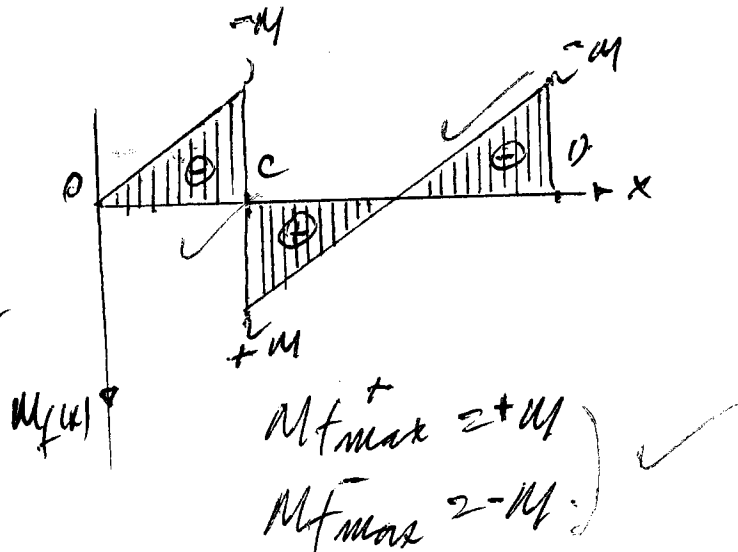
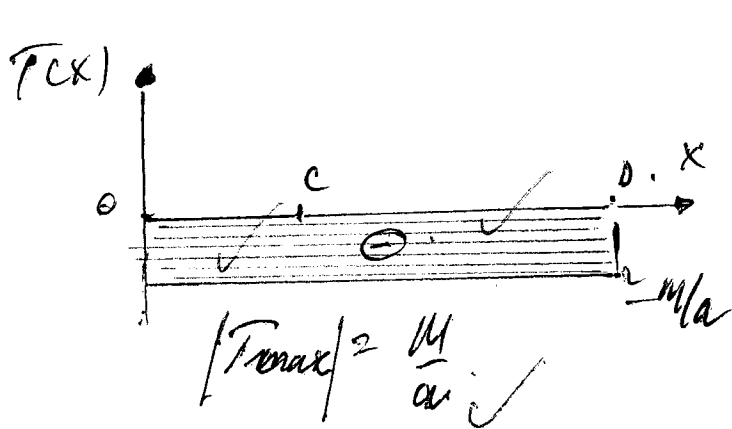


$$M_f(x) = P_0 y \cdot x + 2M$$

$$T_2(x) = \frac{dM_f(x)}{dx} = P_0 y = \frac{M}{a} \text{ etc.}$$

$$\begin{cases} M_f(a) = +M \\ M_f(3a) = -M \end{cases}$$

diagrammes de  $T(x)$  et  $M_f(x)$  :



C et D sont des sections dangereuses.

2. - Détermination des contraintes maximales  $\sigma_{max}$  et  $\tau_{max}$  :

Contraintes normales :

Par def.  $\sigma(y) = \frac{M_f(x) \cdot y}{I_{Gz}}$   $\Rightarrow \sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{M_{f_{max}} \cdot y_{max}}{I_{Gz}}$

$-b \leq y \leq +b$   $I_{Gz} = \frac{bh^3}{12}$  et  $I_{Gz} = \frac{bh^3}{12} = \frac{b \cdot (2b)^3}{12} = \frac{2}{3} b^4$

$$\sigma_{max}^+ = \sigma_{max}^- = \frac{M \cdot b}{\frac{2}{3} b^4} = \frac{3M}{2b^3}$$

Contraintes tangentielles :

Par def.  $\tau(y) = \frac{T(x) \cdot M_{Gz}(y)}{I_{Gz} \cdot b(y)}$

Pour une section rectangulaire.

$$\tau_{max} = 3 \frac{M}{a}$$