Université Abou-Bekr Belkaid
Faculté de technologie
Département de Génie Civil

Tlemcen, le 14 Janvier 2018.
Durée : 1h30mn.
Aucun document n'est autorisé.

Nom : **Prénom** : **Section** :

Examen Final de Résistance des Matériaux 2
(L3)

QUESTIONS A CHOIX SIMPLE (6 PTS)

Répondre en cochant la bonne réponse directement sur la feuille.

(0.5 pt) **1/** Les matériaux des poutres étudiées sont supposés

- ☐ Homogènes et isotropes
- ☐ Continus et anisotropes

(0.5 pt) **2/** Les équations qui régissent le principe fondamental de la statique dans le plan sont au nombre de

- ☐ Deux
- ☐ Trois
- ☐ Six

(0.5 pt) **3/** On considère qu'au cours des déformations les sections droites de la poutre

- ☐ Restent planes et perpendiculaires à la ligne moyenne
- ☐ Se déforment mais restent perpendiculaires à la ligne moyenne

(0.5 pt) **4/** Une torsion est provoquée par un moment autour de

- ☐ L'axe longitudinale de la poutre
- ☐ L'un des axes transversaux de la poutre

(0.5 pt) **5/** L'axe neutre est le lieu des points où

- ☐ La contrainte est maximale dans la section droite
- ☐ La contrainte est nulle dans la section droite

(0.5 pt) **6/** Une section est dite soumise à la flexion pure si

- ☐ $N \neq 0, T \neq 0$ et $M \neq 0$
- ☐ $N = 0, T = 0$ et $M \neq 0$
- ☐ $N = 0, T \neq 0$ et $M \neq 0$

(0.5 pt) **7/** Pour qu'une poutre résiste en toute sécurité au cisaillement, il faut que :

- ☐ $\sigma_{max} = 0$
- ☐ $\sigma_{max} \leq \sigma_{admissible}$
- ☐ $\tau_{max} < \tau_{admissible}$

(0.5 pt) **8/** Les structures en treillis utilisées dans le domaine de la construction sont souvent en

- ☐ Béton et rarement en acier ou en bois
- ☐ Acier et rarement en béton ou en bois
- ☐ Acier ou en bois

(0.5 pt) **9/** Une poutre encastrée d'une extrémité et libre de l'autre extrémité est

- ☐ Une fois hyperstatique
- ☐ Trois fois hyperstatique
- ☐ Isostatique

(0.5 pt) **10/** Pour qu'une poutre résiste en toute sécurité à la flexion, il faut que :

- ☐ $\sigma_{max} \leq \sigma_{admissible}$
- ☐ $\sigma_{max} = 0$
- ☐ $\sigma_{max} > \sigma_{admissible}$

(0.5 pt) **11/** L'appui simple comporte

- ☐ Trois réactions inconnues
- ☐ Une réaction inconnue
- ☐ Deux réactions inconnues

(0.5 pt) **12/** Une section est dite soumise à la flexion déviée, si

- ☐ $N = 0$, $M_y \neq 0$ et $M_z \neq 0$
- ☐ $N \neq 0$, $M_y \neq 0$ et $M_z = 0$
- ☐ $N \neq 0$, $M_y \neq 0$ et $M_z \neq 0$

Université Abou-Bekr Belkaid
Faculté de technologie
Département de Génie Civil

Tlemcen, le 14 Janvier 2018.
Durée : 1h30mn.
Aucun document n'est autorisé.

Examen Final de Résistance des Matériaux 2
(L3)

EXERCICE 1 : (6 PTS)

Soit le système réticulé montré par la figure 1. Il est soumis à une force horizontale $F_1 = 30\ kN$, et une force verticale $F_2 = 40\ kN$. Toutes les barres du système ont la même section $A = 100\ cm^2$. On demande de déterminer les efforts internes et les contraintes dans toutes les barres.

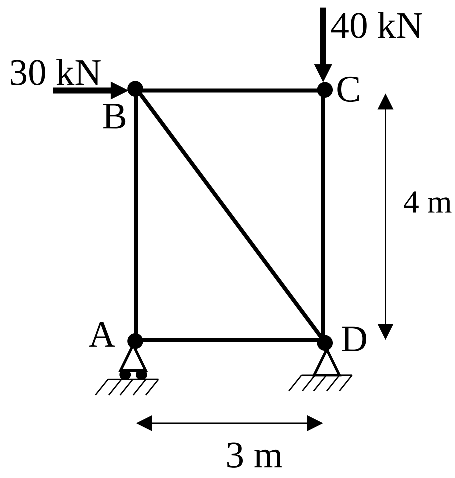


Figure 1

EXERCICE 2 : (9 PTS)

Soit le portique soumis à deux forces d'intensité P tel que montré par la figure 2

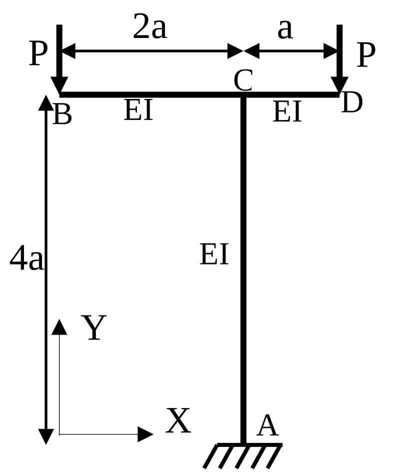


Figure 2

(4.5 pts) **1/** Tracer les diagrammes des efforts internes N, T et M.

(1.5 pts) **2/** Donner le mode de sollicitation pour chacune des travées du portique.

(3 pts) **3/** Calculer les déplacements horizontal, vertical et la rotation de l'extrémité B, en utilisant le théorème de Castigliano et en supposant la flexion dominante.

Bon courage

Université Abou-Bekr Belkaid
Faculté de technologie
Département de Génie Civil

Tlemcen, le 14 Janvier 2018.
Durée : 1h30mn.
Aucun document n'est autorisé.

Nom : **Prénom :** **Section :**

Solution de l'Examen Final de Résistance des Matériaux 2 (L3)

QUESTIONS A CHOIX SIMPLE (6 PTS)

(0.5 pt) **1/** Les matériaux des poutres étudiées sont supposés

☒ Homogènes et isotropes

☐ Continus et anisotropes

(0.5 pt) **2/** Les équations qui régissent le principe fondamental de la statique dans le plan sont au nombre de

☐ Deux

☒ Trois

☐ Six

(0.5 pt) **3/** On considère qu'au cours des déformations les sections droites de la poutre

☒ Restent planes et perpendiculaires à la ligne moyenne

☐ Se déforment mais restent perpendiculaires à la ligne moyenne

(0.5 pt) **4/** Une torsion est provoquée par un moment autour de

☒ L'axe longitudinale de la poutre

☐ L'un des axes transversaux de la poutre

(0.5 pt) **5/** L'axe neutre est le lieu des points où

☐ La contrainte est maximale dans la section droite

☒ La contrainte est nulle dans la section droite

(0.5 pt) **6/** Une section est dite soumise à la flexion pure si

☐ $N \neq 0, T \neq 0$ et $M \neq 0$

☒ $N = 0, T = 0$ et $M \neq 0$

☐ $N = 0, T \neq 0$ et $M \neq 0$

(0.5 pt) **7/** Pour qu'une poutre résiste en toute sécurité au cisaillement, il faut que :

☐ $\sigma_{max} = 0$

☐ $\sigma_{max} \leq \sigma_{admissible}$

☒ $\tau_{max} < \tau_{admissible}$

(0.5 pt) **8/** Les structures en treillis utilisées dans le domaine de la construction sont souvent en

☐ Béton et rarement en acier ou en bois

☐ Acier et rarement en béton ou en bois

☒ Acier ou en bois

(0.5 pt) **9/** Une poutre encastrée d'une extrémité et libre de l'autre extrémité est

☐ Une fois hyperstatique

☐ Trois fois hyperstatique

☒ Isostatique

(0.5 pt) **10/** Pour qu'une poutre résiste en toute sécurité à la flexion, il faut que :

☒ $\sigma_{max} \leq \sigma_{admissible}$

☐ $\sigma_{max} = 0$

☐ $\sigma_{max} > \sigma_{admissible}$

(0.5 pt) **11/** L'appui simple comporte

☐ Trois réactions inconnues

☒ Une réaction inconnue

☐ Deux réactions inconnues

(0.5 pt) **12/** Une section est dite soumise à la flexion déviée, si

☒ $N = 0$, $M_y \neq 0$ et $M_z \neq 0$

☐ $N \neq 0$, $M_y \neq 0$ et $M_z = 0$

☐ $N \neq 0$, $M_y \neq 0$ et $M_z \neq 0$

Université Abou-Bekr Belkaid
Faculté de technologie
Département de Génie Civil

Tlemcen, le 14 Janvier 2018.
Durée : 1h30mn.
Aucun document n'est autorisé.

Examen Final de Résistance des Matériaux 2 (L3)

EXERCICE 1 : (6 PTS)

Calcul des réactions par le principe fondamental de la statique

$\sum F_X = 0 \Rightarrow -H_D + 30 = 0 \Rightarrow \boldsymbol{H_D = 30\ kN}$ (0.25pt)

$\sum F_Y = 0 \Rightarrow R_D + R_A = 40$

$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow 3 * R_D - 30 * 4 - 3 * 40 = 0$

$\boldsymbol{R_D = 80\ kN}$ (0.25 pt)

$\sum F_Y = 0 \Rightarrow \boldsymbol{R_A = -40\ kN}$ (0.5 pt)

Calcul de l'angle $\widehat{ABD}$

$tg(\widehat{ABD}) = \frac{3}{4} \Rightarrow (\widehat{ABD}) = 36.8699°$

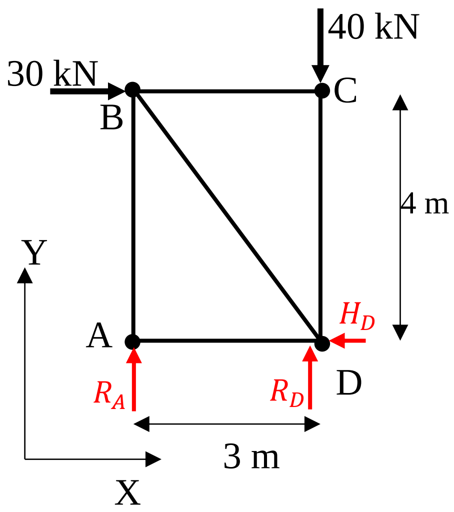


Figure 1

Pour le calcul des efforts dans les barres on utilise la méthode des nœuds.

L'équilibre du nœud A

$\sum F_x = 0 \Rightarrow \boldsymbol{N_{AD} = 0}$ (0.5 pt)

La contrainte de la barre AD est donnée par $\sigma_{AD} = \frac{N_{AD}}{A} \Rightarrow \boldsymbol{\sigma_{AD} = 0}$ (0.5 pt)

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{AB} + R_A = 0 \Rightarrow \boldsymbol{N_{AB} = 40\ kN}$ (0.5 pt)

La contrainte de la barre AB est donnée par $\sigma_{AB} = \frac{N_{AB}}{A} \Rightarrow \boldsymbol{\sigma_{AB} = 0.4\ kN/cm^2}$ (0.5 pt)

L'équilibre du nœud B

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -N_{BA} - N_{BD}\cos(36.8699) = 0 \Rightarrow \boldsymbol{N_{BD} = -50\ kN}$ (0.5 pt)

La contrainte de la barre BD est donnée par $\sigma_{BD} = \frac{N_{BD}}{A} \Rightarrow \boldsymbol{\sigma_{BD} = -0.5\ kN/cm^2}$ (0.5 pt)

$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{BC} + N_{BD}\sin(36.8699) + 30 = 0 \Rightarrow \boldsymbol{N_{BC} = 0\ kN}$ (0.5 pt)

La contrainte de la barre BC est donnée par $\sigma_{BC} = \frac{N_{BC}}{A} \Rightarrow \boldsymbol{\sigma_{BC} = 0\ kN/cm^2}$ (0.5 pt)

L'équilibre du nœud C

$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{CB} = 0$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -N_{CD} - 40 = 0 \Rightarrow$ $\boldsymbol{N_{CD} = -40\ kN}$ (0.5 pt)

La contrainte de la barre CD est donnée par $\sigma_{CD} = \frac{N_{CD}}{A} \Rightarrow \boldsymbol{\sigma_{CD} = -0.4\ kN/cm^2}$ (0.5 pt)

L'équilibre du nœud D est un moyen de vérification

$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{DA} + N_{DB}\sin(36.8699) + 30 = 0 - 50 * \sin(36.8699) + 30 = 0$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{DC} + N_{DB}\cos(36.8699) + 80 = 0$

EXERCICE 2 : (9 PTS)

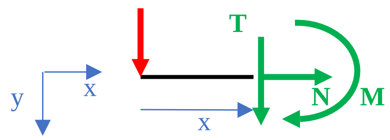
1/ Les expressions des efforts internes par l'équilibre local de chaque poutre.

La convention utilisée est celle du trièdre directe traction positive.

Poutre de travée BC $0 \leq x \leq 2a$

$\sum F_x = 0 \Rightarrow N(x) = 0$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow T(x) = -P$



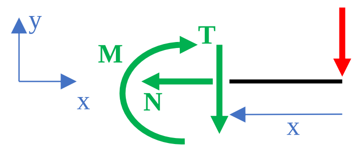
$$\sum M_{/s} = 0 \Rightarrow M_{fz}(x) = Px$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Pour\ \ x = 0 & M_{fz} = 0 \\ Pour\ x = 2a & M_{fz} = 2Pa \end{cases}$$

Poutre de travée DC $0 \leq x \leq a$

$\sum F_x = 0 \Rightarrow N(x) = 0$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow T(x) = -P$



$$\sum M_{/s} = 0 \Rightarrow M_{fz}(x) = -Px$$

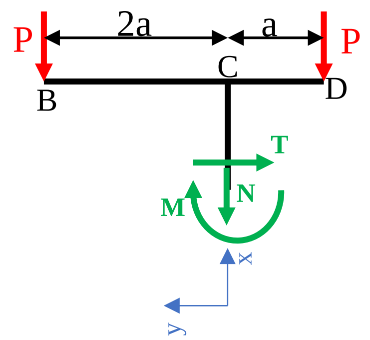
$$\Rightarrow \begin{cases} Pour\ \ x = 0 & M_{fz} = 0 \\ Pour\ x = a & M_{fz} = -Pa \end{cases}$$

Poutre de travée AB $0 \leq x \leq 4a$

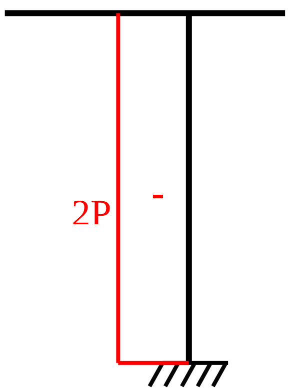
$\sum F_x = 0 \Rightarrow N(x) = -2P$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow T(x) = 0$

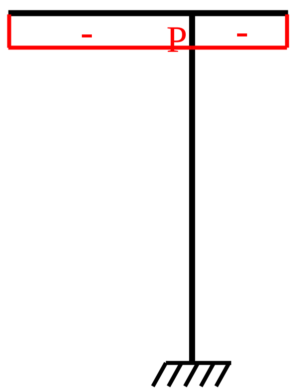
$\sum M_{/s} = 0 \Rightarrow M_{fz}(x) = 2Pa - Pa = Pa$



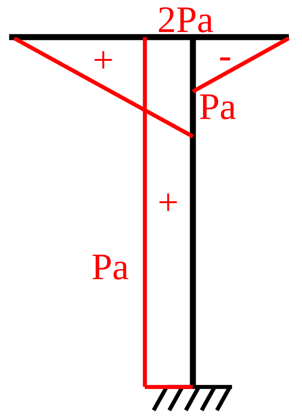
Effort normal N
(1.5 pts)



Effort tranchant T
(1.5 pts)



Moment fléchissant M_f
(1.5 pts)



2/ **Le mode de sollicitation pour chacune des travées du portique.**

Travée	**Sollicitation**
BC	Flexion **(0.5 pt)**
CD	Flexion **(0.5 pt)**
AB	Flexion composée **(0.5 pt)**

3/ **Les déplacements horizontal, vertical et la rotation de l'extrémité B, en utilisant le théorème de Castigliano et en supposant la flexion dominante.**

Le déplacement vertical est donné par

$$\delta_{VB} = \frac{\partial W_e}{\partial P} = \frac{1}{EI}\left[\int M_f \frac{\partial M_f}{\partial P} dx\right] = \frac{1}{EI}\left[\int_0^{4a}(2Pa - Pa)(2a)dx + \int_0^{2a}(Px)(x)dx + \int_0^{a}(-Px)(0)dx\right]$$

$$\boldsymbol{\delta_{VB} = \frac{32Pa^3}{3EI}}$$ **(1 pt)**

Pour le déplacement horizontal et la rotation on ajoute un effort horizontal (F_{HB}) fictif et un moment (m_B) fictif.

$$\delta_{HB} = \frac{\partial W_e}{\partial F_{HB}} = \frac{1}{EI}\left[\int M_f \frac{\partial M_f}{\partial F_{HB}} dx\right] = \frac{1}{EI}\left[\int_0^{4a}(Pa - F_{HB}x)(-x)dx\right]$$

$$\boldsymbol{\delta_{HB} = \frac{-8Pa^3}{EI}}$$ **(1 pt)**

$$\theta_B = \frac{\partial W_e}{\partial m_B} = \frac{1}{EI}\left[\int M_f \frac{\partial M_f}{\partial m_B} dx\right] = \frac{1}{EI}\left[\int_0^{4a}(Pa + m_B)(1)dx + \int_0^{2a}(-Px - m_B)(-1)dx\right]$$

$$\boldsymbol{\theta_B = \frac{6Pa^2}{EI}}$$ (1 pt)