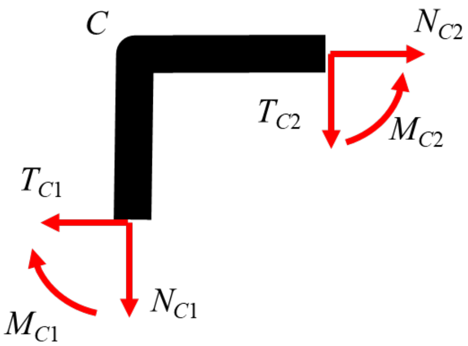
Semaine 2 – problème 1

$N_{C1} = -T_{C2}$; $T_{C1} = N_{C2}$; $M_{C1} = M_{C2}$



Semaine 2 – problème 2

a) $A_x = -F_\ell \cos\alpha$

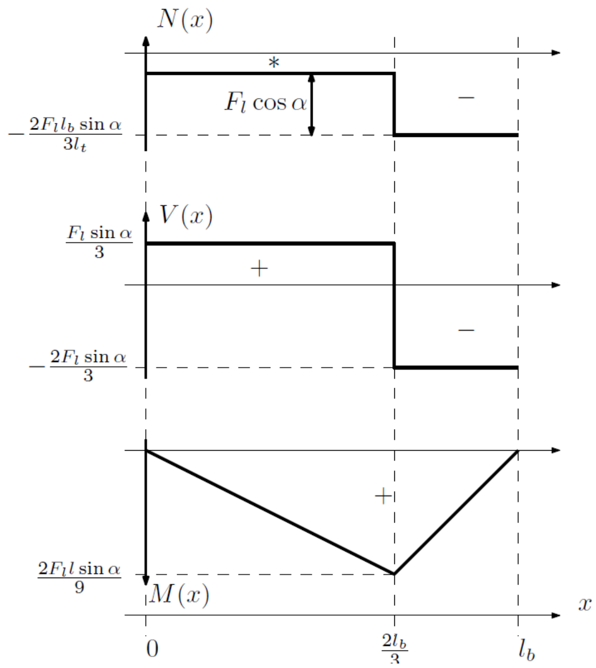
$A_y = -F_\ell(2\ell_h \cos\alpha + x_\ell \sin\alpha)/\ell_w$

$B_y = F_\ell(2\ell_h \cos\alpha + \ell_w \sin\alpha + x_\ell \sin\alpha)/\ell_w$

b) $N_{d_2} = \dfrac{F_\ell\sqrt{\ell_h^2+\ell_w^2}\cos\alpha}{\ell_w}$

$N_{d_3} = F_\ell l_b\sqrt{\ell_t^2 + \ell_w^2}\sin\alpha\,/(\ell_t\ell_w)$

c) Diagramme des efforts



Semaine 2 – problème 3

$P = 4k\ell(\tan\theta - \sin\theta)$

Semaine 2 – problème 4

$$\eta = -\frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^2 - r^2)}$$

Semaine 2 – problème 5

$x \in [0; \ell]$

$N(x) = 0$

$T(x) = R_A = -1.25\ kN$

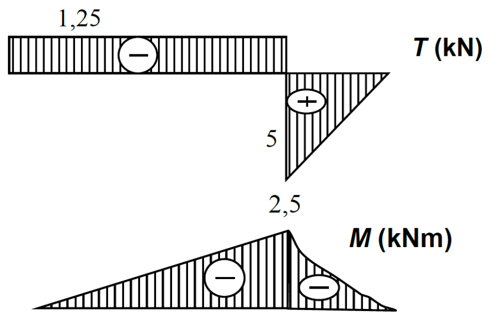
$M(x) = R_A$

$x' \in [0; a]$

$N(x') = 0$

$T(x') = q\, x'$

$M(x') = -\dfrac{qx'^2}{2}$



Semaine 3 – problème 1

a) $V_A = 0$; $H_A = \frac{g\ell^2}{2h} = 37.5\ kN$; $V_B = g\ell = 6\ kN$; $H_B = H_A = 37.5\ kN$

b) $\sigma_A = \frac{N_A}{F} = 975\ MPa$; $\sigma_B = \frac{N_B}{F} = 987\ MPa$; $\Delta\ell = \varepsilon\ell = \frac{N_B}{\pi R^2 E}\ell = 0.39\ m$

Semaine 3 – problème 2

$N_1 = 4.31$ kN, $N_2 = -8.10$ kN,
$\varphi_0 = 0.573$ rad $= 32.8°$

Semaine 3 – problème 3

a) $\sigma(x) = \frac{P(x)}{F} = \frac{1}{2}\rho\omega^2\left(\ell^2 - x^2\right)$; $\sigma_{max} = \sigma(0) = 85.3\ MPa$

b) $\Delta(x) = \frac{\rho\omega^2}{2E}\left(\ell^2 x - \frac{x^3}{3}\right)$; $\Delta_{max} = \Delta(\ell) = 568\ \mu m$

c) $U = \frac{2}{15E}\rho^2\omega^4 F\ell^5 = 155\ J$

Semaine 4 – problème 1

E_a = 262 GPa

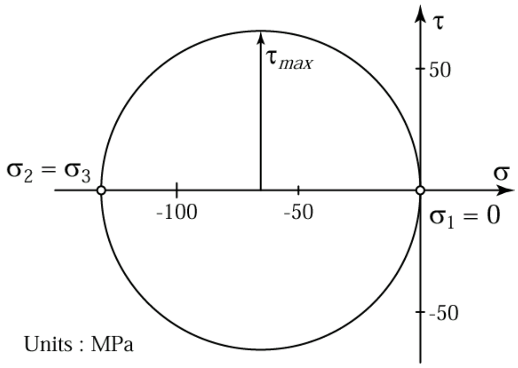
Semaine 4 – problème 2

P = 69 kN

Semaine 4 – problème 3

a) $\sigma_x = \sigma_y = -\frac{E\alpha}{1-\mu}\Delta T$; $\sigma_z = 0$

b) $\sigma_1 = 0$; $\sigma_{2,3} = -131\ MPa$



c) $\Delta T = 260°$

d) Comme, en réalité, l'acier est déformable, il cède à la pression de l'aluminium et les contraintes dans l'aluminium seront moins élevées. On surestime donc les contraintes en faisant l'hypothèse que l'acier est indéformable.

Semaine 5 – problème 1

a) $\varphi = \frac{2M_t l}{3\pi G}\frac{1}{R_2-R_1}\left(\frac{1}{R_1^3}-\frac{1}{{R_2}^3}\right) = \frac{M_t l}{G\tilde{I_P}}$

Avec $\tilde{I_P} = \frac{3\pi}{2}(R_2-R_1)\frac{R_1^3R_2^3}{R_2^3-R_1^3} = \frac{\pi}{2}R_m^4\, f(\mu)$

b) $\tilde{I_P} = \frac{\pi}{2}R_m^4\, f(\mu)$

Avec $f(\mu) = \frac{\left(1-\mu^2\right)^3}{1+\frac{1}{3}\mu^2} \approx \frac{1-3\mu^2}{1+\frac{1}{3}\mu^2}$

c) $\varepsilon = \frac{\varphi'-\varphi}{\varphi} = \frac{10\mu^2}{3+\mu^2}$

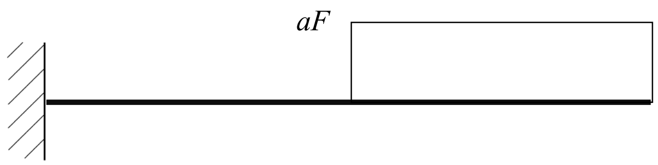
Semaine 5 – problème 2

d = 27.3 mm; ℓ = 1092 mm

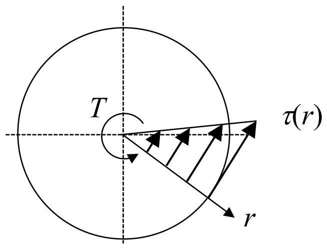
Semaine 5 – problème 3

a) $R_z = F$; $M_y = 4aF$

b) Allure des moments de torsion



c) $\tau_{max} = 2M_y/pR^3$



d) T_{max} = 0.4 kNm
τ_{max} = 90.45 MPa
R =1.4 cm

Semaine 6 – problème 1

P = 2987 kN

Semaine 6 – problème 2

I_z = 310 cm^4; S' = 32 cm^3
σ_A = 136 MPa ; τ_G = 72.2 MPa

Semaine 6 – problème 3

σ = 13.33 MPa; R = 32.48 mm

Semaine 7 – problème 1

N = 25.2 kN; h = 10 m

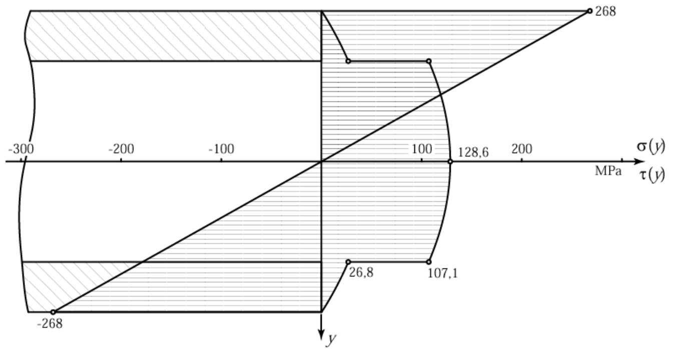
Semaine 7 – problème 2

a) ℓ = 0.94 m
b) ℓ = 0.73 m
c) La condition la plus restrictive entre la contrainte tolérable et la flèche maximal conduit à prendre comme entre distance la valeur calculée en b). Les sections en bois ne sont suffisantes pour reprendre les charges, il faut donc prendre l'IPE. Pour la résistance un IPE 180 serait suffisant, mais pour satisfaire également la limite de flèche imposée, il faut finalement choisir un IPE220.

Semaine 7 – problème 3

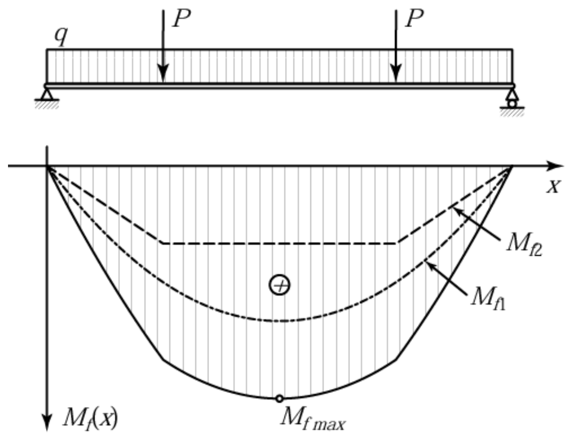
I = 0.167 x 10^{-8} m^4; k = 105 kN/m
$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ = 25.8 Hz

Semaine 8 – problème 1



Semaine 8 – problème 2

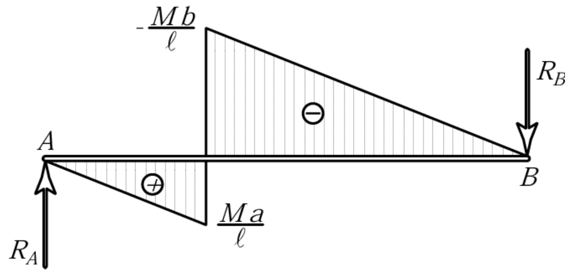
a) M_{f1} est le moment de flexion pour la charge répartie et M_{f2} pour les deux forces discrètes. $M_{fmax} = 7500\ Nm$



b) Dimensions : H_2 = 10.05 cm; H_1 = 8.04 cm ; B_2 = 5.02 cm; B_1 = 4.02 cm

Semaine 8 – problème 3

- Force de réaction $R_A = R_B = M / \ell$
- Moment de flexion



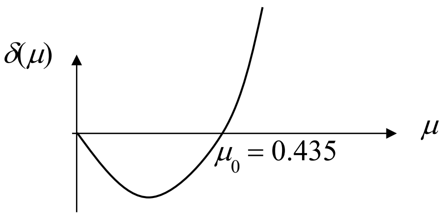
- Déformée $y_1(x) = \frac{M}{EI}\left[-\frac{x^3}{6\ell} + \frac{1}{6\ell}\left(6a\ell - 2\ell^2 - 3a^2\right)x\right]$ $\quad 0 \leq x \leq a$
  $y_2(x) = \frac{M}{EI}\left[-\frac{x^3}{6\ell} + \frac{x^2}{2} - \frac{1}{6\ell}\left(2\ell^2 + 3a^2\right)x + \frac{a^2}{2}\right]$ $\quad a \leq x \leq \ell$

- Flèche en C $\quad y_C(x) = y_1(a) = \frac{M\ell^2}{EI}\left[\alpha^2 - \frac{1}{3}\alpha - \frac{2}{3}\alpha^3\right]$

- La déformée passe de 1 à 2 ondes quand $y'_1(x=0) = 0$, soit $\alpha_{limite} = 1 - \sqrt{\frac{1}{3}}$

Semaine 10 – problème 1

$$\delta_C = \frac{P}{EI}\left(\frac{ab^3}{6} - \frac{a^3b}{24} + \frac{ab^4}{7}\right) = \frac{a^4P}{EI}\left(\frac{\mu^3}{6} - \frac{\mu}{24} + \frac{\mu^4}{7}\right)$$



Semaine 10 – problème 2

Démonstration

Semaine 10 – problème 3

$$\tau_{max} = \frac{8PD}{\pi d^3};\ f = \frac{8nPD^3}{Gd^4};\ k = \frac{Gd^4}{8nD^3};\ U = \frac{4nP^2D^3}{Gd^4}$$

Semaine 11 – problème 1

$$M_0 = \frac{P}{8(\pi R + a)}[(4\pi - 8)R^2 + (4R + a)a] = 289\ Nm$$

Semaine 11 – problème 2

$$R_A = \frac{5ql}{6};\ R_B = \frac{3ql}{2};\ R_C = \frac{ql}{3}$$

Semaine 11 – problème 3

Force de réaction $R_A = \frac{17}{40}q_0\ell = 2125\ N$ $R_B = \frac{13}{40}q_0\ell = 1625\ Nm$

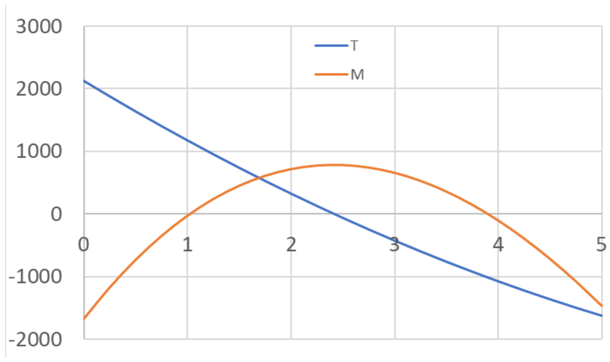
Moment de réaction $M_A = \frac{2}{30}q_0\ell^2 = 1666\ Nm$ $M_B = \frac{7}{120}q_0\ell^2 = 1458\ Nm$

Déformée $y(x) = \frac{-1}{EI}\left[\frac{R_A}{6}x^3 - \frac{M_A}{2}x^2 + q_0\left(\frac{x^4}{24} + \frac{x^5}{240\ell}\right)\right]$

$y(x) = \frac{-q_0\,x^2}{240\,EI\ell}\left[x^3 - 10\ell\,x^2 + 17\ell^2\,x - 8\ell^3\right]$

Déformée / angle en $y = \ell/2$ $y(\ell/2) = 1.46\ mm$ $y'(\ell/2) = -3.09 \times 10^{-5}\ rad$

Diagramme



Semaine 12 – problème 1

$$N_c = \frac{U}{t} = \frac{\pi^2 EI}{h^2} + \frac{4E'F'h}{\pi^2 l}$$

Semaine 12 – problème 2

N_c = 190 kN.

Semaine 12 – problème 3

N_{max} = 1696 kN; λ = 98.66; λ_p = 92.93; N_c = 1504.5 kN

Semaine 13 – problème 1

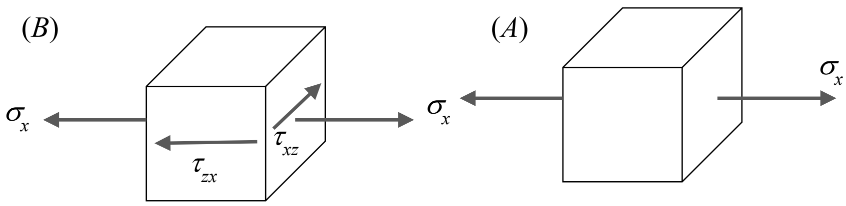
σ_g = 130 MPa, n = 2,6.

Semaine 13 – problème 2

$\sigma_{g\_Mohr}(B)$ = 115.6 MPa; $n(B)$ = 1.9; $\sigma_{g\_Mohr}(C)$ = 62.83 MPa; $n(C)$ = 3.5
$\sigma_{g\_vonMises}(B)$ = 113.2 MPa; $n(B)$ = 1.94; $\sigma_{g\_vonMises}(C)$ = 64.66 MPa; $n(C)$ = 3.4

Semaine 13 – problème 3

(a) τ_{max} = 8.91 MPa; σ_x = 9.55 MPa;



(b) $\sigma_1 = \sigma_x$; $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$

(c) σ_1 = 14.88 MPa ; σ_2 = 0; σ_3 = -5.33 MPa