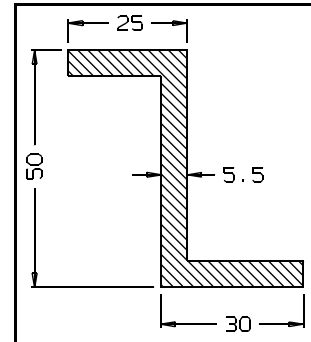


EXERCICES :
CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES DES SECTIONS PLANES

(Version du 14 septembre 2021 (17h03))

- 4.01.** Déterminer la position du centre de gravité G du profilé ci-contre. Vérifier le résultat par la méthode de Guldin.

Réponses : Les coordonnées sont données par rapport au coin inférieur gauche de la cornière.
 $x_G = 4.07 \text{ mm}$; $y_G = 23.82 \text{ mm}$.



- 4.02.** A quel écartement $2e$ faut-il placer 2 fers U pour que l'ensemble donne $I_x = I_y$?

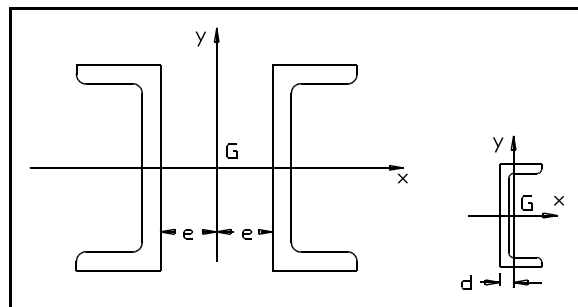
Le UPN 240 a les caractéristiques suivantes :

$$A = 42.3 \text{ cm}^2$$

$$d = 2.23 \text{ cm}$$

$$I_{xP} = 3600 \text{ cm}^4$$

$$I_{yP} = 248 \text{ cm}^4$$

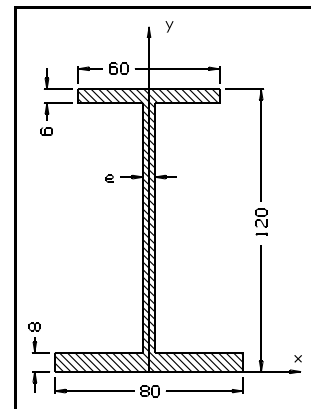


Réponses : $e_1 = 6.66 \text{ cm}$; $e_2 = -11.14 \text{ cm}$ (à rejeter).

- 4.03.** Pour ce profilé en "I", on souhaite que le centre de gravité G se trouve à une hauteur de 51 mm , mesurée à partir de la face inférieure de la semelle de 80 mm . Que doit dès lors valoir l'épaisseur e de l'âme de ce profilé ?

Rechercher aussi la valeur du rapport : $K = I_x / I_y$.

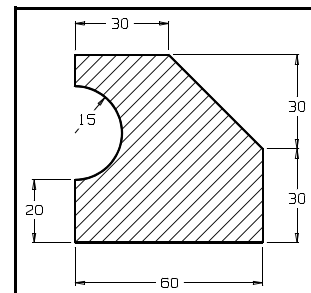
Réponses : $e = 5.96 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$; $K = I_x / I_y = 17.48$.



- 4.04.** Rechercher le centre de gravité de la surface ci-contre (dimensions en mm) :

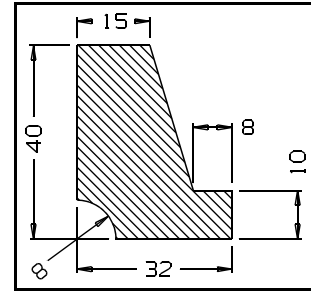
- ▶ par décomposition en surfaces simples;
- ▶ par application du théorème de Guldin.

Réponses : Les coordonnées sont données par rapport au coin inférieur gauche de la cornière.
 $x_G = 29.76 \text{ mm}$; $y_G = 26.15 \text{ mm}$.



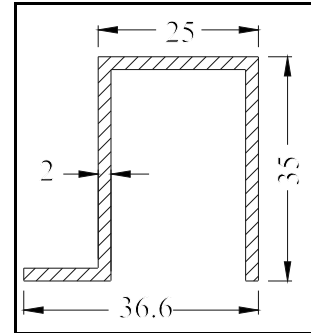
- 4.05.** Déterminer la position du centre de gravité de la surface ci-contre :
- ▶ par décomposition en surfaces simples;
 - ▶ par application du théorème de Guldin.

Réponses : Les coordonnées sont données par rapport au centre du quart de cercle.
 $x_G = 12.58 \text{ mm}$; $y_G = 18 \text{ mm}$.



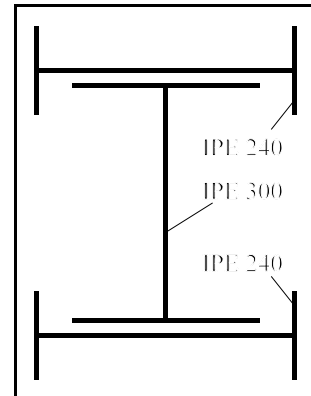
- 4.06.** Rechercher le centre de masse du profil type 414A ci-contre, utilisé en carrosserie. Déterminer les moments d'inertie par rapport aux axes (Ox,Oy) (horizontal et vertical) passant par ce centre de gravité.

Réponses : Les coordonnées sont données par rapport au coin inférieur gauche.
 $x_G = 22.03 \text{ mm}$; $y_G = 19.01 \text{ mm}$;
 $I_{x_G} = 31595 \text{ mm}^4$; $I_{y_G} = 27256 \text{ mm}^4$.



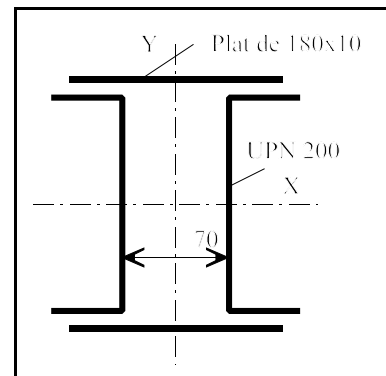
- 4.07.** La section droite d'une colonne métallique est composée de trois IPE solidaires, soudées l'un à l'autre. Rechercher les moments d'inertie maximum et minimum.

Réponses : $I_{\max} = 27258 \text{ cm}^4$; $I_{\min} = 8384 \text{ cm}^4$.



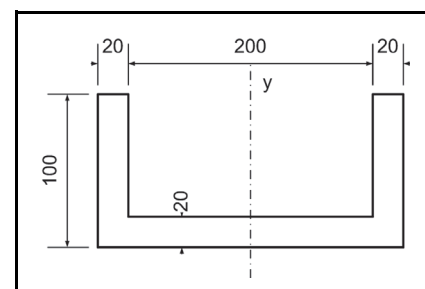
- 4.08.** La section droite d'une poutre de pont roulant est composée de 2 UPN 200 et de 2 plats de 180 x 10, soudées l'un à l'autre. Rechercher les moments d'inertie maximum et minimum.

Réponses : $I_x = 7792 \text{ cm}^4$; $I_y = 3223 \text{ cm}^4$.

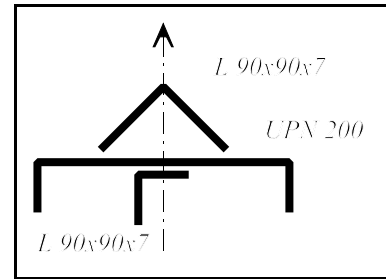


- 4.09.** Calculer les moments d'inertie par rapport aux ACPI ainsi que les rayons de giration de la figure ci-contre.

Réponses : $I_{x_G} = 667 \text{ cm}^4$; $I_{y_G} = 6190 \text{ cm}^4$;
 $i_x = 2.89 \text{ cm}$; $i_y = 8.8 \text{ cm}$.



- 4.10.** Recherchez la position du centre de gravité de la poutre ci-contre. Calculez ensuite les moments d'inertie par rapport à un axe horizontal (et vertical) passant par le centre de gravité de la poutre composée.

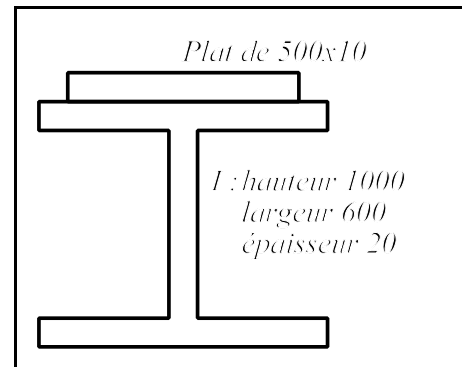


Réponses : $y_G = -1.17 \text{ cm}$ (par rapport à l'âme de l'UPN);

$$I_{G \text{ horizontal}} = 550.0 \text{ cm}^4$$

$$I_{G \text{ vertical}} = 2149.7 \text{ cm}^4.$$

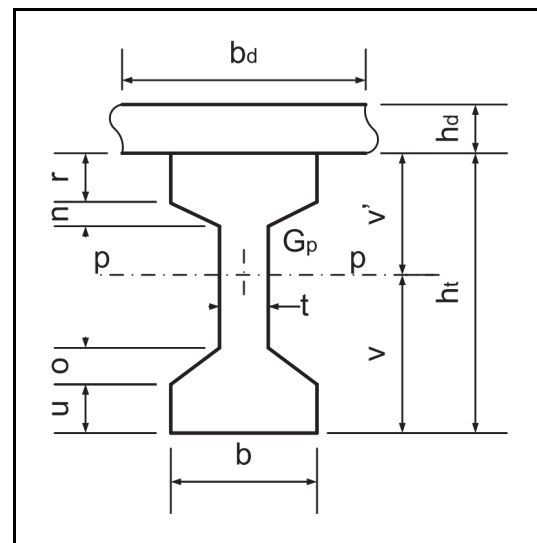
- 4.11.** Soit un profilé métallique renforcé par un plat soudé d'épaisseur 10 mm sur la semelle supérieure. On demande l'inertie du profil par rapport à l'axe horizontal passant par son centre de gravité.



Réponses : $y_G = 55.24 \text{ cm}$ (par rapport à la base de la semelle du "I");

$$I_x = 838065 \text{ cm}^4.$$

- 4.12.** Soit une poutre en béton précontraint dont on donne toutes les caractéristiques géométriques; cette poutre est solidarisée en phase ultime avec une dalle de béton armé de 15 cm d'épaisseur. La largeur collaborante de la dalle est estimée à 2 m.



On demande de déterminer le centre de gravité et le moment d'inertie de la poutre composite. (Il s'agit de l'inertie par rapport à l'axe horizontal passant par le centre de gravité de l'ensemble).

Données :

Dalle :

$$h_d = 15 \text{ cm} \quad b_d = 200 \text{ cm}$$

Poutre Ergon 70/30

$$h_t = 70 \text{ cm} \quad b = 29 \text{ cm}$$

$$r = 14 \text{ cm} \quad t = 8 \text{ cm} \quad n = 9 \text{ cm}$$

$$u = 9 \text{ cm} \quad o = 11 \text{ cm}$$

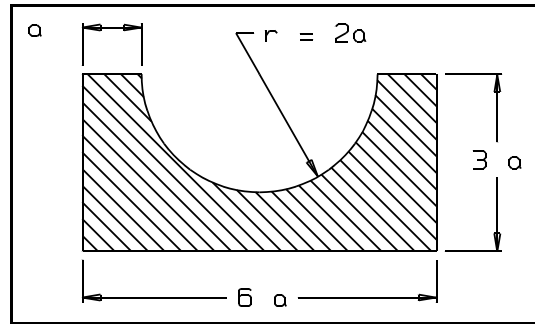
$$A = 1269 \text{ cm}^2 \quad I_{pp} = 762602 \text{ cm}^4$$

$$v = 35.17 \text{ cm} \quad I_{pp}/v = 21684 \text{ cm}^3$$

$$v' = 34.83 \text{ cm} \quad I_{pp}/v' = 21893 \text{ cm}^3$$

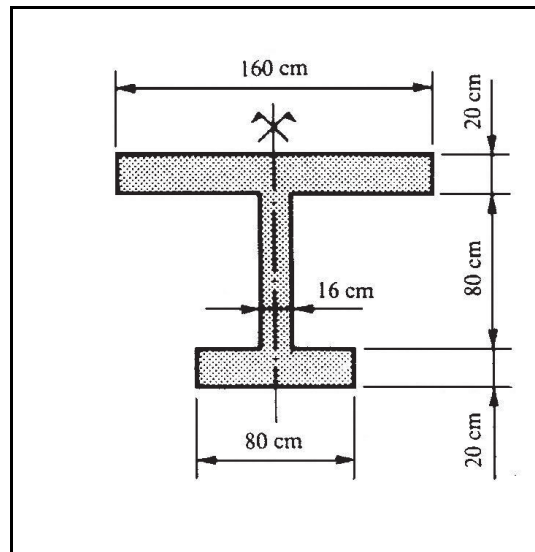
Réponses : $d_{G \text{ tot}} = 64.91 \text{ cm}$ (par rapport à la semelle) $I_{G \text{ tot}} = 2416765 \text{ cm}^4$

- 4.13.** a) Enoncer, sans les démontrer, les deux théorèmes de Guldin.
 b) Pour la pièce ci-contre, pour laquelle a vaut 10 mm , on demande de trouver la position du centre de gravité. Calculer le moment d'inertie par rapport à un axe horizontal passant par le centre de gravité.



Réponses : $y_G = 11.5\text{ mm}$ (par rapport à la base);
 $I_{x_G} = 47.7\text{ cm}^4$.

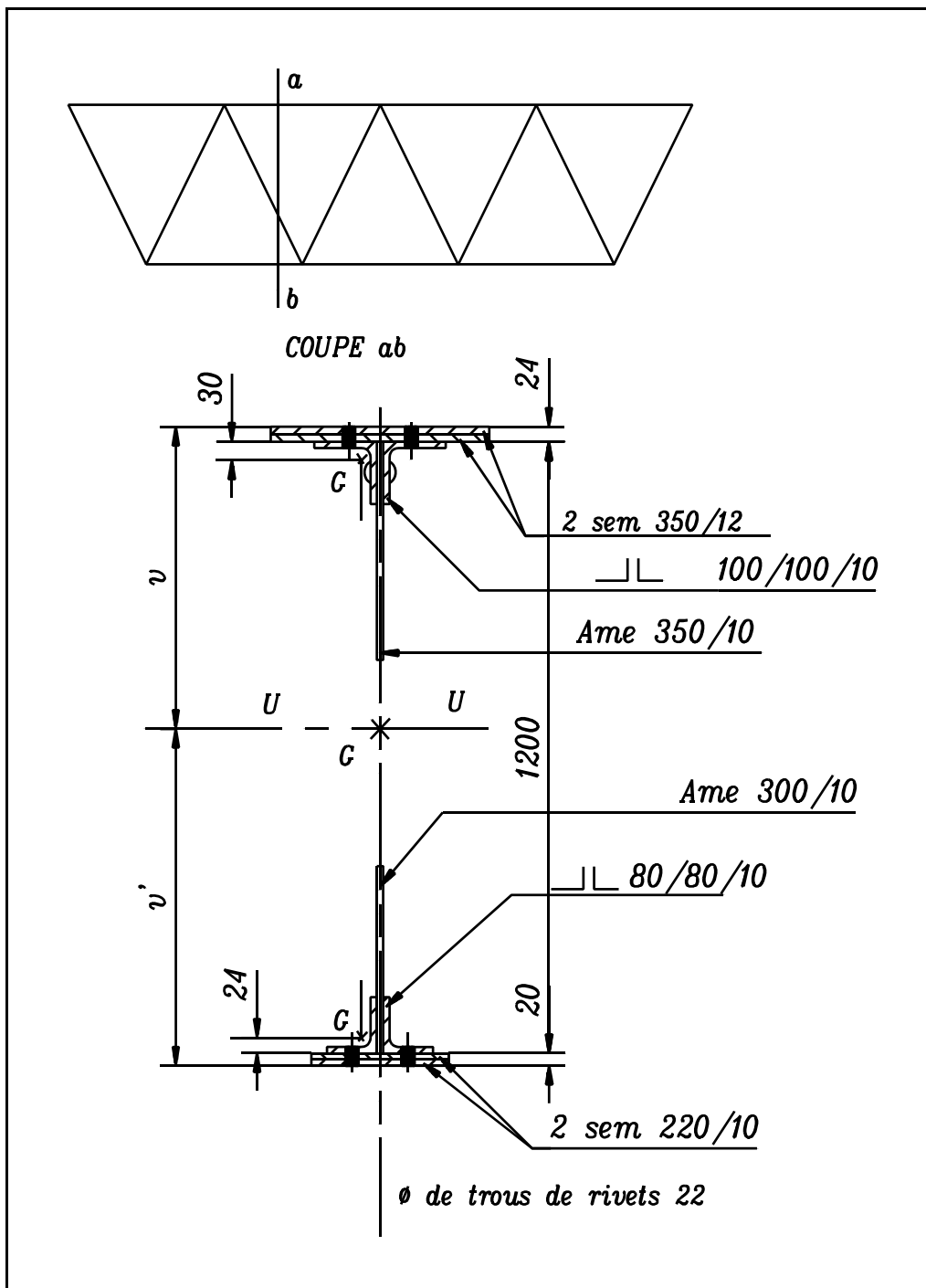
- 4.14.** Déterminer, pour la section droite âme-semelles d'une poutre en béton, le centre géométrique, les axes centraux principaux d'inertie, les moments d'inertie et les rayons de giration correspondants.



Réponses : $I_{ACPI1} = 1.18 \cdot 10^7\text{ cm}^4$;
 $I_{ACPI2} = 0.77 \cdot 10^7\text{ cm}^4$.

Exercices récapitulatifs

R.4.1. Une poutre en treillis est composée par un assemblage de divers profilés. Calculez la section A , l'inertie suivant l'axe UU , les distances v et v' ainsi que les modules de résistance à la flexion correspondants. *Remarque* : pour le calcul de la surface ne pas décompter les trous de rivets car ils sont négligeables.



Réponses : $A = 261.6 \text{ cm}^2$; $v = 50.6 \text{ cm}$; $v' = 73.8 \text{ cm}$; $I_{UU} = 795657 \text{ cm}^4$;
 $I_{UU}/v = 15724 \text{ cm}^3$; $I_{UU}/v' = 10781 \text{ cm}^3$.