

IND2102

14,8
20

 Université
sans frontières

Sigle du cours

Nom : 	Prénom : 
Signature : 	Matricule : 

Sigle et titre du cours		Groupe	Trimestre						
IND2102 - Procédés de fabrication II		1	H-2000						
Professeur(s) Patrick Isac		Local	A-532						
Jour	Vendredi	Date	28.04.00	Durée	2h30	De	13h30	à	16h00
Documentation		Calculatrice							
☒ Toute		☐ Aucune							
☐ Aucune		☒ Programmable							
☐ Voir directives particulières		☒ Non programmable							

Important	Ce questionnaire comporte 22 question(s) sur 15 Page(s)
	La pondération de cet examen est de 40 %
	Vous devez répondre sur ☒ le questionnaire ☐ le cahier ☐ les deux
	Vous devez remettre le questionnaire ☒ oui ☐ non

LES MATÉRIAUX COMPOSITES

QUESTION 1 (0,5 point)

Quels sont les inconvénients des matériaux traditionnels comme l'acier ou l'aluminium par rapport aux matériaux composites ?

Les matériaux traditionnels sont beaucoup plus lourds que les matériaux composites pour des performances mécaniques égales. Ils ont une moins bonne résistance à la corrosion marine, ils résistent moins bien aux produits chimiques, mise en oeuvre plus onéreuse, on doit les usiner, il y a perte de matière, sensibilité aux rayures, moins bon comportement à la fatigue, masse volumique plus élevée. ✓

0,5
0,5

QUESTION 2 (0,5 point)

Les matériaux composites sont d'un coût d'achat et de fabrication élevé par rapport aux autres matériaux, pourtant cela ne constitue pas forcément un inconvénient. Pourquoi ?

Tout d'abord, les prix des matériaux sont souvent donnés au poids, ainsi un kilogramme de plastique (matériau composite) est beaucoup plus grand qu'un kilogramme de fer. Il faut donc faire des proportions. Mais, le plus grand avantage des matériaux composites est que les pièces sont moulées aux formes définitives, ainsi elles ne nécessitent pas d'usinage et il n'y a pas de perte de matière, donc, économie en machines et en matière. De plus, certains matériaux composites ont de meilleures caractéristiques physiques, ce qui permet

0,5
0,5

QUESTION 3 (0,5 point)

Par définition, un matériau composite n'est pas isotrope. Comment peut-on faire pour fabriquer des matériaux composites dont le comportement se rapproche de l'isotropie ?

En utilisant le moulage par enroulement
filamentaire, soit hélicoïdal, soit palaise.
Si le choix de l'angle (hélicoïdal), ces
matériaux ayant des propriétés physiques
semblables dans tous les sens.

93
95

QUESTION 4 (0,5 point)

Quels sont les procédés de mise en forme des matériaux composites qui vous semblent difficiles à automatiser ? Pour quelles raisons ?

- Moulage au contact: très long à effectuer, beaucoup d'étapes, il y a des étapes qui nécessitent un temps d'attente (séchage), l'opération d'éboulage, ouvriers qualifiés ✓
- Moulage par projection simultanée: ouvriers spécialisés, surtout pour l'étape d'ébullation.

95
95

QUESTION 5 (2 points) πr^2

Une poutre de section circulaire est soumise à un effort en traction $F=36000$ daN. Pour s'assurer que la poutre résiste à cet effort, on se donne un coefficient de sécurité de 2.

$F = 72000$ daN

1. Calculez le diamètre minimal de cette poutre, si elle est faite en acier courant 1010 (norme SAE) de résistance à la traction $R_t=20$ daN/mm².

2. Calculez le diamètre minimal de cette même poutre, si elle faite en matériau composite verre R - époxy de résistance à la traction $R_t=9$ daN/mm².

3. Si cette poutre mesure 5000 mm = 5 m de long, quelle est sa masse en kg :

3.1. lorsqu'elle est en acier de densité $d=7800$ kg/m³ ;

3.2. lorsqu'elle est en matériau composite verre R - époxy de densité $d=1700$ kg/m³.

4. Qu'est-ce que vous pouvez tirer comme observations des résultats que vous obtenez ?

1: $R_t = 20 \text{ daN/mm}^2$: $72000 \text{ daN} \div 20 \text{ daN/mm}^2 = 3600 \text{ mm}^2$

$\pi r^2 = 3600 \Rightarrow r = 33,85 \text{ mm} \Rightarrow d = 67,70 \text{ mm} \checkmark$

2: $R_t = 9 \text{ daN/mm}^2$: $72000 \text{ daN} \div 9 \text{ daN/mm}^2 = 8000 \text{ mm}^2$

$\pi r^2 = 8000 \Rightarrow r = 50,46 \text{ mm} \Rightarrow d = 100,93 \text{ mm} \checkmark$

3.1: $d = 7800 \text{ kg/m}^3$: Volume = $\pi (0,03385)^2 \times 5 = 0,018 \text{ m}^3$

masse = $7800 \text{ kg/m}^3 \times 0,018 \text{ m}^3 = 140,4 \text{ kg} \checkmark$

3.2: $d = 1700 \text{ kg/m}^3$: Volume = $\pi (0,05046)^2 \times 5 = 0,040 \text{ m}^3$

masse = $1700 \text{ kg/m}^3 \times 0,040 \text{ m}^3 = 68 \text{ kg} \checkmark$

4: On peut voir que la poutre en matériau composite occupe une plus grande espace car son diamètre est plus grand. Toutefois, la poutre en matériau composite a une masse 2 fois plus petite que celle en acier. Comme la matière est vendue en (\$/kg), il en coûtera moins cher de faire $\frac{1}{2}$ la poutre en matériau composite. $\checkmark$

LES PROCÉDÉS DE FORGE

QUESTION 6 (0,5 point)

Lors de l'opération de poinçonnage en forgeage libre avec un poinçon plein, pourquoi est-il nécessaire de retourner la pièce pour pouvoir réaliser la débouchure du trou ?

Lors du premier coup du poinçon, il ne passe pas à travers de la pièce. Il faut la retourner et donner un autre coup de poinçon pour passer à travers. Ceci est dû au fait que nous voulons percer un trou de diamètre déterminé. Si le poinçon passait au travers de la pièce du premier coup, le trou serait déformé (légèrement en V) dû au mouvement créé par le poinçon et se ferme.

0/5
01/5

QUESTION 7 (0,5 point)

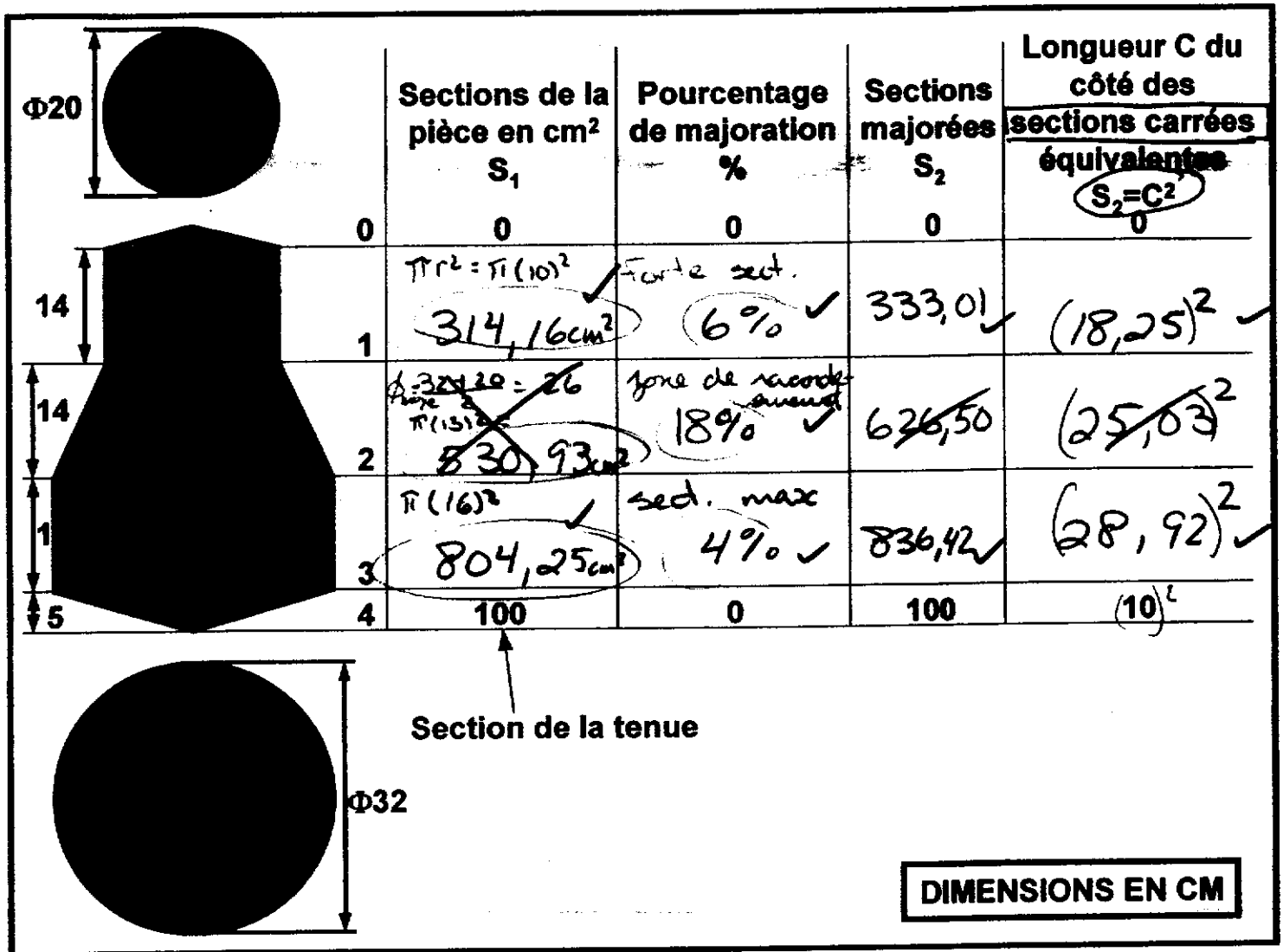
En estampage, pourquoi faut-il toujours placer l'empreinte de finition près du centre de la matrice ?

Afin de limiter le basculement dangereux pour les glissières, ou les colonnes de guidage de l'engin ou de l'outil. On rapproche le plus possible cet axe de la gravure nécessitant le plus gros effort. L'axe du grain doit se situer dans le plan passant par l'axe de symétrie des guidages des coulisseaux de presse ou de la masse tamblante du marteau.

0/5
01/5

QUESTION 8 (2 points)

On s'intéresse à la fabrication par estampage de la pièce représentée sur le dessin ci-dessous. Cette pièce est composée d'une succession de sections circulaires.



On a sectionné la pièce en 4 tranches : trois (3) de 14 cm d'épaisseur et une (1) de 5 cm d'épaisseur, tel qu'indiqué sur le dessin.

✓ : Remplissez le tableau de la figure ci-dessus comme dans le cours, pour déterminer les dimensions de l'ébauche de roulage carrée que l'on devra fabriquer sur une laminoir à retour.

2 : Calculez le volume et la longueur du lopin de départ qu'il faudra scier dans une barre carrée de 25 cm par 25 cm de section.

Répondez à la question 2 sur la page suivante.

2: Barre de 25 x 25 : $\Rightarrow$ Ave de 625 cm^2 ✓

Volume du lopin : $18,25^2 \times 14 + 25,03^2 \times 14 + 28,92^2 \times 14$
 $+ 10^2 \times 5 = 4662,88 + 8771,01 + 11709,13$

Perte = ?

$+ 500 = 25643,02 \text{ cm}^3$ ✓

$25643,02 \text{ cm}^3$

=

$41,03 \text{ cm}$

625 cm^2

$\hookrightarrow$ longueur du lopin

$\frac{1,3}{2}$

LE TRAVAIL DES MÉTAUX EN FEUILLES

QUESTION 9 (0,5 point)

Donnez un avantage et un inconvénient potentiel de cisailer une feuille de métal avec une cisaille guillotine à lames obliques plutôt qu'à lames parallèles ?

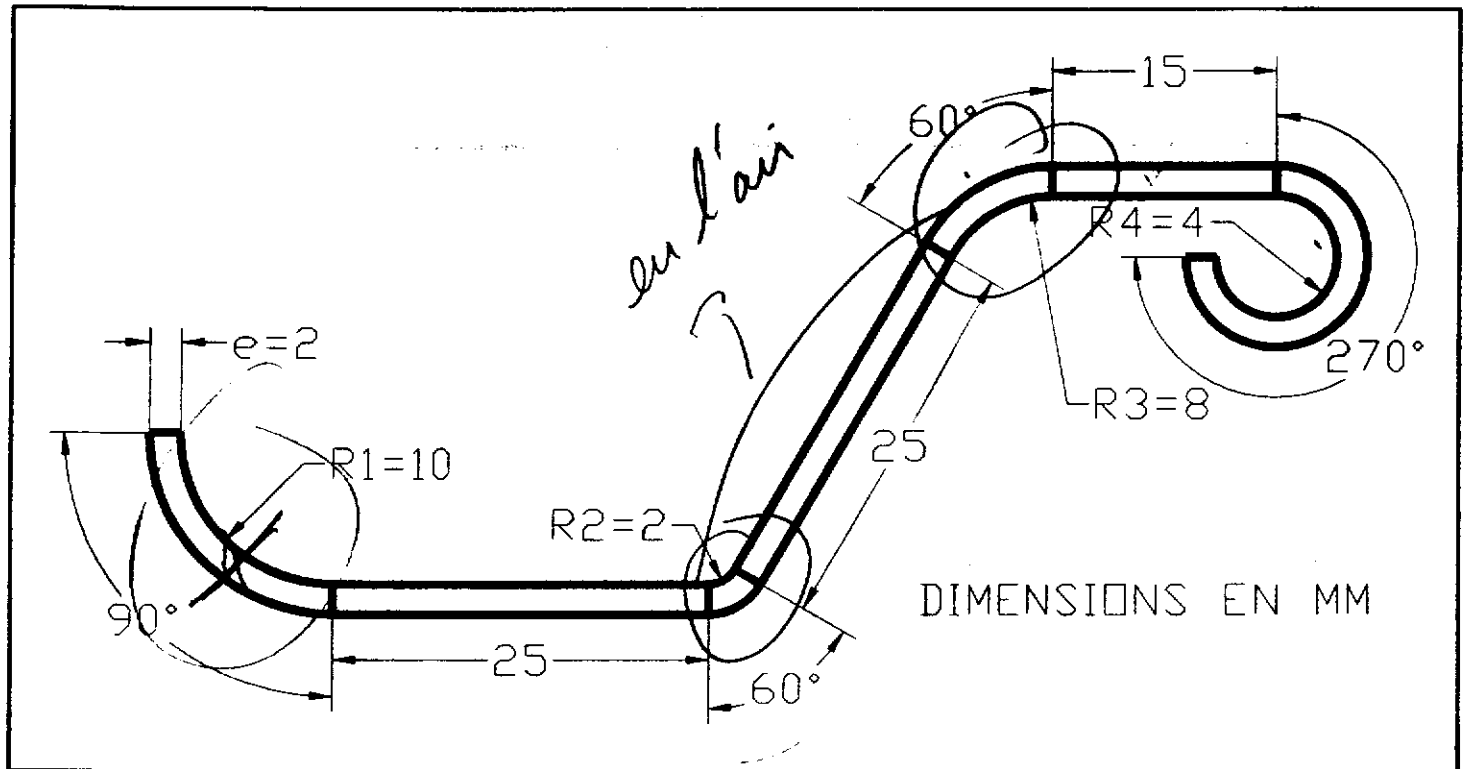
Avantage : Il permet la diminution de l'effort pour la coupe, c'est-à-dire qu'une machine moins puissante est nécessaire pour effectuer la même coupe. ✓

Inconvénient : Le métal peut se déformer. ✓

$\frac{0,5}{0,5}$

QUESTION 10 (3 points)

Vous devez fabriquer la pièce dont le profil est représenté sur la figure ci-dessous. Cette pièce est fabriquée à partir d'une tôle de 2 mm d'épaisseur, par une succession de plis.



1. Calculez le développement du flan qu'il faudra découper dans la tôle par cisailage, en calculant la longueur de la fibre neutre de la pièce.
2. Si la tôle est en laiton, et qu'on réalise les plis numéro 2 et 3 par pliage en l'air, calculez l'angle α , qu'il faudra régler sur la plieuse, afin de tenir compte du retour élastique. *approximation*

$$1: R_1: \frac{R}{e} = \frac{10}{2} = 5 \gg 3 \Rightarrow e/2 = 2/2 = 1 = r_1$$

$$R_1' = R_1 + r_1 = 10 + 1 = 11$$

$$l = \frac{2\pi (R_1') \alpha}{360^\circ} = \frac{2\pi (11) 90^\circ}{360^\circ} = 17,28 \text{ mm}$$

$$R_2 = \frac{R}{e} = \frac{2}{2} = 1 = 0 \Rightarrow e/3 = 2/3$$

$$R_2' = 2 + 2/3 = 8/3$$

$$l = \frac{2\pi (8/3) 60^\circ}{360^\circ} = 2,79 \text{ mm}$$

$$R_3: \frac{R}{e} = \frac{8}{2} = 4 > 3 \Rightarrow e/2 = r/2 = 1$$

$$R_3' = 8 + 1 = 9 : l = \frac{2\pi (9) 60^\circ}{360^\circ} = 19,42 \text{ mm}$$

$$R_4: \frac{R}{e} = \frac{4}{2} = 2 \Rightarrow 2 \times e/5 = 2 \times 2/5 = 4/5$$

$$R_4' = 4 + 4/5 = 24/5 : l = \frac{2\pi (24/5) 270^\circ}{360^\circ} = 22,62 \text{ mm}$$

$$L_T = 25 + 25 + 15 + 17,28 + 2,79 + 9,42 + 22,62 = 117,11 \text{ mm} \checkmark$$

2: laiton. $R_2: R/e = 2/2 = 1 \Rightarrow k = 0,98$, l'approximation du ressort.

$$\alpha_1 = k \times \alpha_2 = 0,98 \times 60^\circ = 58,8^\circ \checkmark$$

$$R_3: \frac{R}{e} = \frac{8}{2} = 4 \Rightarrow k = 0,95$$

$$\alpha_1 = k \times \alpha_2 = 0,95 \times 60^\circ = 57^\circ \checkmark$$

3 / 3,0

Donc sur la machine, il faudra ajuster

à $61,2^\circ$ pour faire R_2 et à 63° pour faire R_3 . (Il faut aller plus loin car la tôle revient un peu à l'état.)

QUESTION 11 (0,5 point)

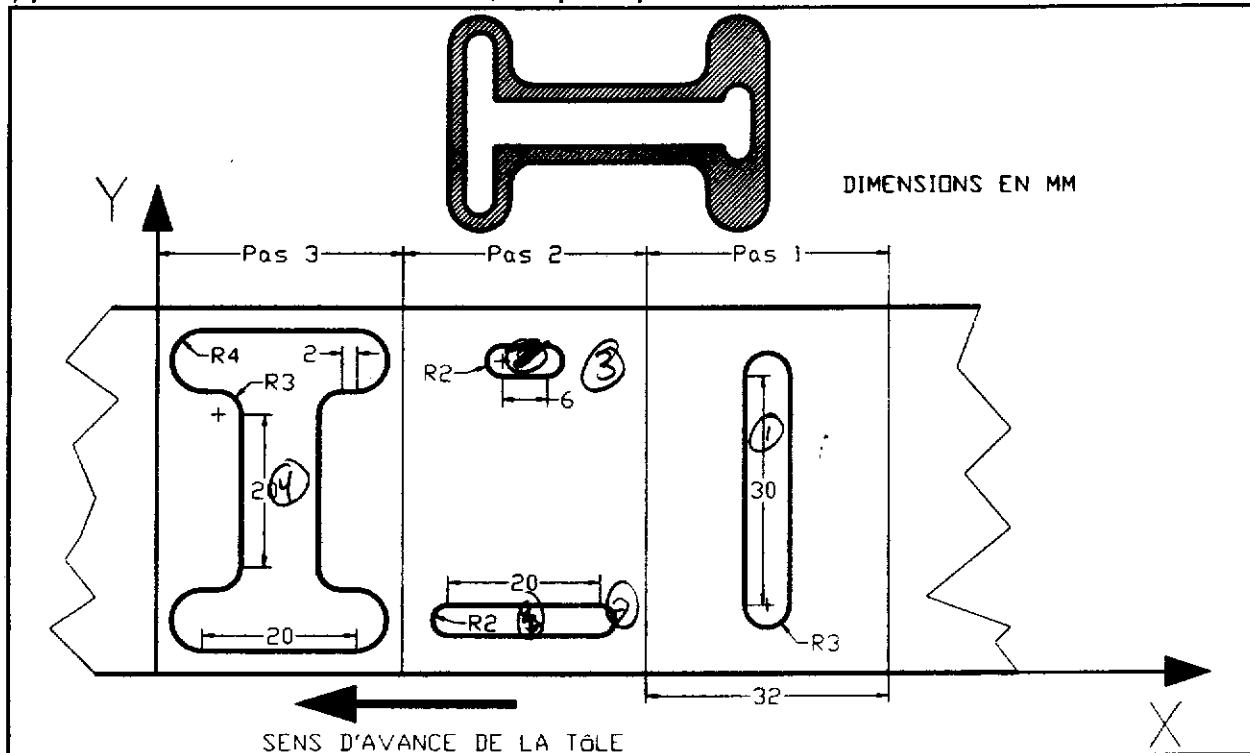
Pour quelle raison une matrice de poinçonnage possède-t-elle une entrée de diamètre constant sur une hauteur h de 4 à 5 mm ? Quel inconvénient cette configuration peut-elle entraîner pour le dégagement de la rondelle poinçonnée ?

Pour permettre son affûtage, donc de pouvoir s'en servir plus longtemps. Il peut y avoir une accumulation de scories, et cela peut se coïsser.

0,5 / 0,5

QUESTION 12 (3 points)

Pour réaliser le découpage de la pièce en tôle dont le dessin vous est donné ci-dessous, on utilise un outil à contre-plaque à engrenage, qui travaille la pièce en trois (3) opérations. Cet outil regroupe donc trois (3) pas d'avance de la feuille de tôle, tel que représenté ci-dessous.



Description des opérations :

- 1^o découpe :
 - En position au pas 1;
 - Contour 1 composé de deux parties droites de 30 mm de long et de deux demi-cercles de 3 mm de rayon;
 - Coordonnées du barycentre G1: X80, Y24.
$$2 \times 30 + \pi (3)^2 = 88,27$$
- 2^o découpe :
 - En position au pas 2 en bas;
 - Contour 2 composé de deux parties droites de 20 mm de long et de deux demi-cercles de 2 mm de rayon;
 - Coordonnées du barycentre G2 : X48, Y7.
$$2 \times 20 + \pi (2)^2 = 52,57$$
- 3^o découpe :
 - En position au pas 2 en haut;
 - Contour 3 composé de deux parties droites de 6 mm de long et de deux demi-cercles de 2 mm de rayon;
 - Coordonnées du barycentre G3 : X48, Y41.
$$2 \times 6 + \pi (2)^2 = 24,57$$

$$(4 \times 20) + (4 \times 2) + 2 \times \pi (4)^2 + \pi (3)^2$$

50 265

$$= 124,54 + 216,81$$

• 4° découpe :

- En position au pas 3;
- Contour composé de quatre parties droites de 20 mm de long, de quatre parties droites de 2 mm de long, de quatre demi-cercles de 4 mm de rayon et de quatre quarts de cercle de 3 mm de rayon; *2 cercles* *1 cercle*
- Coordonnées du barycentre G4 : X16, Y24.

1. Déterminez les coordonnées X et Y où l'on doit positionner le coulisseau de la presse, par la méthode analytique.

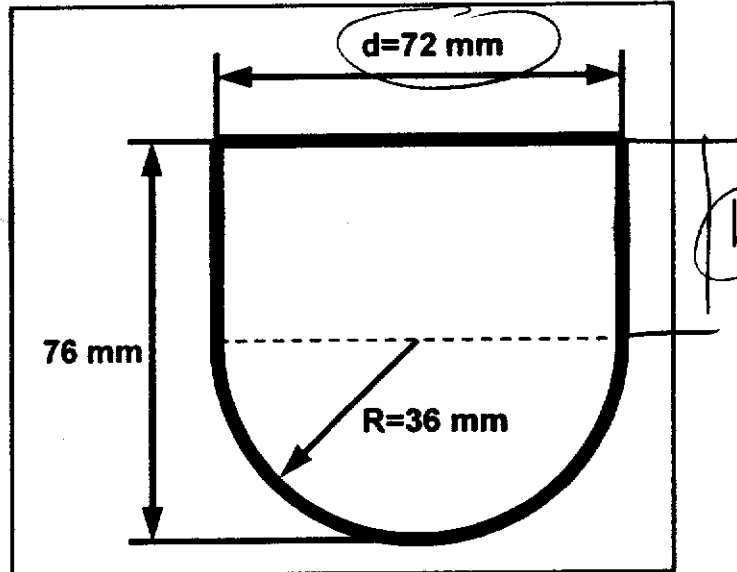
2. Calculez l'effort F nécessaire au découpage de tous ces contours en une seule frappe, si la tôle est en aluminium dur et a une épaisseur de 1,5 mm.

1: Périmètre	Longueur	X_i	Y_i	$P_i X_i$	$P_i Y_i$
1	88,27 mm	80 ✓	24 ✓	7061,6	2118,5
2	52,37 mm ✓	48 ✓	7 ✓	2523,36	368,0
3	24,57 mm ✓	48 ✓	41 ✓	1179,4	1007,4
4	216,81 mm	16 ✓	24 ✓	3468,96	5203,4
Somme					

2:

QUESTION 13 (2 points)

Vous devez fabriquer la pièce cylindrique dessinée ci-dessous en emboutissage.



1. Déterminez le diamètre D du flan qu'il faudra découper dans la tôle, pour obtenir cette pièce.
2. Calculez le nombre d'opérations successives d'emboutissage nécessaires et les diamètres d_i correspondants, pour l'obtention de cette pièce, si l'on désire respecter les coefficients de réduction d'une tôle en laiton.

1:
$$D = \sqrt{2d^2 + 4dh} = \sqrt{2(72)^2 + 4(72)(40)}$$

$$= \sqrt{10368 + 11520} = 147,95 \text{ mm} + 2 \text{ mm}$$

 (fig 2.42 notes)

2: Laiton: $m_1 = 0,53$, $m_2 = 0,75$ ($D = 147,95$, $d = 72$)
 $d_1 = m_1 D = 0,53 \times 147,95 = 78,4 \text{ mm}$
 $d_2 = m_2 \times d_1 = 0,75 \times 78,4 = 58,8 \text{ mm}$

2 opérations d'emboutissage ✓

1,5
2

LES MANIPULATIONS DE LABORATOIRE

LABORATOIRE DE FONDERIE

QUESTION 14 (0,5 point)

Quel est l'intérêt de rajouter du silicium et du magnésium, dans l'aluminium utilisé au laboratoire de fonderie ? Justifiez vos réponses.

Cela permet de réduire le retrait volumétrique. Lorsque l'aluminium se refroidit, il perd 7 % à 8 % de son volume, lorsqu'on lui ajoute le silicium, et le magnésium, on limite cette réduction à 2 % ✓

0,5
0,5

QUESTION 15 (0,5 point)

Pourquoi les sections des différents chenaux de remplissage de l'empreinte allaient-elles en augmentant, au fur et à mesure que le métal progressait dans le moule ?

Il faut avoir des chenaux de descente, c'est-à-dire qu'il faut forcer le métal à se rendre jusqu'à la pièce. Si les chenaux n'augmentent pas, il n'est pas certain que le métal se rende aussi bien jusqu'à la pièce. ✓

0,5
0,5

LABORATOIRE DE SOUDAGE

QUESTION 16 (0,5 point)

Quel procédé de soudage pratiqué durant la séance de laboratoire, vous a semblé le plus difficile à exécuter ? À quoi attribuez-vous cette difficulté ?

Il s'agit du soudage manuel à l'arc avec électrode enrobée. Cela est dû au fait que l'électrode diminue en longueur au fur et à mesure que l'arc soude. Ainsi, il est difficile de conserver la distance adéquate entre l'électrode et la pièce. Cela demande beaucoup de dextérité.

0,5
0,5

QUESTION 17 (0,5 point)

Lorsque vous avez pratiqué le procédé de soudage à l'arc à l'électrode enrobée et le procédé de soudage MIG, en quelle matière était la table sur laquelle étaient posées les pièces ? Pourquoi a-t-on choisi cette matière ?

Elle était en métal. C'est parce que pour effectuer ces types de soudages, il faut faire une mise à la terre. C'est pourquoi une pince est accrochée après la table.

0,5
0,5

LABORATOIRE DE MATIÈRES PLASTIQUES

QUESTION 18 (0,4 point)

Dans quelle forme doit être la résine pour pouvoir effectuer le test d'indice de fluidité [melt index] ?

On insère des granules dans un réservoir, on les chauffe, puis on pèse la qte de matière fondue qui s'est écoulée à travers un orifice pour une période de temps normalisée. Au départ, granules, après l'ajout ✓
0,4
0,4

QUESTION 19 (0,3 point)

Dans le procédé de thermoformage vu au laboratoire, qu'elle est la force qui plaque la feuille de plastique sur le moule ?

C'est la force de gravité, comme il n'y a plus d'air pour contre le poids de la feuille, elle tombe sur le moule. (on fait le vide) ✓
0,3
0,3

QUESTION 20 (0,3 point)

Lorsqu'on dit qu'une presse d'injection a une capacité de 80 tonnes on veut dire :

- a) Que la presse a une masse de 80 tonnes ✓
- b) Que la presse est capable (normalement selon les données statistiques) de plastifier 80 tonnes de plastique avant de changer les éléments chauffants ✓
- c) Que la presse peut développer une force d'injection de 80 tonnes par pouce carré de surface projetée
- d) Que la presse peut développer une force de verrouillage égale à 80 tonnes ✓
- e) Aucune de ces réponses
- f) Toutes ces réponses ✓

0,3
0,3

LABORATOIRE DE TRAVAIL DU MÉTAL EN FEUILLE

QUESTION 21 (0,5 point)

Pourquoi avez-vous dû calculer des angles de retours élastiques pour certaines opérations de pliage et pas pour d'autres ?

- L'utilisation de la presse plieuse n'entraîne aucuns retours élastiques, donc on n'a pas besoin de les calculer. → incomplet ✓
 - L'utilisation de la presse à tablier entraîne de retours élastiques, il faut donc les calculer. ✓
- 0,4
0,5

QUESTION 22 (0,5 point)

Lorsque vous avez calculé la force nécessaire pour le cisailage de la tôle, la largeur de coupe que vous effectuiez ne servait à rien. Pourquoi ?

C'est la longueur de coupe qui a une importance sur le calcul de la force nécessaire. Si la presse est capable de couper la longueur, il est certain qu'elle pourra couper la largeur. 0,5

PASSEZ UN BON ÉTÉ
AU PLAISIR DE SE REVOIR