

TEST BLANC
POUR LE 7 NOVEMBRE 2024



MATERIAUX : DE LA CHIMIE AUX PROPRIETES
Section Génie Mécanique

NOM :	Total des points : / 50
Numéro de place :	

RAPPEL IMPORTANT

Vous n'avez droit à **aucune documentation**. Vous disposez du formulaire remis en dernière page des questions et que vous pouvez par commodité détacher. Pour le test blanc, il s'agit du formulaire donné sur Moodle (avec le test).

Vous avez **droit à une calculatrice non programmable (Type TI 30...)**. ou programmable en mode examen (pour l'examen)

Lors de l'examen final, seules les réponses développées et écrites sur ce questionnaire seront corrigées et compteront pour la note. Utilisez les feuilles de brouillon à la fin pour faire des calculs provisoires.

Laissez les feuilles de brouillon attachées au questionnaire.

Lors de l'examen final, les **réponses doivent être écrites LISIBLEMENT A L'ENCRE** (stylo-bille, feutre ou plume, les réponses au crayon sont considérées comme nulles).

Utilisez une **REGLE** pour les traits de construction dans un graphique. Les constructions trop approximatives seront jugées comme fausses.

On fera la correction lors de la séance d'exercices du 7 novembre, puis vous aurez la correction et vous pourrez comme cela évaluer vous-même votre performance. Ce test ne compte pas mais est fait pour vous entraîner, vous faire réviser et vous familiariser avec le type de questions d'examen.

LISEZ ATTENTIVEMENT LES DONNEES. Il y a 6 questions. Vous pouvez toutes les faire dès le week-end sauf 6.d.et 6.e qui demandent d'avoir vu le cours de mardi prochain.

Question 1

/ 12

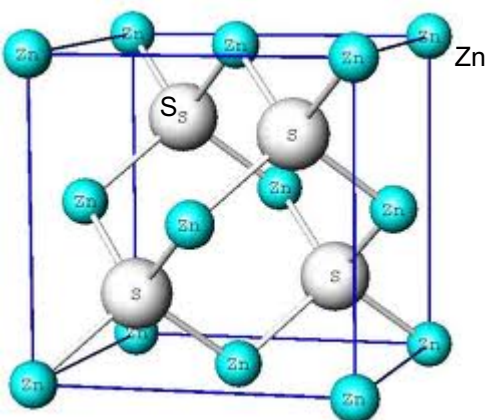
Cochez la réponse juste, après avoir lu **ATTENTIVEMENT** (jusqu'au bout) la question.
 (Attention: réponse juste +1 pt, réponse fausse -1 pt, total ≥ 0 pt).

	Vrai	Faux
a. Le rayon atomique et l'affinité électronique varient en sens inverse.	☐	☐
b. Si les liaisons entre les atomes d'un matériau cristallin sont représentées par le potentiel de Lennard Jones $V(r)$, alors la valeur de l'énergie de surface de ce matériau dépend de la valeur du potentiel $V(r)$ à la position d'équilibre r_0 .	☐	☐
c. Dans une liaison covalente un atome cède un ou plusieurs électrons qui sont principalement localisés sur un autre atome.	☐	☐
d. Dans le graphène ou le graphite, les atomes de carbone sont hybridés sp_2	☐	☐
e. L'équation de de Broglie exprime la dualité onde – particule. Sur la base de cette équation on voit que la longueur d'onde d'une particule macroscopique (par ex. une bille), qui est beaucoup plus lourde que n'importe quelle particule subatomique, est très grande ; il en est de même pour tout objet macroscopique (visible) qui se déplace à une vitesse normale. En revanche, la longueur d'onde d'un électron en mouvement rapide est d'un ordre de grandeur similaire au diamètre d'un atome.	☐	☐
f. La présence de précipités dans un métal tend à augmenter son module d'élasticité.	☐	☐
g. La densité d'énergie de déformation pour un essai de traction uniaxial est donnée par la surface sous la courbe $\sigma(\epsilon)$, que la déformation soit élastique ou élastique-plastique.	☐	☐
h. La courbe de Wöhler permet de déterminer le nombre de cycles a rupture d'un matériau soumis à de la fatigue avec une amplitude de contrainte constante et de valeur moyenne non nulle.	☐	☐
i. L'usure d'un matériau qui frotte sur un autre matériau dépend de la force normale appliquée.	☐	☐
j. Pour caractériser la structure cristallographique d'un matériau cristallin, on peut utiliser des rayons X de longueur d'onde comparable à la distance caractéristique entre les plans atomiques, qui est de l'ordre de 10^{-6} mètres.	☐	☐
k. Le coefficient d'écrouissage d'un alliage métallique, qui caractérise l'augmentation de la limite d'élasticité lors d'une déformation plastique, est donné par la pente de la courbe contrainte-déformation dans le domaine plastique.	☐	☐
l. Dans la fatigue oligocyclique, avec une contrainte moyenne appliquée nulle, l'amplitude de la contrainte est comprise entre la limite d'élasticité et la résistance maximale du matériau.	☐	☐

Question 2

/ 8

La sphalérite est l'une des formes cristallines du sulfure de zinc (ZnS) (voir ci-dessous) :



a. Quelle est sa structure (cochez la bonne réponse) (1 pt) :

- ☐ Cubique
☐ Cubique centrée
☐ Cubique à faces centrées

b. Quel est le type de liaison ? On donne les électronégativités de S: 2.58 et Zn : 1.65 (1 pt) :

c. Entourez le motif sur le dessin (1 pt).

d. Combien d'atomes de Zn en propre dans la maille (1 pt) :

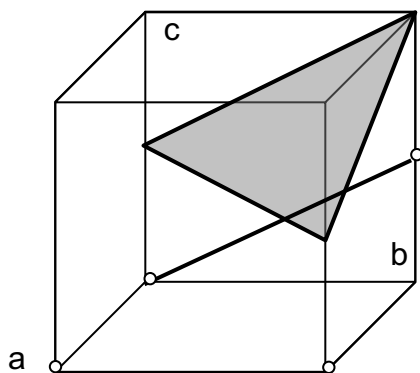
e. Combien d'atomes de S en propre dans la maille (1 pt) :

f. Quelle est la configuration électronique de l'atome de Zinc (Zn) dans son état fondamental (à partir du gaz rare le plus proche)? (0.5pt)

Quel ion – anion ou cation- est formé par le Zinc ? Pourquoi ? (0.5pt)

g. Dans la structure cubique simple, indiquez quels sont les indices de Miller corrects du plan et de la direction réticulaire dessinés ci-dessous.

(1seule réponse juste pour chacun, 1 pts pour chacune des réponses / 0 pt faux).



Plan $(2\ 1\ 1)$ ☐

Droite $[2\ \bar{1}\ 1]$ ☐

Plan $(1\ \bar{1}\ 2)$ ☐

Droite $[1\ 1\ \bar{2}]$ ☐

Plan $(1\ \bar{2}\ 1)$ ☐

Droite $[0\ 2\ 1]$ ☐

Plan $(0\ 0\ 1)$ ☐

Droite $[0\ 1\ 2]$ ☐

Plan $(1\ 1\ 2)$ ☐

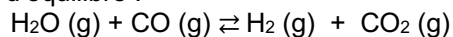
Droite $[1\ 2\ 0]$ ☐

Plan $(1\ 1\ \bar{2})$ ☐

Droite $[1\ 1\ 2]$ ☐

Question 3

Soit la réaction d'équilibre :



a. L'hydrogène est considéré dans son état fondamental, est-ce que les électrons suivants avec les nombres quantiques donnés ci-dessous existent pour l'hydrogène dans son état fondamental ?

Cochez la case utile. (2pt)

(a) $n = 1, l = 1, m_l = 0, m_s = -1/2$

☐ existe

☐ n'existe pas

(b) $n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = -1/2$

☐ existe

☐ n'existe pas

(c) $n = 1, l = 0, m_l = 1, m_s = +1/2$

☐ existe

☐ n'existe pas

(d) $n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = +1/2$

☐ existe

☐ n'existe pas

b. Si l'électron de l'Hydrogène est excité au niveau $n = 4$ combien de raies différentes peuvent-elles être émises lors du retour à l'état fondamental ? (1 pts)

Dessinez dans le schéma au-dessous les transitions possibles:

réponse :

_____ $n = 4$

_____ $n = 3$

_____ $n = 2$

_____ $n = 1$

On peut observer en total _ _ _ _ raies différentes.

c. A l'aide des valeurs données dans le tableau ci-dessous, calculez l'enthalpie standard molaire de la réaction pour la formation de dioxyde de carbone. (2 pt)

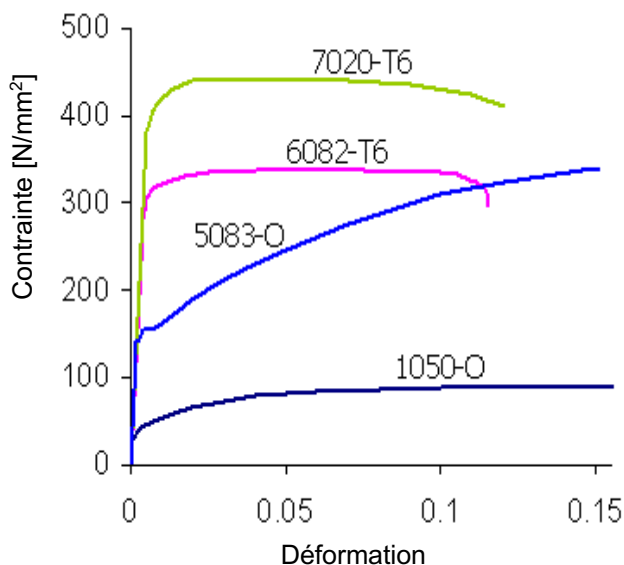
	Enthalpie standard de formation ΔH_f° (kJ/mol)
H ₂ O (g)	-241.8
CO ₂ (g)	-393.5
CO (g)	-110.5

Calcul :

Question 4

/ 9

Vous avez à choix plusieurs alliages d'aluminium dont les courbes de traction sont données ci-dessous : Al presque pur (#1050), Al-Mg (#5083), Al-Mg-Si (#6082) et Al-Zn (et Mg, Zr..) (#7020). (2.5pts)



8a. Lequel choisissez-vous pour avoir:

1. la plus grande limite d'élasticité?

.....

2. la plus grande ductilité ?

.....

3. le plus grand écrouissage ?

.....

4. Le module d'élasticité change-t-il appréciablement entre ces alliages ?

oui ☐

non ☐

5. Pourquoi ces alliages sont-ils différents?

.....

.....

8b. On considère maintenant un pion cylindrique en alliage 7020, (masse volumique $\rho=2.7\text{g/cm}^3$) avec une section de 10 mm^2 , qui est appuyé contre une surface de frottement avec une pression de 8 MPa. Le frottement entre le pion et la surface est lubrifié. Après 10'000 m de distance de frottement, on constate que le pion a perdu 0.64 g. Quel est le coefficient d'Archard de ce test de tribologie ?

Coefficient d'Archard :

MPa⁻¹

(2.5 pts)

Calculs :

8c. On a aussi pu faire des mesures de dureté Vickers sur ces alliages, mais les valeurs ont été mélangées. On trouve, en unités (Hv, Vickers): 95, 20, 87 et 127. En vous aidant des courbes de traction ci-dessus, pouvez vous réattribuer les valeurs aux bons alliages? (2pts)

Hv(7020-T6)=

Hv(5083-O)=

Hv(6082-T6)=

Hv(1050-O)=

Tournez la page

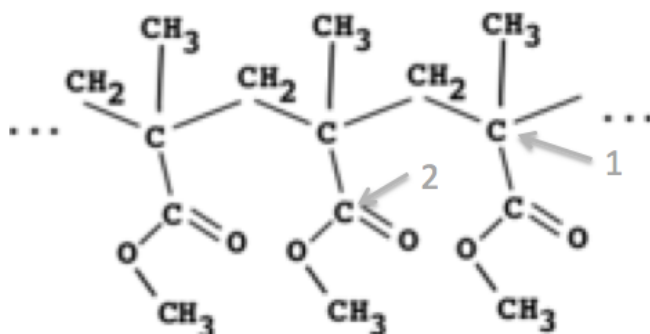
8d. Et pour finir, on donne la ténacité de l'alliage 7020-T6, qui est de $27.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$, alors que celle de l'alliage 6082 T6 est de $17 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$. On considère deux barreaux de ces alliages respectifs, qui sont soumis à une contrainte de 100 MPa . Une analyse de ces barreaux a révélé des fissures transverses de profondeur $l = 500 \text{ }\mu\text{m}$. Est-ce que l'on risque de casser ces barreaux sous la contrainte donnée ? (2pts)

Calculs :

Question 5

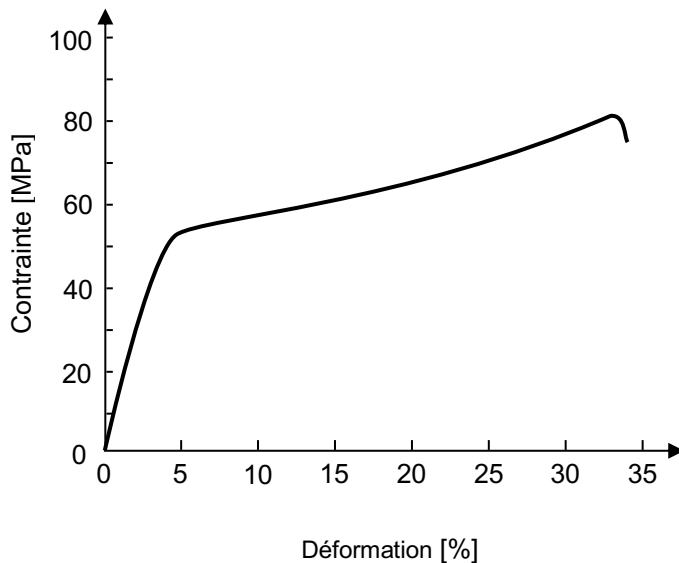
/ 8

a. Le polymère dont la structure chimique est dessinée ci-dessous est un Polyméthacrylate de méthyle (PMMA), connu sous le nom de Plexiglas, par exemple. Indiquez, le type d'hybridation pour les atomes de carbone marqués 1 et 2 sur le dessin. (Cochez la bonne réponse. Attention : réponse juste +1 pt, réponse fausse -1 pt, total ≥ 0 pt).



	sp	sp ²	sp ³
Carbone #1	☐	☐	☐
Carbone #2	☐	☐	☐

b. Ce polymère a la courbe de déformation en traction comme indiquée dans la figure ci-dessous. Estimez les valeurs des paramètres suivants de ce matériau, et indiquez-les graphiquement sur la figure (2 pts):



1. Le module d'élasticité :
 $E = \dots\dots\dots$ MPa
2. La limite d'élasticité :
 $\sigma_{0.5} = \dots\dots\dots$ MPa
3. La résistance maximum :
 $\sigma_m = \dots\dots\dots$ MPa
4. La ductilité :
 $\epsilon_R = \dots\dots\dots$ %

c. Ce matériau est déformé jusqu'à une contrainte de 70 MPa. Quelle est la déformation résiduelle lorsque l'on relâche la contrainte (indiquez aussi graphiquement sur la figure). (1 pt)

$$\epsilon_{résiduelle} = \dots\dots\dots \%$$

d. Ce matériau est utilisé pour faire les poutres de soutien d'une nacelle sur une chaîne de production, et est alors chargé en traction à une contrainte max de 40 MPa. En fait, cette nacelle est remplie et vidée périodiquement, de telle sorte que les poutres de soutien passent périodiquement de 0 à 40 MPa, avec une fréquence de 1Hz. De quel type de fatigue s'agit-il, et quelle est la contrainte moyenne et l'amplitude ? (1pt)

Fatigue oligocyclique

Fatigue à grand nombre de cycles

Cochez la bonne case ci-dessus, et dites ici pourquoi:

Contrainte moyenne:

Amplitude:

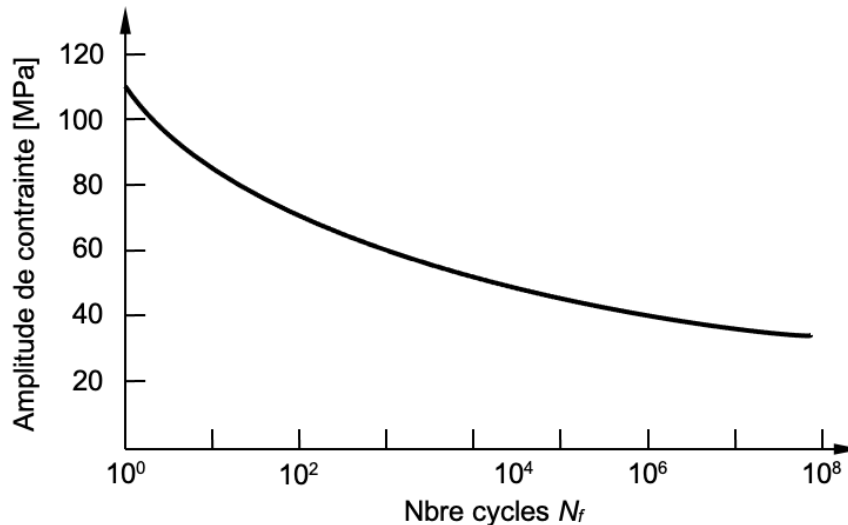
e. La limite d'endurance du matériau est donnée à 45 MPa, en prenant l'hypothèse qu'il n'y a pas de fissures dans le matériau, est-ce que les poutres risquent de casser en fatigue? Expliquez votre raisonnement par un calcul. (2pt)

Calcul et raisonnement

Question 6

/ 8

La courbe de fatigue d'un matériau est donnée ci-dessous, pour une contrainte moyenne nulle.



- a. Quelle est l'endurance de ce matériau à la fatigue (indiquez sur la figure et estimez la valeur à partir du graphique) ? (1pts)

$$\sigma_e =$$

- b. Quelle est la résistance maximale de ce matériau : (1pts)

$$\sigma_m =$$

- c. Une pièce de ce matériau est sollicitée en fatigue pendant 10^5 cycles avec une amplitude de contrainte de 40 MPa, centrée sur une contrainte moyenne nulle. Quel est l'endommagement de la pièce après ces 10^5 cycles, donné en pourcentage du nombre de cycles de fatigue subis à 40 MPa d'amplitude par rapport au nombre de cycles à rupture ? (2pts)

Endommagement en % à 40 MPa :

- d. Après ces cycles à 40 MPa d'amplitude, on augmente l'amplitude de la charge à 60 MPa toujours avec une contrainte moyenne nulle. En tenant compte de la règle de Miner, combien de cycles cette pièce tiendra-t-elle encore à l'amplitude de contrainte de 60 MPa ? (2pts)

Nombre de cycles à 60 MPa :

- e. En appliquant la loi de Goodman, quelle serait l'amplitude de la contrainte appliquée que pourrait subir une pièce neuve soumise à 10^6 cycles avec une valeur moyenne de la contrainte appliquée non plus nulle, mais donnée par $\sigma_{moy} = -55$ MPa ? (2pts)

Amplitude de la contrainte pour 10^6 cycles avec $\sigma_{moy} = -55$ MPa :

Feuille de brouillon pour développer les calculs

(les réponses sur cette feuille ne sont pas corrigées et doivent être reportées dans le questionnaire).