

TEST BLANC
POUR LE 6 NOVEMBRE 2025



MATERIAUX : DE LA CHIMIE AUX PROPRIETES
Section Génie Mécanique

NOM :	Total des points : / 50
Numéro de place : <input type="text"/>	

RAPPEL IMPORTANT

Le test blanc est pour vous faire réviser et voir à quoi ressemble un examen du cours MSE101

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 6 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 5e. et 5f 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. Dans le diamant, les atomes de carbone sont hybridés sp^2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Si les liaisons entre les atomes d'une structure cubique simple sont représentées par le potentiel de Lennard Jones $V(r)$, alors le module d'élasticité selon une direction $\langle 100 \rangle$ peut être calculé à partir de la dérivée seconde du potentiel $V(r)$ autour de la position d'équilibre r_0 .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Une dislocation-coin a un vecteur de Burgers perpendiculaire à la ligne de dislocation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Dans le domaine élastique, la densité d'énergie de déformation pour un essai de traction uniaxial est donnée par l'aire sous la courbe $\sigma(\epsilon)$, et cette énergie est restituée lorsqu'on revient à une contrainte nulle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Dans une structure cristalline cubique à faces centrées, les atomes sont organisés dans une structure compacte qui peut être vue comme un empilement de plans denses de type $\{110\}$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. La présence de précipités dans un métal tend à augmenter son module d'élasticité.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Les métaux ont tendance à être des éléments électropositifs, formant des anions.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Un matériau soumis à une contrainte uniaxiale σ_0 et qui comporte une fissure de longueur l parallèle à la direction de chargement, cassera spontanément si le produit de la contrainte par la racine carrée de π fois la longueur de fissure est plus grand que la ténacité du matériau.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. L'usure d'un matériau qui frotte sur un autre matériau dépend de la force normale appliquée.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
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.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
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.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
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.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

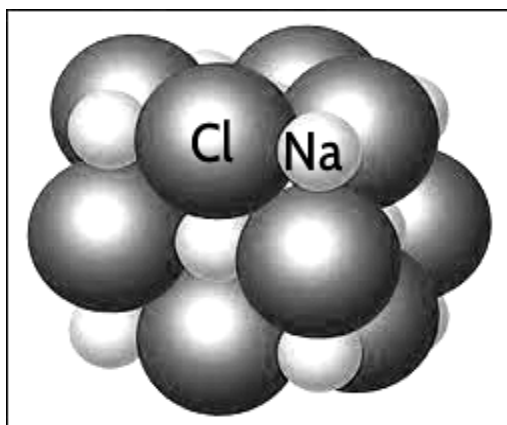
Question 2**/ 11**

La maille élémentaire de la structure cristalline du sel de cuisine est indiquée ci-dessous. Répondez aux questions ci-dessous (*Attention: réponse juste +1 pt, réponse fausse -1 pt, total ≥ 0 pt*).

Le motif est: Na Cl NaCl NaCl₂ (1 pt)

La structure cristalline du sel est:

Cubique Cubique Centrée Cubique face centrée Hexagonale (1 pt)



Nombre d'atomes Cl en propre dans la maille : (1 pt)

12 4

Y a-t-il un atome Na au centre de la maille ? (1 pt)

Oui Non

La coordination d'un ion Na est (1 pt)

6 8

La liaison est de type ionique (1 pt)

Vrai Faux

Quelle est la configuration électronique de l'atome chlore Cl dans son état fondamental ? (0.5pt)

Quel ion – anion ou cation- est formé par le chlore ? Pourquoi ? (1pt)

Donner la configuration électronique de l'ion formé par le chlore (0.5pt)

Donner la configuration électronique de l'ion sodium. Est-ce qu'il forme un cation ou un anion ? (1pt)

Les configurations électroniques suivantes sont-elles possibles pour le sodium Na? Lorsqu'elles le sont, préciser s'il est à l'état fondamental ou excité. Lorsqu'elles ne le sont pas, quels principes ne sont pas respectés ? (2pt)

$\uparrow\downarrow$	3s	\uparrow	3s	\uparrow	3s	\uparrow	3s
$\uparrow\downarrow$ \uparrow $\uparrow\downarrow$	2p	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow	2p	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	2p	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	2p
$\uparrow\downarrow$	2s	$\uparrow\downarrow$	2s	$\uparrow\downarrow$	2s	$\uparrow\downarrow$	2s
$\uparrow\downarrow$	1s	$\uparrow\downarrow$	1s	$\uparrow\downarrow$	1s	$\uparrow\downarrow$	1s
(1)		(2)		(3)		(4)	

Cas 1 :

Cas 2 :

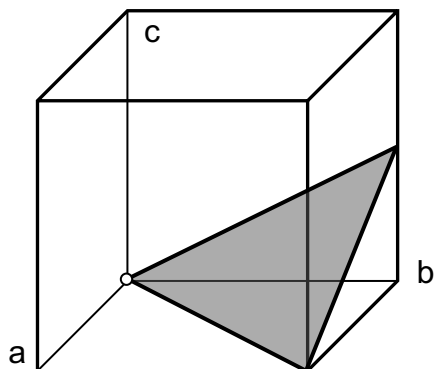
Cas 3 :

Cas 4 :

Question 3

/ 5

2a. Dans la structure cubique simple, quels sont les indices (hkl) de Miller du plan grisé (cochez la bonne réponse) ? (1 pt)

 $(22\bar{1})$ $(\bar{1}\bar{1}2)$ $(11\bar{2})$ (110) (112) (211)

2b. Dessinez sur la structure cubique ci-dessus la droite de direction $[211]$ et indiquez à quelles ordonnées elle coupe les axes a, b, c (1pt)

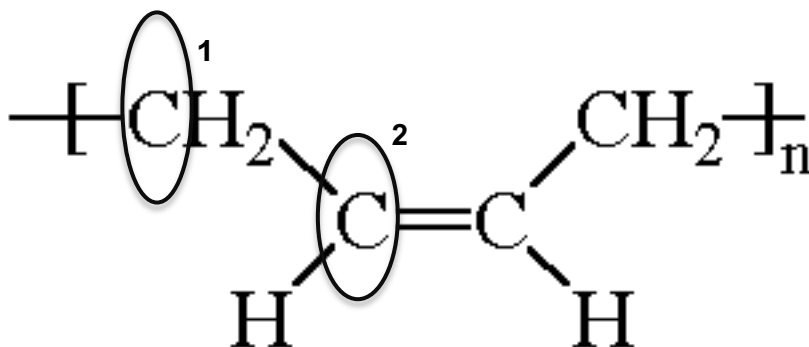
2c. Si a est le paramètre de la maille, quelle est la distance d entre les plans (hkl) montrés en grisé? (1pt)

2d. Sachant que ces plans diffractent sous un angle $\theta = 60^\circ$ avec des rayons X de longueur d'onde de 2.8 \AA ($\cong 2\sqrt{2} \text{ \AA}$), quel est le paramètre a de la maille ? (2pts)

Question 4

/ 6

Le polybutadiène (PB), souvent utilisé dans les pneus est basé sur la structure du monomère suivante :



a- Quelle est l'hybridation des atomes de carbone dans les liaisons entourées et marquées sur la figure par 1 et 2? (1pt)

1:

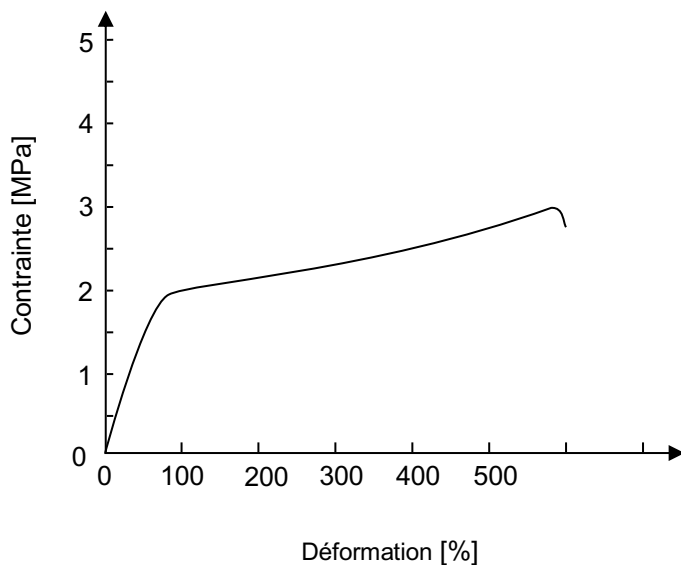
2:

b- Connaissant les masses molaires de C et H (dans le tableau périodique), quelle la masse molaire du monomère et d'un polymère constitué de 200'000 unités répétitives de ce monomère ? (2pts)

Masse molaire du monomère :

Masse molaire du polymère :

c. Ce polymère, une fois modifié avec un peu d'ajout de poudre de carbone, 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 :

$$E = \dots \text{ MPa}$$

2. La limite d'élasticité :

$$\sigma_{0.5} = \dots \text{ MPa}$$

3. La résistance maximum :

$$\sigma_m = \dots \text{ MPa}$$

4. La ductilité :

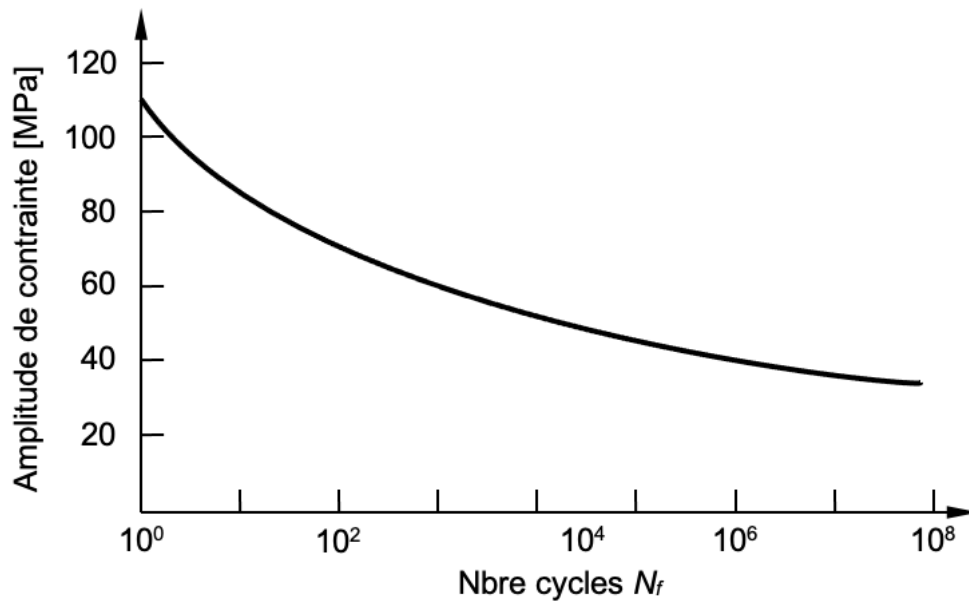
$$\epsilon_R = \dots \%$$

d. Connaissant la ténacité de cet élastomère, $K_{Ic}=0.2 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$, est-ce que cette pièce pourra casser si elle comporte une fissure transverse de 1 mm de long et est sous un chargement de 1MPa? (1pt)

Question 5

/ 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)? (0.5pts)

$$\sigma_e =$$

b. Quelle est la résistance maximale de ce matériau : (0.5pts)

$$\sigma_m =$$

c. Une pièce de ce matériau est sollicitée en fatigue avec une amplitude de contrainte de 60 MPa, centrée sur une contrainte moyenne nulle. Au bout de combien de cycles de fatigue la pièce va-t-elle casser? (1pts)

- d. 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 :

- e. 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)

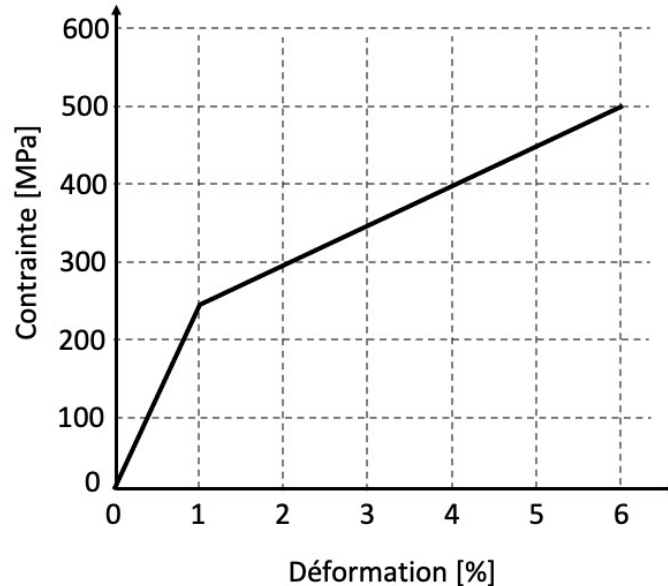
Nombre de cycles à 60 MPa :

- f. 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 $\sigma_{moy} = 11$ MPa ? Dessinez sur le graphique la nouvelle courbe de fatigue pour une contrainte moyenne $\sigma_{moy} = 11$ MPa en indiquant comment vous avez fait ci-dessous. (2 pts)

Amplitude de la contrainte pour 10^6 cycles avec $\sigma_{moy} = 11$ MPa

Question 6 : Compression d'un cube

Un cube de côté $a = 20$ cm est placé entre les deux surfaces planes parallèles d'une presse pour y être comprimé. Pour simplifier, le contact entre le cube et les surfaces planes est supposé parfaitement glissant ce qui fait que toutes les surfaces du cube restent parallèles lors de la déformation. La hauteur du cube est donc réduite lorsqu'il est comprimé entre les plateaux de la presse. Le matériau a une courbe de traction uniaxiale simplifiée représentée ci-dessous. On considère que la courbe de compression est la même que la courbe de traction, mais avec des signes négatifs.



a. Quel est le module d'élasticité de ce matériau, sa limite d'élasticité et son coefficient d'érouissage ?

Réponse :

(1.5 pts)

E [GPa] =

σ_{el} [MPa] =

n [MPa] =

Calculs :

b. On veut vérifier sa valeur de limite d'élasticité et on fait un essai Vickers avec une force appliquée $F=50$ N. Quel diamètre d de l'empreinte Vickers vous attendez vous alors à trouver ? Indiquez votre méthode.

(1.5 pts)

Réponse : $d =$

Calculs :

c. Un cube de 20 cm de côté est comprimé avec une contrainte de compression de 200 MPa.

Quelle est sa hauteur h après compression **après être sorti** de la presse ?

(1 pt)

Réponse : h [cm] :

Calculs

d. Un cube de 20 cm de côté est comprimé avec une contrainte de compression de 425 MPa. Quelle est sa hauteur h après compression après être sorti de la presse ? Justifiez votre réponse à l'aide du graphique ou d'un calcul.

(1 pt)

Réponse : h [cm]:

e. Quelle est la densité d'énergie w liée à la déformation du matériau si l'on avait comprimé le cube de 2% de déformation, et gardé a cette déformation sous la presse? (2 pt)

Réponse : w [J/m³] :

Calculs

f. Quelle est alors l'énergie totale W de déformation fournie par la presse pour obtenir cette compression de 2%? (1 pt)

Réponse : W [J] :

Calculs

Feuille de brouillon pour développer les calculs

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