Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

Corrigé du sujet d'examen - E4 - Sciences et techniques industrielles - BTS TM (Traitements des Matériaux) - Session 2017

1. Rappel du contexte du sujet

Ce sujet d'examen fait partie de l'épreuve U4.3A du BTS Traitements des Matériaux, axée sur les sciences physiques appliquées. Il est divisé en deux exercices : le premier concerne les caractéristiques mécaniques des matériaux, tandis que le second traite des traitements thermochimiques, en particulier la cémentation.

2. Correction des questions

Exercice 1 - Déterminations de caractéristiques mécaniques

1.1. Représentation de la courbe conventionnelle de traction

1.1.1. Signification et unité des grandeurs

Les grandeurs sont :

- **R** : contrainte normale, exprimée en Pascal (Pa) dans le système international (SI).
- **e** : déformation normale (ou allongement relatif), sans unité (c'est un rapport).

1.1.2. Calcul de e et R

Pour F = 7420 N et L - L0 = 0,1 mm :

- Calcul de e :
  e = (L - L0) / L0 = 0,1 mm / 40 mm = 0,1 / 40 = 0,0025 (sans unité).
- Calcul de R :
  R = F / S0 = 7420 N / 40 mm² = 7420 N / 40 x 10^-6 m² = 185500000 Pa = 185,5 MPa.

Les valeurs de e et R pour les trois premières valeurs de F doivent être complétées dans le document réponse DR1.

1.1.3. Graphique

Les points correspondants doivent être ajoutés au graphique du document réponse DR2, avec l'unité de R indiquée sur l'axe des ordonnées (Pa).

1.2. Exploitation de la courbe

1.2.1. Limite d'élasticité et résistance maximale

La limite d'élasticité Re est de 230 MPa. Sur le document réponse DR2 :

- Tracer la courbe R = f(e).
- Délimiter les domaines de déformation élastique et plastique.
- Placer le point correspondant à la résistance maximale Rm, qui est à déterminer à partir des données mesurées.

1.2.2. Module d'Young E

Dans le domaine élastique, on peut admettre que :

E = R / e = 230 MPa / 0,0025 = 92000 MPa = 92 GPa.

1.2.3. Déformation plastique et dislocations

La déformation plastique est due à la présence de dislocations, qui sont des défauts dans le réseau cristallin. Deux types de dislocations sont :

- Dislocations de type edge (bords).
- Dislocations de type screw (vis).

2. Utilisation du microscope électronique à balayage (MEB)

2.1. Avantages du MEB

Deux raisons pour préférer un MEB à un microscope optique :

- Un grandissement beaucoup plus élevé (jusqu'à 100 000 contre 2 000).
- Une meilleure résolution (3 nm contre 200 nm).

2.2. Profondeur de champ

2.2.1. Profondeur de champ à G = 100

Pour G = 100, la profondeur de champ est de 1,5 µm.

2.2.2. Raison de la profondeur de champ

La profondeur de champ est plus importante avec un MEB en raison du faible angle d'ouverture du faisceau.

2.3. Énergie cinétique des électrons

2.3.1. Calcul de l'énergie

Pour U0 = 15 kV :

Ec = |qe| × U0 = 1,6 × 10^-19 C × 15000 V = 2,4 × 10^-15 J = 15 eV.

2.3.2. Longueur d'onde minimale

La longueur d'onde minimale est donnée par la relation :

λmini = h / Ec = 6,62 × 10^-34 J.s / (2,4 × 10^-15 J) = 82,7 pm.

2.3.3. Nature du rayonnement

Le rayonnement émis est de nature électromagnétique, typiquement des rayons X.

2.4. Absorption du rayonnement

2.4.1. Unité du coefficient µ

L'unité du coefficient µ est en m^-1.

2.4.2. Relation avec la demi-épaisseur

On montre que :

$\mu = \ln(2) / x_{1/2}$.

2.4.3. Protection de l'opérateur

Avec $x_{1/2} = 0{,}13$ mm et une atténuation de 99 %, on peut conclure que la chambre échantillon protège l'opérateur.

Exercice 2 - Traitement thermochimique

1. Détermination du potentiel carbone

1.1. Définition du potentiel carbone

Le potentiel carbone est un indicateur de la capacité d'une atmosphère à enrichir en carbone un acier.

1.2. Enthalpie libre standard

Pour T = 950°C, on doit montrer que :

$\Delta_r G^0 = -174{,}5 \times 950 + 170700 = -42700$ J/mol = -42,7 kJ/mol.

1.3. Constante K de l'équilibre

On utilise la relation $\Delta_r G^0 = -RT \ln K$ pour déterminer K.

1.4. Expression de K

On montre que :

$K = P(CO)^2 / P(CO_2) \times a_C$.

1.5. Calcul du potentiel carbone X%

En utilisant la relation de Gunnarson, on calcule X% à 950°C.

2. Coefficient de diffusion du carbone

Pour T = 950°C, on utilise la loi d'Arrhenius pour calculer D :

$D_T = D_0 \times e^{(-\Delta_{diff}H° / (R \times T))}$.

3. Durée du traitement

3.1. Calcul de erf(u)

On doit calculer erf(u) avec les données fournies.

3.2. Durée du traitement

À partir de la valeur de erf(u), on détermine la durée du traitement.

3. Synthèse finale

Les erreurs fréquentes à éviter incluent :

- Ne pas respecter les unités dans les calculs.
- Oublier de justifier les réponses, surtout en expliquant les phénomènes physiques.

Conseils pour l'épreuve :

- Lire attentivement chaque question et les documents associés.
- Organiser les réponses de manière claire et structurée.
- Vérifier les calculs et les unités avant de rendre la copie.

© FormaV EI. Tous droits réservés.
Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.