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 :
formav.co/explorer

Physique-Chimie

Session 2018 • Code sujet : **MY3PHYA** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Système de chauffage à induction (6 questions) **Page 3**

2. Refroidissement du système (6 questions) **Page 5**

3. Matière plastique utilisée : le nylon 6 (4 questions) **Page 8**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://coursbtsms.fr/assets/annales/bts-ms/E3.2 - Physique et chimie/2018/BTS MS - E3.2 - Physique et chimie - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

1. Système de chauffage à induction

L'étude porte sur le chauffage par induction d'inserts métalliques en laiton avant leur insertion dans des pièces en plastique. Les questions traitent du fonctionnement du dispositif, de sa puissance, de la dilatation de l'insert et des effets électromagnétiques associés.

Étude qualitative

Question 1.1. Expliquer l'intérêt d'utiliser une bobine plutôt qu'un aimant permanent pour créer le champ magnétique du dispositif.

La bobine est parcourue par un courant alternatif et produit donc un champ magnétique variable. Cette variation induit dans le laiton des courants électriques, nécessaires au chauffage. L'intensité et la fréquence du champ se règlent par l'alimentation ; on peut aussi l'interrompre instantanément. Un aimant permanent fournit au contraire un champ fixe, qui ne permet pas de commander directement cette induction.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La bobine produit un champ magnétique variable et réglable, contrairement à un aimant permanent à champ fixe.

Question 1.2. Nommer le phénomène physique qui transforme l'énergie électrique en énergie thermique dans le matériau conducteur de l'insert.

Le champ magnétique variable engendre des courants induits dans le matériau conducteur de l'insert. Comme le laiton possède une résistance électrique, ces courants dissipent de l'énergie sous forme de chaleur. Cette conversion de l'énergie électrique en énergie thermique est l'effet Joule. Les courants induits sont également appelés courants de Foucault.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'énergie électrique des courants induits est transformée en énergie thermique par effet Joule dans l'insert.

Question 1.3. Expliquer pourquoi une installation industrielle doit présenter un facteur de puissance aussi élevé que possible, pourquoi le chauffage par induction le diminue et quel élément associer au dispositif pour relever ce facteur.

À puissance active donnée, un facteur de puissance élevé limite l'intensité appelée au réseau, donc les pertes par effet Joule et les chutes de tension dans les câbles. La bobine du dispositif est une charge inductive : elle absorbe de la puissance réactive, ce qui abaisse le facteur de puissance. Une batterie de condensateurs compense cette puissance réactive et permet de relever le facteur de puissance.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le facteur de puissance élevé limite le courant et les pertes ; une batterie de condensateurs compense l'effet inductif de la bobine.

Question 1.4. **Indiquer l'inconvénient que les ondes électromagnétiques à haute fréquence générées autour de la machine peuvent présenter en milieu industriel, puis proposer un moyen d'éviter les risques associés.**

Les champs électromagnétiques à haute fréquence peuvent perturber les équipements électroniques et les systèmes de commande de l'usine. Ils peuvent aussi exposer les personnes présentes à proximité. Pour réduire ces risques, on peut confiner le dispositif dans une enceinte conductrice adaptée, qui fait écran aux ondes. Il faut également éloigner les personnes et les appareils sensibles de la zone de chauffage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les ondes peuvent perturber les appareils et exposer les personnes ; un blindage conducteur et une zone d'exclusion limitent ces risques.

Chauffage de l'insert en laiton

Question 2.1. **À partir des données fournies sur le laiton et de la durée de chauffage de 3,0 s, montrer que la puissance reçue par l'insert est d'environ 100 W.**

En supposant que l'énergie reçue sert à chauffer l'insert, on utilise $Q = mc\Delta T$ et $P = Q/t$. La masse vaut $3{,}0 \times 10^{-3}\ kg$, la capacité thermique $377\ J{\cdot}kg^{-1}{\cdot}K^{-1}$ et l'écart de température $300 - 32{,}0 = 268\ K$. Ainsi, $Q = 303\ J$, puis $P = 303/3{,}0 = 101\ W$, soit environ $100\ W$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La puissance thermique moyenne reçue par l'insert pendant les 3,0 s est d'environ 100 W.

Question 2.2. **En utilisant la relation de dilatation thermique fournie, calculer la longueur de l'insert à la fin du chauffage avec un nombre approprié de chiffres significatifs.**

La variation de température est $\Delta T = 300 - 32{,}0 = 268\ K$. Avec $\alpha = 20{,}0 \times 10^{-6}\ K^{-1}$ et $L_0 = 20{,}0\ mm = 0{,}0200\ m$, la dilatation vaut $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = 1{,}07 \times 10^{-4}\ m$. On ajoute cette variation à la longueur initiale : $L = 0{,}0201072\ m$. À trois chiffres significatifs, cela donne $20{,}1\ mm$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Après chauffage de 32,0 °C à 300 °C, la longueur finale de l'insert vaut 20,1 mm.

2. Refroidissement du système

Le dispositif d'induction doit être refroidi par un groupe froid CHILLER AL700, décrit par un schéma de principe et des données techniques. L'étude porte sur le bilan énergétique, la capacité de refroidissement, la mesure de puissance et de facteur de puissance, ainsi que le contrôle d'une sonde Pt1000.

Bilan énergétique

Question 1. Pour quatre activations par minute de 3 s chacune et une puissance électrique totale absorbée de 2000 W par activation, sachant que 20 % de cette puissance est transférée aux inserts, montrer qu'environ 19 kJ d'énergie non utilisée doivent être évacués par minute.

Les quatre activations durent au total **4 × 3 = 12 s**. L'énergie électrique absorbée par minute est donc **2000 × 12 = 24 000 J**. La part non transférée aux inserts représente 80 % de cette énergie, puisque 20 % leur sont transmis. Ainsi, l'énergie à évacuer vaut **24 000 × 0,80 = 19 200 J**. Le bilan porte sur une minute complète d'utilisation, y compris les périodes entre les activations.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie non utilisée à évacuer : **19,2 kJ par minute**.

Choix du groupe froid

Question 2. Déterminer si le groupe froid CHILLER AL700 peut assurer le refroidissement du système de chauffage par induction dans les conditions décrites à la question 1.

La puissance thermique moyenne à évacuer est l'énergie non utilisée par minute divisée par 60 s : **19 200 / 60 = 320 W**. Le groupe froid fournit une puissance frigorifique de **0,81 kW = 810 W** à 25 °C. Sa puissance frigorifique nominale est donc supérieure à la charge moyenne du système. La comparaison conclut que le groupe peut assurer le refroidissement, si les conditions réelles d'installation correspondent bien aux conditions nominales indiquées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : la puissance frigorifique nominale de **810 W** dépasse les **320 W** à évacuer en moyenne.

Vérification du facteur de puissance

Question 3.1. Le cosφ-mètre indique un facteur de puissance de 0,78. Dire si cette valeur est en accord avec les données constructeur et justifier la réponse.

La puissance apparente nominale vaut **S = U × I = 230 × 2,9 = 667 VA**. Les puissances actives données pour le compresseur et la pompe totalisent **(0,40 + 0,12) kW = 520 W**. On estime alors le facteur de puissance par **cos φ = P / S = 520 / 667 ≈ 0,78**. La lecture du cosφ-mètre est donc en accord avec les données constructeur, à l'arrondi près.

✓ RÉPONSE À RETENIR

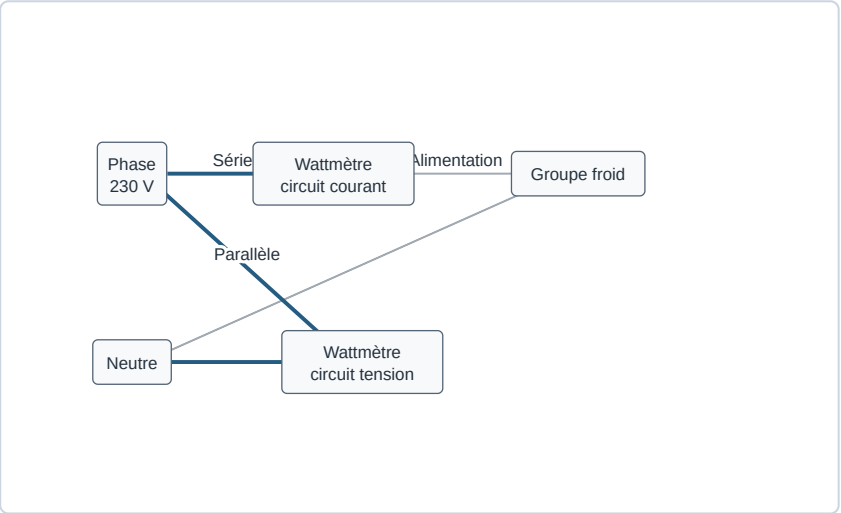
Oui : les données constructeur donnent un facteur de puissance estimé à **0,78**.

Mesure de la puissance absorbée

Question 3.2. Indiquer l'appareil de mesure à utiliser pour déterminer la puissance absorbée Pg par le groupe froid et représenter son schéma de branchement sur ce groupe.

Utiliser un **wattmètre monophasé**, qui mesure la puissance active absorbée. Insérer son circuit de courant en série dans la phase alimentant le groupe froid. Brancher son circuit de tension en dérivation entre la phase et le neutre, aux bornes de l'alimentation du groupe. Mettre le circuit hors tension avant le branchement et respecter les bornes et calibres préconisés. Le schéma indique les deux circuits du wattmètre et leurs branchements.

Branchement du wattmètre monophasé



Le circuit de tension est branché entre phase et neutre, aux bornes de l'alimentation du groupe.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Wattmètre monophasé : circuit de courant en série et circuit de tension en dérivation aux bornes du groupe.

Incertitude de mesure

Question 3.3. À partir de l'affichage numérique 515,5 et de la relation d'incertitude fournie par le fabricant, évaluer l'incertitude de mesure puis déterminer si la mesure de Pg est en accord avec les données constructeur. Justifier.

La valeur affichée au dixième de watt implique une résolution **D = 0,1 W** sur le calibre utilisé. L'incertitude donnée par le fabricant vaut **0,01 × 515,5 + 2 × 0,1 = 5,355 W**, soit environ 5,4 W. La mesure se situe donc entre **510,1 W et 520,9 W**. Les puissances actives nominales du compresseur et de la pompe totalisent **0,52 kW = 520 W**, valeur comprise dans cet intervalle : la mesure est compatible avec les données constructeur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pg = 515,5 ± 5,4 W : la mesure est compatible avec la puissance constructeur de **520 W**.

Contrôle de la sonde Pt1000

Question 4. À l'aide du tableau de correspondance entre température et résistance, proposer un protocole expérimental permettant de vérifier le bon fonctionnement de la sonde Pt1000.

Déconnecter la Pt1000 du circuit de régulation, puis la raccorder à un ohmmètre. Placer la sonde et un thermomètre de référence dans un bain thermostaté, sans contact avec les parois. À chaque température choisie, attendre la stabilisation, puis relever simultanément la température de référence et la résistance. Répéter l'essai à plusieurs températures du tableau, par exemple à 0 °C, 20 °C et 40 °C. Comparer les mesures aux valeurs tabulées en tenant compte des incertitudes des appareils : 1000 Ω, 1078 Ω et 1155 Ω. La résistance doit augmenter avec la température.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Sonde fonctionnelle si les résistances mesurées concordent avec le tableau, notamment 1000 Ω à 0 °C, 1078 Ω à 20 °C et 1155 Ω à 40 °C.

3. Matière plastique utilisée : le nylon 6

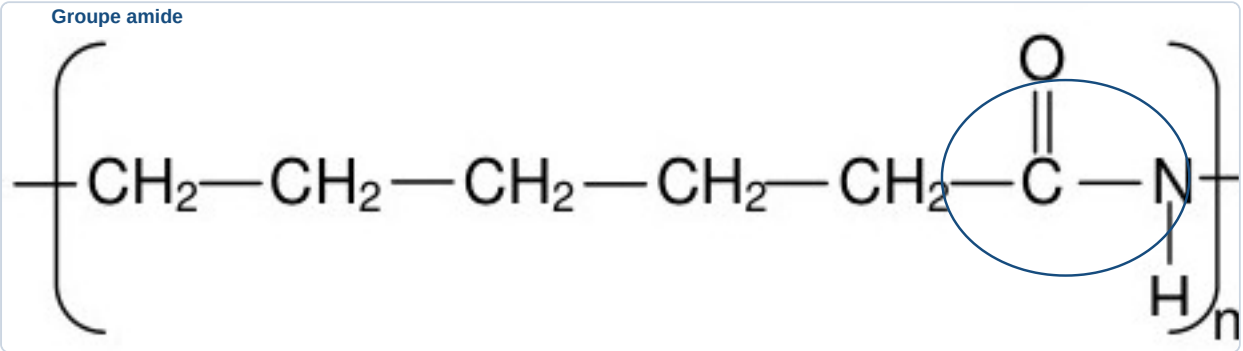
Cette partie étudie le nylon 6, polymère thermoplastique utilisé pour fabriquer la pièce recevant l'insert. Les documents présentent sa structure chimique, sa polymérisation et ses températures de fusion et de décomposition.

Structure du nylon 6

Question 1. Définir le terme macromolécule, recopier les formules du monomère et du motif correspondant au nylon 6, puis entourer le groupe caractéristique présent dans le motif.

Une macromolécule est une molécule de grande taille constituée par la répétition d'un grand nombre de motifs. Le monomère représenté est l'ε-caprolactame, un cycle contenant cinq groupes CH_2, un groupe carbonyle et un groupe NH. Le motif répété du nylon 6 s'écrit $[–NH–(CH_2)_5–C(=O)–]_n$. Il faut entourer le groupe caractéristique amide, formé par –C(=O)–NH–.

Motif du nylon 6 : groupe amide entouré



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Monomère : ε-caprolactame cyclique. Motif : $[–NH–(CH_2)_5–C(=O)–]_n$. Groupe à entourer : amide –C(=O)–NH–.

Propriétés thermoplastiques

Question 2.1. Expliquer ce que signifie le terme « thermoplastique » appliqué au nylon 6.

Un thermoplastique ramollit lorsqu'on le chauffe, ce qui permet de le déformer ou de le façonner. En refroidissant, il se solidifie et conserve la forme obtenue. Ce changement d'état physique peut être répété lors de nouveaux cycles de chauffage et de refroidissement, tant que le matériau n'est pas dégradé. Ainsi, le nylon 6 ramollit au contact de l'insert chaud, puis se resolidifie en refroidissant autour de celui-ci.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Le nylon 6 ramollit à chaud et se solidifie en refroidissant : il peut être façonné puis resolidifié.

Choix du matériau

Question 2.2. Expliquer pourquoi les inserts posés à chaud ne sont pas adaptés aux plastiques thermodurcissables.

Un plastique thermodurcissable possède une structure réticulée qui ne peut pas être remodelée par simple chauffage. Il ne ramollit donc pas pour permettre à l'insert de s'enfoncer et à la matière d'épouser sa forme. Une forte chaleur risque plutôt de dégrader ou d'endommager la pièce. La pose d'un insert à chaud, qui repose sur le ramollissement du plastique, n'est donc pas adaptée à ce matériau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le thermodurcissable ne ramollit pas à chaud : l'insert ne peut s'y enfoncer sans risquer d'endommager la pièce.

Température de pose

Question 3. À partir des données relatives au nylon 6, expliquer pourquoi les inserts sont chauffés à 300 °C.

La température de fusion du nylon 6 est de 220 °C : l'insert chauffé à 300 °C est donc assez chaud pour ramollir le plastique à son contact et faciliter sa mise en place. La température de décomposition du nylon 6 est de 310 °C. La température choisie reste inférieure à ce seuil, ce qui évite d'atteindre la température à partir de laquelle le matériau se dégrade chimiquement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 300 °C est supérieur à la température de fusion du nylon 6 (220 °C), mais inférieur à sa température de décomposition (310 °C).

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2018)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve U32 Physique-Chimie du BTS Maintenance des systèmes, session 2018, porte le code MY3PHYA, dure 2 heures et a le coefficient 2. Elle traite de l'insertion à chaud d'inserts métalliques dans le nylon 6, du chauffage par induction et du refroidissement. Les compétences évaluées portent sur les bilans énergétiques, les mesures électriques, la dilatation, les protocoles expérimentaux et l'étude des polymères.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le chauffage par induction repose sur des courants induits dans un conducteur soumis à un champ magnétique variable.
- L'énergie thermique reçue s'évalue par $Q = mc\Delta T$ et la puissance moyenne par $P = Q/\Delta t$.
- La dilatation linéaire suit $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$; la longueur finale est $L_0 + \Delta L$.
- Un thermoplastique se ramollit à chaud et peut être remodelé, contrairement à un thermodurcissable.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les masses en kilogrammes et les durées en secondes avant les calculs d'énergie et de puissance.
- Distinguer l'énergie électrique totale, la part transférée aux inserts et l'énergie à évacuer.
- Pour l'incertitude d'un appareil numérique, appliquer la relation du fabricant au calibre choisi et préciser les unités.
- Pour contrôler une Pt1000, stabiliser la température, mesurer la résistance et la comparer aux valeurs tabulées.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la puissance reçue par l'insert pendant son chauffage ?

Calculez d'abord l'énergie thermique $Q = mc\Delta T$, avec la masse en kilogrammes et l'écart de température en kelvins. Divisez ensuite cette énergie par la durée du chauffage en secondes pour obtenir la puissance moyenne en watts.

Q : Comment vérifier que la température de pose convient au nylon 6 ?

Comparez la température de l'insert aux températures caractéristiques du nylon 6. Elle doit permettre au thermoplastique de ramollir, tout en restant inférieure à sa température de décomposition pour éviter de dégrader ses propriétés.

Q : Comment organiser le temps sur cette épreuve de deux heures ?

Le sujet comporte trois parties indépendantes, notées respectivement sur 7, 9 et 4 points. Répartissez le temps selon ces pondérations, traitez les questions accessibles et gardez une marge pour vérifier les calculs, les unités et les justifications.

Q : Quels éléments rendent un protocole de vérification de sonde convaincant ?

Décrivez les appareils et branchements, imposez une température connue et attendez sa stabilisation, puis mesurez la résistance de la sonde. Répétez à plusieurs températures et comparez les résultats aux valeurs du tableau en tenant compte des incertitudes.

Sujet officiel associé (PDF) : https://coursbtsms.fr/assets/annales/bts-ms/E3.2 - Physique et chimie/2018/BTS MS - E3.2 - Physique et chimie - Session 2018 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Maintenance des Systèmes : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.