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

BTS MAINTENANCE DES SYSTÈMES • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Physique-Chimie

Session 2017 • Code sujet : **MY3PHYA** • Durée : **2H** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude du générateur de chauffe (11 questions) **Page 3**

2. Capteur de température sur le circuit d'eau chaude (4 questions) **Page 7**

3. Refroidissement des moûts par détente flash (3 questions) **Page 9**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://coursbtsms.fr/assets/annales/bts-ms/E3.2 - Physique et chimie/2017/BTS MS - E3.2 - Physique et chimie - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

1. Étude du générateur de chauffe

Un brûleur au fioul chauffe l'eau d'un équipement de thermovinification, qui sert ensuite à chauffer le moût. Les documents donnent les caractéristiques de trois brûleurs et permettent d'étudier leur alimentation, la combustion, le dimensionnement, le choix du modèle et le bruit produit.

1. Analyse de quelques données techniques des brûleurs

Question 1.1. Expliquer la signification des valeurs indiquées pour la tension et la fréquence dans la ligne « alimentation électrique » du tableau.

L'alimentation est triphasée, à 50 Hz, avec un conducteur neutre. Les valeurs 230 V et 400 V correspondent respectivement à la tension entre une phase et le neutre et à celle entre deux phases. La tolérance de ±10 % indique que le brûleur peut fonctionner dans cette plage autour de la tension nominale du réseau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Alimentation triphasée, 50 Hz : 230 V phase-neutre ou 400 V entre phases, avec une tolérance de ±10 %.

Question 1.2. Expliquer la signification des indications 230 V et 2 × 5 kV relatives au transformateur d'allumage, puis en déduire sa puissance apparente à partir des valeurs indiquées.

Le transformateur reçoit au primaire 230 V sous 1,9 A et délivre deux sorties de 5 kV, avec un courant secondaire de 30 mA. La puissance apparente de sortie vaut donc **S = 2 × 5 000 × 0,030 = 300 VA**. À partir des valeurs du primaire, on obtient 230 × 1,9 = 437 VA : il s'agit de la puissance apparente absorbée, différente de celle disponible en sortie.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance apparente délivrée : 300 VA. Puissance apparente absorbée au primaire : 437 VA.

Question 1.3. À l'aide d'une analyse dimensionnelle, préciser si la grandeur exprimée en Mcal/h correspond à une puissance ou à un débit.

La calorie est une unité d'énergie. Ainsi, Mcal/h correspond à une énergie divisée par une durée. Or une puissance est précisément une énergie transférée par unité de temps : l'unité Mcal/h exprime donc une puissance. À l'inverse, le kg/h indiqué dans le tableau exprime la masse de fioul consommée par unité de temps, donc un débit massique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Mcal/h est une unité de puissance, tandis que kg/h est une unité de débit massique de fioul.

2. Dimensionnement de la chambre de combustion

Question 2.1. Écrire l'équation de la combustion complète de l'alcane $C_{20}H_{42}$ par le dioxygène, sachant que les produits sont le dioxyde de carbone et l'eau.

Les 20 atomes de carbone donnent 20 CO_2 et les 42 atomes d'hydrogène donnent 21 H_2O. Ces produits contiennent 61 atomes d'oxygène, soit 30,5 molécules de O_2. On multiplie alors tous les coefficients par deux afin d'obtenir des coefficients entiers et une équation équilibrée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Combustion complète équilibrée : $2\ C_{20}H_{42} + 61\ O_2 \rightarrow 40\ CO_2 + 42\ H_2O$.

Question 2.2.1. Pour obtenir une puissance thermique de 630 kW, vérifier que la masse de fioul nécessaire pour une heure de fonctionnement est de 53 kg, à partir du pouvoir calorifique inférieur fourni.

Pour une heure de fonctionnement, l'énergie nécessaire est E = Pt = 630 kWh. Le PCI du fioul est de 11,8 kWh/kg. La masse consommée vaut donc m = E/PCI = 630/11,8 = 53,4 kg. À l'unité près, la masse requise est bien de 53 kg.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Il faut environ 53 kg de fioul pour fournir 630 kW pendant une heure.

Question 2.2.2. Calculer le volume de dioxygène nécessaire pour fournir l'énergie correspondant à une heure de fonctionnement, en utilisant le volume molaire indiqué.

L'équation de combustion indique qu'une mole de $C_{20}H_{42}$ consomme 61/2 moles de O_2. En assimilant le fioul à l'alcane majoritaire, 53 kg correspondent à 53 000/282 moles. Avec un volume molaire de 22 L/mol, le volume de dioxygène vaut **$V = (53\,000/282) \times (61/2) \times 22$**, soit environ 126 m³.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le volume de dioxygène nécessaire est d'environ 126 m³ pour une heure de fonctionnement.

Question 2.2.3. Sachant que l'air contient 20 % de dioxygène, vérifier que le volume d'air nécessaire pour une heure de fonctionnement est de l'ordre de 630 m³.

Le dioxygène représente 20 % du volume d'air. Le volume d'air requis est donc $V_{air} = V_{O_2}/0{,}20$. Avec environ 126 m³ de dioxygène, on obtient près de 630 m³ d'air. L'ordre de grandeur demandé est vérifié.

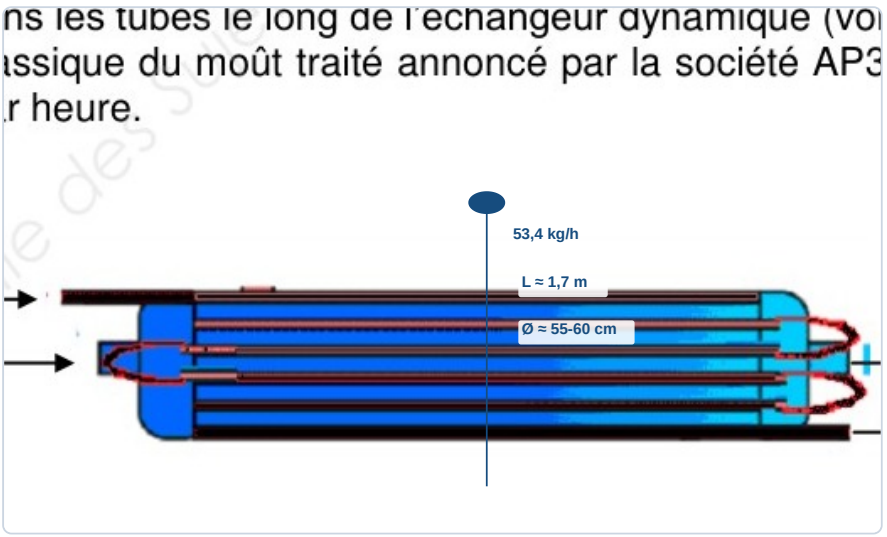
✓ RÉPONSE À RETENIR

Il faut environ 630 m³ d'air par heure pour fournir le dioxygène nécessaire à la combustion.

Question 2.3. **À l'aide du graphique du constructeur, déterminer le diamètre et la longueur de la chambre de combustion cylindrique nécessaires pour obtenir une puissance thermique de 630 kW.**

Le débit de fioul correspondant à 630 kW se déduit du PCI : 630/11,8 ≈ 53,4 kg/h. Sur le graphique du constructeur, on repère ce débit, puis on lit la longueur sur l'axe vertical et le diamètre sur l'échelle supérieure. La lecture graphique donne une longueur d'environ 1,7 m et un diamètre compris entre 50 et 60 cm, proche de 60 cm.

Lecture du dimensionnement de la chambre



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour environ 53,4 kg/h : longueur de chambre proche de 1,7 m et diamètre graphique d'environ 55 à 60 cm.

3. Choix du modèle de brûleur

Question 3.1. **Calculer la puissance thermique maximale nécessaire pour chauffer le moût, en utilisant son débit massique maximal, sa capacité thermique massique et les températures d'entrée et de sortie indiquées.**

Le débit massique maximal est 8 t/h, soit 8 000/3 600 kg/s. L'élévation de température est $\Delta T = 85 - 20 = 65$ K. La puissance thermique reçue par le moût vaut $P = \dot{m}c\Delta T = (8\,000/3\,600) \times 3\,700 \times 65 = 534\,444$ W, soit environ 534 kW.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La puissance thermique maximale à transmettre au moût est d'environ 534 kW.

Question 3.2. **Choisir le modèle de brûleur adapté en tenant compte de la puissance nécessaire et du rendement des échanges thermiques, supposé égal à 85 %.**

Avec un rendement de 85 %, la puissance à fournir par le brûleur doit être P = 534 444/0,85 ≈ 629 kW. Le RL 70 peut délivrer de 474 à 830 kW en deuxième allure : sa plage couvre ce besoin. Le RL 100 commence à 711 kW, au-dessus de la puissance requise. Le RL 70 est donc le modèle adapté.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir le brûleur RL 70 : sa plage de puissance couvre le besoin d'environ 629 kW.

Bruit généré par le brûleur

Question 4. **À partir du niveau sonore de 75 dB à 1 m, du tableau d'évaluation et de la diminution de 6 dB à chaque doublement de distance, évaluer la distance à laquelle une conversation normale devient possible.**

Le tableau indique qu'une conversation normale correspond à 60 dB. Il faut donc réduire le niveau de 75 à 60 dB, soit 15 dB. Chaque doublement de distance réduit le niveau de 6 dB : $d = 1 \times 2^{15/6} \approx 5{,}7$ m. Cette distance est une estimation fondée sur la règle donnée pour une source ponctuelle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une conversation normale devient possible à environ 5,7 m du brûleur, lorsque le niveau sonore atteint 60 dB.

2. Capteur de température sur le circuit d'eau chaude

La température du circuit d'eau est régulée par l'association d'une sonde Pt100 et d'un convertisseur C0-P. Les questions portent sur les grandeurs mesurées et transmises, l'exactitude de la mesure, la caractéristique de la sonde et la tension à ses bornes.

Question 1. Donner les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur résultant de l'association de la sonde Pt100 et du convertisseur C0-P.

La grandeur d'entrée du capteur complet est la température de l'eau, mesurée par la sonde Pt100. La sonde convertit cette température en une résistance électrique, puis le convertisseur C0-P transforme la mesure en un courant linéaire. L'étendue de mesure indiquée pour cette association va de −200 °C à 850 °C, avec un signal de sortie allant de 4 mA à 20 mA.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Entrée : température de l'eau. Sortie : courant électrique linéaire de 4 à 20 mA.

Question 2. À partir de l'exactitude de mesure indiquée dans la notice, donner l'encadrement de la température lorsque l'afficheur indique 85 °C.

L'exactitude annoncée est ±0,1 °C ±0,1 % de la lecture. Pour une indication de 85 °C, l'incertitude absolue maximale vaut 0,1 + (0,1/100 × 85) = 0,185 °C. On encadre alors la température réelle en soustrayant puis en ajoutant cette incertitude à la valeur affichée. L'intervalle calculé est [84,815 °C ; 85,185 °C], soit environ [84,8 °C ; 85,2 °C] à une précision adaptée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 84,815 °C ≤ θ ≤ 85,185 °C, soit environ 84,8 °C à 85,2 °C.

Question 3. À partir de l'équation d'ajustement de la caractéristique R = f(θ) et de sa forme $R = R_0(1 + a\theta)$, déterminer les valeurs et les unités de R_0 et de a.

La droite d'ajustement donne R = 0,389θ + 100 Ω. En développant la forme $R = R_0(1 + a\theta)$, on obtient $R = R_0 + R_0 a\theta$. L'ordonnée à l'origine est donc R_0, et la pente vaut $R_0 a$.

Grandeur	Détermination	Valeur et unité
R_0	Ordonnée à l'origine	100 Ω
a	0,389/100	0,00389 $°C^{-1}$

Le coefficient a s'exprime en $°C^{-1}$ pour que aθ soit sans dimension.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> R_0 = 100 Ω ; a = 0,00389 $°C^{-1}$.

Question 4. Avec le courant de 0,7 mA traversant la Pt100, exprimer numériquement la tension U_{pt} à ses bornes en fonction de la température θ, puis déterminer sa plage de variation.

La loi d'Ohm donne $U_{pt} = IR$. La caractéristique fournie donne $R = 0{,}389\theta + 100\ \Omega$, et le courant vaut 0,7 mA = 0,0007 A. Ainsi, $U_{pt}(\theta) = 0{,}0007(0{,}389\theta + 100) = 0{,}070 + 0{,}00027239\theta$ V, avec θ en °C. Cette expression croît avec θ : ses valeurs extrêmes correspondent donc aux bornes de l'étendue de mesure du convertisseur, −200 °C et 850 °C.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$U_{pt}(\theta) = 0{,}070 + 0{,}00027239\theta$ V ; de 0,01554 V à 0,301455 V pour −200 °C à 850 °C.

3. Refroidissement des moûts par détente flash

La détente flash crée un vide dans une chambre afin de vaporiser une partie de l'eau contenue dans le moût et de le refroidir. La chambre est considérée thermiquement isolée, et les données permettent d'établir un bilan énergétique puis de calculer la température finale du moût séché.

Question 1. Expliquer de façon qualitative pourquoi le moût se refroidit lors de la détente flash.

La mise sous vide abaisse la température d'ébullition de l'eau. Une partie de l'eau contenue dans le moût peut alors se vaporiser à une température inférieure à 85 °C. Ce changement d'état nécessite de l'énergie, sous forme de chaleur latente de vaporisation. La chambre étant thermiquement isolée, cette énergie est prélevée au moût. Celui-ci perd donc de l'énergie et sa température diminue.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'évaporation prélève au moût l'énergie nécessaire à la vaporisation de l'eau, ce qui le refroidit.

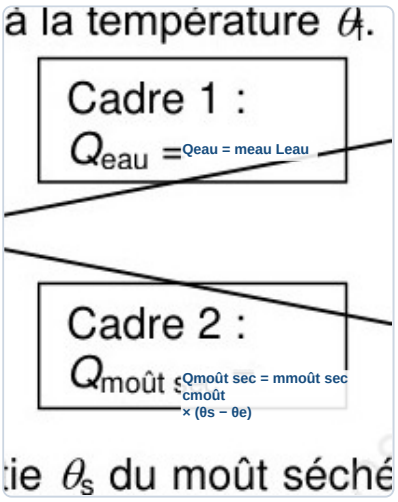
2. Bilan énergétique

Question 2.1. Compléter le schéma en indiquant l'expression littérale de l'énergie échangée par l'eau qui s'évapore et celle échangée par le moût séché qui se refroidit jusqu'à la température θs.

L'eau qui s'évapore reçoit une énergie positive, égale à sa masse multipliée par la chaleur latente de vaporisation. Le moût séché se refroidit et cède de l'énergie : sa variation de température est donc écrite dans le sens final moins initial, soit $\theta_s - \theta_e$.

Les expressions à inscrire dans les deux cadres sont données sur le schéma annoté.

Expressions à inscrire dans les cadres



✓ RÉPONSE À RETENIR

Cadre 1 : $Q_{eau} = m_{eau} L_{eau}$. Cadre 2 : $Q_{moût\ sec} = m_{moût\ sec} c_{moût} (\theta_s - \theta_e)$.

Question 2.2. En supposant que le moût perd 9 % de sa masse, calculer sa température de sortie θs, puis commenter le résultat en le comparant à la température indiquée sur le schéma du constructeur.

La chambre étant isolée, le bilan énergétique s'écrit $Q_{eau} + Q_{moût\ sec} = 0$. Pour une masse initiale m, l'eau évaporée représente $0,09m$ et le moût séché $0,91m$. Avec $L_{eau} = 2400$ kJ·kg⁻¹ et $c_{moût} = 3,7$ kJ·kg⁻¹·K⁻¹, le refroidissement vaut $\frac{0,09 \times 2400}{0,91 \times 3,7} = 64,15$ K. Donc $\theta_s = 85 - 64,15 = 20,85$ °C. Cette valeur est environ 9,2 °C sous les 30 °C indiqués par le constructeur. L'écart signale les limites de cette estimation simplifiée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\theta_s \approx 20,9\ ^\circ\mathrm{C}$, soit environ 9,2 °C de moins que les 30 °C du schéma constructeur.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2017)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve U32 de Physique-Chimie du BTS Maintenance des systèmes, session 2017, code épreuve MY3PHYA, sujet 01VP16, dure 2 heures et a un coefficient 2. Centrée sur la thermovinification, elle étudie un brûleur et son dimensionnement, le chauffage du moût, la mesure par Pt100 et le refroidissement par détente flash. Les compétences évaluées incluent l'analyse dimensionnelle, les bilans chimiques et thermiques, l'instrumentation, l'acoustique et l'interprétation de documents techniques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Puissance thermique de chauffage : $P = \dot{m}c\Delta T$, avec le débit massique en $kg \cdot s^{-1}$, c en $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ et ΔT en K.
- Énergie fournie par le fioul : $E = m \times PCI$; distinguer soigneusement kW, kWh et durée de fonctionnement.
- Pour la Pt100, $U = RI$ et $R = 100(1 + a\theta)$ selon la caractéristique linéaire donnée.
- Dans la chambre isolée, l'énergie de vaporisation de l'eau est compensée par le refroidissement du moût restant.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités pour distinguer puissance, énergie et débit avant tout calcul.
- Équilibrer la combustion et respecter les proportions stœchiométriques pour déterminer la quantité de dioxygène.
- Intégrer le rendement de 85 % et comparer la puissance requise aux plages des modèles de brûleur.
- Pour le bilan de détente flash, distinguer la masse évaporée de la masse de moût sec et comparer le résultat au schéma.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la puissance nécessaire pour chauffer le moût ?

Utilisez $P = \dot{m}c(\theta_2 - \theta_1)$. Convertissez d'abord le débit massique en kilogrammes par seconde, puis utilisez la capacité thermique massique en $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ et l'écart de température en kelvins ou en degrés Celsius.

Q : Comment relier la résistance de la Pt100 à la tension mesurée ?

Appliquez la loi $U = RI$ et remplacez R par son expression en fonction de θ. Multipliez par le courant de 0,7 mA, puis évaluez la tension aux limites de température pour déterminer sa plage de variation.

Q : Le sujet précise-t-il un barème ou une répartition des points ?

Aucun barème ni aucune répartition des points n'est imprimé dans le sujet fourni. L'épreuve dure 2 heures et son coefficient est 2 ; répartissez le temps entre les parties selon le nombre de questions et les calculs demandés.

Q : Quelles normes ou exigences de notation faut-il particulièrement respecter ?

Le sujet ne cite aucune norme particulière ni aucun barème détaillé. Justifiez les réponses avec les données, unités et hypothèses fournies, notamment le rendement de 85 %, la baisse sonore de 6 dB par doublement et l'isolation thermique indiquée.

Sujet officiel associé (PDF) : https://coursbtsms.fr/assets/annales/bts-ms/E3.2 - Physique et chimie/2017/BTS MS - E3.2 - Physique et chimie - Session 2017 - 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.