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 MEC

Sciences physiques

Session 2002 • Code sujet : **ECE3SC** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Mécanique des fluides (6 questions) **Page 3**

2. Isolation thermique (6 questions) **Page 5**

3. Chimie : protection du béton armé (4 questions) **Page 8**

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

Sujet officiel (PDF) : https://btsmec.fr/assets/annales/bts-mec/E3.2 - Physique-Chimie/2002/BTS MEC - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2002 - 1-Sujet.pdf

1. Mécanique des fluides

Une conduite horizontale rétrécie accélère un liquide incompressible, dont les données d'entrée sont fournies. Un schéma de manomètre différentiel à mercure relie deux points de la conduite pour l'étude des pressions.

Question 1°. Calculer la vitesse v_2 à la sortie de la conduite, sachant que la vitesse du liquide est multipliée par 1,8.

La conduite accélère le liquide d'un facteur 1,8. La vitesse de sortie est donc le produit de la vitesse d'entrée par ce facteur : $v_2 = 1{,}8 \times v_1$. Avec $v_1 = 5{,}0\ \text{m·s}^{-1}$, on obtient $v_2 = 1{,}8 \times 5{,}0$. Le résultat est exprimé en unités SI et arrondi à deux chiffres significatifs, comme les données fournies.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$v_2 = 9{,}0\ \text{m·s}^{-1}$

Question 2°. Donner l'expression du débit volumique Q_v en fonction de S_1 et v_1, puis en fonction de S_2 et v_2.

Section considérée	Débit volumique
Entrée	$Q_v = S_1 v_1$
Sortie	$Q_v = S_2 v_2$

Le débit volumique correspond au volume de liquide traversant une section par unité de temps. Pour un liquide incompressible en régime permanent, aucune accumulation ne se produit entre l'entrée et la sortie. Le débit se conserve donc : les deux expressions du tableau décrivent le même débit et sont égales.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Q_v = S_1 v_1 = S_2 v_2$

Question 3°. Donner l'expression permettant de calculer D_2 en fonction de v_1, v_2 et D_1, puis effectuer ce calcul.

La conservation du débit donne $S_1 v_1 = S_2 v_2$. Pour une conduite circulaire, $S = \pi D^2/4$; en remplaçant les sections et en isolant le diamètre de sortie, on obtient $D_2 = D_1\sqrt{(v_1/v_2)}$. Avec $D_1 = 0{,}20$ m, $v_1 = 5{,}0\ \text{m·s}^{-1}$ et $v_2 = 9{,}0\ \text{m·s}^{-1}$, le calcul donne environ 0,149 m. Le diamètre est arrondi à deux chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$D_2 \approx 0{,}15$ m

a)

Question 4°. Indiquer la relation qui permet d'établir la variation de pression entre l'entrée et la sortie du rétrécissement.

On applique la relation de Bernoulli entre A, à l'entrée, et B, à la sortie. Pour un écoulement permanent incompressible sans pertes de charge, la somme de la pression et de l'énergie cinétique volumique se conserve. La conduite étant horizontale, les termes d'altitude s'annulent. La variation de pression est donc liée à la différence des carrés des vitesses.

$P_a + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_\beta + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $P_a - P_\beta = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$

b)

Question 4°. Calculer la différence de pression entre l'entrée et la sortie de la conduite : $P_a - P_\beta$.

Dans la conduite horizontale, la relation de Bernoulli donne $P_a - P_\beta = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$. Pour l'eau, $\rho = 1{,}0 \times 10^3$ kg·m^{-3}. En substituant $v_1 = 5{,}0$ m·s^{-1} et $v_2 = 9{,}0$ m·s^{-1}, on calcule la différence de pression. Elle est positive : la pression à l'entrée est supérieure à celle à la sortie.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $P_a - P_\beta = 2{,}8 \times 10^4$ Pa

Question 5°. Dans la tuyauterie de C à D, les fluides sont au repos et la partie grisée contient du mercure. En négligeant les variations de pression dans les deux colonnes d'eau, calculer la hauteur h.

1. La pression est plus élevée du côté A que du côté B, ce qui correspond au décalage de mercure indiqué sur le schéma.
2. La variation de pression dans les colonnes d'eau étant négligée, la différence de pression entre les interfaces est $P_a - P_\beta = \rho_{mercure} g h$.
3. On isole h et on remplace $P_a - P_\beta$ par $2{,}8 \times 10^4$ Pa, $\rho_{mercure}$ par $13{,}6 \times 10^3$ kg·m^{-3} et g par 9,8 m·s^{-2}.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **h ≈ 0,210 m, soit 21,0 cm**

2. Isolation thermique

Le mur comprend un enduit ciment, des agglos pleins, une lame d'air non ventilée, des carreaux de plâtre et un enduit plâtre. L'étude compare ses propriétés thermiques à celles d'un mur dont la lame d'air est remplacée par une fibre isolante, puis évalue la température de surface et le confort au toucher.

a)

Question 1°. Donner l'expression de la résistance thermique du mur pour 1 m² de surface.

Les résistances des couches successives et les résistances superficielles s'additionnent. Pour une couche homogène de surface 1 m², la résistance vaut **R = e/λ**. Le schéma donne, de l'extérieur vers l'intérieur : l'enduit ciment, les agglos pleins, la lame d'air, les carreaux de plâtre et l'enduit plâtre. On ajoute les résistances superficielles extérieure et intérieure ainsi que la résistance fournie pour la lame d'air.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$R_{tot} = 1/h_e + e_5/\lambda_5 + e_4/\lambda_4 + R_{air} + e_2/\lambda_2 + e_1/\lambda_1 + 1/h_i$.

b)

Question 1°. Calculer cette résistance thermique.

Élément	Calcul	Résistance (m²·K·W⁻¹)
Surface extérieure	Donnée	0,06
Enduit ciment	0,025/1,15	0,0217
Agglos pleins	0,15/1,40	0,1071
Lame d'air	Donnée	0,16
Carreaux de plâtre	0,05/0,46	0,1087
Enduit plâtre	0,013/0,46	0,0283
Surface intérieure	Donnée	0,11

Les épaisseurs sont converties en mètres avant l'application de R = e/λ. Les résistances des couches et des surfaces s'additionnent, car le flux traverse ces éléments successivement. La somme, calculée avec les valeurs non arrondies, donne la résistance thermique totale du mur.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$R_{tot} = 0{,}596$ m²·K·W⁻¹.

a)

Question 2°. Donner l'expression du coefficient de transmission thermique surfacique K.

Le coefficient de transmission thermique surfacique K relie le flux thermique transmis par unité de surface à l'écart de température entre les deux côtés du mur. Il est donc égal à l'inverse de la résistance thermique totale. Cette relation s'applique aux couches traversées en série, avec les résistances superficielles incluses dans R_{tot}. Une résistance s'exprime en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ et K en $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $K = 1/R_{tot}$.

b)

Question 2°. Calculer le coefficient de transmission thermique surfacique K.

On reprend la résistance totale obtenue à la question précédente et on applique la relation $K = 1/R_{tot}$. Ainsi, K = 1/0,5958385. Le résultat est arrondi à trois chiffres significatifs. Le coefficient caractérise les déperditions thermiques par unité de surface et par degré d'écart de température : plus il est faible, plus le mur est isolant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $K = 1{,}68\ W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

Question 3°. Remplacer la lame d'air par une fibre isolante, puis déduire le nouveau coefficient de transmission thermique K′ et conclure. L'épaisseur de la fibre est de 4,5 cm et sa conductivité thermique vaut 0,041 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

La fibre remplace la lame d'air et conserve la même épaisseur, soit 0,045 m. Sa résistance thermique vaut $R_{fibre} = e/\lambda = 0{,}045/0{,}041 = 1{,}098\ m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$. On remplace donc la résistance de la lame d'air dans la somme des résistances, puis on calcule l'inverse de cette nouvelle résistance totale. La fibre augmente la résistance du mur et réduit ainsi les transmissions thermiques.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $K' = 0{,}652\ W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Le mur avec fibre isolante est plus performant.

Question 4°. Pour chacun des deux murs, déterminer la température de surface interne θsi, puis indiquer lequel donne la meilleure sensation de confort au toucher. Les températures intérieure et extérieure sont respectivement de 20 °C et −15 °C.

Le flux thermique surfacique vaut $q = (\theta_i - \theta_e)/R_{tot}$. La chute de température entre l'air intérieur et la surface du mur correspond au flux multiplié par la résistance superficielle intérieure, 0,11 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$. On obtient donc $\theta_{si} = \theta_i - 35 \times 0{,}11/R_{tot}$. Une surface intérieure plus chaude est plus confortable au toucher dans ces conditions.

- Mur avec lame d'air : $\theta_{si} \approx 13{,}5$ °C.
- Mur avec fibre : $\theta_{si} \approx 17{,}5$ °C.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Lame d'air : $\theta_{si} \approx 13{,}5$ °C. Fibre isolante : $\theta_{si} \approx 17{,}5$ °C. Meilleur confort : mur avec fibre.

3. Chimie : protection du béton armé

La première partie porte sur une pile formée de demi-piles fer/ions fer(II) et zinc/ions zinc(II), reliées par un pont salin. La seconde étudie la protection contre la corrosion d'un pilier en béton par pulvérisation de zinc et le calcul de la masse à prévoir pour trois ans.

A - Étude d'une pile

Question 1°. Écrire les équations électrochimiques des réactions se produisant dans chaque demi-pile. Préciser sur quelle électrode ont lieu l'oxydation et la réduction, puis écrire l'équation bilan.

Le zinc s'oxyde en libérant deux électrons : cette réaction a lieu sur l'électrode de zinc, l'anode. Les ions fer(II) captent ces électrons sur l'électrode de fer, la cathode. Les deux demi-équations sont équilibrées en électrons ; leur addition donne la réaction globale de la pile.

Oxydation : $\mathrm{Zn(s)} \rightarrow \mathrm{Zn^{2+}(aq)} + 2\mathrm{e^-}$.
Réduction : $\mathrm{Fe^{2+}(aq)} + 2\mathrm{e^-} \rightarrow \mathrm{Fe(s)}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Bilan : $\mathrm{Zn(s)} + \mathrm{Fe^{2+}(aq)} \rightarrow \mathrm{Zn^{2+}(aq)} + \mathrm{Fe(s)}$. Anode : zinc. Cathode : fer.

Question 2°. Déterminer la polarité de la pile et donner la valeur de sa force électromotrice.

Le potentiel standard du couple $\mathrm{Fe^{2+}/Fe}$ est supérieur à celui du couple $\mathrm{Zn^{2+}/Zn}$: le fer est la cathode, pôle positif, et le zinc est l'anode, pôle négatif. La force électromotrice standard est la différence entre les potentiels de réduction de la cathode et de l'anode : $E = E^\circ_{\mathrm{Fe^{2+}/Fe}} - E^\circ_{\mathrm{Zn^{2+}/Zn}} = -0{,}44 - (-0{,}76) = 0{,}32\ \mathrm{V}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pôle positif : fer. Pôle négatif : zinc. Force électromotrice : $0{,}32\ \mathrm{V}$.

B - Protection du béton armé contre la corrosion

Question 1°. Expliquer pourquoi le zinc est utilisé et indiquer comment s'appelle ce type de protection.

Le zinc est moins noble que le fer : il s'oxyde donc préférentiellement et se consomme à la place de l'armature d'acier. En reliant électriquement le revêtement de zinc à l'armature, on maintient l'acier en situation de cathode et on limite sa corrosion. Cette méthode est une protection cathodique par anode sacrificielle. Le zinc constitue ainsi une couche protectrice qui doit être renouvelée lorsqu'elle est consommée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le zinc se corrode à la place de l'acier : protection cathodique par anode sacrificielle.

Question 2°. Pour une protection prévue pendant trois ans avant renouvellement et un courant moyen de corrosion de 15 mA, calculer la masse de zinc à prévoir. La masse consommée ne doit pas excéder 80 % de la masse pulvérisée.

Le zinc s'oxyde selon $\mathrm{Zn} \rightarrow \mathrm{Zn^{2+}} + 2\mathrm{e^-}$: une mole de zinc fournit deux moles d'électrons. Avec $t = 3 \times 365 \times 24 \times 3600 = 94\,608\,000\ \mathrm{s}$, la charge vaut $Q = It = 0{,}015 \times 94\,608\,000 = 1\,419\,120\ \mathrm{C}$. La loi de Faraday donne une masse consommée de $m_{cons} = QM/(2F) = 480{,}9\ \mathrm{g}$. Cette masse étant limitée à 80 % de la masse pulvérisée, il faut prévoir $m = m_{cons}/0{,}80$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse minimale de zinc à pulvériser : $0{,}601\ \mathrm{kg}$, soit environ $601\ \mathrm{g}$.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2002)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve de sciences physiques ECE3SC présente trois parties : mécanique des fluides (7,5 points), isolation thermique (6,5 points) et chimie de la protection du béton armé (6 points). La session, la durée et le coefficient ne sont pas indiqués. Les compétences évaluées concernent les débits et pressions, les résistances thermiques, les piles électrochimiques et le calcul d'une masse de zinc anticorrosion.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un liquide incompressible, le débit se conserve : $Q_v = S_1v_1 = S_2v_2$.
- Pour une conduite horizontale, Bernoulli relie pression et vitesse : $P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{constante}$.
- Les résistances thermiques de couches successives s'additionnent ; pour une couche, $R = e/(\lambda S)$.
- La charge électrochimique est $Q = It$; la loi de Faraday relie la charge échangée à la quantité de zinc consommée.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les unités et utiliser $S = \pi D^2/4$ pour relier diamètre, section et débit.
- Pour le manomètre, tenir compte des masses volumiques de l'eau et du mercure et du sens de la différence de pression.
- Inclure les résistances superficielles et celle de la lame d'air dans le bilan thermique du mur.
- Convertir les trois ans en secondes et vérifier que la masse consommée est au plus égale à 80 % de la masse pulvérisée.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment relier les vitesses et les diamètres dans le rétrécissement ?

Appliquez la conservation du débit volumique : $S_1v_1 = S_2v_2$. Pour des sections circulaires, remplacez chaque section par $\pi D^2/4$. Vous obtenez ainsi une relation entre les deux diamètres et les deux vitesses.

Q : Comment calculer la résistance thermique totale du mur ?

Pour chaque couche solide, calculez $R = e/(\lambda S)$, avec des unités cohérentes. Additionnez les résistances des couches, celle de la lame d'air et les résistances superficielles intérieure et extérieure pour obtenir la résistance totale.

Q : Comment organiser le calcul de la masse de zinc à prévoir ?

Calculez d'abord la charge avec $Q = It$, en exprimant la durée en secondes. Utilisez ensuite la constante de Faraday et la réaction du zinc pour déterminer la masse consommée, puis divisez cette masse par 0,80.

Q : Quels éléments sont indiqués pour le barème et la notation ?

Le sujet attribue 7,5 points à la mécanique des fluides, 6,5 à l'isolation thermique et 6 à la chimie. Aucun détail de barème par question ni critère de notation supplémentaire n'est imprimé dans les pages fournies.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmec.fr/assets/annales/bts-mec/E3.2 - Physique-Chimie/2002/BTS MEC - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2002 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Management Économique de la Construction : 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.