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 MÉTIERS DE L • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Sciences physiques – U. 32

Session 2016 • Code sujet : **MTE3SC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2,5**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Méthanisation, purification du biogaz et biocorrosion** (30 questions) — **Page 3**

2. **Capteur capacitif de pression et temps de réponse** (8 questions) — **Page 12**

3. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 15**

Sujet officiel (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E3.2 - Physique - Chimie/2016/BTS ME - E3.2 - Physique - Chimie - Session 2016 - 1-Sujet.pdf

1. Méthanisation, purification du biogaz et biocorrosion

L'étude porte sur la méthanisation de matières organiques, la composition et la purification du biogaz, ainsi que les transformations chimiques associées. Elle examine également la corrosion des canalisations d'eaux usées par les espèces produites par les bactéries sulfato-réductrices.

Structure de la matière

Question 1-1. Donner la configuration électronique des atomes d'hydrogène, de carbone et de soufre.

Le numéro atomique donne le nombre d'électrons d'un atome neutre. En remplissant les sous-couches dans l'ordre, on obtient les configurations électroniques suivantes :

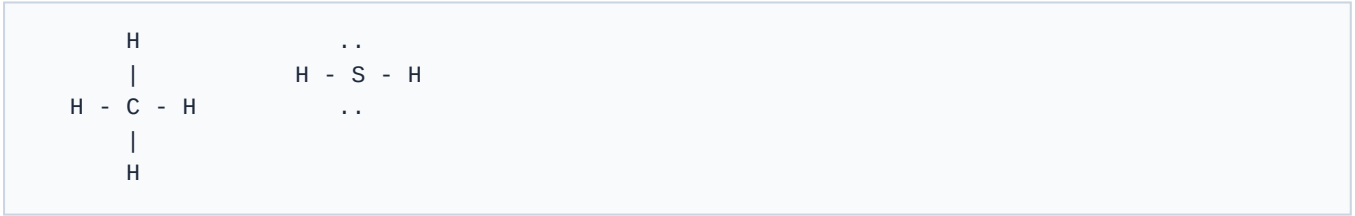
- H, Z = 1 : $1s^1$
- C, Z = 6 : $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
- S, Z = 16 : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$

Ces configurations comptent respectivement 1, 6 et 16 électrons.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> H : $1s^1$; C : $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$; S : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$.

Question 1-2. Donner la représentation de Lewis des molécules de méthane CH4 et de sulfure d'hydrogène H2S.

Dans CH_4, le carbone central partage un doublet avec chacun des quatre hydrogènes. Dans H_2S, le soufre forme deux liaisons simples et porte deux doublets non liants. Les traits représentent les doublets liants et les points les doublets non liants.



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> CH_4 : quatre liaisons simples. H_2S : deux liaisons simples et deux doublets non liants sur S.

Question 1-3. Préciser la structure géométrique spatiale des molécules CH4 et H2S, et expliciter la réponse.

Selon le modèle VSEPR, les doublets autour de l'atome central s'écartent au maximum. Dans CH_4, le carbone porte quatre doublets liants, qui s'organisent en tétraèdre. Dans H_2S, le soufre porte deux doublets liants et deux doublets non liants ; leur répulsion conduit à une géométrie moléculaire coudée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

CH_4 : tétraédrique. H_2S : coudée.

Molécules organiques dégradées par méthanisation

Question 2-1. À partir des molécules représentées, montrer que le fructose et le xylose ne sont pas des molécules isomères.

Le schéma montre que le fructose est un hexose, avec six atomes de carbone, tandis que le xylose est un pentose, avec cinq atomes de carbone. Leurs formules brutes sont donc respectivement $C_6H_{12}O_6$ et $C_5H_{10}O_5$. Des isomères doivent avoir la même formule brute : ce n'est pas le cas ici.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fructose : $C_6H_{12}O_6$; xylose : $C_5H_{10}O_5$. Ils ne sont pas isomères.

Question 2-2. Identifier les fonctions caractéristiques de la molécule de xylose représentée.

Sur la molécule représentée, le groupe terminal -CHO caractérise une fonction aldéhyde. Les groupes hydroxyle -OH liés à la chaîne carbonée caractérisent des fonctions alcool. Le xylose possède donc une fonction aldéhyde et plusieurs fonctions alcool.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fonctions aldéhyde et alcool.

Oxydation du xylose

Question 2-3-1. Écrire, avec les formules semi-développées des molécules organiques, l'équation de l'oxydation du xylose par le dioxygène de l'air en acide carboxylique.

L'oxydation transforme le groupe aldéhyde terminal -CHO en groupe carboxyle -COOH ; le reste de la chaîne demeure inchangé. La formule semi-développée du xylose représenté est $HOCH_2$-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CHO. Une molécule de dioxygène oxyde deux molécules d'aldéhyde, ce qui donne l'équation équilibrée :

2 $HOCH_2$-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CHO + O_2 → 2 HOOC-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CH_2OH.

✓ RÉPONSE À RETENIR

2 $HOCH_2$-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CHO + O_2 → 2 HOOC-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CH_2OH.

Question 2-3-2. Nommer le monoacide carboxylique obtenu par oxydation du xylose.

L'oxydation du xylose transforme son groupe aldéhyde terminal en groupe carboxyle sans modifier la chaîne de cinq carbones. Le produit est le monoacide dérivé du 2,3,4,5-tétrahydroxypentanal.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Acide xylonique, ou acide 2,3,4,5-tétrahydroxypentanoïque.

Question 2-3-3. Nommer la fonction caractéristique du fructose qui ne peut pas être oxydée par le dioxygène de l'air.

Le fructose représenté possède un groupe carbonyle situé au milieu de la chaîne carbonée. Ce groupe correspond à une fonction cétone. C'est cette fonction, contrairement à une fonction aldéhyde, qui n'est pas oxydée par le dioxygène de l'air dans les conditions considérées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La fonction cétone.

Dégradation du xylose

Question 2-4. En utilisant les formules brutes, écrire l'équation de la dégradation anaérobie du xylose par les bactéries méthanogènes, sachant que les seuls produits sont le méthane et le dioxyde de carbone.

Le xylose a pour formule brute $C_5H_{10}O_5$. Pour équilibrer le carbone et l'oxygène, on place cinq molécules de CH_4 et cinq molécules de CO_2 pour deux molécules de xylose. Les vingt atomes d'hydrogène sont alors également équilibrés.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $2\ C_5H_{10}O_5 \rightarrow 5\ CH_4 + 5\ CO_2$.

Production de sulfure d'hydrogène

Question 3-1. Préciser le nombre d'oxydation du soufre dans le sulfure d'hydrogène H2S.

Dans H_2S, chaque hydrogène a le nombre d'oxydation +I. La molécule étant neutre, la somme des nombres d'oxydation est nulle : 2(+I) + n.o.(S) = 0. Le soufre a donc le nombre d'oxydation -II.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nombre d'oxydation du soufre : -II.

Question 3-2. Préciser le nombre d'oxydation du soufre dans l'ion sulfate $SO4^{2-}$.

Dans SO_4^{2-}, l'oxygène a le nombre d'oxydation -II. Si x est celui du soufre, la charge globale impose x + 4(-II) = -II, d'où x = +VI.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nombre d'oxydation du soufre : +VI.

Question 3-3. Écrire la demi-équation rédox de la transformation de l'ion sulfate en sulfure d'hydrogène sous l'action de Desulfovibrio desulfuricans, puis préciser l'oxydant et le réducteur du couple rédox.

Le soufre passe de +VI dans SO_4^{2-} à -II dans H_2S : il capte huit électrons. En milieu acide, on équilibre ensuite l'oxygène avec H_2O et l'hydrogène avec H^+.

$SO_4^{2-} + 10\ H^+ + 8\ e^- \rightarrow H_2S + 4\ H_2O$. L'ion sulfate est l'oxydant du couple SO_4^{2-}/H_2S ; H_2S en est le réducteur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $SO_4^{2-} + 10\ H^+ + 8\ e^- \rightarrow H_2S + 4\ H_2O$. Oxydant : SO_4^{2-} ; réducteur : H_2S.

Question 3-4. Justifier l'appartenance de Desulfovibrio desulfuricans à la famille des bactéries sulfato-réductrices.

Desulfovibrio desulfuricans consomme les ions sulfate et les transforme en sulfure d'hydrogène. Le soufre du sulfate est réduit de +VI à -II. Cette réduction des sulfates caractérise les bactéries dites sulfato-réductrices.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Elle réduit les ions sulfate en sulfure d'hydrogène : c'est une bactérie sulfato-réductrice.

Purification du biogaz

Question 4-1. Rappeler les deux espèces chimiques gazeuses qui sont produites en plus du méthane et de l'eau lors du processus de méthanisation.

Le texte précise que le biogaz est principalement composé de méthane, de dioxyde de carbone et de sulfure d'hydrogène. Les deux espèces gazeuses demandées, en plus du méthane et de l'eau mentionnée dans la question, sont donc le dioxyde de carbone et le sulfure d'hydrogène.

✓ RÉPONSE À RETENIR

CO_2 et H_2S.

Question 4-2. Au regard des températures d'ébullition des espèces chimiques concernées, justifier que le méthane soit purifié par refroidissement du mélange, purge des condensats et réchauffement du méthane.

À pression atmosphérique, l'eau bout à 100,0 °C et H_2S à -60,3 °C, tandis que le CO_2 se sublime à -78,5 °C. Le refroidissement condense l'eau et H_2S et peut déposer le CO_2 solide. Le CH_4, dont la température d'ébullition est -161,5 °C, reste gazeux à ces températures. La purge retire les phases séparées ; le méthane est ensuite réchauffé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le refroidissement sépare l'eau, H_2S et CO_2 ; le CH_4 reste gazeux et est réchauffé.

Acidité du sulfure d'hydrogène

Question 4-3-1. Écrire l'équation de la réaction de l'acide sulfhydrique H2S(aq) avec l'eau, en ne prenant en compte que sa première acidité.

Dans sa première acidité, H_2S cède un proton à l'eau. Il se forme l'ion hydrogénosulfure HS^- et l'ion oxonium H_3O^+. La réaction est équilibrée en atomes et en charges :

$H_2S(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HS^-(aq) + H_3O^+(aq)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$H_2S(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HS^-(aq) + H_3O^+(aq)$.

Question 4-3-2. Donner l'expression de la constante d'équilibre associée à la réaction de l'acide sulfhydrique avec l'eau, ainsi que sa valeur.

L'eau, solvant liquide pur, n'apparaît pas dans la constante d'équilibre. Pour $H_2S + H_2O \rightleftharpoons HS^- + H_3O^+$, on a $K_{a1} = [HS^-][H_3O^+]/[H_2S]$. Le sujet donne $pK_{a1} = 7$; ainsi $K_{a1} = 10^{-pKa}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$K_{a1} = [HS^-][H_3O^+]/[H_2S] = 1{,}0 \times 10^{-7}$.

Question 4-3-3. Calculer le pH de la solution saturée d'acide sulfhydrique de concentration C1 = 0,09 mol·L⁻¹, en explicitant les calculs à partir d'un tableau d'avancement.

Pour un avancement volumique x, les concentrations à l'équilibre sont $[H_2S] = 0,09 - x$ et $[HS^-] = [H_3O^+] = x$. Le tableau d'avancement est :

État	H_2S	HS^-	H_3O^+
Initial	0,09	0	0
Variation	-x	+x	+x
Équilibre	0,09 - x	x	x

Alors $x^2/(0,09 - x) = 10^{-7}$, d'où $x \approx 9,48 \times 10^{-5}$ mol·L^{-1} et $pH = -\log(x) \approx 4,02$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> pH ≈ 4,02.

Thermochimie de la méthanogénèse

Question 5-1. Définir un corps pur simple et un corps pur composé, puis illustrer ces définitions avec les espèces H2, O2, CO2, C(graphite), CH4 et CH3COOH.

Un corps pur simple ne contient qu'un seul élément chimique ; un corps pur composé en contient plusieurs. H_2 et O_2 sont simples, car ils ne contiennent respectivement que H et O. C(graphite) est également simple. CO_2, CH_4 et CH_3COOH sont composés, car chacun contient plusieurs éléments.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Corps purs simples : H_2, O_2, C(graphite). Corps purs composés : CO_2, CH_4, CH_3COOH.

Question 5-2. À l'aide de la loi de Hess ou d'un cycle thermodynamique clairement représenté, exprimer l'enthalpie standard de la réaction de méthanogénèse de l'acide éthanoïque avec les notations des données, puis la calculer en kJ·mol⁻¹.

La loi de Hess donne l'enthalpie de réaction comme la somme des enthalpies de formation des produits moins celle du réactif. Le sujet note $\Delta_fH°_1$ pour CO_2, $\Delta_fH°_2$ pour CH_4 et $\Delta_fH°_3$ pour CH_3COOH. Donc $\Delta_rH°_m = \Delta_fH°_1 + \Delta_fH°_2 - \Delta_fH°_3 = -393,1 - 74,8 - (-483,5)$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta_rH°_m = +15,6$ kJ·mol^{-1}.

Question 5-3. Expliquer le terme « endothermique » appliqué à la méthanogénèse de l'acide éthanoïque.

Une réaction endothermique absorbe de l'énergie thermique depuis le milieu extérieur. Son enthalpie standard de réaction est donc positive. Ici, la valeur calculée est $\Delta_r H°_m = +15{,}6\ kJ{\cdot}mol^{-1}$: la méthanogénèse de l'acide éthanoïque nécessite un apport de chaleur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La réaction absorbe de la chaleur ; $\Delta_r H°_m$ est positif.

Biocorrosion des canalisations

Question 6-1-1. Écrire la demi-équation rédox du couple $Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$.

Pour le couple $Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$, le fer métallique s'oxyde en libérant deux électrons. La demi-équation dans le sens de l'oxydation est :

$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\ e^-$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\ e^-$.

Question 6-1-2. Écrire la demi-équation rédox du couple $H^+(aq)/H2(g)$.

Dans le couple $H^+(aq)/H_2(g)$, les ions hydrogène captent des électrons. Il faut deux ions H^+ et deux électrons pour former une molécule de dihydrogène :

$2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g)$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $2\ H^+(aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2(g)$.

Question 6-1-3. Écrire l'équation de la réaction d'oxydation du fer métallique en milieu acide.

On additionne l'oxydation $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2\ e^-$ à la réduction $2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2$. Les électrons se simplifient. La réaction globale de corrosion en milieu acide est ainsi équilibrée en matière et en charge.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Fe(s) + 2\ H^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g)$.

Question 6-1-4. Écrire la relation de Nernst pour chacun des couples rédox mis en jeu dans la corrosion du fer.

À 25 °C, la relation de Nernst est $E = E° + (0{,}06/n) \log(Q_{red}^{-1})$, soit $E = E° + (0{,}06/n) \log(a(Ox)/a(Red))$. Les solides ont une activité égale à 1 ; pour H_2, on rapporte la pression à la pression standard p°.

$E(Fe^{2+}/Fe) = -0{,}44 + 0{,}03 \log(a(Fe^{2+}))$.
$E(H^+/H_2) = 0{,}06 \log(a(H^+)/\sqrt{(p(H_2)/p°)})$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E_{Fe} = -0{,}44 + 0{,}03 \log(a(Fe^{2+}))$; $E_H = 0{,}06 \log(a(H^+)/\sqrt{(p(H_2)/p°)})$.

Question 6-1-5. Exprimer la constante thermodynamique K de la réaction de corrosion du fer, montrer qu'elle vaut 5×10^{14} et expliquer la démarche.

Pour $Fe + 2\,H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$, on a $\log K = n(E°_{cathode} - E°_{anode})/0{,}06$. Les données donnent $E°_{cathode} = 0{,}00$ V, $E°_{anode} = -0{,}44$ V et $n = 2$. Donc $\log K = 2(0{,}00 - (-0{,}44))/0{,}06 = 14{,}67$; $K \approx 4{,}6 \times 10^{14}$, soit 5×10^{14} à l'arrondi demandé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $K \approx 5 \times 10^{14}$.

Question 6-1-6. À partir de la valeur de la constante thermodynamique, commenter la corrosion du fer.

La constante K vaut environ 5×10^{14}, donc elle est très supérieure à 1. À l'équilibre, les produits Fe^{2+} et H_2 sont fortement favorisés : la corrosion du fer en milieu acide est thermodynamiquement favorisée. La valeur de K renseigne sur l'équilibre, pas à elle seule sur la vitesse de corrosion.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La corrosion du fer en milieu acide est thermodynamiquement très favorisée.

Précipitation du sulfure de fer

Question 6-2-1. Écrire l'équation de la réaction de précipitation du sulfure de fer FeS(s).

Les ions Fe^{2+} et S^{2-} s'associent dans un rapport 1:1. Leurs charges s'annulent pour former le sulfure de fer solide :

$Fe^{2+}(aq) + S^{2-}(aq) \rightarrow FeS(s)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Fe^{2+}(aq) + S^{2-}(aq) \rightarrow FeS(s)$.

Question 6-2-2. Calculer la concentration des ions fer(II) Fe^{2+} à partir de laquelle le précipité de sulfure de fer apparaît, en utilisant la concentration constante en ions sulfure et le produit de solubilité fourni.

À l'apparition du précipité, le produit ionique atteint le produit de solubilité : $[Fe^{2+}][S^{2-}] = K_S$. Comme $pK_S = 18,4$, $K_S = 10^{-18,4}$. Avec $[S^{2-}] = 2 \times 10^{-6}$ mol·L^{-1}, la concentration seuil est $[Fe^{2+}] = 10^{-18,4}/(2 \times 10^{-6})$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$[Fe^{2+}]_{seuil} \approx 2,0 \times 10^{-13}$ mol·L^{-1}.

Prévention de la biocorrosion

Question 6-3. Proposer une solution réaliste pour limiter ou éviter la corrosion, en tenant compte de la dissolution du film de FeS par les variations de pH et l'érosion, ainsi que de l'action des ferrobactéries.

Une solution réaliste consiste à protéger la conduite par un revêtement anticorrosion ou à choisir un matériau résistant. Il faut aussi stabiliser le pH et éviter les vitesses d'écoulement supérieures à 1,5 m·s^{-1}, qui arrachent le film de FeS. Enfin, réduire les sulfures et maîtriser l'activité bactérienne limite la corrosion biologique, notamment l'oxydation de Fe^{2+} par les ferrobactéries.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Revêtement anticorrosion, pH stabilisé, écoulement inférieur à 1,5 m·s^{-1} et maîtrise des sulfures et des bactéries.

2. Capteur capacitif de pression et temps de réponse

Un capteur capacitif Ceracore UCS2 surveille la pression du biogaz stocké dans un gazomètre. Le sujet mobilise le modèle du condensateur plan et l'étude de la charge d'un condensateur dans un circuit RC pour caractériser le temps de réponse du capteur.

Principe de fonctionnement

Question 1-1. À partir de la documentation technique, préciser la grandeur directement modifiée par la pression et dont la variation permet de détecter une variation de capacité du capteur.

La documentation indique que la pression déforme une armature du condensateur. Cette déformation change l'écartement des armatures, donc l'épaisseur de la couche d'air qui les sépare. La capacité varie alors selon la relation du condensateur plan, tandis que la surface et la permittivité sont données comme constantes. La grandeur géométrique directement modifiée est donc l'épaisseur du diélectrique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La pression modifie directement l'épaisseur e de la couche d'air diélectrique.

Question 1-2. Avec $C = \varepsilon \times S/e$, $\varepsilon = 8{,}85 \times 10^{-12}$ F·m^{-1}, $S = 10$ mm² et $e = 12$ µm à la pression atmosphérique, calculer la capacité du condensateur.

On utilise la relation du condensateur plan $C = \varepsilon S/e$. En unités SI, $S = 10$ mm² $= 1{,}0 \times 10^{-5}$ m² et $e = 12$ µm $= 1{,}2 \times 10^{-5}$ m. Ainsi, $C = (8{,}85 \times 10^{-12} \times 1{,}0 \times 10^{-5})/(1{,}2 \times 10^{-5}) = 7{,}375 \times 10^{-12}$ F. À deux chiffres significatifs, la capacité vaut $7{,}4 \times 10^{-12}$ F, soit 7,4 pF.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C = 7{,}4$ pF.

Mesure du temps de réponse à 5 %

Question 2-1. En appliquant la loi d'additivité des tensions au circuit RC en série représenté, établir l'équation différentielle d'inconnue uc(t) qui modélise la charge du condensateur.

1. La loi d'additivité des tensions dans la maille donne $E = u_R + u_c$.
2. Pour la résistance, $u_R = Ri$. Pour le condensateur, $i = C\,du_c/dt$.

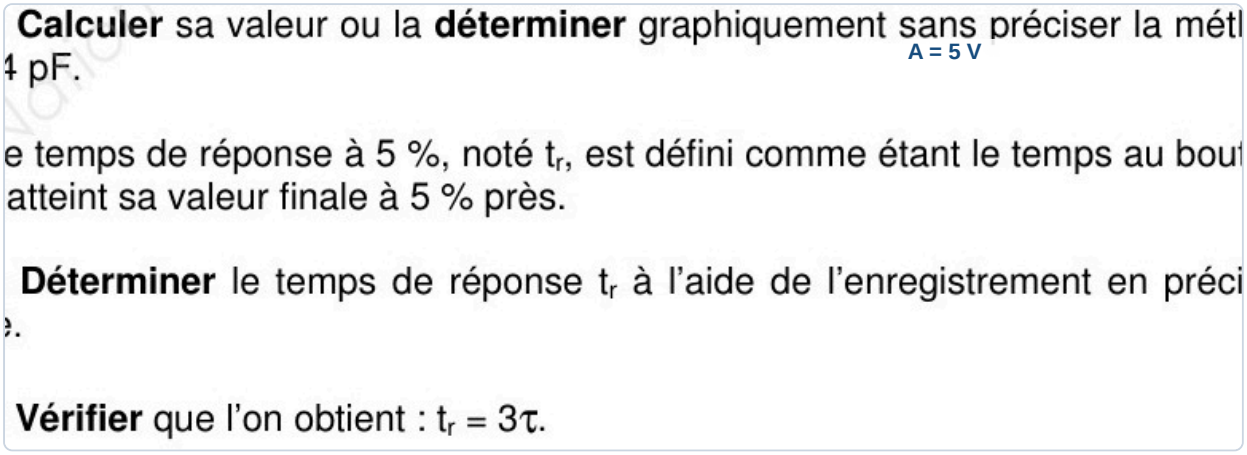
En substituant ces relations dans la loi des mailles, on obtient l'équation différentielle de charge. Le condensateur étant initialement déchargé, sa tension initiale est nulle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $RC\,du_c/dt + u_c = E$, avec $u_c(0) = 0$.

Question 2-2-1. **À partir de l'enregistrement de la charge du condensateur et de l'expression admise $u_c(t) = A \times (1 - e^{-t/\tau})$, déterminer graphiquement la constante A.**

Dans $u_c(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$, le terme exponentiel tend vers zéro quand le temps augmente. La tension tend alors vers A. Il suffit donc de lire la valeur du palier final sur l'enregistrement de charge. La courbe se stabilise à 5 V : cette valeur est la constante A. L'annotation repère le palier sur le graphique d'origine.

Lecture de la tension finale



Calculer sa valeur ou la **déterminer** graphiquement sans préciser la métl
4 pF.

e temps de réponse à 5 %, noté t_r, est défini comme étant le temps au bout
atteint sa valeur finale à 5 % près.

Déterminer le temps de réponse t_r à l'aide de l'enregistrement en préci
.

Vérifier que l'on obtient : $t_r = 3\tau$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

A = 5 V.

Question 2-2-2. **Nommer la grandeur τ, écrire son expression en fonction des éléments du circuit et préciser son unité dans le système international.**

τ est la constante de temps du circuit RC : elle caractérise la rapidité de charge du condensateur. Pour le circuit en série représenté, son expression est le produit de la résistance R par la capacité C. En unités SI, R s'exprime en ohms (Ω) et C en farads (F). Comme Ω·F = s, l'unité de τ est la seconde.

✓ RÉPONSE À RETENIR

τ est la constante de temps : τ = RC, en secondes (s).

Question 2-2-3. **Calculer la valeur de τ ou la déterminer graphiquement, avec R = 135 MΩ et C = 7,4 pF.**

On applique τ = RC en unités SI : R = 135 MΩ = 135×10^6 Ω et C = 7,4 pF = $7{,}4 \times 10^{-12}$ F. Le produit donne τ = $(135 \times 10^6)(7{,}4 \times 10^{-12}) = 9{,}99 \times 10^{-4}$ s. Cela correspond à 0,999 ms, soit environ 1,0 ms compte tenu de la précision des données.

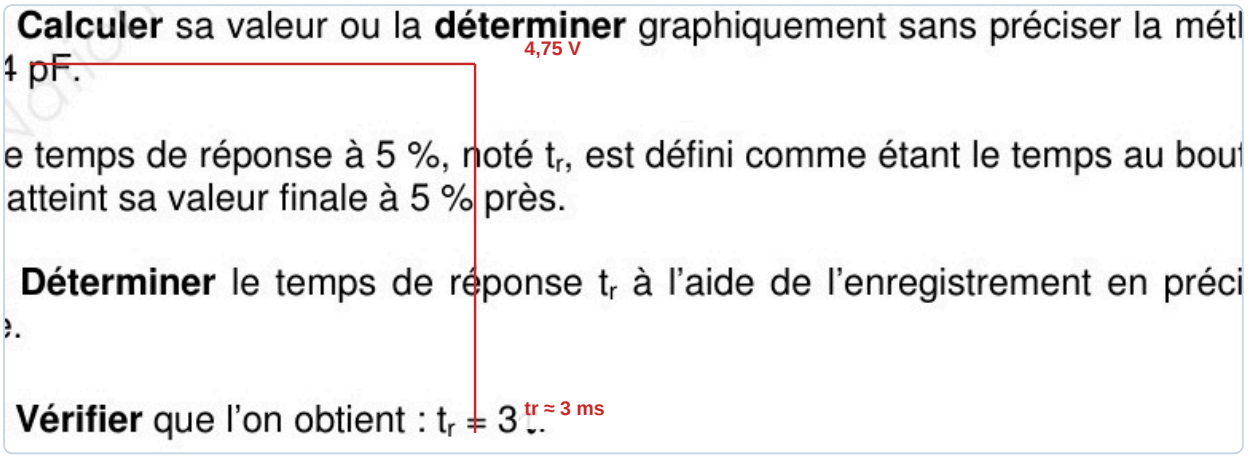
✓ RÉPONSE À RETENIR

τ = $9{,}99 \times 10^{-4}$ s, soit environ 1,0 ms.

Question 2-4-1. À partir de l'enregistrement, déterminer le temps de réponse tr défini par l'atteinte de la valeur finale de uc(t) à 5 % près, en précisant la méthode utilisée.

Le palier final vaut 5 V. À 5 % près, la tension doit avoir atteint au moins 95 % de cette valeur, soit 0,95 × 5 = 4,75 V. Sur le graphique, on trace mentalement l'horizontale correspondant à 4,75 V, puis on projette son intersection avec la courbe sur l'axe du temps. La lecture donne environ 3 ms. L'annotation indique le seuil et sa projection.

Lecture du temps de réponse à 5 %



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Seuil : 4,75 V ; temps de réponse : $t_r \approx 3$ ms.

Question 2-4-2. Vérifier que le temps de réponse à 5 % vérifie la relation tr = 3τ.

À 5 % près, la tension atteint 95 % de sa valeur finale : $u_c(t_r) = 0{,}95A$. En utilisant $u_c(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$, on obtient $e^{-t_r/\tau} = 0{,}05$, puis $t_r/\tau = -\ln(0{,}05) \approx 2{,}996$. Ce coefficient étant proche de 3, la relation demandée est vérifiée à l'arrondi près.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$t_r \approx 2{,}996\tau \approx 3\tau$, soit environ 2,993 ms avec $\tau = 0{,}999$ ms.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2016)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve de Sciences physiques U. 32 du BTS Métiers de l'eau, session 2016, code MTE3SC, dure 2 heures et a un coefficient de 2,5. Elle comprend 16 points de chimie sur la méthanisation, la purification du biogaz et la biocorrosion, puis 4 points de physique sur un capteur capacitif et un circuit RC. Elle évalue les calculs, la modélisation et la justification scientifique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La méthanisation est une digestion anaérobie qui produit principalement du méthane, du dioxyde de carbone et du sulfure d'hydrogène.
- Pour un condensateur plan, C = εS/e : à surface et permittivité constantes, la capacité varie en sens inverse de l'épaisseur du diélectrique.
- Dans un circuit RC en charge, la constante de temps vaut τ = RC et s'exprime en secondes dans le système international.
- La constante d'équilibre renseigne sur le caractère favorisé d'une réaction, tandis que le produit de solubilité permet de déterminer l'apparition d'un précipité.

Points de vigilance & attentes du jury

- Équilibrer les équations chimiques et rédox en conservant les atomes et les charges, notamment en milieu acide.
- Pour les calculs de pH et de solubilité, écrire les espèces, les données et les relations utilisées avant d'insérer les valeurs.
- Dans la loi de Hess, respecter les coefficients stœchiométriques et soustraire les enthalpies de formation des réactifs de celles des produits.
- Sur le graphique RC, lire les unités des axes et distinguer la valeur finale, la constante de temps τ et le temps de réponse à 5 %.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment organiser un calcul de pH à partir d'une réaction acide-base ?

Écrivez l'équation de réaction, puis dressez un tableau d'avancement. Utilisez la concentration initiale et la constante d'équilibre pour déterminer l'avancement à l'équilibre, déduisez la concentration en ions oxonium et calculez le pH.

Q : Comment trouver la concentration seuil à laquelle FeS précipite ?

Écrivez l'équilibre de dissolution de FeS et l'expression de son produit de solubilité, $K_s = [Fe^{2+}][S^{2-}]$. À l'apparition du précipité, le produit ionique atteint K_s; isolez la concentration recherchée à partir de la concentration en sulfure donnée.

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

L'épreuve répartit 16 points en chimie et 4 en physique. Repérez les questions liées aux mêmes données, gardez une trace des unités et des étapes de calcul, puis réservez du temps pour vérifier les équations, les conversions et les résultats.

Q : Qu'attend le jury dans les questions de calcul et de justification ?

Une réponse doit montrer une démarche lisible : formule ou loi adaptée, substitution des données avec unités, calcul et conclusion cohérente. Pour les questions de justification, reliez explicitement les données du sujet au phénomène demandé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E3.2 - Physique - Chimie/2016/BTS ME - E3.2 - Physique - Chimie - Session 2016 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Métiers de l : 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.