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

Session 2006 • Code sujet : **MTE3SC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2,5**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Structure et propriétés de la molécule d’eau** (4 questions) — **Page 3**
2. **Réactions d’oxydoréduction et corrosion du fer au contact de l’eau** (6 questions) — **Page 6**
3. **Diminution de la teneur en fer dissous par précipitation** (2 questions) — **Page 9**
4. **Groupes fonctionnels et transformations de l’aspartame** (3 questions) — **Page 10**
5. **Charge d’un condensateur dans un circuit RC** (5 questions) — **Page 12**
6. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E3.2 - Physique - Chimie/2006/BTS ME - E3.2 - Physique - Chimie - Session 2006 - 1-Sujet.pdf

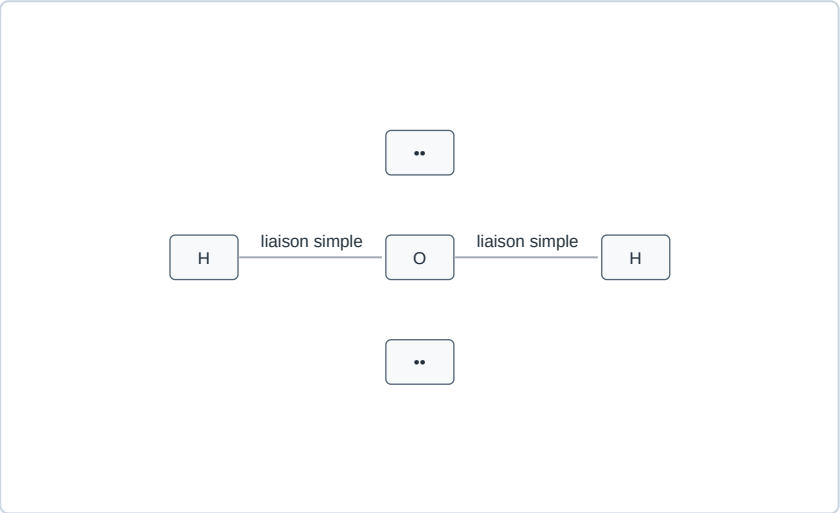
1. Structure et propriétés de la molécule d’eau

L’exercice étudie la structure électronique de l’eau et ses propriétés liées à sa géométrie et à sa polarité. Il relie ces propriétés à l’hydratation d’un anion et à la température d’ébullition élevée de l’eau.

Question 1.1. Écrire le schéma de Lewis de la molécule d’eau.

L’oxygène possède six électrons de valence et chaque hydrogène en possède un. L’oxygène partage une paire d’électrons avec chacun des deux hydrogènes : cela forme deux liaisons covalentes simples O–H. Il lui reste deux paires d’électrons non liantes. Ainsi, l’oxygène est entouré de huit électrons et respecte la règle de l’octet ; chaque hydrogène est entouré de deux électrons et respecte la règle du duet.

Schéma de Lewis de l’eau



Les deux paires de points près de O représentent ses doublets non liants.

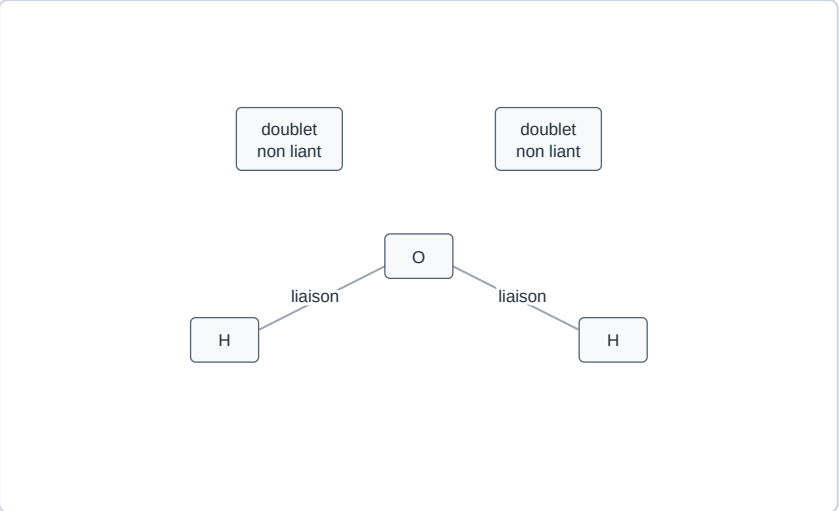
✓ RÉPONSE À RETENIR

Schéma de Lewis : H–O–H, avec deux doublets non liants portés par l’atome d’oxygène.

Question 1.2. En utilisant la règle de Gillespie (VSEPR), expliquer pourquoi la molécule d’eau est coudée.

Selon la règle de Gillespie, on compte les domaines électroniques autour de l’oxygène central. Il y en a quatre : deux doublets liants, associés aux liaisons O–H, et deux doublets non liants. Leur répulsion conduit à une organisation tétraédrique des doublets. Comme les doublets non liants repoussent plus fortement les doublets liants, les deux liaisons O–H ne restent pas alignées. La molécule adopte donc une géométrie coudée.

Géométrie VSEPR de la molécule d'eau



Disposition schématique des quatre domaines électroniques autour de O.

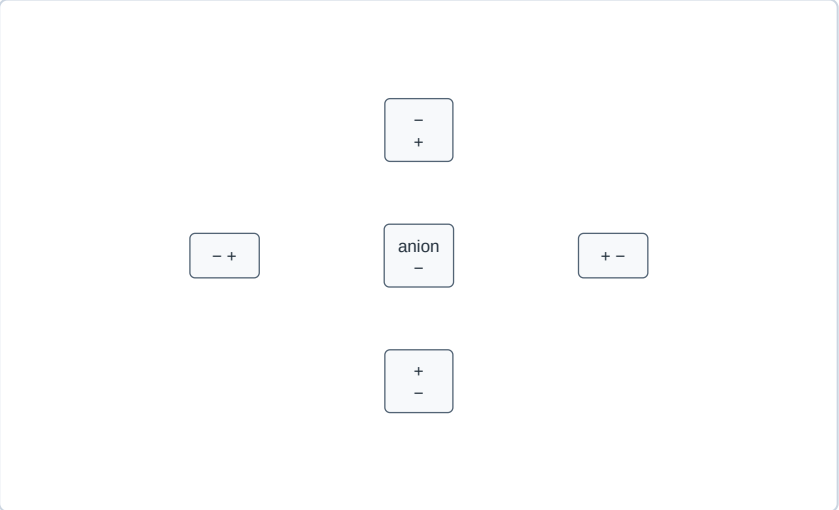
✓ RÉPONSE À RETENIR

H_2O est coudée : l'oxygène est de type AX_2E_2, avec deux doublets liants et deux doublets non liants.

Question 1.3. **Expliquer par une phrase et un schéma comment le caractère dipolaire de la molécule d'eau intervient lors de l'hydratation, ou solvatation, d'un anion. Utiliser la symbolique fournie pour représenter l'eau et l'anion.**

La molécule d'eau est un dipôle : son pôle positif se situe du côté des hydrogènes et son pôle négatif du côté de l'oxygène. Un anion, chargé négativement, attire le pôle positif des molécules d'eau. Celles-ci s'orientent donc autour de l'anion avec leur extrémité positive tournée vers lui. Cette attraction électrostatique stabilise l'ion en solution : c'est son hydratation, ou solvatation par l'eau.

Orientation de l'eau autour d'un anion



Le signe + de chaque dipôle d'eau est orienté vers l'anion, conformément à la symbolique du sujet.

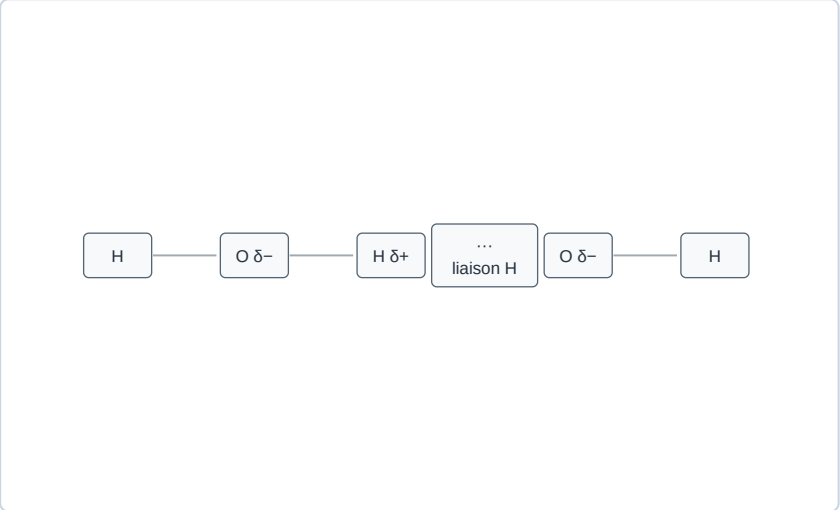
✓ RÉPONSE À RETENIR

Lors de l’hydratation, les molécules d’eau entourent l’anion en dirigeant leur pôle positif vers sa charge négative.

Question 1.4. Identifier l’interaction qui explique la température d’ébullition élevée de l’eau par comparaison avec des espèces de masses molaires voisines, puis illustrer la réponse par un schéma de molécules d’eau représentées par leurs formules développées.

L’interaction est la liaison hydrogène : elle attire l’hydrogène partiellement positif d’une molécule d’eau vers l’oxygène partiellement négatif d’une autre. Ces attractions entre molécules sont suffisamment fortes pour augmenter l’énergie nécessaire à leur séparation. L’ébullition exige de vaincre ces interactions, ce qui explique la température d’ébullition élevée de l’eau par rapport à des espèces de masses molaires voisines. Le schéma distingue les liaisons covalentes O–H de la liaison hydrogène entre molécules.

Liaison hydrogène entre deux molécules d’eau



Les liaisons covalentes sont représentées par les segments entre H et O ; les points signalent l’attraction entre H δ+ et O δ−.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les liaisons hydrogène entre molécules d’eau expliquent sa température d’ébullition élevée par rapport aux espèces comparées.

2. Réactions d'oxydoréduction et corrosion du fer au contact de l'eau

On étudie le comportement d'une cuve en fer contenant de l'eau exposée à l'air libre. Les couples oxydoréducteurs et les diagrammes potentiel-pH de l'eau et du fer servent à analyser les réactions possibles, la corrosion et l'influence du pH.

Question 2.1. Écrire les demi-équations électroniques des couples oxydant-réducteur $O_2(aq)/H_2O(l)$, $H_2O(l)/H_2(aq)$, $Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$ et $Fe(OH)_3(s)/Fe^{2+}(aq)$.

On écrit chaque couple dans le sens de la réduction. Les quatre demi-équations sont équilibrées en atomes et en charges :

- $O_2(aq) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$
- $2H_2O(l) + 2e^- ightarrow H_2(aq) + 2OH^-(aq)$
- $Fe^{2+}(aq) + 2e^- ightarrow Fe(s)$
- $Fe(OH)_3(s) + 3H^+(aq) + e^- ightarrow Fe^{2+}(aq) + 3H_2O(l)$

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Les quatre demi-équations de réduction sont celles écrites ci-dessus.

a)

Question 2.2. À partir des diagrammes potentiel-pH du fer et de l'eau, déterminer quelles espèces chimiques sont susceptibles de réagir avec le fer.

Sur le diagramme, le dioxygène se trouve dans un domaine oxydant par rapport au fer métallique. Les ions H^+ peuvent aussi oxyder le fer en milieu acide. Enfin, l'eau peut réagir avec le fer en formant du dihydrogène, même si cette réaction est très lente. Les produits du fer oxydé dépendent du pH : ions ferreux en milieu acide, hydroxydes à pH plus élevé.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Les espèces susceptibles de réagir avec le fer sont $O_2(aq)$, $H^+(aq)$ et $H_2O(l)$.

b)

Question 2.2. Écrire les équations chimiques des réactions qui ont lieu pour un pH approximativement égal à 6, puis pour un pH approximativement égal à 3, et justifier ces réactions à l'aide du diagramme potentiel-pH.

Les espèces formées se lisent dans les domaines du diagramme : à pH 6, le fer oxydé précipite sous forme d'hydroxyde de fer(III) ; à pH 3, il reste sous forme d'ions ferreux. Les réactions correspondantes sont :

1. pH ≈ 6 : $4Fe(s) + 3O_2(aq) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$.
2. pH ≈ 3 : $2Fe(s) + O_2(aq) + 4H^+(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$ et $Fe(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(aq)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À pH ≈ 6 : formation de $\mathrm{Fe(OH)_3(s)}$. À pH ≈ 3 : formation de $\mathrm{Fe^{2+}(aq)}$, avec consommation de dioxygène ou de $\mathrm{H^+}$.

Question 2.3. Dire si l'absence de rouille observée sur un clou en fer placé dans de l'eau bouillie est conforme aux prévisions du diagramme potentiel-pH. Dans le cas contraire, proposer une interprétation de cette observation.

Non : le diagramme prévoit que l'eau peut oxyder le fer, avec formation de dihydrogène. Toutefois, il indique la possibilité thermodynamique d'une réaction, pas sa vitesse. L'ébullition élimine une grande partie du dioxygène dissous, qui accélère la corrosion en eau aérée, et la réaction du fer avec l'eau est très lente. L'absence de rouille observée s'explique donc par la cinétique et le manque de dioxygène.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Non : le diagramme prévoit une réaction possible, mais l'eau bouillie est appauvrie en dioxygène et la réaction avec l'eau est très lente.

---

a)

Question 2.4. Pour la réaction du dioxygène dissous sur le fer conduisant aux ions Fe²⁺(aq), établir la relation entre la constante d'équilibre et les potentiels standard des couples mis en jeu, puis calculer cette constante à 298 K à l'aide des données fournies.

La réaction $\mathrm{2Fe + O_2 + 4H^+ \rightarrow 2Fe^{2+} + 2H_2O}$ échange $n = 4$ électrons. Le potentiel standard de la réaction vaut $E^\circ = E^\circ_{\mathrm{O_2/H_2O}} - E^\circ_{\mathrm{Fe^{2+}/Fe}} = 1{,}23 - (-0{,}44) = 1{,}67\,\mathrm{V}$. Avec $\frac{RT}{F}\ln K = 0{,}06 \log K$, on obtient $\log K = nE^\circ/0{,}06 = 111{,}3$, donc $K \approx 2{,}2 \times 10^{111}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À 298 K : $\log K = 111{,}3$, soit $K \approx 2{,}2 \times 10^{111}$.

---

b)

Question 2.4. Déterminer si la réaction du dioxygène dissous sur le fer conduisant aux ions Fe²⁺ est favorisée en milieu acide.

La réaction considérée consomme les ions $\mathrm{H^+}$: $\mathrm{2Fe + O_2 + 4H^+ \rightarrow 2Fe^{2+} + 2H_2O}$. Une augmentation de leur concentration favorise le sens direct, selon l'effet de la composition sur l'équilibre. La réaction est donc favorisée en milieu acide.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui, l'acidité favorise la réaction, qui consomme des ions H^+.

3. Diminution de la teneur en fer dissous par précipitation

Une eau contient des ions ferreux à une concentration massique supérieure à la limite indiquée pour les eaux de consommation. L'exercice exploite la précipitation de $Fe(OH)_2$ pour déterminer la quantité d'ions hydroxyde requise puis la concentration de la solution de soude à ajouter.

Question 3.1. Déterminer la quantité de matière d'ions hydroxyde à ajouter à 1 L d'eau pour faire passer la concentration massique en ions Fe^{2+} de 270 µg·L⁻¹ à 150 µg·L⁻¹, sans tenir compte de la variation de volume.

La réaction consomme 2 mol de HO^- par mole de Fe^{2+} précipitée. La concentration massique diminue de $270 - 150 = 120\ \mu g \cdot L^{-1}$. Dans 1 L, cela correspond à 120×10^{-6} g de fer, soit $n(Fe^{2+}) = m/M(Fe)$. On applique ensuite le rapport stœchiométrique de l'équation donnée, avec $M(Fe) = 55,8\ g \cdot mol^{-1}$:

$n(HO^-) = 2 \times \frac{120 \times 10^{-6}}{55,8} = 4,30 \times 10^{-6}\ mol.$

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n(HO^-) = 4,30 \times 10^{-6}\ mol$

Question 3.2. Pour un ajout de 10,0 mL de solution de soude à un litre d'eau, déterminer la concentration massique que doit avoir cette solution afin de ne pas modifier significativement le volume.

La soude réagit selon un rapport de 1 mol de NaOH pour 1 mol de HO^-. La quantité de NaOH apportée doit donc être celle trouvée en 3.1, soit $4,30 \times 10^{-6}$ mol. Avec $M(NaOH) = 40,1\ g \cdot mol^{-1}$, la masse correspondante est ensuite rapportée au volume ajouté de $10,0\ mL = 0,0100\ L$:

Grandeur	Calcul	Valeur
Masse de NaOH	$4,30 \times 10^{-6} \times 40,1$	$1,72 \times 10^{-4}\ g$
Concentration massique	m/V	$0,0172\ g \cdot L^{-1}$

Il s'agit de la concentration massique de la solution de soude avant son ajout à l'eau.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $t_m(NaOH) = 0,0172\ g \cdot L^{-1} = 17,2\ mg \cdot L^{-1}$

4. Groupes fonctionnels et transformations de l’aspartame

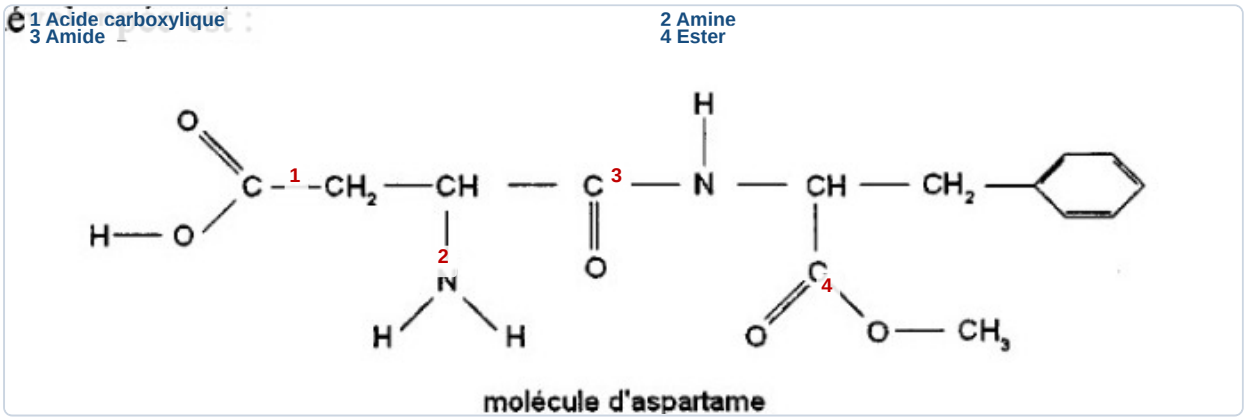
L’exercice s’appuie sur les formules développées de l’aspartame, de l’ester méthylique de la phénylalanine et de l’acide aspartique. Il porte sur l’identification des groupes caractéristiques, les réactifs d’une estérification et l’espèce produite lors de la formation de l’aspartame.

Question 4.1. Recopier la formule développée de l’aspartame, puis entourer, numéroter et nommer les différents groupes fonctionnels, ou groupes caractéristiques, présents.

La formule développée annotée repère les quatre groupes caractéristiques présents. Le groupe amide correspond à la liaison peptidique reliant les deux parties de l’aspartame. Le cycle benzénique n’est pas retenu ici parmi les groupes caractéristiques demandés.

Repère	Groupe caractéristique
1	Acide carboxylique : –COOH
2	Amine : $–NH_2$
3	Amide : –CONH–
4	Ester : $–COOCH_3$

Groupes caractéristiques de l’aspartame



✓ RÉPONSE À RETENIR

Acide carboxylique, amine, amide et ester.

Question 4.2. Préciser les formules semi-développées des réactifs utilisés pour obtenir l’ester méthylique de la phénylalanine par estérification.

Une estérification associe un acide carboxylique et un alcool pour former un ester et de l’eau. Le groupe carboxyle de la phénylalanine fournit la partie acide, tandis que le méthanol fournit le groupe méthyle de l’ester. Les formules semi-développées des réactifs sont donc : phénylalanine, $H_2N–CH(CH_2–C_6H_5)–COOH$; méthanol, $CH_3–OH$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$H_2N–CH(CH_2–C_6H_5)–COOH$ et $CH_3–OH$.

Question 4.3. À partir de la transformation de l'ester méthylique de la phénylalanine et de l'acide aspartique conduisant à l'aspartame, indiquer quelle autre espèce chimique est produite.

Lors de la formation de l'aspartame, le groupe carboxyle de l'acide aspartique réagit avec le groupe amine de l'ester méthylique de la phénylalanine. La création de la liaison amide est une réaction de condensation : un groupe –OH et un hydrogène sont éliminés et forment une molécule d'eau. L'autre produit de la transformation est donc l'eau.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Eau : H_2O.

5. Charge d’un condensateur dans un circuit RC

Le système étudié est un circuit comportant un générateur, une résistance R et un condensateur C initialement déchargé. L’exercice traite l’équation différentielle de la charge, l’intensité du courant et le choix des composants à partir d’une condition temporelle.

Question 5.1. Établir l’équation différentielle qui régit l’évolution temporelle de la tension uC(t) aux bornes du condensateur.

Dans la maille, la loi des tensions donne $E = u_R(t) + u_C(t)$. Pour la résistance, $u_R = Ri$, et pour le condensateur, $i = C\,\frac{du_C}{dt}$. En remplaçant u_R et i dans la loi des tensions, on obtient l’équation différentielle de charge. Le condensateur étant initialement déchargé, la condition initiale est $u_C(0) = 0$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $RC\,\frac{du_C}{dt} + u_C = E$, avec $u_C(0) = 0$.

a)

Question 5.2. À partir de l’expression donnée uC(t) = K(1 − e^(−t/RC)), déduire l’expression de l’intensité i(t) du courant dans le circuit en fonction de K, R, C et t.

Le condensateur étant en charge, le courant dans le sens indiqué par le circuit vérifie $i(t) = C\,\frac{du_C}{dt}$. En dérivant l’expression fournie, on trouve $\frac{du_C}{dt} = \frac{K}{RC}e^{-t/(RC)}$. La multiplication par C simplifie ce facteur dans le dénominateur. L’intensité est donc proportionnelle à une exponentielle décroissante, et sa valeur initiale est K/R.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $i(t) = \frac{K}{R}e^{-t/(RC)}$.

b)

Question 5.2. Déterminer la valeur de la constante K à l’aide des conditions initiales.

La condition initiale $u_C(0) = 0$ est vérifiée pour toute valeur de K, car $1 - e^0 = 0$. Elle ne suffit donc pas, à elle seule, à déterminer cette constante. À la fin de la charge, le courant s’annule et la tension aux bornes de la résistance devient nulle. La tension du condensateur atteint alors celle du générateur, soit E. Or l’expression donnée tend vers K.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $K = E$, la tension du générateur.

c)

Question 5.2. Déterminer la constante de temps τ = R·C pour que la tension aux bornes du condensateur soit égale à K/3 au bout de 0,5 s.

On impose $u_C(0{,}5) = K/3$ dans $u_C(t) = K(1 - e^{-t/\tau})$. Après simplification par K, il vient $e^{-0{,}5/\tau} = 2/3$. En prenant le logarithme, on obtient $\tau = 0{,}5 / \ln(3/2)$. L'application numérique donne une constante de temps de $1{,}23\ \text{s}$, à trois chiffres significatifs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\tau \approx 1{,}23\ \text{s}$.

d)

Question 5.2. Pour une résistance R égale à 4,7 kΩ, déterminer la valeur de capacité à choisir.

La constante de temps vérifie $\tau = RC$, donc $C = \tau / R$. Avec $\tau = 0{,}5 / \ln(1{,}5)\ \text{s}$ et $R = 4{,}7\ \text{k}\Omega = 4{,}7 \times 10^3\ \Omega$, on trouve $C \approx 2{,}62 \times 10^{-4}\ \text{F}$. Cette valeur théorique correspond à environ $262\ \mu\text{F}$; la capacité normalisée la plus proche est généralement $270\ \mu\text{F}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C \approx 2{,}6 \times 10^{-4}\ \text{F}$, soit environ $260\ \mu\text{F}$ (valeur normalisée proche : $270\ \mu\text{F}$).

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BTS MÉTIERS DE L

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2006)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de Sciences physiques du BTS Métiers de l'eau, session 2006, code MTE3SC, dure 2 heures et a un coefficient de 2,5. Ses cinq exercices indépendants portent sur la structure et les propriétés de l'eau, la corrosion du fer et sa précipitation, la chimie de l'aspartame et la charge d'un condensateur RC. Elle évalue les raisonnements chimiques, les calculs et l'exploitation de diagrammes.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Selon VSEPR, la géométrie moléculaire dépend des doublets liants et non liants autour de l'atome central.
- Un diagramme potentiel-pH indique les domaines de stabilité des espèces et aide à prévoir les réactions d'oxydoréduction.
- La précipitation suit $Fe^{2+} + 2\ HO^- \rightarrow Fe(OH)_2(s)$: deux moles d'ions hydroxyde sont nécessaires par mole de fer(II).
- Pour la charge d'un condensateur en circuit RC, τ = RC et uC(t) = E(1 − e^(−t/τ)) si le condensateur est initialement déchargé.

Points de vigilance & attentes du jury

- Équilibrer les demi-équations en charge et en atomes, en tenant compte du milieu indiqué.
- Lire les espèces et les frontières sur le diagramme au pH demandé avant d'écrire une réaction.
- Convertir les concentrations massiques en $g \cdot L^{-1}$ avant de calculer les quantités de matière.
- Vérifier les unités et les conditions initiales dans les calculs de charge du condensateur.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter un diagramme potentiel-pH pour prévoir une réaction ?

Repérez le pH considéré, puis comparez les domaines de stabilité du métal, des espèces dissoutes et de l'eau. Une réaction est envisageable si les espèces initiales ne sont pas dans leur domaine de stabilité commun. Justifiez en identifiant les domaines concernés.

Q : Comment passer d'une concentration massique de fer à la quantité d'ions hydroxyde nécessaire ?

Calculez d'abord la masse de fer à éliminer dans le volume donné, puis divisez-la par la masse molaire du fer pour obtenir la quantité de Fe^{2+}. Utilisez ensuite la stœchiométrie : deux moles de HO^- par mole de Fe^{2+} précipitée.

Q : Comment organiser son temps dans cette épreuve de deux heures ?

Le sujet comporte cinq exercices indépendants, pour un total de 20 points. Repérez les données et les étapes de calcul, puis répartissez le temps selon les points indiqués. Gardez quelques minutes pour vérifier les unités, les équations et les schémas demandés.

Q : Quelles précautions prendre pour répondre aux questions de chimie et d'électricité ?

Présentez les équations équilibrées et justifiez les conclusions à partir des données ou des diagrammes. En électricité, définissez les relations employées, utilisez des unités cohérentes et vérifiez que la solution respecte la condition initiale du condensateur déchargé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E3.2 - Physique - Chimie/2006/BTS ME - E3.2 - Physique - Chimie - Session 2006 - 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.