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 SCBH

U 32 : SCIENCES PHYSIQUES

Session 2017 • Code sujet : **SCE3SC P** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude d’une pompe à chaleur et comparaison de systèmes de chauffage (12 questions) **Page 3**

2. Dosage d’un dégriseur de bois à l’acide oxalique (9 questions) **Page 10**

3. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://btsscbh.fr/assets/annales/bts-scbh/E3.2 - Sciences physiques/2017/BTS SCBH - E3.2 - Sciences physiques - Session 2017 - 1-Sujet.pdf

1. Étude d’une pompe à chaleur et comparaison de systèmes de chauffage

La première partie étudie le chauffage d’une maison de 120 m² par une PAC air/air utilisant le fluide frigorigène R-410A. Elle porte sur les types de PAC, le cycle thermodynamique, le coefficient de performance et l’amortissement de l’installation par comparaison avec des radiateurs électriques.

Les divers types de pompe à chaleur

Question I. Attribuer à chacune des trois situations du document 2 de l’annexe 1 le type de pompe à chaleur correspondant.

Le type de PAC indique d’abord le milieu où la chaleur est captée, puis celui où elle est restituée. Sur les schémas, la situation 1 capte la chaleur dans le sol et la transmet à un circuit d’eau. La situation 2 capte la chaleur dans l’air et la transmet à l’eau du chauffage. La situation 3 capte la chaleur dans l’air extérieur et la restitue directement à l’air de la maison.

Types de PAC représentés

Situation	Source	Restitution	Type
1	Sol	Eau	Sol/eau
2	Air	Eau	Air/eau
3	Air	Air	Air/air

Identification à partir des milieux représentés dans chaque situation.

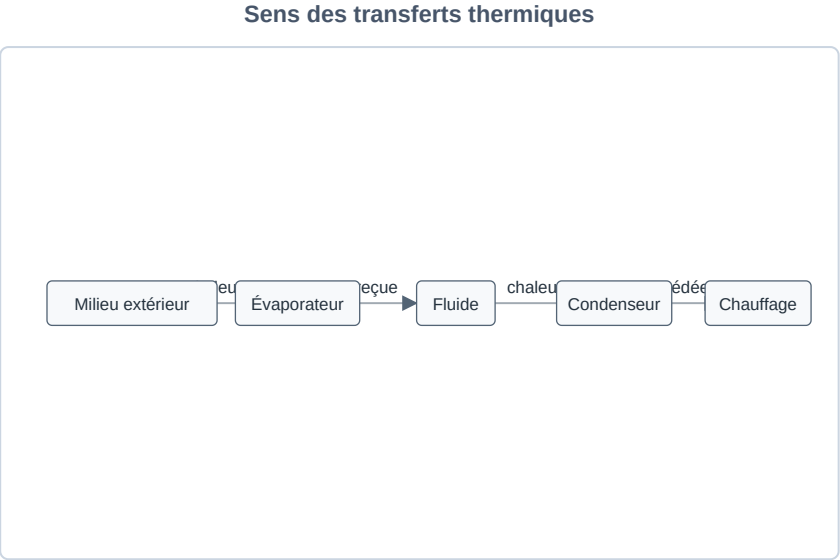
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Situation 1 : sol/eau. Situation 2 : air/eau. Situation 3 : air/air.

Étude de la pompe à chaleur choisie

Question II.1. À partir de vos connaissances et du schéma de principe de la pompe à chaleur, préciser dans quels sens s’effectuent les transferts thermiques dans le condenseur et l’évaporateur.

Dans l’évaporateur, le fluide frigorigène absorbe de l’énergie thermique provenant de l’environnement extérieur. Cette énergie permet sa vaporisation. Dans le condenseur, le fluide cède de l’énergie thermique au circuit de chauffage et se liquéfie.

- Évaporateur : chaleur du milieu extérieur vers le fluide.
- Condenseur : chaleur du fluide vers le chauffage.



La chaleur est captée à l'extérieur puis transmise au chauffage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Condenseur : fluide vers circuit de chauffage. Évaporateur : milieu extérieur vers fluide.

Question II.2. Calculer la quantité de matière n contenue dans 1 kg de fluide frigorigène.

La masse molaire du R-410A est de 72,6 g·mol^{-1}. Pour une masse de fluide de 1,00 kg, on convertit d'abord en grammes : $m = 1000\ \text{g}$. La quantité de matière se calcule par $n = m/M$, donc $n = 1000/72,6 = 13,8\ \text{mol}$, à trois chiffres significatifs. La masse de 2,00 kg indiquée pour la PAC concerne l'ensemble de l'installation, tandis que cette question porte sur 1 kg.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$n = 13,8\ \text{mol}$ de R-410A dans 1,00 kg.

Détermination de la température du fluide dans l'état B

Question II.3.a). Indiquer l'état physique du fluide frigorigène en A.

Le point A est à la sortie de l'évaporateur et à l'entrée du compresseur. La transformation D → A est une vaporisation : le fluide reçoit de la chaleur et passe à l'état gazeux avant d'être comprimé. La vapeur frigorigène en A est donc assimilable à un gaz parfait, conformément à l'hypothèse de l'énoncé pour les états gazeux.

En A, le fluide est à l'état gazeux.

✓ RÉPONSE À RETENIR

En A, le fluide frigorigène est gazeux.

Question II.3.b). Déterminer le volume VA du fluide frigorigène à l'état A.

En A, le fluide est gazeux et l'équation d'état des gaz parfaits s'applique. On convertit $\theta_A = -27,0\ °\mathrm{C}$ en $T_A = 246,15\ \mathrm{K}$, et $P_A = 3,0\ \mathrm{bar}$ en $3,0 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$. Pour 1 kg, $n = 1000/72,6\ \mathrm{mol}$. Ainsi, $V_A = nRT_A/P_A$. Le volume obtenu en unités SI se convertit ensuite en litres.

Grandeur	Valeur utilisée
Pression P_A	$3,0 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$
Température T_A	$246,15\ \mathrm{K}$
Volume V_A	$0,0939\ \mathrm{m}^3$

Données pour le volume en A

Grandeur	Valeur
Pression PA	3,0 × 10⁵ Pa
Température TA	246,15 K
Quantité n	1000/72,6 mol
Volume VA	0,0939 m³ = 93,9 L

Application de l'équation d'état du gaz parfait.

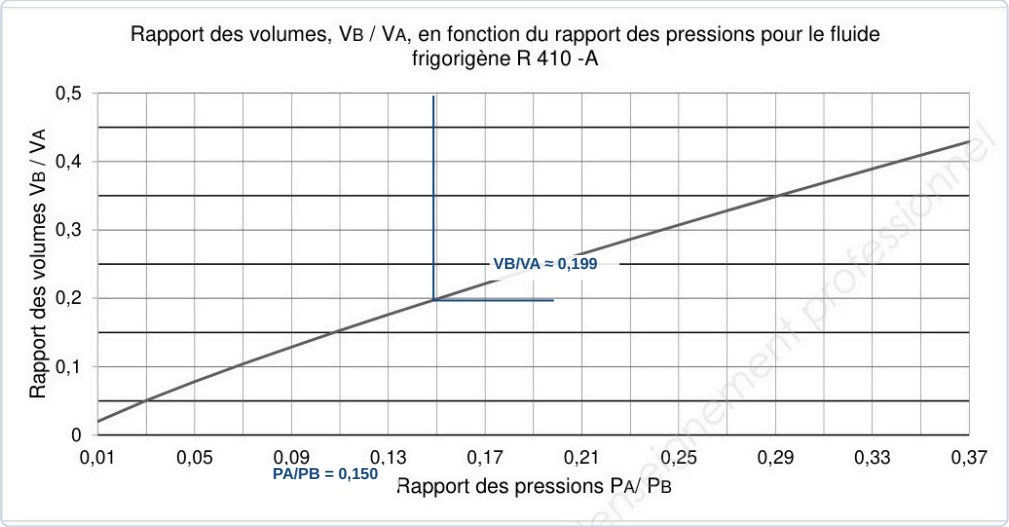
✓ RÉPONSE À RETENIR

$V_A \approx 93,9\ \mathrm{L}$ pour 1 kg de fluide.

Question II.3.c). Montrer que, dans l'état B, le volume occupé par le gaz frigorigène est VB = 18,7 L pour 1 kg de fluide.

Le rapport des pressions est $P_A/P_B = 3,0/20,0 = 0,150$. Sur le document 4, à cette abscisse, on lit $V_B/V_A \approx 0,199$. La valeur de V_A ayant été déterminée à la question précédente, le volume en B vaut $V_B \approx 0,199 \times 93,9 = 18,7\ \mathrm{L}$. La lecture du graphique étant approximative, le résultat est donné au dixième de litre.

Lecture graphique du rapport des volumes



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$V_B \approx 18,7$ L pour 1 kg de fluide.

Question II.3.d). Calculer la température θB du fluide, en °C, dans l'état B.

1. En B, $P_B = 20,0$ bar $= 2,00 \times 10^6$ Pa, $V_B = 18,7$ L $= 0,0187$ m^3 et $n = 1000/72,6$ mol.
2. Avec $P_B V_B = nRT_B$, on obtient $T_B = P_B V_B/(nR) \approx 326,7$ K.

La température Celsius est $\theta_B = T_B - 273,15$. Le calcul donne environ $53,6$ °C, soit environ 54 °C à l'unité.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\theta_B \approx 53,6$ °C, soit environ 54 °C.

Détermination du coefficient de performance

Question II.4.a). Donner les valeurs de QAB et QCD, énergies reçues sous forme thermique par le gaz frigorigène pendant les transformations A → B et C → D, et justifier les réponses.

Les transformations A → B et C → D sont qualifiées d'adiabatiques. Par définition, une transformation adiabatique s'effectue sans transfert thermique entre le fluide et l'extérieur. Les deux chaleurs reçues sont donc nulles. Cette conclusion porte uniquement sur les échanges thermiques : le travail mécanique, notamment pendant la compression, n'est pas nul.

- A → B : $Q_{AB} = 0$.
- C → D : $Q_{CD} = 0$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$Q_{AB} = 0$ et $Q_{CD} = 0$.

Question II.4.b). Énoncer le premier principe de la thermodynamique.

> Pour un système fermé, la variation de l'énergie interne est égale à la somme des énergies reçues sous forme thermique et mécanique.

Avec la convention de l'énoncé, les transferts reçus par le système sont comptés positivement. Le premier principe s'écrit donc $\Delta U = Q + W$. Sur un cycle complet, l'état final est identique à l'état initial et $\Delta U = 0$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\Delta U = Q + W$, avec Q et W positifs s'ils sont reçus par le système.

Question II.4.c). En appliquant au gaz frigorigène le premier principe de la thermodynamique, calculer le travail mécanique W reçu par 1,00 kg de gaz au cours d'un cycle. Utiliser les transferts thermiques QBC = -215 kJ·kg⁻¹ et QDA = 160 kJ·kg⁻¹.

Sur un cycle complet, $\Delta U = 0$, donc $Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} + W = 0$. Les phases adiabatiques donnent $Q_{AB} = Q_{CD} = 0$. En utilisant les valeurs fournies, $W = -(-215 + 160) = +55\ \text{kJ}$ pour 1,00 kg de fluide. Le signe positif indique que le fluide reçoit du travail mécanique.

1. Somme des chaleurs reçues : $-215 + 160 = -55\ \text{kJ}$.
2. Travail reçu : $W = -\sum Q = +55\ \text{kJ}$.

Bilan énergétique du cycle

Échange	Énergie reçue (kJ·kg⁻¹)
QAB	0
QBC	−215
QCD	0
QDA	+160
Travail W	+55

Sur un cycle, W = −ΣQ.

✓ RÉPONSE À RETENIR

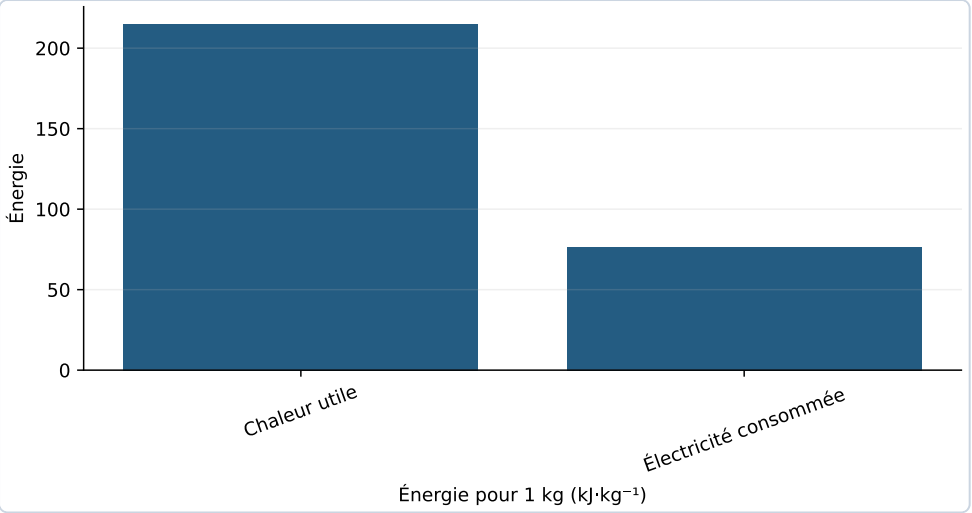
$W = +55\ \text{kJ}$ reçus par 1,00 kg de fluide sur le cycle.

Question II.4.d). Sachant que le rendement du compresseur est de 72 %, vérifier que le coefficient de performance de cette pompe à chaleur est de 2,8.

Le rendement du compresseur relie le travail mécanique reçu par le fluide au travail électrique consommé : $W_{élec} = W / \eta_{comp} = 55 / 0,72 = 76,4\ \text{kJ kg}^{-1}$. La chaleur utile au chauffage est celle cédée au condenseur, soit $215\ \text{kJ kg}^{-1}$.

- Énergie électrique : $76,4\ \text{kJ kg}^{-1}$.
- $\text{COP} = 215/76,4 \approx 2,8$.

La valeur annoncée est donc vérifiée.



✓ RÉPONSE À RETENIR

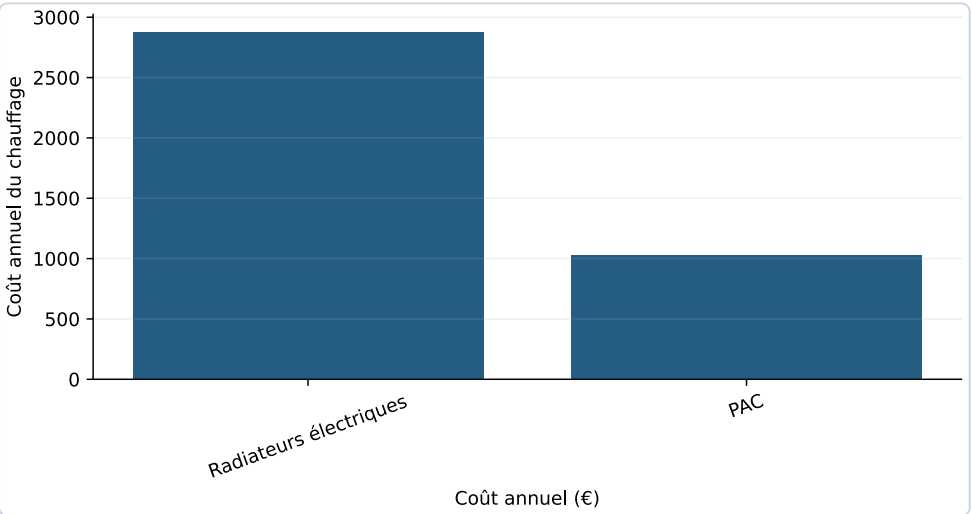
$\text{COP} = 215/(55/0,72) = 2,81 \approx 2,8$. Valeur vérifiée.

Comparaison de deux systèmes de chauffage

Question III. À partir des coûts annuels respectifs du chauffage par radiateurs électriques et par PAC, du coût de l'électricité de 0,150 € par kWh et du coût d'installation de 13 800 €, déterminer en combien d'années l'investissement dans la PAC sera amorti.

Le besoin annuel de chauffage est $120 \times 160 = 19\,200\ \text{kWh}$. Les radiateurs coûtent $19\,200 \times 0,150 = 2\,880\ €$ par an. Avec un COP de 2,8, la PAC consomme $19\,200/2,8$ kWh et coûte environ 1 029 € par an. L'économie annuelle est donc d'environ 1 851 €. Le coût d'installation divisé par cette économie donne la durée d'amortissement.

$13\,800/(2\,880 - 1\,029) \approx 7,5$ ans.



✓ RÉPONSE À RETENIR

L’installation est amortie en environ 7,5 ans.

2. Dosage d’un dégriseur de bois à l’acide oxalique

La seconde partie vérifie le pourcentage massique d’acide oxalique annoncé sur l’étiquette d’un dégriseur destiné au bardage bois. Le candidat identifie les fonctions chimiques et les risques du produit, propose une dilution et un dosage pH-métrique, puis conclut sur la conformité du dégriseur.

Le dégriseur

Question I.1. À l’aide de la formule semi-développée de l’acide oxalique donnée en annexe 2, identifier clairement la ou les fonctions chimiques de cette molécule.

La formule semi-développée montre deux groupes caractéristiques -COOH, un à chaque extrémité. L’acide oxalique possède donc deux fonctions **acide carboxylique**. Les groupes -OH appartiennent aux groupes carboxyle et ne correspondent pas à des fonctions alcool indépendantes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L’acide oxalique possède deux fonctions acide carboxylique.

Question I.2. Citer les précautions à prendre lors de la manipulation de ce produit commercial et justifier la réponse à l’aide du document 3 de l’annexe 2.

L’étiquette indique les dangers de brûlures et de lésions oculaires graves, d’irritation des voies respiratoires et de toxicité pour les organismes aquatiques.

- Porter des gants et des lunettes de protection.
- Éviter le contact avec la peau et les yeux ainsi que l’inhalation.
- Ne pas rejeter le produit dans l’environnement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Porter des gants et des lunettes, éviter le contact et l’inhalation, et empêcher tout rejet dans l’environnement.

Dosage de l’acide oxalique dans le dégriseur

Question II.1. Indiquer quelle dilution de la solution S0 permet d’obtenir la solution S et justifier la réponse à partir des volumes prélevé et final.

Le facteur de dilution est le rapport du volume final au volume prélevé : $F = V_f / V_0 = 200 / 20,0 = 10,0$. La solution S est donc obtenue en diluant S_0 dix fois, et sa concentration est dix fois plus faible.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> S_0 est diluée 10 fois pour obtenir S.

Question II.2. **En utilisant tout ou partie du matériel fourni, proposer le protocole expérimental du dosage à réaliser.**

1. Rincer la burette avec la solution d'hydroxyde de sodium, la remplir et noter le volume initial.
2. Rincer la pipette jaugée de 10 mL avec S, puis prélever 10,0 mL et les verser dans l'erlenmeyer.
3. Ajouter un peu d'eau distillée et le barreau aimanté. Placer l'erlenmeyer sur l'agitateur et immerger la sonde pH-métrique.
4. Sous agitation, ajouter progressivement la soude et relever le pH en fonction du volume versé. Rapprocher les mesures autour des sauts de pH.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Doser 10,0 mL de S par la soude et suivre le pH sous agitation.

Question II.3. **À partir de la courbe de dosage fournie sur le document réponse, justifier la présence des deux sauts de pH observés.**

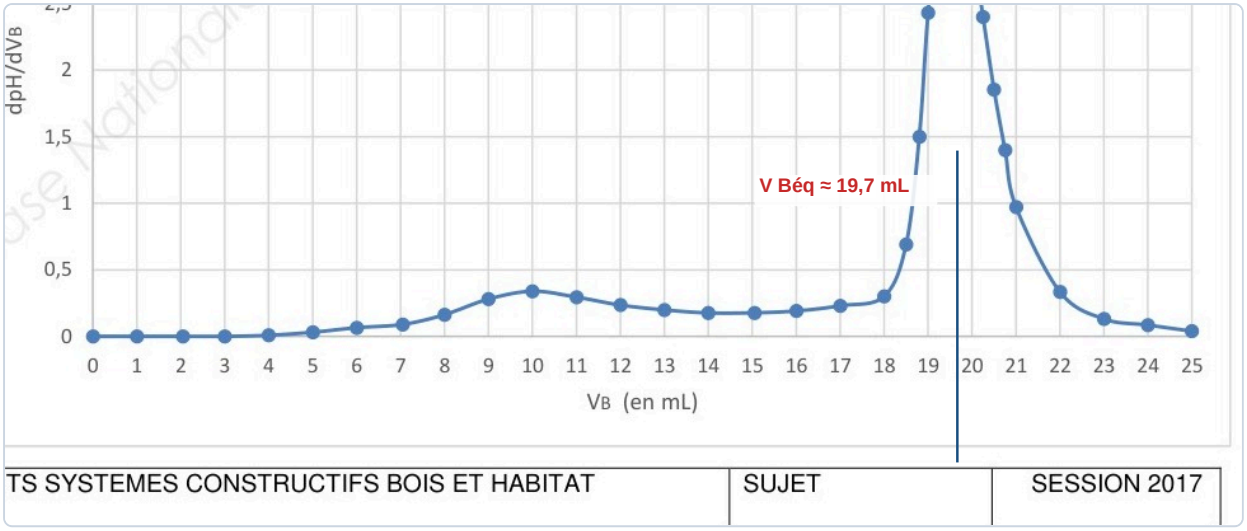
L'acide oxalique est un diacide : ses deux protons sont neutralisés successivement par les ions hydroxyde. Les réactions sont $\mathrm{H_2C_2O_4 + OH^- \rightarrow HC_2O_4^- + H_2O}$, puis $\mathrm{HC_2O_4^- + OH^- \rightarrow C_2O_4^{2-} + H_2O}$. Chaque neutralisation correspond à une équivalence et produit un saut de pH. Le premier saut est peu marqué sur la courbe, le second est net.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les deux sauts correspondent aux neutralisations successives des deux protons de l'acide oxalique.

Question II.4. **Préciser sur le document réponse la méthode choisie, puis déterminer le volume de base versé pour doser entièrement l'acide oxalique, noté VBéq.**

La méthode consiste à repérer le maximum de la courbe $\mathrm{d}pH/\mathrm{d}V_B$. Le maximum prononcé se situe vers 19,7 mL et correspond à la seconde équivalence : les deux protons de l'acide oxalique ont alors été neutralisés.

Repérage de l’équivalence sur la courbe dérivée



TS SYSTEMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT	SUJET	SESSION 2017

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$V_{B,\text{éq}} \approx 19,7\ \text{mL}$.

Question II.5. Déduire l’expression de la concentration CA de la solution diluée S et calculer sa valeur numérique.

La réaction globale indique qu’une mole d’acide oxalique réagit avec deux moles d’ions hydroxyde. À l’équivalence complète, $C_A V_A = C_B V_{B,\text{éq}}/2$, donc $C_A = C_B V_{B,\text{éq}}/(2V_A)$. En utilisant des volumes dans la même unité : $C_A = 0,150 \times 19,7/(2 \times 10,0) = 0,14775\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$C_A \approx 0,148\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$.

Question II.6. Déduire que la concentration CA0 de la solution de dégriseur contenue dans le flacon vaut 1,48 mol·L⁻¹.

Grandeur	Relation	Valeur
Facteur de dilution	$200/20,0$	10
Concentration initiale	$C_{A0} = 10 C_A$	$10 \times 0,14775 = 1,4775\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$

À trois chiffres significatifs, la concentration initiale est $1,48\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$C_{A0} = 1,48\ \text{mol}\,\text{L}^{-1}$.

Conclusion sur le dégriseur du flacon

Question II. (Conclusion). Déterminer si le dégriseur contenu dans le flacon est encore utilisable et justifier la réponse.

La masse molaire de $\mathrm{C_2H_2O_4}$ vaut $2 \times 12,0 + 2 \times 1,0 + 4 \times 16,0 = 90,0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$. Un litre de solution contient $1,4775 \times 90,0 = 132,975$ g d'acide oxalique. Rapportée à la masse de 950 g de ce litre de dégriseur, la teneur est $132,975/950 \times 100 \approx 14,0\%$, au lieu des 10 % annoncés.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : la teneur mesurée est d'environ 14,0 % en masse, au lieu des 10 % annoncés.

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

Bilan de l'épreuve : Épreuve de sciences physiques du BTS Systèmes constructifs bois et habitat, session 2017, code SCE3SC P, d'une durée de 2 heures et de coefficient 2. Elle étudie une PAC air/air au R-410A, son cycle, son coefficient de performance et son amortissement, puis le dosage de l'acide oxalique d'un dégriseur. Les compétences évaluées incluent calculs, chimie, analyse graphique et protocole expérimental.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une transformation adiabatique réversible, la relation donnée est PV^{γ} = constante.
- Le COP est le rapport de l'énergie utile pour le chauffage à l'énergie électrique consommée.
- L'acide oxalique est un diacide : $C_2O_4H_2 + 2\ HO^- \rightarrow C_2O_4^{2-} + 2\ H_2O$.
- Lors d'une dilution, la quantité de soluté se conserve : $C_0V_0 = C_1V_1$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les températures en kelvins et les pressions en pascals pour appliquer l'équation des gaz parfaits.
- Respecter la convention de signe des transferts thermiques et du travail reçu par le fluide.
- L'acide oxalique possède deux protons acides : interpréter les deux équivalences du dosage.
- Comparer le pourcentage massique calculé à la valeur de l'étiquette et appuyer la conclusion sur les données fournies.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter les courbes pour repérer les volumes d'équivalence ?

Les maxima de la courbe dpH/dVB repèrent les équivalences. L'acide oxalique étant un diacide, deux pics peuvent être observés; pour le dosage complet, retenir le second volume d'équivalence et le vérifier sur la courbe de pH.

Q : Pourquoi observe-t-on deux sauts de pH lors du dosage de l'acide oxalique ?

L'acide oxalique peut céder deux protons successivement aux ions hydroxyde. Chaque neutralisation correspond à une équivalence et provoque un saut de pH distinct, conformément à la stœchiométrie de la réaction globale donnée.

Q : Le sujet fournit-il un barème par question et quelle est la durée de l'épreuve ?

Aucun barème détaillé par question n'est imprimé dans le sujet. La durée officielle est de 2 heures et le coefficient est 2; le candidat doit donc gérer le temps entre les deux parties indépendantes.

Q : Quels critères faut-il respecter pour la conclusion sur le dégriseur ?

Calculer le pourcentage massique à partir de la concentration mesurée et de la masse d'un litre de dégriseur, puis le comparer aux 10 % annoncés. La conclusion doit être justifiée par cette comparaison.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsscbh.fr/assets/annales/bts-scbh/E3.2 - Sciences physiques/2017/BTS SCBH - E3.2 - Sciences physiques - Session 2017 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Systèmes Constructifs Bois et Habitat : 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.