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 AÉRONAUTIQUE • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

BTS Aéronautique

Sciences physiques et chimiques appliquées

Session 2019 • Code sujet : **AE3SCPC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Freins à disques de carbone (11 questions) **Page 3**

2. Pile à combustible et bilan carbone (15 questions) **Page 7**

3. L'onduleur autonome de tension (8 questions) **Page 13**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 16**

Sujet officiel (PDF) : https://btsaeronautique.fr/assets/annales/bts-aeronautique/E3.2 - Sciences physiques et chimiques appliquées/2019/BTS Aéronautique - E3.2 - Sciences physiques et chimiques appliquées - Session 2019 - 1-Sujet.pdf

1. Freins à disques de carbone

L'étude porte sur le freinage d'un avion monocouloir de 80 tonnes, qui dissipe son énergie par les freins à disques et les forces de frottement aérodynamiques. Les questions examinent le travail et la puissance de freinage, l'échauffement des disques de carbone et leur refroidissement par l'air.

Question Q.1. Calculer l'énergie cinétique de l'avion au début de l'atterrissage.

On convertit la vitesse en unités SI : $300\ \mathrm{km\cdot h^{-1}} = 300/3,6 = 83,3\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, et la masse vaut $80\ \mathrm{t} = 80\,000\ \mathrm{kg}$. La loi de l'énergie cinétique donne $E_C = \frac{1}{2}mv^2$. En remplaçant les données : $E_C = \frac{1}{2} \times 80\,000 \times (300/3,6)^2$. Cette énergie sera dissipée au cours de l'arrêt de l'avion.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E_C \approx 2,78 \times 10^8\ \mathrm{J}$

Contribution des forces de frottement au freinage

Question Q.2. Déterminer le signe du travail de la résultante des forces de frottement et justifier.

Le travail d'une force constante s'écrit $W = FD\cos\theta$, où θ est l'angle entre la force et le déplacement. Pendant le freinage, le déplacement de l'avion est vers l'avant tandis que la résultante des forces de frottement est en sens opposé : $\theta = 180^\circ$. Comme $\cos(180^\circ) = -1$, le travail est négatif. Ces forces retirent donc de l'énergie à l'avion.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le travail des forces de frottement est négatif.

Question Q.3. Calculer le travail de la résultante des forces de frottement.

Les forces de frottement aérodynamiques assurent 30 % du freinage total. L'avion étant immobilisé, l'énergie totale dissipée correspond à son énergie cinétique initiale, calculée à la question 1. Le travail de ces forces est négatif, car elles s'opposent au déplacement. Ainsi, $W_{\vec{F}} = -0,30E_C = -0,30 \times \frac{1}{2} \times 80\,000 \times (300/3,6)^2$. La distance de freinage n'est pas nécessaire pour ce calcul.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $W_{\vec{F}} \approx -8,33 \times 10^7\ \mathrm{J}$

Question Q.4. Déduire du travail calculé la valeur moyenne F de la composante horizontale de la résultante des forces de frottement.

La composante horizontale moyenne de la résultante est opposée au déplacement. Son travail vaut donc $W_{\vec{F}} = -FD$. Pour obtenir la valeur de la force, on prend la valeur absolue du travail calculé à la question précédente, puis on divise par la distance de freinage : $F = |W_{\vec{F}}|/D$. Avec $D = 2\,000\ \mathrm{m}$, cela donne $F = 0,30 \times \frac{1}{2} \times 80\,000 \times$

$(300/3,6)^2/2\,000$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $F \approx 4,17 \times 10^4\ \text{N}$

Question Q.5. Calculer la norme P du poids de l'appareil et la comparer à la valeur F.

La norme du poids se calcule avec $P = mg$, en exprimant la masse en kilogrammes : $m = 80\,000\ \text{kg}$. Le poids est vertical, alors que F désigne une composante horizontale ; on compare donc les normes, et non les directions. Le rapport entre ces valeurs montre que la composante de frottement est faible devant le poids de l'appareil.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P = 7,84 \times 10^5\ \text{N}$, soit environ 18,8 fois F.

Contribution des freins à disque

Question Q.6. Vérifier que l'énergie à dissiper par les freins à disques vaut ΔE = 9,7 × 10⁷ J.

Les freins à disques dissipent 35 % de l'énergie totale perdue pendant l'arrêt. Celle-ci est égale à l'énergie cinétique initiale de l'avion. On calcule donc $\Delta E = 0,35 E_C = 0,35 \times \frac{1}{2} \times 80\,000 \times (300/3,6)^2$. La valeur obtenue, arrondie à deux chiffres significatifs, permet bien de vérifier l'énergie indiquée dans l'énoncé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta E \approx 9,7 \times 10^7\ \text{J}$

Question Q.7. Calculer la puissance moyenne de freinage correspondant à l'énergie dissipée par les freins à disques.

La puissance moyenne est l'énergie dissipée pendant le freinage divisée par la durée de celui-ci : $P_{\text{moy}} = \Delta E / \Delta t$. On utilise la valeur non arrondie de l'énergie calculée à la question précédente et la durée $\Delta t = 50\ \text{s}$. Ainsi, $P_{\text{moy}} = (0,35 \times \frac{1}{2} \times 80\,000 \times (300/3,6)^2)/50$. Cette puissance concerne l'ensemble des freins à disques.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_{\text{moy}} \approx 1,94 \times 10^6\ \text{W}$

Question Q.8. **En supposant que toute l'énergie dissipée par le freinage est transmise uniquement aux disques, calculer l'élévation de température subie par un disque.**

Les deux roues comportent chacune huit disques, soit $2 \times 8 = 16$ disques. En supposant que l'énergie se répartit également, un disque reçoit $\Delta E/16$. La chaleur reçue vérifie $Q = mc_c\Delta T$, donc $\Delta T = \Delta E/(16mc_c)$. Avec $m = 4,5\ \mathrm{kg}$, $c_c = 720\ \mathrm{J\cdotp kg^{-1}\cdotp K^{-1}}$ et l'énergie calculée précédemment, on obtient l'élévation recherchée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta T \approx 1,88 \times 10^{3}\ ^\circ\mathrm{C}$ par disque.

Question Q.9. **Évaluer si cette élévation de température paraît acceptable au regard des données et justifier.**

L'élévation de température calculée est d'environ $1\,875\ ^\circ\mathrm{C}$, à comparer à la température de fusion du carbone donnée dans l'énoncé : $3\,827\ ^\circ\mathrm{C}$. L'élévation est inférieure à cette valeur. Dans le cadre des hypothèses de l'exercice, le disque ne devrait donc pas atteindre sa température de fusion. Cette comparaison porte sur l'élévation calculée, sans ajouter de température initiale non précisée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : $1\,875\ ^\circ\mathrm{C} < 3\,827\ ^\circ\mathrm{C}$.

Refroidissement des disques

Question Q.10. **Sachant que l'air réduit de moitié l'élévation de température des disques et qu'il se réchauffe de 100 °C à leur contact, calculer la masse d'air responsable de la différence constatée.**

Sans refroidissement, l'énergie reçue par les disques provoquerait l'élévation calculée à la question 8. Si l'air réduit cette élévation de moitié, il absorbe la moitié de l'énergie dissipée par les disques : $Q_{\mathrm{air}} = \Delta E/2$. L'échauffement de l'air vaut $100\ ^\circ\mathrm{C}$, soit $100\ \mathrm{K}$. Avec $Q_{\mathrm{air}} = m_{\mathrm{air}}c_{\mathrm{air}}\Delta T_{\mathrm{air}}$ et $c_{\mathrm{air}} = 1\,000\ \mathrm{J\cdotp kg^{-1}\cdotp K^{-1}}$, on détermine sa masse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $m_{\mathrm{air}} \approx 4,9 \times 10^{2}\ \mathrm{kg}$

Question Q.11. **Déduire le débit volumique moyen de l'air pendant le freinage avec $D_v$air = V/Δt, où V est le volume correspondant à la masse d'air calculée et Δt la durée du freinage.**

La masse volumique relie la masse d'air à son volume : $V = m_{\mathrm{air}}/\rho_{\mathrm{air}}$, avec $\rho_{\mathrm{air}} = 1,2\ \mathrm{kg\cdotp m^{-3}}$. Le débit volumique moyen est ce volume divisé par les $50\ \mathrm{s}$ de freinage. En remplaçant la masse obtenue à la question 10, on calcule $D_{V,\mathrm{air}} = m_{\mathrm{air}}/(\rho_{\mathrm{air}}\Delta t)$, exprimé en mètres cubes par seconde.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$D_{V,\text{air}} \approx 8,1\ \text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$

2. Pile à combustible et bilan carbone

L'exercice examine l'utilisation d'une pile à combustible à bord d'un A320 pour alimenter les sources secondaires non propulsives, puis estime les besoins en dihydrogène d'un aller Paris - New York. Il compare le dioxyde de carbone associé à la production de l'hydrogène par vapo-reformage à celui émis par la combustion du kérosène.

Fonctionnement de la pile

Question Q.12. Sur le document réponse n° 2, écrire les demi-équations électroniques des réactions à la cathode puis à l'anode lorsque la pile débite.

Quand la pile débite, le dihydrogène s'oxyde à l'anode et libère des électrons. À la cathode, le dioxygène se réduit en consommant des électrons et des protons. Les deux demi-équations doivent avoir le même nombre d'électrons échangés : on multiplie donc l'équation d'oxydation par deux. L'ordre demandé est cathode puis anode, même si le document réponse présente les lignes dans l'ordre inverse.

Demi-équations complétées

		Nature de la réaction
Demi-équation électronique anode	$2\ H_2(g) \rightarrow 4\ H^+(aq) + 4\ e^-$	
Demi-équation électronique cathode	$O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O(l)$	
Équation complète		

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Cathode : $O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O(l)$. Anode : $2\ H_2(g) \rightarrow 4\ H^+(aq) + 4\ e^-$.

Question Q.13. Indiquer, pour chaque demi-équation électronique, s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

La nature de chaque réaction se déduit de la position des électrons dans sa demi-équation. Une perte d'électrons est une oxydation ; un gain d'électrons est une réduction. À l'anode, les électrons apparaissent parmi les produits : le dihydrogène est oxydé. À la cathode, les électrons figurent parmi les réactifs : le dioxygène est réduit. Ces deux termes sont à inscrire en face des lignes correspondantes du document réponse.

Nature des réactions complétée

Nature de la réaction
Oxydation
Réduction

✓ RÉPONSE À RETENIR

Anode : oxydation. Cathode : réduction.

Question Q.14. Retrouver l'équation de la transformation chimique mise en jeu lors du fonctionnement de la pile.

On additionne les deux demi-équations : l'anode produit quatre électrons et la cathode en consomme quatre. Les électrons se simplifient, tout comme les quatre ions H^+ présents de part et d'autre. Il reste alors la réaction globale de la pile. Vérification : les deux molécules de H_2 apportent quatre atomes d'hydrogène, et une molécule de O_2 apporte deux atomes d'oxygène, comme dans les deux molécules d'eau formées.

Équation complète

		Nature de la réaction
Demi-équation électronique anode		
Demi-équation électronique cathode		
Équation complète	$2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$	

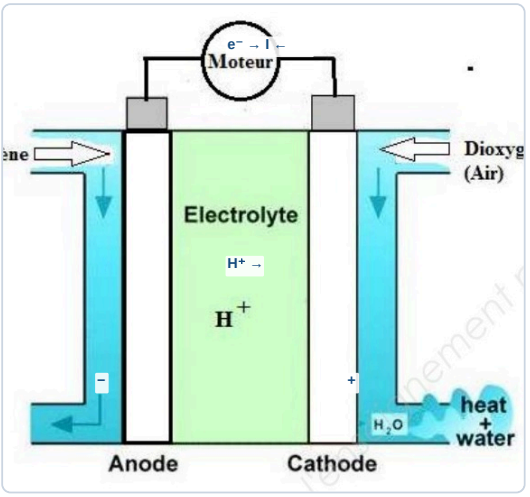
✓ RÉPONSE À RETENIR

$2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$.

Question Q.15. Sur le schéma du document réponse n° 1, indiquer la polarité de chaque électrode, le sens de circulation des électrons à l'extérieur de la pile, le sens conventionnel du courant et le sens de circulation des protons H^+ dans l'électrolyte.

Le dihydrogène s'oxyde à l'anode : cette électrode est négative. La cathode, où le dioxygène se réduit, est positive. Dans le circuit extérieur, les électrons vont de l'anode vers la cathode ; le courant conventionnel circule en sens inverse. Dans l'électrolyte, les protons H^+ migrent de l'anode vers la cathode. Les polarités et les trois sens sont repérés sur le schéma du document réponse n° 1.

Polarités et sens de circulation



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Anode − ; cathode +. Électrons : anode → cathode ; courant : cathode → anode ; H^+ : anode → cathode.

Estimation du volume de H_2 nécessaire pour un aller Paris - New York

Question Q.16. Montrer que la quantité de dihydrogène nécessaire pour alimenter par piles à combustible les sources non propulsives pendant le voyage vaut $n(H_2) = 5{,}1 \times 10^5$ mol.

L'énergie électrique nécessaire aux sources non propulsives vaut $0{,}06 \times 1{,}0 \times 10^{12}$ J. Avec un rendement de 50 %, l'énergie chimique à fournir est cette énergie divisée par 0,50. Une mole de H_2 consommée libère 237 kJ, soit 237 000 J. Ainsi, la quantité cherchée se calcule par $n(H_2) = 0{,}06 \times 1{,}0 \times 10^{12} / (0{,}50 \times 237\,000)$, ce qui donne environ $5{,}1 \times 10^5$ mol.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$n(H_2) \approx 5{,}1 \times 10^5$ mol.

Question Q.17. Calculer le volume $V(H_2)$ occupé par cette quantité de dihydrogène, stockée à 15 °C et sous une pression de 700 bar, en le considérant comme un gaz parfait.

On applique la loi des gaz parfaits : $V = nRT/P$. La température absolue est $T = 15 + 273{,}15 = 288{,}15$ K, et la pression est $P = 700 \times 10^5 = 7{,}0 \times 10^7$ Pa. Avec $n = 5{,}1 \times 10^5$ mol et $R = 8{,}314$ J·mol^{-1}·K^{-1}, le calcul donne $V = 17{,}46$ m^3. Le volume de dihydrogène requis est donc d'environ 17,5 m^3.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$V(H_2) \approx 17{,}5$ m^3.

Question Q.18. Calculer la masse de dihydrogène correspondant à cette quantité.

La masse molaire du dihydrogène est $M(H_2) = 2M(H) = 2{,}0$ g·mol^{-1}, soit $2{,}0 \times 10^{-3}$ kg·mol^{-1}. La masse se calcule avec $m = nM$. En utilisant la quantité $n(H_2) = 5{,}1 \times 10^5$ mol donnée à la question précédente, on obtient $m = 5{,}1 \times 10^5 \times 2{,}0 \times 10^{-3}$ kg. La conversion est déjà exprimée en kilogrammes dans ce calcul.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$m(H_2) \approx 1{,}02 \times 10^3$ kg.

Obtention du dihydrogène

Question Q.19. Écrire l'équation de la transformation chimique correspondant au vapo-reformage du méthane par la vapeur d'eau, qui produit du dihydrogène et du dioxyde de carbone gazeux.

Le vapo-reformage fait réagir le méthane avec la vapeur d'eau et produit du dioxyde de carbone ainsi que du dihydrogène. On équilibre d'abord le carbone avec une molécule de CO_2. Il faut ensuite deux molécules d'eau pour équilibrer l'oxygène ; les hydrogènes sont alors équilibrés par quatre molécules de H_2. Les états physiques indiquent que l'eau est sous forme de vapeur dans la réaction.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$CH_4(g) + 2\,H_2O(g) \rightarrow CO_2(g) + 4\,H_2(g)$.

Question Q.20. Calculer la quantité de matière de dioxyde de carbone libérée lors de la synthèse de $5{,}1 \times 10^5$ mol de dihydrogène.

L'équation du vapo-reformage indique que quatre moles de H_2 sont produites en même temps qu'une mole de CO_2. Le rapport stœchiométrique est donc $n(CO_2) = n(H_2)/4$. Pour $5{,}1 \times 10^5$ mol de dihydrogène, le calcul donne $5{,}1 \times 10^5 / 4 = 1{,}275 \times 10^5$ mol de dioxyde de carbone. Il s'agit de la quantité émise lors de la synthèse de l'hydrogène demandé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$n(CO_2) = 1{,}275 \times 10^5$ mol.

Question Q.21. Déduire le volume de dioxyde de carbone correspondant, dans les conditions normales de température et de pression.

Dans les conditions normales de température et de pression, le volume molaire donné est $V_m = 22{,}4$ L·mol^{-1}. Le volume de CO_2 vaut donc $V = nV_m = 1{,}275 \times 10^5 \times 22{,}4 = 2{,}856 \times 10^6$ L. En divisant par 1 000, on obtient $2{,}856 \times 10^3$ m³. Cette valeur correspond au volume gazeux libéré dans les conditions indiquées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$V(CO_2) = 2{,}856 \times 10^6$ L, soit $2{,}856 \times 10^3$ m³.

Bilan carbone

Question Q.22. Identifier le principal gaz à effet de serre évoqué indirectement dans l'article en début d'exercice et dont l'émission est visée par l'utilisation de la pile à combustible.

Le gaz à effet de serre visé est le dioxyde de carbone, produit notamment par la combustion des hydrocarbures comme le kérosène. L'article évoque la réduction des émissions associées à la production d'énergie. La pile à combustible ne rejette que de l'eau au cours de son fonctionnement, mais le bilan dépend aussi de la manière dont le dihydrogène est produit. La question suivante compare précisément les émissions de CO_2 liées aux deux filières étudiées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le dioxyde de carbone, CO_2.

Question Q.23. Écrire l'équation chimique de la combustion complète du dodécane.

La combustion complète du dodécane forme du dioxyde de carbone et de l'eau. Une molécule de $C_{12}H_{26}$ produit 12 molécules de CO_2 pour conserver les atomes de carbone et 13 molécules de H_2O pour conserver l'hydrogène. Le bilan nécessite alors 37 atomes d'oxygène, soit 37/2 molécules de O_2. On multiplie tous les coefficients par deux pour obtenir des entiers.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$2\ C_{12}H_{26} + 37\ O_2 \rightarrow 24\ CO_2 + 26\ H_2O$.

Question Q.24. Calculer la quantité de matière n_dod de dodécane, en mol, contenue dans 1 700 L de kérosène assimilé à du dodécane.

On assimile le kérosène au dodécane et on utilise sa masse volumique ainsi que sa masse molaire. La masse contenue dans 1 700 L vaut m = 0,80 × 1 700 = 1 360 kg, soit 1 360 000 g. Avec $M(C_{12}H_{26}) = 170\ g \cdot mol^{-1}$, la quantité de matière est n = m/M = 1 360 000/170. Le résultat est exprimé avec deux chiffres significatifs, comme les données de masse volumique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_{dod} = 8{,}0 \times 10^3$ mol.

Question Q.25. Déduire la quantité de matière de dioxyde de carbone produite lors de la combustion de 1 700 L de kérosène.

L'équation de combustion équilibrée donne 12 moles de CO_2 par mole de dodécane. La quantité produite est donc $n(CO_2) = 12n_{dod}$. En utilisant la quantité calculée à la question Q.24, $n(CO_2) = 12 \times 8{,}0 \times 10^3 = 9{,}6 \times 10^4$ mol. Cette valeur concerne la combustion complète des 1 700 L de kérosène assimilé au dodécane.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n(CO_2) = 9{,}6 \times 10^4$ mol.

Question Q.26. Comparer la quantité de dioxyde de carbone obtenue à celle de la question Q.20, puis conclure en deux lignes maximum sur la pertinence de produire le dihydrogène de cette façon.

La synthèse du dihydrogène par vapo-reformage produit $1{,}275 \times 10^5$ mol de CO_2, contre $9{,}6 \times 10^4$ mol pour la combustion des 1 700 L de kérosène associés aux sources non propulsives. Le rapport des deux quantités est $1{,}275 \times 10^5 / 9{,}6 \times 10^4 \approx 1{,}33$. Le vapo-reformage du gaz naturel n'apporte donc pas de réduction des émissions dans cette comparaison.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le vapo-reformage émet environ 1,33 fois plus de CO_2 que la combustion du kérosène comparé. Son intérêt carbone est limité s'il repose sur le gaz naturel.

3. L’onduleur autonome de tension

L’exercice étudie un onduleur autonome alimenté par une batterie, avec une commande symétrique et une commande décalée présentées sous forme de chronogrammes et de spectres. Les questions portent sur la conversion, la période et les harmoniques des tensions, puis sur le choix d’un filtrage pour obtenir un signal sinusoïdal destiné à un moteur.

Question Q.27. Préciser le type de conversion effectué par l’onduleur, qui est un convertisseur statique.

La batterie fournit une tension continue, alors que l’onduleur fournit au moteur une tension alternative périodique. Ce convertisseur statique transforme donc une énergie électrique continue en énergie électrique alternative. La fréquence et la forme de la tension obtenue dépendent de la commande de l’onduleur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Conversion continu-alternatif (DC-AC).

Question Q.28. À partir des chronogrammes des commandes symétrique u(t) et décalée v(t), déterminer la période et la fréquence de chacun des deux signaux. Les tensions sont en volts et les durées en millisecondes.

Sur le chronogramme de u(t), le motif se répète de 0 à 2,5 ms. Celui de v(t) se répète également toutes les 2,5 ms. Ainsi, pour chacun des signaux, la période vaut T = 2,5 ms = 2,5 × 10^{-3} s. La fréquence est l’inverse de la période : $f = 1/T = 1/(2{,}5 \times 10^{-3}) = 400\,\text{Hz}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour u(t) et v(t) : T = 2,5 ms et f = 400 Hz.

Analyse spectrale

Question Q.29. Déterminer laquelle des deux tensions de sortie est la plus proche d’une tension sinusoïdale et justifier.

Une tension est plus proche d’une sinusoïde lorsque son fondamental domine et que ses harmoniques ont des amplitudes plus faibles. Sur les spectres, le fondamental est marqué pour les deux tensions, mais les harmoniques de v(t) sont globalement moins amples que ceux de u(t). La tension issue de la commande décalée est donc la plus proche d’une sinusoïde.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> v(t), car ses harmoniques sont moins amples.

Question Q.30. Déterminer, pour chaque tension, la fréquence f_1 du fondamental, ou harmonique de rang 1.

Le fondamental est l'harmonique de rang 1, repérée par le premier pic non nul de chaque spectre. Pour u(t) comme pour v(t), ce pic se trouve à 0,4 kHz sur l'axe des fréquences. La conversion en hertz donne $0{,}4 \times 10^3 = 400\,\text{Hz}$. Les deux tensions ont donc le même fondamental.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> u(t) : f_1 = 400 Hz ; v(t) : f_1 = 400 Hz.

Question Q.31. Montrer que les fréquences fondamentales déterminées à partir des spectres sont cohérentes avec la réponse à la question Q.28.

La lecture des chronogrammes donne T = 2,5 ms pour chaque tension, donc $f = 1/T = 1/(2{,}5 \times 10^{-3}) = 400\,\text{Hz}$. Les spectres indiquent un fondamental à 0,4 kHz, soit $0{,}4 \times 10^3 = 400\,\text{Hz}$. Les fréquences obtenues par les deux méthodes sont identiques : elles sont cohérentes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Chronogrammes et spectres donnent f_1 = 400 Hz pour les deux tensions.

Question Q.32. Indiquer si ces tensions présentent des harmoniques pairs ou impairs.

Sur les chronogrammes, chacune des tensions présente une symétrie de demi-période : après une demi-période, le signal prend la valeur opposée. Cette symétrie entraîne l'annulation des harmoniques de rang pair. Les spectres sont conformes à cette propriété : les composantes visibles se trouvent aux rangs impairs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les deux tensions ne présentent que des harmoniques impairs.

Question Q.33. Donner l'amplitude et la fréquence de l'harmonique de rang 3 de la tension u(t).

Le fondamental de u(t) vaut 0,4 kHz. L'harmonique de rang 3 se trouve donc à trois fois cette fréquence : $f_3 = 3 \times 0{,}4 = 1{,}2\,\text{kHz}$. Sur le spectre de u(t), l'amplitude du pic correspondant se lit à environ 42 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour u(t), harmonique 3 : amplitude ≈ 42 V et fréquence 1,2 kHz.

Filtrage du signal

Question Q.34. Pour alimenter un moteur avec une tension sinusoïdale ayant la fréquence du fondamental, indiquer le dispositif à utiliser, sa nature et sa fréquence de coupure.

On utilise un filtre passe-bas pour transmettre le fondamental et atténuer les composantes de fréquence supérieure. Le fondamental est à 0,4 kHz et le troisième harmonique à 1,2 kHz. Une fréquence de coupure comprise entre ces deux valeurs convient. Par exemple, choisir leur milieu, 0,8 kHz, laisse passer le fondamental et commence à atténuer le troisième harmonique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Filtre passe-bas, avec une fréquence de coupure choisie entre 0,4 et 1,2 kHz, par exemple 0,8 kHz.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2019)

Bilan de l'épreuve : Cette sous-épreuve U32 de sciences physiques et chimiques appliquées du BTS Aéronautique, session 2019, porte le code AE3SCPC, dure 2 heures et a un coefficient 2. Elle étudie le freinage par disques de carbone, le fonctionnement et le bilan carbone d'une pile à combustible, puis les signaux d'un onduleur. Les compétences évaluées mobilisent calculs énergétiques, réactions rédox, stœchiométrie et analyse spectrale.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'énergie cinétique s'écrit $E_c = 1/2\ mv^2$, avec la vitesse exprimée en $m \cdot s^{-1}$.
- La variation thermique s'évalue par $Q = mc\Delta T$; un bilan thermique compare l'énergie reçue et l'énergie cédée.
- Dans une pile, l'anode est le siège de l'oxydation et la cathode celui de la réduction.
- Pour un signal périodique, $f = 1/T$; un filtre passe-bas transmet le fondamental et atténue les harmoniques supérieurs.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les tonnes en kilogrammes et les $km \cdot h^{-1}$ en $m \cdot s^{-1}$ avant les calculs, puis vérifier les unités des résultats.
- Distinguer l'énergie totale dissipée de la part attribuée aux freins à disques et répartir cette énergie entre les disques concernés.
- Équilibrer les équations chimiques en conservant les atomes et, pour les demi-équations, la charge électrique.
- Lire périodes, amplitudes et fréquences sur les chronogrammes et les spectres en respectant leurs échelles.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le signe du travail des forces de freinage ?

Le travail est négatif lorsque la force s'oppose au déplacement. Pour une force horizontale constante de composante F agissant sur une distance D dans le sens opposé au mouvement, son travail vaut W = -FD.

Q : Comment vérifier une équation de pile ou de combustion ?

Comptez chaque type d'atome de part et d'autre de l'équation. Pour une demi-équation rédox, vérifiez également les charges en ajoutant les électrons nécessaires, puis égalisez le nombre d'électrons avant de combiner les demi-équations.

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

Le sujet comprend trois exercices indépendants notés sur 7,5, 7 et 5,5 points. Répartissez le temps selon les points, avancez les questions accessibles et gardez quelques minutes pour les unités, les conversions et les documents réponses.

Q : Qu'attend le jury dans les calculs et les réponses justifiées ?

Présentez la relation utilisée, les substitutions numériques, les unités et un résultat cohérent avec les données. Justifiez les signes, comparaisons et conclusions, et complétez les documents réponses demandés pour les questions sur le fonctionnement de la pile.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsaeronautique.fr/assets/annales/bts-aeronautique/E3.2 - Sciences physiques et chimiques appliquées/2019/BTS Aéronautique - E3.2 - Sciences physiques et chimiques appliquées - Session 2019 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Aéronautique : 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.