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 2018 • Code sujet : **AE3SCPC** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude des équipements de pare-brise pour aéronef (20 questions) **Page 3**

2. Étude d'un dispositif de taxiage écologique (13 questions) **Page 9**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://btsaeronautique.fr/assets/annales/bts-aeronautique/E3.2 - Sciences physiques et chimiques appliquées/2018/BTS Aéronautique - E3.2 - Sciences physiques et chimiques appliquées - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

1. Étude des équipements de pare-brise pour aéronef

L'étude porte sur trois équipements qui contribuent à la visibilité de l'aéronef : le dégivrage résistif, le chauffage régulé par thermistance et les essuie-glaces motorisés. Les questions évaluent les bilans thermiques et électriques, la mesure par potentiomètre et CAN, ainsi que le moteur à courant continu et son alimentation par hacheur.

Exercice 1 - Étude du système de dégivrage

Question Q.1.1. Calculer l'énergie nécessaire pour amener la couche de givre de -10 °C à 0 °C.

La masse de givre est $m = \mu_g S\, e = 917 \times 0{,}40 \times 0{,}00020 = 0{,}07336$ kg. Pour l'échauffer de 10 K, $Q = m\, C_g \Delta T = 0{,}07336 \times 2060 \times 10 = 1511$ J.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie de réchauffement : 1,51 kJ.

Question Q.1.2. Calculer l'énergie nécessaire pour faire fondre la couche de givre à la température de 0 °C.

À 0 °C, l'énergie de fusion vaut $Q_f = m\, L_f$. Avec $m = 0{,}07336$ kg et $L_f = 333\,000$ J·kg^{-1}, on obtient $Q_f = 24\,428{,}88$ J.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie de fusion : 24,4 kJ.

Question Q.1.3. En déduire que l'énergie totale nécessaire pour faire fondre la couche de givre initialement à -10 °C est voisine de 26 kJ.

L'énergie totale additionne le réchauffement et la fusion : $Q_{tot} = 1511{,}216 + 24\,428{,}88 = 25\,940{,}096$ J.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie totale : environ 26 kJ.

Question Q.2. À partir de l'énergie nécessaire au dégivrage et de la durée du test, déduire la puissance utile Pu du dispositif.

La puissance utile est l'énergie nécessaire divisée par la durée du test : $P_u = Q_{tot}/\Delta t = 25\,940{,}096/50 = 518{,}8$ W.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_u \approx 519$ W.

Question Q.3. Sachant que le dispositif est alimenté sous 115 V, calculer la résistance Rcal de l'élément chauffant nécessaire pour fournir la puissance utile Pu.

Pour une résistance alimentée sous 115 V, $P = U^2/R$. La résistance requise est donc $R_{cal} = U^2/P_u = 115^2/518{,}80192$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_{cal} \approx 25{,}5\ \Omega$.

Question Q.4. À partir de la résistance mesurée Rmes = 20 Ω, calculer la puissance réelle Pre fournie par le dispositif.

La puissance réelle fournie par l'élément se calcule avec la résistance mesurée : $P_{re} = U^2/R_{mes} = 115^2/20 = 661{,}25$ W.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_{re} \approx 661$ W.

Question Q.5. Justifier l'écart observé entre la résistance calculée Rcal et la résistance mesurée Rmes.

Le calcul de R_{cal} suppose que toute la puissance électrique contribue au dégivrage. En réalité, une partie de la chaleur est perdue vers le pare-brise et l'environnement. Il faut donc fournir une puissance électrique supérieure à la puissance utile, ce qui correspond à une résistance plus faible que la valeur calculée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les pertes thermiques expliquent que R_{mes} soit inférieure à R_{cal}.

Question Q.6. Calculer le rendement de l'opération de dégivrage.

Le rendement est le rapport entre la puissance utile au dégivrage et la puissance électrique réelle : $\eta = P_u/P_{re} = 518{,}80192/661{,}25 = 0{,}7845$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rendement : $\eta \approx 78{,}5$ %.

Exercice 2 - Contrôle de la température des pare-brise

Question Q.7. À l'aide du schéma du montage potentiométrique, justifier l'expression Uth = Rth/(Rth + R) × E, avec R = 10 kΩ et E = 5 V.

Les résistances R et R_{th} sont en série, donc le courant vaut $I = E/(R + R_{th})$. La tension de sortie est prise aux bornes de R_{th} : $U_{th} = R_{th}I = [R_{th}/(R_{th} + R)]E$, selon la loi du diviseur de tension.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> U_{th} est la tension aux bornes de R_{th} dans un diviseur de tension.

Question Q.8. Pour une température normale comprise entre 35 °C et 42 °C, déterminer les valeurs extrêmes de la résistance Rth de la thermistance.

La résistance $R_{th} = 38e^{-0,05T}$ kΩ décroît lorsque la température augmente. Ses valeurs extrêmes sur l'intervalle demandé sont :

Température	R_{th}
35 °C	6,603 kΩ
42 °C	4,653 kΩ

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> R_{th} varie de 4,65 kΩ à 6,60 kΩ.

Question Q.9. Déduire des valeurs extrêmes de Rth les valeurs minimale et maximale Uth min et Uth max de la tension Uth.

La tension $U_{th} = 5R_{th}/(R_{th} + 10)$ croît avec R_{th}. La tension minimale correspond donc à 4,653 kΩ et la maximale à 6,603 kΩ : $U_{th,min} \approx 1,588$ V et $U_{th,max} \approx 1,989$ V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $U_{th,min} \approx 1,59$ V ; $U_{th,max} \approx 1,99$ V.

Question Q.10. Déterminer le quantum q, ou résolution, du CAN 10 bits de tension de pleine échelle 5,00 V, à 10^{-5} V près.

Un CAN 10 bits code 2^{10} niveaux. Pour une pleine échelle de 5,00 V, le quantum est $q = 5,00/2^{10} = 0,0048828125$ V.

✓ RÉPONSE À RETENIR

q = 0,00488 V.

Question Q.11. Montrer que le mot binaire 0101011101 correspond à une température normale de fonctionnement du pare-brise.

Le mot binaire 0101011101 vaut 349 en décimal, donc $U_{th} = 349q = 1{,}7041$ V. Le diviseur donne $R_{th} = 10U_{th}/(5 - U_{th}) \approx 5{,}171$ kΩ. Avec $R_{th} = 38e^{-0{,}05T}$, on obtient $T \approx 39{,}9$ °C, dans l'intervalle normal.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le mot correspond à environ 39,9 °C : la température est normale.

Exercice 3 - Alimentation du motoréducteur à courant continu

Question Q.12. Sur le document réponse DR1, entourer les positions des interrupteurs SW1 et SW2 permettant d'obtenir U > 0 pour l'aller des balais et U < 0 pour leur retour.

Pour inverser la polarité aux bornes du moteur, les interrupteurs prennent des positions opposées : SW1=A et SW2=B pour $U > 0$, puis SW1=B et SW2=A pour $U < 0$.

DR1 complété

	SW1		SW2	
U > 0	A (X)	B	A	B (X)
U < 0	A	B (X)	A (X)	B

✓ RÉPONSE À RETENIR

$U > 0$: SW1=A, SW2=B. $U < 0$: SW1=B, SW2=A.

Question Q.13. À partir des caractéristiques électromécaniques et du rapport de réduction indiqués, déterminer la tension U permettant une vitesse de balayage de 30 cycles par minute.

La fréquence de balayage vaut 30/60 = 0,5 Hz. Avec $m = f_{balais}/f_{moteur} = 1/60$, la fréquence du moteur est 30 Hz, soit $\Omega = 2\pi \times 30 = 188{,}5$ rad·s⁻¹. Le courant nominal est $I = C_n/k = 0{,}642/0{,}08 = 8{,}025$ A. Alors $U = k\Omega + R\,I \approx 18{,}1$ V.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Tension nécessaire : $U \approx 18{,}1$ V.

Question Q.14. Calculer le rapport cyclique α correspondant à une tension moyenne de 18 V à la sortie du hacheur alimenté par le bus 28 V.

Pour un hacheur abaisseur idéal, la tension moyenne est $\langle U \rangle = \alpha \times 28$ V. Ainsi, $\alpha = 18/28 = 0{,}643$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\alpha \approx 0{,}643$, soit 64,3 %.

Question Q.15. Donner le nom de l'appareil qui permet de mesurer la valeur moyenne de la tension et préciser le réglage à utiliser, notamment AC ou DC.

Utiliser un voltmètre ou un multimètre réglé en voltmètre. Sélectionner le mode continu, noté DC ou V⎓, pour mesurer la valeur moyenne de la tension hachée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Voltmètre en mode continu : DC ou V⎓.

Question Q.16. Nommer la diode D du montage et expliquer son rôle.

D est la diode de roue libre. Lorsque l'interrupteur s'ouvre, elle offre un chemin au courant de la bobine et de la charge, évitant une interruption brutale du courant et limitant les surtensions susceptibles d'endommager l'interrupteur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

D est la diode de roue libre : elle maintient le courant et limite les surtensions.

Question Q.17. Expliquer le rôle de la bobine dans le montage.

La bobine emmagasine temporairement de l'énergie dans son champ magnétique, puis la restitue lorsque l'interrupteur s'ouvre. Elle s'oppose aux variations rapides du courant et contribue à le lisser.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La bobine stocke puis restitue l'énergie et lisse le courant.

Question Q.18. En observant les chronogrammes de l'annexe 2, associer chacun des courants IH, I et ID aux chronogrammes A, B et C, puis reporter les correspondances sur le document réponse DR2.

Le courant de charge I, toujours présent et ondulé, correspond au chronogramme A. Le courant d'entrée I_H, nul lorsque l'interrupteur est ouvert, correspond au chronogramme B. Le courant de la diode I_D circule pendant la roue libre : chronogramme C.

DR2 complété

ıment réponse DR2 (question Q18)

Chronogramme	Courant attribué
A	IH
B	ID
C	

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

A : I ; B : I_H ; C : I_D.

2. Étude d’un dispositif de taxiage écologique

La partie présente un concept d’avion qui récupère une partie de l’énergie au freinage et la stocke sous forme d’hydrogène, ensuite converti en électricité par une pile à combustible pour le roulage. Les questions portent sur les dispositifs et les réactions de la pile, les transferts de charges et le calcul de la quantité, de la masse et du volume de dihydrogène consommé.

Question Q.19. Nommer le dispositif évoqué dans le texte qui stocke l’énergie électrique sous forme d’hydrogène.

L’énergie électrique récupérée est convertie en énergie chimique par électrolyse de l’eau. Le dispositif qui produit le dihydrogène est un électrolyseur.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Un électrolyseur.

Question Q.20. Nommer le dispositif qui convertit l’hydrogène en électricité lors du roulage.

Lors du roulage, le dihydrogène réagit avec le dioxygène dans une pile à combustible. Cette réaction produit de l’électricité et de l’eau.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Une pile à combustible.

Question Q.21. Citer un avantage majeur et un inconvénient majeur du procédé décrit.

Le procédé récupère une partie de l’énergie du freinage pour alimenter le roulage et la pile ne rejette que de l’eau en fonctionnement. Son principal inconvénient est le stockage du dihydrogène, qui nécessite un réservoir volumineux ou une forte pression.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Avantage : énergie de freinage valorisée. Inconvénient : stockage du dihydrogène contraignant.

Pile à combustible

Question Q.22. Écrire la demi-équation de la réaction se produisant à l’électrode 1 et préciser s’il s’agit d’une oxydation ou d’une réduction.

À l’électrode 1, le dihydrogène perd des électrons et forme des protons. La perte d’électrons correspond à une oxydation.

$$\mathrm{H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-}$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

Électrode 1 : $\mathrm{H_2} \rightarrow 2\mathrm{H^+} + 2\mathrm{e^-}$, oxydation.

Question Q.23. Écrire la demi-équation de la réaction se produisant à l'électrode 2 et préciser s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

À l'électrode 2, le dioxygène capte des électrons et réagit avec les protons pour former de l'eau. Le gain d'électrons correspond à une réduction.

$\frac{1}{2}\mathrm{O_2(g)} + 2\mathrm{H^+(aq)} + 2\mathrm{e^-} \rightarrow \mathrm{H_2O(l)}$

✓ RÉPONSE À RETENIR

Électrode 2 : $\frac{1}{2}\mathrm{O_2} + 2\mathrm{H^+} + 2\mathrm{e^-} \rightarrow \mathrm{H_2O}$, réduction.

Question Q.24. Identifier laquelle des électrodes 1 et 2 est l'anode et laquelle est la cathode, puis justifier.

L'anode est le siège de l'oxydation et la cathode celui de la réduction. Comme le dihydrogène s'oxyde à l'électrode 1 et le dioxygène se réduit à l'électrode 2, l'électrode 1 est l'anode et l'électrode 2 la cathode.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Électrode 1 : anode. Électrode 2 : cathode.

Question Q.25. Identifier laquelle des électrodes 1 et 2 est le pôle positif, puis justifier.

Dans une pile qui débite, les électrons quittent l'anode et vont vers la cathode dans le circuit extérieur. La cathode est donc le pôle positif : c'est l'électrode 2.

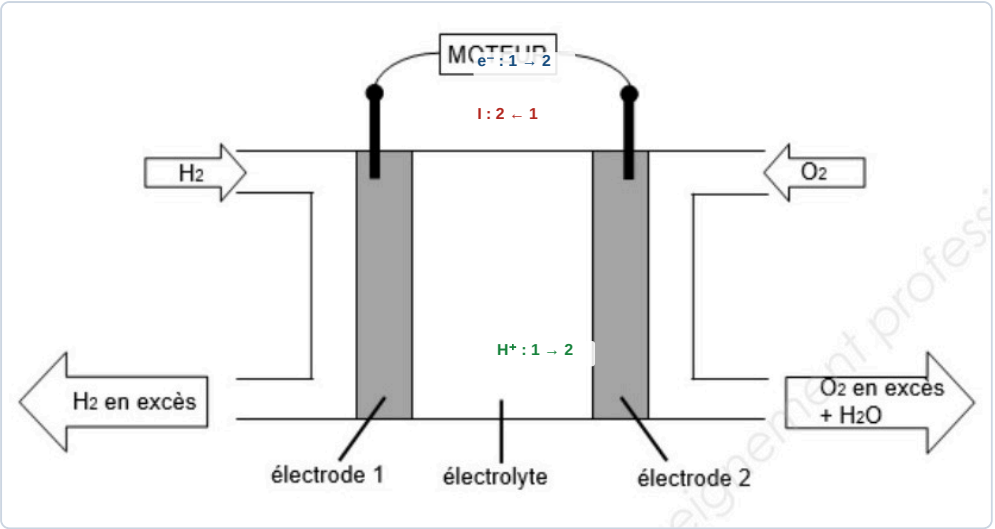
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le pôle positif est l'électrode 2, la cathode.

Question Q.26. Sur le document réponse DR3, représenter avec trois couleurs différentes le sens de circulation des électrons, du courant électrique et des protons H^+.

Sur le schéma DR3, les électrons circulent de l'électrode 1 vers l'électrode 2 par le circuit extérieur, tandis que le courant conventionnel circule en sens inverse. Dans l'électrolyte, les protons $\mathrm{H^+}$ vont de l'électrode 1 vers l'électrode 2.

DR3 annoté : sens des transferts



✓ RÉPONSE À RETENIR

Électrons : 1 vers 2 à l'extérieur. Courant : 2 vers 1. Protons : 1 vers 2 dans l'électrolyte.

Consommation de dihydrogène

Question Q.27. Pour une intensité I = 100 A pendant Δt = 8,0 h, montrer que la charge électrique débitée par la pile vaut Q = 2,9 × 10⁶ C.

La charge débitée est $Q = I\Delta t$. En secondes, $\Delta t = 8{,}0 \times 3600\ \text{s}$, donc $Q = 100 \times 8{,}0 \times 3600 = 2{,}88 \times 10^6\ \text{C}$, soit $2{,}9 \times 10^6\ \text{C}$ à deux chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Q = 2{,}9 \times 10^6\ \text{C}$.

Question Q.28. Calculer le nombre de moles d'électrons ayant circulé dans le circuit.

La quantité de matière d'électrons vaut $n(e^-) = Q/F$, avec $F = 96500\ \text{C mol}^{-1}$. En utilisant la charge non arrondie, $n(e^-) = 2{,}88 \times 10^6 / 96500$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$n(e^-) = 29{,}8\ \text{mol}$, soit environ $30\ \text{mol}$.

Question Q.29. Déduire le nombre de moles de dihydrogène n(H₂) consommé, puis calculer la masse correspondante m(H₂).

La demi-équation à l'anode montre qu'une mole de $\mathrm{H_2}$ libère deux moles d'électrons : $n(\mathrm{H_2}) = n(e^-)/2$. La masse molaire du dihydrogène est $2M(\mathrm{H}) = 2 \times 1{,}00 = 2{,}00\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$, puis $m = nM$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n(\mathrm{H_2}) = 14{,}9\ \mathrm{mol}$ et $m(\mathrm{H_2}) = 29{,}8\ \mathrm{g}$, soit $0{,}0298\ \mathrm{kg}$.

Question Q.30. Calculer le volume de dihydrogène consommé V(H₂) à partir de sa masse volumique dans les conditions standards de température et de pression.

Le volume s'obtient par $V = m/\mu$. Avec la masse calculée $m = 0{,}0298\ \mathrm{kg}$ et la masse volumique $\mu(\mathrm{H_2}) = 0{,}090\ \mathrm{kg\,m^{-3}}$, on trouve le volume aux conditions standards.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V(\mathrm{H_2}) \approx 0{,}33\ \mathrm{m^3}$ aux conditions standards.

Question Q.31. Compte tenu du résultat de la question Q.30, indiquer sous quelle condition il faut stocker le dihydrogène pour minimiser son volume.

Le volume du dihydrogène est important aux conditions standards. Pour le réduire, il faut augmenter sa masse volumique en le stockant sous pression dans un réservoir adapté.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Stocker le dihydrogène sous pression.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BTS AÉRONAUTIQUE

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2018)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de sciences physiques et chimiques appliquées du BTS Aéronautique, session 2018, code AE3SCPC, d'une durée de 2 heures et de coefficient 2. Elle étudie les équipements de pare-brise d'un aéronef et un dispositif de taxiage écologique à pile à combustible. Les compétences évaluées couvrent les bilans thermiques et électriques, les capteurs et CAN, le moteur à courant continu, le hacheur et les réactions d'oxydoréduction.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour chauffer puis fondre une masse de glace, additionner l'énergie sensible $mcg\Delta T$ et l'énergie de fusion mLf.
- Dans un diviseur potentiométrique, la tension aux bornes de Rth vaut $Uth = E \times Rth/(R + Rth)$.
- Pour un hacheur idéal alimenté sous une tension continue, la tension moyenne vaut $= \alpha Ualim$.
- Dans une pile, l'oxydation libère des électrons à l'anode et la réduction les consomme à la cathode.

Points de vigilance & attentes du jury

- Calculer la masse de givre avec l'aire et l'épaisseur en unités SI avant d'appliquer les formules thermiques.
- Vérifier les unités des résistances et tenir compte de la diminution de Rth lorsque la température augmente.
- Pour la vitesse du moteur, convertir les cycles par minute avant d'utiliser les relations entre vitesse angulaire, force contre-électromotrice et tension.
- Dans les calculs de pile, convertir les heures en secondes et distinguer le sens des électrons de celui du courant conventionnel.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer l'énergie nécessaire pour dégivrer le pare-brise ?

Déterminez d'abord la masse de glace avec $m = \mu Se$. Calculez l'énergie de chauffage $mcg\Delta T$ jusqu'à 0 °C, puis l'énergie de fusion mLf. Additionnez ces deux contributions pour obtenir l'énergie totale nécessaire.

Q : Comment passer du mot binaire du CAN à la température du pare-brise ?

Convertissez le mot binaire en valeur décimale et multipliez-la par le quantum pour obtenir Uth. Inversez ensuite la relation du diviseur pour déterminer Rth, puis utilisez l'équation de la thermistance afin d'obtenir la température.

Q : Comment répartir les 2 heures entre les deux parties ?

La partie 1 vaut 13 points et la partie 2 vaut 7 points. Prévoyez donc davantage de temps pour la première partie, sans négliger les calculs de pile de la seconde, et gardez quelques minutes pour vérifier les unités et les documents réponses.

Q : Que faut-il montrer pour justifier les réactions de la pile ?

Écrivez chaque demi-équation en équilibrant les atomes et les charges. À l'anode se produit l'oxydation, qui libère des électrons; à la cathode se produit la réduction. Appuyez l'identification des électrodes sur le schéma DR3.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsaeronautique.fr/assets/annales/bts-aeronautique/E3.2 - Sciences physiques et chimiques appliquées/2018/BTS Aéronautique - E3.2 - Sciences physiques et chimiques appliquées - Session 2018 - 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.