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 GÉOLOGIE APPLIQUÉE • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Épreuve de Sciences Physiques

Session 2003 • Code sujet : **Non indiqué dans cette édition** • Durée : **2 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Datation d'un échantillon de bois au carbone 14 (9 questions) **Page 3**

2. Étude d'un convoyeur de bande entraîné par un moteur asynchrone (10 questions) **Page 6**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://btsga.fr/assets/annales/bts-ga/E3.2 - Physique - Chimie/2003/BTS GA - E3.2 - Physique - Chimie - Session 2003 - 1-Sujet.pdf

1. Datation d'un échantillon de bois au carbone 14

Le problème présente la décroissance du carbone 14 dans le bois mort et relie le nombre de noyaux radioactifs à l'activité et à la période radioactive. Il porte ensuite sur la formation et la désintégration du carbone 14, puis sur la datation d'un échantillon de bois.

1. Décroissance radioactive

Question 1.1. Comment appelle-t-on λ, le paramètre de la loi de décroissance radioactive ?

Dans la loi de décroissance radioactive, λ est la **constante radioactive**. Elle caractérise la probabilité de désintégration d'un noyau par unité de temps. Son unité dépend de celle choisie pour le temps : ici, avec une durée exprimée en années, elle s'exprime en an^{-1}.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> λ est la constante radioactive.

Question 1.2. Établir la relation qui donne l'activité A(t) en fonction du nombre N(t) de particules radioactives et de λ.

L'activité est le nombre de désintégrations par unité de temps : $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$. En dérivant $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$, on obtient $\frac{dN}{dt} = -\lambda N_0 e^{-\lambda t} = -\lambda N(t)$. Le signe négatif de la dérivée est compensé par celui de la définition de l'activité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A(t) = \lambda N(t)$.

Question 1.3. Montrer que l'activité A(t) peut s'écrire $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ et préciser l'expression de A_0.

On remplace $N(t)$ dans la relation $A(t) = \lambda N(t)$ par la loi de décroissance : $A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$. En posant $A_0 = \lambda N_0$, on retrouve l'activité initiale, c'est-à-dire celle mesurée à $t = 0$. L'activité suit donc elle aussi une décroissance exponentielle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$, avec $A_0 = \lambda N_0$.

Question 1.4. Rappeler la définition de la période radioactive T, puis montrer que λ et T sont liés par la relation λ = ln(2)/T.

La période radioactive T, ou demi-vie, est la durée au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs est réduit de moitié. Ainsi, $N(T) = N_0/2 = N_0 e^{-\lambda T}$, donc $e^{-\lambda T} = 1/2$. En prenant le logarithme népérien, $-\lambda T = -\ln 2$, ce qui donne la relation recherchée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$.

2. Formation et datation du carbone 14

Question 2.1. Définir les isotopes d'un élément et déterminer si les nucléides $^{14}_{7}$N et $^{14}_{6}$C sont isotopes.

Des isotopes sont des nucléides d'un même élément chimique : ils ont le même numéro atomique Z, mais des nombres de masse différents. Or $^{14}_{7}\mathrm{N}$ a $Z = 7$, tandis que $^{14}_{6}\mathrm{C}$ a $Z = 6$. Ils appartiennent donc à deux éléments différents, même si leur nombre de masse est identique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Non : $^{14}_{7}\mathrm{N}$ et $^{14}_{6}\mathrm{C}$ ne sont pas isotopes.

Question 2.2. Écrire l'équation de la réaction nucléaire décrite, qui forme l'isotope $^{14}_{6}$C lors du choc d'un neutron avec $^{14}_{7}$N, puis nommer la particule formée.

On conserve le nombre de masse et la charge électrique dans la réaction. Le membre de gauche porte une masse totale $1 + 14 = 15$ et une charge totale $0 + 7 = 7$. Après formation de $^{14}_{6}\mathrm{C}$, la particule restante doit donc avoir une masse 1 et une charge +1 : c'est un proton.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{14}_{7}\mathrm{N} \rightarrow {}^{14}_{6}\mathrm{C} + {}^{1}_{1}\mathrm{p}$; la particule formée est un proton.

Question 2.3. Le nucléide $^{14}_{6}$C étant un émetteur β⁻, écrire l'équation de sa désintégration.

Dans une désintégration β^-, un neutron se transforme en proton. Le nombre de masse reste donc égal à 14 et le numéro atomique augmente de 6 à 7. Le noyau fils est l'azote 14 ; la désintégration émet aussi un électron et un antineutrino électronique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$^{14}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + \bar{\nu}_e$.

Question 2.4. Un échantillon de bois mort produit 310 désintégrations par minute, contre 1 350 pour un échantillon identique de bois vivant pendant la même durée. Déterminer l'âge du bois mort.

À durée de comptage identique, l'activité est proportionnelle au nombre de noyaux restants. On utilise donc $A/A_0 = e^{-\lambda t}$, d'où $t = \frac{T}{\ln 2}\ln(A_0/A)$. Avec $T = 5590$ ans, $A_0 = 1350$ et $A = 310$ désintégrations par minute, on trouve un âge d'environ $1,19 \times 10^4$ ans.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Âge du bois : environ $11\,865$ ans.

Question 2.5. La méthode de datation au carbone 14 permettrait-elle de dater un échantillon âgé de 150 000 ans ?

En 150000 ans, il s'écoule environ $150000/5590 \approx 26,8$ périodes radioactives. Après autant de demi-vies, il ne reste qu'une quantité infime de carbone 14 dans l'échantillon. Son activité devient trop faible pour permettre une datation fiable par cette méthode.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Non : après environ 26,8 demi-vies, la quantité de carbone 14 restante est trop faible pour une datation fiable.

2. Étude d’un convoyeur de bande entraîné par un moteur asynchrone

Le sujet étudie un convoyeur à bande servant au transport de minerai et entraîné par un moteur asynchrone triphasé. Il demande d’analyser le fonctionnement nominal et à vide, puis les effets d’une alimentation à fréquence variable, avec un schéma électrique et un graphique à compléter.

1. Fonctionnement en régime nominal

Question 1.1. À partir de l’alimentation à 50 Hz et de la fréquence de rotation nominale de 1 400 tr.min⁻¹, déterminer le nombre de pôles du stator.

Pour un moteur asynchrone, la vitesse de rotation nominale est légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme. À 50 Hz, la vitesse synchrone la plus proche au-dessus de 1 400 tr.min⁻¹ est 1 500 tr.min⁻¹. La relation entre vitesse synchrone et nombre de pôles est $\mathbf{n_s = 120\ f/P}$. On en déduit P = 120 × 50/1 500 = 4. La valeur nominale donnée confirme le glissement attendu d’un moteur asynchrone.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le stator comporte 4 pôles ; sa vitesse de synchronisme à 50 Hz est de 1 500 tr.min⁻¹.

Question 1.2. Calculer l’intensité efficace du courant en ligne à partir de la puissance absorbée, de l’alimentation triphasée 230/400 V et du facteur de puissance fournis.

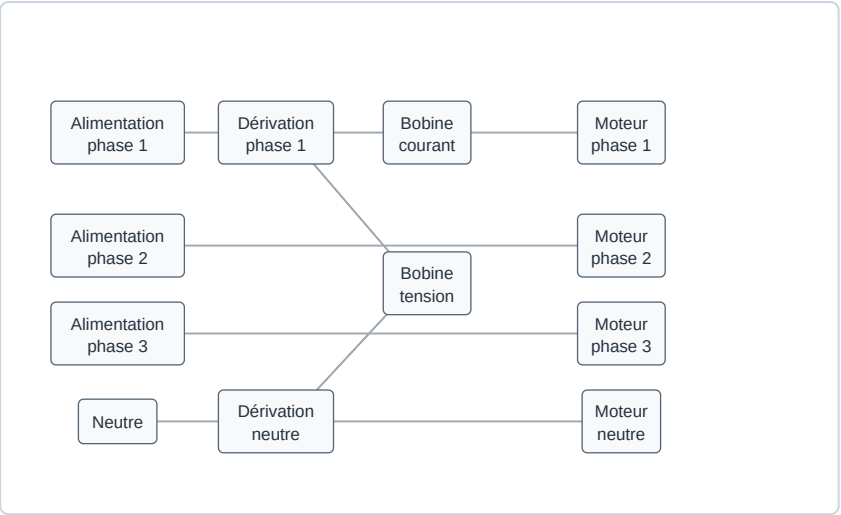
Pour un système triphasé équilibré, la puissance active absorbée est $\mathbf{P_{abs} = \sqrt{3}\ U\ I \cos \varphi}$, où U est la tension entre phases, soit 400 V pour le réseau 230/400 V. En isolant l’intensité, I = 5 500/(√3 × 400 × 0,80) = 9,92 A. Il s’agit de la valeur efficace du courant de ligne, exprimée en ampères.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L’intensité efficace du courant en ligne est I = 9,92 A.

Question 1.3. Représenter un schéma comportant un wattmètre permettant de mesurer la puissance fournie par la phase 1.

La bobine de courant du wattmètre se branche en série dans la phase 1, afin d’être traversée par le courant de cette phase. La bobine de tension se branche en dérivation entre la phase 1, côté alimentation du moteur, et le neutre. Le wattmètre mesure alors la puissance active fournie par la phase 1. Le schéma ci-dessous distingue ces deux branchements et conserve les autres conducteurs de l’alimentation triphasée.

Branchement du wattmètre pour mesurer la puissance de la phase 1



Bobine de courant en série sur la phase 1 ; bobine de tension en dérivation entre cette phase et le neutre.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Bobine de courant en série sur la phase 1 ; bobine de tension entre phase 1 et neutre.

Question 1.4. Calculer la puissance utile fournie par le moteur et son rendement, puis préciser la nature des puissances perdues dans la machine.

La puissance utile mécanique se calcule avec $\mathbf{P_u = C_N \omega}$, où $\omega = 2\pi n/60$. Pour $C_N = 34{,}3$ N.m et $n = 1\,400$ tr.min^{-1}, $P_u = 34{,}3 \times 2\pi \times 1\,400/60 = 5{,}03$ kW. Le rendement est $P_u/P_{abs} = 5{,}03/5{,}50 = 91{,}4$ %. Les pertes sont principalement électriques par effet Joule, magnétiques dans le fer et mécaniques par frottement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance utile : 5,03 kW ; rendement : 91,4 % ; pertes électriques, magnétiques et mécaniques.

2. Fonctionnement avec le tapis vide

Question 2.1. Lorsque le tapis est vide, calculer le nouveau facteur de puissance de l'installation à partir de l'intensité en ligne et de la puissance absorbée données.

Pour le réseau triphasé équilibré, la puissance active s'écrit $P_{AV} = \sqrt{3}\, U\, I_V \cos(\varphi_V)$. À tapis vide, la tension entre phases reste de 400 V, le courant vaut 8 A et la puissance absorbée est 1 800 W. Ainsi, $\cos(\varphi_V) = 1\,800/(\sqrt{3} \times 400 \times 8) = 0{,}325$. Cette valeur est le facteur de puissance du moteur dans ces conditions de fonctionnement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À vide, le facteur de puissance vaut $\cos(\varphi_V) = 0{,}325$.

Question 2.2. **Déduire la puissance réactive absorbée par le moteur lorsque le tapis est vide.**

La puissance apparente à vide vaut $S = \sqrt{3}\, U\, I_V$. Le triangle des puissances donne $\mathbf{Q_{AV} = \sqrt{(S^2 - P_{AV}^2)}}$. En remplaçant par les données, $Q_{AV} = \sqrt{(3 \times 400^2 \times 8^2 - 1\,800^2)} = 5\,242$ var. Le moteur absorbe donc environ 5,24 kVAr de puissance réactive, correspondant à son fonctionnement inductif.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La puissance réactive absorbée à vide est $Q_{AV} = 5{,}24$ kVAr.

3. Fonctionnement à une fréquence d'alimentation de 30 Hz

Question 3.1. **Calculer la nouvelle fréquence de rotation du moteur au synchronisme lorsque sa fréquence d'alimentation est de 30 Hz.**

Le stator possède 4 pôles, déterminés à la question 1.1. La vitesse de synchronisme d'un moteur triphasé est $\mathbf{n_s = 120\ f/P}$, avec f en hertz et P le nombre de pôles. À 30 Hz, $n_{s,30} = 120 \times 30/4 = 900$ tr.min^{-1}. Cette vitesse est la vitesse du champ tournant, avant prise en compte du glissement du rotor.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 30 Hz, la vitesse de rotation au synchronisme est $n_{s,30} = 900$ tr.min^{-1}.

Question 3.2. **À l'aide de la relation donnée entre le couple utile C_u et la fréquence de rotation n, calculer n et le glissement g du moteur pour $C_u = C_n$.**

La relation fournie est $C_u = 3{,}43 \times 10^{-1}(900 - n)$. Pour $C_u = C_N = 34{,}3$ N.m, on obtient $34{,}3 = 0{,}343(900 - n)$, donc $n = 800$ tr.min^{-1}. Le glissement se calcule par $g = (n_s - n)/n_s$, avec $n_s = 900$ tr.min^{-1}. Il vaut $100/900 = 0{,}111$, soit 11,1 %.

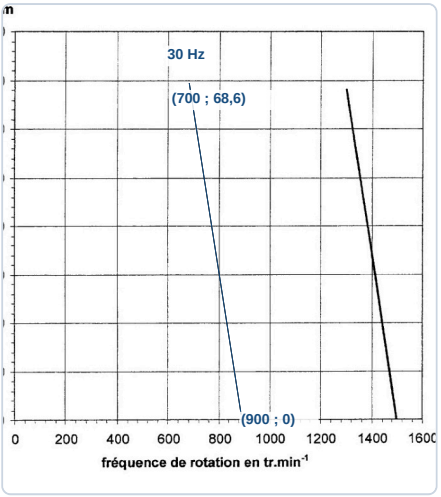
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour $C_u = C_N$, $n = 800$ tr.min^{-1} et le glissement $g = 11{,}1$ %.

4. Fonctionnement à fréquence d'alimentation variable

Question 4.1. **Sur le document réponse, représenter dans le même repère la caractéristique mécanique $C_u(n)$ du moteur à 30 Hz, sachant que les caractéristiques pour différentes fréquences sont parallèles.**

La caractéristique à 30 Hz est parallèle à celle à 50 Hz, comme l'impose l'énoncé. À 30 Hz, la vitesse de synchronisme est 900 tr.min^{-1} ; la droite coupe donc l'axe des vitesses à ce point. La relation $C_u = 0{,}343(900 - n)$ fournit un second point : pour $n = 700$ tr.min^{-1}, $C_u = 68{,}6$ N.m. Sur le document réponse, tracer la droite passant par ces deux points.

Caractéristique mécanique du moteur à 30 Hz



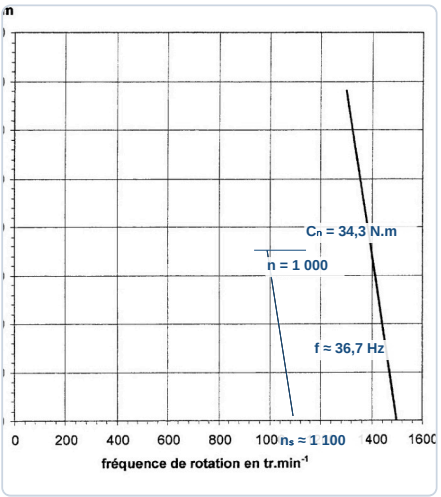
✓ RÉPONSE À RETENIR

Tracer la droite reliant (700 tr.min^{-1} ; 68,6 N.m) et (900 tr.min^{-1} ; 0 N.m).

Question 4.2. À l'aide d'une solution graphique justifiée, déterminer la fréquence des tensions d'alimentation nécessaire pour obtenir une fréquence de rotation de 1 000 tr.min^{-1} avec un couple fourni égal à C_n.

À n = 1 000 tr.min^{-1} et $C_u = C_N$ = 34,3 N.m, la droite mécanique cherchée passe par ce point et reste parallèle à la caractéristique tracée à 50 Hz. Son intersection avec l'axe $C_u = 0$ donne graphiquement $n_s \approx 1\,100$ tr.min^{-1}. Pour 4 pôles, $f = n_s P/120$, soit $1\,100 \times 4/120 \approx 36{,}7$ Hz. La lecture est graphique ; le résultat est donc approché.

Construction graphique pour n = 1 000 tr.min^{-1} et $C_u = C_n$



✓ RÉPONSE À RETENIR

La fréquence d'alimentation nécessaire est d'environ 36,7 Hz.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2003)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de Sciences Physiques du BTS Géologie Appliquée, cette session non indiquée dure 2 heures et comporte deux problèmes indépendants notés sur 9 et 11 points. Aucun code sujet ni coefficient n'est imprimé. Les thèmes sont la datation au carbone 14 et le convoyeur à moteur asynchrone, avec des compétences en radioactivité, nucléaire, électricité, mécanique et lecture graphique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La décroissance radioactive suit $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ et l'activité vérifie $A(t) = \lambda N(t)$.
- La période radioactive et la constante radioactive sont liées par $\lambda = \ln(2)/T$.
- La datation repose sur le rapport des activités : $A(t)/A_0 = e^{-\lambda t}$.
- La vitesse de synchronisme dépend de la fréquence d'alimentation et du nombre de pôles du moteur.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer le nombre de noyaux N de l'activité A, exprimée en désintégrations par seconde.
- Comparer les activités dans la même unité et exprimer le temps dans une unité cohérente avec λ.
- Pour le triphasé, utiliser correctement les tensions et la relation de puissance correspondant aux valeurs fournies.
- Compléter le document réponse, respecter les axes et unités, et justifier la lecture graphique demandée.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment relier l'activité d'un échantillon de bois à son âge ?

On compare l'activité A du bois mort à celle A_0 du bois vivant. La loi $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ donne $t = \ln(A_0/A)/\lambda$, avec $\lambda = \ln(2)/T$ et des unités de temps cohérentes.

Q : Comment calculer la vitesse de synchronisme du moteur ?

Pour une fréquence f et un stator à P pôles, la vitesse de synchronisme vaut $n_s = 120f/P$ en $tr.min^{-1}$. On identifie le nombre de pôles à partir du régime nominal, puis on applique la relation à la nouvelle fréquence.

Q : Comment organiser le temps pendant cette épreuve ?

L'épreuve dure deux heures et comporte deux problèmes indépendants notés sur 9 et 11 points. Répartissez le temps en fonction des points, répondez aux questions accessibles et gardez un temps pour vérifier les unités et rendre le document réponse.

Q : Quels éléments doivent apparaître dans le schéma du wattmètre et le graphique ?

Pour mesurer la puissance de la phase 1, le schéma doit rendre lisibles les branchements du wattmètre. Sur le graphique, utilisez les axes et unités fournis, tracez la caractéristique à 30 Hz et justifiez la lecture demandée.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsga.fr/assets/annales/bts-ga/E3.2 - Physique - Chimie/2003/BTS GA - E3.2 - Physique - Chimie - Session 2003 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Géologie Appliquée : 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.