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

BAC STI2D • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Bac STI2D

Physique-Chimie et Mathématiques

Session 2025 • Code sujet : **25-2DPCMAME1** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Pertes d’énergie dans le réseau électrique** (8 questions) — **Page 3**
2. **La flamme des jeux olympiques** (11 questions) — **Page 6**
3. **Nombres complexes, équations différentielles, exponentielle et logarithmes** (5 questions) — **Page 10**
4. **Au cœur d’un réacteur nucléaire** (12 questions) — **Page 12**
5. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 16**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Physique-chimie et mathématiques/2025/Bac STI2D - Physique-chimie et mathématiques - Session 2025 - 1-Sujet.pdf

1. Pertes d’énergie dans le réseau électrique

Un équipement constitué d’une bobine et d’un résistor est étudié en régime sinusoïdal afin d’évaluer sa puissance apparente, son facteur de puissance et l’énergie reçue. Une seconde partie modélise la puissance instantanée par une fonction afin de calculer l’énergie sur une minute et de comparer le modèle à la mesure.

Partie 1

Question Q1. Lire sur le graphique la valeur maximale Umax de la tension observée, puis calculer la valeur efficace associée Ueff.

Sur le graphique, les sommets de la sinusoïde se situent à environ 5,8 V, donc $U_{\max} \approx 5,8\ \text{V}$. Pour une tension sinusoïdale, la valeur efficace est reliée à la valeur maximale par $U_{\text{eff}} = U_{\max}/\sqrt{2}$. Ainsi, $U_{\text{eff}} \approx 5,8/\sqrt{2} = 4,1\ \text{V}$. Ces valeurs sont données avec deux chiffres significatifs, compte tenu de la précision de la lecture graphique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $U_{\max} \approx 5,8\ \text{V}$; $U_{\text{eff}} \approx 4,1\ \text{V}$.

Question Q2. Sachant que la valeur efficace de l’intensité est Ieff = 3,5 × 10⁻³ A, montrer que la puissance apparente S de l’équipement est approximativement égale à 1,4 × 10⁻² VA.

La puissance apparente en régime sinusoïdal se calcule avec les valeurs efficaces : $S = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$. La lecture graphique donne $U_{\max} \approx 5,8\ \text{V}$, donc $U_{\text{eff}} \approx 4,1\ \text{V}$. Avec l’intensité fournie, le calcul conduit à environ $1,4 \times 10^{-2}\ \text{VA}$, après arrondi à deux chiffres significatifs.

- $S \approx 4,1 \times 3,5 \times 10^{-3} = 1,435 \times 10^{-2}\ \text{VA}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $S \approx 1,4 \times 10^{-2}\ \text{VA}$.

Question Q3. Sachant que la puissance active reçue par l’équipement vaut P = 1,2 × 10⁻² W, calculer son facteur de puissance k.

Le facteur de puissance est le rapport de la puissance active à la puissance apparente : $k = P/S$. En reprenant la valeur demandée à la question précédente, $S \approx 1,4 \times 10^{-2}\ \text{VA}$, et la puissance active fournie, on obtient $k = (1,2 \times 10^{-2})/(1,4 \times 10^{-2}) \approx 0,86$. Le facteur de puissance est sans unité ; l’arrondi de S explique la précision du résultat.

> k est compris entre 0 et 1.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $k \approx 0,86$.

Question Q4. Montrer que l'énergie reçue par l'équipement pendant une minute vaut E = 0,72 J.

Pour une puissance active constante, l'énergie reçue pendant une durée Δt est $E = P\Delta t$. Il faut convertir la durée en secondes afin d'obtenir l'énergie en joules : une minute correspond à $60\ \mathrm{s}$. En utilisant la puissance active donnée dans le sujet, le produit vaut $1,2 \times 10^{-2} \times 60 = 0,72\ \mathrm{J}$. Cette valeur est bien l'énergie reçue pendant une minute.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E = 0,72\ \mathrm{J}$.

Question Q5. À puissance électrique reçue inchangée, préciser s'il faut augmenter ou diminuer le facteur de puissance k pour réduire les pertes d'énergie dans les lignes d'alimentation.

À puissance reçue constante et pour une même tension d'alimentation, la relation entre puissance active et courant efficace est $P = U_{\mathrm{eff}} I_{\mathrm{eff}} k$. Augmenter k diminue donc le courant appelé par l'équipement. Or les pertes par effet Joule dans les lignes sont proportionnelles au carré de l'intensité, selon $P_{\mathrm{J}} = RI^2$. La correction du facteur de puissance doit donc agir dans le sens d'une hausse.

- Il faut augmenter k pour réduire les pertes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Augmenter k.

Partie 2

Question Q6. La puissance instantanée est modélisée, en mW, par f(t) = 12,25 − 13,91 sin(12466t), pour t dans [0 ; +∞[. La fonction F(t) = 12,25t + (13,91/12466) cos(12466t) est définie sur le même intervalle. Montrer que F est une primitive de f.

On dérive les deux termes de $F(t) = 12,25t + \frac{13,91}{12466}\cos(12466t)$. Le premier a pour dérivée $12,25$. Pour le second, la dérivation de la fonction composée donne $-\frac{13,91}{12466} \times 12466 \sin(12466t) = -13,91\sin(12466t)$. Ainsi, $F'(t) = 12,25 - 13,91\sin(12466t) = f(t)$, pour tout $t \geq 0$.

1. La dérivée de F est bien la fonction f.
2. Donc F est une primitive de f sur $[0;+\infty[$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $F'(t) = f(t)$: F est une primitive de f.

Question Q7. L'intégrale de f entre 0 et 60 modélise en mJ l'énergie reçue pendant une minute. Calculer cette énergie Emod et l'arrondir à l'unité.

Comme F est une primitive de f, le théorème fondamental de l'analyse donne $E_{\text{mod}} = F(60) - F(0)$. En remplaçant les bornes, on obtient $12,25 \times 60 + \frac{13,91}{12466}[\cos(12466 \times 60) - 1]$. Le premier terme vaut $735\ \text{mJ}$ et le terme trigonométrique vaut environ $-0,0022\ \text{mJ}$. L'intégrale s'arrondit donc à l'unité en mJ.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E_{\text{mod}} \approx 735\ \text{mJ}$.

Question Q8. Calculer z, le nombre d'incertitudes types séparant l'énergie mesurée E = 0,72 J de l'énergie modélisée Emod, sachant que u(E) = 10 mJ, puis discuter l'accord entre le modèle et la mesure.

La formule utilise des unités identiques : $E = 0,72\ \text{J} = 720\ \text{mJ}$, $E_{\text{mod}} \approx 735\ \text{mJ}$ et $u(E) = 10\ \text{mJ}$. On obtient alors $z = |720 - 735|/10 \approx 1,5$. L'écart entre mesure et modèle est inférieur à deux incertitudes types, ce qui indique un accord satisfaisant. Le calcul avec l'énergie modélisée non arrondie conduit au même résultat à deux chiffres significatifs.

- Les résultats sont compatibles au regard de l'incertitude fournie.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $z \approx 1,5$: le modèle et la mesure sont en accord.

2. La flamme des jeux olympiques

L'exercice compare le propane de la torche olympique à la paraffine de la lanterne, notamment par une expérience de combustion qui chauffe de l'eau et permet d'estimer un pouvoir calorifique. Il étudie ensuite l'ascension verticale du ballon captif de la vasque à partir d'un graphique, de données de masse et des forces appliquées.

Partie 1 - La flamme olympique

Question Q1. Écrire l'équation de la réaction de combustion complète du propane C_3H_8 par le dioxygène de l'air.

La combustion complète du propane produit du dioxyde de carbone et de l'eau. On équilibre d'abord le carbone : les 3 atomes de carbone donnent 3 CO_2. Les 8 atomes d'hydrogène donnent ensuite 4 H_2O. Les produits contiennent alors 10 atomes d'oxygène, ce qui nécessite 5 molécules de dioxygène. L'équation est ainsi équilibrée en atomes de chaque élément.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C_3H_8 + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$

Question Q2. À partir des données de l'expérience, montrer que l'énergie thermique reçue par l'eau contenue dans la canette vaut Eth = 9,70 kJ.

La masse d'eau vaut $m = \rho V = 1{,}00 \times 100 = 100$ g, soit 0,100 kg. L'écart de température est $\Delta T = 44{,}5 - 21{,}3 = 23{,}2$ K. Avec $E_{th} = m\, c_{eau} \Delta T$, on obtient $0{,}100 \times 4{,}18 \times 10^3 \times 23{,}2 = 9{,}6976 \times 10^3$ J. L'arrondi à trois chiffres significatifs donne l'énergie demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E_{th} = 9{,}70$ kJ

Question Q3. En supposant que l'énergie libérée par la combustion de la paraffine est intégralement transmise à l'eau, montrer que le pouvoir calorifique mesuré de la paraffine vaut approximativement PC = $3{,}13 \times 10^4$ kJ·kg^{-1}.

La masse de paraffine consommée est 11,74 − 11,43 = 0,31 g, soit $3{,}1 \times 10^{-4}$ kg. En supposant que toute l'énergie libérée chauffe l'eau, le pouvoir calorifique mesuré est $PC = E_{th}/\Delta m$. Avec l'énergie calculée à la question précédente, soit 9,6976 kJ, le rapport vaut environ 31 283 kJ·kg^{-1}, soit $3{,}13 \times 10^4$ kJ·kg^{-1}.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $PC \approx 3{,}13 \times 10^4$ kJ·kg^{-1}

Question Q4. Proposer une explication à l'écart entre le pouvoir calorifique expérimental de la paraffine et la valeur d'environ 4,0 × 10^4 kJ·kg^{-1} publiée dans la littérature scientifique.

La valeur expérimentale est inférieure à la valeur de référence car une partie de l'énergie de combustion ne chauffe pas l'eau. Elle réchauffe notamment la canette et le matériel, ou se dissipe vers l'air malgré l'enceinte. Une combustion incomplète peut également réduire l'énergie transmise. Ces pertes expliquent que le calcul fondé sur le seul réchauffement de l'eau sous-estime le pouvoir calorifique réel.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les pertes thermiques vers la canette, le matériel et l'air expliquent principalement la valeur expérimentale plus faible.

Question Q5. Comparer le pouvoir calorifique de la paraffine à celui du propane et conclure sur la pertinence du choix du propane pour faire fonctionner la torche exposée aux aléas météorologiques.

Combustible	Pouvoir calorifique
Paraffine mesurée	≈ 3,13 × 10^4 kJ·kg^{-1}
Propane	12,8 × 3,6 × 10^3 = 46 080 kJ·kg^{-1}

Le propane fournit davantage d'énergie par kilogramme. Même comparé à la valeur publiée pour la paraffine, environ 4,0 × 10^4 kJ·kg^{-1}, son pouvoir calorifique reste supérieur. Alimentée par une cartouche sous pression, la torche est ainsi adaptée à une flamme exposée aux aléas météorologiques.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le propane (46 080 kJ·kg^{-1}) est plus énergétique que la paraffine : son choix est pertinent.

Partie 2 - La vasque olympique

Question Q6. À partir du graphique de l'altitude de la vasque en fonction du temps, montrer que la vitesse du système {ballon + nacelle} peut être considérée comme constante pendant l'ascension.

Sur le graphique, les points expérimentaux sont proches d'une droite. L'altitude augmente donc de façon presque linéaire avec le temps. Or, dans un graphique altitude-temps, la pente représente la vitesse verticale. Comme la pente reste pratiquement la même au cours de l'ascension, on peut considérer que la vitesse du système {ballon + nacelle} est constante.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les points suivent une droite de pente constante : la vitesse est constante pendant l'ascension.

Question Q7. Déterminer la valeur de la vitesse du système {ballon + nacelle} pendant l'ascension.

La vitesse est la pente de la représentation de l'altitude en fonction du temps : $v = \Delta y / \Delta t$. En lisant deux points de la droite, par exemple (20 s ; 14 m) et (60 s ; 42 m), on obtient $v = (42 - 14)/(60 - 20) = 0{,}70$ m·s^{-1}. Cette lecture graphique est approximative.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $v \approx 0{,}70$ m·s^{-1}

Question Q8. Sachant que la durée totale de l'ascension est Δt = 1 min 30 s, déterminer l'altitude de la vasque à la fin de son ascension.

Grandeur	Valeur
Durée	1 min 30 s = 90 s
Vitesse lue sur le graphique	≈ 0,70 m·s^{-1}
Altitude gagnée	≈ 0,70 × 90 = 63 m

L'altitude initiale est proche de zéro sur le graphique. L'altitude à la fin de l'ascension est donc approximativement égale à l'altitude gagnée pendant les 90 secondes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Altitude finale ≈ 63 m

Question Q9. Montrer que l'accélération du système {ballon + nacelle} est nulle pendant l'ascension.

Le graphique montre une altitude qui varie linéairement avec le temps : la vitesse verticale est donc constante. L'accélération est la variation de la vitesse par unité de temps, soit $a = \Delta v / \Delta t$. Comme $\Delta v = 0$ pendant l'ascension, l'accélération du système est nulle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $a = 0$ m·s^{-2}

Question Q10. Déterminer le poids de l'ensemble {ballon + nacelle}, de masse m = 2300 kg, avec g = 9,8 N·kg⁻¹.

Le poids est donné par la relation $P = m\,g$. Avec $m = 2300$ kg et $g = 9{,}8$ N·kg^{-1}, on calcule $P = 2300 \times 9{,}8 = 22\,540$ N. Cette force est verticale et orientée vers le bas.

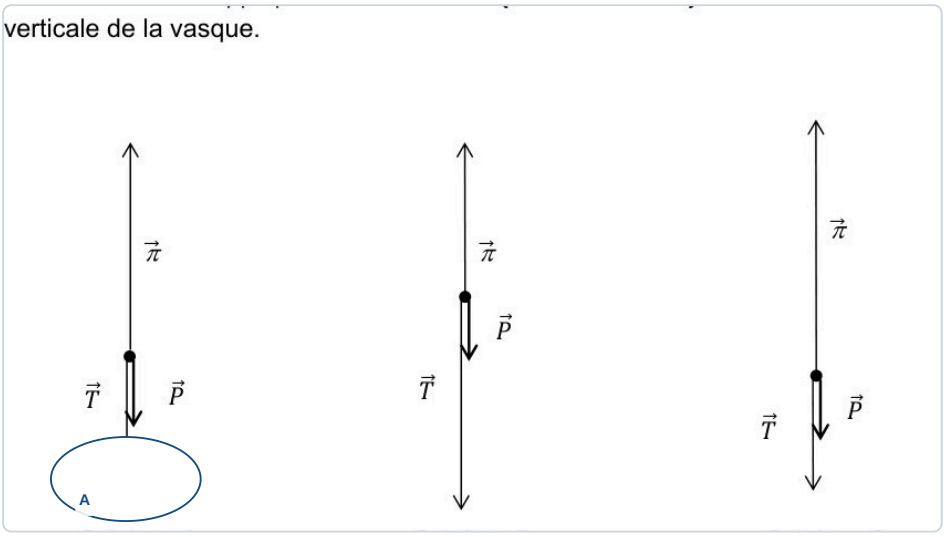
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

P = 22 540 N, vers le bas

Question Q11. À partir du résultat sur l'accélération et du principe fondamental de la dynamique, indiquer lequel des schémas A, B ou C représente correctement les forces appliquées à l'ensemble {ballon + nacelle} lors de l'ascension verticale.

L'accélération étant nulle, le principe fondamental de la dynamique impose une résultante des forces nulle. La poussée d'Archimède vers le haut équilibre donc les deux forces dirigées vers le bas : le poids et la tension du câble. Parmi les représentations proposées, le schéma A montre la poussée équilibrant la somme de ces forces.

Schéma correct



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Schéma A

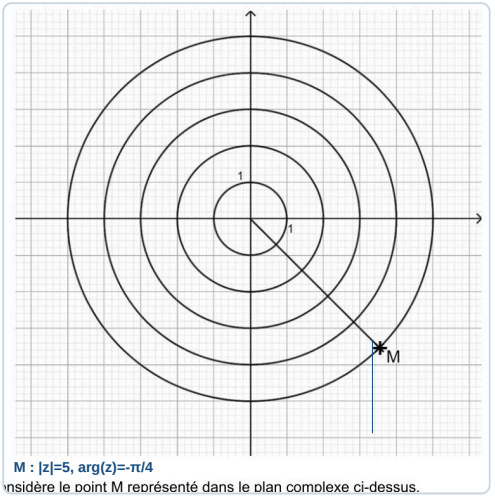
3. Nombres complexes, équations différentielles, exponentielle et logarithmes

Cet exercice de mathématiques comporte quatre questions indépendantes portant sur l'affixe d'un point dans le plan complexe, une équation différentielle et une équation faisant intervenir la fonction exponentielle. Il demande enfin de démontrer une identité avec des logarithmes népériens.

Question 1. À partir du point M représenté dans le plan complexe et des quatre réponses proposées, indiquer la lettre correspondant à son affixe et expliquer le choix.

Les cercles centrés en O indiquent des modules entiers. M est sur le cercle de rayon 5, donc $|z_M| = 5$. Le point est dans le quatrième quadrant et la demi-droite OM forme un angle de $-\frac{\pi}{4}$ avec l'axe réel positif. Son affixe est donc $5e^{-i\pi/4}$. Parmi les propositions, seule C présente ce module et cet argument.

Affixe de M



M : |z|=5, arg(z)=-π/4
nsidère le point M représenté dans le plan complexe ci-dessus.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La bonne réponse est C : l'affixe de M est $5e^{-i\pi/4}$.

Question 2

Question 1. Pour l'équation différentielle y′ = 2y − 0,5, déterminer l'ensemble des fonctions définies sur $\mathbb{R}$ qui sont solutions de cette équation.

On cherche d'abord une solution particulière constante $y = c$. L'équation donne alors $0 = 2c - 0,5$, donc $c = 0,25$. En posant $u = y - 0,25$, on obtient l'équation homogène $u' = 2u$, dont les solutions sur $\mathbb{R}$ sont $u(x) = Ce^{2x}$, avec $C \in \mathbb{R}$. En revenant à y, on obtient toutes les solutions de l'équation initiale.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Toutes les solutions sont $y(x) = Ce^{2x} + \frac{1}{4}$, où C est une constante réelle.

Question 2. Déterminer la fonction f, solution de l'équation différentielle y′ = 2y − 0,5, vérifiant f′(0) = −3.

L'équation différentielle impose $f'(0) = 2f(0) - 0,5$. Avec $f'(0) = -3$, on obtient $-3 = 2f(0) - 0,5$, donc $f(0) = -1,25$. Dans la solution générale $f(x) = Ce^{2x} + 0,25$, cette valeur donne $C + 0,25 = -1,25$, soit $C = -1,5$. La condition sur le nombre dérivé détermine ainsi une unique fonction.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La solution vérifiant la condition est $f(x) = -\frac{3}{2}e^{2x} + \frac{1}{4}$.

Question 3. Pour f définie sur ℝ par f(x) = e^(−0,016x) − 2, résoudre f(x) = 0 dans ℝ en donnant la valeur exacte de la solution puis une valeur approchée à 10⁻² près.

La fonction exponentielle est strictement positive. Résoudre $f(x) = 0$ revient donc à écrire $e^{-0,016x} = 2$. En prenant le logarithme népérien, on obtient $-0,016x = \ln(2)$, puis $x = -\frac{\ln(2)}{0,016}$. Le coefficient de x étant non nul, cette équation admet une seule solution réelle. L'évaluation numérique donne une valeur négative, cohérente avec l'équation obtenue.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Solution unique : $x = -\frac{\ln(2)}{0,016} \approx -43,32$, à 10^{-2} près.

Question 4. Montrer que, pour tout x > 0, ln(x⁴/9) − 3 ln(x) + ln(9/x) = 0.

Pour $x > 0$, les arguments des trois logarithmes sont positifs. En utilisant $\ln(a/b) = \ln(a) - \ln(b)$, on a $\ln\left(\frac{x^4}{9}\right) = 4\ln(x) - \ln(9)$ et $\ln\left(\frac{9}{x}\right) = \ln(9) - \ln(x)$. Le membre de gauche devient alors $4\ln(x) - \ln(9) - 3\ln(x) + \ln(9) - \ln(x)$. Les termes se compensent, ce qui prouve l'égalité.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour tout $x > 0$, le membre de gauche se réduit à 0 : l'identité est vérifiée.

4. Au cœur d’un réacteur nucléaire

L’exercice examine le combustible d’un réacteur, depuis l’enrichissement en uranium 235 et l’énergie de fission jusqu’à la puissance produite par les assemblages et au rendement. Il étudie aussi l’état de l’eau sous pression dans la cuve et la réaction d’oxydoréduction qui forme une couche protectrice sur la gaine de zircaloy.

Partie 1 - Étude du combustible

Question Q1. À partir des masses isotopiques données pour une tonne d’uranium naturel, montrer que la proportion d’uranium 235 est insuffisante pour le combustible nucléaire et que celui-ci doit être enrichi.

Donnée	Calcul	Résultat
Uranium 235	7,1 ÷ 1 000 × 100	0,71 %
Proportion requise	Entre 3 % et 5 %	Supérieure à la proportion naturelle

Les masses isotopiques fournies totalisent environ une tonne. La proportion d’uranium 235 est donc obtenue en rapportant ses 7,1 kg à 1 000 kg d’uranium naturel. Comme cette proportion est inférieure au seuil minimal de 3 % requis pour le combustible, l’uranium naturel doit être enrichi en uranium 235.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> La proportion naturelle est de 0,71 %, inférieure aux 3 % à 5 % requis : l’uranium doit être enrichi.

Question Q2. À partir de l’équation de la réaction A, indiquer s’il s’agit d’une réaction de fission ou de fusion et justifier la réponse.

La réaction A transforme un noyau lourd d’uranium 235, après absorption d’un neutron, en deux noyaux plus légers : strontium 94 et xénon 140. Cette division d’un noyau lourd caractérise une fission nucléaire. Une fusion serait au contraire l’assemblage de noyaux légers en un noyau plus lourd. La réaction représentée est donc une fission.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Réaction de fission : le noyau lourd d’uranium 235 se scinde en deux noyaux plus légers.

Question Q3. À partir du défaut de masse Δm = 2,39 × 10^{-28} kg et de la célérité de la lumière c = 3,00 × 10^{8} m·s^{-1}, montrer que l’énergie libérée par la réaction vaut approximativement ΔE = 2,2 × 10^{-11} J par noyau d’uranium 235.

La relation d’Einstein donne l’énergie libérée à partir du défaut de masse : $\Delta E = \Delta m c^2$. En remplaçant par les données, $\Delta E = 2,39 \times 10^{-28} \times (3,00 \times 10^{8})^2 = 2,151 \times 10^{-11}$ J. Avec deux chiffres significatifs, l’énergie libérée par la réaction est donc $2,2 \times 10^{-11}$ J par noyau d’uranium 235.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\Delta E \approx 2,2 \times 10^{-11}$ J par noyau d'uranium 235.

Question Q4. Calculer le nombre de noyaux d'uranium 235 contenus dans 1 kg de combustible UO_2 à partir de la masse d'uranium 235 par kilogramme de combustible et de la masse d'un noyau.

Donnée	Conversion ou valeur
Masse d'uranium 235	70 g = 0,070 kg
Masse d'un noyau	3,90 × 10^{-25} kg

Le nombre de noyaux est la masse totale d'uranium 235 divisée par la masse d'un noyau : $N = 0,070/(3,90 \times 10^{-25})$. Le résultat est arrondi à trois chiffres significatifs, conformément aux données. Cette valeur correspond au nombre de noyaux d'uranium 235 contenus dans 1 kg de combustible UO_2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$N \approx 1,79 \times 10^{23}$ noyaux d'uranium 235 par kilogramme de combustible.

Question Q5. Déduire l'énergie libérée par la réaction A par kilogramme de combustible UO_2, la comparer au pouvoir calorifique du propane, égal à 4,6 × 10^7 J·kg^{-1}, et commenter.

L'énergie massique du combustible est le nombre de noyaux par kilogramme multiplié par l'énergie libérée par noyau : $E = (0,070/(3,90 \times 10^{-25})) \times 2,39 \times 10^{-28} \times (3,00 \times 10^8)^2 \approx 3,86 \times 10^{12}$ J·kg^{-1}. Comparée au pouvoir calorifique du propane, elle est environ $3,86 \times 10^{12}/(4,6 \times 10^7) \approx 8,4 \times 10^4$ fois plus élevée. À masse égale, le combustible nucléaire libère donc beaucoup plus d'énergie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le combustible libère environ $3,9 \times 10^{12}$ J·kg^{-1}, soit environ 84 000 fois l'énergie massique du propane.

Partie 2 - Assemblage de combustible

Question Q6. Calculer la puissance P dégagée par l'ensemble du combustible du réacteur, composé de 157 assemblages contenant chacun 5,1 × 10^{-2} m³ de combustible, sachant que la puissance dégagée par unité de volume est de l'ordre de 4,0 × 10^8 W·m^{-3}.

Le volume total de combustible est le volume par assemblage multiplié par le nombre d'assemblages. La puissance thermique dégagée est ensuite ce volume total multiplié par la puissance par unité de volume : $P = 157 \times 5,1 \times 10^{-2} \times 4,0 \times 10^8 = 3,2028 \times 10^9$ W. Avec les chiffres significatifs des données, on retient une puissance d'environ $3,2 \times 10^9$ W, soit 3,2 GW.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P \approx 3,2 \times 10^9$ W, soit 3,2 GW.

Question Q7. Exprimer puis calculer le rendement du réacteur sachant que sa puissance électrique produite est Pe = 1100 MW.

1. Le rendement est le rapport de la puissance électrique utile à la puissance thermique dégagée : $\eta = P_e/P$.
2. En unités SI, $P_e = 1100 \times 10^6$ W et $P = 3,2028 \times 10^9$ W. Ainsi, $\eta = (1100 \times 10^6)/(3,2028 \times 10^9) \approx 0,343$.

Le rendement est sans unité. En pourcentage, il s'obtient en multipliant cette valeur par 100.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\eta \approx 34\,\%$.

Partie 3 - Pression de l'eau contenue dans la cuve du réacteur

Question Q8. À l'aide du diagramme d'état (P,T) de l'eau, justifier que le chauffage dans la cuve, à pression constante de 155 bar et de 190 °C à 325 °C, est représenté par une transition du point A au point D.

Sur le diagramme, la pression constante de 155 bar correspond à une droite horizontale. À cette pression, le chauffage fait passer la température de 190 °C à 325 °C : on suit donc le segment horizontal reliant le point A au point D. Ce trajet reste dans le domaine liquide du diagramme. Il représente ainsi l'eau qui se réchauffe dans la cuve sans changement d'état.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À 155 bar constants, le chauffage de 190 °C à 325 °C correspond au trajet A-D dans le domaine liquide.

Question Q9. À l'aide du diagramme d'état, expliquer pourquoi l'eau liquide ne peut pas être réchauffée de 190 °C à 325 °C à une pression de 50 bar.

À 50 bar, le trajet de 190 °C à 325 °C est horizontal et relie B à E sur le diagramme. Il traverse la frontière entre les domaines liquide et vapeur : à une température intermédiaire, l'eau change d'état. À 325 °C, elle n'est donc plus entièrement liquide. Une pression de 50 bar ne permet pas de conserver l'eau liquide pendant tout le réchauffement demandé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À 50 bar, le trajet B-E traverse la frontière liquide-vapeur : l'eau ne reste pas liquide jusqu'à 325 °C.

Partie 4 - Protection du combustible

Question Q10. Indiquer si le zirconium Zr(s) présent dans la gaine est un oxydant ou un réducteur, et justifier la réponse à partir des demi-équations fournies.

La demi-équation fournie est $ZrO_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons Zr + 2H_2O$. Pour décrire la transformation du zirconium métallique en oxyde, on la lit dans le sens inverse : $Zr \rightarrow ZrO_2 + 4H^+ + 4e^-$. Le zirconium cède donc des électrons. Or une espèce qui cède des électrons est un réducteur : $Zr(s)$ joue ce rôle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Zr(s)$ est un réducteur : il cède des électrons en s'oxydant en $ZrO_2(s)$.

Question Q11. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre le zirconium Zr(s) et l'eau.

1. Oxydation : $Zr + 2H_2O \rightarrow ZrO_2 + 4H^+ + 4e^-$.
2. Réduction de l'eau, multipliée par deux : $2H_2O + 4H^+ + 4e^- ightarrow 2H_2 + 2H_2O$.

En additionnant ces demi-équations, les électrons et les ions H^+ se simplifient. On simplifie aussi l'eau présente des deux côtés. L'équation globale équilibrée décrit alors la réaction entre le zirconium et l'eau.

$Zr(s) + 2H_2O(l) \rightarrow ZrO_2(s) + 2H_2(g)$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Zr(s) + 2H_2O(l) \rightarrow ZrO_2(s) + 2H_2(g)$

Question Q12. Expliquer pourquoi la couche d'oxyde de zirconium formée à la surface de la gaine permet de la protéger de la corrosion.

La réaction du zirconium avec l'eau forme une couche d'oxyde à la surface de la gaine. D'après l'énoncé, cette couche est imperméable à l'eau : elle empêche donc l'eau d'atteindre le zirconium situé dessous. En limitant le contact entre les réactifs, elle freine la poursuite de la réaction de corrosion. L'oxyde de zirconium joue ainsi le rôle de barrière protectrice pour la gaine.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La couche imperméable de ZrO_2 isole le zirconium de l'eau et protège la gaine de la corrosion.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2025)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve de spécialité Physique-Chimie et Mathématiques du baccalauréat technologique, session 2025, porte le code 25-2DPCMAME1 et dure 3 heures, sans coefficient imprimé. Répartie entre physique-chimie (14/20) et mathématiques (6/20), elle porte sur les pertes électriques, les flammes olympiques et un réacteur nucléaire. Elle évalue calculs, modélisation, lecture graphique et raisonnement scientifique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un signal sinusoïdal, Ueff = Umax/√2 et Ieff = Imax/√2 ; la puissance apparente vaut S = Ueff Ieff.
- Le facteur de puissance vérifie k = P/S ; à puissance active constante, augmenter k réduit la puissance apparente appelée.
- L'énergie thermique reçue par l'eau vaut Eth = m ceau (θf − θi) ; le pouvoir calorifique expérimental est l'énergie rapportée à la masse brûlée.
- L'énergie associée à un défaut de masse se calcule par ΔE = Δm c² ; le rendement électrique est le rapport entre puissance électrique produite et puissance thermique dégagée.

Points de vigilance & attentes du jury

- Lire les graduations et unités avant de relever une amplitude, une pente, une altitude ou un état sur un graphique.
- Convertir masses, durées, volumes et puissances dans des unités cohérentes avant le calcul.
- Dans une réaction nucléaire ou d'oxydoréduction, contrôler la conservation des nombres de masse, des charges et des électrons.
- Pour justifier un résultat, présenter la relation, le calcul avec unités et une conclusion reliée au phénomène étudié.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer une valeur efficace à partir de l'amplitude d'un signal sinusoïdal ?

Pour une tension ou une intensité sinusoïdale, divisez sa valeur maximale par √2. Utilisez ensuite les valeurs efficaces pour calculer la puissance apparente avec S = Ueff Ieff, en conservant les unités adaptées.

Q : Comment déterminer l'énergie thermique reçue par l'eau dans l'expérience sur la paraffine ?

Déterminez la masse d'eau à partir du volume et de la masse volumique, puis appliquez Eth = m ceau (θf − θi). La masse doit être en kilogrammes et l'écart de température peut être exprimé en kelvins ou en degrés Celsius.

Q : Comment organiser les trois heures de cette épreuve ?

L'épreuve dure 3 heures et comporte quatre exercices totalisant 20 points. Répartissez le temps selon les points, repérez les questions indépendantes et gardez quelques minutes pour vérifier les unités, les calculs et les conclusions.

Q : Qu'attend le jury lorsqu'une question demande de montrer ou de justifier un résultat ?

Présentez la relation utilisée, remplacez les grandeurs par leurs valeurs avec unités, puis concluez clairement. Pour une justification graphique ou théorique, identifiez l'indice observé et expliquez en quoi il répond à la question.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Physique-chimie et mathématiques/2025/Bac STI2D - Physique-chimie et mathématiques - Session 2025 - 1-Sujet.pdf
Ressources Bac STI2D : 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.