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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Sciences de l’ingénieur et sciences physiques

Session 2026 • Centres étrangers • Jour 1

Code sujet **26-SCIPCJ1G11** 3 heures 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Partie 1 — Contrôle automatique de suspension de VTT
34 réponses • sujet p. 4–15

Exercice A — Étude de l’effet Doppler à l’aide de deux téléphones
10 réponses • sujet p. 16–16

Exercice B — Banc de test d’un moteur ionique à iode
11 réponses • sujet p. 17–19

Les numéros, parties et pages renvoient au sujet original. Chaque réponse rappelle la consigne, explique la démarche et donne le résultat.

Partie 1

20 points

Contrôle automatique de suspension de VTT

Sous-partie 1 – Réglage de la suspension

Question 1.1

Sujet p. 4, 5

> Relever, sur le cahier des charges de la figure 4, la longueur à vide de la suspension et le débattement de la roue arrière.

La figure 4 donne directement la longueur à vide et le débattement demandé pour la roue arrière.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Longueur à vide : **190 mm**. Débattement exigé : **150 mm ± 2 mm**, soit de 148 mm à 152 mm.

Question 1.1

Sujet p. 5

> À l'aide de la figure 5, montrer qu'une course de 51 mm de la suspension permet de satisfaire l'exigence du débattement de la roue arrière.

La longueur minimale est la longueur à vide moins la course. Pour une course de 51 mm, on obtient $L_{\min} = 190 - 51 = 139\ \text{mm}$. À cette longueur, la figure 5 donne, par lecture graphique, un déplacement de la roue arrière voisin de 150 mm.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le débattement estimé est d'environ **150 mm**, dans la plage exigée de 148 à 152 mm. Une course de **51 mm** satisfait donc le critère.

Question 1.2

Sujet p. 6

> D'après les données de la figure 7, déterminer les masses du VTT et du cycliste.

Pour le VTT seul, les masses affichées sous les deux roues sont 6,5 kg et 6,3 kg. Avec le cycliste, elles sont 52,7 kg et 29,8 kg. On additionne les mesures des roues pour obtenir les masses totales, puis on retranche la masse du VTT pour obtenir celle du cycliste.

$m_{\text{VTT}} = 6{,}5 + 6{,}3 = 12{,}8\ \text{kg}$, et $m_{\text{cycliste}} = (52{,}7 + 29{,}8) - 12{,}8 = 69{,}7\ \text{kg}$.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse du VTT : **12,8 kg**. Masse du cycliste : **69,7 kg**.

Question 1.2

Sujet p. 5, 6

> À l'aide de la figure 7, montrer que la pression de base recommandée par le constructeur correspondante est alors de 11,4 bar.

La masse du cycliste, 69,7 kg, appartient à l'intervalle 64–72 kg du tableau de la figure 6. La pression de réglage de base associée à cet intervalle est 11,4 bar.

RÉPONSE À RETENIR

La pression de base recommandée est **11,4 bar**.

Question 1.2

Sujet p. 6

Calculer l'intensité de la force exercée par le sol sur la roue arrière, F_R, en N, à l'affaissement initial, en considérant g = 9,81 m·s⁻².

Sur la figure 7, la balance sous la roue arrière affiche 29,8 kg avec le cycliste. À l'équilibre statique, la force exercée par le sol sur cette roue est le poids correspondant à cette masse :

$F_R = m_R g = 29{,}8 \times 9{,}81 = 292{,}338\ \text{N}$.

RÉPONSE À RETENIR

$F_R \approx$**292 N**.

Question 1.3

Sujet p. 7

En appliquant le théorème de la résultante statique à la tige principale en projection sur $\vec{x}$, montrer que F_P − F_N = F_S.

La tige principale est en équilibre statique. En projection sur $\vec{x}$, les forces ont pour composantes F_S, $-F_P$ et F_N. Le poids et les frottements étant négligés, le théorème de la résultante statique donne $F_S - F_P + F_N = 0$, d'où l'égalité demandée.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{F_P - F_N = F_S}$.

Question 1.3

Sujet p. 6, 7

Exprimer F_P et F_N en fonction des pressions dans les chambres positive et négative, p_P et p_N, et des surfaces soumises à ces pressions, S_P et S_N (figures 8 et 9).

L'intensité de la force de pression sur une surface est le produit de la pression par la surface. Il faut employer des unités cohérentes : pression en Pa et surface en m² pour obtenir une force en N.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{F_P = p_P S_P}$ et $\boxed{F_N = p_N S_N}$.

Question 1.4

Sujet p. 6, 7

Compte tenu des diamètres du piston et de chacune des tiges du ressort pneumatique (figures 8 et 9), calculer les surfaces S_P et S_N, en mm², soumises aux pressions dans les chambres positive et négative.

Les surfaces sont des couronnes de diamètre extérieur 42 mm. D'après les diamètres des tiges et la représentation de la figure 9, le diamètre intérieur associé à S_N est 28 mm, et celui associé à S_P est 9 mm. Pour une couronne, $S = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$.

$S_N = \frac{\pi}{4}(42^2 - 28^2) = 245\pi \approx 769{,}7\ \text{mm}^2$.

$S_P = \frac{\pi}{4}(42^2 - 9^2) = \frac{1683\pi}{4} \approx 1321{,}6\ \text{mm}^2$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{S_N \approx 770\ \text{mm}^2}$ et $\boxed{S_P \approx 1322\ \text{mm}^2}$.

Question 1.4

Sujet p. 5, 6, 7, 14

> Sur le document réponse DR1, renseigner les paramètres manquants du vérin pneumatique qui modélise le ressort, en utilisant les questions 1.1 et 1.2.

On reporte sur le document réponse les surfaces calculées à la question 1.4, la course de 51 mm retenue à la question 1.1 et la pression chambre P recommandée à la question 1.2.

RÉPONSE À RETENIR

DR1 : surface piston chambre N **770 mm²** ; surface piston chambre P **1322 mm²** ; course de la suspension **51 mm** ; pression chambre P **11,4 bar**.

Question 1.5

Sujet p. 7, 14

> Sur le résultat de la simulation du document réponse DR1, représenter l'affaissement correspondant à la force F_S de 1550 N appliquée à la suspension en position initiale.

Sur le graphique de DR1, on repère 1550 N sur l'axe vertical, puis on lit l'affaissement au point où l'horizontale correspondante rencontre la courbe. La lecture graphique, qui reste approximative, donne une valeur voisine de 39 %.

RÉPONSE À RETENIR

Pour $F_S = 1550\ \text{N}$, l'affaissement à représenter est d'environ **39 %**.

Question 1.5

Sujet p. 4, 7, 14

> Conclure vis-à-vis du cahier des charges imposé figure 4.

Le cahier des charges exige un affaissement initial de 35 % de la course, à ± 2 points de pourcentage. L'intervalle conforme est donc $[33\ \%, 37\ \%]$. La lecture de la simulation donne environ 39 %, valeur supérieure à la limite haute.

RÉPONSE À RETENIR

Le critère d'affaissement initial **n'est pas satisfait** : environ 39 % mesurés par lecture graphique, contre une plage exigée de 33 % à 37 %.

Sous-partie 2 – Déblocage rapide de la suspension

Question 1.6

Sujet p. 4, 8

> Relever la valeur du temps de réaction spécifié dans le cahier des charges lors d'un déblocage de la suspension.

Le cahier des charges de la figure 4 fixe un temps de réaction maximal pour le déblocage de la suspension.

RÉPONSE À RETENIR

Temps de réaction maximal spécifié : **120 ms**.

Question 1.6

Sujet p. 8

Sachant que la distance entre les roues avant et arrière du VTT étudié est de 1162 mm, montrer que ce temps de réaction permet d'amortir un choc détecté sur la roue avant lorsqu'il arrive sur la roue arrière jusqu'à une vitesse de déplacement du VTT de 35 km·h⁻¹.

On convertit la vitesse : $35\ \mathrm{km\,h^{-1}} = 35/3{,}6 \approx 9{,}72\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. Le temps mis pour parcourir la distance de 1,162 m entre les roues est :

$t = \frac{1{,}162}{9{,}72} \approx 0{,}1195\ \mathrm{s} = 119{,}5\ \mathrm{ms}$.

Ce temps est légèrement inférieur au temps de réaction maximal de 120 ms.

RÉPONSE À RETENIR

À 35 km·h⁻¹, le choc met environ **119,5 ms** à passer de la roue avant à la roue arrière. Le temps spécifié de 120 ms permet donc de débloquer la suspension à temps, avec une marge très faible.

Question 1.7

Sujet p. 8, 9

Déterminer, compte tenu des spécifications, le rapport de transmission r_2 du système roue et vis sans fin.

La vis sans fin comporte deux filets et la roue dentée 15 dents. Un tour de vis entraîne donc une rotation de deux dents sur la roue. Le rapport de vitesse de sortie sur entrée est le nombre de filets divisé par le nombre de dents.

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{r_2 = \frac{Z_V}{Z_R} = \frac{2}{15} \approx 0{,}133}.$$

Question 1.7

Sujet p. 8, 9

Déterminer le rapport de transmission global r_g entre les points (2) et (4).

Le rapport de transmission global entre les points (2) et (4) est le produit des rapports des deux étages : $r_1 = 9/41$ pour le réducteur épicycloïdal et $r_2 = 2/15$ pour la roue et la vis sans fin.

RÉPONSE À RETENIR

$r_g = r_1 r_2 = \frac{9}{41} \times \frac{2}{15} = \frac{18}{615} \approx \boxed{0{,}0293}$.

Question 1.7

Sujet p. 8, 9

Déterminer le rendement global η_g entre les points (2) et (4).

La puissance traverse successivement les deux étages ; le rendement global est donc le produit des rendements de ces étages.

RÉPONSE À RETENIR

$\eta_g = \eta_1 \eta_2 = 0{,}94 \times 0{,}64 = \boxed{0{,}6016}$, soit environ **60,2 %**.

Question 1.8

Sujet p. 9

Le couple C_R de la roue qui entraîne le système de blocage est considéré comme constant et est évalué à 1,7 mN·m. Donner l'expression du couple C_M que le moteur doit délivrer au point (2) de la chaîne de puissance en fonction de C_R, r_g et η_g.

Par définition, $r_g = \omega_R / \omega_M$. Le rendement vérifie $C_R \omega_R = \eta_g C_M \omega_M$. En remplaçant ω_R par $r_g \omega_M$, puis en isolant C_M, on obtient l'expression demandée.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{C_M = \dfrac{C_R r_g}{\eta_g}}$.

Question 1.8

Sujet p. 9

Montrer que la valeur du couple C_M que le moteur doit délivrer est de 0,083 mN·m.

Avec $C_R = 1{,}7\ \text{mN m}$, $r_g \approx 0{,}0293$ et $\eta_g = 0{,}6016$, on calcule :

$C_M = \frac{1{,}7 \times 0{,}0293}{0{,}6016} \approx 0{,}0827\ \text{mN m}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{C_M \approx 0{,}083\ \text{mN m}}$.

Question 1.9

Sujet p. 9

Donner, à l'aide du graphique de la figure 13, la vitesse de rotation du moteur N_M en tr·min⁻¹ correspondant au couple C_M précédent.

On reporte le couple $C_M \approx 0{,}083\ \text{mN m}$ sur l'axe horizontal de la figure 13 et on lit la vitesse sur la caractéristique du moteur. La lecture du graphique est approximative.

RÉPONSE À RETENIR

La vitesse de rotation du moteur est d'environ $\boxed{N_M \approx 7200\ \text{tr min}^{-1}}$.

Question 1.9

Sujet p. 8, 9

Déterminer l'expression de la vitesse de rotation de la roue N_R en fonction de N_M et du rapport de transmission global r_g.

Le rapport global entre les points (2) et (4) est le rapport de la vitesse de sortie à la vitesse d'entrée : $r_g = N_R / N_M$. On isole la vitesse de la roue.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{N_R = r_g N_M}$.

Question 1.9

Sujet p. 8, 9

> Déterminer la valeur de la vitesse angulaire de la roue ω_R correspondante, exprimée en °·s⁻¹.

Avec $N_M \approx 7200\ \mathrm{tr\,min^{-1}}$ et $r_g \approx 0{,}0293$, la vitesse de la roue vaut $N_R \approx 211\ \mathrm{tr\,min^{-1}}$. Comme un tour correspond à 360° et une minute à 60 s, $\omega_R = N_R \times 360/60 = 6N_R$.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\omega_R \approx 6 \times 211 \approx \boxed{1{,}27 \times 10^{3}\ ^\circ\mathrm{s^{-1}}}$, soit environ **1270 °·s⁻¹**.

Question 1.10

Sujet p. 4, 10

> Durant la phase de déblocage de la suspension, le mouvement de rotation de la roue est uniforme avec une vitesse angulaire ω_R = 1270 °·s⁻¹. L'équation horaire de la position angulaire de la roue est θ_R(t) = ω_R·t + θ_Rinitiale, avec θ_Rinitiale = 0° (correspondant à la position fermée F). Déterminer l'instant à partir duquel la roue a atteint la position angulaire permettant de débloquer la suspension, en passant de la position fermée F à la position ouverte O (description figure 3).

La position ouverte O est à 120° de la position fermée F. Avec $\theta_{R\,initiale} = 0^\circ$ et $\theta_R(t) = 1270t$, on résout $120 = 1270t$, soit $t = 120/1270 \approx 0{,}0945\ \mathrm{s}$.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La roue atteint théoriquement la position ouverte après environ **0,0945 s**, soit **94,5 ms**.

Question 1.11

Sujet p. 10

> Relever sur la figure 14 le temps nécessaire pour débloquer la suspension.

La position ouverte O correspond à 120° (figure 3). Sur le relevé de la figure 14, la courbe atteint cette position vers $t \approx 0{,}11\ \mathrm{s}$. Le repère à 0,09 s concerne 100° et ne correspond donc pas encore à la position ouverte.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le temps expérimental nécessaire pour atteindre la position ouverte est d'environ **0,11 s**, soit **110 ms**.

Question 1.11

Sujet p. 10

> Expliquer l'origine des écarts avec la valeur calculée à la question 1.10.

Le calcul de la question 1.10 suppose une vitesse angulaire constante de 1270 °·s⁻¹ dès le début. Or, le relevé expérimental montre que la position angulaire augmente progressivement : le moteur et le mécanisme ne tournent pas uniformément pendant toute la phase de démarrage. De plus, le repère expérimental à 100° et 0,09 s ne marque pas encore l'arrivée à 120° ; cette dernière est atteinte vers 0,11 s.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'écart entre environ 94,5 ms calculées et environ 110 ms mesurées s'explique principalement par l'hypothèse de rotation uniforme du calcul, qui ne décrit pas la montée en vitesse observée expérimentalement.

Question 1.11

Sujet p. 4, 10

> Conclure quant à la capacité du système à débloquer la suspension dans le temps imparti.

Le temps expérimental pour atteindre la position ouverte est d'environ 110 ms. On le compare au temps de réaction maximal de 120 ms donné par le cahier des charges.

RÉPONSE À RETENIR

Le système respecte le critère de déblocage : **110 ms < 120 ms**.

Sous-partie 3 – Détection de choc et algorithme de commande

Question 1.12

Sujet p. 11

> Indiquer sur quel axe du capteur devront être récoltées les informations permettant de détecter les chocs.

Les chocs sont évalués par l'accélération linéaire sur l'axe de translation de la fourche. Sur la figure 15, cet axe est repéré par $\vec{y}$.

RÉPONSE À RETENIR

Les informations doivent être récoltées sur l'axe **y** du capteur.

Question 1.13

Sujet p. 12

> Parmi les trames capturées figure 18 et à l'aide du modèle figure 17, identifier dans le registre de configuration d'adresse 0x3d la valeur écrite en hexadécimal puis l'exprimer en décimal.

Dans une trame d'écriture, les octets sont l'identifiant, l'adresse du registre, puis la valeur. La trame comportant l'adresse 0x3d est $[50\ 3d\ 0c]$: la valeur inscrite est donc 0x0C. En décimal, $0 \times 16 + 12 = 12$.

RÉPONSE À RETENIR

Valeur écrite : **0x0C**, soit **12** en décimal.

Question 1.13

Sujet p. 4, 11, 12

> D'après le tableau figure 16, montrer que le mode de fonctionnement NDOF sélectionné permet de satisfaire les exigences du cahier des charges quant aux caractéristiques du signal à numériser.

La valeur 12 sélectionne le mode NDOF. Ce mode mesure l'accélération linéaire, avec une plage de ±4 g et une fréquence d'échantillonnage de 100 Hz. La plage couvre l'amplitude maximale demandée de 3,5 g. La fréquence de 100 Hz correspond à une période de $1/100 = 0{,}01\ \text{s} = 10\ \text{ms}$.

RÉPONSE À RETENIR

Le mode NDOF satisfait les exigences indiquées : mesure linéaire, plage ±4 g suffisante pour l'amplitude maximale de 3,5 g et échantillonnage toutes les 10 ms, conforme à la durée maximale de détection.

Question 1.14

Sujet p. 12

> Compte tenu du format précisé ci-dessus, déterminer la résolution de l'accélération linéaire mesurée en g.

La plage mesurée va de −4 g à +4 g, soit 8 g. Avec 10 bits, on dispose de $2^{10} = 1024$ codes. La résolution est donc approximativement $8/1024 = 0{,}0078125\ \text{g}$ par code.

RÉPONSE À RETENIR

Résolution : $\boxed{0{,}0078\ \text{g}}$ environ.

Question 1.14

Sujet p. 4, 12

> Valider le critère correspondant du cahier des charges figure 4.

Le cahier des charges fixe la résolution à 0,01 g. Le pas de mesure estimé, environ 0,0078 g, est inférieur à cette valeur : le signal est quantifié avec un pas au moins aussi fin que demandé.

RÉPONSE À RETENIR

Le critère est satisfait : $0{,}0078\ \text{g} < 0{,}01\ \text{g}$.

Question 1.15

Sujet p. 13, 15

> Sur le programme du document réponse DR2, compléter les lignes 113 à 119 qui permettent la gestion des compteurs acc_cpt1 et acc_cpt2.

Chaque compteur est incrémenté lorsque la lecture respecte son seuil. Si la condition n'est plus vérifiée, le compteur associé est remis à zéro, conformément à la description de l'algorithme.

RÉPONSE À RETENIR

```
113    acc_cpt1 = acc_cpt1 + 1
114 else:
115     acc_cpt1 = 0
116     if acc < acc_seuil2:
117         acc_cpt2 = acc_cpt2 + 1
118     else:
119         acc_cpt2 = 0
```

Question 1.16

Sujet p. 4, 13, 15

> Compte tenu de la durée de 10 ms entre deux exécutions de boucle, déterminer la valeur des compteurs qui permet de respecter la durée de 5 s spécifiée par le cahier des charges.

La boucle s'exécute toutes les 10 ms, soit 0,01 s. En 5 s, cela représente $5/0{,}01 = 500$ périodes de boucle. Comme les tests du programme utilisent une comparaison strictement supérieure, inscrire 500 permet de ne déclencher la transition qu'après plus de 500 incréments, donc après plus de 5 s.

RÉPONSE À RETENIR

La valeur à utiliser dans les comparaisons est **500**.

Question 1.16

Sujet p. 13, 15

> Reporter cette valeur sur le document réponse DR2, aux lignes 124, 127 et 135.

On reporte la valeur 500 dans chacune des trois comparaisons de durée. Avec l'opérateur strictement supérieur, le test devient vrai après plus de 5 s de comptage.

RÉPONSE À RETENIR

```
124    if acc_cpt1 > 500:
127    elif acc_cpt2 > 500:
135    elif acc_cpt1 > 500:
```

Question 1.17

Sujet p. 13, 15

> Sur le programme du document réponse DR2, compléter les lignes 143 à 145 qui permettent de valider le fonctionnement décrit par le diagramme d'état.

Depuis l'état fermé F, lorsque les conditions précédentes ne conduisent pas à l'état ouvert, un choc moyen fait passer à l'état intermédiaire I. Le seuil du choc moyen est acc_seuil1. La rotation de F (0°) vers I (240°) s'effectue ici par −120°.

RÉPONSE À RETENIR

```
143    elif acc > acc_seuil1:
144        rotation_moteur(-120)
145        etat = 'I'
```

Exercice A

None points

Étude de l’effet Doppler à l’aide de deux téléphones

Exercice A

Question Q1

Sujet p. 16

> Pour la position T_1A, indiquer si le téléphone émetteur se rapproche ou s’éloigne du récepteur T_2.

En T_1A, le vecteur vitesse (le vecteur indiqué sur la figure) est dirigé vers T_2. La distance entre l’émetteur et le récepteur diminue donc à cet instant : l’émetteur se rapproche du récepteur.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En T_1A, T_1 se rapproche de T_2.

Question Q1

Sujet p. 16

> Sans faire de calcul, préciser d’après l’effet Doppler si le son perçu au niveau du récepteur T_2 est plus aigu ou plus grave que le son émis.

Lorsqu’une source sonore se rapproche d’un récepteur fixe, celui-ci reçoit les fronts d’onde plus rapprochés ; la fréquence reçue est donc supérieure à la fréquence émise. Une fréquence plus élevée correspond à un son plus aigu.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le son reçu en T_2 est plus aigu que le son émis.

Question Q2 – proposition 1

Sujet p. 16

> Pour la position T_1A, examiner la proposition 1 : f_RA = c/(c − v_A). Choisir parmi les propositions 1, 2, 3 et 4 celle exprimant correctement la fréquence f_RA reçue en T_2 lorsque le téléphone émetteur est à la position T_1A.

Pour une source mobile et un récepteur fixe, la fréquence reçue s’obtient en multipliant la fréquence émise par un facteur Doppler. La proposition 1 ne contient pas le facteur fréquence émise : son membre de droite est sans dimension, alors que le membre de gauche est une fréquence. Elle est donc incorrecte.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La proposition 1 est incorrecte.

Question Q2 – proposition 2

Sujet p. 16

> Pour la position T_1A, examiner la proposition 2 : f_RA = [c/(c − v_A)] f_E. Choisir parmi les propositions 1, 2, 3 et 4 celle exprimant correctement la fréquence f_RA reçue en T_2 lorsque le téléphone émetteur est à la position T_1A.

En T_1A, la source se rapproche du récepteur. Pour une source qui se rapproche et un récepteur fixe, la relation Doppler est $f_{RA} = \frac{c}{c-v_A} f_E$. C’est exactement la relation de la proposition 2.

RÉPONSE À RETENIR

La proposition 2 est correcte : $f_{RA} = \frac{c}{c - v_A} f_E$.

Question Q2 – proposition 3

Sujet p. 16

Pour la position T_1A, examiner la proposition 3 : f_RA = [c/(c + v_A)] f_E. Choisir parmi les propositions 1, 2, 3 et 4 celle exprimant correctement la fréquence f_RA reçue en T_2 lorsque le téléphone émetteur est à la position T_1A.

La proposition 3 contient $c + v_A$ au dénominateur, ce qui correspond au cas d'une source qui s'éloigne du récepteur. En T_1A, la source se rapproche ; le dénominateur doit être $c - v_A$.

RÉPONSE À RETENIR

La proposition 3 est incorrecte.

Question Q2 – proposition 4

Sujet p. 16

Pour la position T_1A, examiner la proposition 4 : f_RA = [c/(c + 2v_A)] f_E. Choisir parmi les propositions 1, 2, 3 et 4 celle exprimant correctement la fréquence f_RA reçue en T_2 lorsque le téléphone émetteur est à la position T_1A.

Pour une source mobile et un récepteur fixe, la relation Doppler comporte la vitesse de la source une seule fois au dénominateur. En outre, le signe est négatif lorsque la source se rapproche. La proposition 4, avec $c + 2v_A$, ne convient pas.

RÉPONSE À RETENIR

La proposition 4 est incorrecte. La bonne réponse à Q2 est la proposition 2.

Question Q3

Sujet p. 16

Le téléphone mobile T_1 est à chaque instant situé à une distance R = 21 cm de l'axe de rotation vertical autour duquel il effectue une rotation de période de révolution T = 0,77 s. Vérifier que la norme de la vitesse du téléphone vaut environ v_B = 1,7 m·s⁻¹.

En une période, le téléphone parcourt une circonférence de longueur $2\pi R$. La norme de sa vitesse en mouvement circulaire uniforme vaut donc $v = \frac{2\pi R}{T}$. Avec $R = 21\ \text{cm} = 0{,}21\ \text{m}$ et $T = 0{,}77\ \text{s}$:

$v = \frac{2\pi \times 0{,}21}{0{,}77} \approx 1{,}71\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

RÉPONSE À RETENIR

La vitesse vaut environ $1{,}71\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, soit $1{,}7\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ à deux chiffres significatifs.

Question Q4

Sujet p. 16

Lorsque le téléphone est au point T_1B, le second téléphone mesure la fréquence reçue f_RB = 995 Hz. On admet que cette fréquence vérifie la relation f_RB = [c/(c + v_B)] f_E. Donner l'expression de v_B.

On part de $f_{RB} = \frac{c}{c + v_B} f_E$. En multipliant par $c + v_B$, puis en divisant par f_{RB}, on obtient $c + v_B = \frac{c f_E}{f_{RB}}$. Ainsi :

$v_B = \frac{c f_E}{f_{RB}} - c = c\left(\frac{f_E}{f_{RB}} - 1\right) = \frac{c(f_E - f_{RB})}{f_{RB}}$.

RÉPONSE À RETENIR

$$v_B = c\left(\frac{f_E}{f_{RB}} - 1\right) = \frac{c(f_E - f_{RB})}{f_{RB}}.$$

Question Q4

Sujet p. 16

> À partir de la relation f_RB = [c/(c + v_B)] f_E, donner la valeur numérique de v_B.

Avec $c = 340\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, $f_E = 1000\ \mathrm{Hz}$ et $f_{RB} = 995\ \mathrm{Hz}$, l'expression précédente donne :

$v_B = 340\left(\frac{1000}{995} - 1\right) = 340 \times \frac{5}{995} \approx 1{,}71\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

RÉPONSE À RETENIR

$v_B \approx 1{,}71\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, soit environ $1{,}7\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

Question Q4

Sujet p. 16

> Vérifier la conformité du résultat avec l'analyse faite à la question Q1.

Au point T_1B, la relation fournie est celle d'une source qui s'éloigne du récepteur : le dénominateur est $c + v_B$. Elle prédit une fréquence reçue inférieure à la fréquence émise, ce que confirment les valeurs mesurées : $995\ \mathrm{Hz} < 1000\ \mathrm{Hz}$. Le calcul donne une vitesse positive d'environ $1{,}7\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, cohérente avec la norme trouvée à la question Q3. La direction du mouvement est opposée à celle en T_1A : en T_1A, la source se rapproche et le son est plus aigu ; en T_1B, elle s'éloigne et le son est plus grave.

RÉPONSE À RETENIR

Le résultat est cohérent : en T_1B, T_1 s'éloigne de T_2, et la fréquence reçue (995 Hz) est plus faible que la fréquence émise (1000 Hz). En T_1A, T_1 se rapproche de T_2 ; les deux positions correspondent à des sens de déplacement opposés le long de la direction émetteur-récepteur.

Exercice B

None points

Banc de test d’un moteur ionique à iode

Exercice B

Question Q1

Sujet p. 18

> Rappeler la relation donnant la force électrique $\vec{F}$ subie par une particule de charge q soumise à un champ électrique $\vec{E}$.

La force électrique exercée sur une particule de charge algébrique q, placée dans un champ électrique $\vec{E}$, est donnée par la relation vectorielle $\vec{F} = q\vec{E}$. Le signe de q détermine le sens de la force par rapport au champ.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\boxed{\vec{F} = q\vec{E}}$

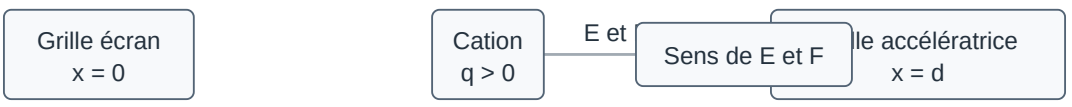
Question Q1

Sujet p. 18

> Reproduire sur la copie le schéma de la figure 2 et représenter la force électrique subie par un cation, sans souci d’échelle. Justifier votre réponse.

Le cation est chargé positivement, donc $q > 0$. D’après $\vec{F} = q\vec{E}$, la force électrique est dans le même sens que le champ. Sur la figure 2, $\vec{E}$ est dirigé vers la droite, de la grille écran vers la grille accélératrice : la force sur le cation est donc dirigée vers la droite.

Champ électrique et force sur le cation



Pour un cation, la force électrique et le champ sont orientés vers la droite.

RÉPONSE À RETENIR

Il faut représenter $\vec{F}$ sur le cation vers la droite, dans le même sens que $\vec{E}$.

Question Q2

Sujet p. 18

En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, montrer que l'expression de l'énergie cinétique E_CS d'une particule de charge q en sortie de l'accélérateur est E_CS = qU.

Le théorème de l'énergie cinétique s'écrit $E_{c,S} - E_{c,e} = \sum W$. Le poids est négligé et le travail de la force électrique vaut $W(\vec{F}) = qU$. La vitesse d'entrée étant considérée nulle, $E_{c,e} = 0$. Ainsi, $E_{c,S} - 0 = qU$.

RÉPONSE À RETENIR

L'énergie cinétique en sortie vaut $\boxed{E_{c,S} = qU}$.

Question Q3

Sujet p. 17, 18

Expliquer pourquoi les ions I^+ et I_2^+ en sortie d'accélérateur ont une énergie cinétique identique.

Les deux ions I^+ et I_2^+ portent la même charge $q = e$. Ils sont accélérés par la même différence de potentiel U. D'après la relation établie à la question précédente, leur énergie cinétique de sortie vaut dans les deux cas eU ; cette énergie ne dépend pas de leur masse.

RÉPONSE À RETENIR

Les ions I^+ et I_2^+ ont la même énergie cinétique en sortie : $\boxed{E_{c,S} = eU}$.

Question Q4

Sujet p. 17, 18, 19

Calculer, en keV, la valeur de l'énergie cinétique théorique, notée E_CS(théo), des ions I^+ et I_2^+ en sortie de l'accélérateur dans les conditions de l'expérience (U = 900 V).

Pour chacun de ces ions, $q = e = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$. Avec $U = 900\ \mathrm{V}$, on obtient :

$$E_{c,S} = qU = (1{,}60 \times 10^{-19})(900) = 1{,}44 \times 10^{-16}\ \mathrm{J}.$$

Comme $1\ \mathrm{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$, cette énergie correspond à $900\ \mathrm{eV}$, soit $0{,}900\ \mathrm{keV}$.

RÉPONSE À RETENIR

Pour I^+ et I_2^+, $\boxed{E_{c,S}(\text{théo}) = 0{,}900\ \mathrm{keV}}$.

Question Q4

Sujet p. 18, 19

Indiquer si cette valeur est cohérente en la comparant à une valeur expérimentale à estimer grâce à la figure 3.

À la lecture de la figure 3, le pic de répartition est situé aux environs de $0{,}91\ \mathrm{keV}$. Cette estimation est proche de la valeur théorique $0{,}900\ \mathrm{keV}$ calculée à la question précédente.

RÉPONSE À RETENIR

La valeur théorique est cohérente avec l'expérience : le pic mesuré est estimé à environ $0{,}91\ \mathrm{keV}$, proche de $0{,}900\ \mathrm{keV}$.

Question Q5

Sujet p. 19

> Rappeler l'expression de l'énergie cinétique en fonction de la masse m de l'ion ainsi que sa vitesse de sortie v_S.

Pour un ion de masse m se déplaçant à la vitesse de sortie v_S, l'énergie cinétique classique s'écrit :

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{E_{c,S} = \frac{1}{2} m v_S^2}$$

Question Q5

Sujet p. 18, 19

> Montrer que la vitesse de sortie s'exprime v_S = √(2qU/m).

À la sortie, $E_{c,S} = qU$ et, d'après l'expression de l'énergie cinétique, $E_{c,S} = \frac{1}{2} m v_S^2$. On égalise ces expressions : $\frac{1}{2} m v_S^2 = qU$, donc $v_S^2 = \frac{2qU}{m}$. La vitesse étant positive, on retient la racine positive.

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{v_S = \sqrt{\frac{2qU}{m}}}$$

Question Q6

Sujet p. 17, 19

> Lorsque la poussée du moteur est maximale, la tension U a pour valeur U = 1,3 kV. Calculer la valeur de la vitesse de sortie v_S(I⁺) des ions I⁺.

Pour I^+, $q = e = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$ et $m = m_I = 2{,}11 \times 10^{-25}\ \mathrm{kg}$. La tension vaut $U = 1{,}3\ \mathrm{kV} = 1{,}3 \times 10^{3}\ \mathrm{V}$. En appliquant la relation de la question Q5 :

$$v_S = \sqrt{\frac{2(1{,}60 \times 10^{-19})(1{,}3 \times 10^{3})}{2{,}11 \times 10^{-25}}} \approx 4{,}44 \times 10^{4}\ \mathrm{m\,s^{-1}}.$$

RÉPONSE À RETENIR

La vitesse de sortie de I^+ est d'environ $\boxed{4{,}4 \times 10^{4}\ \mathrm{m\,s^{-1}}}$.

Question Q6

Sujet p. 17, 19

> Comparer la valeur de la vitesse de sortie à l'ordre de grandeur de la vitesse d'éjection des ions donné en début d'énoncé.

La valeur calculée, $4{,}4 \times 10^{4}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$, équivaut à environ $44\ \mathrm{km\,s^{-1}}$. L'énoncé annonce des vitesses d'éjection de l'ordre de plusieurs dizaines de kilomètres par seconde : le résultat est donc du même ordre de grandeur.

RÉPONSE À RETENIR

La vitesse calculée, environ $44\ \mathrm{km\,s^{-1}}$, est conforme à l'ordre de grandeur annoncé.

Question Q7

Sujet p. 17, 19

> Les trois cations I⁺, I²⁺ et I_2^+ ont des vitesses de sortie différentes. Les classer, sans faire de calcul, par ordre

> croissant à l'aide de l'expression de v_S donnée à la question Q5.

À tension identique, v_S augmente avec le rapport q/m, puisque $v_S = \sqrt{2U(q/m)}$. Pour I_2^+, $q = e$ et $m = 2m_I$, donc le rapport est le plus faible. Pour I^+, $q = e$ et $m = m_I$. Pour I^{2+}, $q = 2e$ et $m = m_I$, donc le rapport est le plus élevé.

RÉPONSE À RETENIR

Par ordre croissant des vitesses : $\boxed{v_S(\mathrm{I}_2^+) < v_S(\mathrm{I}^+) < v_S(\mathrm{I}^{2+})}$.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2026/spe-sciences-ingenieur-2026-centres-etranger-1-sujet-officiel.pdf
© FormaV EI • Proposition de correction, distincte d'un corrigé officiel.

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.