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 + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Physique-chimie

Session 2025 • Asie • Jour 1 • Remplacement

Code sujet **25-PYCPE4** 3 heures 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice 1 — Compétition de saut d’obstacles en hobby horse
12 réponses • sujet p. 2–6

Exercice 2 — Pollution des sols par le césium à Fukushima
8 réponses • sujet p. 7–8

Exercice 3 — Dosage du phosphore dans une eau de piscine
7 réponses • sujet p. 9–12

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

Exercice 1

11 points

Compétition de saut d'obstacles en hobby horse

1. Annonce de la compétition de hobby horse diffusée par le mégaphone d'une voiture

Question Q1.

Sujet p. 2

> Décrire l'effet Doppler.

L'effet Doppler correspond à une modification de la fréquence perçue d'une onde lorsqu'il existe un mouvement relatif entre la source et l'observateur. Si la source se rapproche, les ondes arrivent plus rapprochées et la fréquence perçue est supérieure à la fréquence émise ; si elle s'éloigne, la fréquence perçue est inférieure.

RÉPONSE À RETENIR

L'effet Doppler est le décalage de fréquence d'une onde dû au mouvement relatif de sa source et de l'observateur.

Question Q2.

Sujet p. 2

> À partir de la relation donnée pour la fréquence sonore perçue fR, justifier que le son entendu par le citadin est plus aigu que celui qu'il percevrait si le véhicule était à l'arrêt.

La voiture s'approche du citadin : dans la relation fournie, sa vitesse de rapprochement est positive, donc $v > 0$. Ainsi, $v_{\text{son}} - v1$. La fréquence perçue vérifie donc $f_R > f_E$. Si la voiture était à l'arrêt, $v = 0$ et la fréquence perçue serait égale à la fréquence émise. Une fréquence plus élevée correspond à un son plus aigu.

RÉPONSE À RETENIR

Le son entendu est plus aigu que celui perçu lorsque la voiture est à l'arrêt, car $f_R > f_E$ lorsque la source s'approche.

Question Q3.

Sujet p. 2

> En déduire la valeur de la vitesse v du véhicule sachant que le citadin perçoit un son de fréquence fR = 448 Hz et que le mégaphone du véhicule en approche émet un son de fréquence fE = 440 Hz. Indiquer si la voiture respecte ou non la vitesse maximale autorisée dans une zone limitée à 30 km·h⁻¹.

À partir de $f_R = \frac{v_{\text{son}}}{v_{\text{son}} - v} f_E$, on isole la vitesse :

$$f_R(v_{\text{son}} - v) = v_{\text{son}} f_E \quad \Longrightarrow \quad v = v_{\text{son}} \left(1 - \frac{f_E}{f_R}\right).$$

En appliquant les données, $v = 340 \left(1 - \frac{440}{448}\right) = 6{,}07 \ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Pour convertir en kilomètres par heure, on multiplie par $3{,}6$: $v = 6{,}07 \times 3{,}6 = 21{,}9 \ \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

RÉPONSE À RETENIR

La vitesse du véhicule est d'environ $6{,}07 \ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, soit $21{,}9 \ \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$. Elle est inférieure à $30 \ \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$: la voiture respecte la limitation.

2. Préparation avant la compétition de hobby horse

Question Q4.

Sujet p. 3

> À l'aide de la figure 1, établir l'expression du diamètre a du crin synthétique en fonction de λ, D et L.

La figure indique que la largeur L de la tache centrale correspond à deux fois la distance entre l'axe central et le bord de la tache. Pour un demi-angle de diffraction θ, on a donc, avec l'approximation des petits angles, $\theta \simeq \tan\theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$. Or $\theta = \frac{\lambda}{a}$. En égalant ces expressions puis en isolant a, on obtient l'expression demandée.

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{a = \frac{2\lambda D}{L}}$$

Question Q5.

Sujet p. 3

> À l'aide des données, montrer que la valeur du diamètre a du crin synthétique utilisé pour fabriquer la crinière du hobby horse est voisine de 144 µm.

On utilise le résultat de la question Q4 en unités SI : $\lambda = 650 \times 10^{-9}\ \mathrm{m}$, $D = 2{,}00\ \mathrm{m}$ et $L = 1{,}80 \times 10^{-2}\ \mathrm{m}$.

$$a = \frac{2 \times 650 \times 10^{-9} \times 2{,}00}{1{,}80 \times 10^{-2}} = 1{,}44 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}.$$

Comme $1\ \mathrm{m} = 10^{6}\ \mu\mathrm{m}$, cela donne $a = 144\ \mu\mathrm{m}$.

RÉPONSE À RETENIR

Le diamètre du crin synthétique est $a \simeq 1{,}44 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}$, soit environ $144\ \mu\mathrm{m}$.

Question Q6.

Sujet p. 3, 4

> À l'aide des données, calculer la valeur de l'incertitude-type u(a) du diamètre du crin synthétique utilisé, donnée par la relation u(a) = a × √[(u(λ)/λ)² + (u(L)/L)² + (u(D)/D)²]. Préciser si le diamètre du crin synthétique choisi convient pour simuler le crin réel d'un cheval dont le diamètre de référence est égal à 140 µm.

On applique la relation d'incertitude fournie. Les rapports d'incertitudes peuvent être calculés en utilisant les mêmes unités pour chaque grandeur et son incertitude :

$$u(a) = a\sqrt{\left(\frac{10}{650}\right)^2 + \left(\frac{0{,}05}{1{,}80}\right)^2 + \left(\frac{0{,}01}{2{,}00}\right)^2}.$$

La racine vaut environ $0{,}0321$. Avec $a \simeq 144\ \mu\mathrm{m}$, on obtient $u(a) \simeq 144 \times 0{,}0321 = 4{,}6\ \mu\mathrm{m}$. L'écart à la valeur de référence est $|144 - 140| = 4\ \mu\mathrm{m}$, inférieur à l'incertitude-type calculée : la mesure est compatible avec la référence selon le quotient de comparaison indiqué dans l'énoncé.

RÉPONSE À RETENIR

$$u(a) \simeq 4{,}6\ \mu\mathrm{m}.$$

La valeur mesurée $144\ \mu\mathrm{m}$ est compatible avec la valeur de référence $140\ \mu\mathrm{m}$ compte tenu de l'incertitude : le diamètre choisi convient pour simuler le crin réel.

3. Étude cinématique du saut d'obstacles en hobby horse

Question Q7.

Sujet p. 4

> En appliquant la deuxième loi de Newton dans le référentiel terrestre, déterminer les coordonnées ax(t) et ay(t) du vecteur accélération du centre de masse M du hobbyhorseur.

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, l'action de l'air est négligée : la seule force exercée sur le système est son poids, $\vec{P} = m\vec{g}$, dirigé vers le bas. La deuxième loi de Newton donne $m\vec{a} = \vec{P}$, donc $\vec{a} = \vec{g}$. Sur la figure, l'axe x est horizontal et l'axe y est vertical orienté vers le haut. Le poids n'a donc pas de composante selon x et sa composante selon y vaut $-mg$.

RÉPONSE À RETENIR

Les coordonnées de l'accélération sont constantes pendant le saut :

$$\boxed{a_x(t) = 0, \qquad a_y(t) = -g = -9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}.}$$

Question Q8.

Sujet p. 5

> Établir les équations horaires x(t) et y(t) décrivant le mouvement du centre de masse M du hobbyhorseur lors du saut.

Les composantes de la vitesse initiale sont $v_{0x} = v_0 \cos\alpha$ et $v_{0y} = v_0 \sin\alpha$. En intégrant les accélérations de la question Q7, on obtient $v_x(t) = v_0 \cos\alpha$ et $v_y(t) = v_0 \sin\alpha - gt$. On intègre ces expressions et on utilise les conditions initiales $x(0) = 0$ et $y(0) = h$.

RÉPONSE À RETENIR

Les équations horaires sont

$$\boxed{x(t) = v_0 \cos(\alpha)\, t, \qquad y(t) = h + v_0 \sin(\alpha)\, t - \frac{1}{2} g t^2.}$$

Question Q9.

Sujet p. 4, 5

> Montrer que l'équation de la trajectoire du centre de masse M du hobbyhorseur s'écrit sous la forme : y(x) = −[g/(2v₀²·cos²(α))]·x² + tan(α)·x + h.

Comme $x(t) = v_0 \cos(\alpha) t$, on peut écrire $t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}$. On remplace cette expression dans l'équation de $y(t)$:

$$y = h + v_0 \sin(\alpha) \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \right)^2 .$$

Le terme linéaire se simplifie en $x \tan(\alpha)$, et le terme quadratique devient $-\frac{g}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha)} x^2$.

RÉPONSE À RETENIR

On obtient bien l'équation de la trajectoire :

$$\boxed{y(x) = -\frac{g}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha)} x^2 + \tan(\alpha) x + h.}$$

Question Q10.

Sujet p. 5

> Déterminer si le hobbyhorseur franchira ou non la barre d'obstacle horizontale, placée à une hauteur H = 1,00 m du sol. Données : h = 1,19 m ; D = 50,0 cm ; les jambes repliées au maximum occupent un espace de 30 cm en dessous du centre de masse M ; la trajectoire est modélisée par y(x) = −0,590 x² + 0,566 x + 1,19, avec x et y exprimés en mètres.

La barre se trouve à l'abscisse $D = 50{,}0\ \text{cm} = 0{,}500\ \text{m}$. À cet endroit, la hauteur du centre de masse vaut :

$$y(0{,}500) = -0{,}590(0{,}500)^2 + 0{,}566(0{,}500) + 1{,}19 = 1{,}3255\ \text{m}.$$

Les jambes occupent un espace de $0{,}30\ \text{m}$ sous le centre de masse. Le point le plus bas des jambes est donc à la hauteur $1{,}3255 - 0{,}30 = 1{,}0255\ \text{m}$, supérieure à la hauteur de la barre $H = 1{,}00\ \text{m}$.

RÉPONSE À RETENIR

Oui, selon le modèle donné, le hobbyhorseur franchit la barre : le bas de ses jambes passe à environ $1{,}03\ \text{m}$, soit environ $2{,}6\ \text{cm}$ au-dessus de la barre.

Question Q11.

Sujet p. 5

> À l'aide des données, calculer la valeur de l'angle α puis celle de la vitesse initiale v_0 avec lesquelles le hobbyhorseur aborde l'obstacle. Indiquer comment le hobbyhorseur peut faire évoluer ces paramètres pour modifier sa trajectoire afin de sauter une barre d'obstacle de hauteur plus élevée. Données : h = 1,19 m ; D = 50,0 cm ; y(x) = −0,590 x² + 0,566 x + 1,19, avec x et y exprimés en mètres.

On compare l'équation donnée $y(x) = -0{,}590x^2 + 0{,}566x + 1{,}19$ à la forme générale obtenue à la question Q9. Le coefficient de x donne $\tan(\alpha) = 0{,}566$, donc $\alpha = \arctan(0{,}566) \simeq 29{,}5^\circ$.

Le coefficient de x^2 donne $\frac{g}{2v_0^2\cos^2(\alpha)} = 0{,}590$, d'où $v_0 = \sqrt{\frac{g}{2(0{,}590)\cos^2(\alpha)}}$. Comme $\tan(\alpha) = 0{,}566$, $\cos^2(\alpha) = \frac{1}{1+0{,}566^2}$. Avec $g = 9{,}81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, on trouve $v_0 \simeq 3{,}31\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. En kilomètres par heure, cela vaut $3{,}31 \times 3{,}6 \simeq 11{,}9\ \text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Pour augmenter la hauteur de la trajectoire, le hobbyhorseur peut modifier l'angle de lancement et/ou augmenter sa vitesse initiale. Ces paramètres doivent être ajustés pour que le centre de masse et les jambes passent au-dessus de la barre à son aplomb.

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{\alpha \simeq 29{,}5^\circ, \qquad v_0 \simeq 3{,}31\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1} \simeq 11{,}9\ \text{km}\cdot\text{h}^{-1}.}$$

Pour franchir une barre plus haute, il peut augmenter la vitesse initiale et/ou ajuster l'angle de lancement afin d'élever sa trajectoire à l'aplomb de l'obstacle.

Question Q12.

Sujet p. 5, 6

> À partir de la figure 3, déterminer la valeur de la vitesse initiale v_0 avec laquelle le hobbyhorseur doit arriver sur l'obstacle pour espérer égaler le record mondial, établi à une hauteur d'obstacle de 1,40 m. Indiquer si cela est réalisable par ce hobbyhorseur sachant qu'habituellement, lors des entraînements, sa vitesse initiale v_0 est comprise entre 11,5 et 13,5 km·h⁻¹.

Pour franchir une barre de hauteur $1{,}40\ \text{m}$, il faut que le centre de masse soit au moins à $1{,}40 + 0{,}30 = 1{,}70\ \text{m}$, afin que les jambes repliées, qui descendent de $0{,}30\ \text{m}$ sous le centre de masse, puissent passer au-dessus de la barre. On lit alors sur la figure 3, pour $y_{\max} \simeq 1{,}70\ \text{m}$, une vitesse initiale d'environ

$4{,}3\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. La vitesse maximale habituelle vaut $13{,}5\ \mathrm{km\cdot h^{-1}} = \frac{13{,}5}{3{,}6} = 3{,}75\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. La vitesse lue est donc supérieure à la plage habituelle.

RÉPONSE À RETENIR

Il faudrait une vitesse initiale d'environ $4{,}3\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, soit $4{,}3 \times 3{,}6 \simeq 15{,}5\ \mathrm{km\cdot h^{-1}}$. Cette vitesse dépasse la plage habituelle de $11{,}5$ à $13{,}5\ \mathrm{km\cdot h^{-1}}$: égaler le record n'est donc pas réalisable à ses vitesses habituelles d'entraînement.

Exercice 2

5 points

Pollution des sols par le césium à Fukushima

Question Q1.

Sujet p. 7

> Rappeler la définition d'un noyau radioactif.

Un noyau est radioactif lorsqu'il est instable et se transforme spontanément en un autre noyau, en émettant une ou plusieurs particules et/ou un rayonnement. La désintégration d'un noyau isolé est aléatoire.

RÉPONSE À RETENIR

Un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre spontanément en émettant des particules et/ou un rayonnement.

Question Q2.

Sujet p. 7

> Recopier et compléter l'équation de fission de l'uranium-235 aboutissant au césium-137 : $^{235}_{92}$U + $^{1}_{0}$n → $^{137}_{55}$Cs + $^{93}_{(\ldots)}$Rb + … $^{1}_{0}$n.

On applique les lois de conservation du nombre de nucléons et du numéro atomique dans une équation nucléaire.

- Conservation du numéro atomique : le numéro atomique du rubidium vaut $92 - 55 = 37$.
- Conservation du nombre de nucléons : le nombre de neutrons émis vaut $235 + 1 - 137 - 93 = 6$.

Vérification : à gauche, le nombre de nucléons vaut $235 + 1 = 236$ et le numéro atomique vaut 92. À droite, ils valent respectivement $137 + 93 + 6 = 236$ et $55 + 37 = 92$.

RÉPONSE À RETENIR

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \longrightarrow ^{137}_{55}\mathrm{Cs} + ^{93}_{37}\mathrm{Rb} + 6\,^{1}_{0}\mathrm{n}.$$

Question Q3.

Sujet p. 7

> Écrire l'équation modélisant la transformation nucléaire de $^{137}_{55}$Cs en $^{137}_{56}$Ba* et préciser la nature de cette désintégration.

Le nombre de nucléons reste égal à 137, tandis que le numéro atomique augmente de 55 à 56. Il s'agit d'une désintégration β^- : un neutron du noyau se transforme en proton, avec émission d'un électron et d'un antineutrino électronique. Le noyau de baryum formé est excité, comme l'indique l'astérisque.

RÉPONSE À RETENIR

$$^{137}_{55}\mathrm{Cs} \longrightarrow ^{137}_{56}\mathrm{Ba}^{*} + ^{0}_{-1}\mathrm{e} + \bar{\nu}_e.$$

Cette transformation est une désintégration bêta moins (β^-).

Question Q4.

Sujet p. 7, 8

> Calculer la valeur de la longueur d'onde λp du photon émis lors de la transition de $^{137}_{56}$Ba* vers $^{137}_{56}$Ba, sachant que le photon possède une énergie ΔE = 662 keV. Préciser, en s'aidant des données, à quel domaine des ondes

électromagnétiques il appartient.

L'énergie du photon vérifie $\Delta E = hc/\lambda_p$, donc $\lambda_p = hc/\Delta E$. Convertissons l'énergie en joules :

$$\Delta E = 662 \times 10^{3} \times 1{,}60 \times 10^{-19} = 1{,}0592 \times 10^{-13}\ \text{J}.$$

Avec $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s}$ et $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,

$$\lambda_p = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{1{,}0592 \times 10^{-13}} \simeq 1{,}88 \times 10^{-12}\ \text{m}.$$

Cette longueur d'onde est inférieure à $10^{-11}\ \text{m}$, limite donnée pour le domaine des rayons gamma.

RÉPONSE À RETENIR

$\lambda_p \simeq 1{,}88 \times 10^{-12}\ \text{m}$. Le photon appartient au domaine des rayons gamma.

Question Q5.

Sujet p. 8

Établir l'équation différentielle suivie par le nombre de noyaux N(t) en introduisant la constante radioactive λ du césium-137. Données : A(t) = −dN(t)/dt et A(t) = λ·N(t).

Les relations données sont $A(t) = -\dfrac{\mathrm{d}N(t)}{\mathrm{d}t}$ et $A(t) = \lambda N(t)$. En les identifiant, on obtient $-\dfrac{\mathrm{d}N(t)}{\mathrm{d}t} = \lambda N(t)$. Le signe négatif traduit la diminution du nombre de noyaux radioactifs au cours du temps.

RÉPONSE À RETENIR

$$\frac{\mathrm{d}N(t)}{\mathrm{d}t} = -\lambda N(t), \qquad \text{soit} \qquad \frac{\mathrm{d}N(t)}{\mathrm{d}t} + \lambda N(t) = 0.$$

Question Q6.

Sujet p. 8

Donner la définition de la demi-vie radioactive $t_{1/2}$ ainsi que la relation entre la demi-vie $t_{1/2}$ et la constante radioactive λ. Montrer que la constante radioactive du césium-137 vaut λ = 2,30 × 10⁻² an⁻¹. Donnée : $t_{1/2}$ = 30,1 ans.

La demi-vie $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs restants, et donc l'activité, est divisé par deux. À partir de $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$, on impose $N(t_{1/2}) = N_0/2$:

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}} \quad \Longrightarrow \quad \lambda t_{1/2} = \ln 2 \quad \Longrightarrow \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}.$$

Avec $t_{1/2} = 30{,}1\ \text{ans}$,

$$\lambda = \frac{0{,}693}{30{,}1\ \text{ans}} = 2{,}30 \times 10^{-2}\ \text{an}^{-1}.$$

RÉPONSE À RETENIR

La demi-vie est le temps nécessaire pour que le nombre de noyaux radioactifs présents soit divisé par deux. La relation est $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$, soit $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$. Pour le césium-137, $\lambda = 2{,}30 \times 10^{-2}\ \text{an}^{-1}$.

Question Q7.

Sujet p. 8

Montrer que la valeur de l'activité surfacique initiale $A_i$surf au moment de l'accident à Iitate vaut environ $A_i$surf = 1,02 × 10³ kBq·m⁻². Un an après la catastrophe, l'activité surfacique mesurée à Iitate était de 1,00 × 10³ kBq·m⁻² ;

> l'activité surfacique suit la loi Asurf(t) = Aᵢsurf·e⁻λᵗ.

On prend $t = 1\ \text{an}$ comme instant de la mesure donnée. La loi de décroissance est $A_{\text{surf}}(t) = A_{i\,\text{surf}} e^{-\lambda t}$. On isole l'activité initiale :

$$A_{i\,\text{surf}} = A_{\text{surf}}(1) e^{\lambda \times 1\,\text{an}}.$$

Avec $A_{\text{surf}}(1) = 1{,}00 \times 10^{3}\ \text{kBq} \cdot \text{m}^{-2}$ et $\lambda = 2{,}30 \times 10^{-2}\ \text{an}^{-1}$, l'exposant est sans dimension et

$$A_{i\,\text{surf}} = 1{,}00 \times 10^{3} e^{0{,}0230} \simeq 1{,}023 \times 10^{3}\ \text{kBq} \cdot \text{m}^{-2}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$$A_{i\,\text{surf}} \simeq 1{,}02 \times 10^{3}\ \text{kBq} \cdot \text{m}^{-2}.$$

Question Q8.

Sujet p. 8

> En déduire l'année à partir de laquelle les sols seront de nouveau cultivables dans la région d'Iitate, dans l'hypothèse où aucune action de décontamination n'est entreprise et en l'absence de nouvelle contamination. Un sol est non cultivable lorsque son activité surfacique dépasse 10,0 kBq·m⁻².

La contamination cesse selon le critère indiqué lorsque l'activité surfacique atteint $10{,}0\ \text{kBq} \cdot \text{m}^{-2}$, puis passe en dessous. En utilisant l'activité initiale de la question Q7, on cherche le temps t, compté depuis l'accident, tel que

$$10{,}0 = A_{i\,\text{surf}} e^{-\lambda t}.$$

En isolant t,

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{A_{i\,\text{surf}}}{10{,}0\ \text{kBq} \cdot \text{m}^{-2}}\right) \simeq \frac{1}{0{,}0230} \ln\left(\frac{1{,}023 \times 10^{3}}{10{,}0}\right) \simeq 201\ \text{ans}.$$

Ce temps est compté depuis l'accident de 2011 : $2011 + 201 \simeq 2212$. Les données étant arrondies, l'année obtenue est une estimation.

RÉPONSE À RETENIR

Selon le modèle, l'activité atteint le seuil de cultivabilité environ 201 ans après l'accident, soit vers l'année 2212. À partir de ce moment, elle est inférieure ou égale à $10{,}0\ \text{kBq} \cdot \text{m}^{-2}$, sous les hypothèses indiquées.

Exercice 3

4 points

Dosage du phosphore dans une eau de piscine

Question Q1.

Sujet p. 9

> À l'aide de la figure 1, déterminer la valeur du pKa_2 du couple ($H_2PO_4^-$ (aq) / HPO_4^{2-} (aq)) et la valeur du pKa_3 du couple (HPO_4^{2-} (aq) / PO_4^{3-} (aq)).

Pour un couple acide-base, au pH où les proportions de l'acide et de sa base conjuguée sont égales, on a pH = pKa. Il faut donc lire les abscisses des intersections des courbes des espèces de chaque couple sur la figure 1.

La courbe de $H_2PO_4^-$ croise celle de HPO_4^{2-} vers pH = 7,2. Les courbes de HPO_4^{2-} et PO_4^{3-} se croisent vers pH = 12,3.

RÉPONSE À RETENIR

La lecture du diagramme donne $pKa_2 \approx 7,2$ et $pKa_3 \approx 12,3$.

Question Q2.

Sujet p. 9, 10

> Représenter le diagramme de prédominance de ces espèces phosphorées. En déduire la nature de l'espèce phosphorée majoritaire dans l'eau d'une piscine dont le pH vaut 7,0.

Pour chaque couple acide-base, la forme acide prédomine lorsque pH < pKa et la forme basique lorsque pH > pKa. Avec $pKa_1 = 2,1$ et les valeurs lues à la question précédente, les domaines de prédominance sont :

Intervalle de pH	Espèce prédominante
pH < 2,1	H_3PO_4
2,1 < pH < 7,2	$H_2PO_4^-$
7,2 < pH < 12,3	HPO_4^{2-}
pH > 12,3	PO_4^{3-}

À pH = pKa, les deux espèces du couple concerné sont en proportions égales. Comme 2,1 < 7,0 < 7,2, l'espèce prédominante à pH = 7,0 est $H_2PO_4^-$.

RÉPONSE À RETENIR

À pH = 7,0, l'espèce phosphorée majoritaire est l'ion dihydrogénophosphate $H_2PO_4^-$.

Question Q3.

Sujet p. 10

> À l'aide de la figure 2 et en expliquant votre démarche, proposer une valeur de longueur d'onde λ à laquelle il serait judicieux de régler le spectrophotomètre. Préciser, en justifiant, la couleur du composé coloré formé après ajout du réactif.

Pour obtenir une mesure sensible, on règle le spectrophotomètre au voisinage du maximum d'absorbance du composé coloré. D'après la figure 2, ce maximum se situe vers 700 nm. Le composé absorbe donc principalement une lumière rouge. La couleur observée est la couleur complémentaire de la lumière

absorbée ; le cercle chromatique indique que la couleur complémentaire du rouge est le cyan, ou bleu-vert.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> On peut régler le spectrophotomètre à $\lambda \approx 700$ nm. Le composé apparaît cyan (bleu-vert), couleur complémentaire du rouge qu'il absorbe principalement.

Question Q4.

Sujet p. 10, 11

> Montrer que la masse m qu'il faut prélever pour préparer la solution S_0 de concentration $C(S_0) = 3{,}67 \times 10^{-3}$ mol·L^{-1} dans une fiole jaugée de volume V = 200 mL est voisine de 100 mg.

La quantité de matière d'espèces phosphorées dissoutes est égale à celle de KH_2PO_4 introduit. On calcule cette quantité avec $n = C\,V$, puis la masse de solide avec $m = n\,M$, d'où $m = C\,V\,M$.

On convertit d'abord le volume : V = 200 mL = 0,200 L. Alors :

$n = C\,V = 3{,}67 \times 10^{-3}$ mol·L^{-1} × 0,200 L = $7{,}34 \times 10^{-4}$ mol.

Avec $M(KH_2PO_4) = 136$ g·mol^{-1} :

$m = n\,M = 7{,}34 \times 10^{-4}$ mol × 136 g·mol^{-1} = $9{,}9824 \times 10^{-2}$ g ≈ 0,100 g = 100 mg.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Il faut prélever environ 0,100 g, soit 100 mg, de KH_2PO_4.

Question Q5.

Sujet p. 11

> Écrire en le détaillant le protocole de préparation de la solution S à partir de la solution S_0. Préciser la verrerie utilisée ainsi que son volume. La solution S_0 doit être diluée cent fois.

Pour une dilution cent fois, le facteur de dilution vaut $F = V_{final}/V_{prélevé} = 100$. On peut, par exemple, utiliser une pipette jaugée de 10,0 mL et une fiole jaugée de 1,00 L : 1,00 L / 10,0 mL = 100.

1. Rincer la pipette jaugée de 10,0 mL avec un peu de solution S_0.
2. Prélever 10,0 mL de S_0 avec la pipette et transférer ce volume dans la fiole jaugée de 1,00 L.
3. Ajouter de l'eau distillée, puis compléter jusqu'au trait de jauge en ajustant le bas du ménisque au trait.
4. Boucher la fiole et homogénéiser par retournements.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La solution S s'obtient en prélevant 10,0 mL de S_0 avec une pipette jaugée et en complétant à 1,00 L dans une fiole jaugée. Le facteur de dilution est bien égal à 100.

Question Q6.

Sujet p. 11, 12

> Justifier que l'absorbance peut être modélisée par la relation $A = k \cdot C$ et vérifier que le coefficient k a pour valeur 0,156 L·mg^{-1} à l'aide d'une méthode de votre choix.

Sur la figure 3, les points expérimentaux sont alignés sur une droite passant par l'origine. L'absorbance est donc proportionnelle à la concentration massique et peut être modélisée par $A = k \cdot C$. Le coefficient k est le coefficient directeur de cette droite. En utilisant, par exemple, le point C = 2,00 mg·L^{-1} et A = 0,311, on obtient :

$k \approx A/C = 0{,}311/2{,}00 = 0{,}1555$ L·mg^{-1}.

Cette valeur s'arrondit à 0,156 $L \cdot mg^{-1}$, conformément à la valeur demandée.

RÉPONSE À RETENIR

L'absorbance peut être modélisée par $A = k \cdot C$, avec $k \approx 0{,}156\ L \cdot mg^{-1}$.

Question Q7.

Sujet p. 11, 12

À partir des données et des résultats expérimentaux, donner la qualité de l'eau de piscine étudiée. Après filtration, un volume Vfiltrat = 5,00 mL du filtrat est placé dans une fiole jaugée de 25,0 mL, auquel on ajoute Vréactif = 5,00 mL de réactif spécifique ; on complète avec de l'eau distillée et l'absorbance mesurée vaut Aeau = 0,075.

La concentration massique de la solution colorée mesurée est déterminée à partir de la droite d'étalonnage : $C_{mesurée} = A_{eau}/k$. Ainsi :

$C_{mesurée} = 0{,}075/0{,}156 \approx 0{,}481\ mg \cdot L^{-1}$.

Cette solution a été préparée en prélevant 5,00 mL de filtrat puis en complétant à 25,0 mL. Son facteur de dilution est donc 25,0/5,00 = 5,00. La concentration dans le filtrat initial vaut alors :

$C_{filtrat} = 5{,}00 \times 0{,}481 \approx 2{,}40\ mg \cdot L^{-1}$.

Cette concentration est supérieure à 1,0 $mg \cdot L^{-1}$, seuil de la catégorie « très mauvaise » dans le tableau.

RÉPONSE À RETENIR

La concentration en espèces phosphorées de l'eau de piscine est d'environ 2,40 $mg \cdot L^{-1}$. Comme elle est supérieure à 1,0 $mg \cdot L^{-1}$, la qualité de l'eau est très mauvaise.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2025/spe-physique-chimie-2025-asie-1-remplacement-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.