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 2026 • Amérique du Nord • Jour 1

Code sujet **26-PYCJ1AN1** 3 heures 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice 1 — Valorisation du dioxyde de carbone dans les cimenteries
18 réponses • sujet p. 2–5

Exercice 2 — L’effet photoélectrique et ses applications
9 réponses • sujet p. 6–7

Exercice 3 — La Wemba-mania
8 réponses • sujet p. 8–10

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

Exercice 1

9 points

Valorisation du dioxyde de carbone dans les cimenteries

1. Captage de la molécule de dioxyde de carbone par la molécule d'éthanolamine

Question Q.1.

Sujet p. 2, 3

> Reproduire, sur la copie, la formule topologique de la molécule d'éthanolamine. Entourer les groupes caractéristiques de la molécule puis nommer les familles fonctionnelles associées.

La formule topologique correspond à la chaîne $\mathrm{HO–CH_2–CH_2–NH_2}$. Le groupe hydroxyle $\mathrm{–OH}$ porté par un carbone est caractéristique d'un alcool ; le groupe amino $\mathrm{–NH_2}$ est caractéristique d'une amine. L'azote étant lié à un seul groupe carboné, il s'agit d'une amine primaire.

RÉPONSE À RETENIR

La molécule est $\mathrm{HO–CH_2–CH_2–NH_2}$; elle comporte une fonction alcool et une fonction amine primaire.

Question Q.2.

Sujet p. 2, 3

> On considère un volume V = 1,0 L d'une solution d'éthanolamine à 20 % en masse. Vérifier que la valeur de la concentration en quantité de matière C de la solution aqueuse d'éthanolamine à 20 % est de 3,3 mol·L⁻¹.

La densité de la solution vaut 1,0. Avec $\rho_{\text{eau}} = 1{,}00\ \text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, on prend donc $\rho_{\text{solution}} = 1{,}00\ \text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Pour $V = 1{,}0\ \text{L} = 1000\ \text{mL}$, la masse de solution est :

$m_{\text{solution}} = \rho V = 1{,}00 \times 1000 = 1000\ \text{g}.$

À 20 % en masse, la masse d'éthanolamine est $m = 0{,}20 \times 1000 = 200\ \text{g}$. Ainsi, $n = m/M = 200/61{,}0 = 3{,}28\ \text{mol}$, puis $C = n/V = 3{,}28/1{,}0 = 3{,}28\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

RÉPONSE À RETENIR

À deux chiffres significatifs, $C = 3{,}3\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, comme demandé.

Question Q.3.

Sujet p. 2, 3

> La mesure du pH de la solution donne pH = 11. Représenter le diagramme de prédominance du couple acide-base de l'éthanolamine.

La limite entre les domaines de prédominance du couple $\mathrm{C_2H_8NO^+/C_2H_7NO}$ est au $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_A = 9{,}5$. À cette valeur, les deux formes sont en proportions égales. En dessous prédomine la forme acide ; au-dessus prédomine la forme basique.



RÉPONSE À RETENIR

Le diagramme est séparé à $\mathrm{pH} = 9{,}5$: $\mathrm{C_2H_8NO^+}$ prédomine pour $\mathrm{pH} < 9{,}5$, et $\mathrm{C_2H_7NO}$ pour $\mathrm{pH} > 9{,}5$.

Question Q.4.

Sujet p. 2, 3

> Préciser, en justifiant, sous quelle forme acide ou basique est présente l'éthanolamine dans la solution.

Le pH mesuré est supérieur au $\mathrm{p}K_A$: $11 > 9{,}5$. La forme basique du couple prédomine donc dans la solution. Cette forme est l'éthanolamine $\mathrm{C_2H_7NO}$.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'éthanolamine est majoritairement présente sous sa forme basique $\mathrm{C_2H_7NO}$.

Question Q.5.

Sujet p. 3

> Pour la réaction de l'éthanolamine avec l'eau, donner l'expression du taux d'avancement τ de la réaction étudiée en fonction de l'avancement final x_f et de l'avancement maximal x_max.

Par définition, le taux d'avancement est le rapport de l'avancement final à l'avancement maximal. Ce rapport est sans unité.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\tau = \dfrac{x_f}{x_{\max}}$.

Question Q.6.

Sujet p. 3

> Exprimer l'avancement maximal x_max en fonction de C et V. Le candidat pourra s'appuyer, si besoin, sur un tableau d'avancement.

Dans l'équation de réaction, l'éthanolamine et l'eau réagissent dans les proportions 1:1. L'eau étant le solvant, elle est en large excès : l'éthanolamine est le réactif limitant. Sa quantité initiale vaut $n_0 = CV$; l'avancement maximal est donc égal à cette quantité. Avec C en $\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, V doit être exprimé en litres.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $x_{\max} = CV$, en mol.

Question Q.7.

Sujet p. 2, 3

> Montrer que le taux d'avancement τ peut s'exprimer : τ = (K_e · c°) / (C · 10^{-pH}).

À l'équilibre, la quantité d'ions $\mathrm{HO^-}$ formée par la réaction est x_f. Dans le modèle de la réaction étudiée, en négligeant l'apport initial très faible de $\mathrm{HO^-}$ de l'eau, $[\mathrm{HO^-}] = x_f/V$. Avec $x_{\max} = CV$, on obtient :

$$\tau = \frac{x_f}{CV} = \frac{[\mathrm{HO^-}]V}{CV} = \frac{[\mathrm{HO^-}]}{C}.$$

La relation de l'eau donnée dans le sujet s'écrit $K_e = [\mathrm{H_3O^+}][\mathrm{HO^-}]/(c^\circ)^2$, et la définition du pH donne $[\mathrm{H_3O^+}] = c^\circ 10^{-\mathrm{pH}}$. Il vient donc $[\mathrm{HO^-}] = K_e c^\circ / 10^{-\mathrm{pH}}$. En substituant dans l'expression de τ, on trouve bien la relation demandée.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\tau = \dfrac{K_e\, c^\circ}{C\, 10^{-\mathrm{pH}}}$.

Question Q.8.

Sujet p. 2, 3

> Calculer la valeur du taux d'avancement τ et la commenter par rapport à la force de la base.

Avec $K_e = 1{,}0 \times 10^{-14}$, $c^\circ = 1{,}0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $C = 3{,}3\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $\text{pH} = 11$:

$\tau = \dfrac{1{,}0 \times 10^{-14} \times 1{,}0}{3{,}3 \times 10^{-11}} \simeq 3{,}0 \times 10^{-4}$.

Ce taux très inférieur à 1 signifie qu'une très faible fraction de l'éthanolamine a réagi avec l'eau : la transformation est limitée, ce qui caractérise une base faible.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\tau \simeq 3{,}0 \times 10^{-4}$, soit environ $0{,}030\ \%$. L'éthanolamine est une base faible.

Question Q.9.

Sujet p. 3

> Identifier un intermédiaire réactionnel en justifiant la réponse.

L'adduit formé à l'étape 1 est l'espèce zwitterionique $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2^+ - \text{C}(=\text{O})\text{O}^-$. Il apparaît comme produit à l'étape 1 puis est consommé à l'étape 2. Une espèce formée puis consommée au cours du mécanisme est un intermédiaire réactionnel.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un intermédiaire réactionnel est l'adduit zwitterionique $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2^+ - \text{C}(=\text{O})\text{O}^-$.

Question Q.10.

Sujet p. 3

> Recopier l'étape 1 du mécanisme réactionnel et représenter par des flèches courbes le déplacement d'électrons. Justifier leur sens.

À l'étape 1, le doublet non liant de l'azote de l'éthanolamine sert à former la liaison entre l'azote et le carbone électrophile du CO_2. En même temps, les électrons d'une des liaisons π C=O se déplacent vers l'oxygène correspondant ; la liaison C=O devient simple et cet oxygène porte une charge négative. Les deux liaisons C=O du dioxyde de carbone étant équivalentes, l'une ou l'autre peut être choisie.

Les flèches courbes partent de zones riches en électrons — le doublet de l'azote et la liaison π — et pointent vers les endroits où ces électrons sont utilisés ou accueillis.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tracer une flèche du doublet non liant de N vers le carbone du CO_2, et une flèche de la liaison π C=O vers l'oxygène de cette liaison.

2. Contrôle qualité d'une solution d'éthanolamine

Question Q.11.

Sujet p. 4

> Choisir le matériel qui permet de préparer 250,0 mL de solution S_{50} à partir de la solution S en justifiant la verrerie choisie. Verrerie à disposition : béchers de 50 mL, 100 mL et 250 mL ; pipettes jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL et 20,0 mL ; pipettes graduées de 5,0 mL et 10,0 mL ; éprouvettes graduées de 20 mL, 100 mL et 250 mL ; fioles jaugées

de 50,0 mL, 100,0 mL et 250,0 mL.

Pour obtenir une dilution au facteur 50 dans un volume final de $250{,}0\ \mathrm{mL}$, le volume de solution mère à prélever est :

$V_{\text{prélevé}} = 250{,}0/50 = 5{,}00\ \mathrm{mL}$.

On prélève donc $5{,}0\ \mathrm{mL}$ de S avec une pipette jaugée de $5{,}0\ \mathrm{mL}$, puis on transfère dans une fiole jaugée de $250{,}0\ \mathrm{mL}$. On complète à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, puis on homogénéise. Cette verrerie permet de mesurer précisément le volume prélevé et le volume final.

RÉPONSE À RETENIR

Utiliser une pipette jaugée de $5{,}0\ \mathrm{mL}$ et une fiole jaugée de $250{,}0\ \mathrm{mL}$. Un bécher peut servir à verser un peu de solution S avant le prélèvement.

Question Q.12.

Sujet p. 5

Définir l'équivalence d'un titrage.

L'équivalence est atteinte lorsque le titrant ajouté et l'espèce titrée ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de réaction. À cet instant, l'espèce titrée a été entièrement consommée.

RÉPONSE À RETENIR

L'équivalence d'un titrage est l'instant où les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques de la réaction de titrage.

Question Q.13.

Sujet p. 4, 5

Déterminer, à partir de la courbe de titrage, le volume V_E de solution titrante versé à l'équivalence. Expliquer la méthode employée.

Sur la courbe pH-métrique, l'équivalence se repère au point d'inflexion, au milieu du saut de pH. La courbe de $\mathrm{d(pH)/dV}$ tracée sur la même figure présente un extremum à ce volume ; sa lecture confirme une équivalence vers $14{,}3\ \mathrm{mL}$. Il s'agit d'une lecture graphique approchée.

RÉPONSE À RETENIR

$V_E \simeq 14{,}3\ \mathrm{mL}$.

Question Q.14.

Sujet p. 4, 5

En déduire la valeur du titre massique en éthanolamine, en %, de la solution S.

La réaction de titrage est de proportion stœchiométrique 1:1. À l'équivalence, dans les $25{,}0\ \mathrm{mL}$ de S_{50}, la quantité d'éthanolamine est donc :

$n = C_A V_E = 0{,}10 \times 14{,}3 \times 10^{-3} = 1{,}43 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol}$.

La concentration de S_{50} vaut $n/V_B = 1{,}43 \times 10^{-3}/(25{,}0 \times 10^{-3}) = 5{,}72 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\cdot L^{-1}}$. La solution S étant 50 fois plus concentrée, $C_S = 2{,}86\ \mathrm{mol\cdot L^{-1}}$. Un litre de S contient alors $m = 2{,}86 \times 61{,}0 = 174\ \mathrm{g}$ d'éthanolamine. La masse d'un litre de solution est $1000\ \mathrm{g}$, car sa densité vaut 1,0 et $\rho_{\text{eau}} = 1{,}00\ \mathrm{g\cdot mL^{-1}}$. Le titre massique est ainsi $100 \times 174/1000 \simeq 17{,}4\ \%$.

RÉPONSE À RETENIR

Le titre massique de la solution S est d'environ $17\ \%$ (soit $17{,}4\ \%$ avec la lecture graphique $V_E = 14{,}3\ \text{mL}$).

Question Q.15.

Sujet p. 5

Commenter le résultat en discutant la possibilité d'utiliser cette solution d'éthanolamine pour capter le dioxyde de carbone.

La teneur mesurée, environ 17 %, se situe entre les colonnes 15 % et 20 % du tableau. Celui-ci ne fournit pas de valeur précise pour 17 % : on ne peut donc pas attribuer à cette solution une efficacité ou une tolérance à la corrosion déterminée. La tendance du tableau indique une efficacité supérieure à celle associée à 15 % (« faible ») mais qui n'atteint pas nécessairement la performance donnée à 20 % (« bonne »). Pour la corrosion, la teneur est comprise entre les situations décrites comme « très bonne » à 15 % et « acceptable » à 20 %.

RÉPONSE À RETENIR

La solution peut être envisagée pour le captage, mais sa teneur inférieure à 20 % peut réduire l'efficacité par rapport à une solution à 20 %. Elle présente aussi un compromis en matière de corrosion ; le tableau ne permet pas de quantifier précisément ces effets à 17 %.

3. Production de méthanol à partir du dioxyde de carbone capté

Question Q.16.

Sujet p. 5

Écrire l'équation de la réaction modélisant la formation du méthanol.

On équilibre l'équation $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$. Les atomes de carbone et d'oxygène sont équilibrés avec une molécule de méthanol et une molécule d'eau pour un CO_2. Les produits contiennent quatre atomes d'hydrogène ; il faut donc trois molécules de H_2.

RÉPONSE À RETENIR

$\text{CO}_2 + 3\,\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$.

Question Q.17.

Sujet p. 5

Déterminer la durée nécessaire à la production des 37 500 tonnes de dihydrogène. L'énergie nécessaire à la production d'un kilogramme de dihydrogène est de 55 kW·h.

La masse de dihydrogène à produire est $37\,500\ \text{t} = 37\,500\,000\ \text{kg}$. Avec une énergie de $55\ \text{kW}\cdot\text{h}$ par kilogramme, l'énergie nécessaire est :

$E = 37\,500\,000 \times 55 = 2{,}0625 \times 10^9\ \text{kW}\cdot\text{h}$.

La puissance totale des électrolyseurs est $330\ \text{MW} = 330\,000\ \text{kW}$. Comme $E = P\,t$, la durée à pleine puissance vaut :

$t = E/P = (2{,}0625 \times 10^9)/(330\,000) = 6250\ \text{h}$, soit environ 260 jours de fonctionnement continu.

RÉPONSE À RETENIR

La production nécessite environ $6250\ \mathrm{h}$ à pleine puissance, soit environ 260 jours de fonctionnement continu.

Question Q.18.

Sujet p. 5

En déduire si la puissance des électrolyseurs est suffisante pour la production attendue. Les électrolyseurs ont une puissance totale de 330 MW ; le projet prévoit la fabrication de 200 000 tonnes de méthanol de synthèse par an et nécessite 37 500 tonnes de dihydrogène.

Une année compte $365 \times 24 = 8760\ \mathrm{h}$. La durée calculée à la question précédente est inférieure à cette durée : $6250\ \mathrm{h} < 8760\ \mathrm{h}$. Elle représente environ $6250/8760 = 0{,}71$, soit 71 % de l'année. Ainsi, si les électrolyseurs fonctionnent à leur puissance totale pendant ces heures, la puissance annoncée permet de produire la quantité de dihydrogène prévue en un an.

RÉPONSE À RETENIR

Oui, en principe : à pleine puissance, les électrolyseurs peuvent produire les $37\,500$ tonnes de dihydrogène en environ $6250\ \mathrm{h}$, durée inférieure aux $8760\ \mathrm{h}$ d'une année. Cette conclusion suppose une disponibilité suffisante des électrolyseurs ; les arrêts et variations de puissance ne sont pas quantifiés dans le sujet.

Exercice 2

6 points

L’effet photoélectrique et ses applications

1. Une approche historique de l’effet photoélectrique

Question Q.1.

Sujet p. 6

> Décrire l’effet photoélectrique.

Dans l’expérience, une électrode métallique est éclairée dans un tube à vide. Lorsque la fréquence de la radiation est suffisante, des électrons sont arrachés au métal. Leur déplacement vers l’autre électrode peut produire un courant électrique mesurable.

RÉPONSE À RETENIR

L’effet photoélectrique est l’émission d’électrons par un matériau éclairé par une radiation de fréquence suffisamment élevée.

Question Q.2.

Sujet p. 6

> Calculer la fréquence seuil ν_s permettant une émission photoélectrique pour le zinc.

À la fréquence seuil, l’énergie du photon est juste égale au travail d’extraction du zinc : $h\nu_s = W_{\text{ext}}$.
Convertissons le travail d’extraction en joules :

$W_{\text{ext}} = 4{,}3 \times 1{,}60 \times 10^{-19} = 6{,}88 \times 10^{-19}\ \text{J}$.

Ainsi, $\nu_s = W_{\text{ext}}/h$, donc $\nu_s = (6{,}88 \times 10^{-19})/(6{,}63 \times 10^{-34}) = 1{,}0377 \times 10^{15}\ \text{Hz}$.

RÉPONSE À RETENIR

La fréquence seuil du zinc vaut, à deux chiffres significatifs compte tenu des données, $\boxed{\nu_s \simeq 1{,}0 \times 10^{15}\ \text{Hz}}$ (soit $1{,}04 \times 10^{15}\ \text{Hz}$ en conservant les chiffres intermédiaires).

Question Q.3.

Sujet p. 6

> En déduire la longueur d’onde correspondante et préciser le domaine des ondes électromagnétiques auquel elle appartient.

La relation $c = \lambda_s \nu_s$ donne $\lambda_s = c/\nu_s$. En prenant $c = 3{,}00 \times 10^8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et la valeur non arrondie de ν_s obtenue à la question précédente :

$\lambda_s = (3{,}00 \times 10^8)/(1{,}0377 \times 10^{15}) = 2{,}891 \times 10^{-7}\ \text{m} = 289{,}1\ \text{nm}$.

Cette longueur d’onde appartient au domaine ultraviolet.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{\lambda_s \simeq 2{,}89 \times 10^{-7}\ \text{m} \simeq 289\ \text{nm}}$, dans le domaine ultraviolet.

Question Q.4.

Sujet p. 6

> On éclaire la plaque de zinc avec une radiation de longueur d'onde λ = 250 nm. Justifier que l'effet photoélectrique se produit.

Pour $\lambda = 250\ \text{nm} = 2{,}50 \times 10^{-7}\ \text{m}$, la fréquence vaut $\nu = c/\lambda = (3{,}00 \times 10^{8})/(2{,}50 \times 10^{-7}) = 1{,}20 \times 10^{15}\ \text{Hz}$. Elle est supérieure à la fréquence seuil du zinc, $\nu_s \simeq 1{,}04 \times 10^{15}\ \text{Hz}$. De façon équivalente, $250\ \text{nm} < 289\ \text{nm}$, donc l'énergie d'un photon dépasse le travail d'extraction.

RÉPONSE À RETENIR

Oui, l'effet photoélectrique se produit : la fréquence de la radiation est supérieure à la fréquence seuil du zinc.

Question Q.5.

Sujet p. 6

> Montrer, en réalisant un bilan d'énergie, que l'expression de la vitesse d'éjection v des électrons en fonction de la fréquence ν, de la fréquence seuil ν_s, de h et de m_e est égale à $v = \sqrt{[2h(\nu - \nu_s)/m_e]}$.

Le bilan d'énergie pour un électron éjecté s'écrit $h\nu = W_{\text{ext}} + \frac{1}{2}m_e v^2$: l'énergie du photon sert à extraire l'électron puis à lui communiquer une énergie cinétique. À la fréquence seuil, l'électron est émis sans énergie cinétique, donc $W_{\text{ext}} = h\nu_s$. Par substitution :

$h\nu = h\nu_s + \frac{1}{2}m_e v^2$, d'où $\frac{1}{2}m_e v^2 = h(\nu - \nu_s)$. En isolant la vitesse, on obtient $v = \sqrt{\frac{2h(\nu-\nu_s)}{m_e}}$.

RÉPONSE À RETENIR

Le bilan d'énergie conduit bien à $\boxed{v = \sqrt{\dfrac{2h(\nu - \nu_s)}{m_e}}}$.

Question Q.6.

Sujet p. 6

> Calculer la valeur de cette vitesse.

Pour $\lambda = 250\ \text{nm}$, $\nu = 1{,}20 \times 10^{15}\ \text{Hz}$. En conservant la valeur non arrondie de la fréquence seuil, $\nu_s = 1{,}0377 \times 10^{15}\ \text{Hz}$, on a $\nu - \nu_s = 1{,}623 \times 10^{14}\ \text{Hz}$. La relation démontrée à la question précédente donne :

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6{,}63 \times 10^{-34} \times 1{,}623 \times 10^{14}}{9{,}11 \times 10^{-31}}} = 4{,}86 \times 10^{5}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

RÉPONSE À RETENIR

La vitesse d'éjection est $\boxed{v \simeq 4{,}9 \times 10^{5}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$.

Question Q.7.

Sujet p. 6

> Identifier le paramètre de la radiation qui a une influence sur la valeur de la vitesse. Préciser le sens dans lequel il faut le modifier pour augmenter la valeur de la vitesse.

La relation $v = \sqrt{2h(\nu - \nu_s)/m_e}$ montre que la vitesse dépend de la fréquence ν et augmente lorsque celle-ci augmente. Comme $\nu = c/\lambda$, cela revient à diminuer la longueur d'onde. Dans ce modèle, l'intensité ne détermine pas la vitesse des électrons éjectés.

RÉPONSE À RETENIR

Il faut augmenter la fréquence de la radiation (ou diminuer sa longueur d'onde) pour augmenter la vitesse d'éjection.

2. Étude d'un panneau photovoltaïque

Question Q.8.

Sujet p. 7

Calculer la valeur du rendement d'un panneau photovoltaïque dans les conditions optimales de fonctionnement, pour un éclairement moyen de 800 W·m⁻². Utiliser la figure 2 et la donnée P_lum = E × S ; le panneau mesure 1 346 mm de longueur et 1 112 mm de largeur.

Convertissons les dimensions en mètres : $1\,346\ \text{mm} = 1{,}346\ \text{m}$ et $1\,112\ \text{mm} = 1{,}112\ \text{m}$. La surface utile vaut donc $S = 1{,}346 \times 1{,}112 = 1{,}496752\ \text{m}^2$. Pour un éclairement $E = 800\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, la puissance lumineuse reçue est $P_{\text{lum}} = ES = 800 \times 1{,}496752 \simeq 1{,}20 \times 10^3\ \text{W}$.

La figure 2 indique, pour un éclairement de $800\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, une puissance électrique maximale d'environ $140\ \text{W}$. Le rendement optimal est donc $\eta = P_{\text{élec,max}}/P_{\text{lum}} \simeq 140/1\,197{,}4 = 0{,}117$.

RÉPONSE À RETENIR

Le rendement du panneau dans les conditions optimales est d'environ $\boxed{12\ \%}$, d'après la lecture graphique de $P_{\text{élec,max}} \simeq 140\ \text{W}$.

Question Q.9.

Sujet p. 7

Déterminer le nombre de panneaux à installer, sachant que la consommation annuelle est de 7 500 kW·h, que la moitié de cette consommation doit être couverte par les panneaux, que le rendement moyen annuel de chaque panneau est d'environ 10 % et que l'énergie surfacique moyenne reçue chaque jour dans la région est d'environ 4,1 kW·h·m⁻². Commenter le résultat.

L'objectif de production électrique annuelle est la moitié de la consommation : $0{,}5 \times 7\,500 = 3\,750\ \text{kW}\cdot\text{h}$. L'énergie solaire reçue par un panneau chaque jour est $4{,}1 \times 1{,}496752 \simeq 6{,}14\ \text{kW}\cdot\text{h}$. Avec un rendement annuel moyen de $10\ \%$, l'énergie électrique annuelle produite par un panneau est estimée à $6{,}14 \times 365 \times 0{,}10 \simeq 224\ \text{kW}\cdot\text{h}$.

Le nombre nécessaire est donc $N = 3\,750/224 \simeq 16{,}7$. Il faut arrondir à l'entier supérieur pour atteindre l'objectif.

RÉPONSE À RETENIR

Il faut installer $\boxed{17\ \text{panneaux}}$. Selon cette estimation, ils produiraient environ $17 \times 224 = 3\,808\ \text{kW}\cdot\text{h}$ par an, soit légèrement plus que les $3\,750\ \text{kW}\cdot\text{h}$ visés. Il reste à vérifier que la toiture dispose de la surface nécessaire.

Exercice 3

5 points

La Wemba-mania

Question Q.1.

Sujet p. 9

> Donner, en justifiant, la nature du mouvement du ballon selon l'axe Ox.

D'après la figure 2, la coordonnée horizontale est modélisée par $x(t) = 4{,}0t$. Sa dérivée est constante : $v_x(t) = \dfrac{dx}{dt} = 4{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Le mouvement selon l'axe Ox est donc uniforme.

RÉPONSE À RETENIR

Selon l'axe Ox, le mouvement est uniforme : $v_x = 4{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ est constante.

Question Q.2.

Sujet p. 9

> Déterminer, à l'aide de la figure 2, la valeur de la coordonnée v_x du vecteur vitesse $\vec{v}$.

La figure 2 donne $x(t) = 4{,}0t$. La coordonnée v_x est le coefficient directeur de la droite représentant x en fonction de t : $v_x = \dfrac{dx}{dt} = 4{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{v_x = 4{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}$.

Question Q.3.

Sujet p. 9

> Déterminer, à l'aide de la figure 3, la valeur de la coordonnée v_{y0} du vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$.

La figure 3 modélise la coordonnée verticale de la vitesse par $v_y(t) = -9{,}7t + 5{,}0$. À l'instant initial $t = 0$, on obtient $v_{y0} = v_y(0) = 5{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{v_{y0} = 5{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}$.

Question Q.4.

Sujet p. 8, 9, 10

> En déduire la valeur de la vitesse initiale v_0 et de l'angle α que fait le vecteur vitesse initiale avec l'horizontale, défini sur la figure 1.

Les composantes initiales sont $v_{x0} = 4{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ et $v_{y0} = 5{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. La norme de la vitesse initiale vaut $v_0 = \sqrt{v_{x0}^2 + v_{y0}^2} = \sqrt{4{,}0^2 + 5{,}0^2} = \sqrt{41}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, soit environ $6{,}4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Pour l'angle avec l'horizontale, $\tan\alpha = \dfrac{v_{y0}}{v_{x0}} = \dfrac{5{,}0}{4{,}0}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{v_0 \approx 6{,}4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}$ et $\boxed{\alpha = \arctan(5{,}0/4{,}0) \approx 51^\circ}$.

Question Q.5.

Sujet p. 8, 10

> Exprimer les coordonnées $a_x(t)$ et $a_y(t)$ du vecteur accélération $\vec{a}$ du point G du ballon en utilisant la loi de Newton.

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, le ballon est uniquement soumis à son poids $\vec{P} = m\vec{g}$, vertical vers le bas. La deuxième loi de Newton donne $m\vec{a} = \vec{P}$, donc $\vec{a} = \vec{g}$. Dans le repère indiqué, l'axe Ox est horizontal et l'axe Oy est vertical vers le haut : le poids n'a pas de composante selon Ox et sa composante selon Oy est négative.

RÉPONSE À RETENIR

Les coordonnées de l'accélération sont constantes : $\boxed{a_x(t) = 0\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}}$ et $\boxed{a_y(t) = -g = -9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}}$.

Question Q.6.

Sujet p. 9, 10

> Montrer que les équations temporelles des coordonnées de la position du ballon s'expriment selon : x(t) = 4,0 × t et y(t) = −4,9 × t² + 5,0 × t + 3,05.

On utilise $a_x = 0$, $a_y = -g$, ainsi que les conditions initiales $x_0 = 0$, $y_0 = 3{,}05\ \mathrm{m}$, $v_{x0} = 4{,}0\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ et $v_{y0} = 5{,}0\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. L'intégration des accélérations donne $x(t) = x_0 + v_{x0}t = 4{,}0t$ et $y(t) = y_0 + v_{y0}t - \frac{1}{2}gt^2 = 3{,}05 + 5{,}0t - 4{,}905t^2$. En arrondissant $4{,}905$ à $4{,}9$, on retrouve l'expression demandée.

RÉPONSE À RETENIR

Avec t en secondes et les coordonnées en mètres : $\boxed{x(t) = 4{,}0t}$ et, à l'arrondi demandé, $\boxed{y(t) = -4{,}9t^2 + 5{,}0t + 3{,}05}$.

Question Q.7.

Sujet p. 10

> Montrer que la trajectoire du ballon peut être modélisée par : y = −0,31x² + 1,3x + 3,05.

La relation $x(t) = 4{,}0t$ donne $t = \dfrac{x}{4{,}0}$. En remplaçant dans l'expression de $y(t)$, on obtient

$$y = -4{,}9\left(\frac{x}{4{,}0}\right)^2 + 5{,}0\left(\frac{x}{4{,}0}\right) + 3{,}05 = -0{,}30625x^2 + 1{,}25x + 3{,}05.$$

En arrondissant les coefficients, cela donne le modèle demandé.

RÉPONSE À RETENIR

La trajectoire peut être modélisée, avec x et y en mètres, par $\boxed{y \approx -0{,}31x^2 + 1{,}3x + 3{,}05}$.

Question Q.8.

Sujet p. 8, 10

> Déterminer si le lancer franc est réussi sans toucher le cercle métallique du panier. La réponse doit s'appuyer sur des calculs.

Le centre du panier se trouve à $x = 4{,}2\ \mathrm{m}$. Pour éviter une erreur due à l'arrondi des coefficients du modèle de la question 7, on utilise l'expression non arrondie issue de la question 6. Le temps correspondant est $t = \dfrac{4{,}2}{4{,}0} = 1{,}05\ \mathrm{s}$, et la hauteur du centre du ballon vaut

$$y(1{,}05) = -4{,}9(1{,}05)^2 + 5{,}0(1{,}05) + 3{,}05 \approx 2{,}90 \text{ m}.$$

Le centre du cerceau est à $h = 3{,}05$ m, donc l'écart vertical est d'environ $3{,}05 - 2{,}90 = 0{,}15$ m. Pour que le ballon de diamètre $d = 0{,}25$ m passe dans l'ouverture de diamètre $D = 0{,}45$ m, l'écart entre les centres doit être au plus $\dfrac{D-d}{2} = 0{,}10$ m. Or $0{,}15 \text{ m} > 0{,}10 \text{ m}$: le ballon ne passe pas dans l'ouverture. Le modèle indique qu'il arrive trop bas pour réussir le lancer sans contact avec le cercle métallique.

RÉPONSE À RETENIR

Le lancer franc n'est pas réussi sans toucher le cercle métallique selon le modèle : à l'abscisse du panier, le centre du ballon est à environ $2{,}90$ m, soit environ $0{,}15$ m sous le centre du cerceau. Cette valeur dépasse la marge de $0{,}10$ m permise par les diamètres du panier et du ballon.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2026/spe-physique-chimie-2026-amerique-nord-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.