

Recommandations de correction pour le sujet 2 de l'épreuve spécifique de physique-chimie

Pour la correction de l'écrit et pour l'oral, il est indispensable de respecter le programme et ses commentaires (B.O. spécial n°8 du 13 octobre 2011).

Les modalités de l'épreuve de sciences physiques du baccalauréat général, série S, à compter de la session 2013, sont fixées par la note de service n° 2011-154 du 3/10/2011 publiée au B.O. spécial n° 7 du 6 octobre 2011

- Exercice 1 : Préviation des séismes par gravimétrie (10 points)
- Exercice 2 : La chaptalisation (5 points)
- Exercice 3 : Des équilibres acido-basiques en milieu biologique (5 points)

Exercice 1 – Préviation des séismes par gravimétrie (10 points)

1. Mesure de g et préviation des séismes

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Formation de l'élève

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles
Expression et acceptabilité du résultat	Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture. [...]

1.1. Chute des corps, découverte des satellites de Jupiter

1.2. $g=9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ou 10 m.s^{-2}

1.3. Wangqing : $\Delta g = 60 \mu\text{Gal} = 6,0 \times 10^{-7} \text{ m.s}^{-2}$

1.4. L'incertitude sur g étant de 10^{-8} m.s^{-2} , il faut donc mesurer g avec 9 chiffres significatifs car g est donné avec 8 décimales.

2. Principe de fonctionnement d'un gravimètre

2.1. Le miroir doit être en chute libre, il faut donc s'affranchir des frottements, en particulier les frottements de l'air, d'où la chambre à vide.

2.2. Bilan des forces sur le système {miroir tombant} : le poids $\vec{P} = m\vec{g}$.

Application de la seconde loi de Newton : $\vec{P} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ avec $\vec{p} = m\vec{v}$ la quantité de mouvement du miroir.

On projette cette relation sur l'axe Oz : $mg = m \frac{d^2z}{dt^2}$, d'où $\frac{d^2z}{dt^2} = g$.

Donc $\frac{dz}{dt} = gt + C_1$ or à $t = 0$ $\frac{dz}{dt}(0) = 0$ donc $C_1 = 0$

$z(t) = \frac{1}{2}gt^2 + C_2$ or à $t = 0$ $z(0) = 0$ donc $C_2 = 0$

On en déduit l'équation horaire : $z(t) = \frac{1}{2}gt^2$.

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Temps, mouvement et évolution

Notions et contenus	Compétences exigibles
Temps, cinématique et dynamique newtoniennes [...] Lois de Newton : principe d'inertie, $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ et principe des actions réciproques.	[...] Connaître et exploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes. [...]

2.3. La distance parcourue par le miroir tombant z et le temps de chute correspondant t .

3. Mesure de g à l'aide du gravimètre

3.1. Superposition de deux ondes lumineuses monochromatiques provenant du laser et empruntant deux trajets de longueurs différentes : trajet S-A-D et trajet S-A-B-A-C-A-D.

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Caractéristiques et propriétés des ondes

Notions et contenus	Compétences exigibles
Propriétés des ondes [...] Interférences. [...]	[...] Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques. [...]

3.2. Interférences destructives : intensité minimale ou nulle.

Interférences constructives : intensité maximale.

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Caractéristiques et propriétés des ondes

Notions et contenus	Compétences exigibles
Propriétés des ondes [...] Interférences. [...]	[...] Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques. [...]

3.3. $(2k+1)\frac{T}{2}$

3.4.1. (1) : $2\Delta z$; (2) : T ; (3) : $\Delta z = \frac{\lambda}{2}$

3.4.2. Si le miroir se déplace globalement de $d = 20 \text{ cm}$, le détecteur détecte $\frac{d}{\frac{\lambda}{2}} = \frac{0,20}{\frac{633 \times 10^{-9}}{2}} \approx 6 \times 10^5$ interférences destructives.

3.5. Comme le miroir est accéléré au cours de sa chute, la distance $\lambda/2$ est parcourue en un temps de plus en plus court ainsi les interférences destructives sont détectées avec des intervalles de temps de plus en plus courts.

3.6. À la date t_n le miroir tombant a parcouru la distance : $z(t_n) - z(0) = n \frac{\lambda}{2}$.

En utilisant l'équation horaire : $z(t) = \frac{1}{2}gt^2$ on en déduit : $n \frac{\lambda}{2} = \frac{1}{2}gt_n^2$.

Pour avoir la détermination la plus précise de g on utilise la date t_n donnée avec le plus de chiffres significatifs soit $t_{10000} = 2,5403331438 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

Soit : $g = n \frac{\lambda}{t_n^2} = 10000 \frac{632,991357 \times 10^{-9}}{(2,5403331438 \times 10^{-2})^2} = 9,80881246 \text{ m.s}^{-2}$

4. Etude du capteur

4.1. La photodiode convertit un signal lumineux en un signal électrique.

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Transmettre et stocker de l'information

Notions et contenus	Compétences exigibles
Chaîne de transmission d'informations	Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. [...]

4.2. Domaine visible.

Extrait du programme de la classe de première (BO spécial n°9 du 30 septembre 2010)

OBSERVER Couleurs et images	
<i>Comment l'œil fonctionne-t-il ? D'où vient la lumière colorée ? Comment créer de la couleur ?</i>	
Notions et contenus	Compétences attendues
Sources de lumière colorée	
[...] Domaines des ondes électromagnétiques. [...]	[...] Connaître les limites en longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets. [...]

4.3. L'analyse des deux graphiques montre que seule la photodiode Si S10341-02 a une photosensibilité significative (environ 0,3 A/W) à 633 nm, alors que cette longueur d'onde ne figure

pas dans le domaine spectral de la photodiode InGaAs G8931-04. La photodiode Si est donc la plus adaptée pour cette expérience

4.4. La durée moyenne entre deux interférences destructives consécutives est de l'ordre de :

$$\frac{25 \times 10^{-3}}{10000} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ s} = 2,5 \mu\text{s}.$$

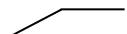
4.5. D'après la donnée sur la fréquence de coupure (1000 MHz), le temps de réponse de la

photodiode est de l'ordre de : $\frac{1}{1000 \times 10^6} = 10^{-9} \text{ s} = 1 \text{ ns}$.

Le temps de réponse est donc très inférieur à la durée entre deux interférences destructives consécutives. Cette photodiode est suffisamment rapide pour suivre les variations temporelles de l'intensité.

Exercice 2 – La chaptalisation (5 points)

1. Fermentation alcoolique du glucose

1.1.  OH

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Structure et transformation de la matière

Notions et contenus	Compétences exigibles
Représentation spatiale des molécules [...] Formule topologique des molécules organiques. [...]	[...] Utiliser la représentation topologique des molécules organiques. [...]

1.2. L'éthanol est un alcool primaire.

Extrait du programme de la classe de première (BO spécial n°9 du 30 septembre 2010)

COMPRENDRE Lois et modèles	
[...]	
Notions et contenus	Compétences attendues
Cohésion et transformations de la matière (suite)	
[...] Nomenclature des alcanes et des alcools ; formule semi-développée. [...]	[...] Reconnaître une chaîne carbonée linéaire, ramifiée ou cyclique. Nommer un alcane et un alcool. [...]



Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Structure et transformation de la matière

Notions et contenus	Compétences exigibles
Transformation en chimie organique Aspect macroscopique : <ul style="list-style-type: none"> - Modification de chaîne, modification de groupe caractéristique. - [...] 	[...] Utiliser le nom systématique d'une espèce chimique organique pour en déterminer les groupes caractéristiques et la chaîne carbonée. [...]

2. Fermentation alcoolique du saccharose

$$2.1. n_{\text{saccharose}} = \frac{n_{\text{éthanol}}}{4}$$

Extrait du programme de la classe de première (BO spécial n°9 du 30 septembre 2010)

OBSERVER Couleurs et images	
[...]	
Notions et contenus	Compétences attendues
Matières colorées	
[...] Réaction chimique : réactif limitant, stœchiométrie, notion d'avancement. [...]	[...] Identifier le réactif limitant, décrire quantitativement l'état final d'un système chimique. [...]

2.2. 1 degré \Leftrightarrow $V_{\text{éthanol}} = 1$ mL d'éthanol dans 100 mL de vin

$$n_{\text{éthanol}} = \frac{m}{M} = \frac{\rho V_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}} = \frac{0,79}{46} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ mol dans 100 mL et donc } 1,7 \times 10^{-1} \text{ mol dans 1L.}$$

$$\text{Ainsi } m_{\text{saccharose}} = \frac{n_{\text{éthanol}}}{4} \cdot M_{\text{sucré}} = \frac{1,7 \times 10^{-1}}{4} \cdot 342 = 15\text{g}$$

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Synthétiser des molécules, fabriquer de nouveaux matériaux

Notions et contenus	Compétences exigibles
Stratégie de la synthèse organique Protocole de synthèse organique : - [...] - détermination des quantités des espèces mises en jeu, du réactif limitant ; - [...]	[...]

3. Peut-on chaptaliser le Muscadet ?

3.1. Pour avoir une absorbance contenue dans la gamme de résultats de l'étalonnage, on a fait cette dilution.

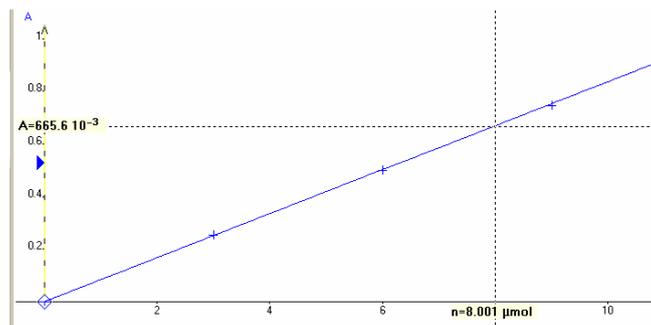
3.2. Le corrigé propose une méthode de résolution. Le candidat a la possibilité de développer une autre méthode de son choix.

Calcul de n_{glucose} (ou de C)

Quantité de matière n_{glucose} en μmol	0	3,0	6,0	9,0	12
Concentration en glucose en $\mu\text{mol.L}^{-1}$	0	600	1200	1800	2400

Tracé du graphe $A=f(n_{\text{glucose}})$ ou $A=f(C)$, loi de Beer-Lambert vérifiée ou régression linéaire sur la calculatrice.

Lecture graphique de la quantité de matière en glucose ou de la concentration C ou utilisation de l'équation donnée par la calculatrice.



dans la solution X : $n_{\text{glucose}} = 8,0 \mu\text{mol}$ soit $C_X = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

Ou raisonnement par encadrement possible.

On en déduit la concentration de la solution diluée 50 fois :

$$C_{\text{glucose}} = \frac{8,0 \times 10^{-6}}{0,40 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} C_{\text{glucose}} =$$

Soit dans le Muscadet : $C_{\text{glucose/Muscadet}} = 50 \times C_S = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$

$$C_{\text{glucose/Muscadet}} = C_{\text{glucose/Muscadet}} \times M_{\text{glucose}} = 1,8 \cdot 10^2 \text{ g.L}^{-1}$$

Ce moût ne peut pas être chaptalisé car cette valeur est supérieure à 161 g.L^{-1} .

Extrait du programme de la classe de première (BO spécial n°9 du 30 septembre 2010)

OBSERVER	
Couleurs et images	
[...]	
Notions et contenus	Compétences attendues
Matières colorées	
[...] Réaction chimique : réactif limitant, stœchiométrie, notion d'avancement. [...]	[...]

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Économiser les ressources et respecter l'environnement

Notions et contenus	Compétences exigibles
Contrôle de la qualité par dosage Dosages par étalonnage : - spectrophotométrie ; loi de Beer-Lambert ; - [...]	<i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de courbes d'étalonnage en utilisant la spectrophotométrie et la conductimétrie, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.</i> [...]

Exercice 3 - Des équilibres acido-basiques en milieu biologique (5 points)

1. Les solutions tampon : maintien du pH des milieux biologiques

1.1. Le pK_A du système « phosphate » est proche du pH du milieu biologique intracellulaire. Le pK_A est donc compris entre 6,8 et 7.

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Structure et transformation de la matière

Notions et contenus	Compétences exigibles
Réaction chimique par échange de proton [...] Contrôle du pH : solution tampon ; rôle en milieu biologique.	[...] Extraire et exploiter des informations pour montrer l'importance du contrôle du pH dans un milieu biologique.

1.2. $[CO_2, H_2O] = 0,03 \times 40 = 1,2 \text{ mmol.L}^{-1}$

$$\text{Or } pK_A = -\log K_A = -\log \frac{[H_3O^+]_{\text{eq}} \cdot [HCO_3^-]_{\text{eq}}}{[CO_2, H_2O]_{\text{eq}}}$$

$$pH = pK_A + \log \frac{[HCO_3^-]_{\text{eq}}}{[CO_2, H_2O]_{\text{eq}}} = 7,4$$

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Structure et transformation de la matière

Notions et contenus	Compétences exigibles
Réaction chimique par échange de proton [...] Théorie de Brønsted : acides faibles, bases faibles ; notion d'équilibre ; couple acide-base ; constante d'acidité K_a . Échelle des pK_a dans l'eau, produit ionique de l'eau ; domaines de prédominance (cas des acides carboxyliques, des amines, des acides α -aminés). [...]	[...] Reconnaître un acide, une base dans la théorie de Brønsted. [...] Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide-base connaissant le pH du milieu et le pK_a du couple. [...]

2. Les perturbations et les mécanismes régulateurs

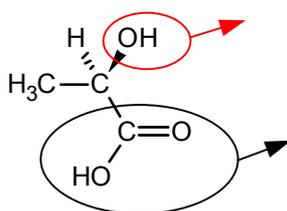
$$K_A = \frac{[H_3O^+]_{\text{eq}} \cdot [HCO_3^-]_{\text{eq}}}{[CO_2, H_2O]_{\text{eq}}}$$

Une hyperventilation abaisse la quantité de CO_2 , donc $[CO_2, H_2O]$ diminue et comme K_A est une constante et que $[HCO_3^-]$ varie lentement, $[H_3O^+]$ diminue et pH augmente.

Structure et transformation de la matière

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Réaction chimique par échange de proton [...] Théorie de Brønsted : acides faibles, bases faibles ; notion d'équilibre ; couple acide-base ; constante d'acidité K_a. Échelle des pK_a dans l'eau, produit ionique de l'eau ; domaines de prédominance (cas des acides carboxyliques, des amines, des acides α-aminés). [...]</p>	<p>[...] Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide-base connaissant le pH du milieu et le pK_a du couple. [...]</p>

3. Un acide de l'organisme : l'acide lactique



3.1.

Analyse spectrale

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Spectres IR [...]</p>	<p>[...] Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide. [...]</p>

3.2.1. Pour une solution d'acide fort, $pH = -\log c$ donc ici :
 $pH = -\log (1,0 \times 10^{-2}) = 2,0$

La courbe 2 dont le pH à l'origine est égal à 2 est la courbe représentant le titrage pH-métrique de l'acide fort.

Structure et transformation de la matière

groupe hydroxyle

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Réaction chimique par échange de proton [...] Réactions quasi-totales en faveur des produits : - acide fort, base forte dans l'eau ; - [...]</p>	<p>[...] Calculer le pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou de base forte de concentration usuelle. [...]</p>

groupe carboxyle

3.2.2. À $\frac{V_E}{2}$, la moitié de l'acide CH_3CO_2H titré a été consommé, formant autant de base conjuguée $CH_3CO_2^-$.

Ainsi $[A] = [B]$ soit $pH = pK_A + \log(1) = pK_A$

Par lecture graphique à $V = \frac{V_E}{2} = 5 \text{ mL}$ on a $pH = 3,9$

Soit $pK_A(\text{acide lactique}) = 3,9$

4. La précision d'un titrage

4.1. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométriques et sont entièrement consommés.

$$n_{i, \text{acide lactique}} = n_{\text{soude ajoutée}}$$

$$c_{A \text{ exp}} \times V_A = c_B \times V_E$$

$$c_{A \text{ exp}} = \frac{c_B \times V_E}{V_A} = \frac{3,00 \times 10^{-2} \times 10,1}{20} = 0,0152 \text{ mol.L}^{-1}$$

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Économiser les ressources et respecter l'environnement

Notions et contenus	Compétences exigibles
Contrôle de la qualité par dosage [...] Dosages par titrage direct. [...] Équivalence dans un titrage [...]	<i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de courbes d'étalonnage en utilisant la spectrophotométrie et la conductimétrie, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.</i> [...]

$$4.2.1. \frac{\Delta V_A}{V_A} = \frac{0,05}{20,0} = 0,0025 = 0,25 \%$$

$$\frac{\Delta c_B}{c_B} = \frac{0,01}{3,00} = 0,0033 = 0,33 \%$$

$$\frac{\Delta V_E}{V_E} = \frac{0,03}{10,1} = 0,03 = 3 \%$$

$$\frac{\Delta V_E}{V_E} > 10 \times \frac{\Delta V_A}{V_A} \text{ et } \frac{\Delta V_E}{V_E} > 10 \times \frac{\Delta c_B}{c_B}$$

Donc les incertitudes relatives sur V_A et c_B sont négligeables devant celle sur V_E .

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Formation de l'élève

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles
Incertitudes et notions associées	[...] Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.

$$4.2.2. \frac{\Delta c_{A \text{ exp}}}{c_{A \text{ exp}}} = \frac{\Delta V_E}{V_E} \text{ d'où}$$

$$\Delta c_{A \text{ exp}} = \frac{\Delta c_{A \text{ exp}}}{c_{A \text{ exp}}} \times c_{A \text{ exp}} = \frac{\Delta V_E}{V_E} \times c_{A \text{ exp}} = \frac{0,3}{10,1} \times 1,5 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

Les incertitudes relatives sur V_A et c_B ayant été négligées, on retient $\Delta c_{A \text{ exp}} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

$$c_{A \text{ exp}} = (1,5 \pm 0,05) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Formation de l'élève

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles
Incertitudes et notions associées	[...] Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
Expression et acceptabilité du résultat	Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture. [...]

4.2.3. $c_A = (2,22 \pm 0,05) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et $c_{A \text{ exp}} = (1,5 \pm 0,05) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

L'encadrement de la concentration expérimentale et l'encadrement de la concentration attendue ne se superposent pas donc les valeurs ne sont pas cohérentes.

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Formation de l'élève

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles
Expression et acceptabilité du résultat	[...] Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence. [...]

4.2.4. L'élève n'a pas déterminé correctement le volume équivalent (erreur de lecture, erreur dans la préparation de la burette, erreur de repérage de la teinte sensible de l'indicateur coloré).

L'élève n'a pas prélevé correctement le volume de la solution d'acide lactique à titrer.

La concentration de la solution titrante n'est pas celle indiquée.

La concentration attendue de l'acide lactique est erronée.

Extrait du programme de la classe terminale (BO spécial n°8 du 13 octobre 2011)

Formation de l'élève

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles
Erreurs et notions associées	Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilités du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments,...).