

Recommandations de correction pour le sujet 1 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 : Le satellite Planck (6 points)
- Exercice 2 : L'anesthésie des prémices à nos jours (9 points)
- Exercice 3 : Quand les astrophysiciens voient rouge... (5 points)

Exercice 1 – Le satellite Planck (6 points)

Synthèse : la mission « Planck » (4 points)

Exemple de synthèse :

Le satellite Planck a été mis en orbite, en 2009, par Ariane 5. Il est équipé de différents capteurs permettant de détecter le rayonnement fossile. Par un balayage systématique du ciel, il a pour mission de recueillir des informations sur l'origine de l'Univers et l'assemblage des galaxies.

Le rayonnement fossile détecté par le satellite est un rayonnement électromagnétique émis par l'Univers, se comportant comme un corps noir, quelques centaines de milliers d'années après le Big-Bang. Ce rayonnement provient de toutes les directions du ciel avec une intensité constante dans le temps.

A cause de la dilatation de l'Univers, ce rayonnement correspond aujourd'hui au rayonnement d'un corps à la température de 3K.

D'après la loi de Wien, $\lambda_{\max} = \frac{A}{T}$ soit $\lambda_{\max} = \frac{2,9}{3} = 0,96\text{mm}$. Ce rayonnement a donc une longueur d'onde dans le vide de l'ordre de 1 mm. Il s'agit donc d'un rayonnement à la frontière entre infrarouge et ondes radio (document 4).

Les rayonnements de cette longueur d'onde sont presque totalement absorbés par l'atmosphère terrestre, comme l'indique le document 2. Cela explique l'intérêt de placer les capteurs hors de l'atmosphère pour réaliser la cartographie de l'Univers.

Le rayonnement fossile a été émis par l'Univers primitif lorsqu'il est devenu transparent. L'intensité de ce rayonnement, capté par le satellite Planck, dépend de la densité de l'univers primitif dans la direction pointée. Cette observation permet donc de mesurer les inhomogénéités de densité de matière de l'Univers quelques centaines de milliers d'années après le Big-Bang, et d'en dresser une véritable carte.

Points clés :

Présentation du satellite (année et lieu de lancement par exemple).
De sa mission : recueillir des informations sur l'origine de l'Univers

Source : l'Univers primitif devenu transparent, se comportant comme un corps noir.

Nature : rayonnement électromagnétique.

Intensité et direction : intensité constante au cours du temps, provient de toutes les directions du ciel.

Longueur d'onde dans le vide : Corps noir à 3K => Valeur de la longueur d'onde $\lambda_{\max} = 1 \text{ mm}$ (loi de Wien).

Rayonnement à la frontière entre IR et onde radio.

L'atmosphère est totalement opaque à la longueur d'onde $\lambda = 1 \text{ mm}$

Nécessité de capter ce rayonnement hors atmosphère

Conclusion :

Capter le rayonnement fossile dans toutes les directions donne des informations sur sa source, l'univers fossile, donc d'en dresser une carte présentant les inhomogénéités (ou « grumeaux ») selon la direction d'observation.

Soin apporté à la rédaction

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

Ondes et particules

Notions et contenus	Compétences exigibles
Rayonnements dans l'Univers Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre.	Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers.

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	
[...] Couleur des corps chauffés. Loi de Wien. [...]	[...] Exploiter la loi de Wien, son expression étant donnée. [...]

Analyse du mouvement du satellite Planck : (2 points)

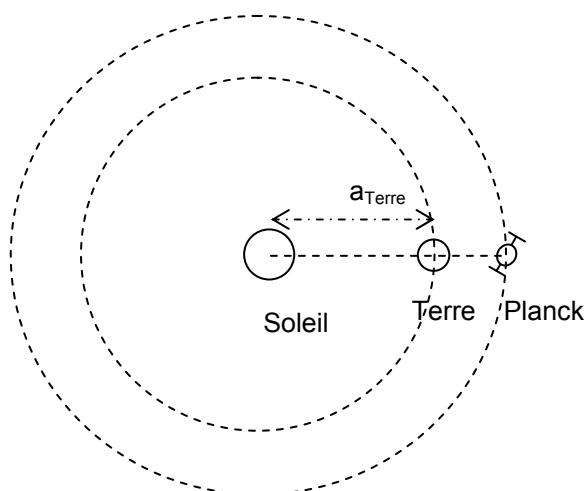


Schéma de la configuration Soleil, Terre, Planck (les orbites ne sont pas exigées)

Selon la troisième loi de Kepler, $T^2 / a^3 = \text{constante}$

où T est la période de révolution du corps autour du Soleil et a est le demi grand axe de son orbite (accepter : rayon de l'orbite)

La Terre et le satellite Planck, en orbite autour du Soleil, étant à des distances différentes, devraient avoir des périodes de révolution différentes.

Ceci est en contradiction avec l'alignement des trois corps célestes à tout instant.

Plusieurs hypothèses sont possibles pour lever cette contradiction :

- La force gravitationnelle exercée par la Terre sur Planck n'est pas à négliger par rapport à la force exercée par le Soleil, la troisième loi de Kepler ne s'applique donc pas (système à trois corps) ;
- Le satellite est muni d'un système de propulsion ;
- Toute autre réponse cohérente sera acceptée.

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 Mouvement d'un satellite. Révolution de la Terre autour du Soleil. Lois de Kepler.	[...] Connaître les trois lois de Kepler ; exploiter la troisième dans le cas d'un mouvement circulaire.

Exercice 2 – L'anesthésie : des prémices à nos jours (9 points)

Partie A : Synthèse de l'éther diéthylique

1. Choix d'un protocole

Conditions opératoires	Température °C	Nom du produit	Catégorie de la réaction chimique
1	300	éthylène	élimination
2	140	éther diéthylique	substitution

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"> - [...] - Grandes catégories de réactions en chimie organique : substitution, addition, élimination. 	[...] Déterminer la catégorie d'une réaction (substitution, addition, élimination) à partir de l'examen de la nature des réactifs et des produits.

2. Analyse du protocole retenu

2.1. La température d'ébullition de l'éther est de 35°C à pression atmosphérique. L'éther s'évapore facilement. Il faut donc le recueillir dans la glace.

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 : <ul style="list-style-type: none"> - [...] - choix du montage, de la technique de purification, de l'analyse du produit ; - [...] 	Effectuer une analyse critique de protocoles expérimentaux pour identifier les espèces mises en jeu, leurs quantités et les paramètres expérimentaux. Justifier le choix des techniques de synthèse et d'analyse utilisées. [...]

2.2. Par contre, la température d'ébullition de l'éthylène (- 104°C) est trop basse pour le condenser dans le réfrigérant et il s'échappera sous forme de gaz.

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 : <ul style="list-style-type: none"> - identification des réactifs, du solvant, du catalyseur, des produits ; - [...] 	Effectuer une analyse critique de protocoles expérimentaux pour identifier les espèces mises en jeu, leurs quantités et les paramètres expérimentaux. Justifier le choix des techniques de synthèse et d'analyse utilisées. [...]

$$2.3. n_{\text{éthanol}} = \frac{\rho_{\text{éthanol}} \cdot V_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}} \text{ soit : } n_{\text{éthanol}} = \frac{0,81 \cdot 25}{46} = 0,44 \text{ mol}$$

$$\text{D'après l'équation, } n_{\text{éther}} = \frac{1}{2} n_{\text{éthanol}} \text{ et } m_{\text{éther}} = n_{\text{éther}} \times M_{\text{éther}} = \frac{n_{\text{éthanol}}}{2} \times M_{\text{éther}}$$

$$\text{soit } m_{\text{éther}} = \frac{0,44}{2} \times 74 = 16 \text{ g}$$

Extrait du programme de la classe de seconde (BO spécial n°4 du 29 avril 2010)

La santé

Les citoyens doivent acquérir une culture scientifique de façon à procéder à des choix raisonnés en matière de santé.

L'objectif de ce thème est de montrer et d'expliquer le rôle des sciences physiques et chimiques dans les domaines du diagnostic médical et des médicaments.

Notions et contenus	Compétences attendues
Les médicaments : un médicament générique et un médicament « princeps » contiennent un même principe actif mais se différencient par leur formulation.	
Synthèse d'une espèce chimique. Densité, masse volumique.	Déterminer la masse d'un échantillon à partir de sa densité, de sa masse volumique. Déterminer une quantité de matière connaissant la masse d'un solide ou le volume d'un liquide. [...]

2.4. La solution d'hydroxyde de sodium est basique et permet d'éliminer les traces d'acide.

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 [...]	[...] Reconnaître un acide, une base dans la théorie de Brønsted.
Réactions quasi-totales en faveur des produits : - [...] - mélange d'un acide fort et d'une base forte dans l'eau. [...]	[...]

2.5. L'éther étant moins dense que la phase aqueuse, il constitue la phase supérieure.

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

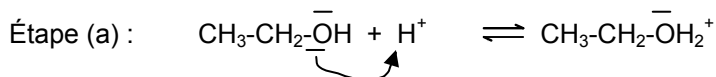
Synthétiser des molécules, fabriquer de nouveaux matériaux

Notions et contenus	Compétences exigibles
Stratégie de la synthèse organique Protocole de synthèse organique : - [...] - choix du montage, de la technique de purification, de l'analyse du produit ; - [...]	Effectuer une analyse critique de protocoles expérimentaux pour identifier les espèces mises en jeu, leurs quantités et les paramètres expérimentaux. [...]

3. Étude du mécanisme de la synthèse de l'éther diéthylique

3.1. L'oxygène possède deux doublets d'électrons, c'est le donneur. L'ion H⁺ est accepteur d'électrons.

Un doublet donneur de l'oxygène de l'éthanol attaque l'ion H⁺ accepteur.



Structure et transformation de la matière

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Transformation en chimie organique [...] Aspect microscopique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - [...] - Interaction entre des sites donneurs et accepteurs de doublet d'électrons ; représentation du mouvement d'un doublet d'électrons à l'aide d'une flèche courbe lors d'une étape d'un mécanisme réactionnel. 	<p>[...] Identifier un site donneur, un site accepteur de doublet d'électrons. Pour une ou plusieurs étapes d'un mécanisme réactionnel donné, relier par une flèche courbe les sites donneur et accepteur en vue d'expliquer la formation ou la rupture de liaisons.</p>

3.2. L'ion H⁺ est consommé lors de l'étape (a) et régénéré lors de l'étape (c). Ce n'est donc pas un réactif.

L'acide sulfurique est un catalyseur.

Temps, mouvement et évolution

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Temps et évolution chimique : cinétique et catalyse [...] Catalyse homogène, hétérogène et enzymatique.</p>	

4. Techniques d'analyse des espèces chimiques intervenant dans la réaction

Le spectre IR 2 ne présente pas de large bande vers 3200-3700 cm⁻¹ caractéristique du groupe OH. C'est donc celui de l'éther et le spectre IR 1 celui de l'éthanol.

Pour la RMN, les protons de l'éthanol CH₃-CH₂-OH sont tels que :

CH₃ : 2 voisins donc 2 + 1 = 3 pics donc triplet.

CH₂ : 3 voisins donc quadruplet

OH : pas de voisin donc singulet

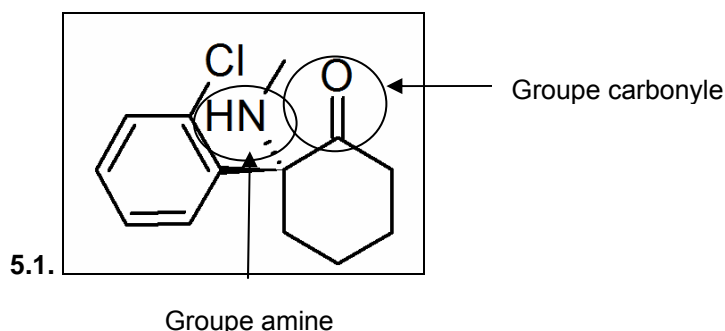
Pour l'éther, il n'y a plus le singulet. Donc le spectre RMN 1 est celui de l'éthanol et le spectre RMN 2 est celui de l'éther.

Analyse spectrale

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Spectres IR Identification de liaisons à l'aide du nombre d'onde correspondant ; détermination de groupes caractéristiques. [...]</p>	<p>Exploiter un spectre IR pour déterminer des groupes caractéristiques à l'aide de tables de données ou de logiciels. Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide. [...]</p>
<p>Spectres RMN du proton Identification de molécules organiques à l'aide :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du déplacement chimique ; - de l'intégration ; - de la multiplicité du signal : règle des (n+1)-uplets. 	<p>[...] Identifier les protons équivalents. Relier la multiplicité du signal au nombre de voisins. [...]</p>

Partie B : Un remplaçant de l'éther diéthylique

5. Etude des molécules de la kétamine



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 : [...]	Reconnaître les groupes caractéristiques dans les alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.

5.2. Les molécules A et A' n'ont pas la même configuration spatiale.

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 [...] Représentation de Cram. Carbone asymétrique. [...] Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérie (Z/E, deux atomes de carbone asymétriques). [...]	[...] Utiliser la représentation de Cram. Identifier les atomes de carbone asymétrique d'une molécule donnée. À partir d'un modèle moléculaire ou d'une représentation reconnaître si des molécules sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères. [...]

6. Utilisation médicale de la kétamine

La demi-vie d'élimination est la durée nécessaire pour que la moitié de la kétamine soit éliminée par l'organisme.

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 et évolution chimique : cinétique et catalyse [...] Temps de demi-réaction. [...]	[...]

Exercice 3 – Quand les astrophysiciens voient rouge...(5 points)

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 [...] Effet Doppler.	[...] Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses. Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.

1. L'effet Doppler

Le document 1 indique que $\lambda' > \lambda_0$, de plus $v < c$.

(1) et (2) $\lambda' < \lambda_0$ Faux

(3) relation non homogène Faux

Donc la relation (4) est correcte : $\lambda' = \lambda_0 \left(1 + \frac{v}{c} \right)$

2. Détermination de la vitesse d'une galaxie

2.1. Par lecture graphique on a :

Sur Terre : $\lambda(H_\alpha) = 656 \text{ nm}$; $\lambda(H_\beta) = 486 \text{ nm}$; $\lambda(H_\gamma) = 434 \text{ nm}$

Pour la galaxie $\lambda(H_\alpha) = 683 \text{ nm}$; $\lambda(H_\beta) = 507 \text{ nm}$; $\lambda(H_\gamma) = 451 \text{ nm}$

$$2.2.2. v(H_\beta) = 1,30 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1} \text{ de plus } \Delta v = \sqrt{2}c \frac{\Delta \lambda}{\lambda'}$$

$$\text{l'application numérique donne : } \Delta v = \sqrt{2} \times 3,00 \times 10^8 \times \frac{1}{507} = 0,083 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

Il faut arrondir en majorant l'incertitude et garder un seul chiffre significatif.

On obtient $v = (1,30 \pm 0,09) \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$

$$2.2.3. \frac{|v_{\text{rel}} - v|}{v_{\text{rel}}} = \frac{|1,27 - 1,30|}{1,27} = 2,4\% < 5\% \text{ donc le choix du modèle non-relativiste est justifié.}$$

2.3. Décalage vers le rouge

2.3.1. Pour chaque raie $\lambda' > \lambda_0$: la couleur de la radiation observée se rapproche du rouge.

2.3.2. $z(H_\alpha) = 0,0412$; $z(H_\beta) = 0,0432$; $z(H_\gamma) = 0,0392$

2.3.3. Théoriquement, z ne dépend pas de la raie choisie, les valeurs calculées de z sont proches, on peut faire une moyenne : $z = 0,0412$

2.3.4. En utilisant $\lambda' = \lambda_0 \left(1 + \frac{v}{c} \right)$ on montre que $z = \frac{v}{c}$

2.3.5. $v = c \times z$; AN : $v = 3,00 \cdot 10^8 \times 0,0412 = 1,24 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$

Cette valeur, calculée à partir d'une moyenne effectuée sur 3 mesures, est plus précise que la précédente calculée à l'aide d'une seule raie.

3. Détermination de la distance d'une galaxie

3.1. Graphiquement, on obtient : $H = 25000 / 400 = 63 \text{ km.s}^{-1}.\text{Mpc}^{-1}$

3.2. $d = \frac{z \times c}{H}$ soit $d = \frac{0,0412 \times 3,00 \times 10^5}{63} = 2,0 \times 10^2 \text{ Mpc}$

4. Comparaison des spectres de deux galaxies

4.1. Le document 4 présente un spectre d'absorption (le document 3 est un spectre d'émission).

4.2. Pour TGS153Z170, $\lambda(\text{H}_\beta) = 507 \text{ nm}$

Pour l'autre galaxie TGS912Z356, on lit sur doc 4 : $\lambda(\text{H}_\beta) = 543 \text{ nm}$

Le décalage vers le rouge est le plus important pour la TGS912Z356, donc z est aussi plus important.

Or $z = \frac{v}{c}$, donc sa vitesse v est plus grande.

De plus $d = v / H$, elle est donc plus éloignée de la Terre.