BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2018

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 heures 30
Coefficient : 6

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Le sujet comporte trois exercices présentés sur 11 pages numérotées de 1 sur 11 à 11 sur 11, y compris celle-ci.

Obligatoire

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE I - L'HUILE ESSENTIELLE D'ANIS ÉTOILÉ (9 points)

Les huiles essentielles furent, dès l'antiquité, à l'origine des parfums et des saveurs.

Par exemple, l'huile essentielle d'anis étoilé ou badiane entre dans la composition de boissons anisées. Une huile essentielle est un liquide d'apparence huileuse d'une couleur variable selon les plantes utilisées. Elle s'obtient généralement par hydrodistillation.

L'hydrodistillation de l'anis étoilé sec produit de 8 à 9 % en masse d'huile essentielle. L'huile essentielle d'anis étoilé contient 80 à 90 % en masse d'anéthol, espèce chimique responsable de l'odeur et du goût de l'anis. Elle contient en faible quantité un autre isomère, l'estragol.

Dans cet exercice on se propose :

- d'étudier les structures des molécules d'anéthol et d'estragol ;
- d'étudier l'extraction par solvant de l'anéthol de l'anis étoilé et la synthèse de l'anéthol ;
- de déterminer la concentration massique d'anéthol dans une boisson anisée.

Données à 25°C :

Solvants / Propriétés	eau	éthanol	dichlorométhane	cyclohexane
Miscibilité de l'anéthol	très peu soluble	soluble	soluble	peu soluble
Miscibilité de l'éthanol	miscible en toute proportion		miscible	non miscible
Miscibilité du dichlorométhane	non miscible	miscible		miscible
Masse volumique ($g.mL^{-1}$)	1,0	0,79	1,33	0,78
Pictogrammes de sécurité				

Espèce chimique	Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	Masse volumique ($g.mL^{-1}$)
anéthol	148,0	0,9882

Électronégativité de quelques atomes selon l'échelle de Pauling :

H	C	O	Br
2,2	2,5	3,5	3,0

Données RMN :

	CH_3—C	CH_3—O	CH_3—C=C	Ar—H	CH_2=C	R—CH=C
δ (ppm)	0,9	3,3 - 4,0	1,5 - 1,9	6,0 - 8,5	4,5 - 5,5	4,8 - 6,0

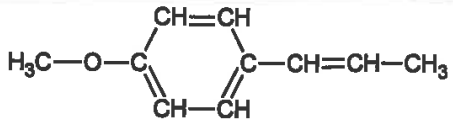
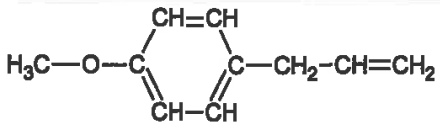
Ar symbolise un cycle aromatique de formule brute C_6H_5 ,c'est-à-dire comportant des doubles liaisons conjuguées.

On rappelle que le pourcentage massique d'une espèce dans un mélange est le rapport de sa masse sur celle du mélange.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1. Les molécules d'anéthol et d'estragol

Les formules semi-développées de l'anéthol et de l'estragol sont représentées ci-dessous :

Anéthol	Estragol
	

1.1. L'anéthol et l'estragol sont deux isomères. Justifier.

1.2. Parmi l'anéthol ou l'estragol, lequel présente des stéréoisomères de configuration ? Représenter ces deux stéréoisomères et préciser leur configuration.

1.3. Quelle relation de stéréoisomérie lie ces stéréoisomères ?

1.4. Peut-on différencier facilement ces deux stéréoisomères au laboratoire ? Justifier.

2. Extraction et analyse de l'anéthol issu de l'anis étoilé

Protocole expérimental

50,0 g d'anis étoilée sont écrasés à l'aide d'un pilon dans un mortier. Sous la hotte, mettre le solide obtenu dans un erlenmeyer et ajouter 200 mL de dichlorométhane. Boucher et agiter pendant 30 minutes. Filtrer puis rincer le filtre avec un peu de dichlorométhane. Transvaser le filtrat dans une ampoule à décanter contenant 200 mL d'eau distillée. Agiter et laisser décanter. Récupérer la phase comportant l'anéthol dans un erlenmeyer. Ajouter 2 à 3 pointes de spatule de sulfate de sodium anhydre. Filtrer et évaporer le solvant sous pression réduite. Peser.

2.1. Schématiser l'ampoule à décanter et identifier les différentes phases en précisant les espèces chimiques présentes.

2.2. Quelles précautions doit-on prendre pendant cette expérience ? Expliquer.

2.3. Sur quels critères est choisi le solvant d'extraction ?

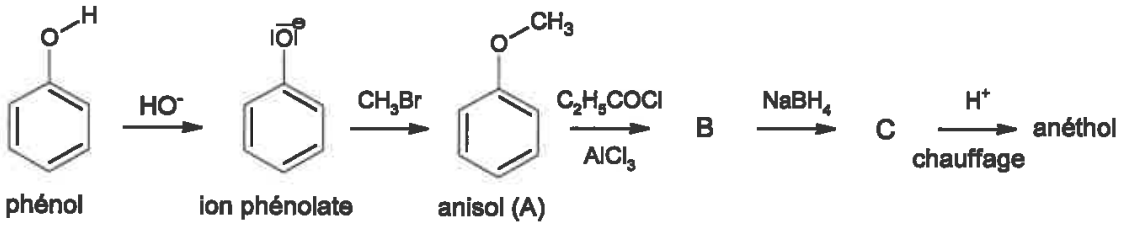
2.4. Quel est le rôle de l'ajout du sulfate de sodium anhydre ?

2.5. On dispose au laboratoire d'un échantillon d'anéthol pur. Proposer une technique d'analyse pour s'assurer de la présence d'anéthol dans le filtrat et indiquer les résultats attendus si l'anéthol est bien présent dans le filtrat.

2.6. À partir de 50,0 g d'anis étoilé, on récupère 1,90 mL d'huile essentielle. L'anéthol est le principal constituant de cette huile essentielle. En négligeant les autres composés, déterminer le pourcentage massique de l'anéthol dans l'anis étoilé. Commenter le résultat.

3. Synthèse de l'anéthol

L'extraction de l'anéthol à partir de l'anis étoilé n'est pas suffisante pour satisfaire la demande des consommateurs. Une voie de synthèse possible est réalisée à partir du phénol. Les différentes étapes de cette synthèse sont données ci-dessous :

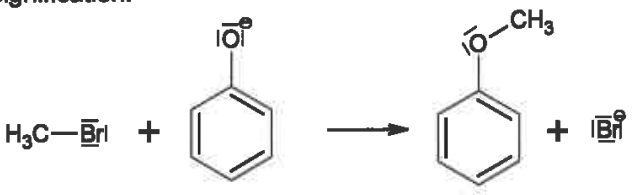


Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3.1. Quel est le rôle des ions hydroxyde HO^- dans la première étape de la synthèse ? En déduire la nature de la réaction mise en jeu dans cette étape.

3.2. La deuxième étape de cette synthèse peut être modélisée par un mécanisme en une étape représentée ci-dessous.

La recopier, indiquer et justifier le site donneur et le site accepteur de doublets d'électrons des entités réactives puis compléter le mécanisme par une ou plusieurs flèches courbes en rappelant leur signification.



ion phénolate A

3.3. À l'issu des 5 étapes de la synthèse, le produit final obtenu est analysé par spectroscopie RMN du proton.
Le spectre obtenu comporte les signaux suivants :

- Singulet intégrant pour 3H vers 3,8 ppm
- Doublet intégrant pour 3H vers 1,9 ppm
- Massif intégrant pour 4H du cycle aromatique (Ar) vers 7 ppm
- Multiplet intégrant pour 1H vers 5,5 ppm
- Multiplet intégrant pour 1H vers 6 ppm

Ce spectre confirme-t-il ou non que le produit final est bien de l'anéthol ?

4. Vérification du pourcentage massique d'anéthol dans une boisson anisée alcoolisée

Sur l'étiquette d'une bouteille alcoolisée anisée, on peut lire l'indication suivante : « Anéthol : 0,2 % en masse».
On considère que la densité de cette boisson est de 1,0 à 25°C.
Pour déterminer la concentration massique en anéthol de cette boisson, on réalise un dosage par étalonnage. Pour ce faire :

- on réalise dans des fioles jaugées de 50.0 ml une gamme de 5 solutions d'anéthol de concentration molaire différente à partir d'une solution notée (An) d'anéthol dans de l'éthanol, à la concentration de 0,132 $mol.L^{-1}$.
- on dilue la boisson anisée 50 fois dans de l'éthanol : la solution est notée S.

Fiole jaugée	1	2	3	4	5
Volume (An) en µL	50	100	150	200	250
Éthanol	En quantité suffisante pour compléter jusqu'au trait de jauge				

On mesure l'absorbance des solutions de la gamme étalon ainsi que celle de la solution S au maximum d'absorption de l'anéthol, soit à une longueur d'onde de 260 nm.

4.1. À quel domaine de rayonnement électromagnétique cela correspond-il ?

4.2. Justifier en analysant la structure de l'anéthol que le maximum d'absorption correspond à cette gamme de longueur d'onde.

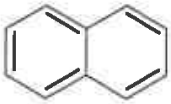
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Document : espèce chimique conjuguée et longueurs d'onde des maxima d'absorption

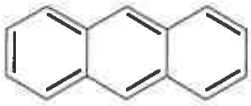
Plus le nombre de liaisons conjuguées est important dans une espèce chimique, plus le maximum d'absorption de cette espèce chimique correspond à une longueur d'onde élevée.



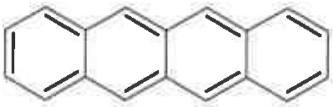
Benzène
λ_{max} = 254 nm



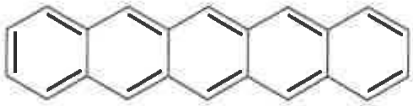
Naphtalène
λ_{max} = 314 nm



Anthracène
λ_{max} = 380 nm

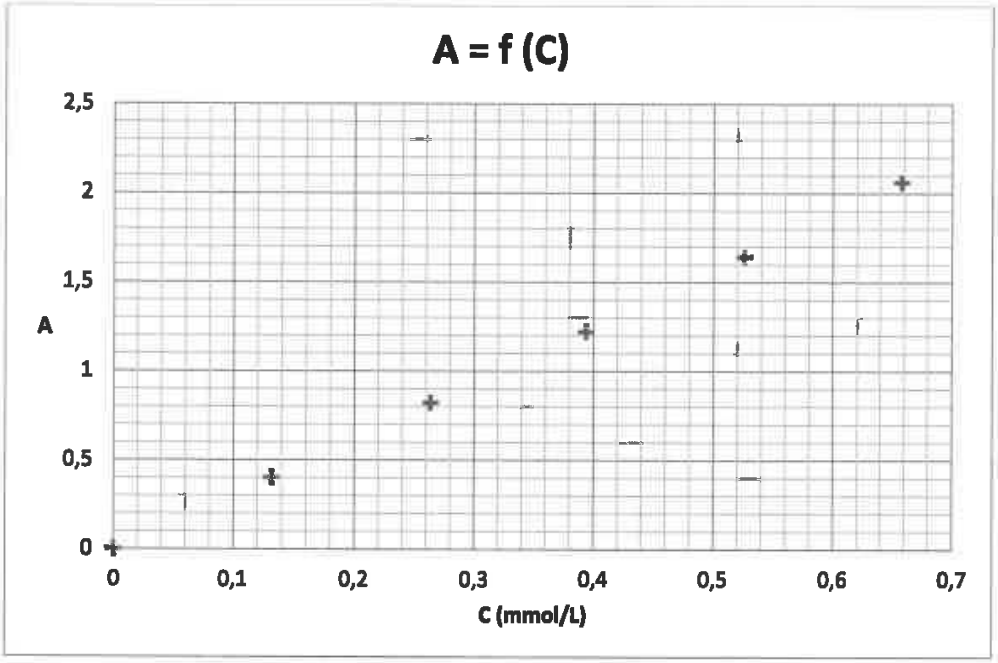


Naphtacène
λ_{max} = 480 nm



Pentacène
λ_{max} = 580 nm

Les valeurs des absorbances des solutions étalons ont été reportées sur la courbe *A = f(C) représentée* ci-dessous. La solution S présente une absorbance $A_{(S)}$ = 0,80.



4.3. L'indication du fabricant apposée sur l'étiquette est-elle correcte ?

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 5 / 11

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II - MODÉLISATION D'UN PARACHUTE AU LABORATOIRE (6 points)

L'ouverture d'un parachute modifie le mouvement d'un corps en chute libre.

Pour quantifier le processus de freinage, l'étude de la chute d'une boule de pétanque attachée à un petit parachute est conduite au laboratoire.

Physique du parachutisme

« Le parachute est un dispositif qui engendre une forte résistance de l'air, ce qui a pour effet de ralentir le mouvement d'un objet à travers l'atmosphère. Les parachutes sont constitués de matériaux légers comme la soie ou le nylon. Pour qu'un parachute soit efficace il doit diminuer la vitesse limite d'au moins 75 % »

D'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Physique_du_parachutisme

Au laboratoire, pour étudier le mouvement de chute d'une boule de pétanque accrochée à un parachute, une vidéo a été réalisée à l'aide d'une webcam, puis traitée en utilisant des logiciels de pointage d'images.

1. Cadre théorique de l'étude

On considère le système {boule de pétanque + parachute}.

La masse de la boule de pétanque étant très supérieure à celle des tissus et fils utilisés pour fabriquer le parachute, on assimile la masse du système à la masse de la boule de pétanque.

Pour l'étude, les volumes de tissu utilisés pour réaliser la toile du parachute ainsi que celui des fils seront négligés. Seul sera pris en compte le volume de la boule.

Le système en chute est soumis :

- à l'action mécanique de la Terre modélisée par le poids $\vec{P}$ du système ;
- à l'action mécanique exercée par l'air modélisée par une force de frottement $\vec{f}$ et par la poussée d'Archimède $\vec{F_A}$.

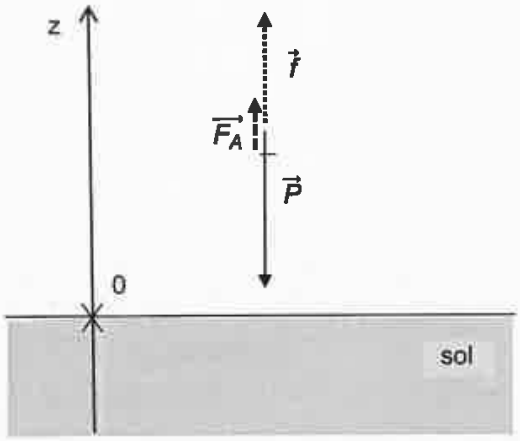


Figure 3 : représentation des forces subies par le système (sans souci d'échelle)

Données :

- expression de l'intensité de la poussée d'Archimède : $F_A = \rho_{air}.V.g$;
  avec : ρ_{air} (en kg.m^{-3}) ; la masse volumique de l'air dans lequel est plongé le corps ;
  V (en m^3) ; le volume du corps placé dans l'air,
  g = 9,8 m.s^{-2} ; l'intensité du champ de pesanteur.
- masse du système étudié : m = 400 g ;
- diamètre de la boule : d = 10 cm ;
- volume V d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$;
- masse volumique de l'air : ρ_{air} = 1,2 kg.m^{-3}.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.1. Le référentiel d'étude étant supposé galiléen, écrire la seconde loi de Newton appliquée au système étudié.

1.2. Dans ce cadre d'étude, montrer, à l'aide d'un calcul numérique, que l'on peut négliger la poussée d'Archimède par rapport au poids du système.

2. Étude expérimentale

Dans la suite on s'appuie sur les résultats expérimentaux ci-dessous et les données relatives au système fournies précédemment :

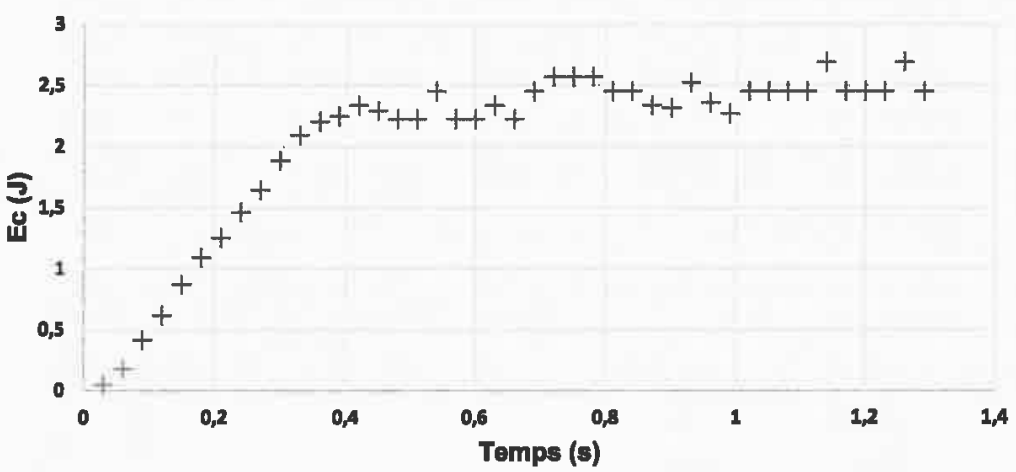


Figure 1 : évolution de l'énergie cinétique du système en fonction du temps.

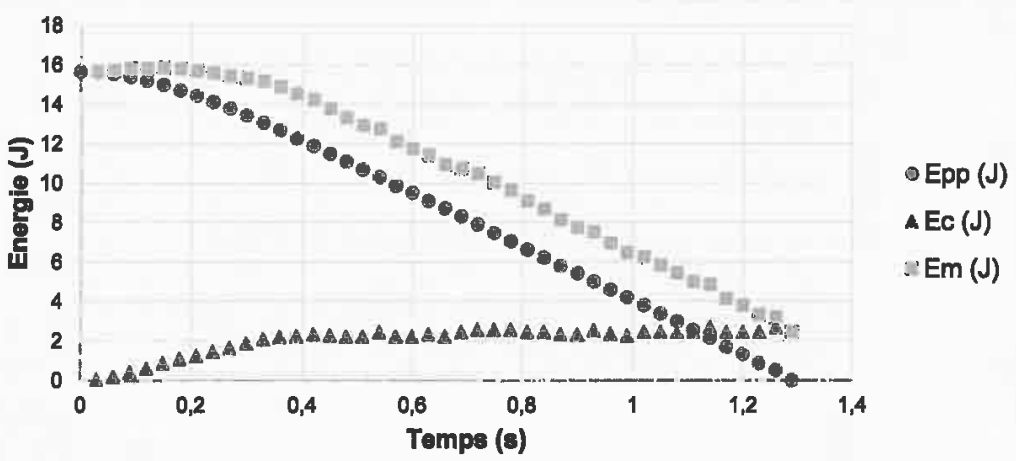


Figure 2 : évolutions des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique du système en fonction du temps.

L'énergie potentielle est choisie nulle au niveau du sol (z = 0).

2.1. Comment évolue la vitesse du système lors de sa chute ? Justifier.

2.2. Estimer la valeur de la « *vitesse limite* » qui est la vitesse maximale atteinte par le système.

À partir de quelle date t_0 cette valeur est-elle atteinte ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2.3. En s'appuyant sur l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur du système, déterminer la valeur Δz de la variation d'altitude du système pendant la phase de mouvement uniforme (entre le début de la phase où la vitesse limite est atteinte et l'atterrissage).

2.4. Comment l'énergie mécanique du système varie-t-elle au cours du mouvement ? Que peut-on en conclure sur les forces de frottement de l'air exercées sur le système ?

2.5. Déterminer la valeur de la variation d'énergie mécanique pendant la phase de mouvement uniforme.

2.6. En déduire la valeur de la force de frottement supposée constante pendant la phase de mouvement uniforme. Conclure quant au bilan des forces, pendant cette phase.

3. Allons plus loin…

On reproduit cette expérience de chute dans un tube vertical dans lequel on a fait le vide. Les conditions initiales sont identiques.

Représenter sur votre copie l'allure de l'évolution, au cours du temps, des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique. Vous justifierez l'allure de ces courbes en donnant leurs équations horaires.

Toutes les initiatives du candidat seront valorisées ; la démarche utilisée nécessite d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III - DÉTECTION DE RAYONS COSMIQUES (5 POINTS)

En 1911, le physicien Viktor Hess découvrait ce qui est appelé le rayonnement cosmique. On comprendra par la suite que ce rayonnement est constitué de particules, parmi elles se trouvent des muons.

1. Étude des muons

Lors de son émission de radio « *La Conversation scientifique* » du 31 décembre 2016 sur France-Culture, Étienne Klein a invité Sébastien Procureur physicien nucléaire, responsable scientifique à l'IRFU (Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers) du CEA.
Au cours de cette conversation, Étienne Klein soulève un point qui pose problème :
« En admettant même que ces particules aillent à la vitesse de la lumière, si leur durée de vie est de 2,0 µs, elles parcourent 600 m dans l'atmosphère, or on a dit qu'elles étaient produites à plusieurs dizaines de kilomètres au-dessus de la surface du sol. Comment on explique ce décalage ? »
La réponse de Sébastien Procureur est limpide :
« C'est un simple effet de relativité restreinte. »

Sur le site *www.laradioactivite.com*, on peut lire :
Un muon de 1 GeV (1000 MeV) parcourt en moyenne 6,87 km dans l'atmosphère, un muon de 10 GeV près de 63 km. Cet allongement des parcours avec l'énergie est dû à la dilatation des durées prédite par la théorie de la relativité restreinte d'Einstein.

Données :

- 1 eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J ;
- facteur de Lorentz : $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$
  où v est la vitesse de la particule dans le référentiel du laboratoire ;
- la durée de vie ΔT d'une particule animée d'une vitesse v, mesurée dans le référentiel du laboratoire, est liée à sa durée de vie propre ΔT_0 par l'égalité : $\Delta T = \gamma \Delta T_0$;
- énergie d'une particule de masse m en mouvement : $E = \gamma mc^2$;
- masse du muon : $m_\mu = 1{,}88\times10^{-28}$ kg.

1.1. Retrouver l'ordre de grandeur de la valeur de la célérité c de la lumière à partir des valeurs évoquées par Étienne Klein.

1.2. La durée de vie des muons dans leur référentiel propre est $\Delta T_0 = 2{,}2$ µs. Pour des muons qui se déplacent à la vitesse $v = 0{,}9997\ c$, déterminer la valeur de leur durée de vie mesurée dans le référentiel du laboratoire.

1.3. Quelle est la distance parcourue par ces muons dans le référentiel du laboratoire. Est-elle compatible avec les observations ?

1.4. Quelle est l'énergie d'un muon qui se déplace à la vitesse $v = 0{,}9997\ c$? La valeur trouvée est-elle cohérente avec les résultats précédents et les informations fournies ? Justifier.

2. Détection des muons au lycée

Le dispositif ministériel Sciences à l'École, dans le cadre du plan d'équipement COSMOS à l'École, met à disposition des établissements scolaires un cosmodétecteur. Cet appareillage permet de détecter des muons et de mesurer des durées de vie.

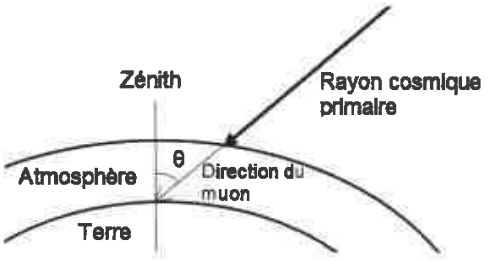
Source : Sciences à l'École



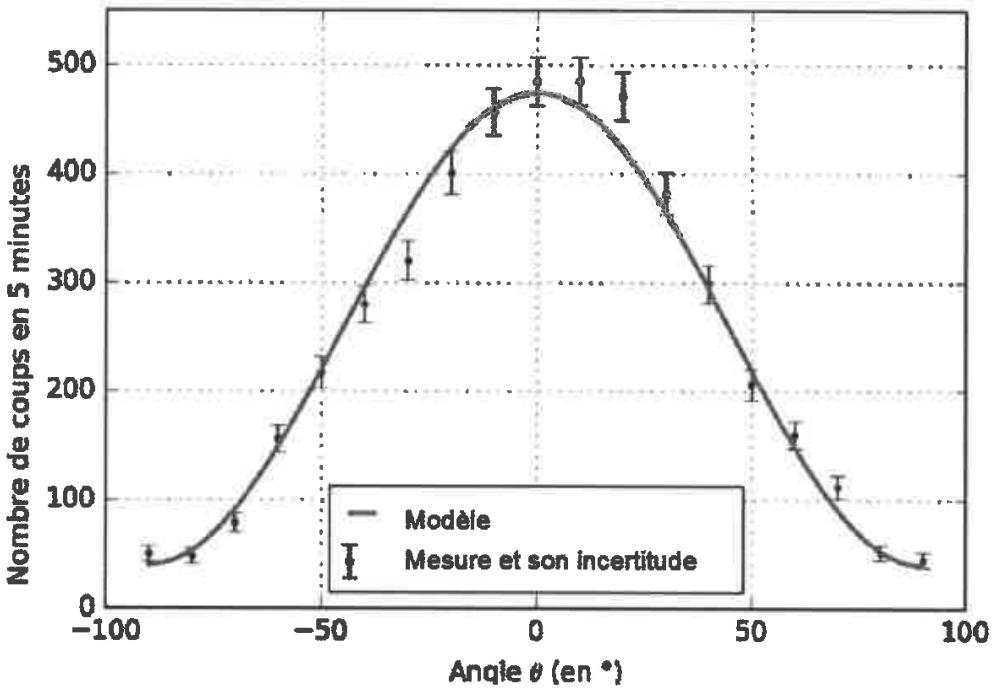
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Distribution angulaire de la direction d'arrivée des muons

Afin de pouvoir comparer les données de mesures, certains paramètres doivent être réglés sur le cosmodétecteur. Parmi ces paramètres figure l'orientation de l'appareil. Le nombre de muons détectés à la surface de la Terre diffère suivant la direction d'observation.



En mesurant le nombre d'impacts en cinq minutes sur le détecteur en fonction de l'angle d'orientation de ce détecteur par rapport au zénith, on trace le graphe suivant :



D'après cahier pédagogique – Plan *d'équipement «COSMOS à l'École»*

Mesures collaboratives

À l'occasion de la « Fête de la Science » le vendredi 13 octobre 2017, des mesures ont été effectuées par différents lycées de France.

On s'intéresse aux mesures effectuées au lycée de Lunel.

Lunel est une ville qui se situe à une altitude de 8 m au-dessus du niveau de la mer (dans le département de l'Hérault).

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Les mesures ont été effectuées en extérieur de 8 h à 12 h.

Température (en °C arrondi au dixième)	Pression (en hPa arrondi au dixième)	Humidité (%)	Numéro de la mesure	Heure métropole (début de la mesure)	Nombre de muons comptés au zénith pendant une durée de 10 min
11,4	1026,2	84	0	8:00:00	
			1	8:10:00	1009
			2	8:20:00	1030
12	1026		3	8:30:00	992
			4	8:40:00	994
			5	8:50:00	1019
15	1026	83	6	9:00:00	984
			7	9:10:00	922
			8	9:20:00	1008
15	1026		9	9:30:00	1001
			10	9:40:00	1016
			11	9:50:00	971
16,1	1027	70	12	10:00:00	940
			13	10:10:00	963
			14	10:20:00	990
18	1027		15	10:30:00	906
			16	10:40:00	936
			17	10:50:00	944
18,1	1027,6	68	18	11:00:00	927
			19	11:10:00	919
			20	11:20:00	965
18	1027		21	11:30:00	918
			22	11:40:00	912
			23	11:50:00	976
17	1027	76	24	12:00:00	950

Données :

- Le flux de muons au niveau de la mer est de 1 muon par cm^2 par minute ;
- Exploitation d'une série de mesures d'une grandeur X :

Pour une série de mesures pour lesquelles on suppose les conditions de répétabilité vérifiée, on considère que la meilleure estimation de l'incertitude de mesure de la grandeur X, avec un niveau de confiance de 95% s'écrit :

$$U_X = 2 \times \frac{s_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

n : nombre de valeurs disponibles

s_{n-1} : écart-type expérimental tel que : $s_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \times \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}$

2.1. Dans quelle direction faut-il orienter le détecteur pour avoir un nombre d'impacts maximal ? Ce positionnement doit-il être effectué avec précision ?

2.2. On souhaite évaluer le nombre d'impacts à Lunel en 10 minutes en faisant apparaître la valeur de l'incertitude avec un niveau de confiance de 95 %.

2.2.1. Quelle est la meilleure estimation de ce nombre d'impacts ? Calculer ce nombre.

2.2.2. Écrire le résultat en faisant apparaître la valeur de l'incertitude sur la mesure.

2.3. Évaluer la surface effective de détection du cosmodétecteur. Commenter le résultat.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer