BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2017

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Obligatoire

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

L'usage de la calculatrice est autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Le sujet comporte trois exercices présentés sur 12 pages numérotées de 12/12 à 12/12, y compris celle-ci.

Documents à rendre avec la copie :

Annexe I ……..page 12/12

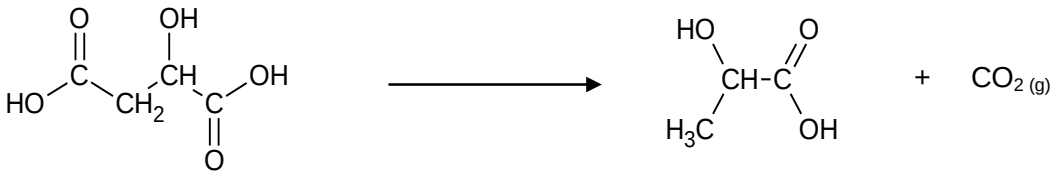
Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

EXERCICE I - LA FERMENTATION MALOLACTIQUE DES VINS (10 points)

Après récolte et pressage des raisins, deux fermentations ont lieu, d'abord la fermentation alcoolique, puis la fermentation malolactique.

Pour qu'un vin puisse être mis en bouteille, il convient de vérifier que la fermentation malolactique, objet d'étude de cet exercice, est terminée.

La fermentation malolactique, généralement assurée par une espèce de bactérie lactique, *Oenococcus oeni*, désigne la désacidification biologique du vin. Lors de cette transformation, l'acide malique présent dans le vin se transforme en acide lactique, acide plus faible, avec production de dioxyde de carbone à l'état gazeux ; transformation modélisée par la réaction d'équation suivante :



acide malique — acide lactique

La désacidification du vin qui résulte de la fermentation malolactique est un phénomène généralement recherché, auquel on doit l'assouplissement des vins jeunes.

D'après www.vignevin-sudouest.com et http://www.futura-sciences.com

Le 15 octobre 2016, un vigneron suit la fermentation malolactique d'un vin contenu dans une cuve de 10 m^3. La température ambiante est de 15 °C lorsque la fermentation malolactique débute. La concentration massique initiale en acide malique dans le vin est de 3,0 $g.L^{-1}$. L'évolution au cours du temps de la masse d'acide lactique formé est donnée par le graphique situé **en annexe, à rendre avec la copie.**

Données :

- masse molaire de l'acide malique : M_{mal} = 134,0 $g.mol^{-1}$;
- masse molaire de l'acide lactique : M_{lac} = 90,0 $g.mol^{-1}$;
- pour simplifier les écritures, on notera les couples acidobasiques,
  - de l'acide malique :

AH_2/AH^- $\quad pK_{A1} = 3,46$

AH^-/A^{2-} $\quad pK_{A2} = 5,10$

  - de l'acide lactique :

$A'H/A'^-$ $\quad pK_A = 3,86$

1. Stéréochimie

1.1. Réécrire l'équation de la réaction chimique modélisant la transformation de l'acide malique en acide lactique en utilisant les formules topologiques des molécules.

1.2. Entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans la molécule d'acide malique.

1.3. À l'aide de la représentation de Cram, dessiner les stéréoisomères de la molécule d'acide lactique.

2. Acidité et vin

L'acide malique est un diacide. Il peut apparaître sous différentes formes en fonction du *pH* de la solution.

2.1. Définir la notion d'acide. Justifier alors la notation AH_2 utilisée pour l'acide malique.

2.2. Représenter les domaines de prédominance, en fonction du pH, des différentes formes de l'acide malique et de l'acide lactique en utilisant les notations simplifiées indiquées dans les données.

2.3. La concentration en ions oxonium H_3O^+ dans le vin, en début de fermentation malolactique, est de $6{,}3 \times 10^{-4}$ mol.L^{-1}. Calculer la valeur du pH du vin en début de fermentation.

2.4. En déduire la forme prédominante de l'acide malique dans le vin en début de fermentation malolactique.

2.5. Proposer des éléments d'interprétation à « *la désacidification résultant de la fermentation malolactique* » indiquée dans le texte d'introduction.

3. Suivi de la fermentation malolactique

3.1. Montrer que la quantité de matière initiale en acide malique dans la cuve est de $2{,}2 \times 10^{2}$ mol.

3.2. En s'appuyant sur le graphique situé **en annexe**, déterminer la quantité de matière d'acide lactique formé à l'état final.

3.3. La fermentation malolactique est-elle une transformation chimique totale ? Justifier.

3.4. Définir le temps de demi-réaction d'une transformation chimique.

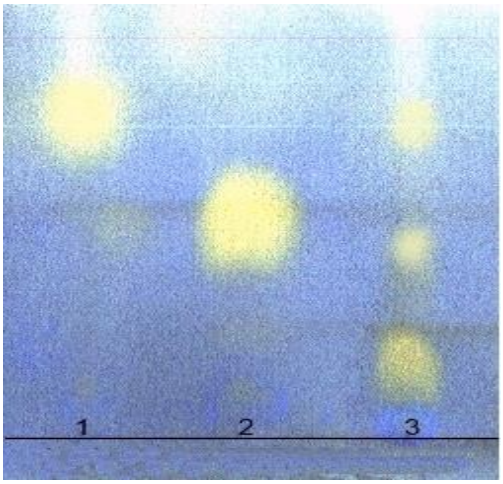
3.5. Montrer que la masse d'acide lactique formé est proportionnelle à l'avancement de la réaction. Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction pour cette fermentation malolactique. On fera apparaître la méthode utilisée sur le graphique situé **en annexe, à rendre avec la copie**.

3.6. À partir de quelle date le viticulteur pourra-t-il mettre en bouteille le vin de ses cuves ? Justifier.

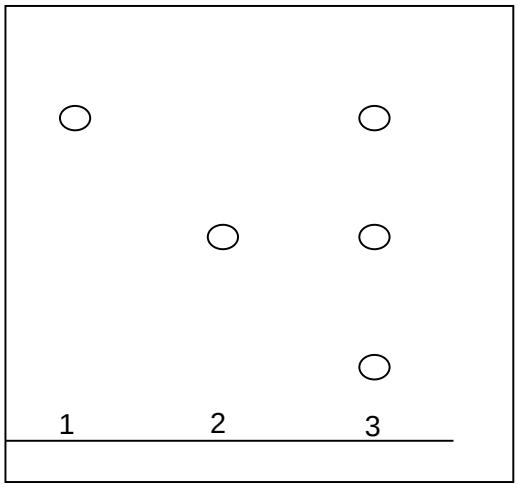
3.7. Représenter sur le graphique situé **en annexe, à rendre avec la copie** l'allure quantitative de la courbe de suivi de la fermentation malolactique si la température ambiante est de 20 °C. Justifier. En déduire l'influence de cette nouvelle condition sur la mise en bouteille.

4. Chromatographie sur couche mince d'un vin à mettre en bouteille.

Le viticulteur souhaite mettre le vin d'une cuve en bouteille. Il effectue une chromatographie de contrôle de la fermentation malolactique sur un échantillon de vin de la cuve. Les résultats sont présentés ci-dessous :



Photographie du chromatogramme



Schématisation du chromatogramme

Dépôt 1 : acide lactique

Dépôt 2 : acide malique

Dépôt 3 : vin à mettre en bouteille

4.1. Le viticulteur peut-il mettre ce vin en bouteille ? Justifier.

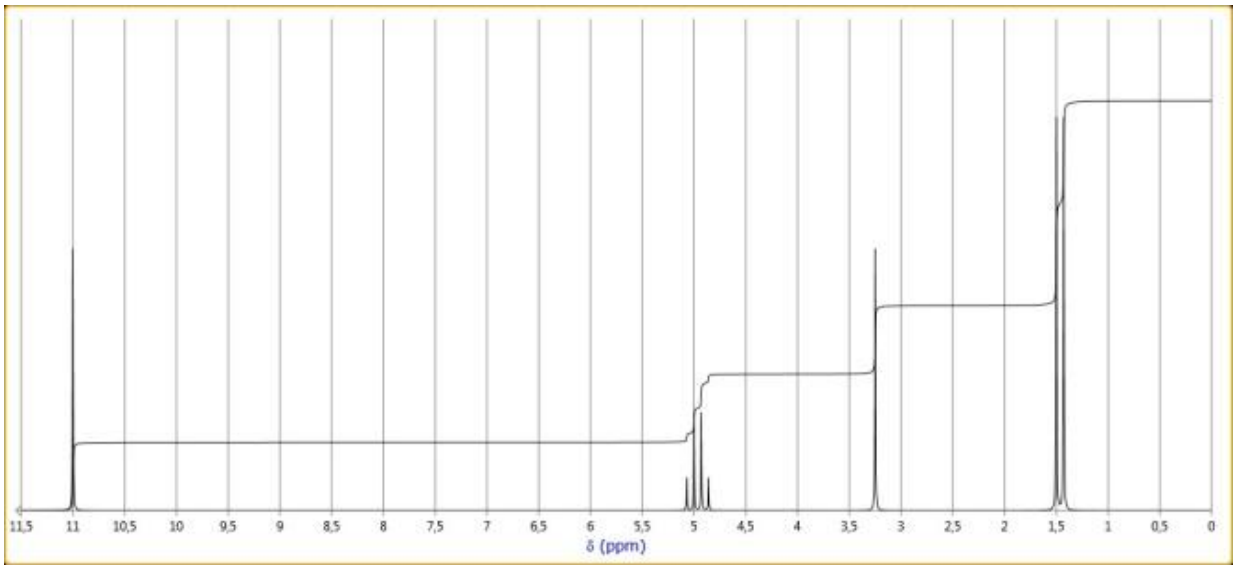
4.2. Quel(s) problème(s) veut-on éviter en suivant l'évolution de la fermentation malolactique dans les vins avant la mise en bouteille ?

5. Spectroscopie RMN du proton et fermentation malolactique

5.1. Parmi les spectres simulés ci-après, lequel pourrait correspondre à l'acide lactique ? Expliciter la démarche mise en œuvre et attribuer rigoureusement les signaux correspondants.

Spectres RMN simulés de l'acide malique et de l'acide lactique

Spectre 1

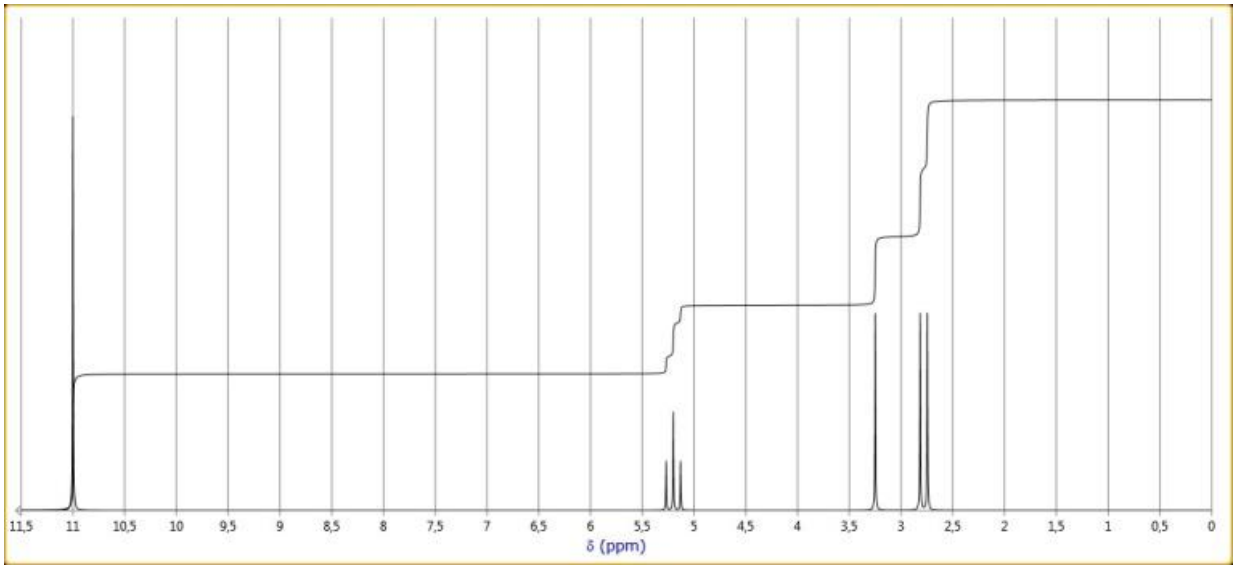


Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Spectre 2



5.2. La spectroscopie RMN pourrait-elle être utilisée pour affirmer que la fermentation malolactique est terminée ? Justifier.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II – QUAND NEWTON VIENT EN AIDE AUX SKATEURS (5 points)

La finale de skateboard du FISE WORLD (Festival International des Sports Extrêmes) s'est déroulée le 5 mai 2016 à Montpellier. Parmi les nombreuses figures réalisées par les skateurs, les enchainements de « ollie » et de « grind » se sont succédés.

Comment faire un « ollie » ?

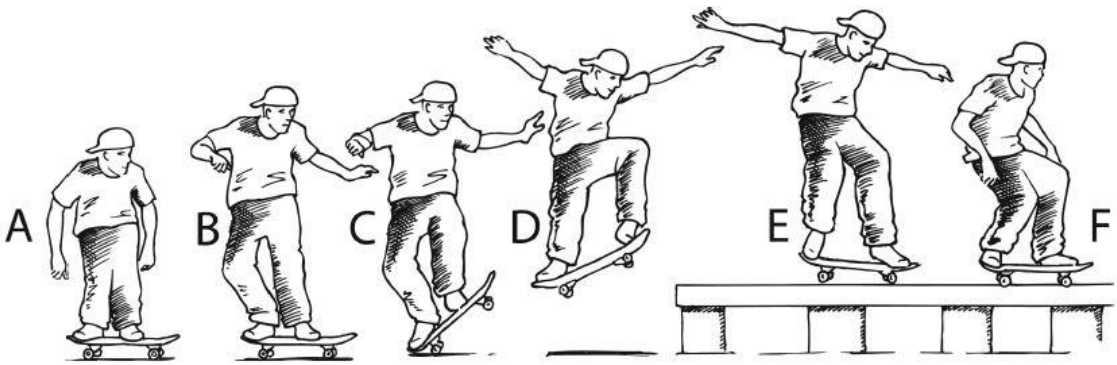


Un « ollie » est la figure de base du skateboard. Il s'agit d'un saut effectué avec la planche (…) Pour réaliser cette figure, il faut donner un bon coup avec votre pied arrière (dessin ci-contre). Il est important de bien faire claquer l'arrière de la planche ; c'est ce qui vous permet de décoller.

D'après http://fr.wikihow.com/faire-un-ollie

Enchainement d'un « ollie » et d'un « grind »

Le skateur avance d'abord en ligne droite à vitesse constante, puis la réalisation d'un « ollie » lui permet d'accéder à un rail et de glisser alors sur les axes de roues et de réaliser ainsi un « grind ». Cet enchaînement peut se décomposer de la manière suivante :



D'après Journal of Applied Biomechanics, University of Massachusetts
http://stilab.com/content/papers/kinetics-of-the-ollie-2.pdf

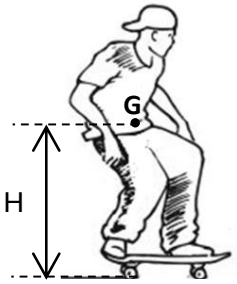
Données :

- hauteur du rail : h = 45 cm ;
- longueur du trajet sur le rail horizontal : L = EF = 2,0 m ;
- masse du système S {skateur + planche} : m = 75 kg ;
- intensité de la pesanteur : g = 9,8 m.s^{-2}.

L'étude du mouvement du système S {skateur + planche} est faite dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen**.**

Dans tout l'exercice, le système S, considéré comme indéformable, est assimilé à un point matériel G situé à une distance H = 1,0 m du support où se trouve le skateur, quel que soit ce support (sol, rail…).

Pour toutes les phases du mouvement, on pose que l'énergie potentielle de pesanteur est nulle au niveau du sol.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Les quatre parties de l'exercice sont indépendantes.

Première partie : Parcours AB

1.1. Quelle est la nature du mouvement du système S sur le parcours AB ?

1.2. Que peut-on dire, sur ce parcours, des forces exercées sur le système S ? Justifier la réponse.

Deuxième partie : Étude énergétique du « ollie »

On s'intéresse à présent au mouvement du système S sur le parcours CE.

Le skateur effectue un «ollie» ; il quitte le sol au point C au moment où sa vitesse est $v_c = 3{,}6$ m.s^{-1} ; il atteint le rail au point E avec la vitesse v_E. On néglige les frottements sur le parcours CE.

2.1. Donner les expressions de l'énergie mécanique du système S au point C et au point E.

2.2. En sachant que l'on néglige toute forme de dissipation d'énergie entre C et F, déterminer l'expression de la vitesse v_E au point E en fonction de g, h et v_c.

2.3. En déduire la valeur de la vitesse v_E au point E.

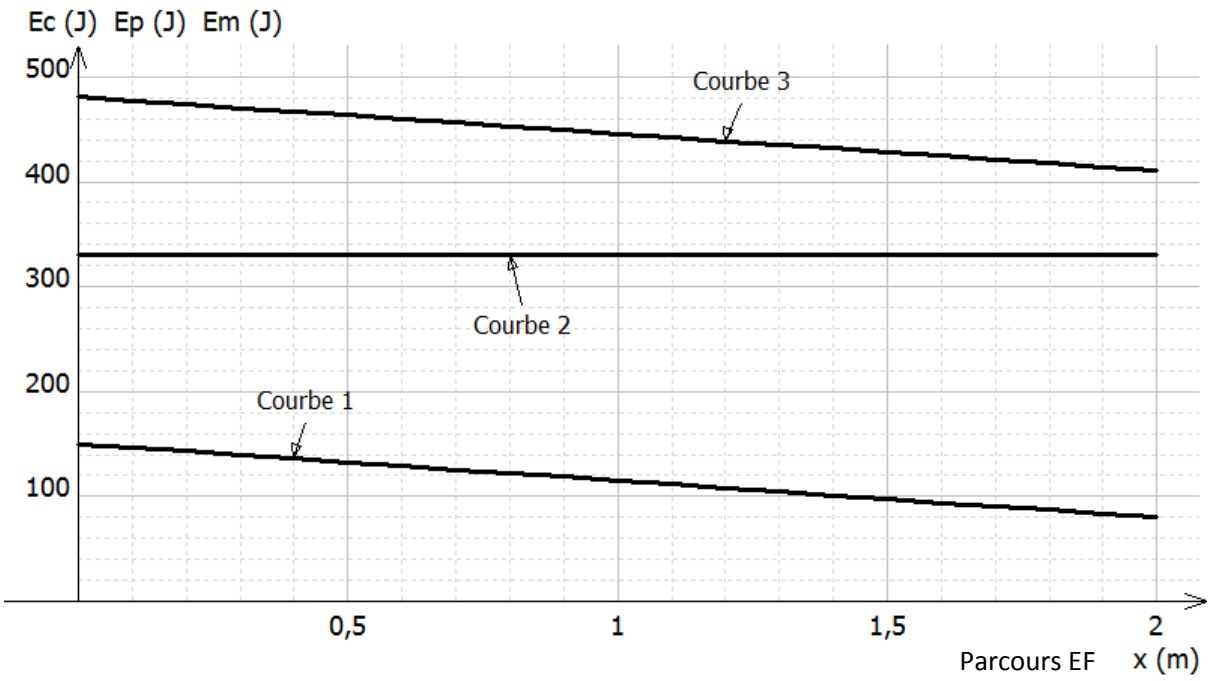
Troisième partie : Étude énergétique du « grind »

On étudie à présent le mouvement du système S qui glisse sans rouler sur le rail horizontal, du point E au point F.

Les forces de frottement ne sont pas négligeables, elles sont assimilables à une force $\vec{f}$ unique, constante et opposée au sens du mouvement.

3.1. Le document ci-après rassemble les représentations graphiques de l'évolution des grandeurs énergie potentielle de pesanteur E_P, énergie cinétique E_c, et énergie mécanique E_m du système S sur le parcours EF.

Attribuer à chaque courbe l'énergie qui lui correspond en justifiant.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

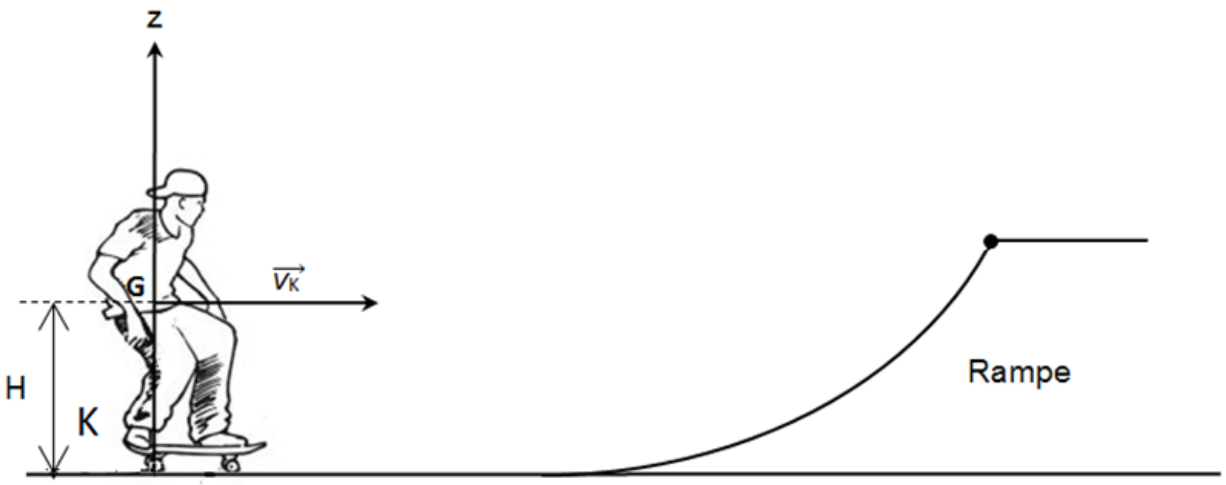
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3.2. Donner l'expression littérale du travail de la force $\vec{f}$ le long du parcours EF.

3.3. En utilisant la non-conservation de l'énergie en présence de frottements, en déduire la valeur de l'intensité de la force de frottement $\vec{f}$.

Quatrième partie : Étude énergétique du mouvement sur la rampe

Le skateur quitte le rail, les roues du skate sont de nouveau en contact avec le sol et roulent sans frottement. Le skateur prend de l'élan jusqu'au point K pour aborder la rampe : la vitesse horizontale atteinte a pour valeur $v_K = 4{,}5\ m.s^{-1}$.



4. Le skateur arrive en haut de la rampe avec une vitesse nulle. Déterminer la hauteur de la rampe.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III - OBSERVATION D'UNE EXOPLANÈTE (5 points)

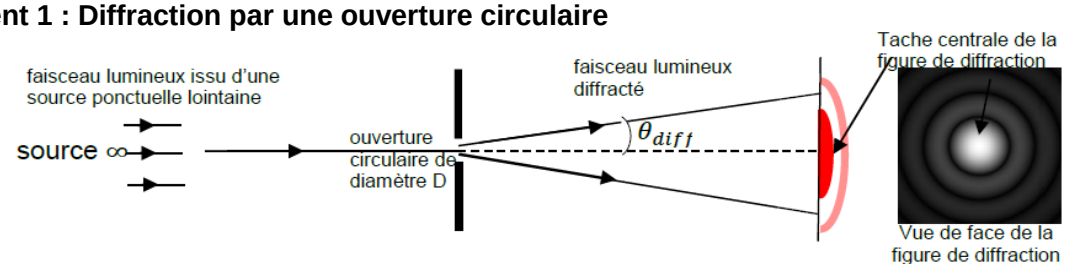
L'existence de planètes situées en dehors du système solaire (ou exoplanètes) fait l'objet d'études scientifiques depuis le XIX^{ème} siècle. Leur éloignement, mais aussi leur manque de luminosité par rapport aux étoiles autour desquelles elles tournent, rendent leur détection difficile.

1. Comment la diffraction rend-elle difficile l'observation d'une exoplanète ?

Un télescope de diamètre *D* collecte la lumière émise par un objet céleste, puis la renvoie vers un système optique de formation d'image qui ne sera pas étudié ici. Actuellement, l'observation de détails avec un télescope terrestre est principalement limitée par le phénomène de diffraction lié à la valeur de l'ouverture circulaire *D* du télescope car il est possible d'annuler l'effet des turbulences atmosphériques sur la qualité des images formées.

La première planète extrasolaire dont on a pu faire une image par observation directe dans le proche infrarouge s'appelle 2M1207b. Cette exoplanète orbite à une distance estimée à 55 unités astronomiques (ua) autour de l'étoile 2M1207a, située à 230 années lumières (al) de la Terre.

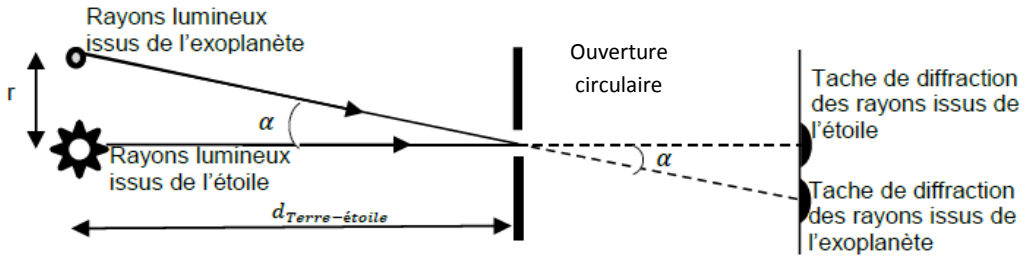
Document 1 : Diffraction par une ouverture circulaire



Dans le cas d'une ouverture circulaire, on admet que l'angle de diffraction θ_{diff} (exprimé en radian) vérifie la relation $\theta_{diff} = 1{,}22\frac{\lambda}{D}$, où λ est la longueur d'onde du faisceau incident et *D* le diamètre de l'ouverture.

Écart angulaire et diffraction

Des rayons lumineux issus d'un couple étoile-planète et passant par l'ouverture circulaire d'un télescope terrestre sont représentés dans le schéma ci-dessous :

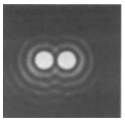


α est l'écart angulaire entre l'étoile et la planète, c'est à dire l'angle sous lequel l'écart angulaire étoile-planète est vue depuis la Terre. Il se calcule grâce à la relation : $\alpha \approx \tan\alpha = \frac{r}{d_{Terre-étoile}}$

où *r* est la distance entre la planète et l'étoile et $d_{Terre-étoile}$ la distance entre la Terre et l'étoile.

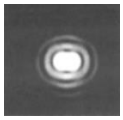
Critère de Rayleigh pour distinguer deux objets

Un télescope permet de distinguer deux objets à condition que l'écart angulaire α entre ces deux objets soit supérieur ou égal à l'angle de diffraction θ_{diff}.



$\alpha > \theta_{diff}$

On peut distinguer les deux objets



$\alpha = \theta_{diff}$



$\alpha < \theta_{diff}$

On ne peut pas distinguer les deux objets

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Données :
unité astronomique : 1 ua = 1,496 × 10^{11} m ; l'année lumière : 1 al = 9,461 × 10^{15} m ;
vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8$ $m\,s^{-1}$

1.1. Quelle propriété de la lumière permet d'expliquer le phénomène de diffraction ?

1.2. Déterminer le diamètre minimal D du télescope terrestre permettant de distinguer la planète 2M1207b de l'étoile 2M1207a. On admet que la longueur d'onde des rayons lumineux provenant des deux objets célestes a pour valeur λ = 2,0 µm.

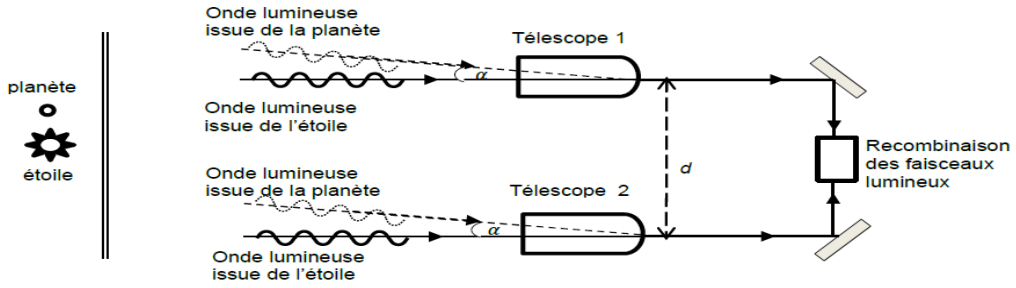
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

2. Comment la faible luminosité d'une exoplanète la rend-elle difficile à observer ?

En général, les planètes sont peu lumineuses par rapport aux étoiles ce qui ajoute une difficulté supplémentaire pour les observer. Un dispositif interférométrique, décrit dans le document 2, a été proposé en 1978 par le physicien australien Ronald N. Bracewell. Il permet de contourner ce problème. L'objectif est d'éliminer le signal de l'étoile tout en permettant l'enregistrement du signal émis par la planète.

Document 2 : Dispositif interférométrique

On considère deux télescopes identiques dont les lignes de visées sont dirigées vers une étoile lointaine. La direction d'une exoplanète à proximité de l'étoile fait un angle α avec la ligne de visée.



Dans ce dispositif, les faisceaux issus des deux télescopes sont recombinés grâce à un dispositif optique situé à égale distance des deux télescopes.

Recombinaison des signaux issus de l'étoile

2.1. Justifier que, dans le dispositif décrit dans le document 2, les rayons lumineux issus de l'étoile et captés par les télescopes 1 et 2 interfèrent de façon constructive au niveau de la recombinaison.

2.2. On appelle T la période de l'onde lumineuse. L'idée de Bracewell est d'ajouter, juste après le télescope 2, un système optique permettant d'ajouter un retard d'une demi-période $\frac{T}{2}$ sur le signal provenant de ce télescope. Montrer que ce système optique produit des interférences destructives entre les deux rayons issus de l'étoile au niveau de la recombinaison. Quelle sera alors l'intensité du signal lié à l'étoile ?

Recombinaison des signaux issus de l'exoplanète

Les rayons lumineux issus de l'exoplanète arrivent sur les dispositifs interférométriques en faisant un angle α avec la ligne de visée. À cause de cette inclinaison, le signal lumineux arrive sur le télescope 2 avec un retard $\tau = \frac{d.\sin\alpha}{c}$ où d est la distance entre les deux miroirs.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.3. Montrer que le signal issu du télescope 2 a un retard de $\tau' = \frac{d.\sin\alpha}{c} + \frac{T}{2}$ par rapport au signal issu du premier télescope.

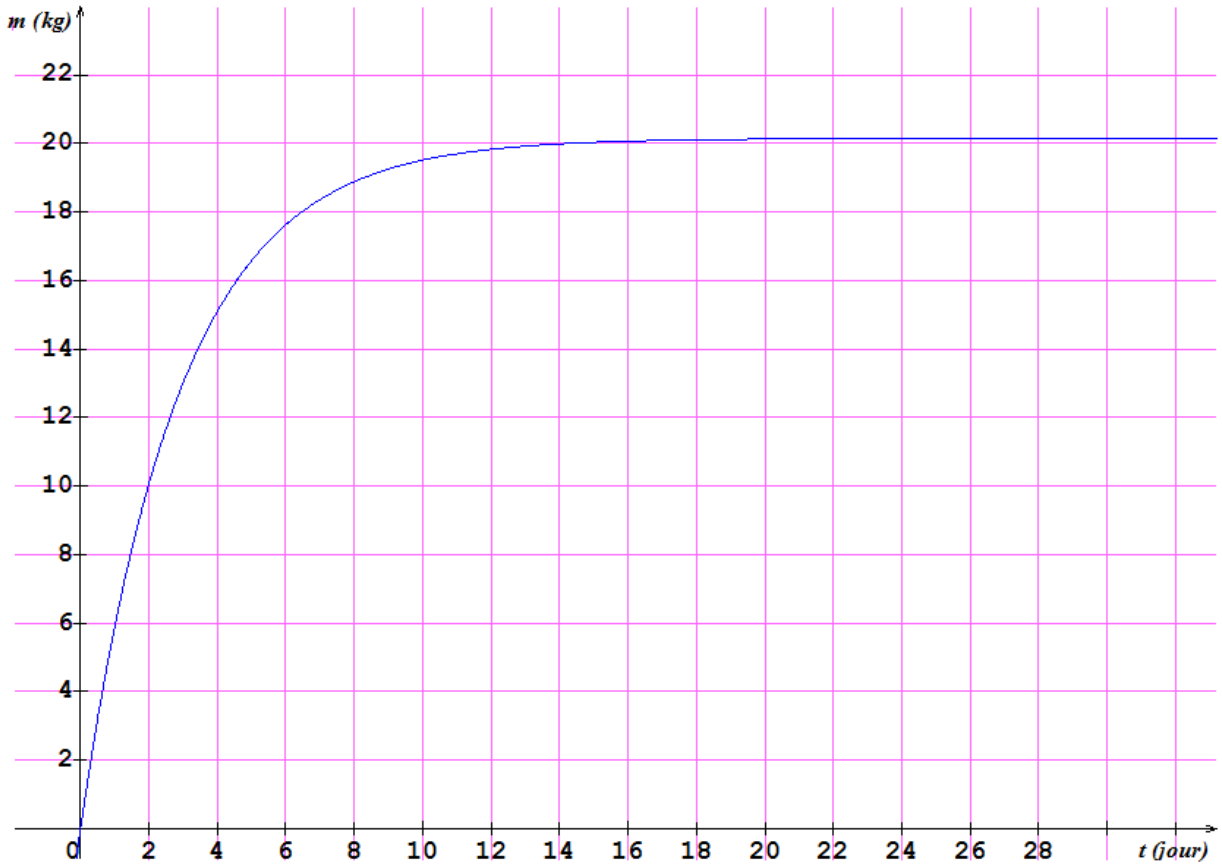
2.4. À quelle condition sur le retard τ' va-t-on obtenir une interférence constructive ?

2.5. Montrer que cette relation peut aussi s'écrire $d.\sin\alpha = (k - \frac{1}{2})\lambda$, k étant un nombre entier.

2.6. Pour des petits angles, $\sin\alpha \approx \tan\alpha = \frac{r}{d_{Terre-étoile}}$, en déduire la distance minimale d entre les deux télescopes pour obtenir une interférence constructive lors de l'observation de l'exoplanète 2M1207b en rotation autour de l'étoile 2M1207a sachant que l'on travaille en infrarouge $\lambda = 10$ µm.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Annexe de l'exercice I. À rendre avec la copie



Évolution de la masse d'acide lactique formé dans la cuve en fonction du temps

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Modèle CMEN-DOC v2 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)