

BACCALAUREAT GENERAL

BAC BLANC ANACOURS
SESSION 2013 n°1

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DUREE DE L'EPREUVE : 4 h

L'usage d'une calculatrice N'EST PAS autorisé

Ce sujet peut nécessiter une feuille de papier millimétré

Ce sujet comporte 3 exercices (2 à majeure PHYSIQUE, et 1 à majeure CHIMIE), présentés sur 12 pages numérotées de 1 à 12, y compris celle-ci.

Les pages d'annexes (pages 11 et 12) SONT A RENDRE AVEC LA COPIE, même si elles n'ont pas été complétées.

Le candidat doit traiter les 3 exercices, qui sont indépendants les uns des autres.

« Voyage à Flaine »

Ce sujet propose trois exercices en rapport avec la station de ski Flaine, en Haute-Savoie.

Données

Intensité de la pesanteur moyenne à Flaine	g	9,79	m.s ⁻²
Célérité de la lumière dans le vide	c	3,00 . 10 ⁸	m.s ⁻¹
Célérité du son dans l'air	v	340	m.s ⁻¹
Gamme des fréquences audibles	f	20 à 20.10 ³	Hz
Masse volumique de l'éthanol	ρ _{éth}	0,80	kg.L ⁻¹
Masse molaire du carbone	M(C)	12	g.mol ⁻¹
Masse molaire de l'hydrogène	M(H)	1	g.mol ⁻¹
Masse molaire de l'oxygène	M(O)	16	g.mol ⁻¹

Formulaire

Loi de Beer-Lambert	L'absorbance d'un composé et sa concentration sont proportionnelles.	$A = \varepsilon \cdot l \cdot c$	A : absorbance sans unité ε · l : constante en L.mol ⁻¹ C : concentration en mol.L ⁻¹
Approximation des petits angles	Pour des angles de faibles mesures, on peut assimiler un angle à son sinus	$\sin \theta \approx \theta$ $\tan \theta \approx \theta$	θ : angle en radians

Données spectroscopiques

Liaison + environnement	Nature	Nbre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité (1)
O – H libres	Valence	3580 - 3670	F
O – H (alcool avec liaison H)	Valence	3200 - 3400	F
O – H (acide carboxylique)	Valence	2500 - 3200	F
C – C	Valence	1000 - 1250	F
C = C	Valence	1625 - 1680	m
C ≡ C	Valence	2100 - 2250	F
C = C (aromatique)	Valence	1600 – 1450 (3 à 4 bandes)	m
C – O	Valence	1050 -1450	F
C = O Aldéhydes + cétones	Valence	1650 -1730	F
C = O acides	Valence	1680 -1710	F
C = O esters	Valence	1700 -1740	F
C = O anhydrides	Valence (2 bandes)	1780 - 1840	F
C = O chlorures d'acide	Valence	1770 - 1820	F
C = O amides	Valence	1650- 1700	F

Exercice 1. LE DMC.

6 points

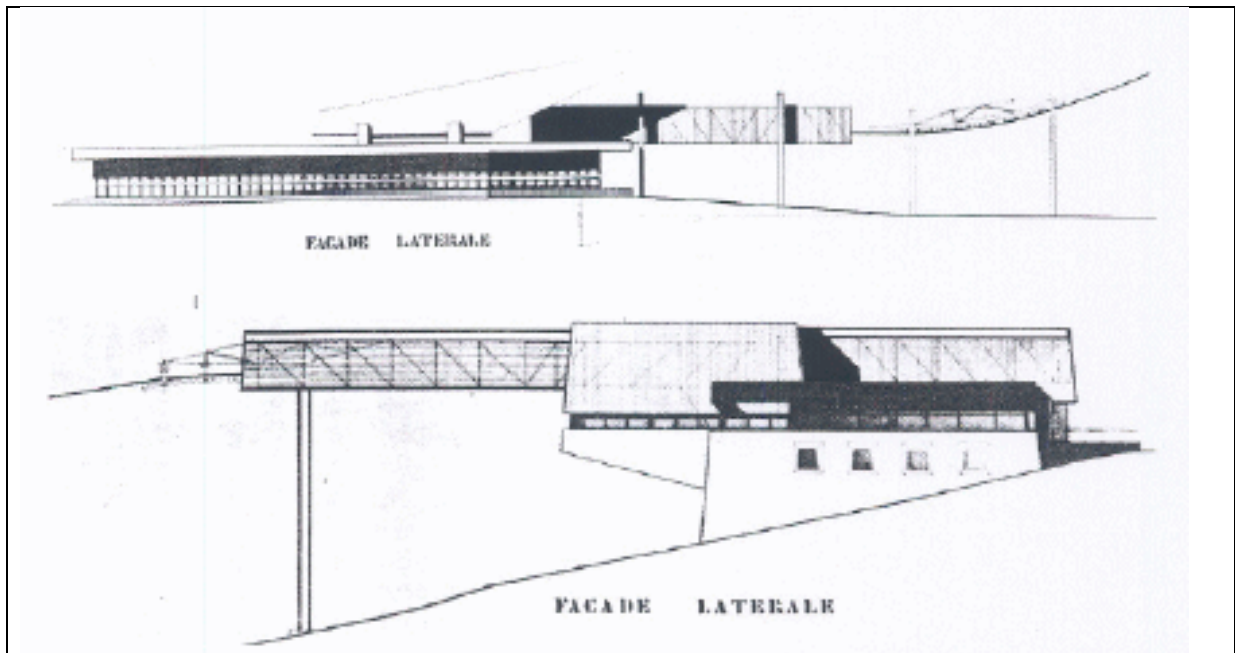
Le DMC est un moyen de transport téléporté débrayable et rapide utilisé notamment dans certaines stations de ski, dont les capacités sont intermédiaires entre les téléphériques et les télécabines. Ce problème traite de plusieurs notions physiques autour du DMC de Flaine.



Document 1. Le DMC de Flaine.

- Altitude du départ ; 1605 m - Altitude de l'arrivée ; 2474 m
- Dénivellation ; 869 m - Longueur de la ligne ; 3052 m
- Nombre de place dans un véhicule ; 23 - Nombre de véhicules ; 45
- Nombre de pylônes ; 6
- Année de la construction ; 1986
- Débit horaire à terme ; 3000 p/h puis 3300 p/h récemment
- Puissance du moteur principal électrique ; 2x860 kW
- Puissance du moteur de secours thermique ; 230 kW
- Vitesse maximal d'exploitation ; $v_m = 6$ m/s
- Vitesse maximal en marche de secours ; 1 m/s
- Constructeur ; Poma
- Distance entre les véhicules ; 27 s
- Diamètre du câble porteur tracteur ; 42 mm
- Pente maximale ; 75 %
- Système de tension hydraulique ; 32500 daN
- Type de véhicules ; Sotelem (masse m_c d'environ 800 kg)

Document 2. Caractéristiques techniques du DMC de Flaine



Document 3. Vues latérales des gares de départ et d'arrivée



Document 4. Le double pylône n°6
© <http://www.grand-massif.net>

Question préliminaire

1.0. Déterminer la valeur moyenne du temps de parcours d'une cabine du DMC.

Partie A – Départ lancé

Lors du départ de la gare en aval, une cabine du DMC subit une accélération constante dans un mouvement horizontal rectiligne (document 3).

Pour simplifier le problème, on suppose que la cabine passe d'une vitesse initiale v_0 nulle à sa vitesse maximale d'exploitation v_m en $t_1 = 4$ secondes.

1.1.a. Déterminer l'accélération subie par la cabine au départ. La méthode et/ou le calcul sera explicité(e) sur la copie.

1.1.b. En déduire l'expression puis la valeur de la somme des forces exercées sur la cabine durant cette phase.

Partie B – Etude du câble

Une portion de longueur L du câble du DMC est dessinée de profil en annexe 1A. Nous nous intéressons à ce câble lors d'un arrêt de l'appareil.

1.3. Déterminer l'expression du poids de cette portion, en fonction de l'intensité de la pesanteur g , de sa longueur L , et de sa masse linéique μ .

1.4. Expliciter les composantes des forces de tension \vec{T}_1 et \vec{T}_2 exercées en A et en C par le reste du câble, en fonction de leurs normes T_1 et T_2 et des angles α et β .

1.5. Quelle(s) autre(s) force(s) pourrait-on prendre en compte en conditions réelles ? Dans la suite du problème, nous ne retiendrons que le poids et les forces de tension.

1.6.a. Appliquer la loi de Newton appropriée à la portion de câble.

1.6.b. Projeter cette équation sur les axes Oy et Oz.

1.6.c. Résoudre le système obtenu et déterminer les expressions de T_1 et T_2 en fonction des autres paramètres du problème.

Lors d'une tempête de neige, le câble tendu entre les deux sections du pylône 6 entre en résonance. Un son est émis, dont le spectre en fréquence présente plusieurs pics.

1.7.a. Le son émis est-il pur ? Justifier.

1.7.b. Comment sont appelées les fréquences du premier pic et des pics suivants ?

1.7.c. Quelle relation lie la fréquence du n-ième pic à celle du premier pic ?

Partie C – Chute d'un objet

Lors d'une panne du DMC, un touriste ouvre les portes de sa cabine et laisse tomber par mégarde son sac à dos. Ce dernier effectue une chute libre verticale, n'étant soumis qu'à son propre poids.

1.8. En appliquant la deuxième loi de Newton dans un repère bien choisi, déterminer dans l'ordre :

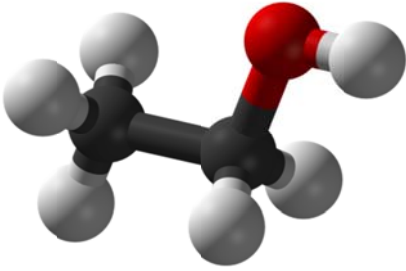
a. l'accélération du sac ;

b. sa vitesse ;

c. l'équation horaire de son mouvement.

Exercice 2. LE VIN CHAUD.

7,5 points

	<p>Le vin chaud est une boisson composée de vin généralement rouge (mais parfois blanc) et d'épices et consommée principalement en hiver.</p> <p>Hormis l'eau, son composant chimique principal est donc l'éthanol, mais beaucoup d'autres composants, présents dans le vin ou ajoutés, lui donne certaines particularités.</p>
Document 1. L'éthanol.	Document 2. Le vin chaud

Partie A - L'éthanol

2.1. Ecrire les formules semi-développée, topologique, et brute, de la molécule d'éthanol.

2.2.a. Quelle est la fonction chimique présente dans cette molécule ?

2.2.b. Localiser sur l'annexe 2A les signaux dus à la présence de cette fonction.

2.3.a. L'éthanol est l'acide d'un couple acide-base. Donner la formule de sa base conjuguée.

2.3.b. Ecrire l'équation de la demi-réaction acide-base correspondante.

2.3.c. Le pKa du couple acide-base de l'éthanol est d'environ 18. Commenter cette valeur, dresser le diagramme de prédominance et en déduire l'espèce majoritaire dans des conditions usuelles d'utilisation.

Partie B – Détermination du degré alcoolique du vin chaud

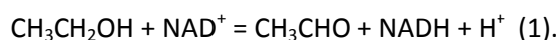
« On appelle degré alcoolique d'une boisson alcoolisée, le volume (exprimé en mL) d'éthanol contenu dans 100 mL de cette boisson, les volumes étant mesurés à 20°C. »

On l'exprime en % vol.

Document 3. Degré alcoolique.

Étape 1 : On effectue une distillation du vin de telle façon que l'on recueille une solution incolore contenant tout l'éthanol présent dans le vin.

Étape 2 : L'éthanol est oxydé par la nicotinamide-adenine-dinucleotide (NAD^+) dans une réaction catalysée par une enzyme spécifique. La réaction produit de la nicotinamide-adenine-dinucleotide réduite (NADH) en quantité de matière égale à celle de l'éthanol dosé selon l'équation :



Étape 3 : On mesure l'absorbance de la NADH par spectrophotométrie à la longueur d'onde de 340 nm lors du dosage.

Document 4. Principe du dosage du vin

Question préliminaire

2.4. Quel est le rôle du catalyseur ?

On distille 20 mL de vin ; le distillat est ensuite ajusté à 200 mL avec de l'eau distillée pour obtenir une solution appelée D.

On prépare l'échantillon à doser par spectrophotométrie en introduisant :

- 1 mL de solution D,
- Le catalyseur,
- NAD^+ en excès,

dans une fiole jaugée de 50 mL que l'on complète avec de l'eau distillée.

L'absorbance mesurée pour cet échantillon vaut: $A_e = 0,30$.

2.5.a. Montrer que l'échantillon préparé correspond à une dilution au $1/50^e$ de la solution D.

2.5.b. On sait que des solutions étalons ont conduit à valeurs d'absorbance de 0,08, 0,16, 0,32 et 0,48 ; pour des concentrations massiques respectives de 50, 100, 200 et 300 mg.L^{-1} , Par une méthode de votre choix à préciser, déterminer à partir de l'absorbance mesurée A_e la concentration massique en éthanol de l'échantillon étudié.

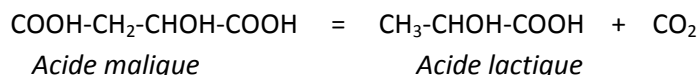
2.5.c. En déduire la concentration massique en éthanol :

- de la solution D.
- du vin.

2.5.d. Déterminer alors le degré alcoolique du vin.

Partie C – Cinétique de la fermentation malolactique

L'équation de la fermentation malolactique est :



Le dosage enzymatique de l'acide malique restant dans le vin a donné les résultats suivants pour une température de fermentation maintenue à 20°C

Concentration massique $C_m(t)$ en acide malique (g.L^{-1})	3,5	2,3	1,6	0,8	0,5	0,27	0
Date t (en jours)	0	4	8	12	16	20	28

2.6.a. Montrer que la concentration molaire en acide malique restant dans le vin à l'instant t s'exprime par:

$$[\text{acide malique}](t) = \frac{C_m(t)}{134}$$

2.6.b. En déduire la quantité de matière d'acide malique $n_{\text{acide malique}}(t = 0)$ initiale dans un litre de vin.

2.7. A l'aide d'un tableau descriptif de l'évolution de la réaction, montrer que l'avancement à l'instant t de cette réaction pour un litre de vin se met sous la forme :

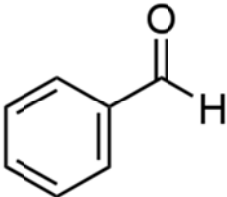
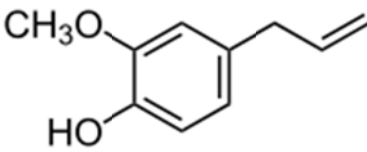
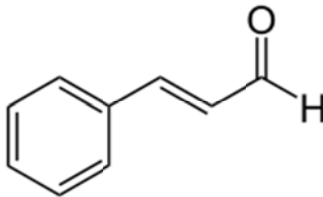
$$x(t) = 2,6 \times 10^{-2} - n_{\text{acide malique}}(t)$$

La courbe représentant les variations de x en fonction du temps t est donnée en annexe.

2.8. Définir et déterminer le temps de demi-réaction.

Partie D – Les autres composants du vin chaud.

L'odeur de cannelle du vin chaud provient en partie des trois principales molécules données ci-dessous (documents 5 à 7).

		
Doc. 5. Le benzaldéhyde.	Doc. 6. L'eugénol.	Doc. 7. Le cinnamaldéhyde.

2.9. Identifier les fonctions chimiques présentes dans ces trois molécules.

2.10.a. Ces molécules sont-elles chirales ? Ont-elles des carbones asymétriques ? Justifier. Si oui, dessiner les énantiomères des molécules concernées.

2.10.b. Ces molécules présentent-elle une isomérisation Z/E ? Si oui, dessiner le stéréoisomère des molécules concernées.

Exercice 3. LE BALLET DES DAMEUSES.

6 points

J'ai sommeil !

02.02.2013, 2:32

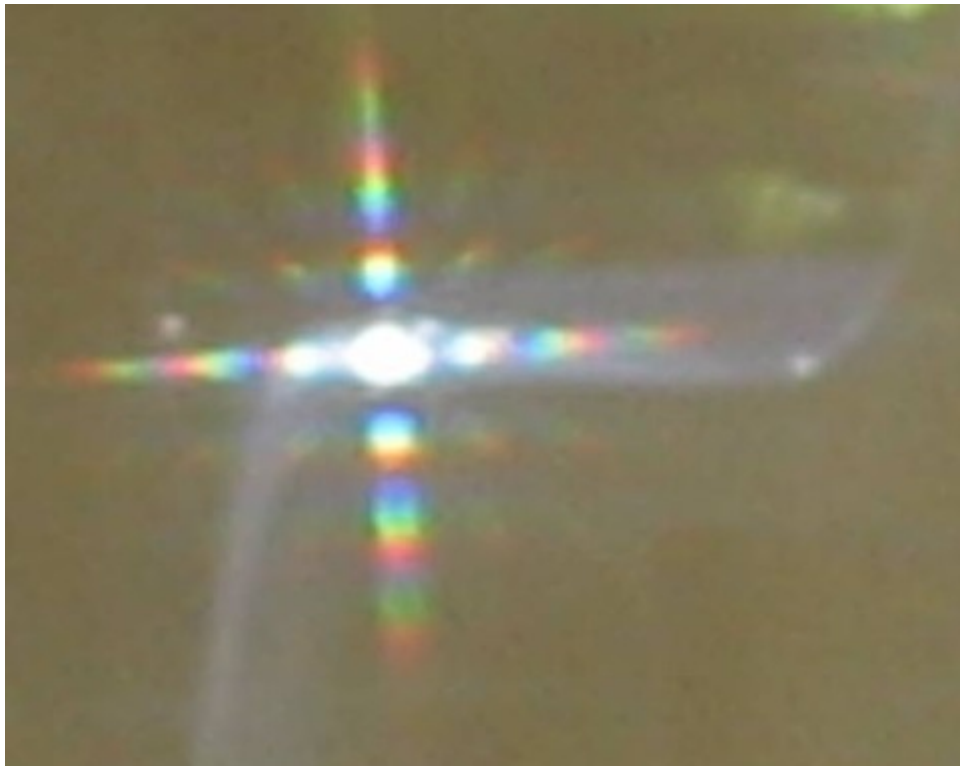
Je n'arrive pas à dormir ! Cela fait depuis 20h que les dameuses passent et repassent en contrebass de l'immeuble, tantôt j'entends le bruit du moteur, tantôt j'entends le « bip bip » de recul quand elles effectuent des manœuvres. Si seulement c'était continu ! Mais non, les sons sont de plus en plus aigus et forts quand elles approchent et de plus en plus graves quand elles s'éloignent ! Vivement que le ballet se termine...

Elles ne me laisseront jamais !

03.02.2013, 21:19

Je croyais avoir réglé mon problème sonore avec mes boules Quies, mais voilà maintenant arriver leur pollution visuelle ! Je vois leurs lumières à travers mes rideaux, et des formes bizarres, des carrés et des ovales...

Document 1. Extrait du blog d'un touriste en week-end à Flaine.



Document 2. Figure observée par le touriste à travers ses rideaux.

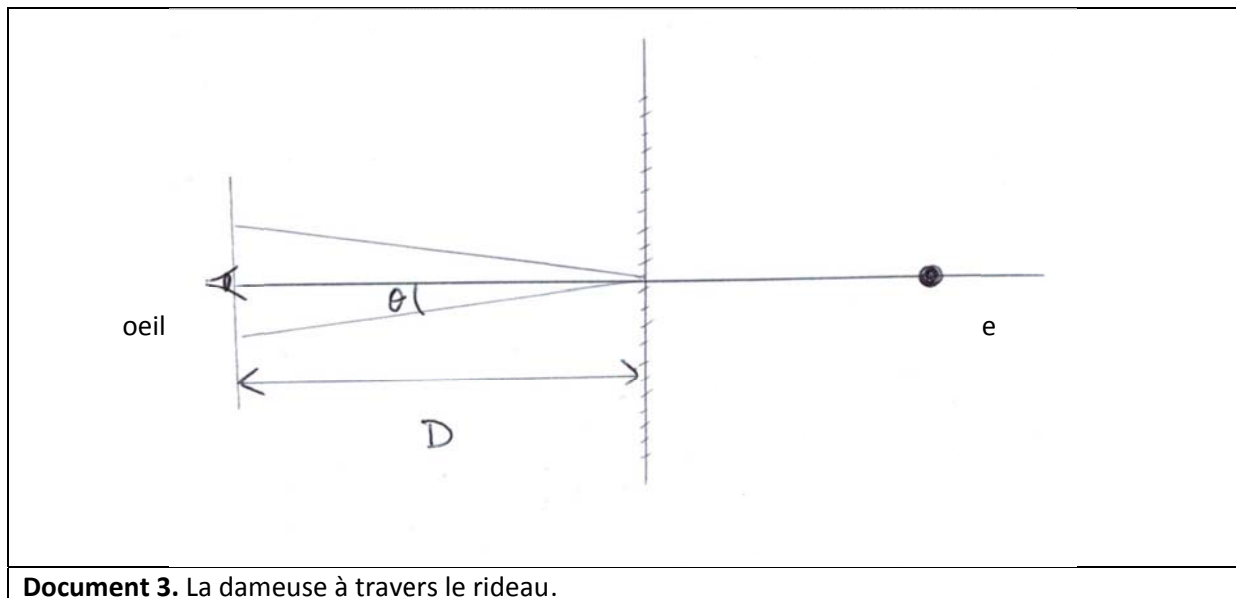
3.1.a. Décrire de façon exhaustive, en une quinzaine de lignes, le phénomène sonore observé par le touriste lors du « ballet » des dameuses, ainsi qu'un autre exemple de manifestation du même phénomène. L'utilisation de schémas clairs et annotés est conseillée.

3.1.b. Déterminer parmi les propositions suivantes, par une analyse dimensionnelle, quelle formule correspond à la fréquence f' des « bips » de la dameuse en fonction de la fréquence f des « bips » de la dameuse arrêtée, de la vitesse v de la dameuse, et de la célérité c des ondes sonores émises.

A	B	C	D
$f' = f(v \times c)$	$f' = \left(1 + \frac{v}{c}\right) f$	$f' = f + \frac{v}{c}$	$f' = v \left(1 + \frac{f}{c}\right)$

3.2.a. Donner le nom du phénomène lumineux observé le lendemain par le touriste à travers ses rideaux.

Le document 3 schématise la situation d'observation :

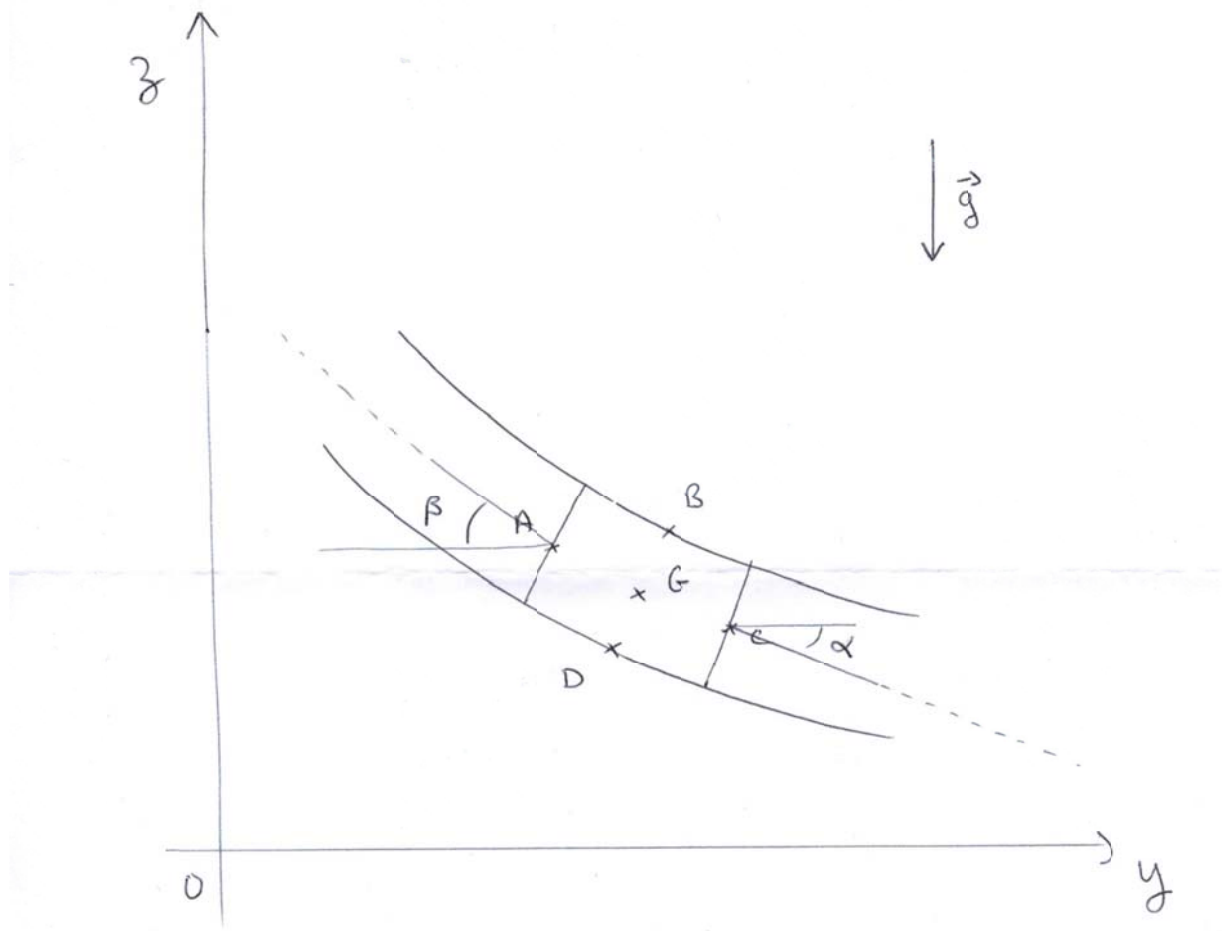


Document 3. La dameuse à travers le rideau.

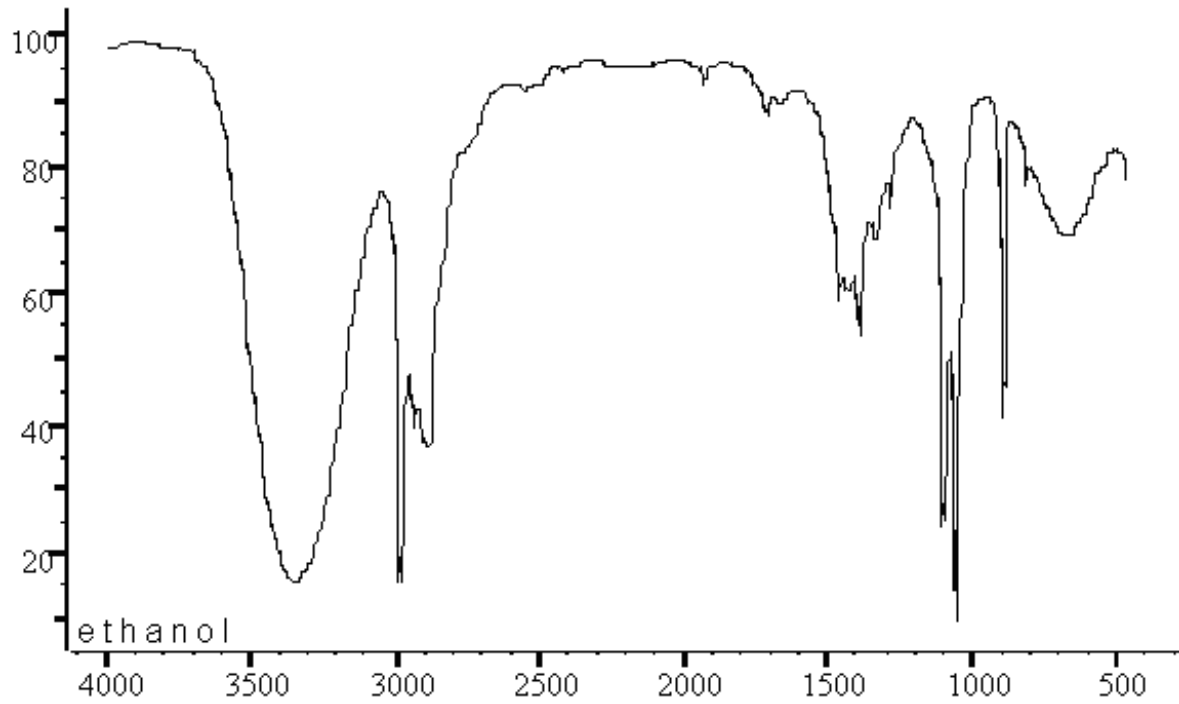
3.2.b. Déterminer l'expression de la largeur de la tâche observée par le touriste, en fonction de la distance D le séparant du rideau, de la taille m d'une maille du rideau, de la fréquence f de la lumière émise par la dameuse, et de la célérité de la lumière c , sachant la relation suivante :

$$\theta = \frac{\lambda}{m} \quad \text{où } \lambda \text{ est la longueur d'onde du rayonnement}$$

ANNEXE 1A – Portion de câble du DMC



ANNEXE 2A – Spectre infrarouge de l'éthanol



ANNEXE 2B – Cinétique de la fermentation malolactique

