

Concours Ingénieurs Bac+5

ANNALES
Samedi 27 avril 2024

**Bac général :
ÉPREUVE DE SCIENCES APPLIQUÉES**
Durée : 1H

- Vous devez **traiter 1 seule matière et y choisir 6 exercices**
- Vous devez **traiter la matière présentée au Bac** (et indiquée sur votre étiquette)

Concernant les candidats présentant deux de ces matières au Bac, vous devez **n'en choisir qu'une à traiter.**

- Vous devez **traiter 6 exercices (au choix)** de la seule et unique matière que vous avez choisie.
 - Exercices 1 à 7 : EDS Numérique et Sciences Informatiques
 - Exercices 8 à 14 : EDS Science de l'Ingénieur
 - Exercices 15 à 24 : EDS Sciences de la Vie et de la Terre / Éco-biologie
 - Exercices 25 à 31 : EDS Physique-chimie
 - Exercices 32 à 38 : Tronc commun de sciences (**réservé à ceux qui n'ont AUCUNE de ces EDS en terminale**)

Si vous traitez plus de 6 exercices de la matière, **seuls les 6 premiers seront corrigés.**

Si vous sélectionnez plusieurs exercices de différentes matières, seules les réponses aux exercices de la 1^{ère} matière seront comptabilisées.

- Un exercice comporte **4 affirmations** repérées par les lettres **a, b, c, d.**
- Vous devez indiquer pour chacune d'elles si elle est **vraie (V)** ou **fausse (F).**
- ***Un exercice est considéré comme traité dès qu'une réponse à une des 4 affirmations est donnée.***

- Une réponse exacte rapporte 1 point.
- Une réponse inexacte entraîne le retrait de 0.5 point.
- Une réponse annulée ou l'abstention de réponse ne rapporte ni ne retire aucun point.

L'attention des candidats est attirée sur le fait que, dans le type d'exercices proposés, une lecture attentive des énoncés est absolument nécessaire, le vocabulaire employé et les questions posées étant très précis.

L'usage de la calculatrice ou de tout appareil électronique est interdit.

PARTIE PHYSIQUE-CHIMIE

Choisir 6 exercices
entre les exercices 25 et 31

Exercice n°25 : Plongeon d'une plateforme de 10 mètres

Le plongeon est un sport où des athlètes sautent dans l'eau depuis un tremplin ou une plateforme. Lors des Jeux Olympiques, la plateforme utilisée est située à 10,0 mètres de hauteur par rapport à la surface de l'eau. On s'intéresse dans cet exercice au saut d'une plongeuse depuis cette plateforme. On assimilera le mouvement de la plongeuse à celui de son centre d'inertie (aussi appelé centre de masse).

On suppose qu'au moment de son saut, le centre d'inertie de la plongeuse est situé à 80 cm au-dessus de la plateforme en un point noté A. On appelle B le point d'impact du centre d'inertie à la surface de l'eau. On appelle $E_{m\ A}$ l'énergie mécanique de la plongeuse au point A et $E_{m\ B}$ son énergie mécanique au point B. La plongeuse est considérée comme étant en chute libre entre les points A et B.



Données :

- Vitesse de départ de la plongeuse : $v_A = 2,50 \text{ m.s}^{-1}$;
- Angle de départ par rapport à l'horizontale : $\beta = 70^\circ$;
- Accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

$$\sqrt{2,50^2 + 2 \times 9,8 \times 10,8 \times \cos(70^\circ)} = 8,9 ;$$

$$\sqrt{2,50^2 + 2 \times 9,8 \times 10} = 14 ;$$

$$\frac{2,50^2 \times (\sin(70))}{2 \times 9,8} = 0,28 ;$$

$$2 \times 9,8 \times 10 = 2,0 \times 10^2 ;$$

$$\sqrt{2,50^2 + 2 \times 9,8 \times 10,8} = 15 ;$$

$$\frac{2,50^2 \times (\sin(70))}{9,8} = 0,56.$$

a) Pour cette chute, l'énergie mécanique de la plongeuse suit la relation : $E_{m\ A} > E_{m\ B}$.

b) La vitesse de la plongeuse lors de son arrivée au point B vaut $v_B = 15 \text{ m.s}^{-1}$.

c) La hauteur atteinte par le centre d'inertie de la plongeuse au sommet de sa trajectoire vaut environ 11,1 m.

d) Si les frottements n'avaient pas été négligeables, on aurait obtenu $E_{m\ A} < E_{m\ B}$.

Exercice n°26 : Fonctionnement d'un micro à condensateur

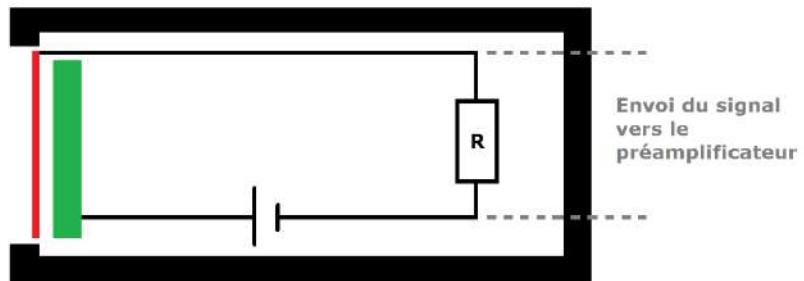
Un condensateur plan est constitué de deux armatures conductrices parallèles séparées par un isolant électrique. La capacité C d'un condensateur plan dépend de la distance entre les plaques notée d , et de l'aire des plaques en regard S selon la relation :

$$C = \frac{\epsilon \times S}{d}$$

où ϵ est une constante appelée permittivité diélectrique de l'air.

Les propriétés des condensateurs peuvent être utilisées dans la confection de microphones à condensateur. Ces derniers sont constitués d'une fine membrane conductrice mobile qui fait face à une armature fixe. Ce condensateur est placé dans un circuit série avec un générateur de tension continue $E = 48 \text{ V}$ et un résistor de résistance $R = 1,0 \text{ k}\Omega$.

Membrane mobile



Armature fixe

Schéma simplifié du circuit électrique du micro

Données :

- Aire des plaques en regard : $S = 5,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$;
- Distance entre les plaques en l'absence d'ondes sonores : $d = 20 \mu\text{m}$;
- Valeur de la permittivité diélectrique de l'air dans les unités du système international (USI) : $\epsilon = 8,85 \times 10^{-12} \text{ (USI)}$.

$$\frac{48}{20} = 2,4 \quad ; \quad \frac{8,85 \times 20}{5,0} = 35 \quad ; \quad \frac{8,85 \times 5,0}{20} = 2,2$$

a) La constante ϵ s'exprime en F.m^{-1} .

b) Le temps caractéristique d'évolution du circuit en l'absence d'ondes sonores vaut : $\tau = 2,2 \times 10^{-10} \text{ s}$;

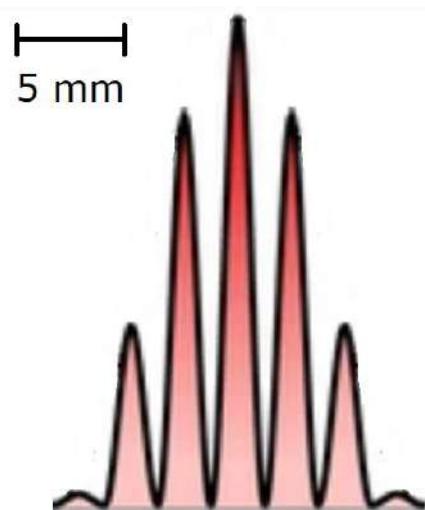
c) La tension aux bornes du condensateur lors d'une charge à l'allumage du micro s'exprime ainsi : $u_C(t) = E e^{-t/\tau}$;

Le micro est allumé et le condensateur est chargé. Lors de l'arrivée d'une onde sonore au niveau de la membrane mobile, celle-ci est mise en mouvement et le paramètre d dépend du temps, ce qui fait varier la capacité du condensateur et donc la charge Q portée par les armatures. On considère une onde sonore générant une variation de charge $\Delta Q = 4 \times 10^{-11} \text{ C}$ pendant une durée $\Delta t = 2 \text{ ms}$.

d) L'intensité du courant électrique généré par l'arrivée de l'onde sonore vaut $I = 8 \times 10^{-14} \text{ A}$.

Exercice n° 27 : Expérience des fentes de Young

Dans l'expérience des fentes de Young, on éclaire deux fentes de largeur notée a , séparées d'une distance notée b , avec un faisceau lumineux issu d'un laser de longueur d'onde $\lambda = 632 \text{ nm}$. Les fentes sont situées à une distance $D = 2,00 \text{ m}$ d'un capteur qui permet d'obtenir la courbe d'interférences ci-contre, représentant l'intensité en fonction de la position sur le capteur.



Courbe d'interférences représentant l'intensité lumineuse reçue en fonction de la position

Données :

$$\frac{632 \times 2,00}{17,5} = 72,2 ; \quad \frac{632 \times 2,00}{5,0} = 2,5 \times 10^2 ; \quad \frac{632 \times 2,00}{2,5} = 5,1 \times 10^2 ;$$

$$\frac{632}{5,0} = 1,3 \times 10^2 ; \quad \frac{632}{17,5} = 36,1 ; \quad 72,2 \times 2 = 144,4 .$$

a) Le fait d'éclairer les deux fentes avec un faisceau issu d'un seul laser permet de s'assurer que les ondes interférant soient cohérentes.

b) Dans le cas d'interférences constructives, la différence de marche entre les ondes s'écrit $\delta = (\frac{1}{2} + n)\lambda$, avec n un entier.

c) Les fentes sont espacées de $b = 0,25 \text{ mm}$ dans cette expérience.

d) La largeur d'une fente est d'environ $a = 1,4 \times 10^{-4} \text{ m}$.

Exercice n°28 : Observation d'une étoile à la lunette astronomique

La lunette astronomique, développée à la fin du XVI^{ème} siècle, a pour but d'augmenter la taille apparente et la luminosité des objets observés. On souhaite observer à l'aide d'une lunette astronomique l'étoile Aldebaran, située à une distance $d = 6,3 \times 10^{14}$ km de la Terre et qui peut être observée avec un diamètre apparent $\alpha = 5,7 \times 10^{-6}$ °. On commence tout d'abord par étudier une lunette astronomique constituée d'un objectif de distance focale $f_1 = 25$ cm faisant 10 cm de haut, et d'un oculaire de distance focale $f_2 = 5$ cm.

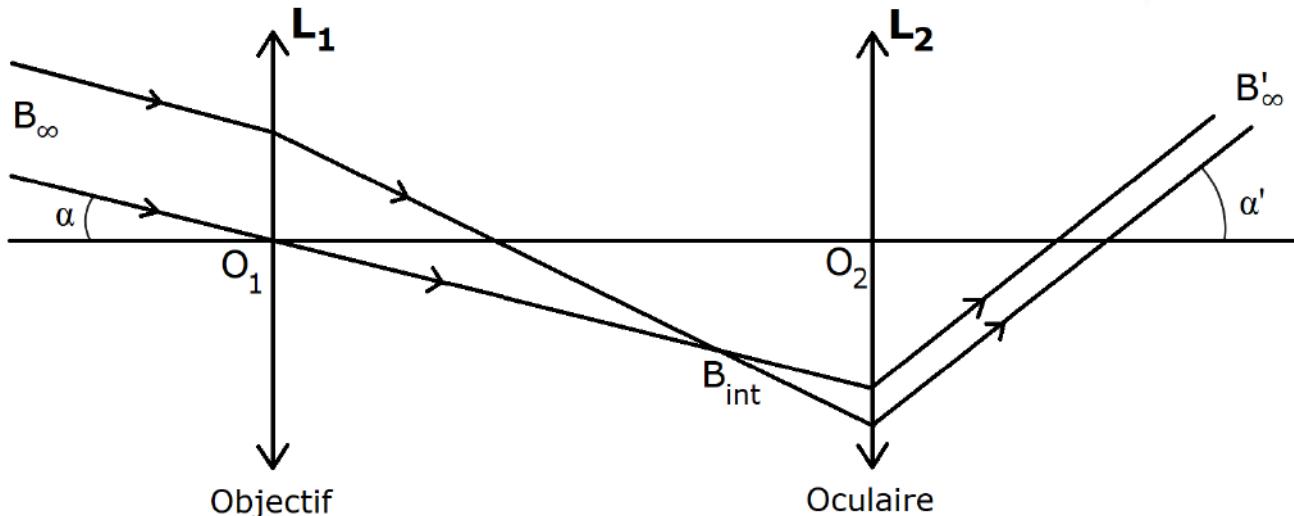


Schéma représentant le parcours des rayons lumineux au sein de la lunette astronomique

Données :

$$5,7 \times 6,3 = 36 ; \quad \frac{6,3}{5,7} = 1,1 ; \quad 60 \times 5,7 = 3,4 \times 10^2 ;$$

$$5,9 \times 17 = 1,0 \times 10^2 ; \quad \frac{5,9}{17} = 0,35 ;$$

$$\tan(5,7 \times 10^{-6} \text{ } \circ) = 1,0 \times 10^{-7} ; \quad \tan(3,4 \times 10^{-4} \text{ } \circ) = 5,9 \times 10^{-6} .$$

a) Le diamètre de l'étoile observée est de $3,6 \times 10^9$ km.

b) La distance entre l'oculaire et l'objectif dans cette lunette est de 30 cm.

c) Dans l'approximation des petits angles, on peut montrer que le grossissement de la lunette vaut $G = 2,5$.

La lunette étudiée n'est pas assez grossissante pour observer correctement Aldebaran. On change de lunette et on opte pour une lunette astronomique de grossissement $G' = 60$.

On peut modéliser l'ensemble des milieux transparents de l'œil comme une lentille convergente de distance focale $f_3' = 17$ mm.

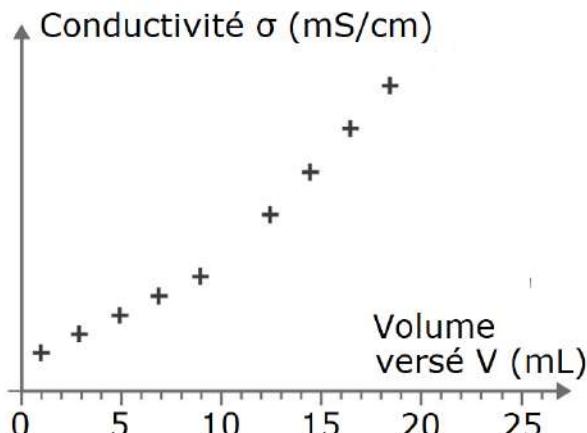
d) La taille de l'image de l'étoile formée sur la rétine par un œil au repos utilisant la seconde lunette vaut $1,0 \times 10^{-4}$ mm.

Exercice n°29 : Titrage d'une solution d'acide chlorhydrique

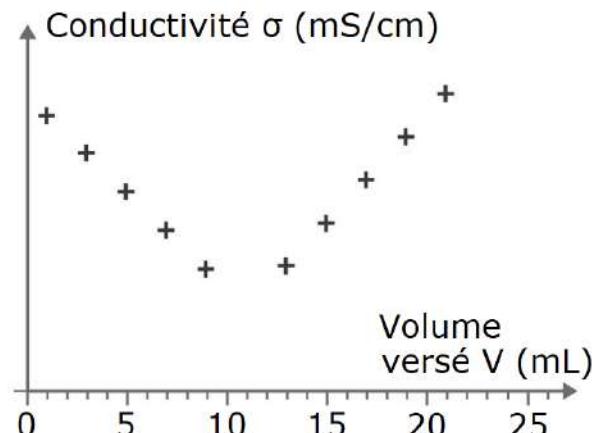
L'acide chlorhydrique est couramment utilisé dans l'industrie comme régulateur de pH. On dispose d'une solution d'acide chlorhydrique (H_3O^+ , Cl^-) dont le producteur indique une concentration en acide chlorhydrique $C_{\text{producteur}} = 10,5 \text{ mol/L}$. Afin d'effectuer un contrôle qualité de la solution commerciale, on réalise un titrage de $V = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique diluée d'un facteur 100, par une solution de soude (Na^+ , HO^-) de concentration $C_{\text{soude}} = 0,100 \text{ mol/L}$. L'équation bilan de la réaction de titrage est la suivante :



Le titrage est suivi par conductimétrie, et la courbe obtenue correspond à une des deux courbes ci-dessous.



Courbe A



Courbe B

Données :

- Conductivités molaires ioniques à 25°C (en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$) :
 $\lambda(\text{Na}^+) = 5,01$ $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63$ $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 34,97$ $\lambda(\text{HO}^-) = 19,8$
- Masse molaire de l'acide chlorhydrique : $M = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$;
- Densité de la solution d'acide chlorhydrique : $d = 1,16$.

$$10,5 \times 36,5 = 383 ; \quad \frac{383}{1,16} = 330 ; \quad \frac{0,5}{10,5} = 0,05 \quad \frac{1}{10,5} = 0,1$$

a) Ce titrage aurait pu être suivi par pH-métrie.

b) D'après les indications du producteur, le titre massique de la solution d'acide chlorhydrique est de 38%.

c) La courbe correspondant au titrage réalisé est la courbe B.

d) La concentration indiquée par le producteur est correcte, à 10% près.

Exercice n°30 : Dosage par étalonnage d'une solution de diiode

Le diiode (I_2) est un oxydant fort qui peut être utilisé comme antiseptique. On dispose d'une solution aqueuse de concentration inconnue, que l'on souhaite doser par étalonnage. Pour cela, on règle le spectrophotomètre à une certaine longueur d'onde d'étude et on mesure l'absorbance de solutions étalons qui permettent de tracer la courbe d'étaillonage ci-contre.

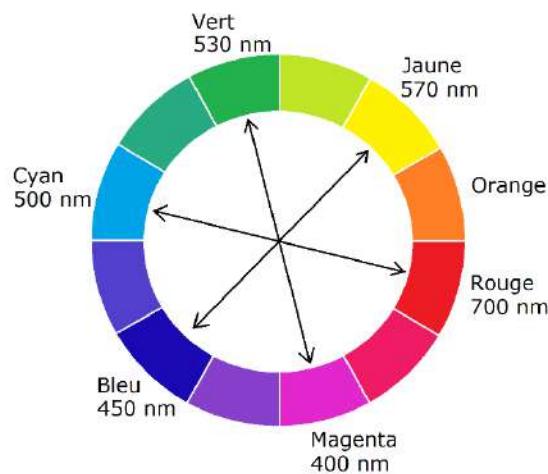
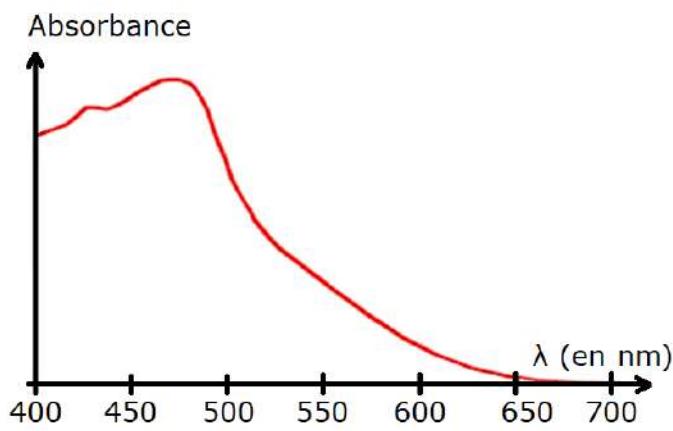
En mesurant l'absorbance de la solution de diiode de concentration inconnue, on trouve une absorbance valant $A = 0,50$.

Données :

- longueur des cuves utilisées pour le spectrophotomètre : $\ell = 1,0 \text{ cm}$
- masse molaire du diiode : $M(I_2) = 254 \text{ g.mol}^{-1}$

$$\frac{0,89}{0,80} = 1,1 ; \quad \frac{0,80}{0,89} = 0,90 ; \quad 0,45 \times 254 = 1,1 \times 10^2 ; \quad \frac{0,45}{254} = 1,8 \times 10^{-3} ; \quad 0,55 \times 254 = 1,4 \times 10^2$$

Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de diiode et cercle chromatique :



a) Une solution aqueuse de diiode est de couleur bleu-cyan.

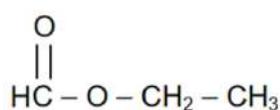
b) Pour réaliser un dosage par étalonnage d'une solution aqueuse inconnue de diiode avec le plus de précision possible, il faut régler le spectrophotomètre à une longueur d'onde d'étude de 630 nm environ.

c) Le coefficient d'extinction molaire du diiode à la longueur d'onde d'étude est d'environ $\epsilon = 9,0 \times 10^2 \text{ L.mol}^{-1}.cm^{-1}$

d) La concentration en masse de diiode de la solution inconnue vaut environ $C_m = 0,14 \text{ g.L}^{-1}$.

Exercice n° 31 : Synthèse d'un ester

On souhaite synthétiser l'ester suivant :

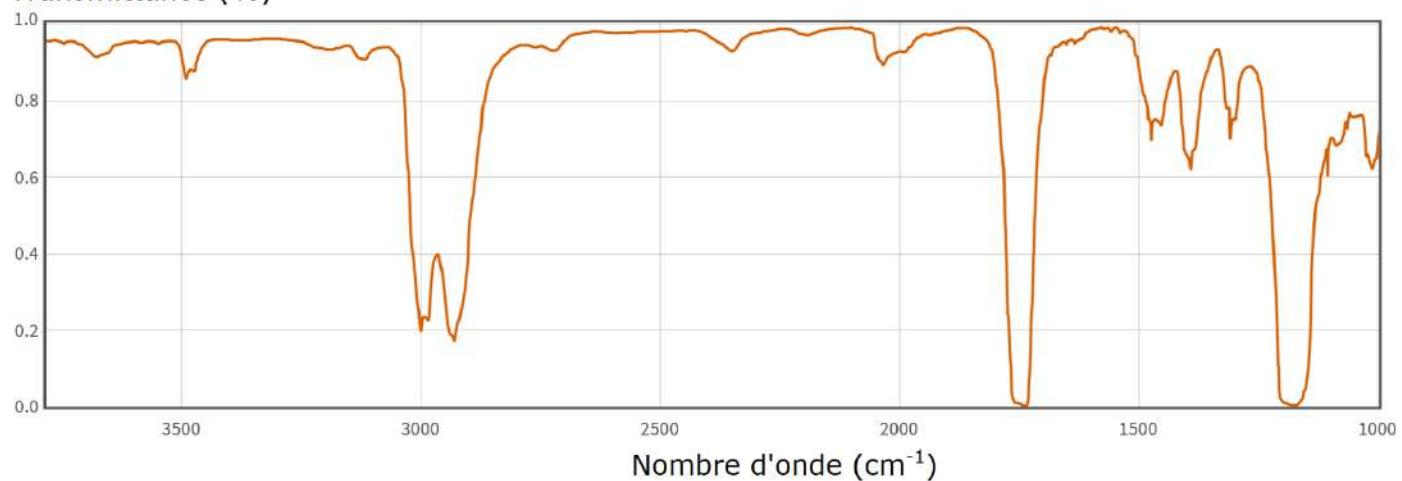


Pour cela, on mélange dans un ballon 25 g de l'acide HCOOH et 25 g de l'alcool C₂H₆O. On ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (H₂SO₄). On chauffe le tout à reflux. La réaction d'équation bilan ci-dessous alors lieu :



Après différentes étapes, on récupère 27 g d'ester. Un spectre infrarouge représenté ci-dessous est effectué pour vérifier la pureté de l'ester.

Transmittance (%)



Spectre infrarouge du produit obtenu (Source : webbook.nist.gov/)

Données :

- Masses molaires :

Espèce	HCOOH	C ₂ H ₆ O	C ₃ H ₆ O ₂
Masse molaire (en g/mol)	46	46	74

- Données de spectroscopie infrarouge :

Liaison	C=O	C–O	O–H
Nombres d'onde du pic d'absorption associé (en cm ⁻¹)	1700-1800	1050-1450	3200-3650

$$\frac{27}{50} = 0,54 \quad ; \quad \frac{25}{46} = 0,54 \quad ; \quad 74 \times 0,54 = 40 \quad ; \quad \frac{27}{40} = 0,68 \quad ; \quad \frac{27}{74} = 0,36 \quad ; \quad \frac{0,36}{0,54} = 0,67$$

a) L'ester synthétisé correspond à l'éthanoate de méthyle.

b) Le chauffage à reflux permet d'augmenter la vitesse de réaction.

c) Le rendement est de 54 %.

d) Le produit obtenu a été suffisamment purifié et ne contient pas (ou très peu) de traces de réactifs.