

## 1. Observation de Saturne par Huygens

1. Un instrument optique afocal donne d'un objet observé à l'infini, une image également observée à l'infini.

Cela permet à l'œil de l'observateur de ne pas accommoder et ainsi d'éviter la fatigue visuelle).

2. Voir ANNEXE en fin de corrigé

Explications (non demandées)

Pour qu'une lunette astronomique soit afocale, le foyer objet  $F_2$  de la lentille  $L_2$  doit être confondue avec le foyer image  $F'_1$  de la lentille  $L_1$ .

Le foyer image  $F'_2$  est le symétrique de  $F_2$  par rapport à la lentille  $L_1$ .

3. Voir ANNEXE en fin de corrigé

Explications (non demandées)

- L'objet  $B$  étant à l'infini, l'image intermédiaire  $B_1$  se forme dans le plan focal image de la lentille  $L_1$
- Les rayons entrants dans la lentille  $L_1$  sont parallèles entre eux : ils émergent tous par le point image intermédiaire  $B_1$ .
- Les rayons issus de l'image intermédiaire  $B_1$ , située dans le plan focal objet de la lentille  $L_2$ , ressortent tous parallèles entre eux. Pour trouver leur direction, la solution la plus simple est de tracer le rayon  $B_1O_2$  qui ressort de la lentille  $L_2$  en étant non dévié.

4. D'après les données, pour la lunette de Huygens,  $f'_1 = 329$  cm et  $f'_2 = 7,0$  cm.

Pour que la lunette soit afocale, il faut que la distance entre l'objectif et l'oculaire soit égale à  $f'_1 + f'_2$  soit  $329 + 7,0 = 336$  cm

D'après la figure 4. Cette distance vaut  $372 - 36 = 336$  cm : la lunette peut être considérée comme afocale.

5.  $\theta'$ : Voir ANNEXE en fin de corrigé

6. Par définition du grossissement de la lunette :  $G_{Huy} = \frac{\theta'}{\theta}$

7. On procède par étapes :

- Dans le triangle  $O_1A_1B_1$  :  $\tan \theta = \frac{A_1B_1}{O_1A_1} = \frac{A_1B_1}{f'_1} \approx \theta$  (approximation des petits angles).
- Dans le triangle  $O_2A_1B_1$  :  $\tan \theta' = \frac{A_1B_1}{O_2A_1} = \frac{A_1B_1}{f'_2} \approx \theta'$

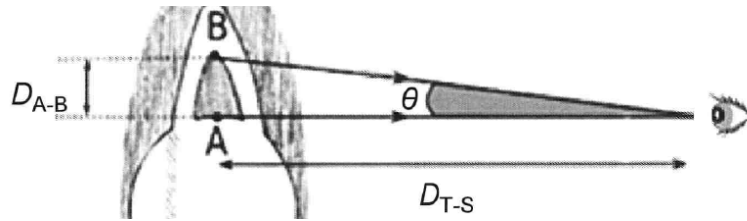
Ainsi

$$G_{Huy} = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\frac{A_1B_1}{f'_2}}{\frac{A_1B_1}{f'_1}} = \frac{A_1B_1}{f'_2} \times \frac{f'_1}{A_1B_1} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

8. On a donc

$$G_{Huy} = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{329}{7} = 47$$

9. En s'inspirant du schéma de la figure 5.  $\tan \theta = \frac{D_{A-B}}{D_{T-S}} \approx \theta$  (approximation des petits angles).



$$\text{Donc } \theta = \frac{3,17 \times 10^4 \text{ km}}{1,42 \times 10^9 \text{ km}} = 2,23 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

Remarque : l'approximation des petits angles n'est valable qu'en radian.

En utilisant la définition du grossissement :  $G_{Huy} = \frac{\theta'}{\theta}$  donc  $\theta' = G_{Huy} \times \theta$

On en déduit  $\theta' = 47 \times 2,23 \times 10^{-5} \text{ rad} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ rad}$

Cette valeur est supérieure à  $3,0 \times 10^{-4} \text{ rad}$ , condition indiquée dans l'énoncé pour distinguer deux points donc Huygens a pu distinguer Saturne de ses anneaux à travers sa lunette.

## 2. Prise en compte d'un phénomène physique perturbateur dans l'observation astronomique

10. La longueur d'onde est la distance qui sépare deux points d'un milieu traversé par une perturbation périodique, dans le même état d'excitation. L'unité est le mètre.

11. On distingue les UV (1), le domaine visible (2) et les IR (3).

Le domaine visible est compris entre 400 nm et 800 nm.

Il va du violet au rouge

12. Le phénomène de diffraction indique le caractère ondulatoire de la lumière.

13. On donne la relation  $\theta_{\text{diff}} = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{a}$

$$\text{Pour Galilée : } \theta_{\text{diff}} = 1,22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{29,0 \times 10^{-3}} = 2,31 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

On a calculé précédemment que vu depuis la Terre  $\theta = 2,23 \times 10^{-5} \text{ rad}$ .

Donc  $\theta_{\text{diff}} > \theta$ , ce qui confirme qu'à cause du phénomène de diffraction Galilée ne pouvait pas distinguer Saturne de ses anneaux.

$$\text{Pour Huygens : } \theta_{\text{diff}} = 1,22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{51,0 \times 10^{-3}} = 1,32 \times 10^{-5} \text{ rad} < \theta \text{ ainsi Huygens a pu observer}$$

les anneaux.

### 3. Découverte de Titan par Huygens.

14. Huygens a constaté plusieurs fois qu'il fallait 16 jours\* pour revoir Titan au même point : il s'agit de la période de révolution de Titan autour de Saturne d'où l'idée de diviser sa trajectoire en 16 : une observation par jour à la même heure.

\* le 25 mars et le 10 avril ; le 3 et le 19 avril ; le 13 et le 29.

$$15. \vec{F}_{S/T} = G \cdot \frac{M_T \cdot M_S}{R^2} \cdot \vec{u}_n$$

16. On procède par étapes :

- J'étude le Système : {Titan} de masse  $M_T$
- Dans un Référentiel : saturnocentrique considéré galiléen
- Inventaire des forces : uniquement la force d'attraction gravitationnelle exercée par Saturne  $\vec{F}_{S/T}$
- J'applique la deuxième loi de Newton ( $\sum \vec{F} = M_T \cdot \vec{a}$ ) :  $\vec{F}_{S/T} = M_T \cdot \vec{a}$
- Donc  $G \cdot \frac{M_T \cdot M_S}{R^2} \cdot \vec{u}_n = M_T \cdot \vec{a}$  donc  $\vec{a} = \frac{G \cdot M_S}{R^2} \cdot \vec{u}_n$
- Dans le repère de Frenet, pour un mouvement circulaire  $\vec{a} = \frac{v^2}{R} \cdot \vec{u}_n + \frac{dv}{dt} \vec{u}_t$ .
- Par analogie entre ces deux expressions de  $\vec{a}$ , on en déduit que :
  - selon  $\vec{u}_t$  :  $\frac{dv}{dt} = 0$  donc  $v = \text{constante}$  : le mouvement est uniforme.
  - selon  $\vec{u}_n$  :  $\frac{v^2}{R} = \frac{G \cdot M_S}{R^2} \Leftrightarrow v^2 = \frac{G \cdot M_S}{R} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_S}{R}}$

17. La vitesse étant constante, on peut écrire :  $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2\pi \cdot R}{T_{Kep}}$  pour une révolution.

Donc

$$T_{Kep} = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{\sqrt{\frac{G M_S}{R}}} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G M_S}}$$

Ainsi,

$$T_{Kep} = \frac{2\pi \times 1,22 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m}}{\sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ SI} \times 5,68 \times 10^{26} \text{ kg}}{1,22 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m}}}} = 1,38 \times 10^6 \text{ s}$$

Erreur classique :  
Ne pas oublier que les distances données sont en km et donc les convertir en mètre  
 $R = 1,22 \times 10^6 \text{ km}$   
 $R = 1,22 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m}$

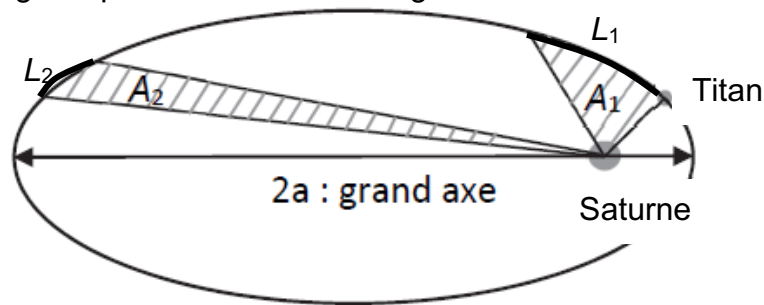
Commentaire :

La valeur trouvée par Huygens était 15 jours, 23 heures et 13 minutes soit :  
 $15 \times 24 \times 3600 + 23 \times 3600 + 13 \times 60 = 1\,379\,580 \text{ s} = 1,38 \times 10^6 \text{ s}$

Ce qui est (avec 3 CS) la même valeur que celle prédite par la mécanique de Newton.

18. Les trois lois de Kepler sont :

- 1<sup>ère</sup> loi de Kepler : dans le référentiel Saturnocentrique, l'orbite du satellite Titan est une ellipse dont le Saturne occupe l'un des foyers.
- 2<sup>ème</sup> loi de Kepler : dans le référentiel Saturnocentrique, le rayon vecteur Saturne - Titan balaye des aires égales pendant des durées égales.



Pendant même durée  $\Delta t$ , Titan parcourt les arcs d'ellipse de longueur  $L_1$  et  $L_2$  telles que  $A_1=A_2$

- 3<sup>ème</sup> loi de Kepler : Quelque soit le satellite de période de révolution  $T$  autour de Saturne de masse  $M_S$  sur une orbite de rayon  $R$ , on a la relation

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S} = Cste$$

#### 4. Un microphone pour communiquer.

19. On procède par étapes :

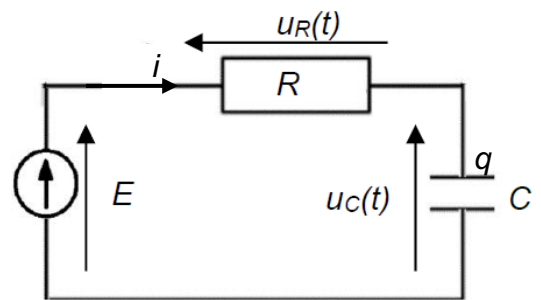
- Loi des mailles :  $E = u_R(t) + u_C(t)$  (1)
- Loi d'Ohm :  $u_R(t) = R \times i(t)$  (2)
- Relation charge – tension :  $q(t) = C \times u_C(t)$
- Relation intensité – tension :  $i = \frac{dq}{dt}$

soit  $i = \frac{d(C \times u_C)}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$  (3) car  $C$  est une constante.

- On reporte (3) dans (2) :  $u_R(t) = R \times i(t) = RC \frac{du_C}{dt}$
- On reporte (2) dans (1) :

$$E = RC \frac{du_C}{dt} + u_C(t)$$

- En divisant chaque membre par  $RC$  :  $\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C(t)}{RC} = \frac{E}{RC}$ .



#### 20. Solution de l'équation :

La solution proposée  $u_C(t) = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$  doit vérifier l'équation différentielle précédente.

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{d\left(E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\right)}{dt} = \frac{d\left(E - Ee^{-\frac{t}{\tau}}\right)}{dt} = \frac{d\left(-Ee^{-\frac{t}{\tau}}\right)}{dt} = \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{u_c(t)}{RC} = \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}{RC} = \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{RC} - \frac{E}{RC} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{RC} + E e^{-\frac{t}{\tau}} \left(\frac{1}{\tau} - \frac{1}{RC}\right).$$

Le terme  $\frac{E}{RC} + E e^{-\frac{t}{\tau}} \left(\frac{1}{\tau} - \frac{1}{RC}\right)$  est égal à  $\frac{E}{RC}$  si  $e^{-\frac{t}{\tau}} \left(\frac{1}{\tau} - \frac{1}{RC}\right) = 0$  soit si  $\tau = RC$ .

La solution proposée  $u_c(t) = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$  vérifie l'équation différentielle si  $\tau = RC$ .

### Unité de $\tau$ .

Dans la solution proposée  $u_c(t) = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$  le terme de l'exponentielle  $\frac{t}{\tau}$  est sans unité.

Donc puisque au dénominateur le temps  $t$  s'exprime en seconde.

Le terme au numérateur  $\tau$  s'exprime en seconde aussi.

Ainsi  $\tau = RC$  s'exprime en **s**.

**21.** Pour déterminer la valeur de  $\tau$ , on dispose de plusieurs possibilités :

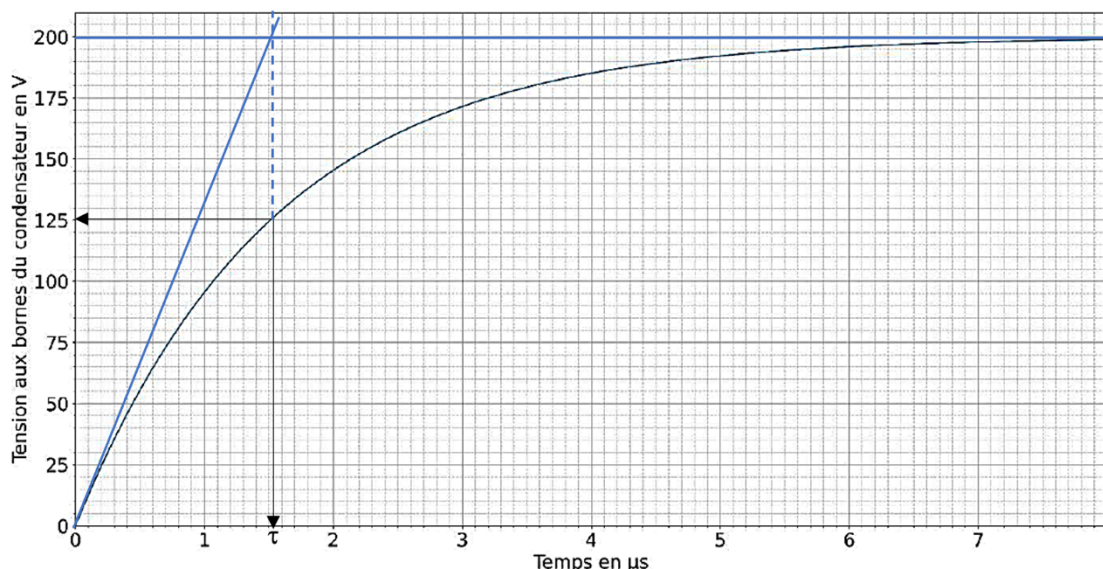
- **Méthode 1.** Pour  $t = \tau$ ,  $u_c(\tau) = E \times \left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}\right) = E \times (1 - e^{-1}) = 0,63 \times E$

Le condensateur est alors chargé à 63 % de sa tension maximale.

Graphiquement  $E = 200 \text{ V}$ ,  $u_c(\tau) = 0,63 \times 200 \text{ V} = \mathbf{126 \text{ V}}$ .

On cherche donc l'abscisse du point de la courbe d'ordonnée 126 V.

Graphiquement  $\tau \approx \mathbf{1,5 \mu\text{s}}$ .



- **Méthode 2.** On peut aussi utiliser la méthode de la tangente à l'origine (moins précise).  
 $\tau$  est l'abscisse du point d'intersection de la tangente à l'origine avec l'asymptote.

22. On applique la relation

$$\tau = RC \text{ donc } C = \frac{\tau}{R} \text{ soit } C = \frac{1,5 \times 10^{-6}}{1,0 \times 10^5} \text{ F} = \mathbf{1,5 \times 10^{-11} \text{ F}} = 15 \times 10^{-12} \text{ F} = 15 \text{ pF}$$

23. L'onde sonore arrivant sur la membrane mobile du microphone va modifier la distance  $e$  entre les armatures du condensateur. La **distance  $e$**  va **diminuer** lors d'une **surpression** sur la membrane, les autres paramètres  $\epsilon_{\text{air}}$  et **S** restant **constants**.

La capacité  $C = \epsilon_{\text{air}} \times \frac{S}{e}$  du condensateur va donc **augmenter**.

## 5. Un microphone pour communiquer – Ondes & Intensité sonore

24. Une onde sonore :

- est la propagation d'une perturbation sans transport de matière mais avec transfert d'énergie.
- est une onde mécanique car elle a absolument besoin d'un milieu matériel pour se propager.
- est une onde longitudinale car la perturbation est parallèle à l'axe de propagation
- est tridimensionnelle, cela signifie qu'elle se propage dans toutes les directions de l'espace.
- a une célérité qui dépend du milieu traversé : plus le milieu est dense plus l'onde sonore se propage rapidement.

25. La fréquence représente le nombre de fois un phénomène physique se produit chaque seconde.

Pour une onde sonore de fréquence  $f = 440 \text{ Hz}$  la période du son est :

$$T = \frac{1}{f} \text{ soit } T = \frac{1}{440} \text{ s} = \mathbf{2,27 \times 10^{-3} \text{ s}} \text{ soit } T = 2,27 \text{ ms} = \mathbf{2,27 \times 10^3 \mu\text{s}}$$

La période  $T$  du signal sonore est largement supérieure au temps de réponse du capteur égal à  $1 \mu\text{s}$ . L'acquisition du son par le microphone sera donc fidèle.

26. On applique la relation donnée du niveau d'intensité sonore :  $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

$$\text{Soit } L = 10 \times \log\left(\frac{4,7 \times 10^{-6}}{1,0 \times 10^{-12}}\right) \text{ dB} = \mathbf{67 \text{ dB}}$$

Le niveau d'intensité sonore est bien compris dans le domaine d'utilisation du microphone 32 dB et 160 dB.

**1. Identification des espèces mises en jeu dans la réaction**

1. Il s'agit d'une représentation semi-développée

2. Réactif 1. On identifie :

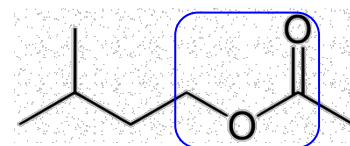
- le groupe OH hydroxyle
- caractéristique de la famille des alcools.
- Nom officiel : 3-méthylbutan-1-ol

3. Réactif 2. On identifie :

- le groupe COOH carboxyle
- caractéristique de la famille des acide carboxyliques.
- Nom officiel : acide éthanoïque

4. Représentation topologique de l'éthanoate de 3-méthylbutyle

Famille : ester



5. On détermine les formules brutes

- 3-méthylbutan-1-ol :  $C_5H_{12}O$
- acide éthanoïque :  $C_2H_4O_2$
- éthanoate de méthylbutyle :  $C_7H_{14}O_2$
- On a l'équation-bilan  $C_5H_{12}O + C_2H_4O_2 \rightarrow C_7H_{14}O_2 + X$

La conservation des éléments : montre que X contient 1 atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène, c'est bien de l'eau  $H_2O$ .

6. Transmittance.

On remplit une cuve d'une solution colorée.

On l'éclaire avec un faisceau de lumière d'intensité  $I_0$ .

On mesure l'intensité lumineuse  $I_t$  en sortie transmise.

La transmittance représente le rapport

$$T = \frac{I_t}{I_0}$$

La transmittance représente l'aptitude d'une solution colorée à transmettre la lumière qui la traverse.

Nombre d'onde.

On note  $\sigma$  le nombre d'onde tel que

$$\sigma = \frac{1}{\lambda}$$

7. L'acide éthanoïque correspond au spectre A. car l'acide éthanoïque contient :

- une liaison C=O qui donne une bande forte et fine autour de  $1650-1750 \text{ cm}^{-1}$  ;
- une liaison O-H qui donne une bande forte et large.

Pour confirmer, l'éthanoate de méthylbutyle contient une liaison C=O qui donne une bande forte et large autour de  $1650-1750 \text{ cm}^{-1}$  MAIS ne montre pas la bande de la liaison O-H.

## 2. Comparaison de protocoles de synthèse

8. On a donc :

- Étape 2 : transformation chimique
- Étape 3 : extraction et purification du produit

9. L'acide sulfurique ajouté joue le rôle de catalyseur.

Un catalyseur est une espèce chimique qui permet de réduire la durée de la transformation.

L'acide sulfurique participe à la réaction mais n'apparaît pas dans l'équation-bilan, car en fin de réaction, l'acide sulfurique est régénéré.

10. Il s'agit du réfrigérant : Une colonne d'eau froide permet de condenser les vapeurs qui s'échappent du ballon.

11. Le montage B est le montage à reflux.

Le montage à reflux permet deux choses :

- Chauffer le mélange, or la température est un facteur cinétique qui permet donc d'accélérer la réaction chimique et de diminuer la durée de la transformation.
- Par ailleurs, les vapeurs étant liquéfiées par le réfrigérant, on évite les pertes de matière.

Les deux autres montages sont des montages qui permettent certes d'accélérer la réaction par chauffage du mélange réactionnel, mais il y a séparation des espèces chimiques, car le réfrigérant est sur le côté : les vapeurs s'échappent sur le côté.

12. La formation d'un gaz est liée au couple acide-base  $\text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}(\text{l}) / \text{HCO}_3^-$ .

Explication.

La base  $\text{HCO}_3^-$  réagit avec soit l'acide éthanoïque (si celui-ci était introduit en excès), soit avec l'acide sulfurique (catalyseur non consommé). Il se forme alors l'acide conjugué  $\text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  qui provoque le dégagement gazeux.

Utilité.

Cette étape permet d'éliminer le catalyseur et/ou l'acide éthanoïque en excès.

13. Calculons les quantités de matière des réactifs.

- Acide éthanoïque :  $V_1 = 15 \text{ mL}$  on applique la relation

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{\rho \cdot V_1}{M_1} = \frac{\rho_{\text{eau}} \cdot d_1 \cdot V_1}{M_1}$$

$$\text{Application numérique : } n_1 = \frac{1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 1,05 \times 15 \text{ mL}}{60,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,26 \text{ mol}$$

- 3-méthylbutan-1-ol : On applique la même relation

$$n_2 = \frac{\rho_{\text{eau}} \cdot d_2 \cdot V_2}{M_2}$$

$$\text{Application numérique : } n_2 = \frac{1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 0,81 \times 22 \text{ mL}}{88,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,20 \text{ mol}$$

- On pourrait construire un tableau d'avancement, mais dans le cas d'une réaction chimique où les réactifs ont le même coefficient stœchiométrique 1, le réactif limitant est forcément celui introduit en moindre quantité.



Remarque. Certains élèves pour justifier qu'ils n'ont pas besoin de faire le tableau d'avancement, ont indiqué « *que les réactifs étant introduits dans les **proportions stœchiométriques**, il n'est pas utile de faire un tableau d'avancement et donc le réactif limitant est celui introduit en moindre quantité* ».

C'est un paradoxe de parler de proportion stœchiométrique respecté et d'avoir un réactif limitant. Il y a eu confusion entre les termes proportion et coefficient.

Lorsque les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques cela signifie qu'on a apporté en quantité de matière les réactifs en début de réaction en respectant la proportionnalité liée aux coefficients stœchiométriques.

Donc au final tous les réactifs seront consommés.

- Donc le 3-méthylbutan-1-ol est le réactif limitant.
- On peut calculer le rendement

$$r = \frac{n_{Exp}}{n_{Theo}} = \frac{0,15}{0,20} = 0,75 = 75\%$$

$$\text{avec } n_{Exp} = \frac{m_B}{M_B} = \frac{19,7}{130,2} = 0,15 \text{ mol}$$

14. On applique la relation  $E = P \cdot \Delta t = 800 \times 30 = 2,4 \times 10^4 \text{ J}$

Cette valeur est beaucoup plus faible que celle obtenue avec un chauffe-ballon ( $4,1 \times 10^5 \text{ J}$ ).  
Le protocole B permet de faire d'importantes économies d'énergie.

15. Le protocole B est celui qui répond au mieux aux principes directeurs de la chimie verte :

- Il permet de limiter les dépenses énergétiques ;
- Il n'utilise pas le solvant cyclohexane du protocole C. Or les pictogrammes de sécurité du cyclohexane montrent que celui-ci est inflammable, nocif et dangereux pour l'environnement et pour la santé.
- Enfin il possède un meilleur rendement.

### 3. Mécanisme réactionnel

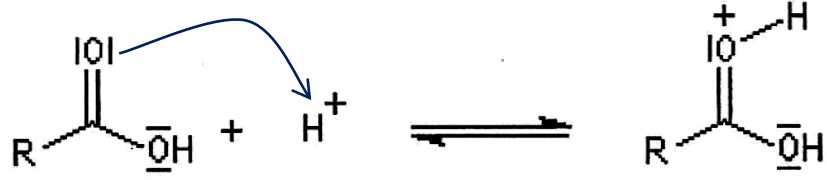
16. Par identification avec l'équation de la réaction chimique:

- R est CH<sub>3</sub>

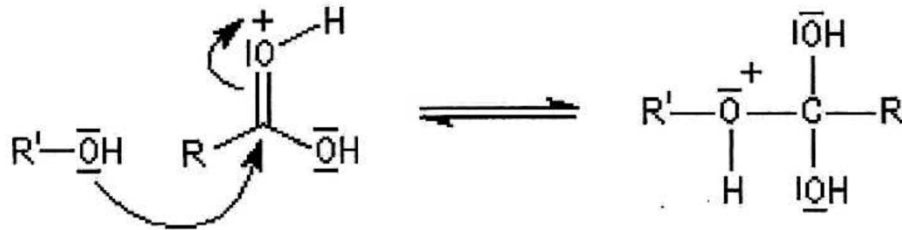
- R' est le groupement  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

17. Les flèches courbes représentent un transfert de doublet d'électrons d'un site donneur vers un site accepteur.

Étape 1



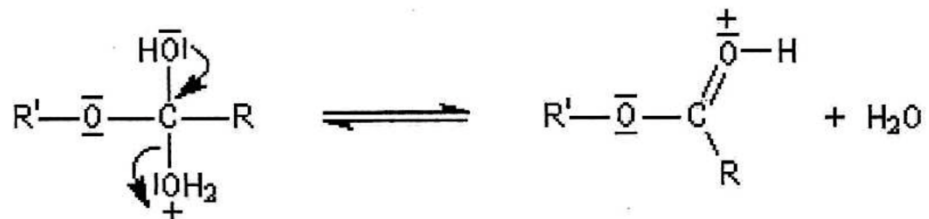
Étape 2 :



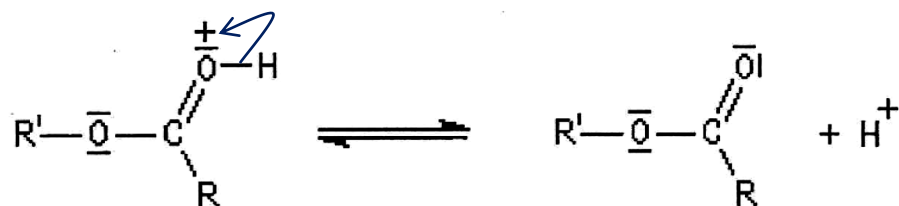
Étape 3



Étape 4 :



Étape 5



18. On distingue :

- L'étape 2 dans le sens direct est une réaction d'**addition** (2 réactifs et un seul produit).
- L'étape 4 dans le sens direct est une réaction d'**élimination** (un seul réactif et 2 produits).

19. D'après le mécanisme proposé, on constate bien que l'acide sulfurique est un catalyseur.

Les ions  $H^+$  modifient le mécanisme réactionnel en étant consommés (étape 1) puis régénérés (étape 5)

20. La vitesse de disparition du réaction 2 s'écrit

$$v_d = - \frac{d[R - COOH]}{dt}$$

21. Si la cinétique de la réaction étudiée suit une loi cinétique d'ordre 1, alors  $v_d$  est proportionnel à  $[R - COOH]$

$$v_d = k \times [R - COOH]$$

En égalant les deux expressions, il vient :

$$v_d = -\frac{d[R - COOH]}{dt} = k \times [R - COOH]$$

Soit

$$\frac{d[R - COOH]}{dt} = -k \times [R - COOH]$$

22.  $[R - COOH]_{(t)} = B \times e^{-k \times t}$  donc  $[R - COOH]_{(0)} = B \times e^{-k \times 0} = B$

La constante  $B$  est donc égale à la concentration initiale en R-COOH

23. On a donc qualitativement, l'évolution au cours du temps du réactif R-COOH. C'est forcément une exponentielle décroissante.

24. Pour visualiser l'évolution de la vitesse au cours du temps, on trace à différents instants de la courbe, les tangentes à la courbe.

On constate que ces tangentes tendent vers une horizontale.

Leur coefficient directeur tend donc vers zéro.

La vitesse de disparition du réactif diminue au cours du temps.

Explication.

Cela s'explique à l'échelle microscopique par une consommation des réactifs et donc une diminution du nombre de chocs efficaces.

25. Si on augmente la température, on augmente l'agitation moléculaire et donc le nombre de chocs efficaces. La courbe décroît donc plus rapidement.

26. Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  est la durée pour laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale.

Pour  $t = t_{1/2}$ , la moitié du réactif limitant a été consommé.

Voir la courbe ci-dessus.

27. Au temps de demi-réaction on peut donc écrire

$$[R - COOH]_{(t_{1/2})} = [R - COOH]_{(0)} \times e^{-k \times t_{1/2}} = \frac{[R - COOH]_{(0)}}{2}$$

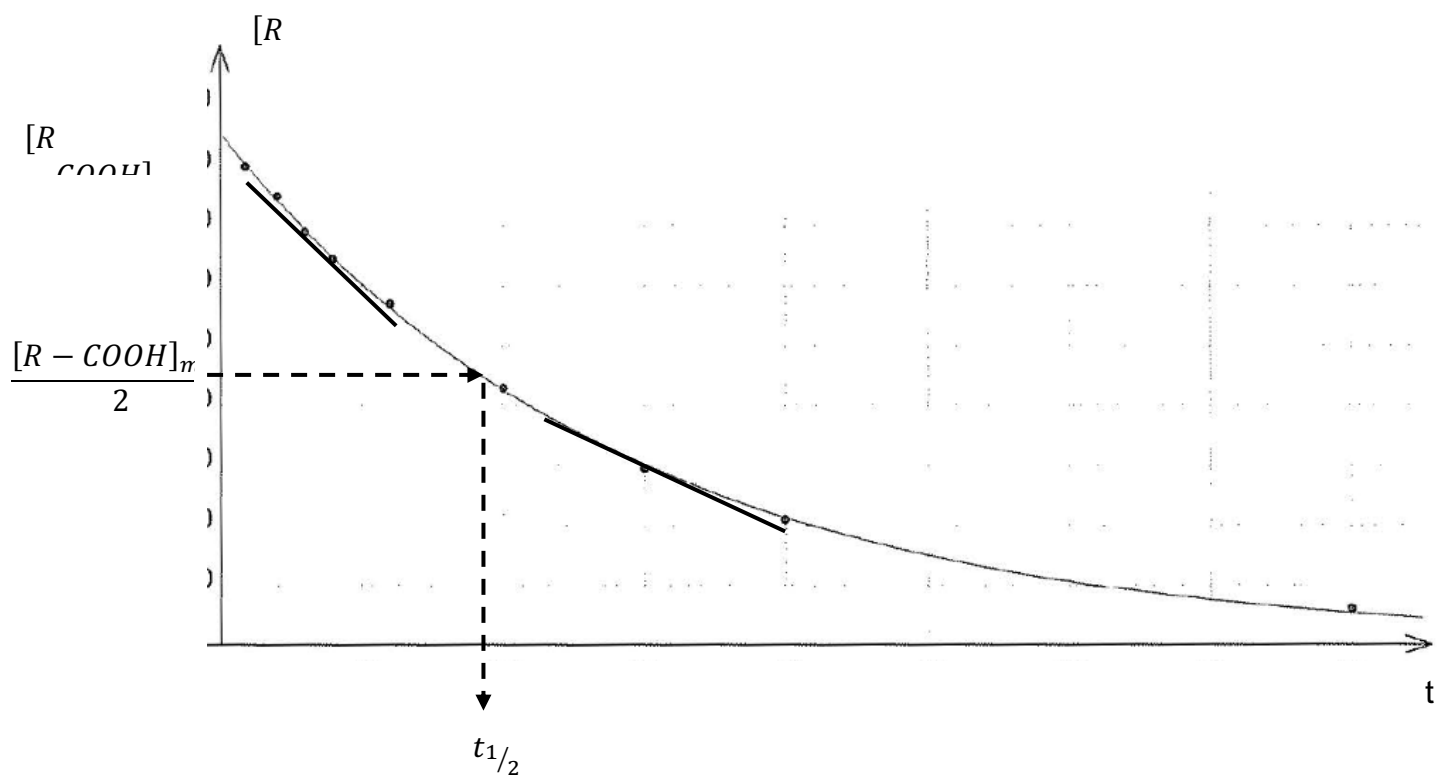
Ce qui donne  $e^{-k \times t_{1/2}} = \frac{1}{2}$

Soit  $-k \times t_{1/2} = \ln(1/2) = -\ln(2)$

Donc

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

28. Pour une cinétique d'ordre 1  $t_{1/2}$  est indépendant des conditions initiales.





ANNEXE questions Q2.,Q3.,Q5.

