CORRECTION SUJET DS n°4 Chapitre 5 et 6 « satellites et cinétique chimique »

Exercice 1 : /20 Total /40

1) Le mouvement des satellites

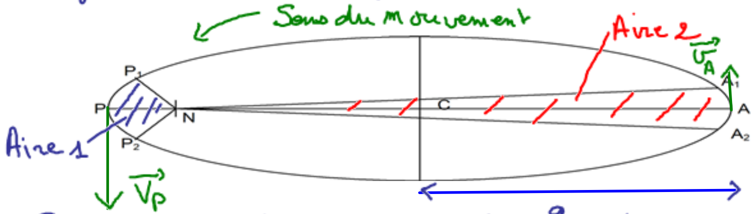
1-1 : L'orbite de Néréide est décrite dans un référentiel
1 neptunocentrique (autour de Neptune)

1-2

Première loi de Kepler : Néréide décrit une orbite elliptique dont Neptune occupe l'un des foyers
1

Deuxième loi de Kepler : Le segment Néréide - Neptune [NN]
1 balaye des aires égales sur des durées égales.

1-3



0,5

1-4-1 : D'après la seconde loi de Kepler Aire 1 = Aire 2 0,5

1.4.2 Sur une même durée Δt, Néréide parcourt une distance $\widehat{P_1PP_2} < \widehat{A_1AA_2}$. Les vitesses moyennes en A et B s'expriment

1 $v_P = \frac{\widehat{P_1PP_2}}{\Delta t}$ et $v_A = \frac{\widehat{A_1AA_2}}{\Delta t}$ Donc $v_P > v_A$. Le satellite va plus vite lorsqu'il s'approche de Neptune

1-5-1 : Troisième loi de Kepler : Le carré de la période de révolution $T_{Néé}$ de Néréide est proportionnel au cube du demi grand axe a

1 $T^2 = k \times a^3$ ou $\frac{T^2}{a^3} = k$ k étant une constante

1-5-2 Calcul de $\frac{T^2_{Triton}}{R^3}$ dans le cas de Triton

1 $$\frac{T^2_{Trit}}{R_1^3} = \frac{(\overbrace{5,877}^{4\,cs} \times 86400)^2}{(\underbrace{3,547}_{4\,cs} \cdot 10^5 \times 10^3)^3} = \overbrace{5,778}^{4\,cs} \cdot 10^{-15}\ s^2/m^3$$

1-5-3 : En considérant que Triton et Néréide ont des trajectoires circulaires ($a_{Néé} = R_{Néé}$) elles doivent satisfaire la 3ème loi de Kepler.

2 $$\Rightarrow \frac{T^2_{Néé}}{R^3_{Néé}} = \frac{T^2_{Trit}}{R_1^3} \Rightarrow T_{Néé} = \sqrt{\frac{T^2_{Trit}}{R_1^3} \times R^3_{Néé}}$$

$$\Rightarrow T_{Néé} = \sqrt{5,778 \cdot 10^{-15} \times (5513 \times 10^3 \times 10^3)^3} = 3,112 \cdot 10^7\ s$$

$$T_{Néé} = \frac{3,112 \cdot 10^7}{86400} = 360 \text{ jours solaire.}$$

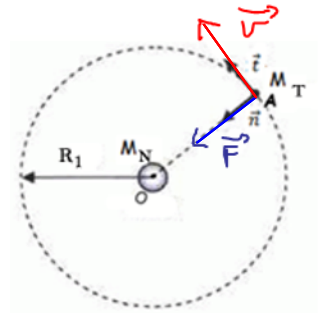
Cette valeur est bien en accord avec le texte.

2. Le mouvement de Triton :

2-1 : Expression vectorielle de $\vec{F}$

1 $\vec{F} = +G \times \frac{M_T \times M_N}{R_1^2} \vec{n}$ Les 2 vecteurs $\vec{n}$ et $\vec{F}$ sont colinéaires et de même sens. (+)

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{1,025 \cdot 10^{26} \times 2,147 \cdot 10^{22}}{(3,547 \cdot 10^5 \times 10^3)^2} = 1,167 \cdot 10^{21}\ N$$



1 2-2 : Voir schéma
Tracé de $\vec{F}$

2.3 : D'après la seconde loi de Newton

$$\sum \vec{F}_{ext} = M_T \times \vec{a}$$

2 $\Rightarrow \vec{F} = M_T \times \vec{a}$ donc $\cancel{M_T}\vec{a} = G \times \frac{\cancel{M_T} \times M_N}{R_1^2} \times \vec{m}$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{a} = G \times \frac{M_N}{R_1^2} \times \vec{m}}$$

2.4.1 : D'après l'expression de l'accélération $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \times \vec{t} + \frac{v^2}{R} \times \vec{m}$

on en déduit que

1 $$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \times \vec{t} + \frac{v^2}{R_1} = G \times \frac{M_N}{R_1^2} \times \vec{m}$$

donc $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = \text{constante}$. Le mouvement de Triton est bien circulaire et uniforme.

2.4.2 : De la question précédente, on en déduit aussi que

1 $$\frac{v^2}{\cancel{R_1}} = \frac{G M_T}{R_1^{\cancel{2}}} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{G.M_N}{R_1}}}$$

2.4.3 : Calcul de v

1 $$v = \sqrt{\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 1{,}025.10^{26}}{3{,}547.10^{3} \times 10^{3}}} = 4{,}39.10^{4} \text{ m/s} = 4{,}39 \text{ km/s}$$

2.4.5 : Voir schéma question 2-1

1 Le vecteur vitesse $\vec{v}$ est toujours tangent à la trajectoire et dans le sens du mouvement. $\vec{v} = v \times \vec{t}$

2.5 Expression de la période de révolution de triton T_{rev}.

Triton parcourt une distance $P_T = 2\pi R_1$ (le périmètre) sur la durée $T_{rév}$

2 donc $v = \frac{2\pi R_1}{T_{rev}} \Rightarrow v^2 = \frac{4\pi^2 R_1^2}{T_{rev}^2} \Rightarrow T_{rev}^2 = \frac{4\pi^2 R_1^2}{v^2}$

$$\Rightarrow T_{rev}^2 = \frac{4\pi^2 \times R_1^2}{\frac{G \times M_N}{R_1}} = 4\pi^2 \times R_1^2 \times \frac{R_1}{G M_N} = \frac{4\pi^2 R_1^3}{G M_N}$$

donc $T_{rév} = \sqrt{\frac{4\pi^2 R_1^3}{G M_N}} \Rightarrow \boxed{T_{rev} = 2\pi\sqrt{\frac{R_1^3}{G \times M_N}}}$

2.6 : Calcul de $T_{rév}$

1 $$T_{rev} = 2\pi\sqrt{\frac{(3{,}547.10^6)^3}{6{,}67.10^{-11} \times 1{,}025.10^{26}}} = 5{,}08.10^5 \text{ s}$$

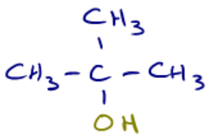
$$\Rightarrow T_{rev} = \frac{5{,}08.10^5}{84600} = 5{,}88 \text{ jours solaire.}$$

Cette valeur est cohérente avec le texte (5,877 jours solaires)

1 2-7 : On a trouvé $T_{rev}^2 = \frac{4\pi^2 R_1^3}{G M_N}$ donc $\frac{T_{rev}^2}{R_1^3} = \frac{4\pi^2}{G M_N} = \text{constante}$ 3ème loi de Kepler

Exercice 1 :

Q1 :



groupe caractéristique : groupe hydroxyle. caractéristique de la famille des alcools

Q2 : Expression de la conductivité σ

$$R-Cl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow R-OH_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

Les ions présents dans le mélange réactionnel sont : H_3O^+ et Cl^-

donc $\sigma = \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+] + \lambda_{Cl^-}[Cl^-]$

Q3 : D'après l'équation de la réaction : $\dfrac{[H_3O^+]}{1} = \dfrac{[Cl^-]}{1}$ → coefficient stoechiométrique

$\Rightarrow \sigma = \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+] + \lambda_{Cl^-}[H_3O^+]$

$= (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \times [H_3O^+]$

Q4 : La conductivité σ et la concentration $[H_3O^+]$ sont proportionnelles donc mesurer σ permet de connaître $[H_3O^+] = \dfrac{x_f}{V_{sol}}$.

Q5 : Calcul de la quantité initiale n_0 de chlorure tertiobutyle (CT) C_4H_9Cl

on a $n_0 = \dfrac{m_{CT}}{M_{CT}}$ avec $m_{CT} = \rho \times V$

$$\Rightarrow n_0 = \frac{\rho \times V}{4M_C + 9M_H + M_{Cl}} = \frac{0{,}850 \times 1{,}0}{4 \times 12{,}0 + 9 \times 1{,}00 + 35{,}5}$$

$$= 9{,}2 \cdot 10^{-3}\ mol$$

Q6 : Calcul de la concentration C_0

$$C_0 = \frac{n_0}{V_{tot}} = \frac{n_0}{V_e + V} = \frac{9{,}2 \cdot 10^{-3}}{(200 + 1{,}0) \cdot 10^{-3}} = 4{,}6 \cdot 10^{-2}\ mol/L$$

Q7 : RCl est un réactif donc sa concentration diminue : courbe 1
H_3O^+ est un produit donc sa concentration augmente : courbe 2

Q8 : La courbe 1 correspondant à $[RCl](t) = f(t)$ montre que celle-ci tend vers 0 : $[RCl]_{finale} = 0\ mol/L$. La réaction est donc totale.

Q9 : Le temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que l'avancement x atteigne la moitié de l'avancement maximal

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$$

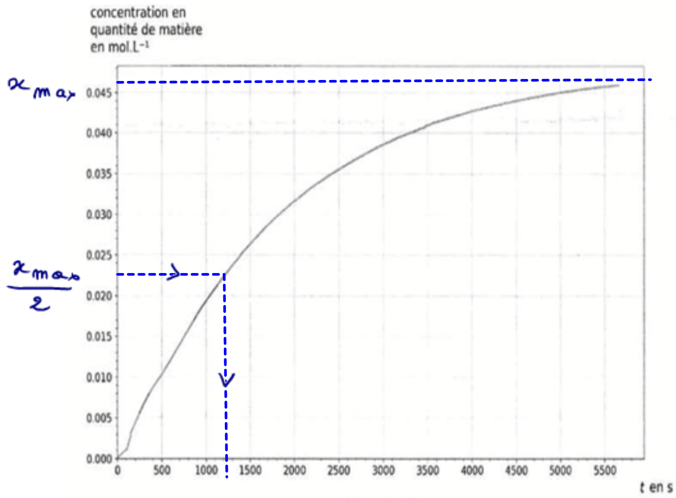
Q_{10} :

Graphiquement sur la courbe 2 :

On lit $x_{max} = 0{,}045$ mol

$\Rightarrow \dfrac{x_{max}}{2} = \dfrac{0{,}045}{2} = 2{,}25 \cdot 10^{-2}$ mol

on lit $t_{1/2} = 1250$ s



$t_{1/2} = 1200$ s Courbe 2

Q_{11} : $v_{RCl} = - \dfrac{d[RCl]}{dt}$

Q_{12} :

Evolution de la vitesse volumique de disparition de RCl : v_{RCl}

v_{RCl} diminue au cours du temps

- Elle diminue fortement au début
  facteur cinétique : les concentrations des réactifs sont élevées
- Elle diminue toujours
- Elle est égale à zéro à la fin de la réaction.

Q_{13} : Si la cinétique de la transformation est d'ordre 1 alors

$v_{RCl} = k\,[RCl]_{(t)}$

Q_{14} : Equation différentielle vérifiée par [RCl]

on a $v_{RCl} = - \dfrac{d[RCl]}{dt} = k\,[RCl]_{(t)}$

$\Rightarrow \dfrac{d[RCl]}{dt} + k\,[RCl]_{(t)} = 0$

Q_{15} : La solution est de la forme $[RCl]_{(t)} = A\,e^{-kt}$

or à $t=0$ $[RCl]_{(t=0)} = A\,e^{-k \times 0} = [RCl]_{(t=0)} = C_0$

$\Rightarrow A = C_0$

donc $[RCl]_{(t)} = C_0 \times e^{-kt}$

C - Mécanisme réactionnel :

Q16 : Un mécanisme réactionnel est composé d'acte élémentaire (Ici 3)

Q_{17} : La liaison C - Cl est une liaison polarisée

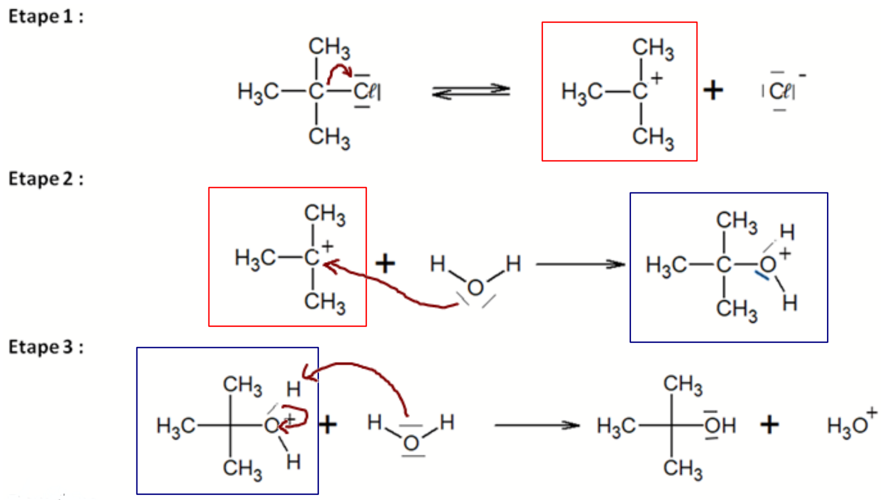
En effet $\Delta\chi = \chi(Cl) - \chi(C) = 3{,}2 - 2{,}5 = 0{,}7 > 0{,}4$

La liaison est bien polarisée ainsi le doublet liant (liaison) peut être attiré par l'atome le + électronégatif : Ici Cl

Q_{18} Etape 2

- Les doublets non liant de l'atome O sont des sites donneurs
- L'atome de carbone possédant une charge positive (défaut d'électrons) est le site accepteur.

Q_{19} :



Q_{20} : Un intermédiaire réactionnel apparait lors d'un acte élementaire puis est consommé lors de l'acte élementaire suivant.

donc $H_3C-\overset{CH_3}{\underset{CH_3}{C}}{}^{+}$ et $H_3C-\overset{CH_3}{\underset{CH_3}{C}}-\overset{+}{O}\begin{smallmatrix}H\\H\end{smallmatrix}$

Exercice 2 :

1- Mode de transfert thermique : conduction, convection et rayonnement

2. Transfert thermique à travers la paroi : conduction

3- Equation différentielle vérifiée par $T(t)$

Premier principe thermodynamique

$\Delta U = W + Q$ avec $W = 0$ car la bouteille est incompressible

$\Rightarrow \Delta U = Q$

La variation d'énergie interne ΔU s'écrit $\Delta U = C\,\Delta T$

et $Q = \phi \times \Delta t = hS \times (T_{ext} - T(t)) \times \Delta t$

donc $C\,\Delta T = hS\,(T_{ext} - T(t)) \times \Delta t$

$\Rightarrow \dfrac{\Delta T}{\Delta t} = \dfrac{hS}{C}\,(T_{ext} - T(t))$ en posant $\tau = \dfrac{C}{hS}$

$\Rightarrow \dfrac{\Delta T}{\Delta t} = \dfrac{1}{\tau} T_{ext} - \dfrac{1}{\tau} T(t)$

De plus $\lim\limits_{t \to 0} \dfrac{\Delta T}{\Delta t} = \dfrac{dT}{dt}$; il vient $\dfrac{dT(t)}{dt} = -\dfrac{1}{\tau} \times T(t) + \dfrac{1}{\tau} \times T_{ext}$

$\Rightarrow \dfrac{dT(t)}{dt} = -\dfrac{1}{\tau}\left(T(t) - T_{ext}\right)$

4 : Expressions de A et B

La solution de cette équation differentielle est de la forme

$T(t) = A\,e^{-t/\tau} + B$

$\dfrac{dT(t)}{dt} = \underbrace{-\dfrac{1}{\tau}}_{a} \times T(t) + \underbrace{\dfrac{1}{\tau} \times T_{ext}}_{b}$

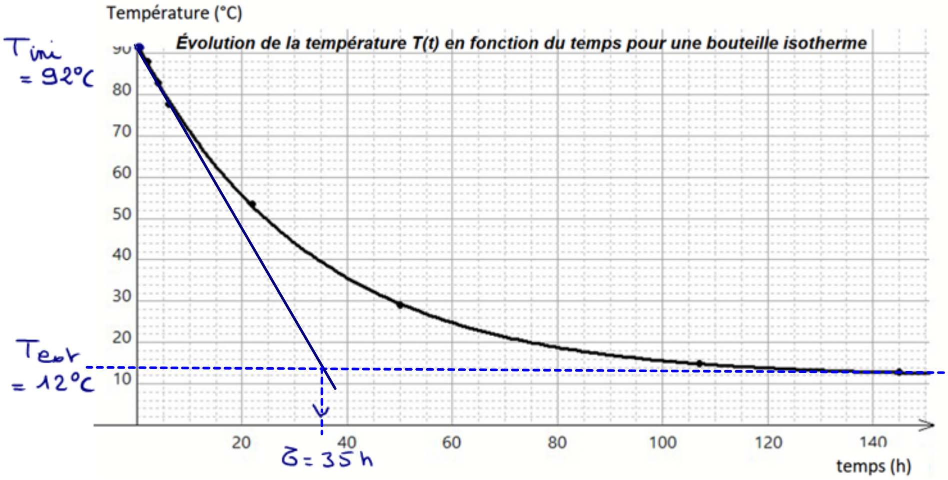
avec $B = \dfrac{-b}{a} = -\dfrac{T_{ext}/\tau}{-1/\tau} = T_{ext}$

de plus à $t = 0$ s $T(t=0) = T_{ini} \Rightarrow T(t=0) = A\,e^{-0/\tau} + T_{ext} = T_{ini}$

$\Rightarrow A + T_{ext} = T_{ini} \Rightarrow A = T_{ini} - T_{ext}$

5- $T(t) = (T_{ini} - T_{ext})\,e^{-t/\tau} + T_{ext}$

6 - et 7 -



8 - Nouvelle bouteille : $\tau = 51{,}2\,h$; $T(t) = A e^{-t/\tau} + B$ avec $A = 78°C$ et $B = 10°C$

Calcul de la durée t necessaire pour que l'eau soit à 70 °C

$T(t) = A e^{-t/\tau} + B$

isolons t $\quad A\, e^{-t/\tau} = T(t) - B$

$\Rightarrow e^{-t/\tau} = \dfrac{T(t) - B}{A} \quad \Rightarrow \ln\left(e^{-t/\tau}\right) = \ln\left(\dfrac{T(t) - B}{A}\right)$

$\Rightarrow -t/\tau = \ln\left(\dfrac{T(t) - B}{A}\right)$

$\Rightarrow t = -\tau \ln\left(\dfrac{T(t) - B}{A}\right) = -51{,}2 \times \ln\left(\dfrac{70 - 10}{78}\right)$.

$\Rightarrow t = 13\,h$

Il faut donc 13 h pour que l'eau passe d'une température de 78° à 70°

Donc $21h + 13^h = 21h + 3h + 10^h = 10h$ du matin