

I. Analyse d'un lait1. Dosage par conductimétrie

1.1. Pour fabriquer la solution s on a effectué une dilution :

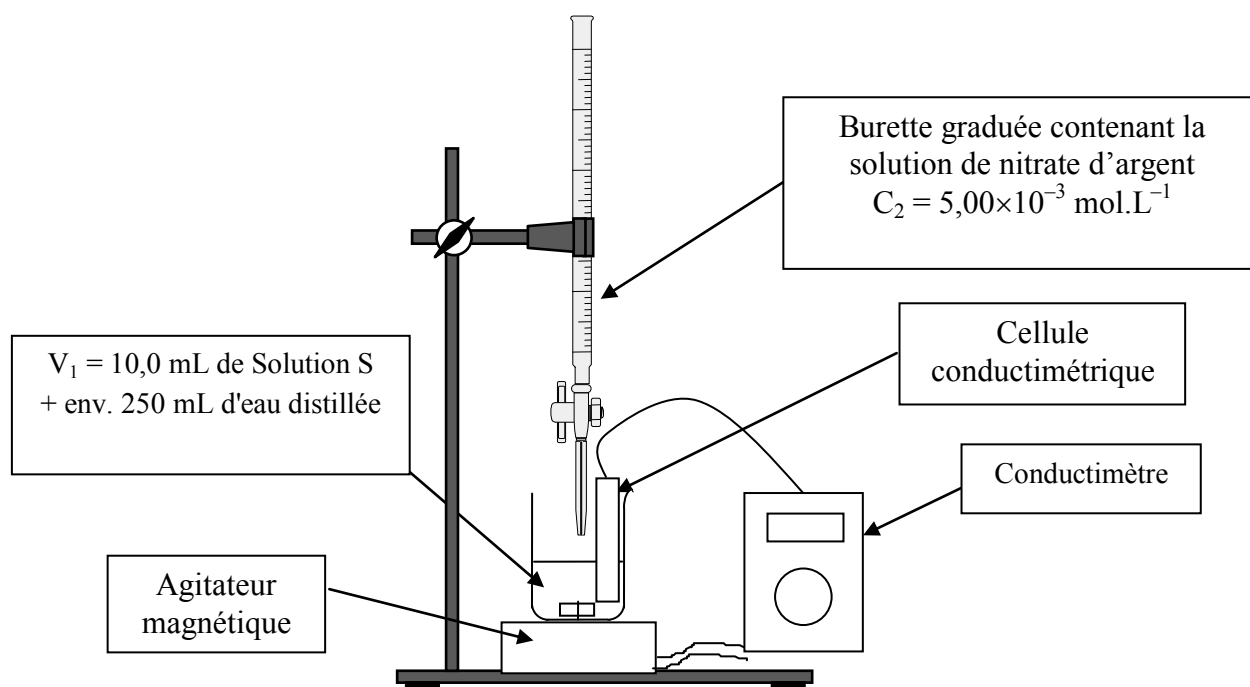
Solution mère S₀: C₀; V₀ = 20,0 mL ; Solution fille S: C_S; V_S = 100,0 mL

Au cours de la dilution la quantité de matière de soluté se conserve, donc C₀.V₀ = C_S.V_S

$\frac{C_0}{C_S} = \frac{V_S}{V_0}$; $\frac{C_0}{C_S} = \frac{100,0}{20,0} = 5,00$. La solution fille S est cinq fois moins concentrée que la solution mère S₀.

1.2. On verse de la solution S dans un bécher, puis on prélève à l'aide d'une **pipette jaugée de 10,0 mL** munie d'un pipeteur de la solution que l'on verse dans un autre bécher. (On doit, préalablement, rincer la pipette jaugée à l'aide de la solution S).

1.3.



1.4. La conductivité initiale est due aux ions présents dans la solution S, c'est-à-dire les **ions chlorure** et des cations qui eux ne réagissent pas lors du titrage.

1.5. **Première partie, diminution de la conductivité du milieu réactionnel :**

On ajoute des ions Ag⁺ et NO₃⁻ dans le milieu. Les cations argent réagissent avec les anions chlorure. Ils forment un solide qui ne participe pas à la conductivité de la solution. La concentration en ions Cl⁻ diminue au fur et à mesure. La concentration en anions nitrate augmente au fur et à mesure. Tout se passe comme si les anions Cl⁻ étaient remplacés par des anions NO₃⁻.

Comme λ(NO₃⁻_(aq)) est légèrement inférieure à λ(Cl⁻_(aq)), la conductivité diminue mais faiblement.

Deuxième partie, augmentation de la conductivité :

Quand tous les ions chlorure sont consommés, les ions Ag⁺ et NO₃⁻_(aq) ne réagissant plus, ils s'accumulent en solution. Leur concentration augmente, la conductivité va augmenter.

1.6. La conductivité passe par un minimum, ce qui correspond à l'**équivalence** : tous les ions chlorure ont été consommés. Le volume équivalent correspond à l'abscisse du point d'intersection des deux segments suivant l'évolution de la conductivité. On lit V_{2E} = **12,0 mL**. (Voir page 4)

1.7. A l'équivalence, tous les ions chlorure initialement présents ont été consommés par les ions argent, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, soit : n(Ag⁺_(aq))_{versé} = n(Cl⁻_(aq))_{initial}

1.8. C₂.V_{2E} = n(Cl⁻_(aq))_{initial}. ATTENTION, cette quantité de matière est celle présente dans le volume V₁ de solution S utilisée, donc n(Cl⁻_(aq))_{initial} = C_S.V₁. Ainsi C₂.V_{2E} = C_S.V₁ donc C_S = $\frac{C_2 \cdot V_{2E}}{V_1}$.

$$C_S = \frac{5,00 \times 10^{-3} \times 12,0}{10,0} = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \text{ concentration molaire en Cl}^{-} \text{ de la solution S initialement}$$

Et d'après la question 1.1. on a $\frac{C_0}{C_S} = \frac{V_S}{V_0}$ soit $C_0 = \frac{C_S \cdot V_S}{V_0}$ en remplaçant C_S par l'expression précédente, il

$$\text{vient } C_0 = \frac{C_2 \cdot V_{2E}}{V_1} \cdot \frac{V_S}{V_0} ; C_0 = \frac{5,00 \times 10^{-3} \times 12,0}{10,0} \times \frac{100,0}{20,0} = 3,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ concentration molaire en}$$

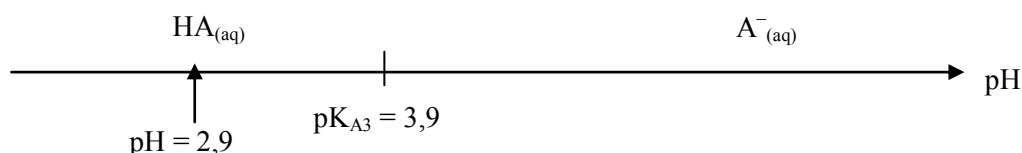
Cl⁻ dans le lait

- 1.9. Calculons la concentration massique t en ions chlorure du lait : $t = C_0 \times M(\text{Cl}^{-})$; $t = 1,07 \text{ g.L}^{-1}$
La masse obtenue est bien comprise entre 1,0 g et 2,0 g par litre de lait.

2. Dosage de l'acide lactique

2.1. $\text{HA}_{(\text{aq})} + \text{HO}^{-}_{(\text{aq})} = \text{A}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ Cette réaction doit être **rapide et totale**.

2.2. Au début du dosage, le pH est de 2,9; l'espèce prédominante est alors **HA_(aq)**.



2.3. On a $\text{pH} = \text{pK}_{A3} + \log \frac{[\text{A}^{-}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$

Si les espèces $\text{HA}_{(\text{aq})}$ et $\text{A}^{-}_{(\text{aq})}$ sont présentes en quantités égales alors $\frac{[\text{A}^{-}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}} = 1$ donc **pH = pK_{A3}**

D'après le tableau pour un $\text{pH} = 3,9$, on a **$V_B = 6,0 \text{ mL}$** .

2.4. A l'équivalence les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques, on a versé autant d'ions HO^{-} qu'il y avait initialement de molécules de HA.

$$n_{\text{HA}} = n_{\text{HO}^{-}} ; n_{\text{HA}} = C_B \cdot V_{BE}$$

$$n_{\text{HA}} = 5,00 \times 10^{-2} \times 12,0 \times 10^{-3} = 6,00 \times 10^{-4} \text{ mol d'acide lactique dans un volume } V_A = 20,0 \text{ mL de lait.}$$

2.5. Calculons la concentration massique en acide lactique du lait : $t_{\text{HA}} = \frac{m_{\text{HA}}}{V_A} = \frac{n_{\text{HA}} \cdot M(\text{HA})}{V_A}$

$$t_{\text{HA}} = \frac{6,00 \times 10^{-4} \times 90}{20,0 \times 10^{-3}} = 2,7 \text{ g.L}^{-1} > 1,8 \text{ g.L}^{-1} \text{ donc le lait n'est pas frais.}$$

II. Des lois de Kepler à l'étude d'un astéroïde ...

1. En hommage à Kepler

1.1. Planètes en orbite elliptique

- La figure 1 ci-dessous représente la trajectoire elliptique du centre d'inertie M d'une planète du système solaire de masse m dans le référentiel héliocentrique considéré galiléen. Les deux foyers F_1 et F_2 de l'ellipse et son centre O sont indiqués.

Figure 1

1.1.1 D'après la première loi de Kepler (loi des orbites), dans le référentiel héliocentrique, la trajectoire du centre d'une planète est une ellipse dont le centre du Soleil est l'un des foyers. La figure 10 montre bien le **Soleil confondu avec le foyer F_1** .

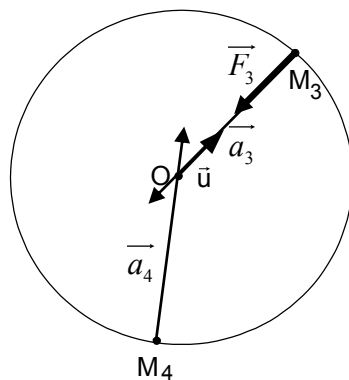
1.1.2 D'après la deuxième loi de Kepler (loi des aires), le rayon vecteur $\overrightarrow{SM}$ balaie des surfaces égales pendant des durées égales. L'**aire A_1 est égale à l'aire A_2** .

1.1.3 Vitesse moyenne entre M_2 et M'_2 : $v_2 = \frac{M_2 M'_2}{\Delta t}$. Vitesse moyenne entre M_1 et M'_1 : $v_1 = \frac{M_1 M'_1}{\Delta t}$.

La distance $M_1 M'_1$ est plus petite que la distance $M_2 M'_2$, or ces distances sont parcourues pendant la même durée Δt . Donc $v_1 < v_2$, la vitesse moyenne entre les points M_1 et M'_1 est **inférieure** à celle entre les points M_2 et M'_2 .

1.2. Planètes en orbite circulaire

1.2.1



1.2.2 $\overrightarrow{F_3} = -G \times \frac{m \times M}{r^2} \overrightarrow{u}$

1.2.3 En appliquant la deuxième loi de Newton au système {planète}, dans le référentiel héliocentrique considéré galiléen, la seule force exercée sur la planète étant $\overrightarrow{F_3}$: $\overrightarrow{F_3} = m \overrightarrow{a_3}$ car la masse m est constante. $m \overrightarrow{a_3} = -G \times \frac{m \times M}{r^2} \overrightarrow{u}$ soit $\overrightarrow{a_3} = -G \times \frac{M}{r^2} \overrightarrow{u}$.

1.2.4 Vecteurs accélérations $\overrightarrow{a_3}$ et $\overrightarrow{a_4}$ ci-dessus. Les valeurs a_3 et a_4 ont même valeur car $r = \text{constante}$.

1.2.5 Le vecteur accélération est radial (porté par le rayon r), centripète (de sens planète vers Soleil), de valeur constante donc le mouvement est circulaire uniforme.

1.2.6 La courbe représentative de T^2 en fonction de r^3 est une droite passant par l'origine. Donc T^2 est proportionnelle à r^3 . En accord avec la troisième loi de Kepler qui indique $\frac{T^2}{r^3} = k$ avec k constante.

1.2.7 On prend le point, sur la droite, de coordonnées ($r^3 = 4,0 \times 10^{35} \text{ m}^3$; $T^2 = 1,2 \times 10^{17} \text{ s}^2$).

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{1,2 \times 10^{17}}{4,0 \times 10^{35}} = 3,0 \times 10^{-19} \text{ s}^2 \cdot \text{m}^{-3} \text{ résultat en accord avec la valeur donnée.}$$

1.2.8 $T = 6,521$ ans à convertir en s.

$$\frac{T^2}{r^3} = 3,0 \times 10^{-19} \text{ donc } r = \left(\frac{T^2}{3,0 \times 10^{-19}} \right)^{1/3} ; r = \left(\frac{T^2}{3,0 \times 10^{-19}} \right)^{1/3} = \left(\frac{(6,521 \times 365 \times 24 \times 3600)^2}{3,0 \times 10^{-19}} \right)^{1/3}$$

$r = 5,2 \times 10^{11} \text{ m}$ séparent les centres du Soleil et de Rhéa.

2. La troisième loi de Kepler comme balance cosmique...

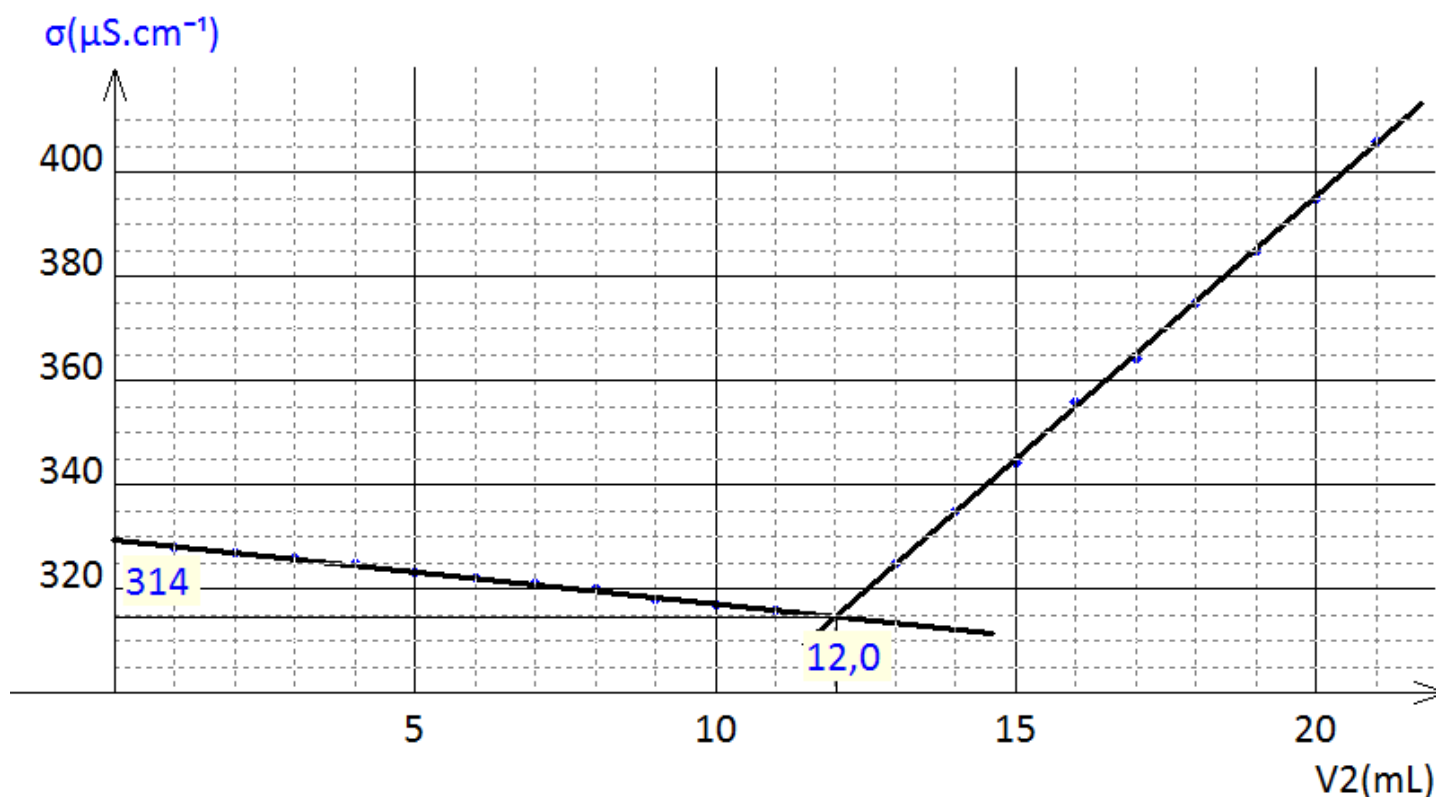
2.1. T période de révolution du satellite autour de Rhéa Sylvia, en s, r distance entre le centre du satellite et le centre de Rhéa Sylvia, en m, M masse de Rhéa Sylvia, en kg, G constante de gravitation

universelle : $G = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{T^2 \cdot M}$ G s'exprime en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$.

2.2. Utilisons les données relatives à Romulus : T = 87,6 h à convertir en s et r = 1360 km à convertir en m.

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} \text{ donc } \boxed{M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2}} \cdot M = \frac{4\pi^2 \times (1360 \times 10^3)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times (87,6 \times 3600)^2}$$

M = $1,497 \times 10^{19}$ kg = **$1,50 \times 10^{19}$ kg** masse de Rhéa Sylvia.



I	1.1	1	2								
	1.2	1	2								
	1.3	1	2	3	4	5	6				
	1.4	1	2								
	1.5	1	2	3	4						
	1.6	1	2								
	1.7	1	2								
	1.8	1	2	3	4					CS-U	
	1.9	1	2							CS-U	
	2.1	1	2	3	4						
	2.2	1	2	3	4						
	2.3	1	2								
	2.4	1	2								
	2.5	1	2							CS-U	/40
II	1.1.1	1	2								
	1.1.2	1	2								
	1.1.3	1	2	3	4						
	1.2.1	1	2								
	1.2.2	1	2								
	1.2.3	1	2	3	4						
	1.2.4	1	2								
	1.2.5	1	2	3	4						
	1.2.6	1	2								
	1.2.7	1	2	3	4						
	1.2.8	1	2	3	4					CS-U	
	2.1	1	2	3	4						
	2.2	1	2	3	4					CS-U	/40
<u>TOTAL</u> : /80											
<u>NOTE</u> : /20											