

UE 8 Pharmacie

TD 1 Chimie Analytique

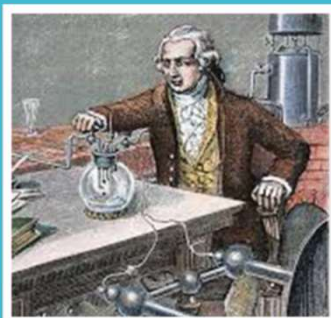
Dr Marylène CHOLLET-KRUGLER / UFR Pharmacie / Rennes/Mars 2026

UNIVERSITÉ DE
RENNES 1



UFR Pharmacie - Rennes

"Ce document est la propriété exclusive de Marylène CHOLLET-KRUGLER et ne saurait être utilisé, reproduit, représenté, transmis ou divulgué sans son accord préalable et explicite"



A. Lavoisier
(1743-1794)

« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »

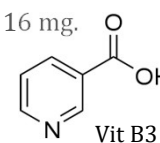
TD1 : Expression des concentrations, dilutions, calculs stœchiométriques

- Savoir calculer une masse molaire (Exos 1 à 8)
- Savoir pondérer une réaction (Exos 3, 4)
- Savoir calculer une grandeur à partir de données : quantité de matière n , masse m , concentration molaire et massique, % m/V, % m/m, rendement d'une réaction (Exos 1 à 8)
- Connaître les relations entre la masse m et la quantité de matière n , entre la concentration molaire et la concentration massique (Exos 1 à 6)
- Savoir calculer la concentration d'une solution diluée et le facteur de dilution, savoir préparer une solution diluée à partir d'une solution concentrée, (Exos 5, 7 à 9)
- Connaître les correspondances mL-cm³, L-dm³...et les conversions mL, μ L en L, mmol en mol...
- Savoir calculer une concentration à partir d'un titrage (Exo 9)

3

Exercice 1 : Énoncé

- L'apport journalier recommandé de Fer s'élève à 14 mg et celui de la Vitamine B3 (niacine) à 16 mg.



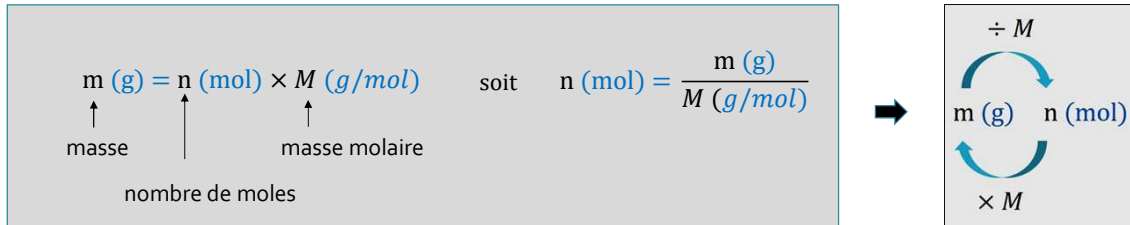
- Parmi les propositions suivantes, laquelle correspond à ces doses quotidiennes ?

- A Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mol
- B Fer : $2,5 \cdot 10^{-4}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-4}$ mol
- C Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mmol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mol
- D Fer : 2,5 mol et Vitamine B3 : 1,3 mol
- E Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mmol

4

Exercice 1 : Correction

- Relation **fondamentale** entre le nombre de moles **n**, la masse **m** et la masse molaire **M** de la substance :



mol = unité de la quantité de matière

1 mole = $6,022 \cdot 10^{23}$ entités = **Nombre d'Avogadro**

5

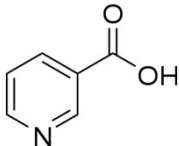
Exercice 1 : Correction

- Masse molaire ?

- Fer

$$M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$$

- Vit B3:



Formule brute : $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = (6 \times 12,0) + (5 \times 1,0) + 14,0 + (2 \times 16,0) = 123,0 \text{ g/mol}$$

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

Numéro atomique → Z M ← Masse molaire atomique (g.mol⁻¹)
 Symbole atomique → X Famille
 Nom

Exercice 1 : Correction

• Nombre de moles?

$$\text{Fer: } n = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{14 \cdot 10^{-3}}{55,8} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,5 \cdot 10^{-1} \text{ mmol}$$

$$\text{Vit B3: } n = \frac{m(\text{Vit B3})}{M(\text{Vit B3})} = \frac{16 \cdot 10^{-3}}{123,0} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,3 \cdot 10^{-1} \text{ mmol}$$

$$n \text{ (mol)} = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ (g/mol)}}$$

(1 mmol = 10^{-3} mol)

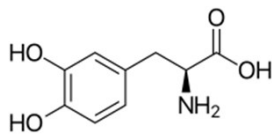
- A Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mol
- B Fer : $2,5 \cdot 10^{-4}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-4}$ mol
- C Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mmol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mol
- D Fer : 2,5 mol et Vitamine B3 : 1,3 mol
- E Fer : $2,5 \cdot 10^{-1}$ mol et Vitamine B3 : $1,3 \cdot 10^{-1}$ mmol

➔ Réponse B

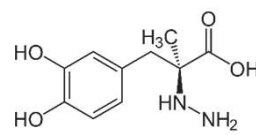
7

Exercice 2 : Enoncé

• Le médicament LEVODOPA CARBIDOPA TEVA LP appartient à une classe de médicaments utilisés pour le traitement de la maladie de Parkinson. Un comprimé contient 100 mg de levodopa et 25 mg de carbidopa.



Levodopa



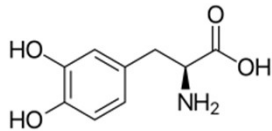
Carbidopa

- A) La masse molaire du levodopa est égale à 196 g/mol
- B) Le nombre de mole de levodopa correspondant à 2 comprimés est égale à 1,0 mmol
- C) Le nombre de mole de carbidopa correspondant à 1 comprimé est égale à $1,1 \cdot 10^{-3}$ mol
- D) La formule brute du carbidopa est $C_{10}H_{12}N_2O_4$
- E) Aucune des précédentes propositions n'est exacte.

8

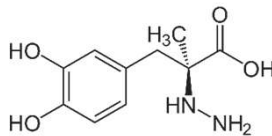
Exercice 2 : Correction

- Masse molaire?



Levodopa :

$$M(\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_4) = (9 \times 12,0) + (11 \times 1,0) + (14,0) + (4 \times 16,0) = \mathbf{197,0 \text{ g/mol}}$$



Carbidopa :

$$M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_4) = (10 \times 12,0) + (14 \times 1,0) + (2 \times 14,0) + (4 \times 16,0) = \mathbf{226,0 \text{ g/mol}}$$



Calcul de la masse molaire: ne pas oublier des atomes!

9

Exercice 2 : Correction

- Nombre de moles dans 1 comprimé?

$$\text{Levodopa } n = \frac{m(\text{Levodopa})}{M(\text{Levodopa})} = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{197,0} = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,51 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,51 \text{ mmol}$$

$$\text{Carbidopa: } n = \frac{m(\text{Carbidopa})}{M(\text{Carbidopa})} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{226,0} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,11 \text{ mmol}$$

- Nombre de moles dans 2 comprimés?

$$\text{Levodopa } n = 0,51 \times 2 = \mathbf{1,0 \text{ mmol}} \quad \text{et} \quad \text{Carbidopa } n = 0,11 \times 2 = \mathbf{0,22 \text{ mmol}}$$

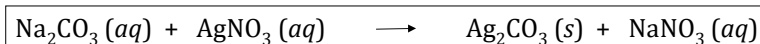
- A) La masse molaire du levodopa est égale à 196 g/mol
- X**B) Le nombre de mole de levodopa correspondant à 2 comprimés est égale à 1,0 mmol
- C) Le nombre de mole de carbidopa correspondant à 1 comprimé est égale à $1,1 \cdot 10^{-3}$ mol
- D) La formule brute du carbidopa est $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4$
- E) Aucune des précédentes propositions n'est exacte.

➔ Réponse B

10

Exercice 3 : Enoncé

- 1) Quelle masse de AgNO_3 est nécessaire pour transformer totalement 2,65 g de Na_2CO_3 en Ag_2CO_3 selon la réaction non pondérée :

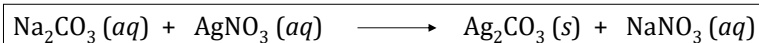


- 2) Quelle masse théorique de Ag_2CO_3 il se formera ? (On suppose que le rendement est de 100%)

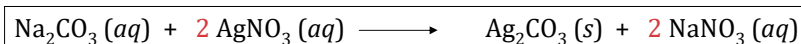
11

Exercice 3 : Correction

- 1) Quelle masse de AgNO_3 est nécessaire pour transformer totalement 2,65 g de Na_2CO_3 en Ag_2CO_3 selon la réaction non pondérée :

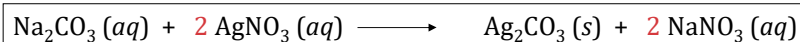


- Conservation de la matière : ajout de coefficients stœchiométriques

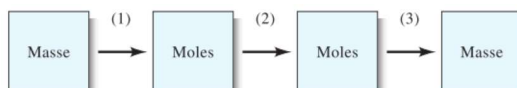


12

Exercice 3 : Correction



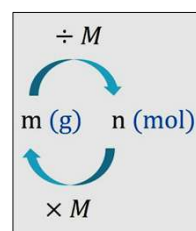
- Calcul en 3 étapes :



- étape 1 : Convertir la masse de Na_2CO_3 (2,65 g) en nombre de moles

$$M (\text{Na}_2\text{CO}_3) = (2 \times 23,0) + 12 + (3 \times 16,0) = 106,0 \text{ g/mol}$$

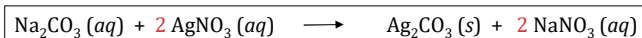
$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{2,65}{106,0} = 0,025 \text{ mol}$$



13

Exercice 3 : Correction

- étape 2 : Détermination n_{AgNO_3} , tenir compte de la stœchiométrie

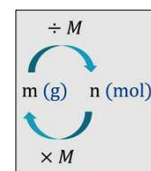


$$\frac{n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{1} = \frac{n_{\text{AgNO}_3}}{2} \quad \Leftrightarrow \quad n_{\text{AgNO}_3} = 2 n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,05 \text{ mol}$$

- étape 3 : Convertir le nombre de moles en masse correspondante

$$M (\text{AgNO}_3) = 107,9 + 14,0 + (3 \times 16,0) = 169,9 \text{ g/mol}$$

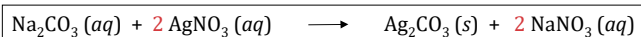
$$m (\text{AgNO}_3) = n(\text{AgNO}_3) \times M(\text{AgNO}_3) = 0,05 \times 169,9 = 8,50 \text{ g}$$



14

Exercice 3 : Correction

- 2) Quelle masse théorique de Ag_2CO_3 se formera ?



$$\frac{n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{1} = \frac{n_{\text{Ag}_2\text{CO}_3}}{1} \quad \Rightarrow \quad n_{\text{Ag}_2\text{CO}_3} = n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,025 \text{ mol}$$

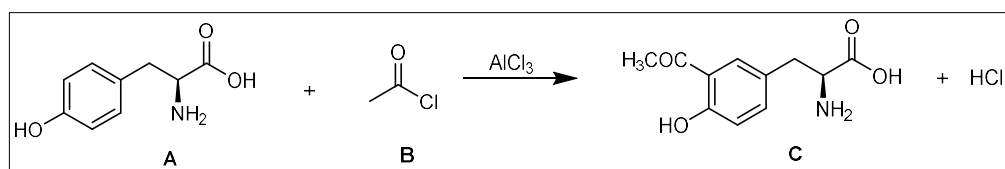
$$M(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 2 \times 107,9 + 12,0 + (3 \times 16,0) = 275,8 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = n(\text{Ag}_2\text{CO}_3) \times M(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 0,025 \times 275,8 = 6,90 \text{ g}$$

15

Exercice 4 : Enoncé

- Considérons la première étape de la synthèse du levodopa représentée ci-dessous. Le produit **C** est obtenu avec un rendement de 78% en faisant réagir 2,54 g du réactif **A** avec 2 mL du réactif **B** ($d = 1,1$).



- Le nombre de mole de réactif B est égal à deux fois le nombre de mole de réactif A
- La quantité de réactif B rajoutée équivaut à 2,2 mg
- La quantité observée de produit C formé est égale à 244,14 mg
- La quantité théorique de produit C formé est égale à 3,13 g
- Aucune des précédentes propositions n'est exacte.

16

Exercice 4 : Correction

• Rappel

Masse volumique: $\rho_{ech} (\text{Kg/m}^3) = \frac{m_{ech} (\text{Kg})}{V_{ech} (\text{m}^3)}$ $\rho_{eau (4^\circ\text{C})} = 1000 \text{ Kg/m}^3 = 1 \text{ Kg/L}$
 $= 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ g/mL}$

Densité: $d_{ech} = \frac{\rho_{ech} (\text{kg/m}^3)}{\rho_{eau(4^\circ\text{C})} (\text{kg/m}^3)}$ $\Rightarrow \rho_{ech} = d_{ech}$ si ρ en g/cm^3 ou g/mL ou Kg/L ou Kg/dm^3
 (pas d'unité) $\Rightarrow d_{ech} = \frac{m_{ech} (\text{g})}{V_{ech} (\text{mL})}$

17

Exercice 4 : Correction

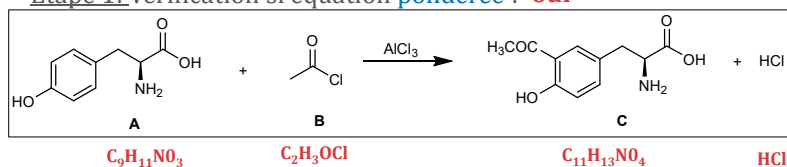
• Définition Rendement de la réaction :

$$R (\%) = \frac{n_{exp} (\text{mol})}{n_{théo} (\text{mol})} \times 100 = \frac{m_{exp} (\text{g})}{m_{théo} (\text{g})} \times 100$$

- chimie expérimentale : $n_{théo}$ rarement atteint,
- n réellement formée (ou observée) = n_{exp}
- $n_{théo}$ produit = n_{max} produit
- n_{max} produit = n réactif limitant (si réactifs pas introduits en quantité stœchiométrique)

• Calcul en 4 étapes :

• Etape 1: Vérification si équation pondérée : **oui**

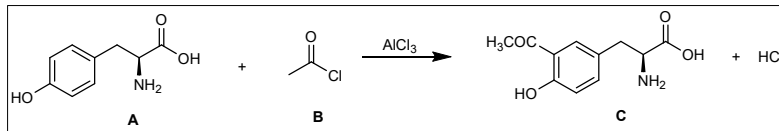


Bilan: Réactifs et produits = 11 at Carbone, 14 H, 1 N, 4 O, 1 Cl

18

Exercice 4 : Correction

- Etape 2: Identification du **nombre de moles des 2 réactifs** et identification du **réactif limitant**



C₉H₁₁NO₃
M = 181 g/mole

C₂H₃OCl
M = 78,5 g/mole

Etat initial

$$n = \frac{2,54}{181} \cong \mathbf{0,0140 \text{ mol}}$$

Réactif limitant

$$d_{ech} = \frac{m_{ech} \text{ (g)}}{V_{ech} \text{ (mL)}}$$

2 mL

$$m = d \times V = 1,1 \times 2 = \mathbf{2,2 \text{ g}}$$

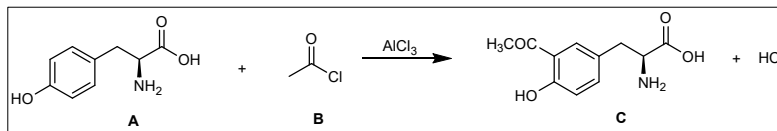
$$n = \frac{2,2}{78,5} = \mathbf{0,0280 \text{ mol}}$$

Réactif en excès x2

19

Exercice 4 : Correction

- Etape 3: **Quantité maximale théorique** du produit C formé ?



Etat initial

$\cong 0,0140 \text{ mol}$
Réactif limitant

0,0280 mol
Réactif en excès

-

-

Etat final théorique

0 mol

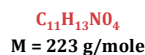
0,0140 mol
(0,0280 - 0,0140)

$n_{théo} \cong \mathbf{0,0140 \text{ mol}}$

20

Exercice 4 : Correction

- Etape 4: **Quantité expérimentale** de produits formés



Etat initial 0,0140 mol 0,0280 mol

Etat final théorique 0 mol 0,0140 mol $\rightarrow n_{\text{théo}} \cong 0,0140 \text{ mol}$

$$m_{\text{théo}} = 0,014033 \times 223 = 3,13 \text{ g}$$

Etat final expérimental

$$m_{\text{exp}} = (R \times m_{\text{théo}}) / 100$$

$$= (78 \times 3,13) / 100 = 2,44 \text{ g}$$

$$R (\%) = \frac{m_{\text{exp}} (\text{g})}{m_{\text{théo}} (\text{g})} \times 100$$

21

Exercice 4 : Enoncé

- ~~X~~A. Le nombre de mole de réactif B est égal à deux fois le nombre de mole de réactif A
- B. La quantité de réactif B rajoutée équivaut à 2,2 mg
- C. La quantité observée de produit C formé est égale à 244,14 mg
- ~~X~~D. La quantité théorique de produit C formé est égale à 3,13 g
- E. Aucune des précédentes propositions n'est exacte.

➔ Réponses A et D

22

Exercice 5 : Énoncé

On dissout 22,0 g de phosphate trisodique dodécahydraté $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans 500 cm^3 d'eau (solution A). A 50,0 cm^3 de solution A on ajoute 200 cm^3 d'eau (solution B). On demande :

- 1) Quelles sont les concentrations molaire et massique de $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans la solution A?
- 2) Quelles sont les concentration molaire et massique de $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans la solution B?
- 3) Quelles sont les concentration molaire et massique en ions sodium dans la solution B?
- 4) Quel volume (V) de la solution B, exprimé en mL, faut-il prélever pour avoir 100,0 mg d'ions sodium dans la prise d'essai?

23

Exercice 5 : Correction

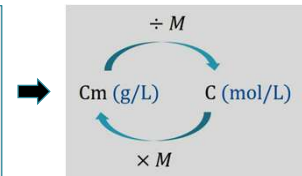
• Rappel

Solution = mélange homogène d'au moins 2 constituants: le solvant (le composé présent en plus grande quantité) + un ou plusieurs composés appelés solutés

Concentration = expression qui permet de chiffrer la quantité de soluté présent dans une solution par unité de volume

Concentration **massique** C_m ou t $C_m(\text{g/L ou g.L}^{-1}) = \frac{m_{\text{soluté}}(\text{g})}{V_{\text{solution}}(\text{L})}$

Concentration **molaire** C ou $[]$ $C(\text{mol/L ou mol.L}^{-1} \text{ ou } M) = \frac{n_{\text{soluté}}(\text{mol})}{V_{\text{solution}}(\text{L})}$



- Ne pas confondre **M** unité de concentration molaire avec la masse molaire
- V solution = **Volume total**

24

Exercice 5 : Correction

$m = 22,0 \text{ g Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans 500 cm^3 d'eau (solution A)

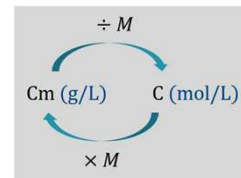
- 1) C_A et C_{mA} de $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$?

$$\diamond C_A = \frac{n_{\text{soluté}}(\text{mol})}{V_{\text{solution}}(\text{L})} \quad \text{et} \quad n_{\text{soluté}} = \frac{m_{\text{soluté}}(\text{g})}{M(\text{g/mol})}$$

$$M(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 3 \times 23,0 + 31,0 + 4 \times 16,0 + 12 \times (2 \times 1,0 + 16,0) = 380,0 \text{ g/mol}$$

$$C_A(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{V \times M} = \frac{22,0}{0,5 \times 380} = 0,116 \text{ M} \quad \text{avec } V_{\text{solution A}} = 500 \text{ cm}^3 = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}$$

$$\diamond C_{mA}(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_{\text{soluté}}(\text{g})}{V_{\text{solution}}(\text{L})} = \frac{22,0}{0,5} = 44,0 \text{ g/L}$$



25

Exercice 5 : Correction

$m = 22,0 \text{ g Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dans 500 cm^3 d'eau (solution A)

$50,0 \text{ cm}^3$ de solution A + 200 cm^3 d'eau = solution B

Dilution au 5^{ème}
 $F = 5 = (50 + 200)/50$

- 2) C_B et C_{mB} de $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$?

$$C_B(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{C_A \times V_A}{V_T} = \frac{0,116 \times 50 \cdot 10^{-3}}{(200+50) \cdot 10^{-3}}$$

avec V_A = Volume de solution A prélevé
 $= 50 \text{ mL}$

V_T = Volume total = $50 + 200 \text{ mL}$

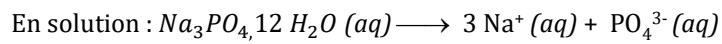
$$C_B(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = C_A \times \frac{1}{5} = \frac{0,116}{5} = 0,023 \text{ M}$$

$$C_{mB}(\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = C_B \times M = 8,8 \text{ g/L}$$

26

Exercice 5 : Correction

- 3) $[Na^+]_B$ et $C_{mB(Na^+)}$



$$\frac{n_{Na_3PO_4, 12 H_2O}}{1} = \frac{n_{Na^+}}{3}$$

$$n_{Na^+} = 3n_{Na_3PO_4, 12 H_2O} \quad \Rightarrow \quad [Na^+]_B = 3 \times [Na_3PO_4, 12 H_2O]_B = 3 \times 0,023 = 0,069 \text{ M}$$

$$C_{mB(Na^+)} = [Na^+]_B \times M(Na) = 0,069 \times 23 = 1,6 \text{ g/L}$$

27

Exercice 5 : Correction

- 4) V mL solution B correspondant à $m_{Na^+} = 100,0 \text{ mg}$

$$C_{mB(Na^+)} = 1,6 \text{ g/L} = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{C_{mB(Na^+)}} = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{1,6} = 0,0626 \text{ L} = 62,6 \text{ mL}$$

28

Exercice 6 : Énoncé

1) Le sérum physiologique est une solution de chlorure de sodium NaCl à 0,9 % (m/v). On dispose de 50 mL d'une solution S de NaCl à 200 mmol/L.

- a) Montrer que cette solution n'est pas du sérum physiologique.
- b) Quelle quantité en milligramme manque-t-il ou est en trop par rapport à une solution de sérum physiologique?

2) Un laboratoire pharmaceutique développe en R&D deux préparations ophtalmiques à base de sulfate d'atropine. Calculer la concentration en sulfate d'atropine en % (m/V) dans la formule A et en % (m/m) dans la formule B.

Formule A	Formule B
Sulfate d'atropine.....50 mg	Sulfate d'atropine.....25 mg
Chlorure de benzalkonium.....5 mg	Alcool polyvinylique.....0,1 g
Nitrate de potassium.....20 mg	Ethanol à 70°.....40%
Acide borique.....3,5 mg	Mannitol.....20 mg
Acétate de sodium.....1,5 mg	Phénoxyéthanol.....5 mg
EDTA.....2 mg	EDTA.....1 mg
Sorbitol.....10 mg	Eau ppi qsp.....5 g
Eau ppi qsp.....5 mL	

29

Exercice 6 : Correction

• Rappel

Pourcentage massique (m/m): $\% \text{ massique } (\%) = \frac{m_{\text{soluté}}(g)}{m_{\text{solution}}(g)} \times 100$

Pourcentage massique (m/v): $\% \text{ massique } (\%) = \frac{m_{\text{soluté}}(g)}{V_{\text{solution}}(mL)} \times 100$



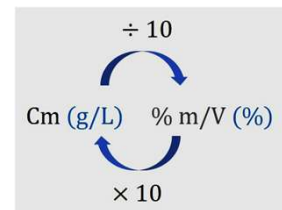
Deux notions très proches : Cm et % massique (m/v)

- Cm en g/1000 mL

- % (m/V) en g/100 mL

➤ si Cm = 1g/L alors %(m/V) = 0,1%

➤ si %(m/V) = 1% alors Cm = 10g/L



30

Exercice 6 : Correction

Sérum physiologique = NaCl à 0,9 % (m/v)

Solution S : $C_{\text{NaCl}} = 200 \text{ mmol/L}$

- 1a) S ≠ sérum physiologique?

Sérum phy = NaCl à 0,9 % (m/v) \Rightarrow 0,9 g pour 100 mL de solution \Rightarrow 9 g pour 1000 mL \Rightarrow $C_m = 9 \text{ g/L}$

$$C_{\text{sérum phy}} = \frac{C_m}{M(\text{NaCl})} = \frac{9}{(23 + 35,5)} = 0,154 \text{ mol/L} = 154 \text{ mmol/L}$$

Sérum physiologique : 154 mM \neq S : 200 mM

31

Exercice 6 : Correction

- 1b) Quantité manquante ou en excès dans 50 mL de solution S?

Sérum physiologique : 154 mM et S : 200 mM

[S] $>$ [sérum physiologique] \Rightarrow quantité en excès

50 mL à 200 mM

50 mL à 154 mM

$$n_{\text{NaCl}} = C \times V$$

$$m_{\text{NaCl}} = C \times V \times M(\text{NaCl})$$

$$m_{\text{NaCl}} = 0,2 \times 0,05 \times 58,5$$

$$m_{\text{NaCl}} = 0,585 \text{ g}$$

$$m'_{\text{NaCl}} = C \times V \times M(\text{NaCl})$$

$$m'_{\text{NaCl}} = 0,154 \times 0,05 \times 58,5$$

$$m'_{\text{NaCl}} = 0,451 \text{ g}$$

$$\Delta m = m_{\text{NaCl}} - m'_{\text{NaCl}} = 0,134 \text{ g} = 134 \text{ mg en excès dans la solution S}$$

32

Exercice 6 : Correction

- 2) Préparation ophtalmique: Concentration **sulfate d'atropine (SA)** en % (m/V ou m/m)

Formule A	
Sulfate d'atropine.....	50 mg
Chlorure de benzalkonium.....	5 mg
Nitrate de potassium.....	20 mg
Acide borique.....	3,5 mg
Acétate de sodium.....	1,5 mg
EDTA.....	2 mg
Sorbitol.....	10 mg
Eau ppi qsp.....	5 mL

qsp = quantité suffisante pour

Formule B	
Sulfate d'atropine.....	25 mg
Alcool polyvinylique.....	0,1 g
Ethanol à 70°.....	40%
Mannitol.....	20 mg
Phénoxyéthanol.....	5 mg
EDTA.....	1 mg
Eau ppi qsp.....	5 g

❖ Formule A : $\% \text{ massique m/V} = \frac{m_{\text{soluté}}(g)}{V_{\text{solution}}(mL)} \times 100$

V total solution = 5 mL

50 mg SA \Rightarrow 5 mL eau

1000 mg SA = 1g \Rightarrow 100 mL eau

$\% (m/V) = 1 \%$

❖ Formule B : $\% \text{ massique m/m} = \frac{m_{\text{soluté}}(g)}{m_{\text{solution}}(g)} \times 100$

m totale solution = 5 g

25 mg SA \Rightarrow 5g eau

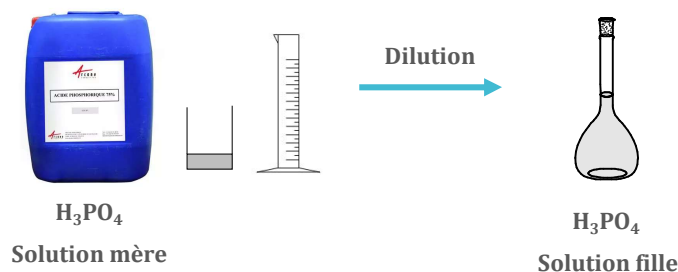
500 mg SA = 0,5 g \Rightarrow 100 g eau

$\% (m/m) = 0,5 \%$

33

Exercice 7 : Enoncé

- 1) Quel volume (V) de solution concentrée commerciale d'acide phosphorique (85 % (m/m), densité = 1,68), exprimé en mL, faut-il prélever pour préparer un litre d'acide phosphorique 2M ?

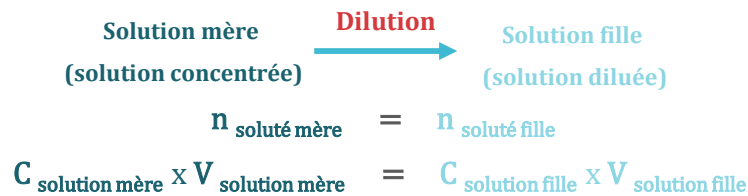


- 2) En déduire le facteur de dilution F.

34

Exercice 7 : Correction

• Rappel



Dilution: $V_{\text{solution mère}}(\text{L}) = \frac{C_{\text{solution fille}}(\text{mol/L}) \times V_{\text{solution fille}}(\text{L})}{C_{\text{solution mère}}(\text{mol/L})}$


Facteur de dilution : $F = \frac{C_{\text{solution mère}}}{C_{\text{solution fille}}} = \frac{V_{\text{solution fille}}}{V_{\text{solution mère}}}$
 (pas d'unité)

35

Exercice 7 : Correction

• 1)

H₃PO₄ 85% (m/m)
d = 1,68




H₃PO₄
Solution mère

Dilution

→

V_{solution mère} en mL?



C_{solution fille} = 2 M
V_{solution fille} = 1 L

H₃PO₄
Solution fille

$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}}$$

Calcul en 3 étapes :

- étape 1 : calcul de la concentration massique Cm de la solution mère commerciale d'H₃PO₄

$$\rho_{(\text{solution mère})} = d_{(\text{solution mère})} = 1,68 \text{ g/cm}^3 = 1,68 \text{ g/mL} = 1,68 \cdot 10^3 \text{ g/L}$$

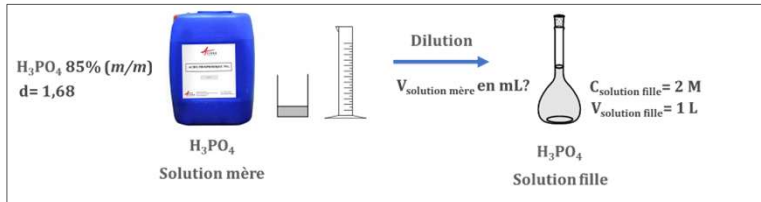
$$\% \text{ massique} = 85 = \frac{m_{\text{soluté}}(\text{g})}{m_{\text{solution}}(\text{g})} \times 100$$

$$\text{Dans 1L : } m_{\text{soluté}} = \frac{85 \times m_{\text{solution}}}{100} = \frac{85 \times 1,68 \cdot 10^3}{100} = 1428 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \quad \Rightarrow \quad C_m = 1428 \text{ g/L}$$

36

Exercice 7 : Correction

• 1)



$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}}$$

• étape 2 : calcul de la concentration molaire C de la solution mère d' H_3PO_4

$$C_{\text{mère}} = \frac{C_m}{M(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{1428}{(3 \times 1 + 31 + 4 \times 16)} \cong 14,6 \text{ mol/L}$$

• étape 3 : calcul de V solution mère d' H_3PO_4 à prélever

$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}} = \frac{2 \times 1}{14,6} \cong 0,137 \text{ L} = 137 \text{ mL}$$

37

Exercice 7 : Correction

• 2) Facteur de dilution $F = \frac{C_{\text{solution mère}}}{C_{\text{solution fille}}} = \frac{14,6}{2} = 7,3$

QCM: Concernant la préparation de 1L d'une solution d'acide phosphorique 2M à partir d'une solution commerciale concentrée d'acide phosphorique (85% (m/m) ; $d = 1,68$)

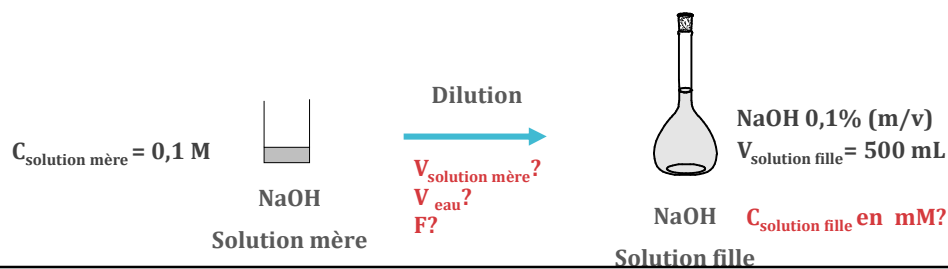
- A. La concentration molaire en acide phosphorique dans la solution concentrée est égale à 14,6 M
- B. La concentration massique en acide phosphorique dans la solution concentrée est égale à 1428 mg/mL
- C. Le facteur de dilution F est égal à 0,14
- D. Le volume de solution concentrée à prélever est égal à 137 mL
- E. Aucune des précédentes propositions n'est exacte.

➔ Réponses A,B et D

38

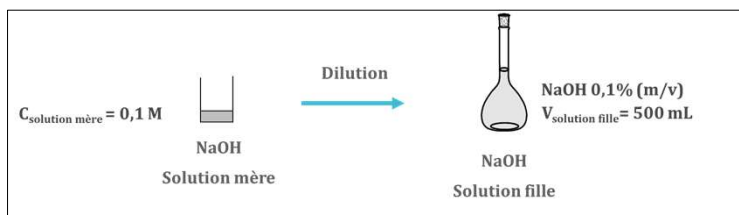
Exercice 8 : Énoncé

- Concernant la préparation de 500 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à 0,1% (m/V) à partir d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 M
 - La concentration molaire d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1% (m/V) est égale à 2,5 mM
 - Le volume d'hydroxyde de sodium 0,1 M à prélever est égal à 100 mL
 - Le facteur de dilution F est égal à 5
 - Le volume d'eau à rajouter est égal à 375 mL
 - Aucune des précédentes propositions n'est exacte.



39

Exercice 8 : Correction



$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}}$$

- étape 1: calcul de la concentration massique C_m de la solution fille NaOH

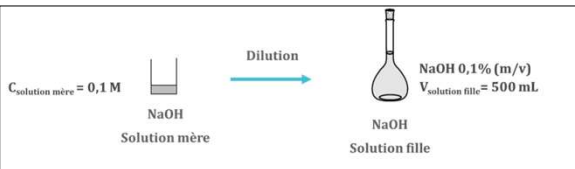
$$\text{NaOH à } 0,1 \% (m/v) \Rightarrow 0,1 \text{ g pour } 100 \text{ mL de solution} \Rightarrow 1 \text{ g pour } 1000 \text{ mL} \quad \Rightarrow \quad C_m = 1 \text{ g/L}$$

- étape 2: calcul de la concentration molaire C de la solution fille NaOH

$$C_{\text{NaOH fille}} = \frac{C_m}{M(\text{NaOH})} = \frac{1}{(23 + 16 + 1)} = 0,025 \text{ mol/L} = 25 \text{ mM}$$

40

Exercice 8 : Correction



$$V_{\text{solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}}$$



Respecter les unités!
V en litre
C en mol/L

- étape 3 : calcul de V solution mère NaOH à prélever et V eau à rajouter

$$V_{\text{NaOH solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}} = \frac{0,025 \times 500 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,125 \text{ L} = 125 \text{ mL}$$

$$V_{\text{eau}} = 500 - 125 = 375 \text{ mL}$$

Facteur de dilution $F = \frac{C_{\text{solution mère}}}{C_{\text{solution fille}}} = \frac{0,1}{0,025} = 4$

41

Exercice 8 : Correction

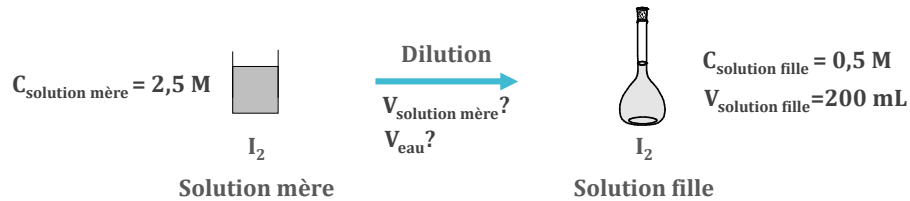
- A. La concentration molaire d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1% (m/V) est égale à 2,5 mM
- B. Le volume d'hydroxyde de sodium 0,1 M à prélever est égal à 100 mL
- C. Le facteur de dilution F est égal à 5
- X**D. Le volume d'eau à rajouter est égal à 375 mL
- E. Aucune des précédentes propositions n'est exacte.

➡ Réponse D

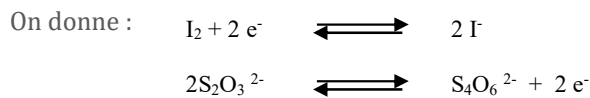
42

Exercice 9 : Énoncé

- 1) On dispose d'une solution de diiode I_2 à 2,5 M et on désire réaliser une solution de molarité 0,5 M. Quels volumes de solution de diiode et d'eau faut-il prélever pour obtenir 200 mL de solution? Quel est le facteur de dilution ?



- 2) On utilise 10 mL de la solution diluée de diiode (0,5 M) pour **doser** une solution de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$. Le volume versé à l'équivalence est de 10 mL. Calculer la concentration en thiosulfate de sodium?



43

Exercice 9 : Correction

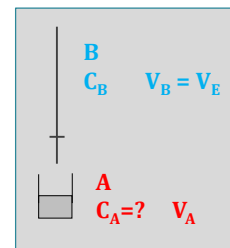
- Rappel:** Dosage par titrage



A l'équivalence:

$$\frac{n_{(A)}}{a} = \frac{n_{(B)}}{b} \quad \Rightarrow \quad \frac{C_{(A)} \times V_{(A)}}{a} = \frac{C_{(B)} \times V_{(B)}}{b}$$

$$C_{(A)} = \frac{a C_{(B)} \times V_{(B)}}{b \times V_{(A)}}$$

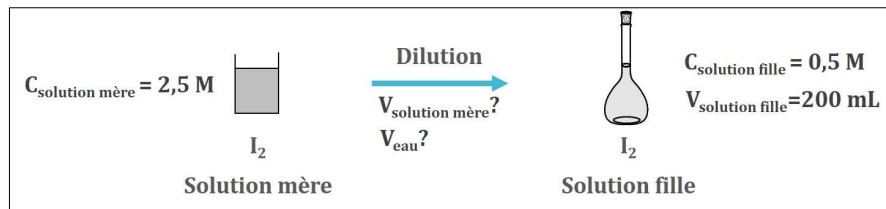


$C_{(A)}$ et $C_{(B)}$ en mol/L
 $V_{(A)}$ et $V_{(B)}$ en L

44

Exercice 9 : Correction

• 1)



$$V_{I_2 \text{ solution mère}} = \frac{C_{\text{solution fille}} \times V_{\text{solution fille}}}{C_{\text{solution mère}}} = \frac{0,5 \times 200 \cdot 10^{-3}}{2,5} = 0,040 \text{ L} = 40 \text{ mL}$$

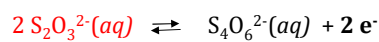
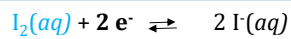
$$V_{H_2O} = 200 - 40 = 160 \text{ mL}$$

$$F = \frac{C_{\text{solution mère}}}{C_{\text{solution fille}}} = \frac{2,5}{0,5} = 5$$

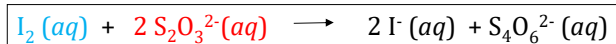
45

Exercice 9 : Correction

• 2) Titrage

• étape 1 : Equation de la réaction de dosage

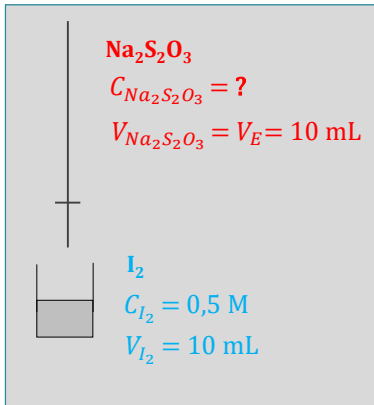
Réaction d'oxydoréduction:



46

Exercice 9 : Correction

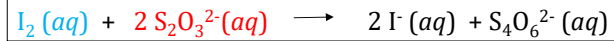
• 2) Titrage



$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = ?$
 $V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = V_E = 10 \text{ mL}$

I_2
 $C_{\text{I}_2} = 0,5 \text{ M}$
 $V_{\text{I}_2} = 10 \text{ mL}$

• étape 2 : Relation à l'équivalence



$$\frac{n_{(\text{I}_2)}}{1} = \frac{n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}}{2}$$



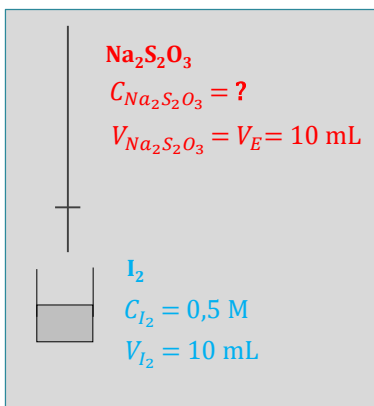
$$\frac{n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{1} = \frac{n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}}{1}$$

$$\Rightarrow \frac{n_{(\text{I}_2)}}{1} = \frac{n_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}}{2}$$

47

Exercice 9 : Correction

• 2) Titrage



$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = ?$
 $V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = V_E = 10 \text{ mL}$

I_2
 $C_{\text{I}_2} = 0,5 \text{ M}$
 $V_{\text{I}_2} = 10 \text{ mL}$

• étape 3 : Calcul de $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$

$$\frac{C_{\text{I}_2} \times V_{\text{I}_2}}{1} = \frac{C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times V_E}{2}$$

$$C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{2 C_{\text{I}_2} \times V_{\text{I}_2}}{V_E} = \frac{2 \times 0,5 \times 10 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \text{ M}$$

48

Bilan

- **Savoir calculer une masse molaire** (Exos 1 à 8)
- **Savoir pondérer une réaction** (Exos 3, 9)
- **Savoir calculer une grandeur à partir de données : quantité de matière n , masse m , concentration molaire et massique, % m/V, % m/m, rendement d'une réaction** (Exos 1 à 8)
- **Connaître les relations entre la masse m et la quantité de matière n , entre la concentration molaire et la concentration massique** (Exos 1 à 6)
- **Savoir calculer la concentration d'une solution diluée et le facteur de dilution, savoir préparer une solution diluée à partir d'une solution concentrée,** (Exos 5, 7 à 9)
- **Connaître les correspondances mL-cm³, L-dm³...et les conversions mL en L, mmol en mol...**
- **Savoir calculer une concentration à partir d'un titrage** (Exo 9)

49

Merci pour votre attention

Dr Marylène CHOLLET-KRUGLER / UFR Pharmacie / Rennes

UNIVERSITÉ DE
RENNES 1



UFR Pharmacie - Rennes

Une question... Une précision... RDV sur le forum

Dr Marylène CHOLLET-KRUGLER / UFR Pharmacie / Rennes

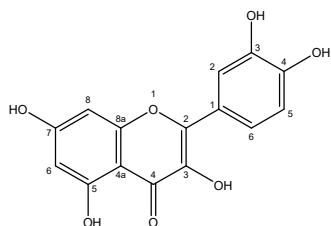
UNIVERSITÉ DE
RENNES 1



UFR Pharmacie - Rennes

Exercice 10 : Enoncé

- A propos d'une solution de quercétine à $5,95 \cdot 10^{-5}$ mol/L

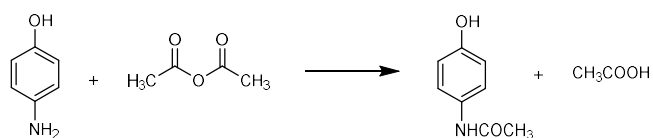


- A) La masse molaire est égale à 297 g/mole
- B) La concentration massique est égale à 18 mg/L
- C) Le pourcentage massique (m/V) est égal à 0,0018%
- D) La formule brute de la quercétine est $C_{15}H_{10}O_6$
- E) Aucune des précédentes propositions n'est exacte.

52

Exercice 11 : Énoncé

- Considérons la synthèse du paracétamol selon la réaction ci-dessous. 3,55 g de ce composé est produit en faisant réagir 2,73 g de 4-aminophénol avec 3,5 mL d'anhydride acétique ($d = 1,08$) :



- A. Le réactif 4-aminophénol est le facteur limitant
- B. Le nombre de mole de paracétamol produit est égal à 0,0235 mmol
- C. La quantité d'anhydride acétique ajouté correspond à une masse égale à 3,5 g
- D. Le rendement de la réaction est de 94%
- E. Aucune des précédentes propositions n'est exacte