

Exercices : Chapitre 5

6 Énoncé

On prépare une solution de diiode I_2 en dissolvant une masse $m = 5,08$ g de cette espèce chimique dans $V = 250,0$ mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium.

1. Calculer la quantité de matière n correspondant à la masse m de diiode.
2. Calculer la concentration molaire C en diiode dans la solution obtenue.
3. On prépare, à partir de la solution précédente, un volume $V' = 100,0$ mL d'une solution diluée de concentration en diiode $C' = 4,00 \times 10^{-3}$ mol·L⁻¹. Quel volume de solution faut-il prélever ? Détailler votre raisonnement.
4. Quelle verrerie utilise-t-on pour réaliser cette dilution ?

Donnée

Masse molaire atomique de l'élément iode : $M(I) = 126,9$ g·mol⁻¹

Concentration et masse molaire

7 Masse molaire atomique

Déterminer la masse molaire atomique, exprimée en g·mol⁻¹, des atomes suivants :

Atome	Azote	Néon	Soufre
Masse atomique (kg)	$2,3259 \times 10^{-26}$	$3,3509 \times 10^{-26}$	$5,3245 \times 10^{-26}$

Donnée

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ mol⁻¹

8 Masse molaire de l'élément chlore

Dans la nature l'élément chlore possède deux isotopes.

Isotope	³⁵ Cl	³⁷ Cl
Abondance (%)	75,77	24,23
Masse atomique (kg)	$5,8067 \times 10^{-26}$	$6,1383 \times 10^{-26}$

1. Calculer la masse molaire atomique de chaque isotope de l'élément chlore.
2. En déduire la masse molaire atomique de l'élément chlore à l'état naturel.

Donnée

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ mol⁻¹

9 Masse d'un atome



Déterminer la masse d'un atome de titane.

Donnée

Masse molaire atomique du titane : $M = 47,867$ g·mol⁻¹

10 Masse molaire moléculaire

Calculer les masses molaires moléculaires des espèces chimiques suivantes :

- dioxygène O_2
- ammoniac NH_3
- éthanol C_2H_5O
- acide lactique $C_3H_5O_3$
- dichlorométhane CH_2Cl_2
- alanine $C_3H_7NO_2$

Données

Masses molaires atomiques : voir le tableau périodique des éléments en page de garde du manuel.

11 Formule d'une molécule

L'oxyde de fer III est un des constituants de la rouille. Il est composé d'atomes de fer Fe et d'oxygène O. Déterminer la formule brute de l'oxyde de fer III.

Donnée

Masse molaire de l'oxyde de fer III : $M = 159,6$ g·mol⁻¹

12 Formule chimique d'un glucide

On peut écrire la formule chimique d'une catégorie de glucides sous la forme $C_xH_{2x}O_x$. Sa masse molaire est $M = 150$ g·mol⁻¹. Déterminer sa formule brute.

13 Quantité de matière

1. Quelle est la quantité de matière n correspondant à $m = 20,15$ g de diiode I_2 ?
2. Quelle est la masse m correspondante à la quantité $n = 0,100$ mol de saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$?

14 Concentration massique

1. On dissout $m = 2,50$ g de caféine $C_8H_{10}N_4O_2$ dans $V = 250,00$ mL d'eau. Quelle est la concentration massique C_m de la solution ?
2. La concentration massique C_m d'une solution de glucose $C_6H_{12}O_6$ est $C_m = 15$ g·L⁻¹. Quelle est la masse de glucose dans un volume $V = 500,00$ mL ?

15 Concentration molaire

1. Calculer la concentration molaire C lorsqu'on dissout $n = 0,45$ mol d'acide éthanique $C_2H_4O_2$ dans $V = 50,00$ mL d'eau ?
2. Quelle est la quantité de matière n de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 dans un volume $V = 200,0$ mL de solution à une concentration $C = 0,30$ mol·L⁻¹ ?

16 Quantité de matière et concentrations

Compléter le tableau suivant :

Nom de la solution	Diiode	Glucose	Peroxyde d'hydrogène	Ibuprofène
Formule du soluté	I_2	$C_6H_{12}O_6$	H_2O_2	$C_{13}H_{18}NO_2$
Masse molaire (g·mol ⁻¹)				
Volume de la solution	200 mL	50 cL		0,20 L
Masse (g)	0,060			
Quantité de matière (mol)		0,75	4,0	
Concentration molaire (mol·L ⁻¹)			2,0	
Concentration massique (g·L ⁻¹)				2,5

Préparation de solutions

17 Par dissolution

1. Quelle est la concentration molaire C d'une solution de $V = 500,0$ mL préparée avec un échantillon de diiode I_2 de masse $m = 2,54$ g.
2. Dans quelle verrerie prépare-t-on cette solution ?

18 Incertitude lors d'une dissolution

On souhaite préparer une solution de glucose $C_6H_{12}O_6$ avec précision. Pour cela on pèse $m = (5,40 \pm 0,04)$ g avec une balance de précision au 1/100^e de gramme. Cette dissolution est réalisée dans une fiole jaugée $V = (200,0 \pm 0,2)$ mL à 20°C. Quelle est la concentration molaire C de la solution de glucose préparée ?

Donnée

L'incertitude-type sur la valeur de la concentration C est donnée par la relation :

$$u(C) = C \times \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$$

19 Dilution

Au laboratoire, une technicienne doit préparer 500,0 mL d'une solution de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 de concentration molaire $C' = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Elle dispose d'une solution de concentration molaire $C = 0,50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

1. Quel volume de solution de concentration C doit-elle prélever ?
2. Quelle verrerie va-t-elle utiliser ?
3. Décrire succinctement le protocole opératoire.

20 Dissolution - dilution

Lors d'un TP un élève doit préparer, à partir d'un solide de formule brute $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_2\text{Na}_3\text{O}_9\text{S}_7$, un volume $V = 250,0 \text{ mL}$ d'une solution de bleu brillant (colorant alimentaire E133) de concentration molaire en soluté $c = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.



1. Montrer que la masse molaire moléculaire du bleu brillant est : $M = 792,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
2. Calculer la quantité n de bleu brillant nécessaire à la préparation de cette solution.
3. En déduire la masse m utilisée.
4. Quelle verrerie faut-il utiliser pour réaliser cette dissolution ?

5. Maintenant l'élève doit préparer $V = 100,0 \text{ mL}$ d'une solution diluée 10 fois par rapport à la solution précédente. Quel volume de solution mère va-t-il prélever ?
6. Dans quel verrerie va-t-il verser ce volume ?
7. Quelle est la quantité n , de bleu brillant dans la solution diluée ?

21 Incertitude-type de répétabilité

L'erreur de répétabilité lors de l'utilisation d'une pipette jaugée dépend uniquement de la personne qui manipule. Pour déterminer son erreur de répétabilité, un manipulateur a réalisé 10 prélèvements d'eau avec la pipette jaugée, puis pesé la masse m de chacun des prélèvements. Les résultats de ces mesures sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Masse (g)	10,02	9,99	10,03	10,00	9,95	9,96	10,01	10,00	10,04	9,98

1. Fort de votre expérience, quelles sont les sources d'erreurs lorsqu'on manipule une pipette jaugée ?
2. Calculer la valeur moyenne \bar{m} des 10 pesées.
3. Calculer l'incertitude type $u(\bar{m})$ associée à cette moyenne.
4. En déduire l'incertitude type de répétabilité $u_{\text{rep}}(V)$ pour l'utilisation d'une pipette jaugée de 10 mL.

Donnée

Masse volumique de l'eau : $\rho = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

22 Incertitude lors d'une dilution

Un élève dispose d'une solution de vitamine C à une concentration molaire $C_1 = (0,500 \pm 0,002) \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Il souhaite préparer ($V_2 = 250,0 \pm 0,3$) mL une solution diluée de vitamine C de concentration $C_2 = 0,02 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Il dispose des pipettes jaugées suivantes : $V = (5,00 \pm 0,04) \text{ mL}$; $V = (10,00 \pm 0,09) \text{ mL}$; $V = (20,0 \pm 0,1) \text{ mL}$; $V = (25,0 \pm 0,2) \text{ mL}$.

1. Quelle pipette jaugée doit-il choisir ?
2. Quelle est l'incertitude-type sur la valeur de la concentration C_2 ?
3. Présenter la valeur de la concentration sous la forme $C_2 = (\dots \pm \dots) \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Donnée

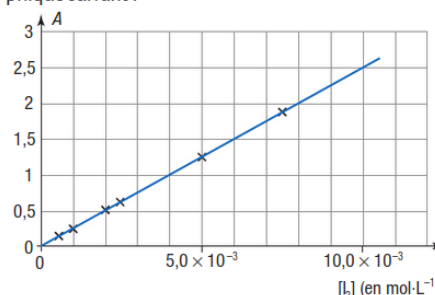
L'incertitude-type sur la valeur de la concentration C_2 est donnée par la relation :

$$u(C_2) = C_2 \times \sqrt{\left(\frac{u(C_1)}{C_1}\right)^2 + \left(\frac{u(V_1)}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{u(V_2)}{V_2}\right)^2}$$

23 Dosage du diiode par étalonnage

Le Lugol est un antiseptique. Il contient du diiode I_2 . L'objectif est de déterminer la masse de I_2 dans 100 mL de solution de Lugol.

On mesure l'absorbance A de six solutions aqueuses de diiode de concentrations molaires en soluté différentes. Les résultats de l'expérience permettent de tracer le graphique suivant :



La solution de Lugol a été diluée 10 fois. On mesure l'absorbance de la solution diluée : $A = 1,00$.

1. Déterminer la concentration molaire C_d en diiode de la solution diluée.
2. En déduire la concentration molaire C en diiode de la solution de Lugol.
3. Calculer la masse m de diiode I_2 dans un volume de 100 mL de solution de Lugol.

Applications technologiques



24 Dosage par étalonnage d'un colorant



Le sirop de menthe contient un mélange de deux colorants alimentaires : le bleu patenté et le jaune tartrazine. Le colorant bleu patenté est un additif alimentaire connu sous la dénomination E131. La dose journalière admissible (DJA) de ce colorant est 2,5 mg par kilogramme de masse corporelle et par jour. On cherche à déterminer le volume de sirop qu'il faudrait boire pour atteindre la DJA.



À l'aide d'un spectrophotomètre, on mesure l'absorbance A de différentes solutions diluées contenant du bleu patenté à une longueur d'onde $\lambda = 630 \text{ nm}$.

$C_m \text{ (mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{)}$	10,0	5,0	2,0	1,0	0,50
A	1,20	0,58	0,23	0,12	0,07

On prépare $V = 200,0 \text{ mL}$ d'une solution S_1 de sirop de menthe avec $V = 20,0 \text{ mL}$ de sirop. L'absorbance de cette solution est $A = 0,31$. On suppose que seul le bleu patenté absorbe à cette longueur d'onde.

- Pourquoi utilise-t-on un mélange de colorants jaune et bleu pour le sirop de menthe ?
- Tracer précisément A en fonction de C_m .
- En déduire la concentration massique $C_{m,\text{sirop}}$ de E131 dans la solution S_1 .
- Quelle est la masse m_{E131} contenue dans $V = 200 \text{ mL}$ de solution S_1 ?
- Un adolescent de masse corporelle dépasse-t-il la DJA si il boit 200 mL de solution S_1 ? Combien de litre de solution S_1 faudrait-il qu'il boive pour atteindre cette limite ?

25 Dosage du glucose par réfractométrie

On souhaite déterminer la teneur en sucre d'un jus de pomme artisanal. Pour cela, on procède à un dosage par réfractométrie en utilisant des solutions étalons de saccharose.

Le réfractomètre donne un résultat en degré Brix ($^{\circ}\text{Brix}$). Le degré Brix indique la masse de saccharose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (en grammes) contenue dans 100 g de solution à 20°C .

Après avoir réalisé les solutions étalons, on a mesuré le degré Brix des solutions. Les résultats de ces mesures sont résumés dans le tableau ci-dessous.

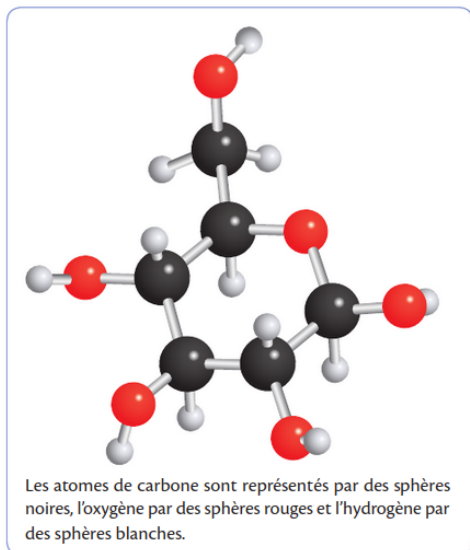
$C_m \text{ (g}\cdot\text{L}^{-1}\text{)}$	0	80	100	120	140	160	180
Masse de saccharose ($^{\circ}\text{Brix}$)	0	10	11,9	13,8	15,7	17,4	19,2

Le degré Brix du jus de pomme artisanal vaut 12,1.

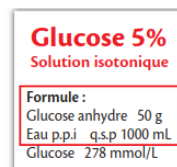
- Décrire succinctement le phénomène de réfraction.
- Comment nomme-t-on ce type de dosage ?
- Proposer un protocole expérimental afin de préparer $V = 100,0 \text{ mL}$ de la solution étalon de concentration massique en soluté $C_m = 80 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Tracer la courbe $M_{\text{saccharose}} = f(C_m)$. ($M_{\text{saccharose}}$ s'exprime en $^{\circ}\text{Brix}$.)
- Déduire du graphique la concentration massique en saccharose $C_{m,\text{jus}}$ du jus de pomme artisanal.

26 Solution pour perfusion **BAC**

Une solution isotonique de glucose permet la réhydratation d'un patient tout en lui apportant du glucose, source d'énergie pour les cellules. Cette solution est administrée par intraveineuse.



▲ Doc. 1 Modèle moléculaire du glucose.



▲ Doc. 2 Étiquette d'une solution isotonique de glucose

La masse volumique ρ d'une solution est le rapport entre la masse m de la solution et son volume V : $\rho = \frac{m}{V}$ où m s'exprime en kg ; V en m^3 et ρ en $kg \cdot m^{-3}$. La masse peut également s'exprimer en g, le volume en mL et donc la masse volumique en $g \cdot mL^{-1}$. Attention : il ne faut pas confondre la masse volumique d'une solution et la concentration massique en soluté.

▲ Doc. 3 Masse volumique

On détermine la masse volumique de différentes solutions étalons de concentrations massiques en glucose connues.

C_m ($g \cdot L^{-1}$)	0	20	40	60	80	100
ρ ($g \cdot mL^{-1}$)	1	1,005	1,010	1,017	1,024	1,030

On détermine expérimentalement la masse volumique de la solution isotonique de glucose : $\rho = 1,015 g \cdot mL^{-1}$.

▲ Doc. 4 Solutions étalons

1. Quelle est la formule brute du glucose ?
2. Donner la formule semi-développée du glucose.
3. Quel groupe fonctionnel reconnaît-on dans la molécule de glucose ?
4. D'après l'étiquette, quelle est la concentration massique C_m en glucose de la solution ?
5. Vérifier que la concentration molaire C en glucose est bien celle indiquée par l'étiquette.
6. Proposer un protocole expérimental pour préparer par dilution $V_2 = 50,00$ mL d'une solution de concentration massique en glucose $C_{m,2} = 20 g \cdot L^{-1}$ à partir d'une solution de concentration massique en glucose $C_{m,1} = 100 g \cdot L^{-1}$.
7. Comment peut-on déterminer expérimentalement la masse volumique d'une solution ?
8. À partir des données du document 4, déterminer la concentration massique en glucose $C_{m,iso}$ de la solution isotonique. Détailler votre raisonnement.