



© 1999 Université de Liège
Section de Chimie
Groupe Transition
<http://www.ulg.ac.be/grptrans>

Conditions d'utilisation **des versions électroniques des modules de chimie**

Vous pouvez:

- consulter les versions électroniques sur un ou plusieurs ordinateurs
- imprimer un ou plusieurs modules pour une distribution en classe en mentionnant l'origine du didacticiel
- distribuer gratuitement un ou plusieurs fichiers PDF ou ZIP complets et sans modification à d'autres personnes

Vous ne pouvez pas:

- modifier ou traduire un module
- enlever ou modifier les logos ou les copyrights
- recopier entièrement ou partiellement un module pour l'inclure dans un autre projet
- mettre à disposition les versions électroniques des modules sur un autre site internet
- inclure les fichiers ZIP ou PDF dans un projet commercial (p.ex. un CD-ROM d'un périodique) sans autorisation écrite préalable du Groupe Transition

Responsable administratif:
André Cornélis
Université de Liège
Institut de Chimie B6
Sart-Tilman
B 4000 Liège (Belgique)
Fax: +32-4-3664738
Email: Andre.Cornelis@ulg.ac.be

Université de Liège
Section de Chimie

Chiffres significatifs et calculs numériques

Une réalisation du groupe « TRANSITION »
édition 1999

Objectif du module

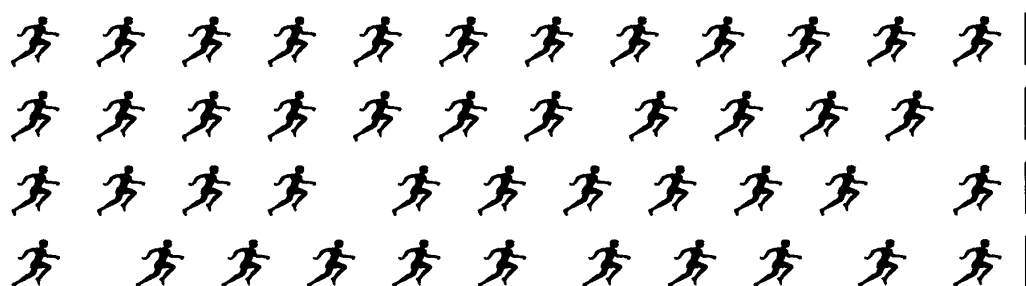
Ce module vise à vous aider à traiter les données numériques d'un problème en donnant les réponses avec un nombre de chiffres qui a un sens tenant compte de la précision des données. Comme nous le verrons plus loin, ces chiffres "ayant un sens" sont appelés chiffres significatifs. Il ne s'agit pas d'un module d'initiation au calcul d'erreur.

INCERTITUDE

Il faut pouvoir compter !

Lors d'une manifestation, le nombre de manifestants estimé par les organisateurs diffère souvent de celui estimé par la gendarmerie (souvent les organisateurs dénombrent plus de manifestants que les gendarmes).

Pour dénombrer les manifestants, on peut compter le nombre de manifestants d'un rang représentatif et le multiplier par le nombre de rangs.



On peut aussi compter le nombre de participants franchissant une ligne fictive en un temps donné et mesurer le temps total mis par le cortège pour franchir cette ligne.

Ces méthodes de dénombrement ne donnent qu'un nombre approximatif de manifestants et il ne faut donc pas s'étonner de ce que les nombres de participants comptabilisés diffèrent. On obtient vite des écarts de quelques centaines, voire de plusieurs milliers de manifestants.

Dans ce cas, on dit que l'incertitude sur le nombre de manifestants est grande.

Par contre, dans une classe, lorsque le professeur vient de faire l'appel des élèves, il peut, sans se tromper, dire qu'il y a, par exemple, 29 élèves.

29 est un nombre exact; il n'y a pas d'incertitude sur le nombre d'élèves.

Il faut aussi pouvoir peser !!

Dans les recettes de gâteaux, certains expriment les quantités d'ingrédients à utiliser au moyen de tasses, de cuillères à soupe, à thé... On peut aussi exprimer les quantités d'ingrédients en grammes, en décilitres. Une balance de ménage donnant les masses à 5 grammes près suffit amplement : en cuisine, on admet une certaine incertitude.

Que l'on pèse 200 ou 205 g n'affectera guère la qualité du gâteau; dans ce cas, le dernier chiffre n'est pas significatif.

Par contre, il n'est pas admissible pour un pharmacien de travailler avec une balance de ménage. Supposons qu'il doive préparer une boîte de 48 cachets contenant chacun 0,1 mg de digitaline, un médicament cardiotonique. Pour cela, il doit répartir uniformément 4,8 mg de digitaline dans les 48 cachets. Pour peser ces 4,8 mg de digitaline, il utilisera une balance de précision suffisante, à savoir une balance au dixième de milligramme¹. Dans ce cas, les 2 chiffres (4 et 8) ont un sens; le nombre 4,8 a **deux chiffres significatifs**. Il n'y a pas d'incertitude sur le 4; il en existe une sur le 8 puisque la balance a une précision de 0,1 mg.

Il en va de même avec les volumes

Lorsqu'un chimiste utilise un becher de 1,0 litre, cela signifie que le volume est connu au décilitre près. Les 2 chiffres (1 et 0) sont significatifs.

Si, par contre, il utilise une burette graduée au dixième de millilitre et qu'il délivre un volume de 24,6 mL, 24,6 a 3 chiffres significatifs. Il n'y a pas d'incertitude sur 2 et 4; il en existe une sur le 6 puisque la burette graduée a une précision de 0,1 mL.

Les chiffres significatifs sont tous les chiffres dont on est sûr ainsi que le premier chiffre qui présente quelque incertitude ².

La manière conventionnelle la plus simple d'indiquer le degré d'incertitude est d'arrondir les nombres en tenant compte des chiffres significatifs. Donc, même si votre machine à calculer affiche de nombreux chiffres, cette convention ne vous autorise généralement pas à les inclure tous dans votre résultat.

¹ Cela signifie une balance mesurant les masses au dixième de milligramme près.

² SKOOG, WEST et HOLLER, Chimie analytique, Traduction et révision par C. BUESS-HERMAN, J. DAUCHOT-WEYMERS et F. DUMONT, Bruxelles, De Boeck Université, 1997.

COMMENT DÉTERMINER LE NOMBRE DE CHIFFRES SIGNIFICATIFS ?

- **Tous les chiffres différents de zéro de même que les zéros placés entre deux chiffres différents de zéro sont significatifs.**

953,5 mL a 4 chiffres significatifs

905 mL a 3 chiffres significatifs

- **Par contre, les zéros situés à gauche des chiffres significatifs et servant à désigner les décimales ne sont pas significatifs.**

0,0224 g a 3 chiffres significatifs

0,2327 g a 4 chiffres significatifs

- **Si un nombre se termine par un ou plusieurs zéros situés à droite de la virgule décimale, ce(s) zéro(s) est (sont) significatif(s).**

2 100,0 kg a 5 chiffres significatifs

0,200 kg a 3 chiffres significatifs

- **Lorsqu'un nombre ne possédant pas de décimales se termine par un ou plusieurs zéros, le nombre de chiffres significatifs dépendra du contexte.**

Par exemple, si on dit qu'une ville compte 25 000 habitants, seuls les chiffres 2 et 5 sont significatifs car on ne cherche à donner, dans ce cas, que l'ordre de grandeur.

Par contre, si on précise que lors d'un recensement complet, on compte 23 400 habitants, tous les chiffres sont significatifs : on a alors 5 chiffres significatifs. L'usage de la notation scientifique (décrite ci-dessous) affranchit de cette ambiguïté.

NOTATION SCIENTIFIQUE ET CHIFFRES SIGNIFICATIFS

Passer à la notation scientifique permet de déterminer commodément si des zéros sont significatifs.

En notation scientifique, un nombre s'exprime comme le produit, par une puissance entière de 10, d'un nombre x tel que $1 \leq |x| < 10$.

Exemples :	4 825	=	$4,825 \cdot 10^3$
	48,25	=	$4,825 \cdot 10^1$
	0,04825	=	$4,825 \cdot 10^{-2}$
	- 0,4825	=	$- 4,825 \cdot 10^{-1}$

Revenons à nos chiffres significatifs :

25 000 habitants	=	$2,5 \cdot 10^4$ habitants	soit 2 chiffres significatifs
23 400 habitants	=	$2,3400 \cdot 10^4$ habitants	soit 5 chiffres significatifs.
0,0107 mol	=	$1,07 \cdot 10^{-2}$ mol	soit 3 chiffres significatifs.

Ces trois exemples illustrent la règle suivante :

Le nombre de chiffres significatifs d'un nombre est celui du nombre x qui multiplie la puissance de 10 en notation scientifique.

OPÉRATIONS MATHÉMATIQUES

Dans les calculs scientifiques, il faut exprimer le résultat numérique final avec le nombre adéquat de chiffres significatifs.

Dans les opérations mathématiques, la détermination du nombre approprié de chiffres significatifs du résultat répond aux règles suivantes :

1) Addition et soustraction

Lorsque tous les nombres ont, soit des décimales (exemple a), soit un chiffre des unités significatif (exemple b), le résultat aura le même nombre de décimales que le nombre qui en a le moins.

Exemple a : quelle est la masse de substance prélevée si on a pesé le récipient vide puis le récipient et son contenu avec 2 balances différentes ?

$$\begin{array}{rcl}
 12,402 \text{ g} & \leftarrow & 3 \text{ décimales} \\
 - 2,16 \text{ g} & \leftarrow & 2 \text{ décimales} \\
 \hline
 10,242 \text{ g} & \text{que l'on arrondit à } 10,24 \text{ g.} & \\
 \begin{array}{cc}
 \uparrow & \uparrow \\
 3 \text{ décimales} & 2 \text{ décimales}
 \end{array}
 \end{array}$$

Exemple b : quelle est la masse d'excipient³ à ajouter à 0,1 g de principe actif pour préparer 25 g d'onguent ?

$$\begin{array}{rcl}
 25 \text{ g} & \leftarrow & 0 \text{ décimale} \\
 - 0,1 \text{ g} & \leftarrow & 1 \text{ décimale} \\
 \hline
 24,9 \text{ g} & \text{que l'on arrondit à } 25 \text{ g} & \leftarrow 0 \text{ décimale}
 \end{array}$$

Si on ne se trouve pas dans une des deux situations ci-dessus, on change de système d'unités pour s'y ramener.

Ainsi, lorsqu'on ajoute 1 mL d'une solution aqueuse de bleu de bromothymol à deux litres d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium contenue dans un becher de 2000 mL, le volume final total est de 2,0 L.

³ Substance non active qui entre dans la composition d'un médicament et qui sert à incorporer les principes actifs.

En effet, le volume final est égal à :

$$\begin{array}{rcl}
 2000 \text{ mL de NaOH (aq)} & \text{c'est-à-dire } 2,0 \text{ L} & \leftarrow 1 \text{ décimale} \\
 & & \text{(volume connu au décilitre près)} \\
 + \quad 1 \text{ ml de bleu de bromothymol (aq)} & \text{c'est-à-dire } 0,001 \text{ L} & \leftarrow 3 \text{ décimales} \\
 \hline
 & = 2,001 \text{ L que l'on arrondit à } 2,0 \text{ L} & \\
 & \begin{array}{cc} \uparrow & \uparrow \\ 3 \text{ décimales} & 1 \text{ décimale} \end{array} &
 \end{array}$$

2) Multiplication et division

Le résultat calculé aura le même nombre de chiffres significatifs que le facteur qui a le plus petit nombre de chiffres significatifs. Ainsi, pour le calcul de la concentration en méthanol ($M = 32,05 \text{ g/mol}$) d'une solution aqueuse en contenant 6,41 g dans 0,10 litre :

$$\begin{array}{c}
 3 \text{ chiffres significatifs} \\
 \downarrow \\
 c = \frac{6,41 \text{ g}}{32,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0,10 \text{ L}} = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\
 \begin{array}{ccc} \uparrow & & \uparrow \\ 4 \text{ chiffres significatifs} & & 2 \text{ chiffres significatifs} \end{array}
 \end{array}
 \quad \uparrow 2 \text{ chiffres significatifs}$$

Notez que dans la division et la multiplication, on compte les chiffres significatifs. Dans l'addition et la soustraction, ce sont les décimales que l'on compte.

3) Logarithmes en base 10 et puissances de 10

Logarithmes en base 10

Les logarithmes en base 10 sont importants pour le chimiste car ils interviennent dans la définition du pH, du pK ainsi que dans de nombreux calculs chimiques.

3a). **Lorsqu'on prend le logarithme d'un nombre**, on conserve autant de décimales dans la mantisse (c'est-à-dire de chiffres à droite de la virgule) qu'il y a de chiffres significatifs dans le nombre de départ.

$$\begin{array}{ccc} \log 10,35 & = & 1,0149 \\ \uparrow & & \uparrow \\ 4 \text{ chiffres significatifs} & & 4 \text{ décimales} \end{array}$$

Le premier problème auquel nous nous intéresserons est le calcul du pH d'une solution aqueuse en connaissant sa concentration en ions H_3O^+ .

Calculez le pH d'une solution aqueuse de concentration $c(\text{HCl}) = 0,0300 \text{ mol/L}$ en chlorure d'hydrogène. On considérera la solution comme idéale⁴.

Comme HCl est un acide fort, on peut écrire:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log c(\text{HCl}) = -\log 0,0300$$

Le résultat donné directement par une machine qui affiche 8 décimales est :

$$-\log 0,0300 = 1,52287875 \text{ qui doit être arrondi à } 1,523$$

$$\begin{array}{ccc} \uparrow & & \uparrow \\ 3 \text{ chiffres significatifs} & & 3 \text{ décimales} \end{array}$$

Cependant, cela n'a guère de sens d'exprimer le résultat d'un **calcul** de pH avec 3 décimales car on n'a jamais de solution vraiment idéale. On se limitera généralement à 1 décimale dans un **calcul** de pH.

Calculez le pH d'une solution aqueuse contenant $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ d'ions H_3O^+ .

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,015 = 1,82 \text{ arrondi selon les règles générales.} \\ &= 1,8 \leftarrow \text{1 décimale arrondi en tenant compte} \\ &\quad \text{de la non idéalité des solutions (nous sommes} \\ &\quad \text{convenus de ne conserver qu'une décimale dans} \\ &\quad \text{les pH calculés).} \end{aligned}$$

⁴ Une solution est considérée comme idéale lorsqu'on peut négliger toutes les interactions entre les entités en présence (molécules, ions). Dans le cas d'une solution diluée d'électrolyte(s), on observera un comportement idéal lorsque les forces électrostatiques entre ions sont négligeables.

3b). Le problème inverse consiste à calculer un nombre A dont on connaît le logarithme L en base 10.

Si $L = \log A$, alors $A = 10^L$.

Le nombre de chiffres significatifs de A est le même que le nombre de décimales de L.

Si $L = \log A = 1,0149$, alors $A = 10^{1,0149} = 10,35$

↑

4 décimales

↑

4 chiffres significatifs

Si $\text{pH} = 2,1$, alors $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,1} = 7,94 \cdot 10^{-3}$ arrondi à $8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

1 décimale
1 chiffre significatif

On fait par exemple appel à de tels calculs pour connaître la valeur d'une constante d'équilibre.

Ainsi, pour l'ionisation de l'acide acétique (éthanoïque), $\text{pK}_a = -\log K_a = 4,75$.

Dès lors, $K_a = 10^{-4,75} = 1,778.10^{-5}$ arrondi à $1,8.10^{-5}$.

↑ ↑

2 décimales *2 chiffres significatifs*

ARRONDIR

Arrondir un nombre se terminant par 5

Lorsque, dans un nombre, on doit arrondir un 5, on arrondit toujours au nombre pair le plus proche.

$m = 4,905$ g sera arrondi à 4,90 g s'il y a 3 chiffres significatifs;

$m = 4,9015$ g sera arrondi à 4,902 g s'il y a 4 chiffres significatifs.

De cette manière, on élimine toute tendance à arrondir de manière systématique vers des valeurs plus élevées ou moins élevées.

Arrondir les résultats de calculs chimiques

Dans un raisonnement chimique, on est souvent amené à faire un calcul en plusieurs étapes. Dans ce cas, il est important d'arrondir uniquement dans la dernière étape du calcul. Pour ne pas "traîner" des nombres avec beaucoup de décimales, on conserve dans chaque étape intermédiaire un chiffre de plus que les chiffres significatifs. Cependant, avec une calculatrice permettant de conserver en mémoire les résultats intermédiaires, c'est uniquement le résultat final que l'on arrondira.

Reprenons l'exemple de la question 12 du module "La matière et ses quantités : la stoechiométrie", en détaillant l'utilisation des règles ci-dessus, à savoir :

- en conservant toujours un chiffre de plus que les chiffres significatifs dans chaque étape intermédiaire des calculs;
- en n'arrondissant qu'à la fin des calculs.

Quelle masse d'azoture de sodium doit comporter l'airbag "conducteur" pour délivrer un volume de diazote de 30,0 litres en supposant que le gaz, sous la pression de 1,000 bar = $1,000 \cdot 10^5$ Pa, est porté à une température de 328 K (= 55°C) ?

Réponse :

Nous considérerons le gaz libéré comme un gaz parfait.

Solution 1 :

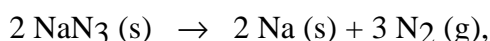
Puisque $PV = nRT$, on peut écrire que la quantité de matière de diazote correspondant à 30,0 L est :

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$\begin{array}{ccc}
 4 \text{ chiffres significatifs} & & 3 \text{ chiffres significatifs} \\
 \downarrow & & \downarrow \\
 n = \frac{1,000 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 30,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 328 \text{ K}} = 1,10 \text{ mol avec 3 chiffres significatifs} \\
 \uparrow & & \uparrow \\
 3 \text{ chiffres significatifs} & & 3 \text{ chiffres significatifs}
 \end{array}$$

ou 1,101 mol avec un chiffre significatif supplémentaire.

D'après l'équation de décomposition de l'azoture de sodium



pour libérer 3 mol de N_2 , il faut 2 mol de NaN_3

pour libérer 1 mol de N_2 , il faut $\frac{2}{3}$ mol de NaN_3

pour libérer 1,101 mol de N_2 , il faut

$$1,101 \times \frac{2}{3} = 0,7340 \text{ mol de NaN}_3 \text{ (avec 4 chiffres significatifs)}$$

La masse molaire de l'azoture de sodium est égale à $22,99 + 3 \times 14,01 = 65,02 \text{ g/mol}$.

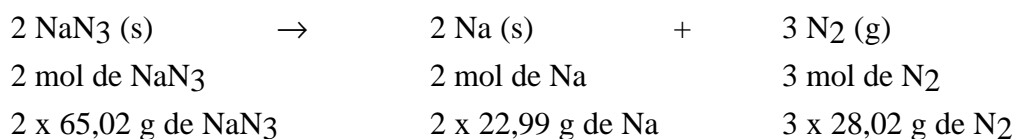
Dès lors $m(\text{NaN}_3) = n(\text{NaN}_3) \times M(\text{NaN}_3)$

$$m(\text{NaN}_3) = 0,7340 \text{ mol} \times 65,02 \text{ g/mol} = 47,72 \text{ g}$$

En tenant compte du nombre de chiffres significatifs, 3, correspondant à la précision des grandeurs utilisées, la réponse est 47,7 g.

Solution 2 :

On peut aussi faire le raisonnement suivant :



À 328 K, sous la pression de 1,000 bar ($1,000 \times 10^5 \text{ Pa}$), le volume molaire d'un gaz parfait est :

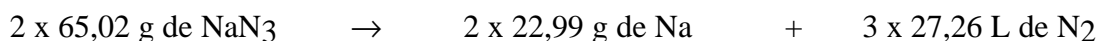
$$V = \frac{RT}{P} = \frac{8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 328 \text{ K}}{1,000 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

$$\text{Comme } 1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = \frac{1 \text{ J}}{\text{m}} \times \frac{1}{1 \text{ m}^2} = 1 \text{ J.m}^{-3},$$

$$V = \frac{RT}{P} = \frac{8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1} \cdot 328 \text{ K}}{1,000.10^5 \text{ Pa}} = 0,0273 \text{ m}^3.\text{mol}^{-1} \text{ ou } 27,3 \text{ L mol}^{-1}$$

avec 3 chiffres significatifs. Avec un chiffre supplémentaire, on aura $V = 0,02726 \text{ m}^3.\text{mol}^{-1}$ ou $27,26 \text{ L.mol}^{-1}$.

On peut donc aussi écrire :



Ainsi, $3 \times 27,26 \text{ L de N}_2$ sont libérés par $2 \times 65,02 \text{ g de NaN}_3$

$$1 \text{ L de N}_2 \text{ est libéré par } \frac{2}{3} \times \frac{65,02}{27,26} \text{ g de NaN}_3$$

$$30,0 \text{ L de N}_2 \text{ sont libérés par } 30,0 \times \frac{2}{3} \times \frac{65,02}{27,26} \text{ g} = 47,70 \text{ g de NaN}_3$$

En tenant compte des chiffres significatifs (3), la réponse est 47,7 g.

On trouve bien la même valeur pour la réponse, quelle que soit la méthode de résolution du problème utilisée.

En conservant tous les chiffres apparaissant sur l'écran de la machine à calculer et en n'arrondissant qu'à la fin, on obtient **dans la solution 1 comme dans la solution 2** 47,709 g soit 47,7 g en tenant compte du nombre de chiffres significatifs (3).

Remarquons que les coefficients introduits par les nécessités du calcul (coefficients stoechiométriques, règles de trois...) ne sont affectés d'aucune incertitude. On n'en tiendra donc pas compte dans la détermination des chiffres significatifs.

A VOUS DE JOUER !

Les réponses aux questions impaires puis paires sont fournies en fin de module.

Question 1

Pour $n = 0,062$ mol, le nombre de chiffres significatifs est égal à :

- 1. un*
 - 2. deux*
 - 3. trois*
 - 4. quatre*
 - 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes*
 - 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte*
-

Question 2

Pour $c = 2,1$ mol.L⁻¹, le nombre de chiffres significatifs est égal à :

- 1. un*
 - 2. deux*
 - 3. trois*
 - 4. quatre*
 - 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes*
 - 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte*
-

Question 3

Pour $\rho = 0,903$ g.cm⁻³, le nombre de chiffres significatifs est égal à :

- 1. un*
 - 2. deux*
 - 3. trois*
 - 4. quatre*
 - 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes*
 - 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte*
-

Question 4

Sur un becher, on trouve l'indication de volume 1000 mL avec des graduations tous les 200 mL. Si on mesure 1000 mL à l'aide de ce récipient, le nombre de chiffres significatifs est égal à :

- 1. un*
 - 2. deux*
 - 3. trois*
 - 4. quatre*
 - 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes*
 - 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte*
-

Question 5

La concentration en $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ d'une solution aqueuse contenant 1,2608 g de $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ dans 100,0 mL de solution est de :

1. 0,1 mol.L⁻¹
 2. 0,100 mol.L⁻¹
 3. 0,10 mol.L⁻¹
 4. 0,1000 mol.L⁻¹
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 6

La quantité de matière (nombre de moles) de NaCl contenue dans 0,100 L d'une solution aqueuse dont la concentration est de 0,25 mol/L est de :

1. 0,025 mol
 2. 0,0250 mol
 3. 0,02500 mol
 4. $2,50 \cdot 10^{-2}$ mol
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 7

La masse de NaCl contenue dans 0,100 L d'une solution aqueuse dont la concentration est de 0,25 mol/L est de :

1. 1,461 g
 2. 1,46 g
 3. 1,5 g
 4. 1,4 g
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 8

La masse d'un creuset en platine contenant du carbonate de calcium est de 11,9023 g. Le creuset vide a une masse de 10,8121 g. Le nombre de chiffres significatifs dans la valeur numérique exprimant la masse du carbonate de calcium est de :

- 1. un*
 - 2. deux*
 - 3. trois*
 - 4. quatre*
 - 5. cinq*
 - 6. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes*
 - 7. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte*
-

Question 9

Un chimiste a pesé un becher vide avec une balance à 0,01 g. La masse du becher est de 50,82 g. Il verse du chlorure de sodium dans le becher et, distrait, il pèse le becher avec le chlorure de sodium au moyen d'une balance à 0,1 g ; il trouve 70,9 g. La masse de chlorure de sodium est :

- 1. 20,08 g*
 - 2. 20,1 g*
 - 3. 20,080 g*
 - 4. 20 g*
 - 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes*
 - 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte*
-

Question 10

Le logarithme de 100,42 vaut

- 1. 2,001820217*
 - 2. 2,0018*
 - 3. 2,002*
 - 4. 2,00182*
 - 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes*
 - 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte*
-

Question 11

Le nombre dont le logarithme vaut 1,0345 est :

1. 10,826
 2. 10,83
 3. 10,827
 4. 10,8268
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 12

La concentration en ions H_3O^+ d'une solution aqueuse est de $0,0025 \text{ mol.L}^{-1}$.

Calculez la valeur du pH de cette solution.

1. 2,6
 2. 2,602
 3. 2,60
 4. 2,6021
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 13

Le pH mesuré d'une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène vaut 2,4.

Quelle est la concentration en ions H_3O^+ de cette solution aqueuse ?

1. $0,00398 \text{ mol.L}^{-1}$
 2. $0,003981 \text{ mol.L}^{-1}$
 3. $0,0040 \text{ mol.L}^{-1}$
 4. $0,004 \text{ mol.L}^{-1}$
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 14

Le pK_a de l'ion ammonium NH_4^+ vaut 9,2.

Quelle est la valeur de la constante d'acidité de l'ion ammonium NH_4^+ ?

1. $6,3 \cdot 10^{-10}$
 2. $6,31 \cdot 10^{-10}$
 3. $6 \cdot 10^{-10}$
 4. $6,3096 \cdot 10^{-10}$
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 15

Le pK_a de l'acide nitreux, HNO_2 , vaut 3,40.

Quelle est la valeur de la constante d'acidité de l'acide nitreux?

1. $3,98 \cdot 10^{-4}$
 2. $4 \cdot 10^{-4}$
 3. $4,0 \cdot 10^{-4}$
 4. $3,981 \cdot 10^{-4}$
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 16

La constante d'acidité du cyanure d'hydrogène, une substance très toxique, est de $5,01 \cdot 10^{-10}$

Quelle est la valeur du pK_a ?

1. 9,3
 2. 9,30
 3. 9
 4. 9,300
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Question 17

La constante d'acidité de l'acide propanoïque, est de 0,000013.

Quelle est la valeur du pK_a ?

1. 4,89
 2. 4,9
 3. 4,886
 4. 5
 5. Toutes les propositions ci-dessus sont correctes
 6. Aucune des propositions ci-dessus n'est correcte
-

Réponses aux questions impaires

Réponse 1 : deux.

Si on écrit n en notation scientifique, on a $n = 6,2 \cdot 10^{-2}$ soit deux chiffres significatifs. Les zéros servant à désigner les décimales ne sont pas significatifs.

Réponse 3 : trois.

Il y a trois chiffres significatifs. Le zéro servant à désigner la décimale n'est pas significatif, mais bien celui situé entre deux chiffres significatifs.

Réponse 5 : quatre.

La bonne réponse, $0,1000 \text{ mol.L}^{-1}$, a quatre chiffres significatifs.

$$c = \frac{1,2608 \text{ g}}{126,08 \text{ g.mol}^{-1} \times 0,1000 \text{ L}} = 0,1000 \text{ mol.L}^{-1}$$

\downarrow
5 chiffres significatifs

\uparrow \uparrow **4 chiffres significatifs**
5 chiffres significatifs *4 chiffres significatifs*

Réponse 7 : trois.

La réponse correcte, $1,5 \text{ g}$, a deux chiffres significatifs.

$$m = n \cdot M = c \cdot V \cdot M$$

où M est la masse molaire de NaCl , soit $22,99 + 35,45 = 58,44 \text{ g.mol}^{-1}$.

$$m = 0,25 \text{ mol.L}^{-1} \times 0,100 \text{ L} \times 58,44 \text{ g.mol}^{-1} = 1,461 \text{ g}$$

\downarrow
4 chiffres significatifs

\uparrow \uparrow
2 chiffres significatifs *3 chiffres significatifs*

ou en tenant compte des chiffres significatifs

$$= 1,5 \text{ g}$$

\uparrow

2 chiffres significatifs

Réponse 9 : deux.

Le nombre qui exprime la masse de chlorure de sodium, 20,1 g a une décimale et, par conséquent dans ce cas-ci, trois chiffres significatifs.

$$m = 70,9 \text{ g} - 50,82 \text{ g} = 20,08 \text{ g ou } 20,1 \text{ g}$$

$\uparrow \qquad \qquad \uparrow \qquad \qquad \qquad \uparrow$
 1 décimale 2 décimales 1 décimale soit 3 chiffres significatifs

Réponse 11 : deux.

$$10^{1,0345} = 10,83$$

$\uparrow \qquad \qquad \uparrow$
 4 décimales 4 chiffres significatifs

Réponse 13 : quatre.

$$\text{pH} = 10^{-2,4} = 0,00398 = 4 \cdot 10^{-3}$$

$\uparrow \qquad \qquad \qquad \uparrow$
 1 décimale 1 chiffre significatif

Réponse 15 : trois.

$$K_a = 10^{-3,40} = 0,000398 = 4,0 \cdot 10^{-4}$$

$\uparrow \qquad \qquad \qquad \uparrow$
 2 décimales 2 chiffres significatifs

Réponse 17 : un.

$$\text{p}K_a = -\log 0,000013 = 4,89$$

$\uparrow \qquad \qquad \uparrow$
 2 chiffres significatifs 2 décimales

Réponses aux questions paires

Réponse 2 : deux.

Il n'y a que deux chiffres, tous deux différents de zéro, donc deux chiffres significatifs.

Réponse 4 : deux.

Il y a deux chiffres significatifs car on peut lire le volume à 100 mL (0,1 L) près.

Réponse 6 : un.

La réponse correcte, 0,025 mol, a deux chiffres significatifs.

$$n = c \cdot V$$

2 chiffres significatifs *3 chiffres significatifs*

↓

↓

$$n = 0,25 \text{ mol.L}^{-1} \times 0,100 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$$

↑

2 chiffres significatifs

Réponse 8 : cinq.

Le nombre qui exprime la masse de carbonate de calcium, 1,0902, a cinq chiffres significatifs.

En effet, le creuset, vide ou rempli, est pesé avec la même balance au dixième de milligramme. On aura donc quatre décimales pour les deux masses et aussi pour leur différence.

Réponse 10 : quatre.

$$\log 100,42 = 2,00182$$

↑

↑

5 chiffres significatifs **5 décimales**

Réponse 12 : un.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,0025 = 2,60 \text{ arrondi selon les règles générales.}$$

\uparrow \uparrow
 2 chiffres significatifs **2 décimales**

= 2,6 → **une décimale** arrondi en tenant compte de la non idéalité des solutions. (Notre convention est de ne conserver qu'une décimale dans les pH calculés)

Réponse 14 : trois.

$$K_a = 10^{-9,2} = 6 \cdot 10^{-10}$$

\uparrow \uparrow
 1 décimale **1 chiffre significatif**

Réponse 16: quatre.

$$\text{p}K_a = -\log 5,01 \cdot 10^{-10} = 9,300$$

\uparrow \uparrow
3 chiffres significatifs 3 décimales
