MORAJA3A

MATHS · PHYSIQUE-CHIMIE · SVT

[Cl⁻]

C = n/V

COURS · 1ÈRE ANNÉE BAC SCIENCES MATHS · CHIMIE

Concentration et solutions électrolytiques

التركيز والمحاليل الإلكتروليتية

Na⁺

δ+ δ−

Solides ioniques, molécules polaires et électronégativité, dissolution dans l'eau, solutions électrolytiques, concentration molaire et concentration effective des ions, électroneutralité, préparation par dissolution et par dilution — expliqués simplement, avec des repères en arabe.

Comprends. Entraîne-toi. Réussis.

Rédigé et vérifié par **Mohammed TAOUFIK**, professeur et fondateur de MORAJA3A

NIVEAU
1ère Bac — Sciences Mathématiques (BIOF)

CONTENU
Cours · Exemples · Pièges · 9 exercices + corrigés

PLATEFORME
moraja3a.app

Sommaire

فهرس الدرس

01	Solides ioniques	المركبات الأيونية الصلبة
02	Molécules polaires	الجزيئات القطبية
03	Dissolution dans l'eau	الذوبان في الماء
04	Concentrations	التراكيز
05	Préparer une solution	تحضير محلول
06	Exercices (9 exercices gradués)	تمارين تطبيقية
07	Corrigés détaillés	التصحيح المفصل
08	Fiche résumé et lexique français–arabe	ملخص ومعجم المصطلحات

POURQUOI CE CHAPITRE EST IMPORTANT

Presque toutes les réactions étudiées en chimie se font en **solution aqueuse**. Savoir écrire une équation de dissolution, calculer la concentration des ions et préparer une solution (par dissolution ou dilution) est indispensable pour les dosages, la conductimétrie et les réactions acido-basiques et d'oxydoréduction.

بالعربية 💡

ندرس في هذا الدرس **المركبات الأيونية** و**الجزيئات القطبية**، وكيف تذوب في الماء لتعطي **محلولاً إلكتروليتياً**، ونحسب **التركيز المولي** للمذاب و**التركيز الفعلي** للأيونات.

Comment utiliser ce cours

- **Définition** (encadré bleu) : ce qu'il faut savoir par cœur.
- **À retenir** (encadré vert) : la loi, la formule ou la méthode clé.
- **Exemple** (encadré doré) : une application corrigée pas à pas.
- **Piège** (encadré rouge) : l'erreur que font beaucoup d'élèves.
- **بالعربية** : une explication courte en arabe pour bien fixer l'idée.
- **Exercices** : énoncés classés APPLICATION APPROFONDISSEMENT TYPE EXAMEN ; tous les corrigés sont regroupés après les exercices.

1 Solides ioniques

المركبات الأيونية الصلبة

DÉFINITION — SOLIDE IONIQUE

Un **solide ionique** (ou cristal ionique) est un assemblage régulier et compact de **cations** (ions positifs) et d'**anions** (ions négatifs). Chaque ion est entouré d'ions de signe opposé : la cohésion est assurée par l'**interaction électrique** (attraction de Coulomb).

ÉLECTRONEUTRALITÉ ET FORMULE STATISTIQUE

Un solide ionique est électriquement **neutre**. Sa **formule statistique** indique la proportion des ions, sans charges : NaCl (un Na^+ pour un Cl^-), $CaCl_2$ (un Ca^{2+} pour deux Cl^-), $Al_2(SO_4)_3$ (deux Al^{3+} pour trois SO_4^{2-}).

EXEMPLE

Écrire la formule statistique du sulfate de fer III, formé des ions Fe^{3+} et SO_4^{2-}.

Neutralité : $2 \times (+3) + 3 \times (-2) = 0$. Formule : $Fe_2(SO_4)_3$.

💡 بالعربية

المركب الأيوني الصلب بلورة مكونة من **كاتيونات** و**أنيونات** مرتبة بانتظام، وهو متعادل كهربائياً.

2 Molécules polaires

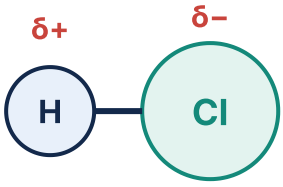
الجزيئات القطبية

DÉFINITION — ÉLECTRONÉGATIVITÉ

L'**électronégativité** χ d'un atome traduit sa capacité à attirer les électrons d'une liaison covalente. Elle augmente de gauche à droite et de bas en haut du tableau périodique. Exemples : χ(F) = 3,98 ; χ(O) = 3,44 ; χ(Cl) = 3,16 ; χ(N) = 3,04 ; χ(C) = 2,55 ; χ(H) = 2,20.

DÉFINITION — LIAISON POLARISÉE, MOLÉCULE POLAIRE

Une liaison entre deux atomes d'électronégativités différentes est **polarisée** : l'atome le plus électronégatif porte une charge partielle δ−, l'autre une charge δ+. Une molécule est **polaire** si le centre des charges partielles positives ne coïncide pas avec celui des charges négatives : elle forme un **dipôle électrique**.



χ(Cl) = 3,16 > χ(H) = 2,20
les électrons de la liaison sont attirés vers Cl

EXEMPLES

- HCl, H_2O (molécule coudée), NH_3 : **polaires**.
- CO_2 (linéaire, symétrique), CH_4 (tétraédrique), Cl_2 : **apolaires**, même si CO_2 et CH_4 ont des liaisons polarisées.

PIÈGE

Une molécule qui possède des liaisons polarisées n'est pas forcément polaire : si elle est **symétrique** (CO_2), les effets se compensent.

💡 **بالعربية**

الكهرسلبية قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة. تكون الجزيئة **قطبية** إذا لم ينطبق مركز الشحنات الجزئية الموجبة مع مركز الشحنات الجزئية السالبة، مثل H_2O و HCl.

3 Dissolution dans l'eau

الذوبان في الماء

LES TROIS ÉTAPES DE LA DISSOLUTION D'UN SOLIDE IONIQUE

1. **Dissociation** : les molécules d'eau, polaires, attirent les ions et détruisent le cristal.
2. **Solvatation** (ou **hydratation**) : chaque ion s'entoure de molécules d'eau (les cations attirent le côté O, δ− ; les anions attirent le côté H, δ+). On note l'ion hydraté **(aq)**.
3. **Dispersion** : les ions hydratés se répartissent uniformément dans la solution.

ÉQUATION DE DISSOLUTION

On écrit les ions avec leurs coefficients, en respectant la conservation des éléments et des charges :

$$NaCl(s) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$CuCl_2(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq)$$

$$Al_2(SO_4)_3(s) \rightarrow 2\,Al^{3+}(aq) + 3\,SO_4^{2-}(aq)$$

DISSOLUTION D'UNE MOLÉCULE POLAIRE

Certaines molécules polaires s'**ionisent** dans l'eau. Exemple : le chlorure d'hydrogène gazeux donne l'acide chlorhydrique :

$$HCl(g) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq) \text{ (ou } HCl(g) + H_2O(\ell) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq))$$

DÉFINITION — SOLUTION ÉLECTROLYTIQUE

Une **solution électrolytique** contient des ions : elle **conduit le courant électrique**. Elle est toujours électriquement **neutre**. Le composé dissous (ionique ou moléculaire ionisé) est appelé **électrolyte**. Une solution de sucre (glucose), formée de molécules non ionisées, n'est pas électrolytique.

💡 **بالعربية**

ذوبان المركب الأيوني يتم عبر ثلاث مراحل: **التفكك**، **الإماهة**، ثم **التشتت**. المحلول الناتج **إلكتروليتي**: يوصل التيار الكهربائي.

4 Concentrations

التراكيز

DÉFINITION — CONCENTRATION MOLAIRE DU SOLUTÉ APPORTÉ

Si on dissout une quantité n de soluté pour obtenir un volume V de solution :

$$C = n / V \text{ (mol·L}^{-1}\text{) et } C_m = m / V = C \times M \text{ (g·L}^{-1}\text{)}$$

DÉFINITION — CONCENTRATION EFFECTIVE DES IONS

La **concentration effective** d'un ion X dans la solution se note [X] ; elle se déduit de l'équation de dissolution. Pour un soluté A_xB_y de concentration C :

$$A_xB_y(s) \rightarrow x\ A^{p+}(aq) + y\ B^{q-}(aq) \Rightarrow [A^{p+}] = x\ C\ ;\ [B^{q-}] = y\ C$$

ÉLECTRONEUTRALITÉ EN CONCENTRATIONS

Dans toute solution, la somme des charges positives égale la somme des charges négatives : $\Sigma\ z_i[\text{cations}] = \Sigma\ |z_j|[\text{anions}]$. Exemple pour $CuCl_2$: $2[Cu^{2+}] = [Cl^-]$.

EXEMPLE

On dissout n = 0,020 mol de chlorure de cuivre II dans V = 200 mL d'eau.

C = 0,020/0,200 = 0,10 mol·L^{-1}. D'après $CuCl_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Cl^-$: $[Cu^{2+}] = 0,10$ mol·L^{-1} et $[Cl^-] = 0,20$ mol·L^{-1}. Vérification : 2 × 0,10 = 0,20 ✓.

PIÈGE

Ne pas confondre C (concentration du soluté **apporté**, qui n'existe plus sous forme de solide) et [X] (concentration d'un ion réellement présent). Pour $CuCl_2$, $[Cl^-] = 2C$, pas C.

بالعربية 💡

التركيز المولي للمذاب المضاف C = n/V. **التركيز الفعلي** للأيون [X] نستنتجه من معادلة الذوبان: مثلاً في $CuCl_2$ لدينا $[Cl^-] = 2C$.

5 Préparer une solution

تحضير محلول

PAR DISSOLUTION D'UN SOLIDE

Masse à peser : m = C × V × M. Protocole : peser m dans une coupelle, l'introduire dans une **fiole jaugée** de volume V avec un entonnoir (rincer coupelle et entonnoir), remplir aux deux tiers d'eau distillée, agiter jusqu'à dissolution, compléter jusqu'au trait de jauge, boucher et homogénéiser.

PAR DILUTION D'UNE SOLUTION MÈRE

Au cours d'une dilution, la quantité de soluté se conserve :

$$C_o \times V_o = C_1 \times V_1 \quad \text{facteur de dilution } F = C_o/C_1 = V_1/V_o$$

Protocole : prélever V_o de solution mère avec une **pipette jaugée**, le verser dans une **fiole jaugée** de volume V_1, compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, homogénéiser.

EXEMPLE

Préparer 100 mL de solution à 0,050 mol·L^{-1} à partir d'une solution mère à 0,50 mol·L^{-1}.

$V_o = C_1V_1/C_o = 0,050 \times 100/0,50 = 10,0$ mL ; F = 10. Pipette jaugée de 10,0 mL et fiole jaugée de 100,0 mL.

💡 **بالعربية**

عند **التخفيف** تنحفظ كمية مادة المذاب: $C_0V_0 = C_1V_1$. نستعمل **الماصة المعيارية** و**الحوجلة المعيارية**.

6 Exercices

تمارين — حاول أولاً قبل قراءة التصحيح!

9 exercices d'application. Données : M(H) = 1 ; M(O) = 16 ; M(Na) = 23 ; M(Al) = 27 ; M(S) = 32 ; M(Cl) = 35,5 ; M(Fe) = 56 ; M(Cu) = 63,5 g·mol^{-1}. Volume molaire des gaz : 24 L·mol^{-1}. Les corrigés sont regroupés dans la partie suivante.

EXERCICE 1 — FORMULES STATISTIQUES APPLICATION

Écrire la formule statistique des solides ioniques formés de : 1. K^+ et Cl^- ; 2. Ca^{2+} et Cl^- ; 3. Al^{3+} et O^{2-} ; 4. Na^+ et CO_3^{2-} ; 5. Fe^{3+} et SO_4^{2-}.

EXERCICE 2 — MOLÉCULES POLAIRES OU APOLAIRES APPLICATION

En utilisant les électronégativités du cours, dire si les molécules suivantes sont polaires ou non : H_2O (coudée), CO_2 (linéaire O=C=O), HCl, CH_4 (tétraédrique), NH_3 (pyramidale), Cl_2. Pourquoi l'eau dissout-elle bien le chlorure de sodium ?

EXERCICE 3 — ÉQUATIONS DE DISSOLUTION APPLICATION

Écrire l'équation de dissolution dans l'eau de : NaCl ; $CuSO_4$; $FeCl_3$; Na_2CO_3 ; $KMnO_4$; $Al_2(SO_4)_3$.

EXERCICE 4 — PRÉPARER UNE SOLUTION DE SULFATE DE CUIVRE APPLICATION

On veut préparer V = 250 mL d'une solution de sulfate de cuivre II de concentration C = 0,10 mol·L^{-1}.

1. Calculer la masse de sulfate de cuivre anhydre $CuSO_4$ à peser.
2. Même question avec le sulfate de cuivre pentahydraté $CuSO_4,5H_2O$.
3. Donner les concentrations effectives des ions et décrire le protocole.

EXERCICE 5 — SULFATE D'ALUMINIUM APPLICATION

On dissout m = 3,42 g de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ dans de l'eau pour obtenir V = 200 mL de solution.

1. Calculer la masse molaire du soluté et sa concentration molaire C.
2. Calculer les concentrations effectives des ions et vérifier l'électroneutralité.
3. Calculer la concentration massique C_m.

EXERCICE 6 — DILUTION APPLICATION

On dispose d'une solution mère S_0 de chlorure de sodium à $C_0 = 0{,}50\ mol{\cdot}L^{-1}$. On veut préparer $V_1 = 100\ mL$ de solution S_1 à $C_1 = 0{,}050\ mol{\cdot}L^{-1}$.

1. Calculer le volume V_0 à prélever et le facteur de dilution.
2. Choisir la verrerie parmi : éprouvette de 10 mL, pipette jaugée de 10,0 mL, bécher de 100 mL, fiole jaugée de 100,0 mL. Décrire le protocole.

EXERCICE 7 — MÉLANGE DE DEUX SOLUTIONS APPROFONDISSEMENT

On mélange $V_1 = 50\ mL$ de solution de chlorure de sodium à $C_1 = 0{,}20\ mol{\cdot}L^{-1}$ et $V_2 = 150\ mL$ de solution de chlorure de calcium $CaCl_2$ à $C_2 = 0{,}10\ mol{\cdot}L^{-1}$. Il n'y a pas de réaction.

1. Calculer les quantités de chaque ion dans le mélange.
2. En déduire les concentrations effectives et vérifier l'électroneutralité.

EXERCICE 8 — SOLUTION D'ACIDE CHLORHYDRIQUE APPROFONDISSEMENT

On dissout $V_g = 1{,}2\ L$ de chlorure d'hydrogène gazeux dans de l'eau, pour obtenir 500 mL de solution.

1. Écrire l'équation de la réaction avec l'eau. Pourquoi la solution conduit-elle le courant ?
2. Calculer la quantité de HCl dissoute, la concentration C de la solution et les concentrations effectives des ions.

EXERCICE 9 — RETROUVER LA CONCENTRATION DU SOLUTÉ APPROFONDISSEMENT

1. Une solution de chlorure de fer III contient des ions chlorure à $[Cl^-] = 0{,}30\ mol{\cdot}L^{-1}$. Calculer C, $[Fe^{3+}]$ et la masse de $FeCl_3$ dissoute dans 250 mL.
2. Le sérum physiologique contient $9{,}0\ g{\cdot}L^{-1}$ de chlorure de sodium. Calculer sa concentration molaire.

7 Corrigés détaillés

التصحيح المفصل للتمارين

CORRIGÉ 1 — FORMULES STATISTIQUES

On équilibre les charges : 1. KCl ; 2. $CaCl_2$; 3. Al_2O_3 (2 × 3 = 3 × 2) ; 4. Na_2CO_3 ; 5. $Fe_2(SO_4)_3$.

CORRIGÉ 2 — MOLÉCULES POLAIRES OU APOLAIRES

Polaires : H_2O, HCl, NH_3 (liaisons polarisées et géométrie non symétrique). Apolaires : CO_2 et CH_4 (liaisons polarisées mais molécules symétriques), Cl_2 (atomes identiques). L'eau est un solvant **polaire** : ses molécules attirent les ions Na^+ (par le côté O, δ−) et Cl^- (par le côté H, δ+), ce qui permet la dissociation et l'hydratation.

CORRIGÉ 3 — ÉQUATIONS DE DISSOLUTION

$NaCl(s) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$; $CuSO_4(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$; $FeCl_3(s) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + 3Cl^-(aq)$; $Na_2CO_3(s) \rightarrow 2Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$; $KMnO_4(s) \rightarrow K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$; $Al_2(SO_4)_3(s) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)$.

CORRIGÉ 4 — PRÉPARER UNE SOLUTION DE SULFATE DE CUIVRE

1. $M(CuSO_4) = 63,5 + 32 + 64 = 159,5\ g{\cdot}mol^{-1}$; $m = CVM = 0,10 \times 0,250 \times 159,5 \approx 3,99\ g$.

2. $M = 159,5 + 5 \times 18 = 249,5\ g{\cdot}mol^{-1}$; $m = 0,025 \times 249,5 \approx 6,24\ g$.

3. $[Cu^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 0,10\ mol{\cdot}L^{-1}$. Protocole : pesée, fiole jaugée de 250,0 mL, dissolution, complément jusqu'au trait de jauge, homogénéisation (voir le cours).

CORRIGÉ 5 — SULFATE D'ALUMINIUM

1. $M = 2 \times 27 + 3 \times (32 + 64) = 342\ g{\cdot}mol^{-1}$; $n = 3,42/342 = 0,0100\ mol$; $C = 0,0100/0,200 = 0,0500\ mol{\cdot}L^{-1}$.

2. $[Al^{3+}] = 2C = 0,100\ mol{\cdot}L^{-1}$; $[SO_4^{2-}] = 3C = 0,150\ mol{\cdot}L^{-1}$. $3 \times 0,100 = 0,300 = 2 \times 0,150$ ✓.

3. $C_m = m/V = 3,42/0,200 = 17,1\ g{\cdot}L^{-1}$ (ou $C \times M$).

CORRIGÉ 6 — DILUTION

1. $V_o = C_1V_1/C_o = 10,0\ mL$; $F = C_o/C_1 = 10$.

2. Pipette jaugée de 10,0 mL (prélèvement précis) et fiole jaugée de 100,0 mL. On verse la solution mère dans un bécher, on prélève 10,0 mL à la pipette, on les verse dans la fiole, on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on homogénéise.

CORRIGÉ 7 — MÉLANGE DE DEUX SOLUTIONS

1. $n(Na^+) = 0{,}20 \times 0{,}050 = 0{,}010$ mol ; $n(Ca^{2+}) = 0{,}10 \times 0{,}150 = 0{,}015$ mol ; $n(Cl^-) = 0{,}010 + 2 \times 0{,}015 = 0{,}040$ mol.

2. V = 200 mL : $[Na^+] = 0{,}050$ mol·L^{-1} ; $[Ca^{2+}] = 0{,}075$ mol·L^{-1} ; $[Cl^-] = 0{,}20$ mol·L^{-1}. Vérification : $0{,}050 + 2 \times 0{,}075 = 0{,}20$ ✓.

CORRIGÉ 8 — SOLUTION D'ACIDE CHLORHYDRIQUE

1. $HCl(g) + H_2O(\ell) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$. La molécule polaire HCl s'ionise : la solution contient des ions, elle est électrolytique.

2. $n = V_g/V_m = 1{,}2/24 = 0{,}050$ mol ; $C = 0{,}050/0{,}500 = 0{,}10$ mol·L^{-1} ; $[H_3O^+] = [Cl^-] = 0{,}10$ mol·L^{-1}.

CORRIGÉ 9 — RETROUVER LA CONCENTRATION DU SOLUTÉ

1. $FeCl_3 \rightarrow Fe^{3+} + 3Cl^-$: $C = [Cl^-]/3 = 0{,}10$ mol·L^{-1} et $[Fe^{3+}] = 0{,}10$ mol·L^{-1}.
$M(FeCl_3) = 56 + 3 \times 35{,}5 = 162{,}5$ g·mol^{-1} ; $m = 0{,}10 \times 0{,}250 \times 162{,}5 \approx 4{,}06$ g.

2. $M(NaCl) = 58{,}5$ g·mol^{-1} ; $C = C_m/M = 9{,}0/58{,}5 \approx 0{,}154$ mol·L^{-1}.

8 Fiche résumé

ملخص الدرس — للمراجعة السريعة

Quelle formule pour quelle question ?

Je dois…	Outil / formule	بالعربية
écrire la formule d'un solide ionique	équilibrer les charges	الصيغة الإحصائية
savoir si une molécule est polaire	liaisons polarisées + géométrie non symétrique	جزيئة قطبية
écrire une équation de dissolution	ions (aq) avec coefficients, charges conservées	معادلة الذوبان
calculer C	$C = n/V = m/(M \times V)$	التركيز المولي
calculer [ion]	coefficient de l'ion × C	التركيز الفعلي
préparer par dilution	$C_oV_o = C_1V_1$	التخفيف

LES FORMULES CLÉS

$$C = n / V$$

$$C_m = m / V = C \times M$$

$$A_xB_y \rightarrow x\,A^{p+} + y\,B^{q-} \Longrightarrow [A^{p+}] = xC$$

$$\Sigma\, z\,[\text{cations}] = \Sigma\, |z|\,[\text{anions}]$$

$$C_oV_o = C_1V_1 ; F = C_o/C_1$$

TOP 5 DES ERREURS

- Oublier les coefficients dans [ion] (ex. : $[Cl^-] = 2C$ pour $CuCl_2$).
- Oublier de convertir les mL en L.
- Croire qu'une molécule à liaisons polarisées est toujours polaire.
- Oublier l'eau d'hydratation dans la masse molaire ($CuSO_4,5H_2O$).
- Prélever à l'éprouvette au lieu de la pipette jaugée.

Lexique français — arabe معجم المصطلحات

Français	العربية	Français	العربية
Solide ionique	مركب أيوني صلب	Hydratation (solvatation)	الإماهة
Cation, anion	كاتيون، أنيون	Dispersion	التشتت
Formule statistique	الصيغة الإحصائية	Solution électrolytique	محلول إلكتروليتي
Électronégativité	الكهرسلبية	Électroneutralité	الحياد الكهربائي
Liaison polarisée	رابطة مستقطبة	Concentration molaire	التركيز المولي
Molécule polaire	جزيئة قطبية	Concentration effective	التركيز الفعلي
Dipôle	ثنائي القطب	Dilution	التخفيف
Dissolution	الذوبان	Fiole jaugée	حوجلة معيارية

Besoin d'aide sur ce chapitre ? Séance d'essai 100 % gratuite.

Cours en direct sur Google Meet · Petits groupes de 8 élèves max · Programme marocain · moraja3a.app · WhatsApp +212 617 638 536

احجز حصتك التجريبية المجانية على موقع moraja3a.app — افهم، تدرّب، انجح.