Les composés ioniques en 3e : cours, exercices et méthode pour le brevet

3e | Difficulté ★★☆ | ⏱ 45 min | Objectif : Les composés ioniques | Tombe souvent au brevet | Éco-encre (N&B)

Prénom : ..... **Date :** .....

Compétence visée (programme cycle 4) : États et constitution de la matière, atomes et ions, transformations chimiques, masse volumique.

Coach Vince te résume l'essentiel

- Un composé ionique est un assemblage ordonné de cations et d'anions, globalement électriquement neutre.
- Pour écrire sa formule, tu choisis le plus petit nombre d'ions qui permet d'obtenir autant de charges positives que de charges négatives.
- Dans un solide ionique, les ions sont fixés ; dans un liquide ionique ou une solution aqueuse, ils peuvent se déplacer et conduire le courant.

AU BREVET, ON TE DEMANDE...

Tu dois identifier des ions, écrire une formule électriquement neutre, expliquer une observation de conductivité, distinguer dissolution et transformation chimique, et calculer une masse volumique à partir d'une masse et d'un volume.

Type de question	Calcul à justifier, question de cours courte, analyse d'une expérience de conductivité ou de transformation chimique, calcul de masse volumique ou QCM d'automatismes.
Exemple type	Le composé X est formé d'ions calcium Ca^{2+} et nitrate NO_3^-. Écris la formule de X et justifie la présence éventuelle de parenthèses.
Alerte piège	Oublier de réduire les indices, conserver les charges dans la formule finale ou affirmer qu'un solide ionique ne conduit pas sans expliquer que ses ions ne sont pas mobiles. En masse volumique, oublier l'unité ou diviser le volume par la masse est aussi une erreur fréquente.

LA LEÇON

Des atomes aux ions

Un atome est électriquement neutre : il possède autant de protons, chargés positivement, que d'électrons, chargés négativement. Il peut devenir un ion en perdant ou en gagnant un ou plusieurs électrons. Le noyau ne change pas lors de cette transformation. Lorsqu'un atome perd des électrons, il possède alors davantage de protons que d'électrons : il devient un ion positif, appelé cation. L'atome de sodium Na peut ainsi perdre un électron et former l'ion sodium Na^+. Lorsqu'un atome gagne des électrons, il possède davantage d'électrons que de protons : il devient un ion négatif, appelé anion. L'atome de chlore Cl peut gagner un électron et former l'ion chlorure Cl^-. La charge écrite en exposant indique le déséquilibre électrique de l'ion. Le signe + ou – est indispensable. Le nombre indique combien de charges élémentaires sont portées par l'ion : Ca^{2+} porte deux charges positives et O^{2-} porte deux charges négatives. Ne confonds jamais le symbole d'un élément et celui de

son ion. Ca désigne un atome de calcium neutre ; Ca^{2+} désigne un ion calcium. Ce ne sont pas les mêmes espèces chimiques. Certains ions sont constitués d'un seul atome, comme Na^+, Mg^{2+} ou Cl^-. D'autres regroupent plusieurs atomes liés entre eux et portent une charge globale : ce sont des ions polyatomiques. Par exemple, l'ion hydroxyde est OH^- et l'ion sulfate est SO_4^{2-}. Apprends à les recopier sans modifier leurs indices : dans SO_4^{2-}, l'indice 4 fait partie de la formule de l'ion sulfate.

Vocabulaire et ions à reconnaître

Écriture	Nom	Nature	Ce qu'elle indique
Na^+	ion sodium	cation monoatomique	un atome de sodium ayant perdu un électron
Mg^{2+}	ion magnésium	cation monoatomique	une charge positive double
Cl^-	ion chlorure	anion monoatomique	un atome de chlore ayant gagné un électron
O^{2-}	ion oxyde	anion monoatomique	une charge négative double
OH^-	ion hydroxyde	anion polyatomique	un groupe d'atomes portant une charge négative
SO_4^{2-}	ion sulfate	anion polyatomique	un groupe sulfate portant deux charges négatives

Construire la formule d'un composé ionique

- Commence par identifier le cation et l'anion, avec leur charge. Dans le chlorure de magnésium, les ions sont Mg^{2+} et Cl^-.
- Rappelle la règle valable pour tout composé ionique : la somme des charges positives et négatives doit être nulle. Le composé entier est électriquement neutre, même si chacun de ses ions est chargé.
- Cherche le plus petit nombre de chaque ion qui assure cette neutralité. Pour Mg^{2+} et Cl^-, un ion Mg^{2+} apporte deux charges positives. Il faut donc deux ions Cl^-, qui apportent ensemble deux charges négatives.
- Écris d'abord le symbole du cation, puis celui de l'anion. La formule du chlorure de magnésium est $MgCl_2$. L'indice 2 concerne seulement Cl : il y a un ion magnésium pour deux ions chlorure.
- Ne reporte pas les charges des ions dans la formule finale. On écrit $MgCl_2$, et non $Mg^{2+}Cl_2^-$. Les charges servent au raisonnement ; la formule exprime la proportion d'ions dans le solide.
- Réduis toujours les nombres au plus petit rapport entier. Avec Ca^{2+} et O^{2-}, une association un pour un est neutre : la formule est CaO, pas Ca_2O_2. Les deux écritures équilibreraient les charges, mais seule la formule réduite est retenue.
- Si un ion polyatomique est présent plusieurs fois, place-le entre parenthèses avant d'écrire l'indice. Avec Ca^{2+} et OH^-, il faut deux ions hydroxyde : $Ca(OH)_2$. Sans parenthèses, $CaOH_2$ ne montrerait pas que le groupe OH est répété.
- Vérifie en calculant mentalement la charge totale. Pour Al_2O_3, deux ions Al^{3+} apportent six charges positives et trois ions O^{2-} apportent six charges négatives. La somme est nulle : la formule est cohérente.

Formule ionique et formule moléculaire : ne mélange pas les modèles

Un composé ionique solide est constitué d'un grand nombre de cations et d'anions organisés dans un réseau cristallin. Sa formule, comme NaCl ou Al_2O_3, indique le rapport minimal entre les ions ; elle ne désigne pas une petite molécule isolée. On parle d'unité de formule. Cette règle s'applique aux solides ioniques. Une molécule, elle, est un assemblage d'atomes liés entre eux et électriquement neutre, comme H_2O. Ne conclus donc pas

qu'il existe une « molécule de chlorure de sodium » parce que sa formule est NaCl. Retiens l'idée essentielle : dans un composé ionique, l'équilibre électrique concerne l'ensemble des ions associés.

État solide, fusion et dissolution : suivre le déplacement des ions

Dans un solide ionique, les ions sont rangés dans un réseau et restent à des positions fixes les uns par rapport aux autres. Ils vibrent, mais ne traversent pas le solide : les charges ne peuvent donc pas se déplacer librement d'une électrode à l'autre. Un solide ionique ne conduit pas le courant électrique dans les conditions habituelles d'une expérience de conductivité. Lorsque le composé ionique est fondu, le réseau solide est détruit et les ions peuvent se déplacer : le liquide ionique peut conduire le courant. Lorsqu'un composé ionique soluble est placé dans l'eau, les molécules d'eau séparent et entourent les ions. On obtient une solution aqueuse ionique. Par exemple, la dissolution du chlorure de sodium dans l'eau peut s'écrire : $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$. Cette écriture signifie que les ions sodium et chlorure sont dispersés dans l'eau ; elle ne signifie pas que les atomes ont disparu. Dans une solution aqueuse contenant des ions mobiles, le courant est transporté par le déplacement des cations vers l'électrode négative et des anions vers l'électrode positive. Attention : cette conclusion vaut si le composé se dissout réellement en quantité suffisante dans l'eau. Un solide ionique peu soluble laisse peu d'ions mobiles dans la solution. Pour justifier une observation de conductivité, construis ton raisonnement en trois étapes : identifie les espèces chargées, indique si elles sont mobiles dans l'état étudié, puis conclus sur la conduction. Ce plan de jeu est court, précis et solide. Coach Vince te le rappelle : une formule juste n'est jamais devinée ; elle est vérifiée par la neutralité électrique.

Transformations chimiques et masse volumique : deux grandeurs à ne pas oublier

Une transformation chimique a lieu lorsque des espèces chimiques appelées réactifs disparaissent et que de nouvelles espèces chimiques, appelées produits, apparaissent. Les atomes se conservent : ils sont seulement réarrangés. Dans une réaction entre une solution contenant des ions cuivre Cu^{2+} et une solution contenant des ions hydroxyde OH^-, il peut apparaître un solide bleu d'hydroxyde de cuivre $Cu(OH)_2$. L'apparition d'un précipité est un indice de transformation chimique. Les ions Cu^{2+} et OH^- présents au départ participent alors à la formation d'une nouvelle espèce solide. L'équation simplifiée est : $Cu^{2+} + 2\ OH^- \rightarrow Cu(OH)_2$. Elle respecte la conservation des atomes et la conservation de la charge électrique : à gauche, la charge totale vaut $(+2) + 2 \times (-1) = 0$; le solide formé est neutre. Ne confonds pas cette transformation chimique avec une dissolution. Quand le chlorure de sodium se dissout, les ions Na^+ et Cl^- déjà présents dans le solide se dispersent dans l'eau : aucune nouvelle espèce chimique n'est créée. Lors d'une transformation chimique, au contraire, les espèces changent.La masse volumique permet d'identifier ou de comparer des matériaux. Elle correspond à la masse d'un objet divisée par son volume : $\rho = m \div V$. Si la masse m est exprimée en g et le volume V en cm^3, la masse volumique ρ s'exprime en g/cm^3. Si m est en kg et V en m^3, ρ s'exprime en kg/m^3. Il faut toujours vérifier les unités avant de calculer. Par exemple, un échantillon de solide ionique a une masse de 54 g et un volume de 20 cm^3. Sa masse volumique vaut $\rho = 54 \div 20 = 2{,}7\ g/cm^3$. Cette valeur signifie qu'un volume de 1 cm^3 de ce solide a une masse de 2,7 g. La masse volumique dépend du matériau, mais pas de la taille de l'échantillon : deux morceaux du même solide ont la même masse volumique si leurs conditions sont identiques. Au brevet, écris la formule, remplace par les valeurs avec les unités, calcule puis donne l'unité du résultat. Coach Vince te le rappelle : sans unité, ton calcul n'est pas terminé.

Exemples résolus

Écrire la formule du sulfure d'aluminium

Énoncé. Le sulfure d'aluminium est formé d'ions aluminium Al^{3+} et d'ions sulfure S^{2-}. Écris sa formule chimique.

1. Je relève les charges : Al^{3+} porte trois charges positives et S^{2-} porte deux charges négatives.
2. Je cherche une charge positive totale égale à une charge négative totale. Deux ions Al^{3+} apportent six charges positives.

3. Trois ions S^{2-} apportent six charges négatives.
4. J'écris le cation avant l'anion : Al_2S_3.
5. Je vérifie : $2 \times (+3) + 3 \times (-2) = 0$.

Résultat : La formule du sulfure d'aluminium est Al_2S_3.

Comprendre la conductivité d'une solution

Énoncé. On compare du chlorure de sodium solide et une solution aqueuse de chlorure de sodium. Indique lequel peut conduire le courant et justifie.

1. Le chlorure de sodium est constitué d'ions Na^+ et Cl^-.
2. Dans le solide, les ions sont maintenus dans le réseau cristallin et ne se déplacent pas librement.
3. Dans la solution aqueuse, les ions Na^+ et Cl^- sont séparés et peuvent se déplacer dans l'eau.
4. Le courant électrique peut être transporté par des charges mobiles.

Résultat : La solution aqueuse de chlorure de sodium conduit le courant, car elle contient des ions mobiles. Le chlorure de sodium solide ne le conduit pas dans les conditions habituelles.

Utiliser des parenthèses avec l'ion hydroxyde

Énoncé. Le composé formé par les ions fer Fe^{3+} et hydroxyde OH^- est électriquement neutre. Écris sa formule.

1. Un ion Fe^{3+} porte trois charges positives.
2. Chaque ion OH^- porte une charge négative ; il faut donc trois ions hydroxyde.
3. L'ion hydroxyde est polyatomique et il est répété : je le place entre parenthèses.
4. Je vérifie la neutralité : $(+3) + 3 \times (-1) = 0$.

Résultat : La formule est $Fe(OH)_3$.

Calculer une masse volumique

Énoncé. Un échantillon de chlorure de sodium a une masse de 29,2 g et un volume de 13,5 cm^3. Calcule sa masse volumique.

1. J'utilise la relation $\rho = m \div V$.
2. Je repère les unités : la masse est en g et le volume est en cm^3 ; la masse volumique sera donc en g/cm^3.
3. Je remplace : $\rho = 29{,}2 \div 13{,}5$.
4. Je calcule : $\rho \approx 2{,}16\ g/cm^3$.
5. Je donne le résultat avec une unité adaptée.

Résultat : La masse volumique de l'échantillon est d'environ 2,16 g/cm^3.

TA SÉANCE D'ENTRAÎNEMENT

1 Reconnaître cations et anions ★☆☆

Classe chaque espèce chimique.

1. K^+ .....
2. Br^- .....
3. Al^{3+} .....
4. SO_4^{2-} .....

2 Vérifier la neutralité ★☆☆

Indique si chaque assemblage est électriquement neutre.

1. Un ion Mg^{2+} et deux ions Cl^-. .....
2. Un ion Ca^{2+} et un ion Cl^-. .....
3. Deux ions Al^{3+} et trois ions O^{2-}. .....

3 Écrire des formules ioniques ★☆☆

Écris la formule chimique de chaque composé.

1. Ions sodium Na^+ et oxyde O^{2-}. .....
2. Ions magnésium Mg^{2+} et fluorure F^-. .....
3. Ions aluminium Al^{3+} et nitrure N^{3-}. .....

4 Maîtriser les parenthèses ★★☆

Complète chaque formule avec les indices et les parenthèses nécessaires.

1. Ions calcium Ca^{2+} et hydroxyde OH^- : Ca... .....
2. Ions aluminium Al^{3+} et sulfate SO_4^{2-} : Al... .....
3. Ions sodium Na^+ et sulfate SO_4^{2-} : Na... .....

5 Choisir la formule correcte ★★☆

Choisis la seule formule correcte.

1. Le chlorure de calcium est formé d'ions Ca^{2+} et Cl^-.
2. Le sulfure de sodium est formé d'ions Na^+ et S^{2-}.

6 Expliquer la conduction électrique ★★☆

Justifie chaque conclusion par une rédaction scientifique.

Explique pourquoi le chlorure de sodium solide ne conduit pas le courant dans les conditions habituelles.

Explique pourquoi une solution aqueuse de chlorure de sodium peut conduire le courant.

7 Analyser une formule ★★★

Déduis les ions présents et vérifie la neutralité électrique.

1. Pour la formule Fe_2O_3, on sait que l'ion oxyde est O^{2-}. Détermine la charge de l'ion fer.

2. Pour la formule $CuSO_4$, on sait que l'ion sulfate est SO_4^{2-}. Détermine la charge de l'ion cuivre.

8 Finale brevet : formule et expérience ★★★

Rédige une réponse complète et justifiée.

Un solide A est constitué d'ions Ba^{2+} et Cl^-. Écris sa formule, puis explique pourquoi A peut conduire le courant lorsqu'il est dissous dans l'eau mais pas lorsqu'il est solide.

ÉVALUATION

Réponds avec rigueur et justifie les calculs de charges.

Barème : 20 points

1. Définis les mots « cation » et « anion ». / 3

2. Écris la formule du composé formé d'ions Mg^{2+} et N^{3-} en justifiant. / 4

3. Écris la formule du composé formé d'ions Al^{3+} et OH^- en justifiant l'écriture. / 4

4. Indique si Ca_2O_2 est une formule correctement écrite pour un composé ionique et justifie. / 3

5. Explique pourquoi un solide ionique ne conduit généralement pas le courant. / 3

6. Une solution aqueuse contient des ions Cu^{2+} et SO_4^{2-}. Écris la formule du composé correspondant et vérifie sa neutralité. / 3

Les conseils de Coach Vince

Écris la vérification
Après chaque formule ionique, calcule la somme des charges dans une ligne courte. Au brevet, cette vérification montre que ta réponse est justifiée.

Nommer avant de conclure
Dans une question sur la conductivité, cite les ions présents puis indique s'ils sont mobiles. Une conclusion sans cause scientifique reste incomplète.

Pose la formule de masse volumique
Pour une masse volumique, commence toujours par $\rho = m \div V$. Tu évites ainsi d'inverser la division et tu penses plus facilement aux unités.

Pour aller plus loin sur exercices-3eme.fr

- **Toutes les fiches de Physique-chimie en 3e** · /physique-chimie-3eme/
- **Le domaine « matiere » en 3e** · /physique-chimie-3eme/matiere/
- **Préparer le brevet (dates, épreuves, méthode)** · /brevet/