

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE · CHAPITRE 1



R. RINGUET · 2026 – 2027

Exercices 1 Transformations acide-base

Les bases : acide et base de Brönsted, couples, demi-équations, équation d'une réaction acide-base

10 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 1 h 30 · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Reconnaître un acide et une base de Brönsted, écrire la demi-équation d'un couple, donner l'espèce conjuguée, identifier une espèce amphotère.
- Écrire l'équation d'une réaction acide-base à partir des deux couples ; représenter le schéma de Lewis et la formule semi-développée d'un acide carboxylique, d'un ion carboxylate, d'une amine, d'un ion ammonium.

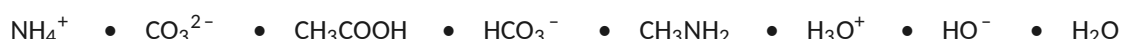
■ RAPPEL — Le formulaire du chapitre

- **Acide de Brönsted** : espèce capable de *céder* un ion hydrogène H^+ . **Base de Brönsted** : espèce capable de *capter* un ion H^+ .
- **Couple acide-base** AH/A^- : deux espèces conjuguées reliées par la **demi-équation** $AH \rightleftharpoons A^- + H^+$ (écriture formelle : l'ion H^+ n'existe pas seul en solution). **Réaction acide-base** : transfert d'un ion H^+ de l'acide d'un couple vers la base d'un autre couple, $A_1H + A_2^- \longrightarrow A_1^- + A_2H$.
- **Espèce amphotère** : espèce qui est l'acide d'un couple et la base d'un autre couple (eau, ion hydrogéno-carbonate, acides α -aminés).
- **Couples à connaître** : H_3O^+/H_2O et H_2O/HO^- • $CO_2, H_2O/HCO_3^-$ et HCO_3^-/CO_3^{2-} • $R-COOH/R-COO^-$ (acide carboxylique / ion carboxylate) • $R-NH_3^+/R-NH_2$ (ion ammonium / amine), dont NH_4^+/NH_3 .

Exercice 1 Acide, base, ou les deux ?

●○○

On considère les espèces chimiques suivantes :



- 1.1 Définir, en une phrase chacun, un acide et une base au sens de Brönsted.
- 1.2 Pour chaque espèce, indiquer si elle peut se comporter en acide, en base, ou les deux, en justifiant par la demi-équation acide-base correspondante.
- 1.3 Relever les deux espèces amphotères de la liste.

Exercice 2 Demi-équations acide-base

●○○

- 2.1 Écrire la demi-équation acide-base associée à chacun des couples suivants.

a) HF/F^-	b) NH_4^+/NH_3	c) $HCOOH/HCOO^-$
d) HSO_4^-/SO_4^{2-}	e) $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$	f) $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$
- 2.2 Relever les couples dont l'acide est un ion. Justifier que, dans tout couple, l'acide et sa base conjuguée diffèrent d'un atome d'hydrogène et d'une unité de charge.

Exercice 3 Retrouver l'espèce conjuguée

●○○

- 3.1 Recopier et compléter le tableau ci-dessous, puis nommer chaque couple obtenu. On donne : H_2S est le sulfure d'hydrogène et $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ l'aniline.

Acide	$\text{CH}_3 - \text{COOH}$		HCO_3^-		$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$
Base conjuguée		NH_3		HS^-	

- 3.2 L'ion H_2PO_4^- est la base conjuguée d'un acide et l'acide conjugué d'une base. Donner ces deux espèces et écrire les deux demi-équations correspondantes.

Exercice 4 Les deux couples de l'eau

●○○

- 4.1 Écrire la demi-équation acide-base du couple $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$, puis celle du couple $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$. En déduire pourquoi l'eau est une espèce amphotère.
- 4.2 L'ion H^+ n'est qu'un proton : il ne peut pas exister seul en solution aqueuse. Représenter les schémas de Lewis de la molécule d'eau et de l'ion oxonium H_3O^+ , puis expliquer, à l'aide des doublets non liants, comment l'ion H_3O^+ se forme.
- 4.3 L'ion hydroxyde HO^- possède trois doublets non liants : vérifier cette affirmation en représentant son schéma de Lewis.

Exercice 5 Écrire l'équation d'une réaction acide-base

●●○

Pour chacune des transformations suivantes, identifier les deux couples acide-base mis en jeu, écrire les deux demi-équations, puis en déduire l'équation de la réaction.

- 5.1 L'acide méthanoïque HCOOH réagit avec l'ammoniac NH_3 .
- 5.2 L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- réagit avec l'ion oxonium H_3O^+ ; il se dégage du dioxyde de carbone.
- 5.3 La méthanimine CH_3NH_2 réagit avec l'eau.
- 5.4 L'ion éthanoate CH_3COO^- réagit avec l'ion oxonium H_3O^+ .
- 5.5 L'acide éthanoïque CH_3COOH réagit avec l'ion carbonate CO_3^{2-} pour donner de l'ion hydrogénocarbonate. Indiquer, pour cette dernière transformation, quelle espèce cède l'ion H^+ et quelle espèce le capte.

Exercice 6 Schémas de Lewis et formules semi-développées

●●○

Le schéma de Lewis de l'acide méthanoïque est donné figure 1.

- 6.1 Compter, sur la figure 1, les doublets liants et non liants, et vérifier la règle de l'octet (ou du duet) pour chaque atome. Donner ensuite la formule semi-développée de l'acide propanoïque $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ en entourant son groupe caractéristique.
- 6.2 Représenter le schéma de Lewis de l'ion méthanoate HCOO^- . Combien de doublets non liants porte-t-il ? Où se trouve la charge négative ?
- 6.3 Donner la formule semi-développée de l'éthanimine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ et celle de l'ion éthylammonium, puis représenter le schéma de Lewis de chacune. Expliquer, à l'aide de ces schémas, pourquoi l'azote d'une amine peut capter un ion H^+ , alors que l'ion ammonium correspondant ne le peut pas.

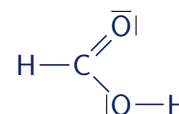


Figure 1 — Schéma de Lewis de l'acide méthanoïque HCOOH

Exercice 7 Détartre une bouilloire



Le tartre d'une bouilloire est du carbonate de calcium $\text{CaCO}_3(\text{s})$. On verse sur $m = 1,50 \text{ g}$ de tartre une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration $c = 0,50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ en ion oxonium : une vive effervescence se produit et le gaz dégagé trouble l'eau de chaux. La transformation est totale ; l'ion Cl^- ne réagit pas.

■ **DONNÉES** M en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{C}) = 12,0$ • $M(\text{O}) = 16,0$ • $M(\text{Ca}) = 40,1$ • $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

- 7.1 Quel gaz est identifié par le test à l'eau de chaux ? L'ion carbonate CO_3^{2-} du tartre capte successivement deux ions H^+ : écrire les deux demi-équations correspondantes, en utilisant les deux couples de l'acide carbonique.
- 7.2 Vérifier que l'équation de la réaction s'écrit : $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$.
- 7.3 Calculer la quantité de matière de carbonate de calcium dissoute, puis le volume de gaz dégagé.
- 7.4 En déduire le volume minimal de solution d'acide chlorhydrique à verser pour dissoudre tout le tartre, puis citer deux observations expérimentales qui montrent qu'un transfert d'ion H^+ a bien eu lieu.

Exercice 8 Une eau minérale gazeuse



L'étiquette d'une eau minérale gazeuse indique une teneur en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- de $1\,220 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

■ **DONNÉES** M en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{H}) = 1,0$ • $M(\text{C}) = 12,0$ • $M(\text{O}) = 16,0$ • $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

- 8.1 Calculer la masse molaire de l'ion hydrogénocarbonate, puis la concentration en quantité de matière de cet ion dans l'eau, en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- 8.2 Écrire les deux demi-équations acide-base montrant que l'ion HCO_3^- est une espèce amphotère. Préciser les deux couples auxquels il appartient.
- 8.3 On verse quelques gouttes d'acide chlorhydrique dans un verre de cette eau : il se produit une effervescence. Écrire l'équation de la réaction entre l'ion HCO_3^- et l'ion H_3O^+ , puis calculer le volume maximal de dioxyde de carbone qu'une bouteille de 200 mL de cette eau pourrait ainsi libérer en présence d'un excès d'acide.
- 8.4 On verse maintenant dans un autre verre de cette eau une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) : écrire l'équation de la réaction entre HCO_3^- et HO^- . Quel rôle l'ion hydrogénocarbonate joue-t-il ici ?

Exercice 9 Ammoniac et ion ammonium



L'ammoniac NH_3 est un gaz à l'odeur piquante, très soluble dans l'eau ; sa solution aqueuse est utilisée comme produit de nettoyage.

- 9.1 Représenter le schéma de Lewis de la molécule d'ammoniac, puis celui de l'ion ammonium NH_4^+ . Combien de doublets non liants porte chacune de ces deux espèces ?
- 9.2 Écrire la demi-équation acide-base du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$, puis l'équation de la réaction entre l'ammoniac et l'eau et celle entre l'ion ammonium et l'ion hydroxyde HO^- . Indiquer à chaque fois le sens du transfert de l'ion H^+ .
- 9.3 Le nettoyage d'un four à l'ammoniac ménager doit se faire loin de tout détartrant, qui contient des ions H_3O^+ . Écrire l'équation de la réaction qui se produirait et expliquer pourquoi le produit perdrait toute efficacité.

Exercice 10 Y a-t-il transfert d'un ion H^+ ?



Trois expériences sont réalisées au laboratoire. **A** : on verse de l'acide chlorhydrique sur un morceau de craie (carbonate de calcium) ; une effervescence apparaît, le gaz dégagé trouble l'eau de chaux et le solide disparaît. **B** : on plonge un ruban de magnésium $\text{Mg}(\text{s})$ dans de l'acide chlorhydrique ; le métal disparaît, il se dégage un gaz qui détone à l'approche d'une flamme et la solution obtenue contient des ions Mg^{2+} . **C** : on mélange une solution d'ammoniac et une solution d'acide éthanoïque ; rien n'est visible, mais l'odeur d'ammoniac disparaît.

- 10.1 Identifier, pour chaque expérience, le gaz formé lorsqu'il y en a un.
- 10.2 Dans laquelle de ces trois expériences n'y a-t-il pas de transfert d'ion H^+ ? Écrire son équation et préciser la nature de la particule échangée.

- 10.3** Pour les deux autres, écrire l'équation de la réaction et nommer les couples acide-base mis en jeu. Comment, à partir des seules observations, peut-on soupçonner qu'une transformation est une réaction acide-base ?