Corrigé et barème – acides, bases et réactions : pH, réactions des acides et équations avec des ions — niveau ★★★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Chimie 3e

Exercice 1 – Problème — la pièce creuse *(5 pts)*

a) Le cuivre n'est pas attaqué par l'acide chlorhydrique : intacte, la couche de cuivre protège le zinc. L'entaille met le zinc au contact de l'acide (0,5 pt). On approche une flamme du gaz recueilli dans un tube : une petite **détonation** montre que c'est du dihydrogène. (0,5 pt) (1)

b) $\mathbf{Zn + 2\ H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2}$ (0,5 pt). Le zinc n'a pas disparu : il est **dans la solution, sous forme d'ions $\mathbf{Zn^{2+}}$**. (0,5 pt) (1)

c) Zinc : $2{,}5 \times (100 - 2{,}5) \div 100 = \mathbf{2{,}4375\ g}$, soit environ 2,44 g (0,5 pt). Dihydrogène : $2{,}4375 \times 2 \div 65 = \mathbf{0{,}075\ g}$. (0,5 pt) (1)

d) Le zinc perdu par la pièce n'est pas parti en gaz : ses atomes sont devenus des ions Zn^{2+} dissous, de même masse à peu près, car les électrons perdus sont très légers (0,5 pt). Seul le dihydrogène quitte le bécher : **environ 0,075 g**, plus de 30 fois moins que 2,44 g. (0,5 pt) (1)

e) Le fer de l'acier est attaqué : il se forme des ions **fer (II) $\mathbf{Fe^{2+}}$**, qui colorent la solution en vert pâle (0,5 pt). $\mathbf{Fe + 2\ H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2}$; avec la soude, la solution donne un **précipité vert**. (0,5 pt) (1)

Piège — un métal qui « disparaît » dans un acide ne perd pas sa masse : seul le gaz quitte le récipient, le métal reste dans la solution sous forme d'ions.

Exercice 2 – Calcaire ou dolomie ?

(5 pts)

a) $\mathbf{CaMg(CO_3)_2 + 4\ H^+ \rightarrow Ca^{2+} + Mg^{2+} + 2\ H_2O + 2\ CO_2}$ (0,5 pt). Ca : 1 et 1 ; Mg : 1 et 1 ; C : 2 et 2 ; O : 6 et $2 + 4 = 6$; H : 4 et $2 \times 2 = 4$; charge : $+4$ à gauche, $+2 + 2 = +4$ à droite. (0,5 pt) (1)

b) Calcaire : $3{,}68 \times 44 \div 100 \approx 1{,}62$ g ; dolomie : $3{,}68 \times 88 \div 184 = 1{,}76$ g (0,5 pt). On a mesuré 1,76 g : la roche est de la **dolomie**. (0,5 pt) (1)

c) D'après l'équation, 4 ions H^+ pour 2 molécules CO_2, soit 2 ions H^+ par molécule : $3\,000 \times 2 = \mathbf{6\,000\ ions\ H^+}$ (0,5 pt). 1 ion Ca^{2+} et 1 ion Mg^{2+} pour 2 CO_2 : **1 500 ions $\mathbf{Ca^{2+}}$ et 1 500 ions $\mathbf{Mg^{2+}}$**. (0,5 pt) (1)

d) Dans les deux réactions, chaque molécule de CO_2 formée correspond à 2 ions H^+ consommés : à masse de CO_2 égale, même nombre d'ions H^+. 44 g de CO_2 viennent de 100 g de calcaire, ou de $184 \div 2 = 92$ g de dolomie (0,5 pt). Il faut donc une masse de dolomie un peu **plus petite** (92 g au lieu de 100 g). (0,5 pt) (1)

e) On ajoute un peu de BBT : il reste jaune (pH inférieur à 6,0), il reste des ions H^+ ; ou un petit morceau de roche mousse encore (0,5 pt). Le pH a **augmenté** pendant la réaction, car la roche a consommé des ions H^+ ; il est resté inférieur à 7, puisque l'acide était en excès. (0,5 pt) (1)

Méthode — pour comparer deux réactifs qui consomment des ions H^+, je ramène les données à une même quantité de produit (ici 44 g de CO_2) : les masses deviennent directement comparables.

Exercice 3 – Deux bases pour un acide *(5 pts)*

a) Neutralité : **1 500 ions Cl^-** par goutte d'acide (0,5 pt) ; **1 000 ions HO^-** par goutte de soude ; **2 000 ions HO^-** par goutte d'eau de chaux, car un ion Ca^{2+} porte deux charges +. (0,5 pt) (1)

b) 20 gouttes d'acide : $20 \times 1\,500 = 30\,000$ ions H^+, qui demandent 30 000 ions HO^-. Soude : $30\,000 \div 1\,000 =$ **30 gouttes** (0,5 pt) ; eau de chaux : $30\,000 \div 2\,000 =$ **15 gouttes**. (0,5 pt) (1)

c) 12 gouttes apportent $12 \times 2\,000 = 24\,000$ ions HO^-, tous consommés : H^+ : $30\,000 - 24\,000 =$ **6 000** ; Cl^- : **30 000** ; Ca^{2+} : **12 000** (0,5 pt). Mélange **acide**, BBT **jaune** ; charges + : $6\,000 + 2 \times 12\,000 = 30\,000 =$ charges −. (0,5 pt) (1)

d) Il reste 6 000 ions H^+ : $6\,000 \div 1\,000 =$ **6 gouttes** de soude (0,5 pt). À la fin : 30 000 ions Cl^-, 12 000 ions Ca^{2+} et 6 000 ions Na^+ (charges + : $24\,000 + 6\,000 = 30\,000$), et très peu d'ions H^+ et HO^-, en nombres égaux. (0,5 pt) (1)

e) **Oui** (0,5 pt) : diluer ne change pas le nombre d'ions H^+ des 20 gouttes, il les répartit seulement dans plus d'eau ; il faut toujours 30 000 ions HO^-, donc 15 gouttes d'eau de chaux. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — compter les gouttes de base au lieu des ions HO^- : une goutte d'eau de chaux, avec ses ions Ca^{2+} à deux charges +, apporte deux fois plus d'ions HO^- qu'une goutte de soude au même nombre de cations.

Exercice 4 – Vrai ou faux ? *(5 pts)*

a) **Faux** (0,5 pt) : toute solution aqueuse contient des ions H^+ et des ions HO^- ; une solution basique contient quelques ions H^+, mais les ions HO^- y sont majoritaires. Seule une solution où les ions H^+ sont majoritaires est acide. (0,5 pt) (1)

b) **Vrai** (0,5 pt) : 6,9 est inférieur à 7, la solution est (légèrement) acide ; le BBT est vert entre 6,0 et 7,6, il ne dit pas si le pH est au-dessus ou au-dessous de 7. (0,5 pt) (1)

c) **Faux** (0,5 pt) : la charge est conservée (+3 de chaque côté) ; ce sont les atomes d'hydrogène qui ne le sont pas (3 et 2). Écriture ajustée : $\mathbf{2\ Al + 6\ H^+ \rightarrow 2\ Al^{3+} + 3\ H_2}$. (0,5 pt) (1)

d) **Vrai** (0,5 pt) : $Mg + 2\ H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2$ donne 1 molécule H_2 par atome Mg ; $2\ Al + 6\ H^+ \rightarrow 2\ Al^{3+} + 3\ H_2$ en donne 3 pour 2 atomes Al. Pour 3 000 molécules H_2 : 3 000 atomes Mg, mais 2 000 atomes Al seulement. (0,5 pt) (1)

e) **Faux** (0,5 pt) : une solution est toujours électriquement neutre ; les charges + des ions H^+ sont compensées par des anions (Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}…), qui restent spectateurs dans les réactions de l'acide. (0,5 pt) (1)

Astuce — pour juger une affirmation, je cherche un contre-exemple précis (une solution, une équation, des nombres) ; si je n'en trouve pas, je prouve qu'elle est vraie par l'équation ou par un calcul.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).