Corrigé – Brevet 2015 – Physique-Chimie – Métropole

Une chute spectaculaire, Une pêche miraculeuse, Le très long voyage de la sonde Rosetta

Corrigé détaillé rédigé par Ben, professeur particulier – benprofparticulier.fr

Première partie – Une chute spectaculaire *(6 pts)*

1.1. Dans la relation $E_c = \dfrac{1}{2}\,m\,v^2$: v **est la vitesse** de l'objet et m **est sa masse** (E_c est l'énergie cinétique).

1.2. Dans le système international : **la vitesse v s'exprime en mètres par seconde (m/s)** et **la masse m en kilogrammes (kg)**. L'énergie cinétique est alors obtenue en joules (J).

1.3. On convertit d'abord les données dans les unités SI :

- $m = 10\,000 \text{ t} = 10\,000 \times 1\,000 \text{ kg} = 10\,000\,000 \text{ kg} = 1 \times 10^7 \text{ kg}$;
- $v = 20 \text{ km/s} = 20\,000 \text{ m/s} = 2 \times 10^4 \text{ m/s}$.

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^7 \times \left(2 \times 10^4\right)^2 = \frac{1}{2} \times 10^7 \times 4 \times 10^8 = 2 \times 10^{15} \text{ J}$$

L'énergie cinétique de la météorite à son entrée dans l'atmosphère vaut $E_c = 2 \times 10^{15}$ J (soit 2 000 000 000 000 000 J).

> ⚠ **Piège.** La vitesse est au carré : $(2 \times 10^4)^2 = 4 \times 10^8$ et non 4×10^4. Et la masse doit être en kilogrammes, pas en tonnes : sinon ton résultat est faux d'un facteur 1 000.

1.4. On convertit 440 kilotonnes de TNT en joules : $E = 440 \times 4{,}2 \times 10^{12} = 1\,848 \times 10^{12} \approx 1{,}8 \times 10^{15}$ J. Cette valeur est très proche de l'énergie cinétique calculée (2×10^{15} J) : elle est du même ordre de grandeur et l'écart n'est que d'environ 8 %, ce qui est normal puisque la masse (« environ » 10 000 tonnes) et la vitesse (« de l'ordre de » 20 km/s) sont des estimations. **La valeur de 440 kilotonnes de TNT est donc en accord avec l'énergie cinétique calculée.**

2.1. L'énergie cinétique dépend de la masse et de la vitesse. Or, dans l'atmosphère, la météorite ralentit fortement (sa vitesse diminue) et se fragmente (la masse du bloc principal diminue). **Son énergie cinétique diminue donc au cours de la traversée de l'atmosphère.** Cette énergie n'est pas perdue : à cause des frottements avec l'air, elle est en grande partie convertie en énergie thermique (la météorite s'échauffe) et en énergie lumineuse (l'éclat aveuglant).

2.2. Les frottements avec l'air freinent les objets venus de l'espace, les échauffent et les font se fragmenter : la plupart des météorites se consument ou se désintègrent avant d'atteindre le sol, et celles qui arrivent au sol ont perdu une grande partie de leur énergie. **L'atmosphère protège ainsi la surface de la Terre des impacts, d'où son surnom de « bouclier de la Terre ».**

Deuxième partie – Une pêche miraculeuse *(6.5 pts)*

1.1. Après un long séjour dans l'eau, une couche rougeâtre *s'est formée* à la surface du fragment : c'est le signe d'une corrosion en milieu humide. Or, d'après le document 1, le cuivre est « très résistant à la corrosion en milieu humide » : il ne peut pas expliquer cette couche. D'après le document 2, le fer, en présence d'humidité, « se corrode et forme de la rouille », un mélange d'oxydes de fer de couleur rougeâtre. **Le métal présent dans le fragment peut donc être le fer.**

1.2. D'après le document 2, le fer est attiré par un aimant. **Test simple : approcher un aimant du fragment ; s'il est attiré, il contient du fer** (le cuivre, lui, n'est pas attiré par un aimant).

2.1. Le pictogramme indique un produit corrosif. Précautions (deux suffisent) : **porter des lunettes de protection et des gants** ; on peut aussi porter une blouse en coton, travailler avec de petites quantités, ne jamais goûter ni respirer le produit, et rincer abondamment à l'eau en cas de projection.

2.2. La solution d'acide chlorhydrique est acide : **pH < 7**.

2.3. Les deux ions présents dans la solution d'acide chlorhydrique sont **l'ion hydrogène H^+** et **l'ion chlorure Cl^-**.

2.4. D'après le document 2 de l'annexe, le gaz qui produit une légère détonation au contact d'une allumette enflammée est le dihydrogène. **Le gaz formé est le dihydrogène (H_2).**

2.5.1. D'après le document 1 de l'annexe, les ions fer (II) se détectent avec une solution d'hydroxyde de sodium, qui donne un précipité verdâtre. Légende du schéma :

- flacon (en haut) : **solution d'hydroxyde de sodium (soude)** ;
- tube à essai (en bas) : **solution à tester (contenant des ions fer II), où apparaît un précipité verdâtre**.

2.5.2. Le pH a augmenté : la solution est devenue moins acide, il y a donc moins d'ions hydrogène. Au cours de la réaction, des ions hydrogène H^+ **disparaissent**.

Bilan de la transformation. fer + acide chlorhydrique → dihydrogène + chlorure de fer (II), c'est-à-dire, en détaillant les ions : fer + ions hydrogène → ions fer (II) + dihydrogène (les ions chlorure ne réagissent pas, ils restent spectateurs).

Équation chimique correspondante (facultative) : $Fe + 2\,H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$. Elle est équilibrée : 1 atome de fer et 2 atomes d'hydrogène de chaque côté, et 2 charges positives de chaque côté.

> 💡 **Astuce.** Un bilan s'écrit toujours « réactifs → produits ». Les produits se retrouvent grâce aux tests de la partie : le gaz (question 2.4) et l'ion fer (II) (question 2.5.1) ; le réactif qui disparaît se lit grâce au pH (question 2.5.2).

Troisième partie – Le très long voyage de la sonde Rosetta *(5.5 pts)*

1.1. Un panneau photovoltaïque est alimenté par **la lumière du Soleil (énergie solaire, rayonnement lumineux)**.

1.2. Autre source d'énergie renouvelable (une suffit) : **le vent (énergie éolienne)** ; on peut aussi citer l'eau en mouvement (énergie hydraulique), la chaleur du sous-sol (géothermie) ou la biomasse.

1.3. Diagramme de conversion complété :

- énergie reçue (à gauche) : **énergie lumineuse** ;
- énergie utile produite (à droite) : **énergie électrique** ;
- pertes : **énergie thermique** (les panneaux chauffent).

1.4. Hypothèse : au cours de sa mission, la sonde s'est beaucoup éloignée du Soleil pour rejoindre la comète. **Plus elle est loin du Soleil, moins ses panneaux reçoivent de lumière, donc moins ils produisent d'énergie électrique** : la puissance passe de 10 kW à 1,3 kW. On peut ajouter une seconde hypothèse : le vieillissement des panneaux (ou des poussières déposées à leur surface) au bout de dix ans de voyage diminue aussi leur rendement.

2. L'attraction exercée par Mars sur la sonde est **l'interaction gravitationnelle** (attraction due à la masse des deux objets).

3.1. Le poids est une force : il s'exprime en **newtons (N)**, alors que le kilogramme est l'unité de la **masse**. La balance indique la masse de Philae : il fallait dire « une **masse** de 100 kg ». Son poids sur Terre vaut $P = m \times g = 100 \times 9{,}8 = 980$ N (avec $g \approx 9{,}8$ N/kg).

> ⚠ **Piège.** Ne confonds pas masse et poids : la masse (en kg) est la quantité de matière et ne dépend pas du lieu ; le poids (en N) est la force d'attraction exercée par l'astre et dépend du lieu, selon la relation $P = m \times g$.

3.2. La masse d'un objet ne dépend pas du lieu où il se trouve. **La masse de Philae sur la comète est donc toujours de 100 kg** (et non 1 g).

3.3. La phrase des médias signifie que, sur la comète, Philae a le même poids qu'un objet de 1 g sur Terre. Son poids est donc divisé par $\dfrac{100\ \text{kg}}{1\ \text{g}} = \dfrac{100\,000\ \text{g}}{1\ \text{g}} = 100\,000$. Comme $P = m \times g$ et que la masse m ne change pas, c'est l'intensité de la pesanteur g qui est divisée par 100 000. **L'intensité de la pesanteur sur la comète est environ 100 000 fois plus faible que sur Terre** : $g_{\text{comète}} \approx \dfrac{9{,}8}{100\,000} \approx 1 \times 10^{-4}$ N/kg. C'est logique : la comète a une masse bien plus petite que celle de la Terre, donc elle attire beaucoup moins les objets.

Conseils pour le jour J

Ce sujet récompense surtout la rigueur sur les unités : convertis les tonnes en kilogrammes et les km/s en m/s avant de calculer l'énergie cinétique, et n'oublie pas le carré sur la vitesse. Écris toujours la formule littérale, puis l'application numérique, puis le résultat avec son unité (J, N, N/kg). À la question 1.4, « en accord » ne veut pas dire « égal » : compare les deux valeurs et explique que l'écart est faible.

Dans la deuxième partie, chaque réponse se justifie par une phrase prise dans les documents (document 1 et 2 pour le métal, annexes de la page 8/8 pour le gaz et les ions). Recopie le nom exact du détecteur et du résultat observé : c'est ce qui rapporte les points. Pour le bilan, pense « réactifs → produits » et sers-toi des tests que tu viens de faire.

La troisième partie est rapide si tu maîtrises la différence entre masse (kg, ne change pas) et poids (N, dépend du lieu). Garde quelques minutes pour te relire : 2 points sont attribués à l'orthographe et à la présentation.

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).