Exercice 1 : Des ions dans notre corps

10,5 points

1) D'après le texte, c'est l'ion calcium Ca^{2+} qui intervient dans la contraction musculaire. D'après le document 1, il nous est apporté par le **lait, les yaourts, les fromages et les amandes**.

2) L'ion Ca^{2+} provient d'un atome qui a perdu deux électrons : c'est l'atome de **calcium**, de symbole **Ca**.

3) La masse des électrons est négligeable devant celle du noyau : la masse de l'atome est pratiquement celle de ses A nucléons. Pour le calcium, $A = 40$:

$$m_{\text{Ca}} \approx A \times m_{\text{nucléon}} = 40 \times 1{,}67 \times 10^{-27}\,\text{kg} = \boxed{6{,}68 \times 10^{-26}\,\text{kg}}$$

4) Quatre points communs (on en attend quatre parmi ceux-ci) :

- les deux atomes donnent un ion monoatomique de même charge, $+e$ (Na^+ et K^+) : chacun perd **un seul électron** ;
- ils possèdent **un électron de valence** (pour le sodium, $Z = 11$: $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^1$) ;
- ils sont dans la **même colonne**, la première, du tableau périodique (le potassium est situé sous le sodium) ;
- ils appartiennent à la **même famille chimique**, celle des métaux alcalins, et ont donc des propriétés chimiques voisines.

Sont aussi acceptés : ce sont deux **métaux** ; leurs ions ont la configuration électronique du **gaz noble qui les précède** (néon pour Na^+, argon pour K^+) ; ils ont le **même nombre d'électrons sur leur couche externe**.

5) Le numéro atomique Z donne le nombre de protons et le nombre de masse A le nombre de nucléons (protons et neutrons). Pour le magnésium ($Z = 12$, $A = 24$) :

$$\text{protons} : Z = 12 \qquad \text{neutrons} : N = A - Z = 24 - 12 = 12$$

Le noyau de l'atome de magnésium contient **12 protons et 12 neutrons**.

6) L'atome est électriquement neutre : il possède autant d'électrons que de protons, soit 12 électrons.

$$\text{Mg} : \boxed{1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2}$$

7) L'ion Mg^{2+} provient de l'atome de magnésium qui a perdu 2 électrons : il en possède $12 - 2 = 10$.

$$Mg^{2+} : \boxed{1s^2\,2s^2\,2p^6}$$

C'est la configuration électronique du néon, un gaz noble : l'ion est stable.

8) **Ligne** : la dernière couche occupée de l'atome de magnésium est la couche $n = 3$ ($3s^2$), donc l'élément est situé dans la **3e ligne** (période) du tableau.

Colonne : l'atome possède 2 électrons de valence ($3s^2$), donc l'élément est situé dans la **2e colonne** du tableau.

Exercice 2 : La sonde Venus Express

3,5 points

1) Dans le référentiel du technicien (référentiel terrestre), les positions successives de la pointe sont alignées sur une droite verticale : le mouvement est **rectiligne**. Les positions sont repérées à intervalles de temps égaux et la distance entre deux positions successives augmente : la pointe parcourt une distance de plus en plus grande pendant la même durée, sa vitesse augmente, le mouvement est **accéléré**.

Le mouvement de la pointe du lanceur est **rectiligne accéléré** (vertical, vers le haut).

2) La sonde est enfermée dans le lanceur et se déplace avec lui : sa position par rapport au lanceur ne change pas. Dans le référentiel lié au lanceur, la sonde Venus Express est **immobile**.

3) Dans le référentiel héliocentrique, la vitesse moyenne est le quotient de la distance parcourue par la durée du parcours :

$$v_{\text{moy}} = \frac{d}{\Delta t}$$

On convertit dans les unités du système international :

$$d = 400 \times 10^6 \text{ km} = 4{,}00 \times 10^8 \text{ km} = 4{,}00 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$\Delta t = 153 \times 24 \times 3\,600 \text{ s} = 1{,}321\,92 \times 10^7 \text{ s}$$

$$v_{\text{moy}} = \frac{4{,}00 \times 10^{11} \text{ m}}{1{,}321\,92 \times 10^7 \text{ s}} = 3{,}03 \times 10^4 \text{ m·s}^{-1} \approx \boxed{3{,}0 \times 10^4 \text{ m·s}^{-1}}$$

La sonde a voyagé à environ 30 km·s^{-1} en moyenne. (La distance étant donnée « environ », deux chiffres significatifs suffisent ; $3{,}03 \times 10^4 \text{ m·s}^{-1}$ est accepté.)

Exercice 3 : Le pendule

6 points

1) Dans le référentiel terrestre, les positions successives du point G sont situées sur une courbe : un arc de cercle centré sur le point d'attache du fil, de rayon L. Le mouvement est **curviligne** (plus précisément **circulaire**).

Les positions sont repérées à intervalles de temps égaux. De G_1 à G_7, la distance entre deux positions successives augmente (de 0,5 cm à 1,4 cm environ sur le document) : le mouvement est **accéléré** pendant la descente. De G_8 à G_{13}, elle diminue (de 1,4 cm à 0,7 cm environ) : le mouvement est **ralenti** pendant la remontée. Le mouvement est donc circulaire, d'abord accéléré puis ralenti ; la vitesse est maximale au point le plus bas, entre G_7 et G_8.

2) La vitesse du point G en G_5 est approchée par la vitesse moyenne entre G_5 et la position suivante G_6, parcourue pendant la durée Δt :

$$v_5 \approx \frac{G_5G_6}{\Delta t} \qquad \text{et de même} \qquad v_6 \approx \frac{G_6G_7}{\Delta t}$$

On mesure $G_5G_6 \approx 1{,}3 \text{ cm}$ sur le document, soit en réalité $2 \times 1{,}3 \text{ cm} = 2{,}6 \text{ cm} = 2{,}6 \times 10^{-2} \text{ m}$,

avec $\Delta t = 30\,\text{ms} = 3{,}0 \times 10^{-2}\,\text{s}$:

$$v_5 \approx \frac{2{,}6 \times 10^{-2}\,\text{m}}{3{,}0 \times 10^{-2}\,\text{s}} \approx \boxed{0{,}87\,\text{m·s}^{-1}}$$

On mesure $\text{G}_6\text{G}_7 \approx 1{,}4\,\text{cm}$ sur le document, soit $2{,}8\,\text{cm} = 2{,}8 \times 10^{-2}\,\text{m}$ en réalité :

$$v_6 \approx \frac{2{,}8 \times 10^{-2}\,\text{m}}{3{,}0 \times 10^{-2}\,\text{s}} \approx \boxed{0{,}93\,\text{m·s}^{-1}}$$

Tolérance : G_5G_6 mesuré entre 1,25 et $1{,}40\,\text{cm}$ (v_5 de 0,83 à $0{,}93\,\text{m·s}^{-1}$) et G_6G_7 entre 1,35 et $1{,}45\,\text{cm}$ (v_6 de 0,90 à $0{,}97\,\text{m·s}^{-1}$) sont acceptés. La méthode $v_5 \approx \text{G}_4\text{G}_6/(2\,\Delta t)$ est acceptée aussi ($\text{G}_4\text{G}_6 \approx 2{,}5\,\text{cm}$, $v_5 \approx 0{,}82\,\text{m·s}^{-1}$; $\text{G}_5\text{G}_7 \approx 2{,}7\,\text{cm}$, $v_6 \approx 0{,}90\,\text{m·s}^{-1}$).

3) Caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v}_5$:

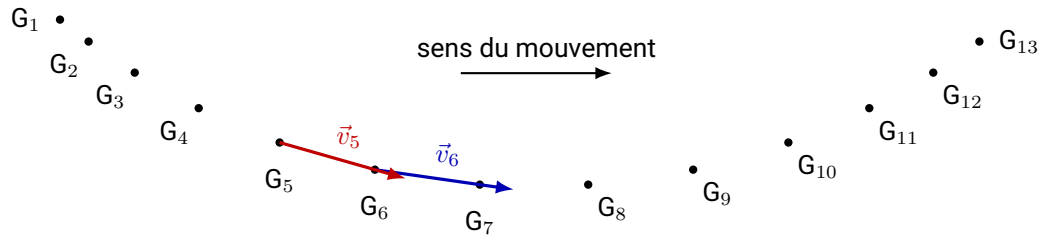
- **point d'application** : la position G_5 ;
- **direction** : celle de la droite (G_5G_6), pratiquement tangente à la trajectoire en G_5 ;
- **sens** : de G_5 vers G_6, celui du mouvement ;
- **valeur** : $v_5 \approx 0{,}87\,\text{m·s}^{-1}$.

4) Avec l'échelle $1\,\text{cm}$ pour $0{,}5\,\text{m·s}^{-1}$, les longueurs des flèches sont :

$$\ell_5 = \frac{0{,}87\,\text{m·s}^{-1}}{0{,}5\,\text{m·s}^{-1}} \times 1\,\text{cm} \approx \boxed{1{,}7\,\text{cm}} \qquad \ell_6 = \frac{0{,}93\,\text{m·s}^{-1}}{0{,}5\,\text{m·s}^{-1}} \times 1\,\text{cm} \approx \boxed{1{,}9\,\text{cm}}$$

$\vec{v}_5$ part de G_5 et suit la droite (G_5G_6) ; $\vec{v}_6$ part de G_6 et suit la droite (G_6G_7), dans le sens du mouvement. Chaque flèche est plus longue que l'écart entre deux positions : la pointe de $\vec{v}_5$ dépasse G_6 et chevauche le début de $\vec{v}_6$.

Tolérance de tracé : longueur à $\pm\,0{,}1\,\text{cm}$ près ; pour la direction, la droite $(\text{G}_i\text{G}_{i+1})$, la tangente à la trajectoire ou, avec la méthode centrée, la droite $(\text{G}_{i-1}\text{G}_{i+1})$ sont acceptées.



Échelle des longueurs : $1\,\text{cm}$ sur le document pour $2\,\text{cm}$ en réalité. Échelle des vitesses : $1\,\text{cm}$ pour $0{,}5\,\text{m·s}^{-1}$.