

## Devoir Surveillé n°3 de Physique-Chimie

Toute réponse devra, dans la mesure du possible, être **justifiée** par un calcul ou un raisonnement **rédigé**. Le soin apporté à la copie et aux schémas sera pris en compte dans la notation.

L'usage d'une calculatrice **est autorisé**.

La partie **physique** (sur 20 points) est plus courte que la partie **chimie** (sur 20 points également) : nous vous conseillons de consacrer 0h45 à la première partie et 1h15 à la seconde.

***Captain Tsubasa (Olive et Tom en France) est un manga qui a été adapté en animé et diffusé en France à partir de 1988 : on suit les aventures d'Olivier Atton, joueur de football exceptionnel dont le seul but est d'offrir la coupe du monde de football au Japon !***



### QUESTIONS DE COURS (2 points physique + 2 points chimie)

**Avant de partir à son entraînement avec Bruce Harper, Olivier Atton doit finir ses exercices de physique-chimie. Plus il terminera rapidement, plus il pourra s'entraîner avec Roberto !**

1. Donner la définition du système et du référentiel, lorsqu'on étudie un mouvement (1 point).
2. Énoncer le principe d'inertie (1 point).
3. Quel est le nom de la famille des éléments présents dans l'avant-dernière colonne de la classification périodique ainsi que la structure électronique que forment ces éléments ? (1 point)
4. Démontrer la relation  $C_m = C \times M$  où  $C_m$  représente la concentration massique,  $C$  la concentration molaire et  $M$  la masse molaire (1 point).

## PHYSIQUE

### (18 points)

### Exercice 1 – Mouvements dans Olive et Tom (9 points) :

Après avoir sauvé un ballon sur sa ligne de but (cage gardée par Allan Croker), Olivier Atton décide de traverser le terrain avec le ballon. Après une phase de démarrage, il va maintenir sa vitesse. Après avoir fait une passe, il s'arrête pour reprendre son souffle. Nous allons étudier la course d'Olivier Atton par rapport aux spectateurs.

1. Quel référentiel a été choisi ? (0,5 point)
2. Quel est le système étudié ? (0,5 point)



3. a) Remettre dans l'ordre les trois chronophotographies d'Olivier Atton (le mouvement est de la gauche vers la droite), en justifiant avec l'écart observé entre chaque position (1,5 point).  
b) Sans justifier, décrire chaque chronophotographie avec deux adjectifs (1,5 point).

**Les matchs dans Olive et Tom sont cultes en partie à cause de leurs mise en scène très particulière.**

Tout d'abord, les terrains semblent s'étendre jusqu'à perte de vue et la courbure de la Terre est tellement exagérée que les joueurs et buts adverses ne sont pas visibles depuis l'autre bout du terrain.

Ensuite, Olivier Atton court comme un « dératé » pendant de longues minutes pour remonter l'interminable terrain qui était pourtant censé mesurer une centaine de mètres. Ainsi, en 2011, un étudiant en physique japonais a calculé qu'un terrain dans l'animé mesurait pas moins de  $d_1 = 18$  km. De plus, il a estimé que les joueurs devaient parcourir  $d_2 = 225$  km pendant un match d'une durée  $\Delta t_2 = 90$  minutes !!!



4. a) D'après le croquis, comment pourrait-on qualifier la trajectoire d'Olivier Atton dans le référentiel choisi à la question 1 ? Justifier (1 point).  
b) Etant donné que le mouvement change entre les questions 3b et 4a, que peut-on en conclure ? (0,5 point)
5. a) Calculer la vitesse moyenne  $v_m$  d'un joueur pendant tout un match en  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  (1,5 point).  
b) En déduire la durée  $\Delta t_1$  que met un joueur pour traverser le terrain de longueur  $d_1$  dans l'animé. Exprimer le résultat en minutes et secondes (2 points).

## Exercice 2 – La catapulte infernale (9 points) :

**Le championnat bat son plein. La New Team doit absolument battre les Hot Dog pour assurer sa place en 1/4 de finale. Et ce ne sera pas une partie de plaisir car chez les Hot Dog, il y a les terribles jumeaux James et Jason Derrick, les inventeurs d'une passe appelée la « Catapulte infernale »...**



*Situation A :*



*Tout d'abord, Jason (en haut à gauche) glisse sur le dos en ligne droite à vitesse constante tandis que son frère James le rattrape (en bas à droite).*

*Situation B :*



*Ensuite, James saute sur les chaussures de son frère. Pendant un bref instant, James est immobile par rapport à son frère.*

*Situation C :*



*Enfin, James est propulsé en l'air afin de faire une tête plongeante victorieuse, permettant de prendre l'avantage 2-1 en 1/8<sup>e</sup> de finale !*

1. a) Dans la **situation A**, faire le diagramme objet-interactions de Jason (1 point).  
b) Que peut-on dire des forces qui s'exercent sur Jason ? (1 point)
2. a) Dans la **situation B**, que peut-on dire des forces qui s'exercent sur James par rapport à Jason ? (1 point)  
b) James a un poids de 40 N. Donner les 3 caractéristiques de cette force, puis la représenter en annexe avec une échelle de 1 cm pour 4 N (2,5 points).  
c) Deux autres forces s'exercent sur James : la force du pied gauche de Jason notée  $\vec{F}_1$  et celle du pied droit de Jason notée  $\vec{F}_2$ . Schématiser ces deux forces en justifiant (2,5 points).
3. Dans la **situation C**, James est soumis uniquement à son poids. Lors du saut, quelle est la conséquence du poids sur l'énergie cinétique de James ? Justifier (1 point).

## CHIMIE (18 points)

### Exercice 3 – Constitution des os (6 points) :

**La veille du match entre le Newpie et San Francis, Bruce Harper s'est blessé. A la clinique, l'urgentiste lui explique qu'il ne pourra pas jouer le match car son tibia a été fragilisé lors du choc.**

- Bruce, les os du squelette comportent une importante partie minérale constituée de phosphate de calcium de formule  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  : il est à l'origine de la dureté de ton tibia.
- Docteur, comment est-ce que je peux me rétablir ?
- L'ion calcium, qui est un ion monoatomique, est présent en grande quantité dans le lait tandis que l'ion phosphate, qui est un ion polyatomique, est présent dans le fromage par exemple. Si tu manges de ces aliments, tu seras rétabli d'ici 4 semaines.



1. a) Comment s'appelle les lignes dans la classification périodique ? (0,5 point)  
b) Retrouver la position de l'élément chimique calcium dans la classification périodique (0,5 point).
2. a) En déduire la charge de l'ion monoatomique calcium (0,5 point).  
b) Pourquoi est-ce un ion stable ? Citer la loi utilisée (1 point).
3. La charge de l'ion phosphate est globale pour les cinq atomes P et O et se note  $\text{PO}_4^{n-}$ . Déduire de l'électronéutralité du phosphate de calcium  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , la charge de l'ion phosphate, c'est-à-dire la valeur de n. Bien détailler la réponse (1,5 point).
4. Le phosphate de magnésium se trouve également dans la composition des os. Quelle est sa formule ? (1 point).
5. La dureté d'un minéral peut être assurée par des interactions entre les charges positives et négatives des ions qui le constituent. Comparer les charges d'un minéral friable comme le chlorure de sodium et celles d'un minéral dur comme le phosphate de calcium (1 point).

#### Donnée :

		I																				VIII														
1	1	H																					2	He												
2	3	Li	4	Be											5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne										
3	11	Na	12	Mg											13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar										
4	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr

**Exercice 4 – Boisson énergisante (12 points) :**

Ce sont les prolongations entre la Newpie d'Olivier Atton et la Muppet d'Ed Warner.

Roberto en profite pour remplir un bidon de volume  $V = 600 \text{ mL}$  d'une boisson énergisante de sa fabrication : il prévoit ainsi de compenser les pertes en eau et sels minéraux à cause de la sueur d'une part, et en sucre au sein des muscles de ses joueurs d'autre part.

Il suit la recette suivante :

" Mettre dans le bidon le jus de 2 citrons pressés (volume total de  $V_1 = 150 \text{ mL}$ ), une pincée de chlorure de sodium  $\text{NaCl}$  ( $m_2 = 1,0 \text{ g}$ ) et 3 cuillérées de sirop de fructose  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (volume total de  $V_3 = 15 \text{ mL}$ ) de concentration molaire  $C_3 = 0,8 \text{ mol.L}^{-1}$ . Compléter le bidon avec l'eau et agiter. "

**Données :**

- ① **Masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$**  : Na : 23,0 ; Cl : 35,5 ; C : 12,0 ; H : 1,0 ; O : 16,0  
 ② **Nombre d'Avogadro** :  $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$

1. a) Calculer la masse molaire du chlorure de sodium  **$M(\text{NaCl})$**  (0,5 point).  
 b) Calculer la quantité de matière du chlorure de sodium  **$n_2$**  (1 point).  
 c) En déduire que la concentration molaire  **$C_2$**  en chlorure de sodium dans la boisson contenue dans le bidon vaut  $2,8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  (1 point).
2. Déterminer la quantité de matière  **$n_3$**  de fructose introduit dans le bidon (1 point).
3. En déduire le nombre de molécules  **$N_3$**  de fructose dans la boisson contenue dans le bidon (1 point).
4. Calculer la nouvelle concentration molaire  **$C'_3$**  en fructose dans la boisson contenue dans le bidon (1 point).

Les citrons sont utilisés pour le goût et pour l'apport en vitamine C, espèce chimique de formule  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  et de masse molaire égale à  **$M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 176 \text{ g.mol}^{-1}$** .

Le pourcentage massique de celle-ci y est de 0,055 %, ce qui signifie qu'une masse de **100 g de jus de citron contient 0,055 g de vitamine C**.

La masse volumique du jus de citron est  **$\rho(\text{jus}) = 1,1 \text{ g.mL}^{-1}$** .

5. Calculer la masse  **$m_1$**  de jus de citron introduit dans le bidon (1 point).
6. En déduire la masse  **$m_4$**  de vitamine C contenue dans le bidon (1 point).
7. En déduire la concentration massique  **$\text{Cm}_4$**  en vitamine C dans la boisson contenue dans le bidon, puis sa concentration molaire  **$C_4$**  (2 points).

La boisson n'étant pas assez sucrée, Olivier Atton rajoute  **$m'_3 = 3,0 \text{ g}$**  de fructose en poudre, le volume de la boisson demeurant pratiquement inchangé.

8. a) Calculer la quantité de matière  **$n'_3$**  de fructose ajoutée (1 point).  
 b) A l'aide de la réponse à la question 2, calculer la nouvelle concentration molaire  **$C''_3$**  en fructose dans le bidon (1,5 point).

**ANNEXE**  
**(à rendre avec votre copie)**

