

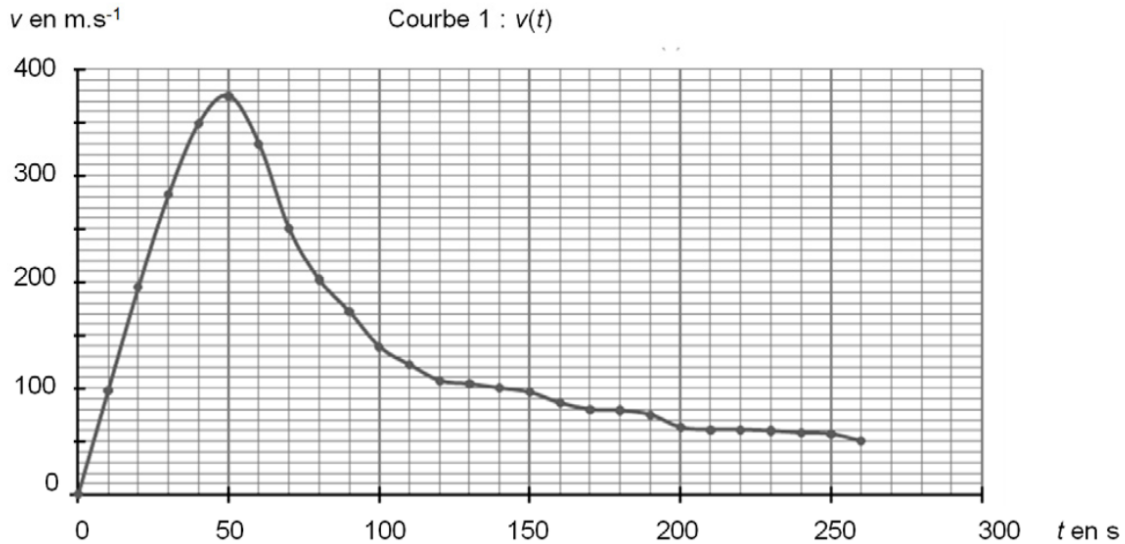
Devoir du samedi 17 octobre 2015

Exercice n°1 : le saut de Felix Baumgartner (35 min, 6 points)

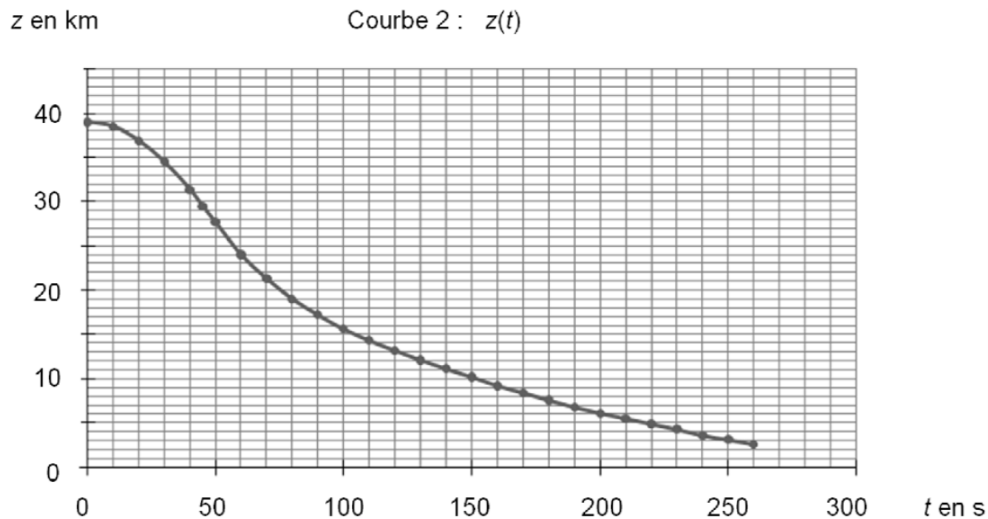
Document n°1 : les exploits de Félix Baumgartner

Le 14 octobre 2012, Félix Baumgartner a réalisé un saut historique en inscrivant trois records à son tableau de chasse : celui de la plus haute altitude atteinte par un homme en ballon soit 39 045 m d'altitude, le record du plus haut saut en chute libre, et le record de vitesse en chute libre soit 1341,9 km.h⁻¹. Après une ascension dans un ballon gonflé à l'hélium, il a sauté vers la Terre, vêtu d'une combinaison spécifique en ouvrant son parachute au bout de 4 min et 20 s. Le saut a duré en totalité 9 min et 3 s.

Document 2 : vitesse et altitude du sportif



Courbe 1 : évolution temporelle de la vitesse v de Félix Baumgartner, dans le référentiel terrestre, jusqu'à l'ouverture du parachute.



Courbe 2 : évolution temporelle de l'altitude z par rapport au sol de Félix Baumgartner, jusqu'à l'ouverture du parachute.

D'après www.dailymotion.com/video/x15z8eh_the-full-red-bull-stratos-mission-multi-angle-cameras_sport

Document 3 : données numériques

L'intensité du champ de pesanteur est considérée comme constante entre le niveau de la mer et l'altitude de 39 km : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

La stratosphère est la couche de l'atmosphère qui s'étend de 10 à 50 km d'altitude environ

La masse volumique de la partie supérieure de la stratosphère est de l'ordre de $0,015 \text{ kg.m}^{-3}$; celle de la troposphère au niveau du sol est de $1,22 \text{ kg.m}^{-3}$.

La masse m de Félix Baumgartner et de son équipement est de 120 kg.

A Hypothèse formulée : la chute de Félix Baumgartner et son parachute est libre dans le champ de pesanteur uniforme (avant l'ouverture de son parachute).

1) Rappeler ce qu'est une chute libre et ce qu'est un champ de pesanteur considéré comme uniforme.

2) On choisit un repère orienté vers le bas pour l'axe des côtes (axe des z) et dont l'origine se trouve au niveau de Félix Baumgartner lors du début de sa chute.

a) En utilisant une loi de la physique qu'on énoncera complètement, et en gardant l'hypothèse formulée, trouver les expressions :

- de la coordonnée a_x du vecteur accélération de Félix Baumgartner
- de la coordonnée v_z de son vecteur vitesse
- de l'équation horaire $z(t)$ à partir de l'origine choisie.

On admettra, sans démonstration, que sur les autres axes que celui vertical, les coordonnées correspondantes sont nulles.

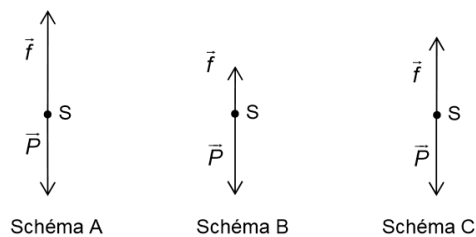
b) Donner sur des graphiques les allures de $v_z(t)$ et $z(t)$.

c) La modélisation, au vu des documents fournis, est-elle correcte ? Discuter.

B Chute réelle puis ouverture du parachute

1) Que faut-il prendre en compte pour améliorer la modélisation de la chute ?

2) Les schémas ci-contre représentent à trois instants les forces appliquées à Félix Baumgartner et son parachute lors du saut : poids \vec{P} et force de frottements \vec{f} . Affecter en justifiant un schéma à chacune des dates $t_1 = 40$ s, $t_2 = 50$ s et $t_3 = 60$ s.



3) Déterminer à quelle altitude Félix Baumgartner ouvre son parachute. En supposant que le mouvement de Félix Baumgartner est rectiligne et uniforme jusqu'à son arrivée au sol, déterminer la vitesse du champion pendant cette phase du mouvement.

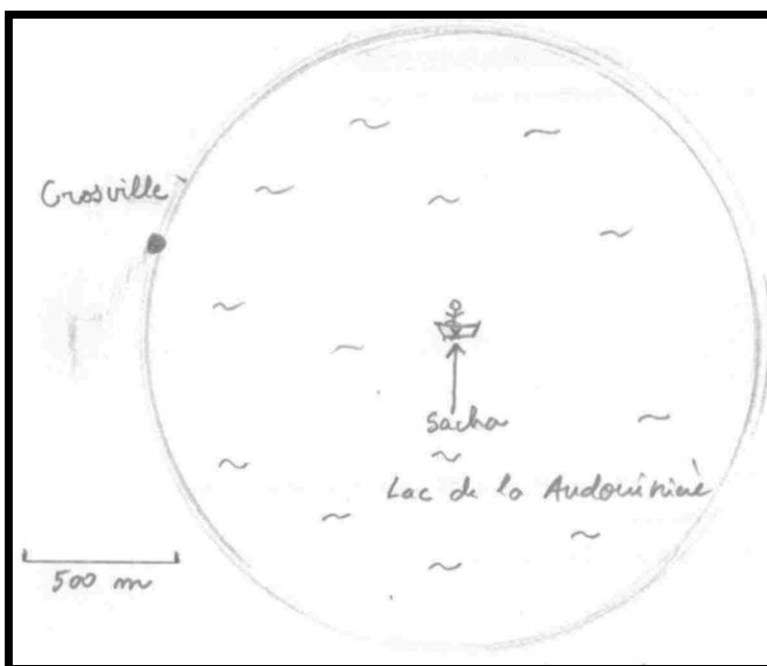
4) En exploitant la question A) 2) a) dans un contexte différent ou en utilisant les énergies, trouver de quel étage d'un immeuble Félix Baumgartner aurait-il dû sauter pour acquérir la même vitesse.

Exercice 2 : Aidez Sacha (25 min, 4 points)

Sacha est candidat d'un jeu télévisé. Il se retrouve à bord d'une barque au milieu du lac de la Audouinière circulaire dans la province de Talebie. Il est 12h36 et il doit rejoindre le port de Crosville, sec, avant 12h50 pour gagner sa mission.

Le lac est supposé très calme si bien que le poids de l'embarcation compense à tout instant la poussée d'Archimède qui la maintient à la surface. L'embarcation est initialement au repos et est très aérodynamique. Sacha a perdu sa pagaie mais les TS10 lui ont fourni une grosse pierre de 33 kg. La barque a une masse de 49 kg et Sacha a une masse de 64 kg.

Quel conseil donner à Sacha afin d'atteindre sa mission ? Une justification extrêmement précise, argumentée avec des démonstrations soignées est exigible.



Exercice 3 : l'eau de Javel, précautions d'emploi et stabilité (10 points, 55 min)

Document n°1 : les propriétés de l'eau de javel et sa fabrication

L'eau de Javel est un produit courant très utilisé pour son pouvoir désinfectant. Elle peut être obtenue en dissolvant du dichlore gazeux dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) selon l'équation :



Lors de la préparation de l'eau de Javel, les ions $\text{HO}^-(\text{aq})$ sont ajoutés en excès.

La concentration d'une eau de Javel est souvent définie par le degré chlorométrique ($^\circ\text{chl}$). Il correspond au volume (exprimé en litres) de dichlore gazeux, mesuré dans les conditions normales de températures et de pression, qu'il faudrait utiliser pour fabriquer 1,00 litre de cette eau de Javel selon l'équation (1). Le volume molaire V_m est de $22,4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Les propriétés de l'eau de Javel sont dues à la présence des ions $\text{Cl}^-(\text{aq})$ et $\text{ClO}^-(\text{aq})$ qui engagent chacun un couple oxydant/réducteur avec la même espèce conjuguée qui est le dichlore $\text{Cl}_2(\text{g})$ dangereux à inhaler.

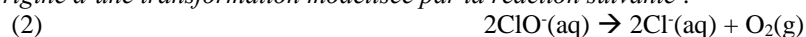
1) Déduire de la définition du degré chlorométrique la concentration en ions hypochlorite $[\text{ClO}^-]$ dans une eau de Javel à 48°chl . L'utilisation d'un tableau d'avancement, pour cette question, est laissée au choix du candidat.

2) Ecrire les demi-équations électroniques correspondant aux deux couples mentionnés en fin de document n°1, en précisant pour chacune l'oxydant et le réducteur.

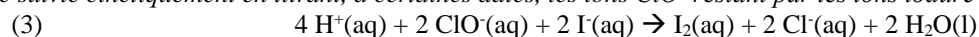
3) Justifier alors la recommandation lue sur les emballages d'eau de Javel : « Ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits : au contact d'un acide, dégage un gaz toxique ».

Document 2 : dégradation de l'eau de Javel

La nécessité, pour l'eau de Javel, de présenter un milieu basique est cependant un inconvénient : la basicité du milieu est à l'origine d'une transformation modélisée par la réaction suivante :



qui fait baisser le degré chlorométrique de l'eau de Javel et, par là même, son efficacité. Cette réaction est lente mais totale. Elle peut être suivie cinétiquement en titrant, à certaines dates, les ions ClO^- restant par les ions iodeure selon l'équation :



Le protocole du titrage est le suivant :

« Placer le contenu d'un berlingot d'eau de Javel à 48°chl de volume $V = 200 \text{ mL}$ dans un grand erlenmeyer. On indique que la concentration initiale en $\text{ClO}^-(\text{aq})$ dans ces 200 mL est alors de $2,14 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Mettre le chronomètre en marche. À $t = 2$ semaines, prélever $5,00 \text{ mL}$ du mélange réactionnel, les placer dans une fiole de $50,0 \text{ mL}$ et rajouter de l'eau glacée jusqu'au trait de jauge. Placer alors le contenu de la fiole dans un bécher de 250 mL . Titrer, rapidement, les ions ClO^- contenus dans le volume $v_2 = 50,0 \text{ mL}$ de solution de ce bécher avec une solution de iodeure de potassium acidifiée de concentration $c_1 = 3,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Renouveler toutes ces opérations aux dates indiquées dans la 1^{ère} ligne du tableau n°1 donné en annexe»

L'équivalence est obtenue, pour chacun des béchers, pour un certain volume ajouté de solution titrante noté V_E . La valeur de V_E est indiquée pour chaque tube dans la deuxième ligne du tableau n°1 de l'annexe.

4) Quelles caractéristiques doit posséder la réaction d'équation (3) pour être réaction support de titrage ?

5) Qu'appelle-t-on « équivalence » d'un titrage ? On notera $[\text{ClO}^-]$ la concentration en ClO^- dans le bécher au début du titrage; les ions $\text{H}^+(\text{aq})$ sont alors en excès. En déduire une expression littérale n°1 de $[\text{ClO}^-]$ en fonction de V_E , c_1 et v_2 . Justifier.

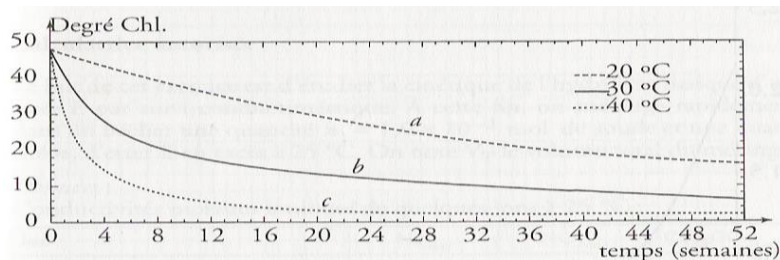
6) Le tableau d'avancement de la réaction (2) est donné en annexe (tableau n°2). Le compléter. En déduire une relation littérale n°2 de l'avancement x de cette réaction à la date t , en fonction de la quantité initiale $n_{\text{ClO}^-,i}$ en ions $\text{ClO}^-(\text{aq})$ dans le berlingot, de V et de la concentration $[\text{ClO}^-](t)$ d'ions $\text{ClO}^-(\text{aq})$ dans le milieu réactionnel à la date t comme si ce milieu n'avait pas été perturbé par les prélèvements.

7) En déduire l'expression littérale de x en fonction de $n_{\text{ClO}^-,i}$, V , V_E , c_1 et v_2 , pour chaque date de chaque prélèvement et de chaque titrage. Montrer ainsi que $x = 0,214 - 6,00 \cdot V_E$ où x est exprimé en mol et V_E en L. Compléter le tableau n°1.

8) Donner la définition du temps de $\frac{1}{2}$ réaction. Le déterminer précisément (méthode au choix du candidat).

Document 3 : conditionnement et conservation

conditionnement	En flacons (1 ou 2 L)	En berlingots (concentré)
$^\circ\text{chl}$	12°	48°
indications	Irritant, nocif Conservé au frais	Irritant, nocif Conservé au frais Délai d'utilisation : 6 mois



Evolution de la réaction 2 à différente température

9) Justifier les indications portées sur le berlingot en exploitant le document 3.

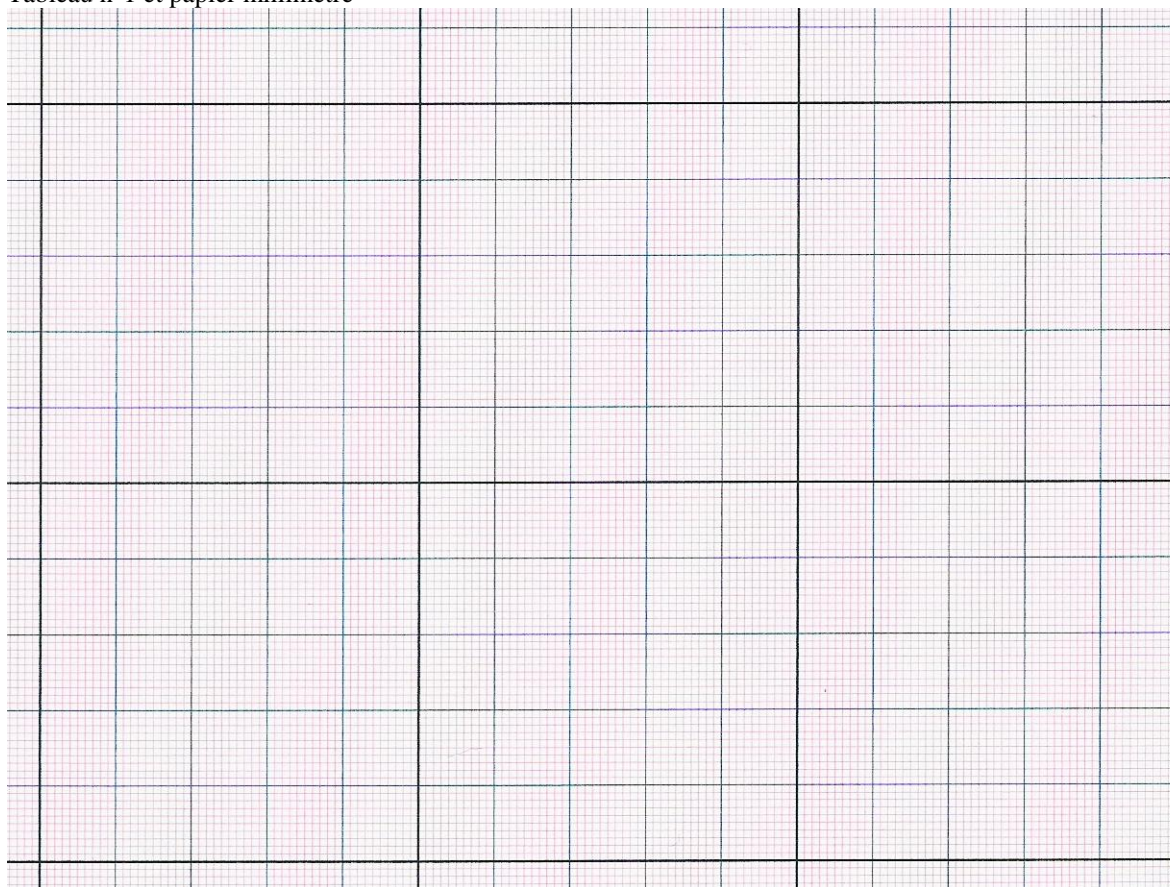
10) Aucun délai d'utilisation ne figure sur les flacons d'eau de Javel contrairement aux berlingots. Justifier cette différence.

Annexe à rendre avec la copie

NOM :

t(semaines)	0	2	4	7	10	13	16	20	28
V _E (mL)	(35,7)	29,5	23,8	18,0	14,3	12,0	10,3	8,8	6,7
x (mol) (réaction 2)									

Tableau n°1 et papier millimétré



	Avancement	2 ClO ₂ (aq)	→	2 Cl ⁻ (aq)	+	O ₂ (aq)
EI	x _i =0					
E intermédiaire (date t)	x					
EF (à t = +∞)	x _f					

Tableau n°2