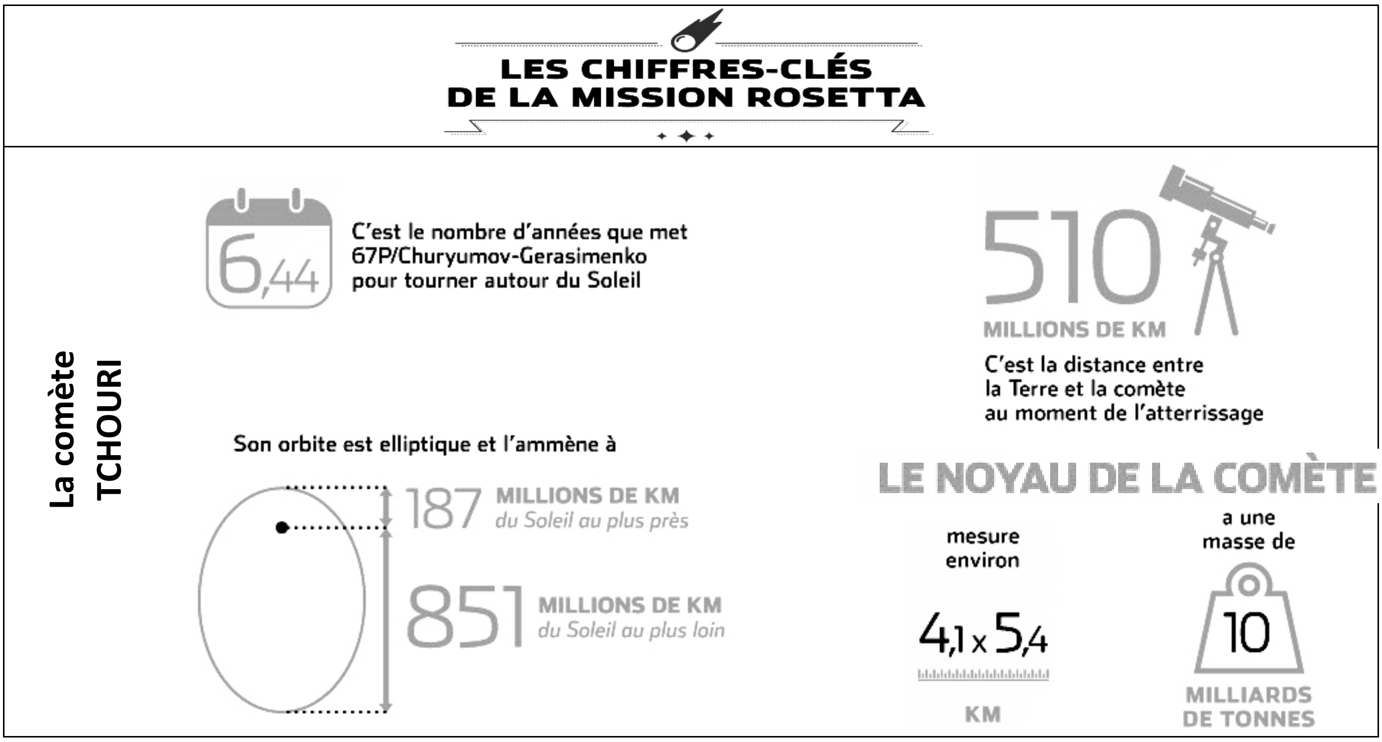
EXERCICE I. La comète Tchouri / 16 pts.

En 2004, la sonde européenne Rosetta a quitté la Terre pour un voyage long de 10 ans. Sa destination ? La comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, surnommé Tchouri dont elle s'est approchée au cours de l'année 2014. Une fois à proximité de cette dernière, Rosetta a entamé ses observations en juillet 2014.

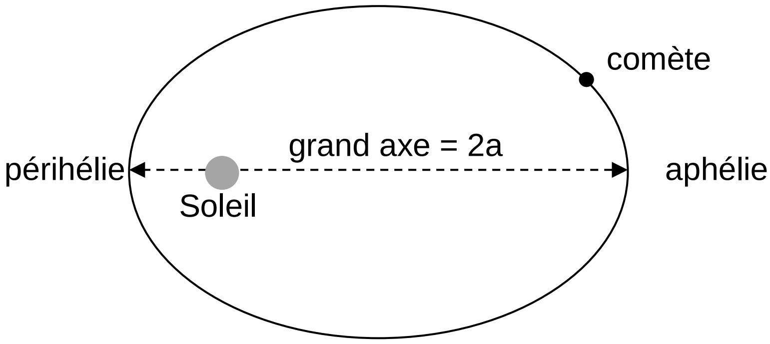


Données :

- masse du Soleil : $M_S = 2{,}00 \times 10^{30}$ kg ;
- constante de gravitation : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2} ;
- intensité de la pesanteur sur Terre : $g_T = 10$ m.s^{-2} ;
- célérité de la lumière : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1} ;

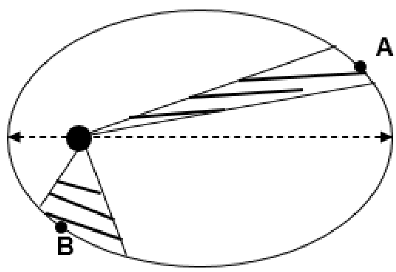
1. On suppose que la comète parcourt une trajectoire elliptique autour du Soleil.

1.1. En utilisant une des lois de Kepler, préciser la position du Soleil représentée sur le schéma ci-dessous.



1.2. Quelle est la valeur du demi-grand axe a de l'ellipse de la trajectoire de la comète Tchouri ?

1.3. En vous appuyant sur le schéma habituellement proposé, comme celui représenté ci-dessous, énoncer la deuxième loi de Kepler.



1.4. La vitesse de la comète est-elle plus grande en A ou en B ? Justifier.

1.5. La troisième loi de Kepler a pour expression :

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G.M}$$

où
- *a* est le demi-grand axe de l'ellipse correspondant à la trajectoire ;
- *M* est la masse de l'astre attracteur :
- *T* est la période de révolution de la comète.

Retrouver la valeur de la période de révolution *T* de la comète autour du Soleil.

2. Approximation de la trajectoire à un mouvement circulaire.

2.1. Faire un schéma du système Soleil – Tchouri et représenter sans souci d'échelle la force d'attraction gravitationnelle exercée par le Soleil sur Tchouri ainsi que le vecteur accélération de la comète Tchouri dans le référentiel héliocentrique.

2.2. Montrer que le mouvement, supposé circulaire, de la comète dans ce référentiel est uniforme.

Exercice 2 : décomposition de l'eau oxygénée / 14 pts

On étudie maintenant la décomposition chimique au cours du temps, en présence d'un catalyseur, d'une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée, de concentration molaire effective $[H_2O_2]_0 = 9{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1} à $t_0 = 0$ s, suivant la réaction :

$$H_2O_2 = \frac{1}{2}\,O_2 + H_2O$$

Le peroxyde d'hydrogène se décompose à température ambiante.
La courbe 1 de **l'annexe 1** (**A RENDRE AVEC LA COPIE**) donne l'évolution de la concentration de la solution aqueuse d'eau oxygénée en fonction du temps.

1. L'eau oxygénée est le réducteur du couple O_2 / H_2O_2.
- **1.1**. Donner la demi-équation correspond à ce couple.
- **1.2**. En utilisant l'équation associée à la réaction précédente, donner le second couple auquel appartient l'eau oxygénée.

2. Justifier en exploitant la courbe, sans calcul, le fait que l'on peut considérer la décomposition du peroxyde d'hydrogène comme une transformation chimique lente et totale.

3. Temps réction.
- **3.1.** Définir le temps de demi-réaction.
- **3.2.** Déterminer sa valeur approximative à partir de la **courbe 1** de l'annexe 1.
- **3.3**. La réaction est-elle terminée à 2 fois $t_{½}$?

4. La **courbe 2** de l'annexe 1 donne l'évolution de la concentration de la solution d'eau oxygénée en fonction du temps, avec : $[H_2O_2]_0 = 1{,}8\times10^{-1}$ mol.L^{-1}
A partir des **courbes 1** et **2**, montrer l'influence de la concentration molaire initiale sur le temps de demi-réaction lors de cette dismutation.

5. Sur la figure de l'annexe tracer l'allure de la courbe donnant, **pour une température plus faible**, l'évolution de la concentration de la solution d'eau oxygénée en fonction du temps, avec **$[H_2O_2]_0 = 9{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1}**

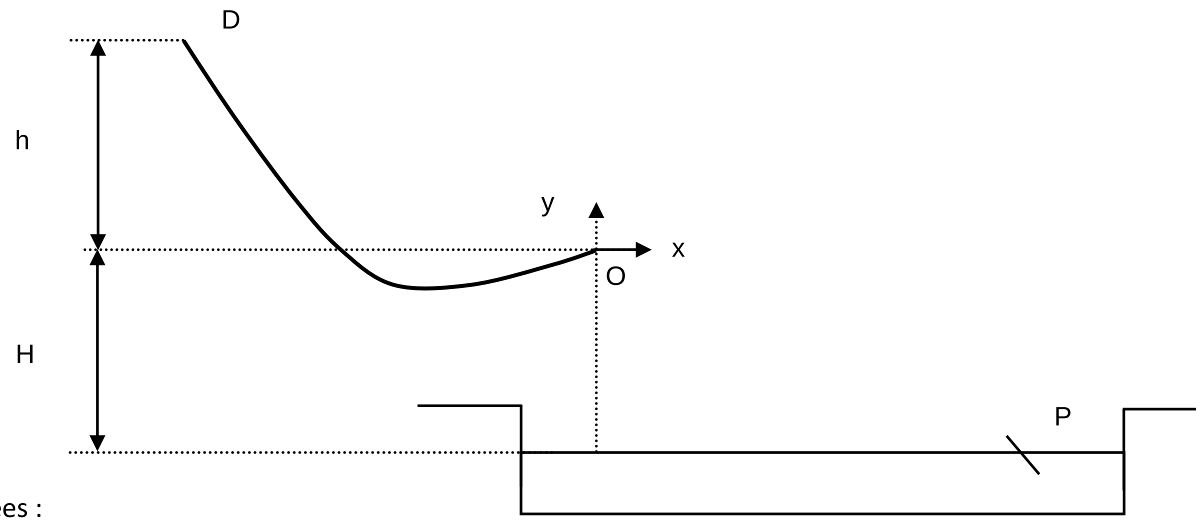
Exercice 3 : A la piscine / 20pts.

Un enfant s'amuse à la piscine. Pour l'exercice, l'enfant sera assimilé à un point matériel *G* et on négligera tout type de frottement ainsi que toutes les actions dues à l'air.
Les 3 parties peuvent être traitées indépendamment.

Le toboggan : partie1 et 2.

L'enfant glisse le long d'un toboggan de plage dans le référentiel terrestre.
Le toboggan de plage est constitué par :

- une piste *DO* qui permet à un enfant partant de *D* **sans vitesse initiale** d'atteindre le point *O* avec un vecteur vitesse $\vec{V_0}$ faisant un angle α avec l'horizontale ;
- une piscine de réception : la surface de l'eau se trouve à une distance *H* au dessous de *O*.



Données :

- Masse de l'enfant : m = 35 kg ;
- Intensité de la pesanteur : g = 10 m.s^{-2} ;
- Dénivellation h = ? m ;
- Hauteur H = 1,0 m ;
- Largeur de piscine L =5,0m.
- Angle φ= 30° ;

On déclenche le chronomètre lorsque l'enfant est au point O, origine du mouvement dans cette partie. Les équations horaires du mouvement dans le repère (O,x,z) est donné par :

$$x(t) = v_O \cdot \cos(\varphi) \cdot t$$

$$z(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_O \cdot \sin(\varphi) \cdot t$$

On prendra $\boldsymbol{v_0}$ **= 5,0 m.s^{-1}**.

1. Etude de l'envol de l'enfant.

1.1. Déterminer la position (valeur des coordonnées x et z) de l'enfant à t=0s et t=0,50 s.
1.2. Déterminer les équations horaires de la vitesse Vx(t) et Vz(t) du vecteur vitesse dans le repère *Oxy.*
1.3. En déduire la norme de la vitesse de l'enfant à t = 0s et t = 0,50 s.
1.4. Calculer la norme de la quantité de mouvement de l'enfant à t = 0s et t = 0,50s.
1.5. Le vecteur quantité de mouvement est-il conservé au cours de l'envol ?

2. Étude de la chute de l'enfant dans l'eau

2.1. Montrer que l'expression de la trajectoire de l'enfant notée *y(x)* a pour expression :

$$y(x) = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 . \cos^2 \alpha} + x.\tan\alpha$$

2.2. Déterminer la vitesse maximale Vo que peut avoir l'enfant pour atterrir dans la piscine.

Une bouée licorne : partie 3

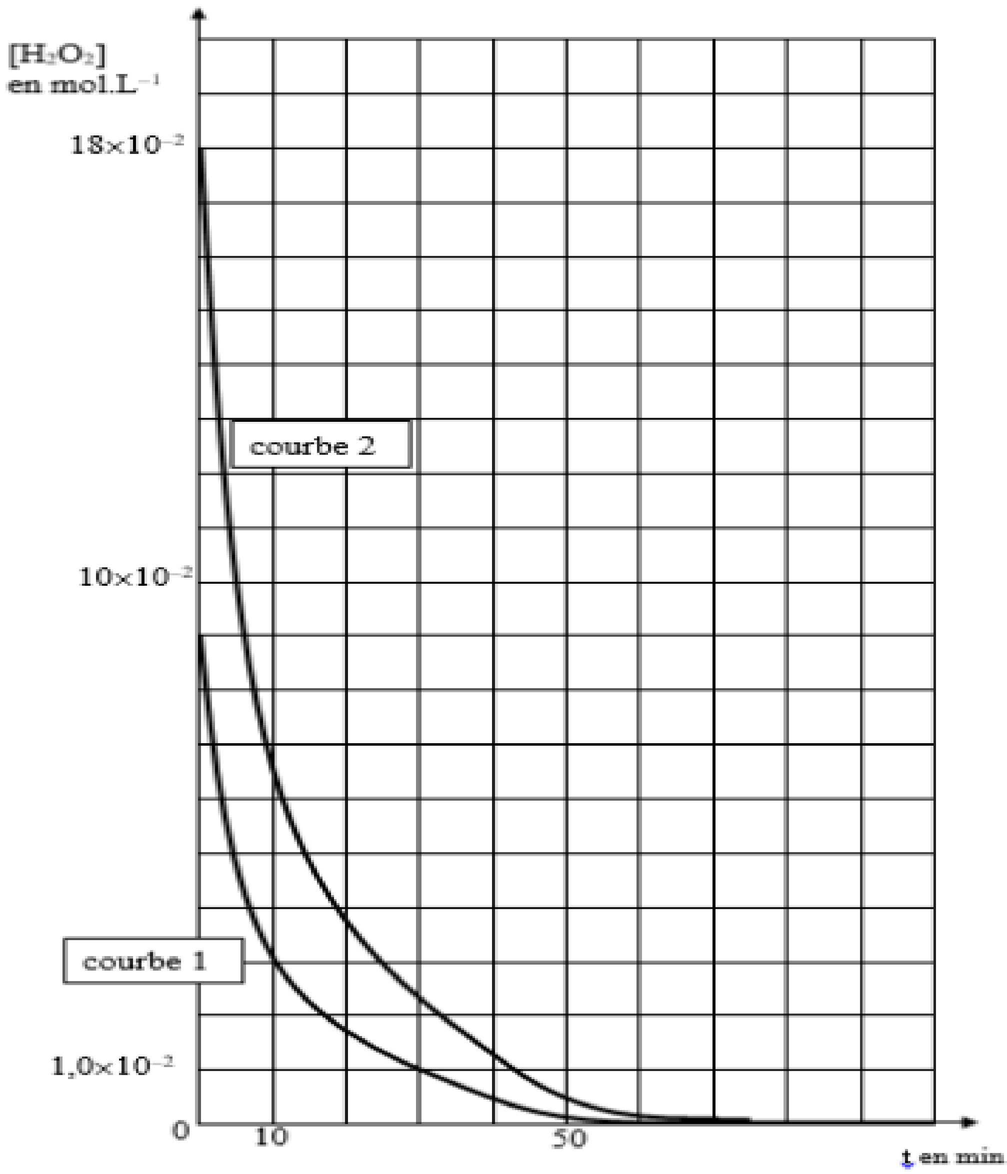
Jasonwell®Licorne Gonflable Géant Flotte dans la Piscine avec des Valves rapides Spéciales

Product Dimensions : 275*140cm*120 cm or 108.2 x 55 x 47 pouces
Poids au transport : 2.85kg or 6.3 livres
Poids : 560 g

3. *Il marche sur l'eau…*

L'enfant courant à une vitesse de 4,0 m/s saute sur une bouée venant en sens inverse à une vitesse de 1,0 m/s. L'enfant reste sur la bouée et l'emmène. Quelle est la vitesse du système formé par l'enfant et la bouée. On supposera le système pseudo-isolé.

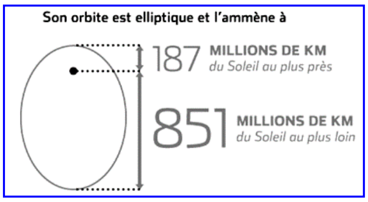
ANNEXE 1 de l'exercice 2



D'après Bac S Antilles Guyane 09/2016
EXERCICE I. LES ACTEURS DE LA MISSION ROSETTA 16 pts

1 : La trajectoire de la comète (9pts)

1.1.(+) D'après la 1ère loi de Kepler, dans le référentiel héliocentrique, la trajectoire de la comète est une ellipse dont le Soleil occupe un des foyers comme représenté sur le schéma donné.

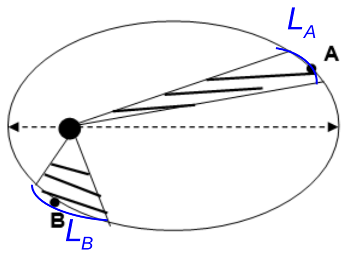


1.2. (++) En utilisant le document fourni, on peut écrire que :

2a = (187 + 851) millions de km donc $a = \dfrac{(187+851)}{2} = 519$ millions de km

1.3. (+) Énoncé de la 2ème loi de Kepler (loi des aires) : dans le référentiel héliocentrique, le segment reliant le Soleil à une planète (ou une comète ici) balaye des aires égales durant des durées égales.

1.4. (++) En utilisant le schéma proposé, les deux aires hachurées sont balayées durant la même durée Δt mais la distance L_B parcourue autour du point B est plus élevée qu'autour du point A.



$v_B = \dfrac{L_B}{\Delta t}$ et $v_A = \dfrac{L_A}{\Delta t}$ or $L_B > L_A$ donc la vitesse est plus élevée au point B.

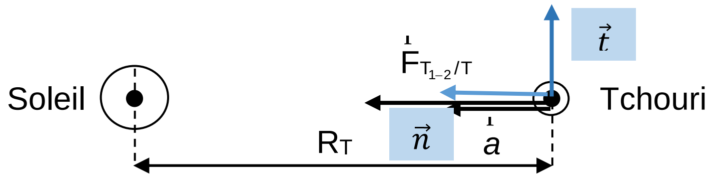
1.5. (+++) La 3ème loi de Kepler devient ici : $\dfrac{T^2}{a^3} = \dfrac{4\pi^2}{G.M_S} \Leftrightarrow T = \sqrt{\dfrac{4\pi^2.a^3}{G.M_S}}$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \times (519\times10^6\times10^3)^3}{6{,}67\times10^{-11}\times2{,}00\times10^{30}}} = 2{,}03\times10^8 \text{ s} = \frac{2{,}03\times10^8}{3600\times24\times365{,}25} \text{ ans} = 6{,}44 \text{ ans}$$

On retrouve le résultat annoncé dans le document (si on prend 1 an = 365 jours on trouve 6,45 ans …)

2. Approximation de la trajectoire à un mouvement circulaire (7pts).

2.1. (++)



2.2. (+++++):

On étudie le système {Tchouri}, de masse M_T, dans le référentiel héliocentrique. Sa trajectoire est un cercle de rayon : R_T.

Le repère d'étude est le repère de Frénet $(T, \vec{n}, \vec{\tau})$ d'origine le centre de la planète Tchouri T et de vecteurs unitaires $\vec{n}$ et $\vec{\tau}$.

Tchouri est soumise à la force gravitationnelle exercée par le Soleil : $\vec{F}_{T_{1-2}/T} = G.\dfrac{M_{T1-2}.M_T}{R_T^2}.\vec{n}$.

La deuxième loi de Newton appliquée à Tchouri (avec M_T constante) donne : $\vec{F}_{T_{1-2}/T} = M_T.\vec{a}$

soit $G.\dfrac{M_{T1-2}.M_T}{R_T^2}.\vec{n} = M_T.\vec{a}$ donc $\vec{a} = G.\dfrac{M_{T1-2}}{R_T^2}.\vec{n}$

Dans le repère de Frénet, l'accélération d'un objet en mouvement circulaire s'écrit : $\vec{a} = \dfrac{dv}{dt}.\vec{\tau} + \dfrac{v^2}{R_T}.\vec{n}$

En égalant les deux expressions précédentes de l'accélération, il vient :

$$G.\frac{M_{T1-2}}{R_T^2}.\vec{n} = \frac{dv}{dt}.\vec{\tau} + \frac{v^2}{R_T}.\vec{n}$$

Par identification, on a :

Sur $\vec{n}$: $\frac{v^2}{R_T} = G.\frac{M_{T1-2}}{R_T^2}$

Sur $\vec{\tau}$: $\frac{dv}{dt} = 0$ alors **v = Cte** : le mouvement de Tchouri est **uniforme**

Exercice 2 : décomposition de l'eau oxygénée / 14 pts.

1.1. **++** La première pour le couple indiqué O_2 / H_2O_2

oxydation de l'eau oxygénée : $H_2O_2 = O_2 + 2\ e^- + 2\ H^+$ (1)

1.2. **++** L'équation finale est $2\ H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2\ H_2O$

donc la deuxième demi-équation est : $H_2O_2 + 2\ e^- + 2\ H^+ = 2\ H_2O$ pour le couple **H_2O_2 / H_2O** recherché

2.2. ++ Transformation chimique lente car la transformation chimique dure environ 1h.
Transformation chimique totale car en fin de transformation $[H_2O_2] = 0$ mol.L^{-1} , le seul réactif (donc limitant) est totalement consommé.

3.1. + Le temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que l'avancement x atteigne la valeur $x_{final}/2$.

3.2. ++ Ici la transformation est totale, soit $x_{final} = x_{max}$ donc pour t = $t_{1/2}$ on a $x = \frac{x_{max}}{2}$.

Détermination de $t_{1/2}$:

$[H_2O_2](t_{1/2}) = \frac{[H_2O_2]_0}{2}$ graphiquement on trouve $[H_2O_2] = \frac{9{,}0\times10^{-2}}{2}$ pour **$t = t_{1/2} = 5$ min**

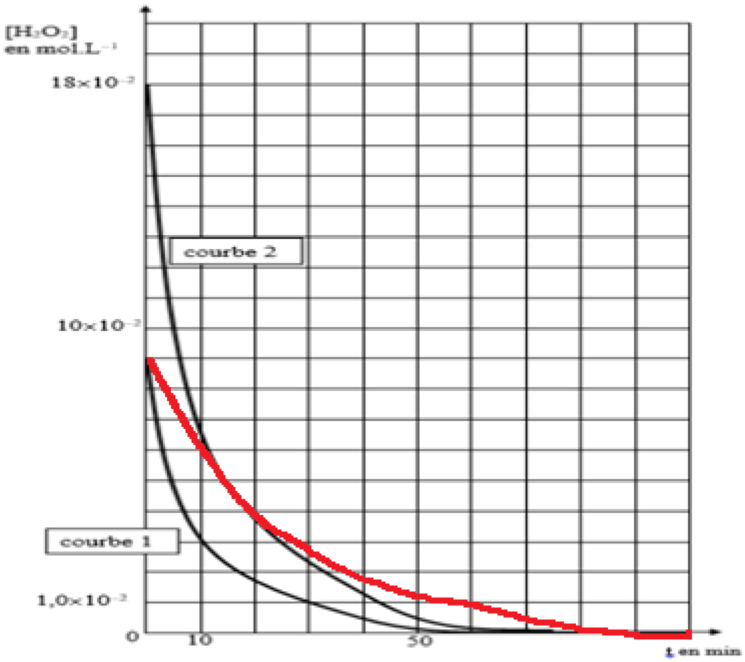
3.3. + La réaction n'est pas terminée à deux fois t½ mais à 10 fois t½

4. ++ Effet de la concentration initiale

Pour $[H_2O_2]_0 = 1{,}8\times10^{-1}$ mol.L^{-1} , la courbe 2 permet de déterminer **$t_{1/2}$ = 5 min ou 6 min**.
Il semble que la concentration molaire initiale n'ait que peu ou pas d'influence sur la valeur du temps de demi-réaction.

5.++ Effet de la température

Avec une température plus faible et $[H_2O_2]_0 = 9{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1} , l'allure de la courbe est la même (décroissance exponentielle), mais $[H_2O_2] = 0$ mol.L^{-1} après une durée plus longue et $t_{1/2}$ sera plus élevé.



EXERCICE 3 : A LA PSICINE. D'APRES EX BAC 2009 / 20 PTS

1. Etude de l'envol de l'enfant (11pts).

1.1. ++ Déterminer la position (valeur des coordonnées x et z) de l'enfant à t=0 s et t=0,50 s.

Les équations horaires :	t = 0 s	t = 0.5 s
X(t) = 5,0 × cos (30) × t	0	2.2
Y (t) = -0.5 × 10 × t² + 5,0 × sin (30)× t	0	0

1.2. ++ Déterminer les équations horaires de la vitesse Vx(t) et Vz(t) du vecteur vitesse dans le repère *Oxy.*

Vx(t) = Vo × cos 30

Vy(t) = - g × t + Vo × sin 30

1.3. ++++ En déduire la norme de la vitesse de l'enfant à t = 0 s et t = 0,50 s.

Vitesses horaires :	t = 0 s	t = 0.5 s
Vx(t) = Vo × cos 30	4,33	4,33
Vy(t) = - g × t + Vo × sin 30	2,5	-2,5
V = $\sqrt{Vx^2 + Vy^2}$ (m/s)	5,0 (normal Vo donné)	5,0

1.4. ++ Calculer la norme de la quantité de mouvement de l'enfant à t = 0s et t = 0,50s.

P = m × V (kg.m/s)	35 ×5 = 175	35 ×5 = 175

1.5. + Le vecteur quantité de mouvement est-il conservé au cours de l'envol ?

La norme est conservée mais pas le vecteur qui suit le vecteur vitesse (vers le haut pour Vo et vers le bas droit pour V0,5).

2. Étude de la chute de l'enfant dans l'eau (5pts)

2.1.++ Montrer que l'expression de la trajectoire de l'enfant notée *y(x)* a pour expression :

On isole le temps t dans x(t) = v_0.cosα.t et on reporte t dans y(t) pour avoir l'équation de la trajectoire y(x) :

$$t = \frac{x}{v_0.\cos\alpha} \quad \Rightarrow \quad y(x) = -\frac{1}{2}.g.\left(\frac{x}{v_0.\cos\alpha}\right)^2 + v_0.\sin\alpha.\frac{x}{v_0.\cos\alpha}$$

$$\boxed{y(x) = -\frac{1}{2}.g.\frac{x^2}{v_0^2.\cos^2\alpha} + x.\tan\alpha}$$

2.2.+++ Déterminer la vitesse maximale Vo que peut avoir l'enfant pour atterrir dans la piscine.

On isole Vo pour y = - 1,0 m et x = 5,0 m

$$Y - x\,.\tan 30 = \boxed{-\frac{1}{2}.g.\frac{x^2}{v_0^2.\cos^2\alpha}} \qquad Vo^2 \times 3{,}887 = \frac{10 \times 5^2}{2 \times \cos^2(30)} \qquad Vo = 12{,}9 \text{ m/s}$$

3. Il marche sur l'eau (4pts)

L'enfant courant à une vitesse de 4,0 m/s saute sur une bouée venant en sens inverse à une vitesse de 1,0 m/s.

Avant le choc : $\overrightarrow{pav} = \overrightarrow{pe} + \overrightarrow{pb}$ = me × $\overrightarrow{Ve}$ + mb × $\overrightarrow{Vb}$

L'enfant reste sur la bouée et l'emmène. Après le choc : $\overrightarrow{pap}$ = (me + mb) ×$\overrightarrow{Vf}$

On supposera le système pseudo-isolé donc il y conservation du mouvement : $\overrightarrow{pav} = \overrightarrow{pap}$

Donc : me × $\overrightarrow{Ve}$ + mb × $\overrightarrow{Vb}$ = (me + mb) ×$\overrightarrow{Vf}$

On projette sur l'axe OX : me × Ve + mb × (- Vb) = (me + mb) × Vf

$$Vf = \frac{me \times Ve - mb \times Vb}{me + mb} = \frac{35 \times 4 - 0{,}560 \times 1}{35 + 0{,}560} = 3{,}9 \text{ m/s}$$