- Devoir surveillé de sciences physiques n° 4 (1 h 55 minutes)

Term spé phy

Calculatrice en mode examen autorisée ou calculatrice collège

Prénom et Nom : ……………………………………… Note : …/20

La feuille d'énoncé doit être rendue à la fin et vous devez émarger au bureau du professeur.

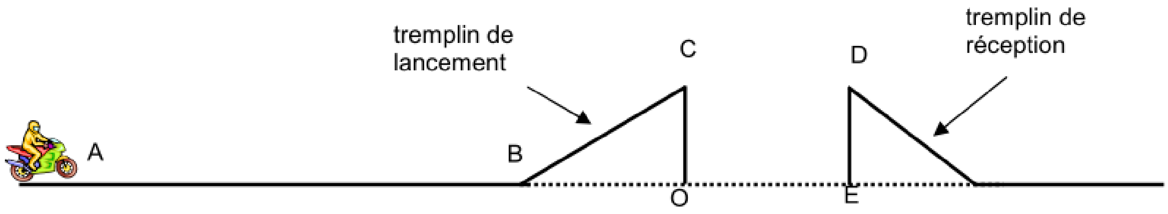


Figure 1.

Exercice 1 (45 minutes) : Saut en longueur … motorisé (10 points)

Le 31 décembre 2011, l'Australien Robbie Moddison a battu son propre record de saut en longueur à moto à San Diego. La Honda CR 500, après une phase d'accélération, a abordé le tremplin avec une vitesse de **180 km$\times$h^{-1}** et s'est envolée pour un saut d'une portée égale à **113 m**. Dans cet exercice, on étudie les deux phases du mouvement (voir figure 1), à savoir : la phase d'accélération du motard (de A à B),puis le saut (au-delà de C)

Dans tout l'exercice, le système {motard + moto} est assimilé à son centre d'inertie G. L'étude est faite dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. On pose h = OC = ED

Données : Intensité de la pesanteur : $g \approx 10$ m$\times$s^{-2} Masse du système : m = 180 kg L = BC = 8,0 m

Les deux parties de l'exercice sont indépendantes.

1°) La phase d'accélération du motard (2 pts) :

On considère que le motard s'élance, avec une vitesse initiale nulle, sur une piste rectiligne en maintenant une accélération constante. Les évolutions au cours du temps de la valeur de la vitesse du motard (figure 2) et la distance d qu'il parcourt depuis qu'il s'est élancé (figure 3) sont représentées sur la page 2.

1.1) Justifier que la courbe donnée en figure 2 permet d'affirmer que la valeur de l'accélération est constante.

1.2) Déterminer graphiquement la valeur de l'accélération du motard (justification et calcul détaillé obligatoire).

1.3) Déterminer, à l'aide des figures 2 et 3 de la page 2, la distance parcourue par le motard lorsque celui-ci a atteint une vitesse de 180 km$\times$h^{-1} (justification obligatoire).

1.1 ana	…../0.5
1.2 real	…../0.5
1.3	…../1

2°) Le saut (8 pts) :

Le motard aborde le tremplin au point B, avec une vitesse de 180 km$\times$h^{-1} et maintient cette vitesse jusqu'au point C. Le repère d'étude (O, $\vec{i}$, $\vec{k}$) est indiqué sur la figure 4 ci-dessous. Le tremplin est incliné d'un angle **α = 30°** par rapport à l'horizontale.

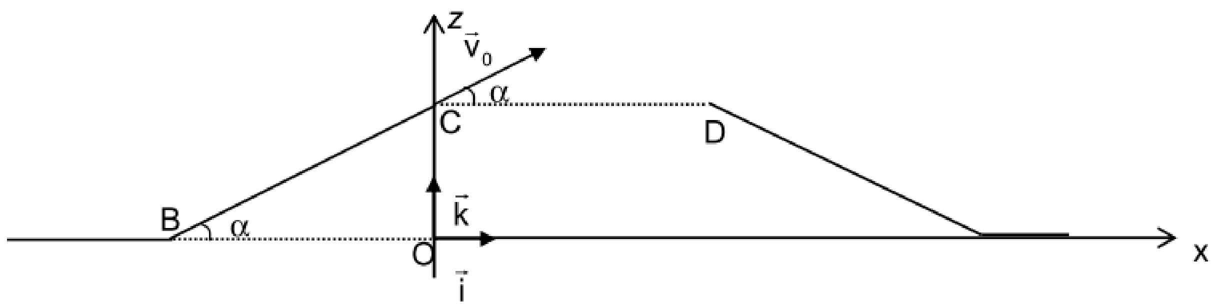


Figure 4

Le motard quitte le tremplin en C avec une vitesse initiale v_0 = 50 m$\times$s^{-1}.Toutes les actions autres que le poids du système sont supposées négligeables.

On souhaite étudier la trajectoire du centre G du système. Dans ces conditions, le repère $(O, \vec{i}, \vec{k})$ et l'origine des dates est choisie à l'instant où le système quitte le point C (voir figure 4). La vitesse initiale v_0 du centre d'inertie G du système est incliné d'un angle α = 30° par rapport à l'horizontale.

2.1°) Démontrer que le vecteur accélération $\vec{a}$ a pour composantes : $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$ *(justifications obligatoires)*

2.1 ana	…../0.5
2.2 ana	…../2
2.3 ana	…../1
2.4 ana	…../1.5
2.5 réal	…../1
2.6 ana	…./1
2.7 ana	…./1

2.2°) Démontrer que les équations horaires du mouvement du point G s'écrivent :

$$\overrightarrow{OG}\begin{cases} x(t) = (v_0 \cos \alpha) \times t \\ z(t) = -\frac{1}{2} g\, t^2 + (v_0 \sin \alpha) \times t + h \end{cases}$$ *(toutes les justifications obligatoires)*

2.3°) Déduire des équations horaires du mouvement que l'équation de la trajectoire est : $z(x) = -\left(\frac{g}{2{v_0}^2 \times \cos^2\alpha}\right) \times x^2 + (\tan \alpha) \times x + h$ *(justifications obligatoires)*

2.4°) Démontrer que la distance maximale entre les points C et D pour que « l'atterrissage » se fasse sur le tremplin en ce point D est : $x_D = \frac{{v_0}^2 \times \sin(2\alpha)}{g}$ *(toutes les justifications obligatoires)*

rappel : $\sin(2\alpha) = 2 \sin \alpha \times \cos \alpha$

2.5°) A partir de l'expression précédente, calculer cette distance maximale x_D (Détailler votre calcul en justifiant).

2.6°) Comment peut-on interpréter l'écart important entre cette valeur x_D et celle donnée dans l'énoncé ?

2.7°) Calculer la hauteur h = OC du tremplin (formule et calcul détaillé obligatoire) .

Figure 2 : valeur de la vitesse du système en fonction du temps.

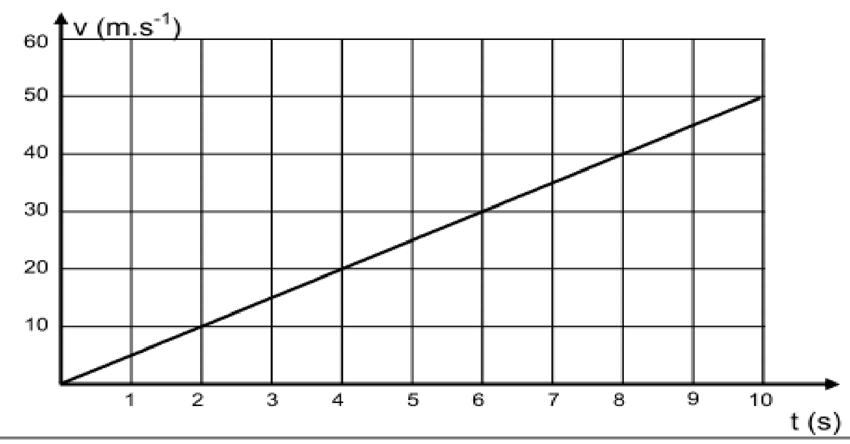
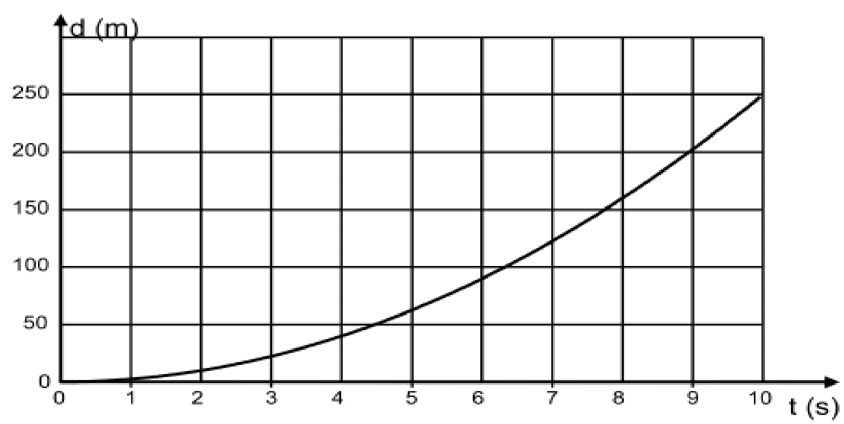


Figure 3 : Distance d parcourue par le système en fonction du temps



<u>Exercice 2 (70 minutes)</u> : Suivi cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée H_2O_2 (10 points)

L'eau oxygénée commerciale est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène utilisée comme désinfectant pour des plaies, pour l'entretien des lentilles de contact ou comme agent de blanchiment. . Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) intervient dans deux couples oxydant-réducteur : $H_2O_{2\,(aq)}$ / $H_2O_{(l)}$ et $O_{2\,(g)}$ / $H_2O_{2\,(aq)}$.
Le peroxyde d'hydrogène est capable dans certaines conditions de réagir sur lui-même c'est à dire de se dismuter selon l'équation de réaction suivante :

$$\mathbf{2\,H_2O_{2\,(aq)} = 2\,H_2O_{(l)} + O_{2\,(g)}}$$

Réaction 1

Cette réaction est lente à température ordinaire mais sa vitesse peut être augmentée en présence d'un catalyseur.

Données :
Volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 25\ L \times mol^{-1}$.

La partie 3 est indépendante des parties 1 et 2.

1.1) sav , réal	………./0.5
1.2) sav , réal	………/0.5

Partie 1 : Étude de la réaction de dismutation

1.1°) Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction des deux couples auxquels le peroxyde d'hydrogène appartient.
1.2°) Compléter le tableau d'évolution du système en ***annexe à remettre avec la copie.***

Partie 2 : Étude cinétique de la dismutation du peroxyde d'hydrogène

La dismutation du peroxyde d'hydrogène est une réaction lente mais qui peut être accélérée en utilisant par exemple des ions fer III ($Fe^{3+}_{(aq)}$) présents dans une solution de chlorure de fer III, un fil de platine ou de la catalase, enzyme se trouvant dans le sang. L'équation de la réaction associée à cette transformation est donnée dans l'introduction (réaction 1).

2.1°) Donner la définition d'un catalyseur.
2.2°) À quel type de catalyse correspond la catalyse réalisée par un fil de platine ? (justifier)

La transformation étudiée est catalysée par les ions fer III. On mélange 10,0 mL de la solution commerciale d'eau oxygénée avec 85 mL d'eau. À l'instant t = 0 s, on introduit dans le système 5,0 mL d'une solution de chlorure de fer III.
Au bout d'un temps déterminé, on prélève 10,0 mL du mélange réactionnel que l'on verse dans un bécher d'eau glacée. On titre alors le contenu du bécher par une solution de permanganate de potassium afin de déterminer la concentration en peroxyde d'hydrogène se trouvant dans le milieu réactionnel.

On obtient les résultats suivants :

t(min)	**0**	**5**	**10**	**20**	**30**	**35**
$[H_2O_2]$ mol.L^{-1}	$7,30\times10^{-2}$	$5,25\times10^{-2}$	$4,20\times10^{-2}$	$2,35\times10^{-2}$	$1,21\times10^{-2}$	$0,90\times10^{-2}$

2.3°) Tracer sur la feuille de papier millimétré ***à remettre avec la copie*** *l'évolution de la concentration en peroxyde d'hydrogène en fonction du temps.* Échelles : en abscisses 2 cm pour 5 min
en ordonnées 2 cm pour 1×10^{-2} mol.L^{-1}

2.4°) En utilisant le tableau d'évolution du système proposé en ***annexe,*** *exprimer l'avancement de la transformation x(t) en fonction de $n_t(H_2O_2)$ quantité de peroxyde d'hydrogène présent à l'instant t et de $n_0(H_2O_2)$ quantité initiale de peroxyde d'hydrogène.*

2.5°) La vitesse volumique v de la transformation chimique est définie comme étant le rapport de la dérivée de l'avancement x(t) en fonction du temps par le volume V du système : $v = \frac{1}{V}.\frac{dx(t)}{dt}$

En utilisant la relation obtenue à la question 2.4, démontrer que cette vitesse v peut être exprimée par la relation suivante : $v = -\frac{1}{2}.\frac{d[H_2O_2]}{dt}$.

2.6°) En s'aidant de la relation précédente et de la courbe d'évolution de la concentration en eau oxygénée en fonction du temps, indiquer comment évolue la vitesse de la transformation chimique au cours du temps. Expliquer le raisonnement.

2.7°) Comment peut-on expliquer que la vitesse évolue de cette manière au cours de la transformation ?
2 8°) Donner la définition du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
2.9°) Montrer que lorsque $t=t_{1/2}$ alors $[H_2O_2]_{t_{1/2}} = \frac{[H_2O_2]_0}{2}$ et en déduire graphiquement la valeur de $t_{1/2}$ (la réaction sera considérée comme totale). Justifier.

Partie 3 : Ordre d'une réaction en programmation Python
Le programme ci-dessous simule l'évolution de la concentration C en en peroxyde d'hydrogène pour des intervalles De temps Δt=0,01 h

t(h)	0	0,5	1	2	4	6
$[H_2O_2]$ (mol/L)	1,000	0,793	0,630	0,396	0,155	0,063

La vitesse de disparition du peroxyde d'hydrogène est donnée par la relation $v = k \times [H_2O_2]$ avec $k=0{,}464\ h^{-1}$

```
1  import matplotlib.pyplot as plt
2  Delta_t=0.01
3  # Delta_t est considéré comme petit
4  N=600
5  t=[i*Delta_t for i in range(N)]
6  C=[0]*N
7  # Données de l'énoncé :
8  C[0]=1.000
9  k=0.464
10 for i in range(N-1):
11     C[i+1]=C[i]-(t[i+1]-t[i])*k*C[i]
12 plt.plot(t,C)
13 t_mes=[0, 0.5, 1, 2, 4, 6]
14 C_mes=[1.000, 0.793, 0.630, 0.396, 0.155,\
   0.063]
15 plt.plot(t_mes,C_mes,'+',markersize=12)
```

2.1) sav, com	…………../0.5
2.2) sav ,com	……………/0.5
2.3) réal	………………/1
2.4) ana	……………./0.5
2.5) ana, réal	………………../0.5
2.6) ana, com	………………./1
2.7) sav , ana	…………………/1
2.8) sav, com	………………./0.5
2.9)réal, ana, com	…………………..1.5

3.1) val	……………/0.5
3.2)ana	……………./0.5
3.3)ana	……………/0.5
3.4) val	……………../0.5

3.1°) Justifier que la réaction est d'ordre 1 par rapport au peroxyde d'hydrogène.
3.2°) A la ligne 4 du programme, pourquoi a-t-on choisi N=600 ?
3.3°) Justifier la relation écrite à la ligne 11 du programme.
3.4°) Quelles lignes du programmes conduisent à tracer l'évolution de la concentration mesurée expérimentalement ?

ANNEXE DE L'EXERCICE 2

Question 1.2 (tableau d'évolution du système).

Équation chimique		$2\ H_2O_{2(aq)}$	$= 2\ H_2O_{(l)}$	$+\ O_{2(g)}$
État du système	***Avancement (en mol)***	***Quantités de matière (en mol)***		
État initial	x = 0	$n_0\ (H_2O_2)$	Excès	$n_0\ (O_2)= 0$
État en cours de transformation	x(t)	…………		………
État final	x_{max}	……………..		……………