Correction du DS 4 2020 (term spé physique)

I°) Saut en longueur … motorisé (10 points)

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

1.1) Le graphe de la figure 2 est une droite passant par l'origine, donc la vitesse proportionnelle au temps : $v = k \times t$.

Par définition l'accélération est $a = \dfrac{dv}{dt}$; ici $a = \dfrac{d(k \times t)}{dt} = k$ = Constante. L'accélération de la moto est constante (**0,5 pt justification)**

1.2) On détermine le coefficient directeur de la droite entre les points (0 ; 0) et (50 ; 10) : $a = \dfrac{50 - 0}{10 - 0} = 5{,}0\ m.s^{-2}$

(0,25 pt méthode + 0,25 pt valeur) =0,5 pt

1.3) On trace la droite horizontale d'équation $v = 50\ m.s^{-1}$ (180 km/h) sur la figure 2. Le point d'intersection avec le graphe v(t) donne en abscisse, le temps de parcours : t = 10 s. On reporte ce temps de parcours sur la figure 3 : le point d'intersection avec le graphe d(t) nous donne la distance parcourue. On mesure ici : d = 250 m.
Cette détermination graphique étant approximative, on ne conserve que deux chiffres significatifs : $d = 2{,}5 \times 10^2$ m (**0,5 pt méthode +0,5 pt valeur)= 1 pt**

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

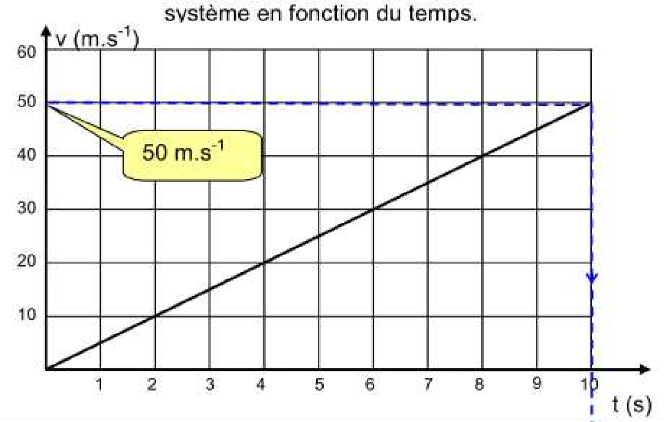
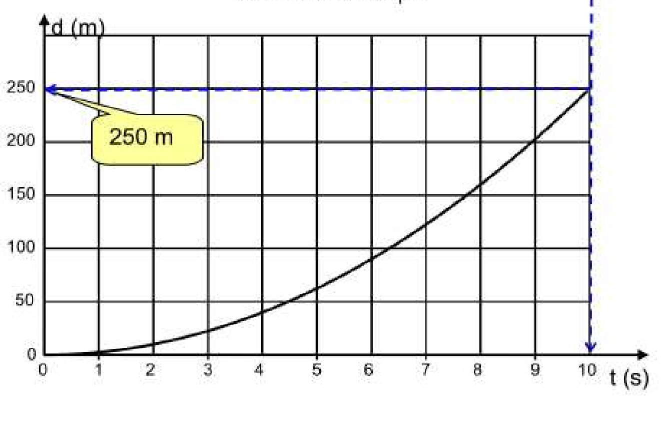


Figure 3 : Distance d parcourue par le système en fonction du temps



2°) Le saut (8 pts) :

2 .1) Le mouvement du système {motard + moto}, de masse m, est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le système n'étant soumis qu'à son poids, la deuxième loi de Newton donne : $\vec{P} = m.\vec{a}$

Or $\vec{P} = m.\vec{g}$ donc $m\vec{g} = m\vec{a}$ soit en projection dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{k})$ il vient : $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$

(0,25 pt deuxième loi de NEWTON +0,25 pt justification) =0,5 pt

2.2) Par définition $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$ alors $\vec{a}\begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_z = \dfrac{dv_y}{dt} = -g \end{cases}$. Par intégration, $\vec{v}\begin{cases} v_x = C_1 \\ v_z = -g \times t + C_2 \end{cases}$

C_1 et C_2 sont des constantes définies par les conditions initiales sur la vitesse

Or $\vec{v}(0) = \vec{v_0}$ soit $\vec{v_0}\begin{cases} v_0 \cos\alpha = C_1 \\ v_0 \sin\alpha = C_2 \end{cases}$; le vecteur vitesse $\vec{v}$ est $\begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_z = -g \times t + v_0 \sin\alpha \end{cases}$

Par définition $\vec{v} = \dfrac{d\vec{OG}}{dt}$ alors $\vec{v}\begin{cases} v_x = \dfrac{dx}{dt} = v_0 \cos\alpha \\ v_z = \dfrac{dz}{dt} = -g \times t + v_0 \sin\alpha \end{cases}$; Par intégration $\vec{OG}\begin{cases} x(t) = (v_0 \cos\alpha) \times t + C_3 \\ z(t) = -\dfrac{1}{2} g\, t^2 + (v_0 \sin\alpha) \times t + C_4 \end{cases}$

C_3 et C_3 sont des constantes définies par les conditions initiales sur la position A *t* = 0s $\vec{OG}(t = 0)\begin{cases} 0 \\ h \end{cases}$; le vecteur position $\vec{OG}$ est $\begin{cases} x(t) = (v_0 \cos\alpha) \times t \\ z(t) = -\dfrac{1}{2} g\, t^2 + (v_0 \sin\alpha) \times t + h \end{cases}$

0,5 pt expression des vitesses + 0,5 pt expression des positions + 0,5 pt valeurs de C3 et C4 + 0,5 justification avec méthode d'integration = 2 pts

2.3°) On isole la variable *t* de l'équation $x(t) = (v_0 \cos\alpha) \times t$ que l'on reporte dans $z(t)$

Soit $t = \dfrac{x}{(v_0 \cos\alpha)}$ d'où $z(t) = -\dfrac{1}{2} g \times \left(\dfrac{x}{(v_0 \cos\alpha)}\right)^2 + (v_0 \sin\alpha) \times \dfrac{x}{(v_0 \cos\alpha)} + h$ $z(x) = -\left(\dfrac{g}{2{v_0}^2 \times \cos^2\alpha}\right) \times x^2 + (\tan\alpha) \times x + h$

(0,5 pt expression de t plus 0,5 pt méthode pour trouver l'expression de *z*(*x*)) = 1 pt

2.4°) « L'atterrissage » se fait sur le tremplin si $Z(_D) \geq h$. La distance maximale du point D correspondant au cas de l'égalité $z(x_D) = h$. Soit $-\left(\dfrac{g}{2{v_0}^2 \times \cos^2\alpha}\right) \times {x_D}^2 + (\tan\alpha) \times x_D + h = h \Leftrightarrow x_D \times \left(\tan\alpha - \dfrac{g \times x_D}{2{v_0}^2 \times \cos^2\alpha}\right) = 0$

Il faut écarter la solution $x_D = 0$; il vient : $(\tan\alpha - \frac{g \times x_D}{2v_0^2 \times \cos^2\alpha}) = 0$ soit $x_D = \frac{2 v_0^2 \times \tan\alpha \times \cos^2\alpha}{g} =$

$$\frac{2 v_0^2 \times \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \times \cos^2\alpha}{g} = \frac{2 v_0^2 \times \sin\alpha \times \cos\alpha}{g}$$ Or $\sin(2\alpha) = 2\sin\alpha \times \cos\alpha$ donc $x_D = \frac{v_0^2 \times \sin(2\alpha)}{g}$. **(0,5 pt justification sur x_D=h + 0,5 pt expression de x_D + 0,5 pt méthode pour trouver $x_{D)}$ =1,5 pts**

2.5°) $x_D = \frac{50^2 \times \sin(2 \times 30°)}{10} = \frac{50^2 \times \sin(60°)}{10} = 2{,}2 \times 10^2$ m **(0,5 pt calcul détaillé + 0,5 pt valeur) = 1 pt**

2.6°) Cette valeur est supérieure à 113 m. Cette différence est due aux forces de frottements qui n'ont pas été prises en compte lors de l'étude du système ; elles diminuent la portée du saut (**0,5 pt constat + 0,5 pt justification) = 1 pt**

2.7°) $\sin\alpha = \frac{h}{L}$ soit $h = L \times \sin\alpha = 8{,}0 \times \frac{1}{2} = 4{,}0$ m **(0,5 pt expression + 0,5 pt valeur) =1 pt**

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

Étude de réaction de dismutation

1.1°) Couple $H_2O_{2\,(aq)}$ / $H_2O_{\,(l)}$ $H_2O_{2\,(aq)} + 2\,e^- + 2\,H^+_{(aq)} = 2\,H_2O_{(l)}$ Couple $O_{2\,(g)}$ / $H_2O_{2\,(aq)}$: $O_{2\,(g)} + 2\,e^- + 2\,H^+_{(aq)} = H_2O_{2\,(aq)}$ **(0,25 pt par ½ équation) =0,5 pts**

1.2°) **0,5 pt le tableau – 0,25 pt par erreur ou oublie**

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	$n_0\,(H_2O_2)$		$n_0\,(O_2)= 0$
Etat en cours de transformation	x (t)	$n_t(H_2O_2) = n_0(H_2O_2) - \mathbf{2}x(t)$		$n(O_2) = x = \frac{V(O_2)}{V_m}$
État final	x_{max}	$n(H_2O_2) = n_0(H_2O_2) - \mathbf{2}x_{max}$		$x_{max} = \frac{V(O_2)_{max}}{V_m}$

2.1°). Un catalyseur est une espèce chimique qui **accélère** une réaction chimique sans intervenir dans son équation **(0,5 pt définition)**

2.2°) Le fil de platine est un solide, et le peroxyde d'hydrogène est en solution aqueuse, il s'agit d'une **catalyse** hétérogène **(0,25 pt type de catalyse +0,25 pt justification) =0,5 pt**

2.3°) voir ci-dessous 1 pt tracé de la courbe avec respect des échelles =**1 pt**

2.4°) $n_t(H_2O_2) = n_0(H_2O_2) - 2\,x(t)$ donc $x(t) = \frac{n_0(H_2O_2) - n_t(H_2O_2)}{2}$ **(0,5 pt expression)**

2.5) $v = \frac{1}{V}.\frac{dx(t)}{dt}$ soit $v = \frac{1}{V}.\frac{d\left(\frac{n_0(H_2O_2) - n_t(H_2O_2)}{2}\right)}{dt} = \frac{1}{2}.\frac{d([H_2O_2]_0 - [H_2O_2])}{dt}$

comme $[H_2O_2]_0$ est constante, on obtient $v = -\frac{1}{2}.\frac{d[H_2O_2]}{dt}$ **(0,5 pt démonstration)**

2.6°) $\frac{d[H_2O_2]}{dt}$ représente le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de $[H_2O_2]$ en fonction du temps.

À la date t = 0 min, ce coefficient directeur est très négatif, la courbe décroît rapidement. Alors la vitesse volumique de la transformation est la plus élevée. Puis au cours du temps, la tangente à la courbe est de moins en moins inclinée, la vitesse diminue. **(0,5 pt justification + 0,5 pt évolution de la vitesse)= 1** pt

2.7°) La concentration en réactifs est un facteur cinétique. Au début, la concentration en peroxyde d'hydrogène est élevée, la vitesse volumique de la transformation est grande. Au fur et à mesure de la consommation du peroxyde d'hydrogène, sa concentration diminue et donc la vitesse diminue (**0,5 pt identification du facteur cinétique +0,5 pt justification) =1 pt**

2.8°) Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement a atteint la moitié de sa valeur finale : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

(0,5 pt définition avec x_{final} sinon 0)=0,5 pt

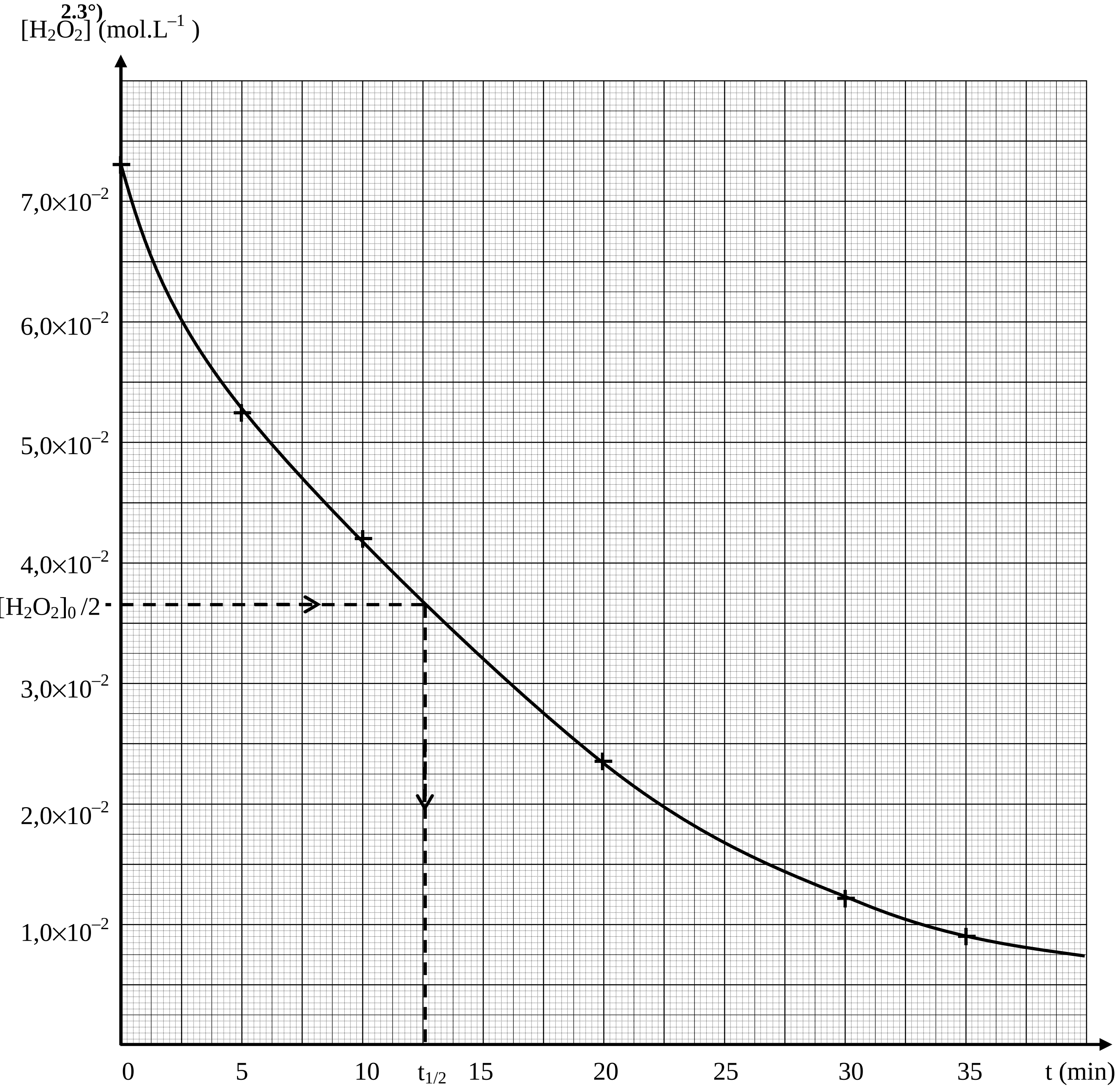
2.9°) En considérant la transformation totale, $x_f = x_{max}$ et le peroxyde d'hydrogène est totalement consommé donc $n_0(H_2O_2) - 2\,x_{max} = 0$,

alors $x_{max} = \frac{n_0(H_2O_2)}{2}$ D'après la question 4., on a $n_t(H_2O_2) = n_0(H_2O_2) - 2\,x(t)$ soit $n_{t1/2}\,(H_2O_2) = n_0(H_2O_2) - 2\,x(t_{1/2}) =$

$n_0(H_2O_2) - 2\,\frac{x_{max}}{2} = n_0(H_2O_2) - \frac{n_0(H_2O_2)}{2} = \frac{n_0(H_2O_2)}{2}$ finalement $\boxed{[H_2O_2]_{t1/2} = \frac{[H_2O_2]_0}{2}}$

Graphiquement, on détermine l'abscisse du point d'ordonnée $[H_2O_2] = \frac{7{,}30\times10^{-2}}{2} = 3{,}65\times10^{-2}$ mol.L^{-1} (soit 7,30 cm). On trouve **$t_{1/2}$ compris entre 12 et 13 minutes (0,5 pt valeur de $t_{1/2}$ +0,5 pt méthode +0,5 pt justification)=1,5** pts

2.3°)



3.1°) La relation v = k × [H_2O_2] montre que la vitesse de disparition du peroxyde d'hydrogène est proportionnelle à sa concentration. La réaction est donc d'ordre 1 par rapport au peroxyde d'hydrogène **(0,5 pt justification).**

3.2°) Le programme simule l'évolution de la concentration en peroxyde d'hydrogène pour des intervalles de temps $\Delta t = 0,01$ h.
Pour comparer avec l'expérience faite pendant 6 h, on choisit donc de faire le calcul sur N = 600 points afin que la durée totale soit égale à 0,01 × 600 = 6 h **(0,5 pt justification)**

3.3°) La vitesse de disparition est définie par : $v_{disp} = -\dfrac{C[i+1]-C[i]}{t[i+1]-t[i]}$. Or v_{disp} = k × C[i] donc C[i+1] = C[i] – (t[i+1] – t[i]) × k × C[i]

qui est la relation de la ligne 11 du programme **(0,5 pt justification)**

3.4°) Ce sont les lignes 13 à 15 qui conduisent au tracé de l'évolution de la concentration mesurée expérimentalement en fonction du Temps **(0,5 pt identification des lignes).**