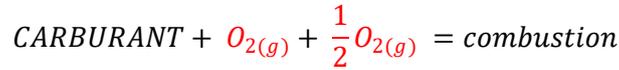
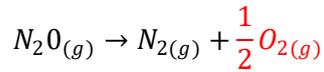


Fast and furious

Le protoxyde d'azote N_2O (g) est un gaz utilisé pour améliorer les performances des moteurs de voitures par un apport de dioxygène. Rendus populaires dans le film Fast and Furious, les systèmes NOS (Nitrous Oxide Systems) permettent d'injecter le protoxyde d'azote $N_2O(g)$ dans la chambre de combustion du moteur, en même temps que l'air et l'essence. Lors de la compression, le gaz se réchauffe, se décompose en produisant du dioxygène selon la réaction d'équation :



Pour étudier la cinétique de cette décomposition, on introduit, dans un récipient de volume **V constant**, une quantité $n_0 = 41,3 \text{ mmol}$ de protoxyde d'azote et on relève, au cours du temps, la pression P des gaz dans l'enceinte.

La température T est maintenue à 600°C. Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :	t(min)	0	12	25	45	90	140
	P(bar)	1,000	1,062	1,120	1,195	1,314	1,391

- Citer un capteur ayant permis de suivre l'évolution du système. **Un capteur de pression.**
- a. La réaction étudiée est-elle lente ou rapide? **D'après le tableau de mesure la réaction est lente.**
 b. Dans le moteur, la combustion entraîne une forte élévation de la température qui peut atteindre 2000°C. Justifier l'utilisation du protoxyde d'azote pour obtenir rapidement un gain de puissance. **À 2000°C, la réaction chimique est plus rapide, libérant du O_2 qui améliore la combustion du carburant.**
- Établir un tableau d'avancement du système.

	$N_2O_{(g)}$	→	$N_{2(g)}$	+	$\frac{1}{2}O_{2(g)}$
Etat Initial P_0	$n_0 = 41,3 \text{ mmol}$		0		0
Etat intermédiaire P	$n_0 - x$		x		$\frac{x}{2}$
Etat final	$n_0 - x_{max} = 0$ $x_{max} = n_0$		$x_{max} = 41,3 \text{ mmol}$		$\frac{x_{max}}{2} = 20,65 \text{ mmol}$

- a. Exprimer la pression initiale P_0 en fonction de n_0, R, T et V ou R est la constante du gaz parfait.

$$\text{Loi des gaz parfaits : } P_0V = n_0RT \text{ donc } P_0 = \frac{n_0RT}{V}$$

- b. Montrer que la pression **P** régnant dans l'enceinte, à un instant t, est égale à $(n_0 + \frac{x}{2}) \times \frac{R \times T}{V}$, où x est l'avancement de la réaction.

$$\text{Loi des gaz parfaits : } PV = nRT = \left((n_0 - x) + x + \frac{x}{2} \right) RT = \left(n_0 + \frac{x}{2} \right) RT \text{ soit } P = \left(n_0 + \frac{x}{2} \right) \frac{RT}{V}$$

- c. Montrer que $n(O_2) = n_0 \times \left(\frac{P}{P_0} - 1 \right)$

$$\text{D'après le tableau : } n(O_2) = \frac{x}{2}$$

$$\text{On a } \begin{cases} P_0 = \frac{n_0RT}{V} \quad (1) \\ P = \left(n_0 + \frac{x}{2} \right) \frac{RT}{V} \quad (2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{RT}{V} = \frac{P_0}{n_0} \\ \frac{RT}{V} = \frac{P}{\left(n_0 + \frac{x}{2} \right)} \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{\left(n_0 + \frac{x}{2} \right)} = \frac{P_0}{n_0} \Rightarrow \left(\frac{P}{P_0} - 1 \right) = \frac{x}{2n_0} \Rightarrow \frac{x}{2} = n_0 \left(\frac{P}{P_0} - 1 \right)$$

$$n(O_2) = n_0 \left(\frac{P}{P_0} - 1 \right)$$

d. Exprimer $n(N_2O_{(g)})$ en fonction de n_0, P et P_0

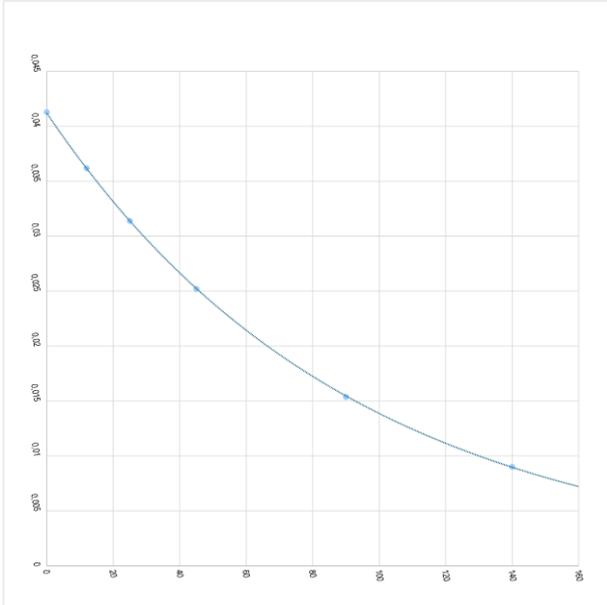
$$n(N_2O_{(g)}) = n_0 - x = n_0 - 2n(O_2) = n_0 - 2n_0 \left(\frac{P}{P_0} - 1 \right) = n_0 \left(1 - 2 \left(\frac{P}{P_0} - 1 \right) \right)$$

$$n(N_2O_{(g)}) = n_0 \left(3 - 2 \frac{P}{P_0} \right)$$

5. Tracer l'évolution de la quantité $n(N_2O)$ au cours du temps.

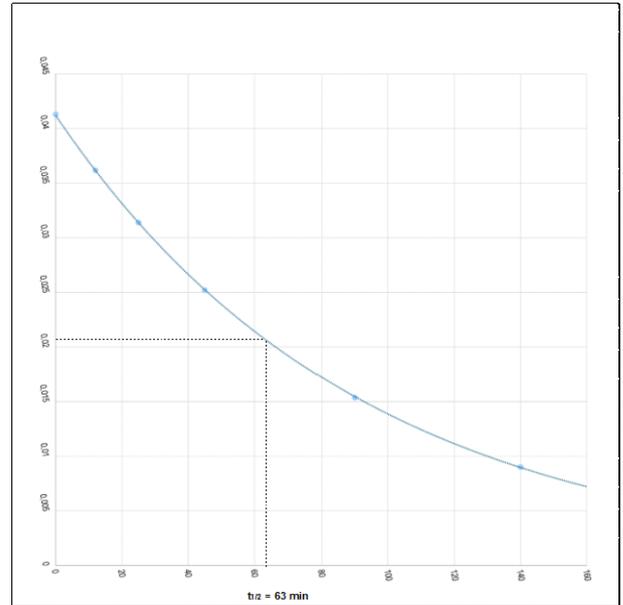
$$n(N_2O_{(g)}) = 41,3 \text{ mmol} (3 - 2P)$$

t(min)	0	12	25	45	90	140
P(bar)	1,000	1,062	1,120	1,195	1,314	1,391
$n(N_2O_{(g)})$	0,041	0,036	0,031	0,025	0,015	0,009



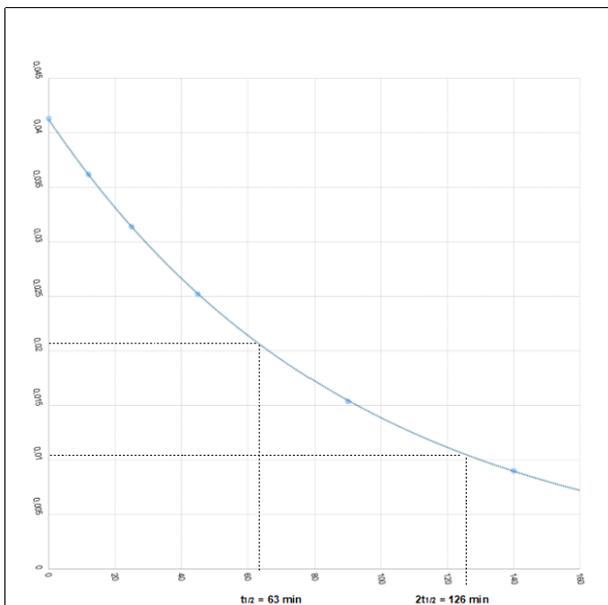
6. a. Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$

$t_{1/2}$



$$t_{1/2} = 63 \text{ min}$$

b. Déterminer la quantité $n(N_2O_{(g)})_{t1}$ à $t_1 = 2t_{1/2}$



$$t_1 = 2t_{1/2} = 126 \text{ min et } n(N_2O_{(g)})_{t1} = 10,2 \text{ mmol}$$

c. Comparer $n(N_2O_{(g)})_{t1}$ et $\frac{n_0}{2}$. Pourquoi peut-on conclure que la réaction est d'ordre 1 par rapport à N_2O ?

$$n(N_2O_{(g)})_{t1} = 10,2 \text{ mmol et } \frac{n_0}{2} = 20,5 \text{ mmol}$$

la réaction est d'ordre 1 par rapport à N_2O

7. Quelle est l'influence d'une admission plus importante de protoxyde d'azote sur la vitesse du véhicule ?

