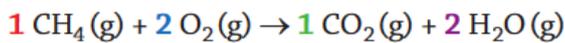


Evolution de la composition du système chimique en fonction de l'avancement

Contexte : Le gaz de ville est principalement constitué de méthane. Lors d'une fuite de gaz, le méthane est mélangé à l'air et peut exploser s'il se produit une étincelle. Cette transformation chimique peut-être suivie à l'aide d'un tableau d'avancement.

A Détonation d'un mélange méthane-air

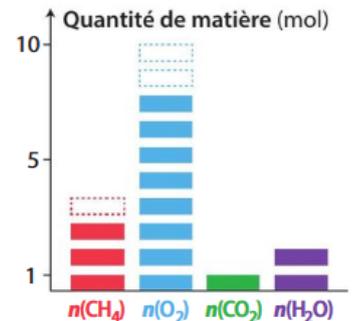
- Le méthane $\text{CH}_4(\text{g})$ réagit avec le dioxygène de l'air $\text{O}_2(\text{g})$ selon une réaction de combustion totale d'équation :



- Pour certaines proportions du mélange méthane-air, une explosion peut se produire.
- Pour une quantité de méthane donnée, l'explosion la plus violente a lieu lorsque le mélange est **stœchiométrique** ; c'est le régime de détonation.

C État intermédiaire

Dans l'état intermédiaire $x = 1 \text{ mol}$, on peut schématiser les quantités de matière des réactifs et des produits sous la forme d'un graphique comme celui ci-contre :



B Tableau d'avancement

- L'évolution des quantités de matière au cours de la transformation peut être suivie grâce à un tableau d'avancement.

On considère le cas suivant :

$$n_0(\text{CH}_4) = 4 \text{ mol} \text{ et } n_0(\text{O}_2) = 10 \text{ mol}$$

Équation chimique		$1 \text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 1 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
État du système	Avancement x en mol	Quantités de matière (mol)			
		$n(\text{CH}_4)$	$n(\text{O}_2)$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$
État initial	0	4	10	0	0
États intermédiaires	1				
	2				
	3				
État final	4				

- L'équation de la réaction traduit un **bilan de matière** : **1** mol de CH_4 réagit avec **2** mol de O_2 pour former **1** mol de CO_2 et **2** mol de H_2O .

- En notant x l'**avancement de la réaction**, grandeur exprimée en mole, on a aussi :

1x mol de CH_4 réagit avec **2x** mol de O_2 pour former **1x** mol de CO_2 et **2x** mol de H_2O .

Ainsi, les quantités des réactifs diminuent selon :

$$n(\text{CH}_4) = 4 \text{ mol} - 1x \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = 10 \text{ mol} - 2x \text{ mol}$$

et les quantités des produits augmentent selon :

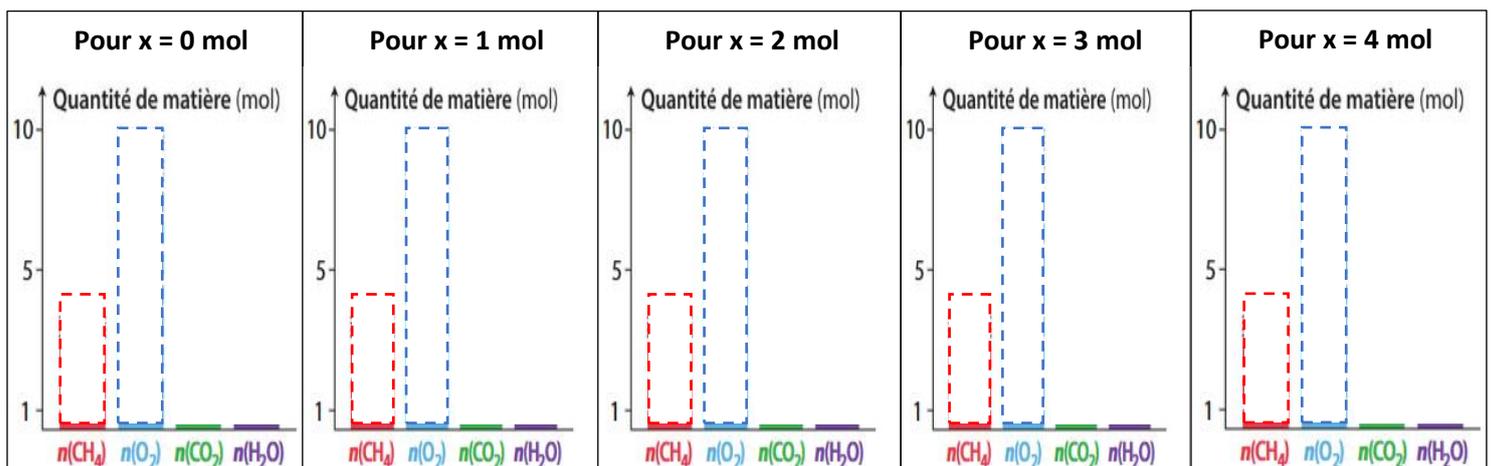
$$n(\text{CO}_2) = 0 \text{ mol} + 1x \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0 \text{ mol} + 2x \text{ mol}$$

Q1- Compléter le tableau du document B en utilisant éventuellement l'animation sur l'avancement. [App]

Q2- Construire les histogrammes des différents états du système correspondant aux avancements suivants :

[App-Réa]



Q3- Quel est le **réactif limitant** :

...le réactif **en excès** :

[S-App]

Q4- On considère maintenant l'état initial suivant : 4 mol de CH₄ et 8 mol de O₂.

Équation chimique		1 CH ₄ (g) + 2 O ₂ (g) → 1 CO ₂ (g) + 2 H ₂ O(g)			
État du système	Avancement x en mol	Quantités de matière (mol)			
		n(CH ₄)	n(O ₂)	n(CO ₂)	n(H ₂ O)
État initial	0			0	0
États intermédiaires	1				
	2				
	3				
État final	4				

a) Compléter le tableau : [App]

Cet état initial correspond à un mélange stœchiométrique.

b) Définir un **mélange stœchiométrique**. [App-Com]

c) Déterminer la quantité initiale de dioxygène permettant, avec 3 mol de méthane, de former un mélange détonant. [App-Ana]

Q5- Compléter littéralement le tableau d'avancement de la transformation étudiée, en notant n₀(CH₄) et n₀(O₂) les quantités initiales de réactifs. [App-Ana]

La réaction est considérée **totale**, c'est-à-dire qu'à l'état final, au moins un des réactifs est entièrement consommé.

Equation chimique :		1 CH ₄ (g) + 2 O ₂ (g) → 1 CO ₂ (g) + 2 H ₂ O(g)			
Etat du système	Avancement x	n(CH ₄)	n(O ₂)	n(CO ₂)	n(H ₂ O)
Initial	x = 0 mol				
Intermédiaire	x				
Final	x _{max}				

Q6- On s'intéresse à nouveau à un mélange initial de 4 mol de CH₄ et 10 mol de O₂. Déterminer l'avancement maximal dans chacune des hypothèses : [App-Réa]

Si CH₄ est limitant, n₀(CH₄) - x_{max} = ; Si O₂ est limitant, n₀(O₂) - 2x_{max} = ...

Donc

Donc ...

Q7- Quel est donc l'avancement maximal et quels sont les quantités de matière de chaque espèce chimique à l'état final ? x_{max}=... car [Val-Réa]

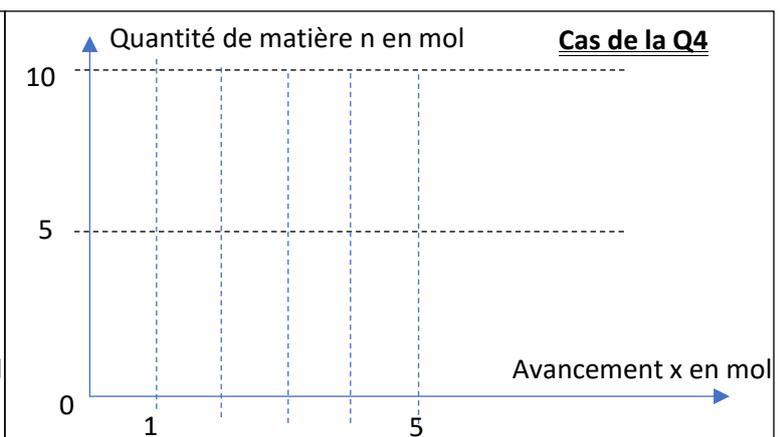
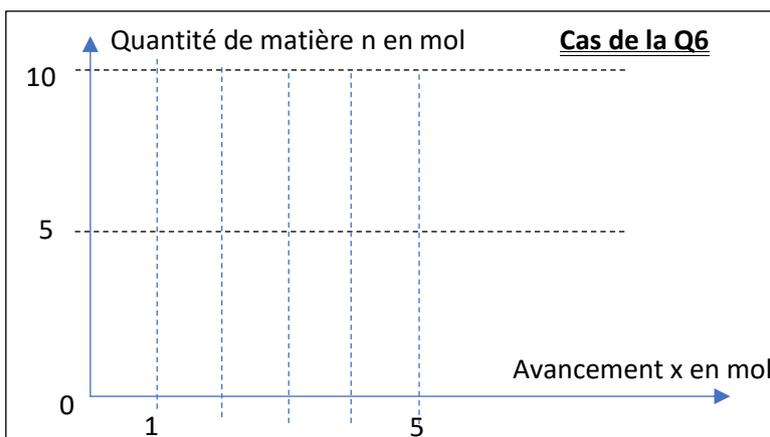
n_f(CH₄)=...

n_f(O₂)=...

n_f(CO₂)=...

n_f(H₂O)=...

Q8- Représenter l'évolution des quantités de matière de chaque espèce chimique en fonction de x : [Réa]





MARGAS Dominique

Lycée Val de Seine Le Grand Quevilly

Académie de ROUEN

D'après Livre « 1^{ère} spécialité physique chimie, HACHETTE Education » p50