

DEVOIR N°4 - 2 H

1 Émission de CO₂ par une voiture

En France, il existe un système de malus/bonus écologique sur le prix d'achat d'une voiture. Ce bonus/malus est calculé en fonction de la quantité de CO₂ émise par le véhicule lors du parcours d'une distance donnée.

Document 1 : catégories écologique d'un véhicule en fonction de la masse de CO₂ produite par km parcouru

	ESSENCE	DIESEL
A	< 100 g CO ₂ /km	< 85 g CO ₂ /km
B	100 ≤ g CO ₂ /km < 130	85 ≤ g CO ₂ /km < 115
C	130 ≤ g CO ₂ /km < 160	115 ≤ g CO ₂ /km < 145
D	160 ≤ g CO ₂ /km < 190	145 ≤ g CO ₂ /km < 175
E	190 ≤ g CO ₂ /km < 220	175 ≤ g CO ₂ /km < 205
F	220 ≤ g CO ₂ /km < 250	205 ≤ g CO ₂ /km < 235
G	≥ 250 g CO ₂ /km	≥ 235 g CO ₂ /km

Document 2 : Extraits de la fiche technique d'une voiture X

Motorisation : essence
 Consommation mixte : 6,6 L au 100 km
 Émission de CO₂ : 143 g/km

Document 3 : Quelques données sur l'essence

L'essence est principalement composé d'hydrocarbure de formule brute C₈H₁₈. Sa densité peut varier, mais vaut en moyenne 0,7.

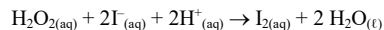
L'équation de sa réaction de combustion avec le dioxygène (réaction qui a lieu dans le moteur) est : C₈H₁₈ + 12,5 O₂ → 8 CO₂ + 9 H₂O

Quelques masses molaires en g·mol⁻¹ : M(C) = 12,0 ; M(O) = 16,0 g·mol⁻¹ ; M(H) = 1,0 g·mol⁻¹.

- À quelle catégorie énergétique appartient la voiture X ? [0,5 pt]
- Montrer qu'une consommation de 6,6 L d'essence pour 100 km revient à consommer 0,41 mol d'essence pour chaque kilomètre. [2 pts]
- À l'aide d'un tableau d'avancement, calculer la quantité de matière de O₂ consommée ainsi que les quantités de matière d'eau et de CO₂ produite pour chaque kilomètre. [2 pts]
- La donnée « 143 g de CO₂ émis par kilomètre » est-elle compatible avec la consommation d'essence annoncée ? [1 pt]
- Quelle doit être la consommation d'une voiture à essence pour appartenir à la catégorie A ? [1 pt]

2 Suivi d'une réaction

L'eau oxygénée H₂O₂ réagit lentement avec les ions iodure I⁻ en présence d'ions H⁺ selon la réaction d'équation :



La seule espèce colorée présente dans le mélange est le diiode I_{2(aq)}. On peut donc suivre l'évolution de cette réaction par spectrophotométrie.

A. Courbe d'étalonnage

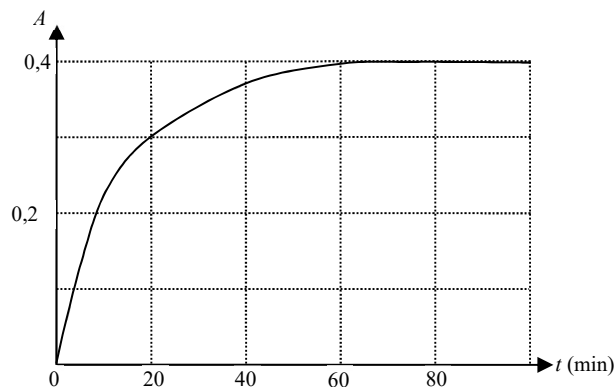
On a réalisé différentes solutions de I₂ et mesurer leur absorbance à 500 nm. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Solution	eau distillée	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
c(I ₂) en mmol·L ⁻¹	0	0,50	1,0	2,0	2,5
Absorbance A	0	0,12	0,27	0,51	0,65

- Tracer le graphique A = f(c). [1 pt]
- Justifier que ces deux grandeurs sont liées par la relation A = k·c [0,5 pt]
- Montrer que k = 0,26 L·mmol⁻¹ [0,5 pt]

B. Suivi de la réaction

Une solution contenant de l'eau oxygénée H₂O_{2(aq)}, des ions iodure I⁻_(aq) et des ions H⁺_(aq) est placée dans le spectrophotomètre. On mesure son absorbance à 500 nm pendant 100 minutes, on obtient le graphique suivant :



- L'état final est atteint que la concentration en diiode n'évolue plus. Quelle est alors sa concentration ? [0,5 pt]
- 5.a. Le volume de solution utilisée est de V = 2,5 mL. Quelle est alors la quantité de matière de diiode formée à l'état final ? [1 pt]
- 5.b. En déduire la valeur de l'avancement final x_f [0,5 pt]
6. Il y avait initialement, dans ces 2,5 mL de solution, 5,0·10⁻⁶ mol de H₂O₂, 7,7·10⁻⁶ mol d'ions I⁻ et 20·10⁻⁶ mol d'ions H⁺. Que reste-t-il de ces réactifs en fin de réaction ? Quel est le réactif en défaut ? [1 pt]

Correction

Ex.1

1. Catégorie C (entre 130 et 160 g·km⁻¹)

2. 6,6 L pour 100 km → 0,066 L/km soit 66 mL/km

66 mL pèsent 66×0,7 = 46,2 g

$M(C_8H_{18}) = 12 \times 8 + 18 = 114 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

La quantité de matière de C₈H₁₈ contenue dans 46,2 g d'essence est :

$n = 46,2/114 = 0,405 \text{ mol} \approx 0,41 \text{ mol}$

D si seul calcul de M est correct

3. Tableau d'avancement

Av. (mol)	C ₈ H ₁₈	+ 12,5 O ₂	→ 8 CO ₂	+ 9 H ₂ O
EI	0,41	∞	0	0
En cours	0,41 - x	∞ - 12,5x	8x	9x
EF (x _{max})	0	∞	3,28	3,69

O₂ étant en excès, le réactif limitant est l'essence. Donc x_{max} = 0,41 mol

n(O₂) consommée = 12,5×0,41 = 5,13 mol

n(CO₂) produite = 8×0,41 = 3,28 mol

n(H₂O) produite = 9×0,41 = 3,69 mol

1 pour O₂ (en excès et n(O₂) consommée)

1 pour la ligne « en cours » correcte

1 pour le calcul correct de x_{max}

1 pour le calcul correct de n(CO₂) et n(H₂O)

-1 pour unité x absurde ou inexistante

-1 si n_{initial} C₈H₁₈ fautive

4. 3,28 mol de CO₂ produite par kilomètre donne une masse de 3,28×(12+2×2) = 144 g. Cette valeur est donc compatible avec les 143 g annoncé.

5. La quantité de CO₂ émise est proportionnelle à la quantité d'essence consommée. On peut donc faire un tableau de proportionnalité.

Consommation (L par 100 km)	Émission de CO ₂ (g par km)
6,6	143
x	100

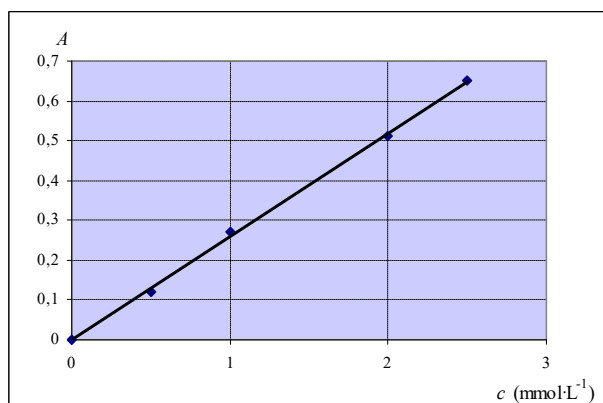
$x = 6,6 \times 100 / 143 = 4,6 \text{ L au } 100 \text{ km.}$

La consommation d'une voiture doit être inférieure à 4,6 L au 100 km pour qu'elle puisse faire partie de la catégorie A.

Ex.2

1. Graphique $A = f(c)$

[1 pt]



Droite pas tracée : -0,25

2. On voit que ce graphique est une droite passant par l'origine. Il y a donc une relation de proportionnalité entre A et c.

3. On calcule le coefficient directeur de la droite passant au plus près de tous les points. Cette droite passe par les points (0 ; 0) et le dernier point (0,65 ; 2,5).

4. Lorsque l'état final est atteint, $A = 0,40$, donc $c = 0,40/0,26 \approx 1,54 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

5.a. $n = c \cdot V = 1,54 \cdot 10^{-3} \times 2,5 \cdot 10^{-3} = 3,85 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ soit 3,85 μmol
problème de sous-multiple : -0,25

b. $x_f = n_{I_2} = 3,85 \text{ μmol}$

6. Tableau d'avancement (0,75 pt)

Avancement (×10 ⁻⁶ mol)	H ₂ O _{2(aq)}	2Γ _(aq)	+ 2H ⁺ _(aq)	→ I _{2(aq)}	+ 2 H ₂ O _(l)	
État initial	5,0	7,7	20	0		solvant
En cours	5,0 - x	7,7 - 2x	20 - 2x	x		
État final	5,0 - x _f = 1,15	7,7 - 2x _f = 0,5	20 - 2x _f = 12,3	x _f = 3,85		

Le réactif limitant est l'ion iodure Γ. (0,25 pt)

Par erreur dans le tableau d'avancement → -0,25 pt