

Physique-Chimie (25 points)

Thème : L'hydrogène a-t-il une couleur ?

Question 1 – Inconvénients du dihydrogène « noir » ou « gris »

(3 pts)

RÉPONSE

D'après le texte introductif, les deux inconvénients du dihydrogène qualifié de « noir » ou de « gris » sont :

- Il est produit à partir de **sources d'énergie non renouvelables** (charbon pour le « noir », gaz naturel pour le « gris »).
- Sa production **émet des gaz à effet de serre** (dioxyde de carbone CO₂), contrairement au dihydrogène « blanc » ou « vert ».

Question 2 – Chaîne énergétique du véhicule

(5 pts)

RÉPONSE 2a – Énergie stockée dans la pile

La pile à combustible contient du dihydrogène, un combustible. L'énergie stockée est donc l'**énergie chimique**.

RAPPEL – Modes de transfert d'énergie

- **Transfert électrique** : lié au passage d'un courant électrique.
- **Transfert mécanique** : lié à une force ou à un mouvement.
- **Transfert thermique** : lié à un échange de chaleur.
- **Transfert par rayonnement** : lié à l'émission de lumière.

RÉPONSE 2b – Modes de transfert (1) et (2)

En lisant la chaîne énergétique du schéma :

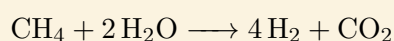
N°	Mode de transfert	Justification
(1)	Transfert électrique	Courant de la pile vers le moteur
(2)	Transfert mécanique	Mouvement transmis aux roues

Question 3 – Comparaison des modes de production

(9 pts)

RÉPONSE 3a – Produits de la production « gris »

L'équation de la production « gris » est :



Les **produits formés** sont le **dihydrogène** (H₂) et le **dioxyde de carbone** (CO₂).

RÉPONSE 3b – Avantage environnemental du « vert »

Comparons les produits des trois réactions :

Couleur	Équation de réaction	Produits
« Noir »	$C + 2 H_2O \longrightarrow 2 H_2 + CO_2$	$H_2 + CO_2$
« Gris »	$CH_4 + 2 H_2O \longrightarrow 4 H_2 + CO_2$	$H_2 + CO_2$
« Vert »	$2 H_2O \longrightarrow 2 H_2 + O_2$	$H_2 + O_2$

La production « vert » ne produit **aucun CO₂** : le seul sous-produit est le **dioxygène (O₂)**, qui n'est pas un gaz à effet de serre. C'est son avantage environnemental sur les productions « noir » et « gris » qui émettent toutes les deux du CO₂.

RÉPONSE 3c – Comparaison « noir » vs « gris »

On compare les deux productions **pour une même quantité de H₂ produite**, ici 4 mol :

Couleur	Équation	H ₂ produit	CO ₂ produit
« Noir »	$2 C + 4 H_2O \longrightarrow 4 H_2 + 2 CO_2$	4 mol	2 mol
« Gris »	$CH_4 + 2 H_2O \longrightarrow 4 H_2 + CO_2$	4 mol	1 mol

Pour produire la même quantité de H₂ (4 mol), la production « noir » émet **2 mol** de CO₂ tandis que la production « gris » n'en émet qu'**1 mol**. La production de dihydrogène « noir » émet donc bien **deux fois plus** de CO₂ que le « gris ».

Question 4 – Dihydrogène comprimé dans le réservoir

(8 pts)

FORMULE – Masse, masse volumique et volume

$$m = \rho \times V \quad \text{avec} \quad \rho = \text{masse volumique en kg/m}^3, \quad V = \text{volume en m}^3$$

RÉPONSE 4a – Masse de dihydrogène dans le réservoir

Données : $\rho = 42 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $V = 0,15 \text{ m}^3$

$$m = \rho \times V = 42 \times 0,15 = 6,3 \text{ kg}$$

Le réservoir contient bien une masse de **6,3 kg** de dihydrogène, ce qui est conforme à l'énoncé.

RÉPONSE 4b – Volume à pression atmosphérique

Donnée : à 1 bar, 1 kg de H₂ occupe 11 m³.

Pour $m = 6,3 \text{ kg}$:

$$V_{atm} = 6,3 \times 11 = 69,3 \text{ m}^3$$

À pression atmosphérique, les 6,3 kg de dihydrogène occuperaient un volume de **69,3 m³**.

RÉPONSE 4c – Intérêt de la compression

Sans compression, 6,3 kg de dihydrogène occuperaient $69,3 \text{ m}^3$, soit un volume environ **200 fois plus grand** que le coffre du véhicule ($0,32 \text{ m}^3$).

En comprimant à 700 bars, ce même volume est réduit à seulement $0,15 \text{ m}^3$: **la compression permet de stocker une grande masse de dihydrogène dans un volume très réduit**, ce qui est indispensable pour un véhicule dont l'espace est limité.

Situation	Volume
H ₂ à 1 bar (pression atmosphérique)	$69,3 \text{ m}^3$
H ₂ à 700 bars (réservoir)	$0,15 \text{ m}^3$
Coffre du véhicule	$0,32 \text{ m}^3$