

Hydrogène

Production

1/ L'hydrogène n'existant que très peu à l'état naturel, il faut dissocier les molécules dans lesquelles il est contenu. Parmi les affirmations suivantes, laquelle est fautive ?

- A/ 95 % de la production mondiale d'hydrogène provient du reformage à la vapeur des combustibles fossiles et est fortement émettrice de gaz carbonique (CO₂)
- B/ On peut produire de l'hydrogène à partir de la biomasse contenue dans les déchets
- C/ Si le nombre d'heures annuel de fonctionnement d'une installation d'électrolyse est très élevé, alors le coût de production de l'hydrogène est proche du prix du gaz européen

2/ Le « Power to Gas » est la transformation en hydrogène de synthèse de la surproduction des énergies renouvelables. Un démonstrateur de gestion des réseaux de gaz naturel par injection d'hydrogène pour décarboner vient de démarrer à Dunkerque (Grhyd). Son objectif est d'injecter jusqu'à

- A/ 5 %
- B/ 10 %
- C/ 20 % (hythane)

d'hydrogène pur dans un réseau de gaz de ville sans modifier les équipements des usagers.

Propriétés physico-chimiques

3/ Le Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) désigne la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de masse de produit dans des conditions standardisées. Plus le PCI est élevé, mieux le produit brûle. Celui de l'essence est de 47,3 MJ/kg et celui du gazole est de 44,8 MJ/kg. Celui de l'hydrogène est environ

- A/ le même
- B/ le double
- C/ le triple

4/ Le Nm³ est un mètre cube de gaz dans les conditions normales de température et de pression. Dans cette unité de mesure, le volume d'un kilogramme d'hydrogène est environ :

- A/ 4 fois
- B/ 6 fois
- C/ 8 fois

celui du méthane (1,4 Nm³/kg).

5/ Afin d'augmenter la densité de l'hydrogène, plusieurs techniques de stockage existent : à haute pression sous forme gazeuse, à très basse température sous forme liquide, à base d'hydrures sous forme solide. Parmi les affirmations suivantes, laquelle est fautive ?

- A/ La majeure partie des constructeurs automobiles a retenu la solution sous forme gazeuse
- B/ Pour être liquéfié, l'hydrogène doit être refroidi à - 253°C
- C/ La conservation au sein d'un matériau permet d'obtenir un rapport du poids d'hydrogène au poids total du réservoir de 10 %

Sécurité

6/ Parmi les affirmations suivantes, laquelle est fautive ?

- A/ L'énergie minimale d'inflammation (étincelle, point chaud) de l'hydrogène (20 µJ) est nettement supérieure aux valeurs obtenues par des décharges électrostatiques d'origine humaine

B/ En milieu ouvert, les probabilités d'explosion et de détonation sont plus faibles avec l'hydrogène qu'avec le gaz naturel

C/ L'hydrogène est inodore mais non toxique et sa flamme est incolore

7/ Parmi les explications suivantes, laquelle n'est pas une cause première des accidents du dirigeable Zeppelin (1937) ou de la navette spatiale Challenger (1986) ?

A/ La cohabitation de l'hydrogène et de l'hélium

B/ Une ambiance orageuse, une décharge électrique puis un brasier nourri par le carburant diesel de moteurs

C/ La défaillance d'un joint de propulseur d'appoint à poudre puis, en raison du froid, un départ de flammes

La Pile à Combustible

8/ Quelles sont les gammes de puissance maximale continue des piles à combustibles embarquées dans une voiture ?

A/ De 1 à 12 kW

B/ De 12 à 48 kW

C/ De 48 à 192 kW

9/ La masse des métaux précieux (platine, palladium, rhodium) que le catalyseur d'un système d'échappement contient est 5 g. La rareté des métaux précieux (platine, palladium, ruthénium) est aujourd'hui un point sensible de la Pile à Combustible. Quelle masse contient-elle par 5 kW ?

A/ 5 g

B/ 10 g

C/ 25 g

10/ Quelle est la densité de puissance d'une Pile à Combustible seule ?

A/ 1 kW/Litre

B/ 2 kW/Litre

C/ 3 kW/Litre

Le réservoir d'une voiture

11/ Le CNG (Compressed Naturel Gas) est un gaz naturel comprimé qui remplit les réservoirs des véhicules sous une pression de 200 bars. Les réservoirs composites de Type IV sont fabriqués avec un intérieur en plastique spécial et bobinés par des brins en fibre de carbone. Les travaux de Recherche & Développement en cours permettent de penser que cette technologie pourra aussi être utilisée pour l'hydrogène. Aujourd'hui, la pression utilisée dans le réservoir alimentant la pile à combustible des grandes routières (pré)commercialisées en petite série (Honda Clarity, Toyota Mirai, Hyundai i35 et Nexa) est de

A/ 175 bars

B/ 350 bars

C/ 700 bars

12/ Ces voitures ont besoin de 5 kg d'hydrogène pour leur assurer une autonomie de l'ordre de 500 km (cycle NEDC). Le volume de leur réservoir est d'environ

A/ 120 Litres

B/ 180 Litres

C/ 240 Litres

Avitaillement

13/ Un automobiliste moyen passe un peu moins de 10 minutes dans une station essence, dont 3 minutes pour remplir le réservoir. Quel est le temps « raccordement du pistolet à la voiture + dialogue de mise en sécurité + remplissage du réservoir » d'une voiture ayant besoin de 5 kg d'hydrogène ?

A/ 5 minutes

B/ 7 minutes

C/ 9 minutes

Autres moyens de transport

14/ Les trains régionaux à hydrogène Coradia iLint vendus par Alstom à la Basse-Saxe emmènent deux rames automotrices et convoient 300 passagers à 140 km / h. Grâce à des réservoirs contenant 1,5 t d'hydrogène sous 450 bars, ils peuvent parcourir sans devoir refaire le plein

- A/** 200 km
- B/** 400 km
- C/** 800 km

15/ Des bus Van Hool à haut niveau de service alimentés à l'hydrogène rouleront bientôt dans les rues de Pau. L'hydrogène qui alimente ces bus est produit à partir d'électricité d'origine renouvelable. Ils mesurent 18 mètres de long et sont dotés de 125 places. Leur autonomie est de :

- A/** 75 km
- B/** 150 km
- C/** 300 km

16/ Le Renault Maxity électrique de La Poste a un PTAC de 4,5 tonnes. Sa pile à combustible permet de délivrer une puissance maximale de 20 kW et, au-delà, ce sont ses batteries de 42 kWh qui fournissent le complément de puissance nécessaire. À l'arrêt, la pile à combustible permet de recharger la batterie si besoin. L'autonomie, de 200 km, est assurée par l'hydrogène à hauteur de

- A/** 50 %
- B/** 60 %
- C/** 70 %

17/ Les tout premiers vélos à hydrogène Alpha de la PME basque Pragma pèsent 25 kg. Leur pile, couplée à une batterie de 150 Wh, a une puissance de 150 W. Leur réservoir, de 2 L, se recharge en 2 minutes. Leur autonomie est de

- A/** 25 km
- B/** 50 km
- C/** 100 km

Ref : Upsy 18-113 V5

Mise en forme et réalisation :

jean-louis.legrand@sasuvexper.com & philippehenri.leroy@upsylonexperience.com