

1 Réservoirs d'énergie

Pour se déplacer, les véhicules doivent « puiser dans leurs réserves » (réservoirs) d'énergie. Un convertisseur permet de convertir l'énergie stockée dans le réservoir en énergie mécanique. Cependant, selon le type de réservoir, les valeurs des énergies stockées varient fortement.

Réservoir d'énergie	Nature de l'énergie stockée	Valeur de l'énergie stockée (J)
Batterie de voiture (plomb) : 12 V, capacité 40 A·h, 10 kg	Énergie chimique	2×10^6
Réservoir de gazole : 40 L	Énergie chimique	2×10^9
Batteries pour véhicule électrique (Lithium Métal Polymère) : 410 V, capacité 75 A·h, 300 kg	Énergie chimique	10^8
Réservoir d'air à la pression de 300 bar, de volume 300 L (pour prototype de voiture à air comprimé)	Énergie mécanique	2×10^7
Automobile de masse $m = 1$ t roulant sur une route rectiligne horizontale à la vitesse de $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (l'énergie potentielle de pesanteur est prise nulle)	Énergie mécanique	3×10^5
Bobine supraconductrice	Énergie électrique	2×10^3

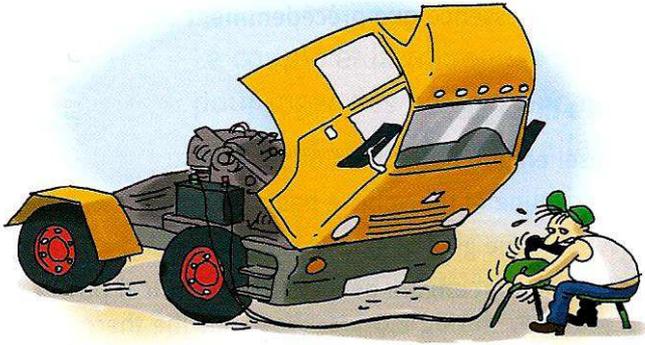
▲ Valeur des énergies stockées dans quelques réservoirs.

Questions :

- Calculer les énergies massiques en $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ pour les deux batteries et pour le gazole (masse volumique $0,85 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$). Commenter.
- Pour un moteur thermique dont le rendement est égal à 20 %, calculer l'énergie mécanique que l'on obtient avec 40 L de gazole.
- Pour un moteur électrique dont le rendement est égal à 90 %, calculer l'énergie mécanique que l'on obtient avec la batterie LMP.
- Calculer la masse d'une batterie LMP qui stockerait autant d'énergie qu'un réservoir de gazole de 40 L. Conclure sur son utilisation dans une voiture électrique.

2 Batterie de camion

On souhaite recharger la batterie d'un camion (24 V-170 Ah) dont on a laissé les phares allumés, le moteur étant à l'arrêt.



Pour ce faire, on utilise un chargeur de rendement 60 % branché sur le secteur EDF. La tension de recharge est 28 V.

1. Calculer le coût de la recharge totale de la batterie. Prix du kWh : 0,11 €.
2. Quel serait le coût en rechargeant la batterie avec un dispositif alternateur-redresseur (convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique) de rendement 60 %, lui-même entraîné par un moteur thermique de rendement 30 % ?

Données :

- enthalpie de combustion du gazole : $\Delta_c H^0 = 4,5 \times 10^7 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$;
- masse volumique du gazole : $\rho = 850 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- coût du litre de gazole : 1,42 €.

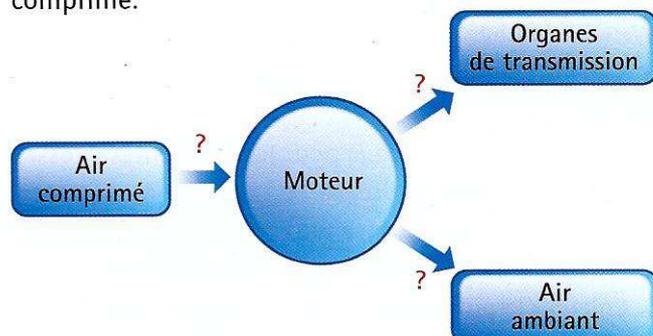
3 Moteur à air comprimé

Guy Nègre est un ingénieur français qui s'est associé avec un constructeur automobile indien TATA en 2007 pour développer son concept de voiture à air comprimé appelée *Airpod*.



L'air comprimé à 300 bar stocké dans un réservoir de 300 L sous forme d'énergie mécanique pourrait produire une énergie mécanique comprise entre 27 MJ et 51 MJ pour un rendement de 100 %.

1. Compléter la chaîne énergétique de ce moteur à air comprimé.



2. Convertir les énergies de 27 MJ et 51 MJ en kWh.
3. En réalité, le rendement du convertisseur vaut 50 %. Quelle est alors la plage d'énergie mécanique réellement produite par le réservoir d'air comprimé ?
4. Si le moteur développe une puissance moyenne de 20 kW, quelle est la plage de la durée de fonctionnement du véhicule ?
5. En déduire la plage d'autonomie de la voiture si l'énergie moyenne consommée est environ de 18 MJ aux 100 km.

4 Autonomie d'un scooter

La consommation d'énergie d'un scooter électrique est due à la résistance de l'air, au frottement des roulements, à la variation éventuelle de sa vitesse et au profil de la route.

Fiche technique d'un scooter électrique
 Puissance maximale : 2,8 kW à 5 000 tr/min
 Vitesse maximale : 45 km/h
 Poids à vide : 110 kg
 Batterie : Lithium-Phosphate 60 V-40 Ah
 Charge rapide : 4 h 30 chargeur 10 A
 Autonomie : 60 à 80 km (rapide/éco)

Il y a deux principales sources de frottement à vitesse constante :

- le **traînage aérodynamique** qui exerce une force :

$$F_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^2$$

F_T : force de résistance en newtons (N)
 ρ : masse volumique de l'air ($\rho = 1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
 S : section frontale du scooter en mètres carrés (m^2) ($S = 1,0 \text{ m}^2$)
 C_x : coefficient aérodynamique ($C_x = 0,80$)
 v : vitesse du scooter en mètres par seconde ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

- le **frottement de roulement** qui exerce une force :

$$F_R = b \cdot m \cdot g$$

m : masse du scooter + conducteur en kilogrammes (kg)
 b : coefficient de frottement ($b = 0,024$ pour des pneus bien gonflés)
 g : intensité de la pesanteur ; ($g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

On rappelle l'expression de la puissance mécanique :

$$P_m = F \cdot v$$

On fait l'hypothèse d'un scooter portant un homme de 90 kg avec son équipement et roulant à vitesse constante sur route droite et plane à la vitesse de 40 km/h. Le rendement du moteur électrique et des organes de transmission vaut 80 %.

Vérifier l'autonomie du scooter affichée dans la notice, c'est-à-dire la durée pendant laquelle le scooter peut rouler sans recharger sa batterie puis la distance parcourue pendant cette durée.

