

DEVOIR SURVEILLE – SCIENCES PHYSIQUES

Version 1



Calculatrice autorisée



Feuille de note
A4 R autorisée



Durée: 50 min



Toutes vos réponses doivent être correctement rédigées et justifiées.

Systemes de récupération de l'énergie cinétique (SREC)

Chaque fois que vous arrêtez votre voiture à un feu rouge, son énergie cinétique et la votre sont dissipées sous forme de chaleur dans vos freins. Quand le feu passe au vert, votre moteur régénère cette énergie cinétique en accélérant votre véhicule.

Dès les années 50, Richard Feynman avait imaginé un système de récupération de l'énergie cinétique (SREC, ou KERS en anglais) pour récupérer l'énergie au freinage, la stocker quelques instants, puis la réinjecter au démarrage. Aujourd'hui, les progrès technologiques permettent de réaliser cette idée.

Ce sujet traite de deux types de SREC. L'un mécanique et l'autre chimique.

1. Flywheel KERS de Volvo

Ce système développé par Volvo est basé sur un volant d'inertie de 6,0 kg, mesurant 20 cm de diamètre et tournant jusqu'à 60 000 tours par minute sous vide.

- | | | |
|------|--|----|
| 1.1. | Faire le bilan énergétique de ce système au cours du freinage de la voiture. | /1 |
| 1.2. | Montrer que l'énergie maximale pouvant être emmagasinée par ce système est d'environ 1,2 MJ. | /2 |
| 1.3. | A quelle vitesse minimale une voiture de deux tonnes doit-elle rouler pour pouvoir charger au maximum ce système lors d'un freinage jusqu'à son arrêt (arrêt de la voiture). | /2 |
| 1.4. | Un fois chargé au maximum, ce système peut restituer 80 chevaux de puissance durant un certain temps. Calculer ce temps. | /2 |

Données :

- Le volant d'inertie a la forme d'une jante.
- $1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$
- $1 \text{ tonne} = 1000 \text{ kg}$
- Le cheval-vapeur : $1 \text{ ch} = 735,5 \text{ W}$

points

2. Toyota Prius

La Toyota Prius est une automobile hybride produite par Toyota depuis 1997 avec trois générations déjà commercialisées.

Le concept allie un moteur à essence qui serait sous-dimensionné s'il était utilisé seul, complété par deux moteurs-générateurs électriques dénommés MG1 et MG2, de tailles et de puissances différentes.

Le fonctionnement est celui d'une automobile type "hybride complète" (traduction du terme anglais full hybrid). Le moteur électrique fonctionne seul à faible puissance (cas où le moteur thermique aurait un rendement très faible), tant que la batterie n'est pas déchargée. Il fournit un appoint pour aider le moteur thermique lorsqu'une puissance importante est nécessaire (accélérations, en côte...). En régime de croisière, le moteur thermique peut fonctionner à une pression moyenne effective (charge) plus élevée que nécessaire et utiliser ce surplus d'énergie mécanique pour recharger la batterie.

Afin de pouvoir récupérer de l'énergie lors des ralentissements, le freinage est lui aussi hybride et contrôlé par ordinateur :

Dès que l'accélérateur est relâché, le moteur thermique n'est plus alimenté en carburant (il s'arrête physiquement au-dessous de 70 km/h environ) et le frein moteur est assuré par MG2 qui recharge la batterie (freinage régénératif).

De même, lorsqu'on actionne la pédale de frein, c'est d'abord MG2 qui fournit l'effort de freinage avant de laisser opérer les freins à disques traditionnels quand la pression sur le frein augmente. Bien que la puissance de MG2 soit de 60 kW (Prius III), la puissance de freinage électrique est limitée par la puissance de charge que peut supporter la batterie (27 kW d'après le constructeur), ce qui incite le conducteur à réaliser des freinages doux pour récupérer le maximum d'énergie et abaisser ainsi sa consommation.

Sources : https://fr.wikipedia.org/wiki/Toyota_Prius

- | | | |
|------|--|----|
| 2.1. | Faire le bilan énergétique de la Toyota Prius en fonctionnement à faible puissance , en précisant les principaux composants intervenants. | /1 |
| 2.2. | Faire le schéma électrique simple modélisant celui de la Toyota Prius en fonctionnement à faible puissance et y indiquer le sens de circulation du courant. | /1 |
| 2.3. | Faire le bilan énergétique de la Toyota Prius au cours d'un freinage régénératif , en précisant les principaux composants intervenants. | /1 |
| 2.4. | Faire le schéma électrique simple modélisant celui de la Toyota Prius au cours d'un freinage régénératif et y indiquer le sens de circulation du courant. | /1 |

points

La batterie de la Toyota Prius est une batterie du type Nickel Métal-Hydrure.

- | | |
|--|----|
| 2.5. Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction se produisant à chaque borne de la batterie lors de sa décharge . | /2 |
| 2.6. Dans les demi-équations précédentes, identifier l'oxydant et le réducteur de chaque couple. | /1 |
| 2.7. En déduire l'équation d'oxydoréduction se produisant dans la batterie lors de sa décharge . | /1 |
| 2.8. Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction se produisant à chaque borne de la batterie lors de sa charge . | /1 |
| 2.9. En déduire l'équation d'oxydoréduction se produisant dans la batterie lors de sa charge . | /1 |

Données :

- Couple rédox intervenant à la borne positive : NiOOH/Ni(OH)₂
- Couple rédox intervenant à la borne négative : M/MH

3. Intérêt et comparaison des deux systèmes

- | | |
|--|----|
| 3.1. Quel est l'intérêt de ces deux systèmes de récupération d'énergie cinétique d'un point de vu du développement durable ? | /1 |
| 3.2. Quels avantages ou inconvénients présentent un système par rapport à l'autre ? | /2 |