

VOLANT D'INERTIE



Capacité(s) contextualisée(s) mise(s) en jeu durant l'activité :

- ✓ Ecrire et exploiter la relation de définition de l'énergie cinétique d'un solide en rotation.
- ✓ Prévoir les effets d'une modification de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de rotation.

I. But

- Déterminer expérimentalement les paramètres modifiant l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de rotation

II. Situation de départ

Le rail est un des modes majeurs pour le transport de personnes et de marchandises, et un des plus économiques en matière d'énergie. Le transport d'un passager par train coûte en moyenne environ 10 fois moins d'énergie que par bus et 20 fois moins que par voiture. Toutefois, cette consommation peut encore être réduite. En particulier, le métro dépense beaucoup d'énergie en faisant des arrêts et départs en permanence. Environ 23% de la consommation moyenne en énergie d'un voyage en rail est perdue en freinage, alors que 14% de cette énergie pourrait être récupérée pour la propulsion. Le système de volant d'inertie, ou en anglais « flywheel » est un des moyens de récupération.

Un volant d'inertie (**Fig.1**) est un système permettant le stockage de l'énergie sous forme cinétique dans une roue de masse importante en rotation. Il n'y a besoin d'aucune infrastructure supplémentaire, l'intégration à l'arbre moteur est simple et le « rechargement » se fait à bord.

Le SREC (Système de Récupération de l'Energie Cinétique) par volant d'inertie a donc l'avantage de ne pas convertir l'énergie sous une autre forme. Cela permet de diminuer les pertes, inévitables au moment de la conversion mécanique/électrique mais présente l'inconvénient du poids et de l'encombrement.

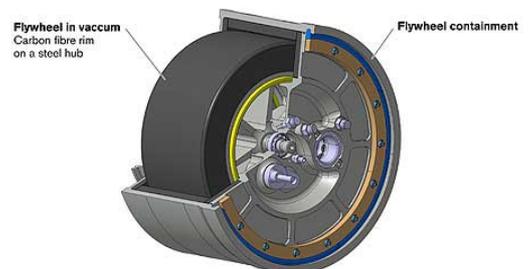


Fig.1 : Volant d'inertie

De quels paramètres dépend l'énergie cinétique d'un volant d'inertie et plus généralement d'un objet en rotation



III. Travail à rendre

(communiquer)



Rédiger un petit paragraphe expliquant le principe d'un volant d'inertie et l'intérêt de leur utilisation dans les transports en commun en particulier.

IV. Documents

(s'approprier)



IV.1. Doc.1 : Energie cinétique E_c

Un corps en mouvement possède de l'énergie, appelée énergie cinétique.

L'énergie cinétique d'un solide de **masse m** , animé d'un **mouvement de rotation** à la **vitesse angulaire ω** autour d'un **axe Δ** est définie par :

$$E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \omega^2$$

E_c en joule (J)

J_{Δ} en kilogramme mètre carré ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

ω en radian par seconde ($\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$)

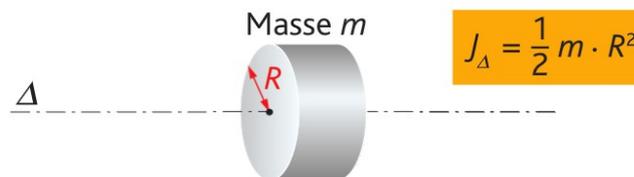
J_{Δ} est le moment d'inertie du solide par rapport à l'axe de rotation Δ .

A SAVOIR

IV.2. Doc.2 : Le moment d'inertie J_{Δ}

Le moment d'inertie d'un solide en rotation autour d'un axe Δ dépend de sa masse et de sa forme (**Fig.2**).

Cylindre



Jante

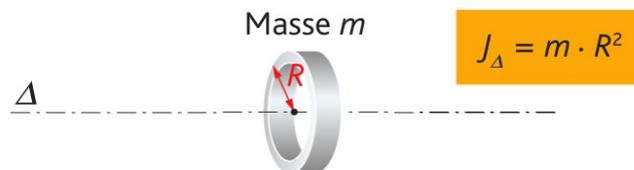


Fig.2 : Moment d'inertie d'un cylindre et d'une jante de même masse

A SAVOIR

IV.3. Doc.3 : Matériel disponible

- Différents disques adaptables sur un roulement à billes
- Un roulement à billes fixé sur une potence
- Un chronomètre
- Une balance

V. Etude préliminaire

(s'approprier, analyser)



1. Deux solides en rotation avec la même vitesse angulaire possèdent-ils la même énergie cinétique ? Justifier.
2. Deux solides en rotation avec la même vitesse angulaire et la même masse possèdent-ils la même énergie cinétique ? Justifier.

Appel du professeur

VI. Détermination des paramètres faisant varier l'énergie cinétique d'un disque en rotation

VI.1. Hypothèse

(analyser)



- A l'aide des documents précédents et d'éventuels mesures, classer les différents disques mis à votre disposition par ordre croissant de celui qui possèdera l'énergie cinétique la plus faible à celui qui possèdera l'énergie cinétique la plus importante une fois en rotation avec la même vitesse angulaire.



Noter votre démarche.

Appel du professeur

- Présenter votre classement et votre démarche au reste du groupe.

VI.2. Manipulations

(élaborer, réaliser)



- A l'aide du matériel disponible, élaborer et noter un protocole expérimental permettant de vérifier votre hypothèse précédente.



Faire un schéma annoté (au crayon papier) et des phrases explicatives.

Appel du professeur

- Une fois validé par votre professeur, réaliser votre protocole.
- Faire le schéma de votre manipulation s'il diffère du précédent et noter vos résultats.

Appel du professeur

VI.3. Exploitation des résultats

(analyser)



- Votre hypothèse de départ est-elle validée par vos résultats ?

Appel du professeur

VII. Conclusion

(valider)



- Conclure sur les différents paramètres faisant varier l'énergie cinétique d'un solide en rotation.

Appel du professeur