

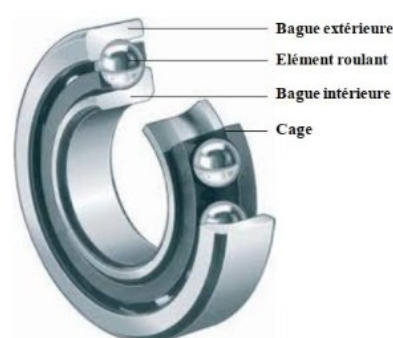
EXERCICE 4 (6 points) (physique-chimie)

Étude d'un défaut sur un roulement à billes

Les roulements à billes sont conçus pour réduire les frottements de rotation.

Cependant les contraintes d'utilisations et les agressions extérieures peuvent créer des défauts qui réduisent l'efficacité de ces roulements.

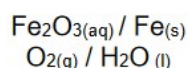
L'objectif de cet exercice est d'étudier un défaut de corrosion (oxydation) sur des roulements à billes d'un véhicule.



Corrosion des roulements

Au cours du temps, les différentes frictions s'exerçant sur le roulement réduisent la quantité de graisse présente entre les bagues qui le constituent. Les parties métalliques en fer s'oxydent alors progressivement au contact de l'air.

A l'air libre les deux couples oxydant-réducteur mis en jeu sont les suivants :

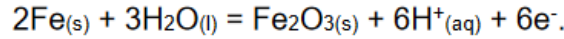


Roulement à billes oxydé

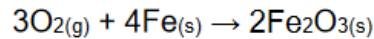
Q1. D'après l'énoncé et les couples mis en jeu, déterminer les réactifs qui sont impliqués dans la corrosion du fer.

Q2. Écrire la demi-équation d'oxydoréduction correspondant au couple $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{aq})$

Q3. Sachant que la demi-équation correspondant au couple $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{aq})} / \text{Fe}_{(\text{s})}$ est la suivante :



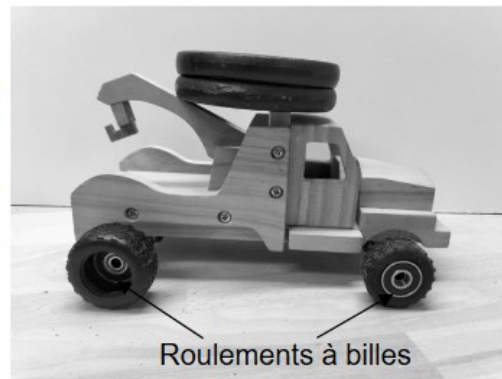
Montrer que l'équation modélisant la transformation s'écrit :



Q4. Expliquer pourquoi les roulements à billes initialement graissés ne s'oxydent pas.

Perte d'efficacité d'un roulement corrodé

Les roulements à billes permettent de diminuer les frottements qui peuvent s'exercer entre l'axe et la roue. Afin d'évaluer la perte d'efficacité d'un roulement oxydé, deux chronophotographies du mouvement d'un véhicule (ci-contre) sont réalisées. Pour la première chronophotographie, le véhicule est équipé de roulements neufs alors que pour la seconde les roulements utilisés sont légèrement oxydés.



Document 1 – Véhicule utilisé

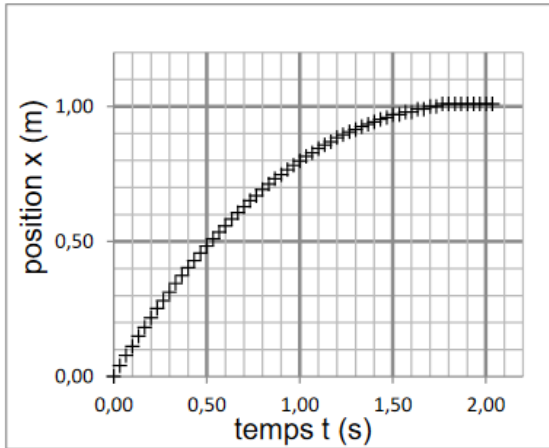
Le véhicule, de masse $m = 1,2 \text{ kg}$ est lancé avec une vitesse initiale $V_0 = 1,1 \text{ m.s}^{-1}$ sur une surface horizontale. La chronophotographie permet d'obtenir les positions en fonction du temps.

Le véhicule, de masse $m = 1,2 \text{ kg}$ est lancé avec une vitesse initiale $V_0 = 1,1 \text{ m.s}^{-1}$ sur une surface horizontale. La chronophotographie permet d'obtenir les positions en fonction du temps.

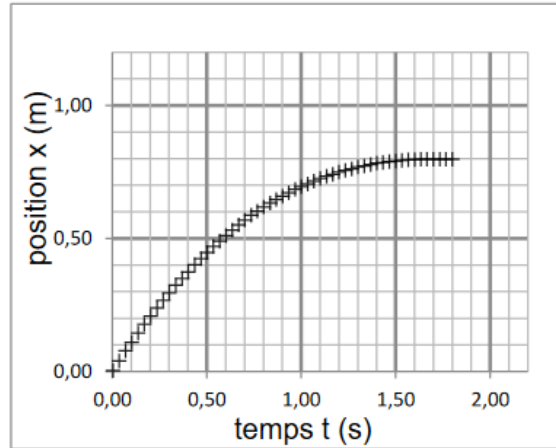


Document 2 – Schéma du mouvement.

Le vecteur $\vec{i}$ est un vecteur unitaire parallèle au déplacement du véhicule.



Document 3 – Position en fonction du temps avec roulements neufs

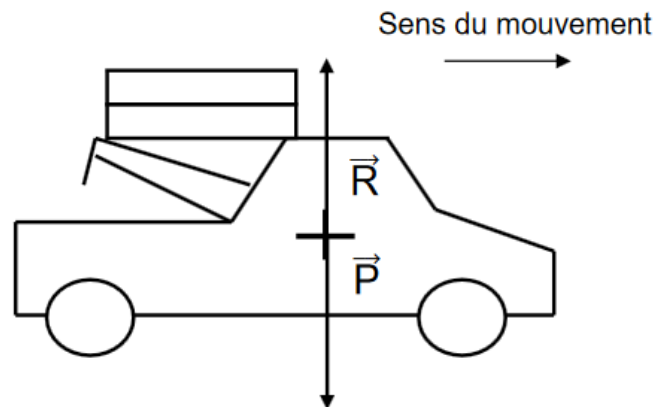


Document 4 – Position en fonction du temps avec roulements oxydés

Q5. À l'aide des graphiques, discuter de l'efficacité des roulements en présence d'oxydation.

On assimile l'ensemble des frottements qui s'exercent sur le véhicule à une seule force s'opposant au mouvement, notée $\vec{f}$, considérée constante. Dans le cas de roulements à billes neufs, cette force de frottements a pour valeur $f = 0,72$ N.

Le véhicule est également soumis à deux autres forces : le poids $\vec{P}$ et la réaction du support $\vec{R}$, représentées sur le schéma ci-dessous.



Q6. Rappeler l'expression du travail d'une force $\vec{F}$ sur l'ensemble du trajet correspondant au vecteur déplacement $\vec{d} = d\vec{u}$.

En déduire la valeur du travail des forces $\vec{P}$ et $\vec{R}$ sur l'ensemble du trajet.

On note $\vec{f}'$ la force, considérée constante et s'opposant au mouvement lorsque les roulements à billes sont oxydés.

Q7. Montrer que le travail W' de la force de frottement $\vec{f}'$ sur l'ensemble du trajet est donné par $W' = -f' \times d$.

Donnée : on a $\vec{F}' = -f'\vec{u}$.

Q8. À l'aide des graphiques précédents, déterminer la distance totale d parcourue par la voiture possédant les roulements oxydés jusqu'à son arrêt. Justifier le raisonnement.

Q9. Déterminer la valeur du travail W' et en déduire que la force de frottements, dans le cas de roulements oxydés, a pour valeur $f' = 0,9$ N. Commenter.

On rappelle que la variation d'énergie cinétique d'un solide en translation est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées au solide.

Remarque : toute prise d'initiative sera valorisée.