

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

EPREUVE BLANCHE – mars 2024

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE Physique-Chimie et Mathématiques

Durée de l'épreuve : **3 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

Les exercices 1 et 2 sont à rédiger sur une copie « Partie Mathématiques ».

Les exercices 3 et 4 sont à rédiger sur une copie « Partie Physique ».

PHYSIQUE-CHIMIE 14/20 points

MATHÉMATIQUES..... 6/20 points

EXERCICE 1 (4 points) (physique-chimie et mathématiques)

A rédiger sur une copie (Partie Mathématiques) !!!

Contrôle de la température dans un lave-linge.

Lors d'un cycle de lavage d'une machine à laver le linge, la phase qui consomme le plus d'énergie est le chauffage de l'eau utilisée en phase de lavage.

Chauffage de l'eau dans le lave-linge.

Le chauffage de l'eau est assuré par une résistance chauffante d'une puissance électrique $P_{elec} = 2,0 \text{ kW}$.
En moyenne, le volume de l'eau utilisée lors d'une phase de lavage est $V = 15 \text{ L}$.

Q1. Calculer la valeur du transfert thermique Q nécessaire pour chauffer le volume d'eau V lors d'un cycle de lavage de 20°C à 40°C .

Données :

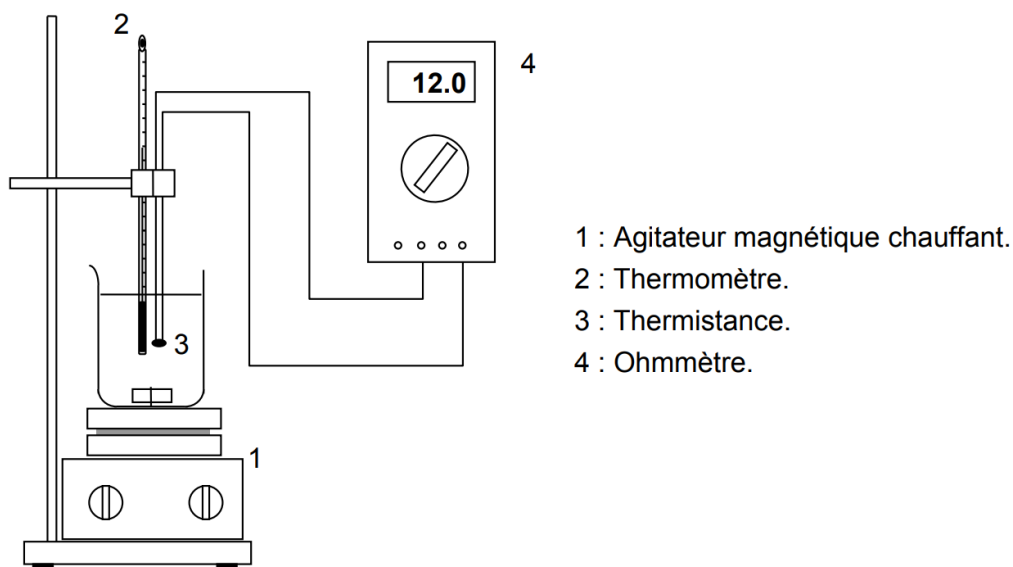
- Capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$.
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1,0 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Q2. Donner la relation entre l'énergie électrique E_{elec} consommée pendant la durée Δt de la phase de chauffage et la puissance P_{elec} . Préciser les unités.

Q3. Si toute l'énergie électrique consommée par la résistance chauffante est transférée au volume d'eau, vérifier que la durée Δt de la phase de chauffage est de l'ordre de 10 minutes.

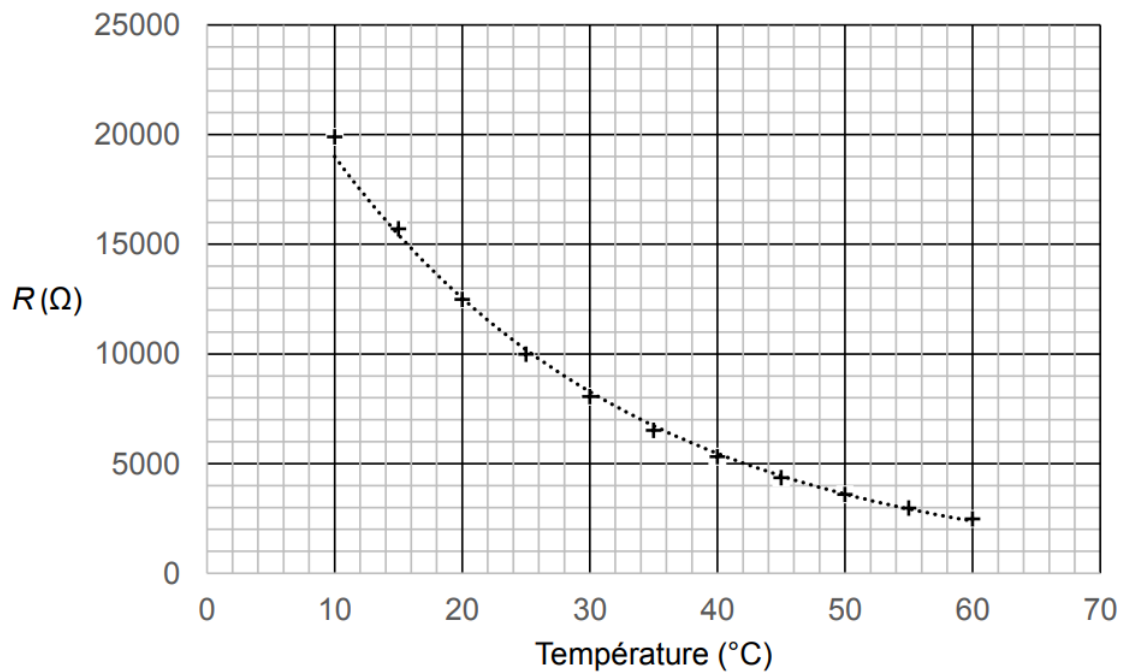
Étude d'une thermistance CTN.

La température de l'eau est contrôlée par une thermistance CTN, qui est un composant dont la valeur de la résistance électrique R varie en fonction de la température. Il est possible, au laboratoire, d'étudier les variations de la résistance d'une thermistance CTN en fonction de la température à l'aide du montage représenté dans le document 1.



Document 1 – Montage expérimental.

Les valeurs obtenues pour une thermistance donnée permettent de tracer la courbe suivante :



Document 2 – Résistance de la thermistance CTN en fonction de la température

Cette résistance (en Ω), en fonction de la température T (en $^{\circ}\text{C}$), peut être modélisée par la fonction R définie sur $[0 ; 100]$: $R(T) = 28785 \times e^{-0,042 \times T}$.

Q4. À l'aide du graphique, déterminer à partir de quelle température la résistance devient inférieure à 10 k Ω .

Q5. Résoudre sur $[0 ; 100]$ l'équation $R(T) = 10\,000$. Comparer avec la valeur lue sur le graphique à la question Q4.

Q6. On note R' la fonction dérivée de R sur $[0 ; 100]$. Déterminer une expression de $R'(T)$ en $\Omega \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$.

La sensibilité de la thermistance CTN est donnée par la fonction $S(T)$ définie sur $[0 ; 100]$ par $S(T) = -R'(T)$

Le dispositif de régulation de la température sera d'autant plus performant que la valeur de la sensibilité de la thermistance sera grande.

Q7. Montrer que la sensibilité de la thermistance CTN est environ 12 fois plus grande à 30°C qu'à 90°C .

EXERCICE 2 (4 points) (mathématiques)

A rédiger sur la copie (Partie Mathématiques) !!!

Dans cet exercice, les questions 1, 2, 3 et 4 sont indépendantes les unes des autres.

Question 1

Soit f la fonction définie sur l'intervalle $]0 ; +\infty[$ par :

$$f(x) = \frac{1}{2}x^2 - x - 2 \ln x$$

1. On admet que f est dérivable sur l'intervalle $]0 ; +\infty[$ et on note f' sa fonction dérivée. Montrer que pour tout réel x de l'intervalle $]0 ; +\infty[$,

$$f'(x) = \frac{(x+1)(x-2)}{x}$$

2. Etablir le tableau de variations de la fonction f sur $]0 ; +\infty[$. Justifier votre réponse. On ne précisera pas les limites.
3. Déterminer la limite de la fonction f en 0.

Question 2

On désigne par i le nombre complexe de module 1 et d'argument $\frac{\pi}{2}$.

On considère le nombre complexe suivant :

$$z = \sqrt{3} - i$$

1. Ecrire z sous forme exponentielle. Détailler les calculs.
2. Calculer z^6 puis donner sa partie réelle et sa partie imaginaire.

Question 3

On considère l'équation différentielle suivante :

$$(E) : 2y' + 8y = 6$$

où y est une fonction de la variable x , définie et dérivable sur $\mathbb{R}$ et y' la fonction dérivée de y .

1. Déterminer l'ensemble des solutions de l'équation différentielle (E) .
2. Déterminer la solution f de l'équation différentielle (E) telle que $f(2) = 1$.

Question 4

Rappel : pour a et b deux réels, on a les formules suivantes :

$$\cos(a + b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$$

$$\cos(a - b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b$$

$$\sin(a + b) = \sin a \cos b + \cos a \sin b$$

$$\sin(a - b) = \sin a \cos b - \cos a \sin b$$

On considère la fonction f définie sur $\mathbb{R}$ par :

$$f(t) = \cos(3t) + \sqrt{3} \sin(3t)$$

Pour tout nombre réel t , écrire $f(t)$ sous la forme $f(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$ où $A > 0$ et $\varphi \in]-\pi ; \pi]$.

EXERCICE 3 (6 points) (physique-chimie)

A rédiger sur une nouvelle copie (Partie Physique) !!!

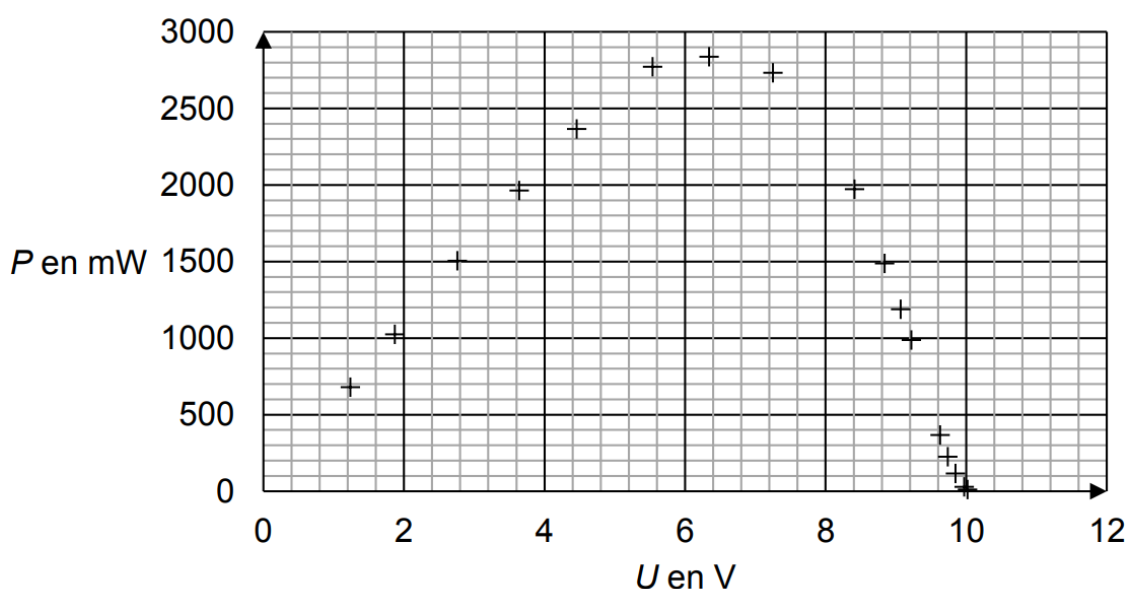
Alimentation d'un moteur par un panneau photovoltaïque

On désire alimenter une pompe de piscine à l'aide d'un panneau photovoltaïque. On réalise pour cela une maquette miniaturisée constituée d'un panneau photovoltaïque, d'un moteur et d'une batterie.

Étude du panneau photovoltaïque

Q1. Indiquer quelles sont les formes d'énergie mises en jeu dans la conversion photovoltaïque.

On donne la courbe représentant la puissance électrique P fournie par le panneau en fonction de la tension à ses bornes, notée U :



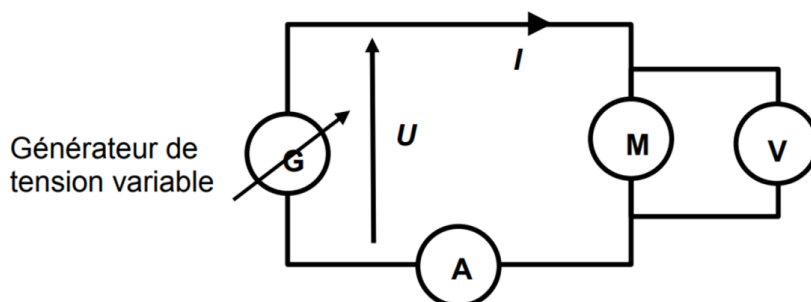
Document 1 – Évolution de la puissance électrique en fonction de la tension

Q2. Sachant que les mesures ont été effectuées avec une irradiance qui vaut $1100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ et que l'aire du panneau photovoltaïque est $S = 6,4 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, montrer que le rendement maximal du panneau photovoltaïque vaut environ 4 %.

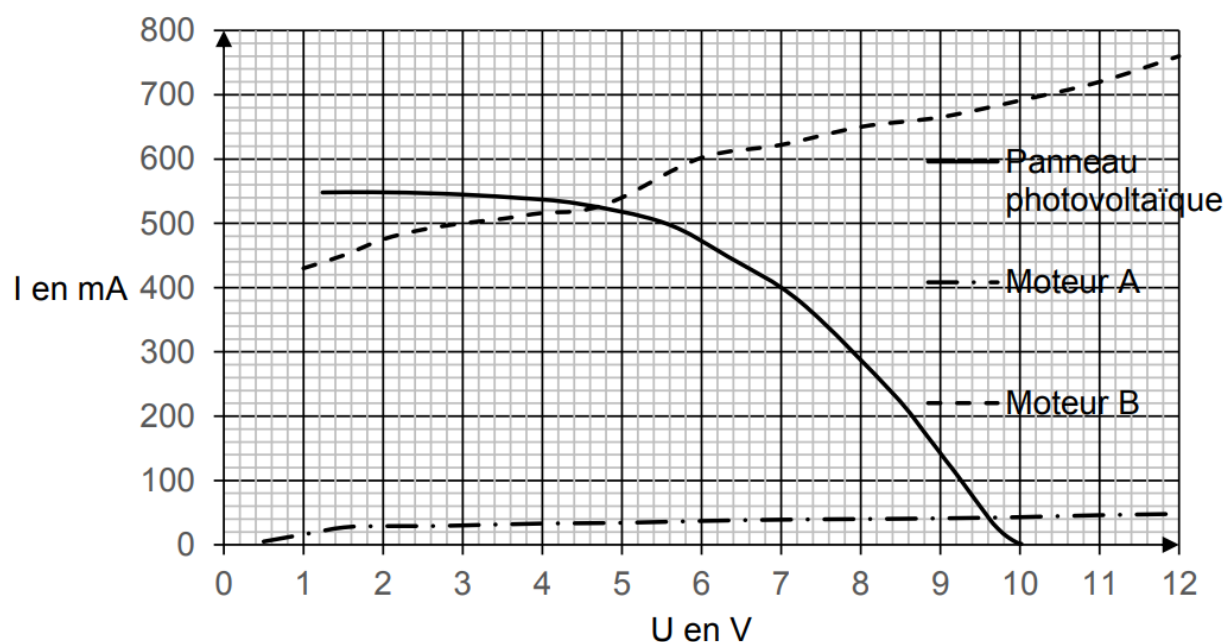
Choix d'un moteur

On souhaite alimenter un moteur avec le panneau photovoltaïque étudié précédemment.

Pour choisir le moteur adéquat, on réalise le montage ci-contre permettant de tracer la courbe représentant l'intensité en fonction de la tension d'un moteur.



Le document 2 ci-dessous montre les caractéristiques courant-tension de deux moteurs différents (notés A et B), ainsi que celle du panneau photovoltaïque :



Document 2 – Caractéristiques courant-tension pour le panneau photovoltaïque et deux moteurs différents notés A et B.

Rappels :

Lorsqu'on alimente un récepteur électrique avec un générateur, leurs bornes sont communes et ils sont traversés par le même courant. Ils ont donc le même point de fonctionnement : même tension aux bornes, même intensité.

Q3. À l'aide du document 2, préciser les coordonnées (tension et intensité) des points de fonctionnement des moteurs A et B connectés au panneau photovoltaïque.

Q4. Choisir, parmi les moteurs A et B, celui qui permet de se rapprocher le plus de la puissance maximale du panneau photovoltaïque. Justifier.

Étude de l'accumulateur

On souhaite brancher le panneau photovoltaïque à un accumulateur (document 3) permettant d'utiliser le moteur même en l'absence de soleil.

Tension	6,0 V
Capacité	3000 mA·h
Energie massique	50 W·h·kg ⁻¹

Document 3 – Caractéristiques de l'accumulateur Ni-MH choisi

Q5. Le panneau photovoltaïque charge l'accumulateur avec une intensité $I_{\text{charge}} = 480 \text{ mA}$.

Calculer la durée de charge de l'accumulateur.

Durant sa décharge, un l'accumulateur Ni-MH est le siège de demi-équations d'oxydoréduction mettant en jeu les couples suivants :

- À la borne positive : $\text{NiO(OH)} / \text{Ni(OH)}_2$

- À la borne négative : M / MH où M désigne un métal non spécifié et MH un hydrure de ce métal.

Q6. Durant la décharge, quel type de réaction (oxydation ou réduction) a lieu à la borne positive ? Justifier en précisant le sens de déplacement des électrons. Préciser également si la borne positive correspond à l'anode ou à la cathode.

Q7. Montrer que l'énergie disponible dans l'accumulateur vaut environ 65 kJ.

Rappel : $1 \text{ W}\cdot\text{h} = 3600 \text{ J}$

Q8. En déduire la masse de la batterie.

Q9. On désire faire fonctionner le moteur B, dont la caractéristique courant-tension est donnée sur le document 2, de nuit, en le connectant à l'accumulateur considéré.

Calculer la durée maximale de fonctionnement avec un rendement de conversion pour l'accumulateur d'énergie chimique en énergie électrique de 75 %.

On supposera que l'accumulateur est un générateur de tension idéal qui fournit une tension de 6,0 V quelle que soit l'intensité débitée.

Remarque : toute prise d'initiative sera valorisée.

EXERCICE 4 (6 points) (physique-chimie)

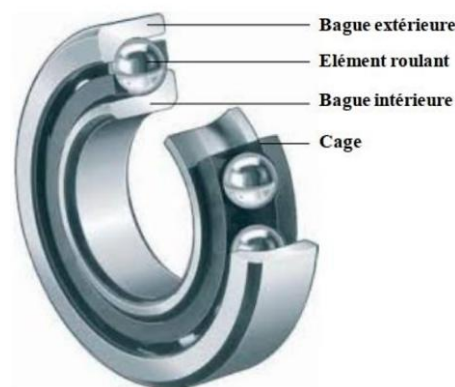
A rédiger sur la copie (Partie Physique) !!!

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.



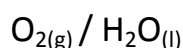
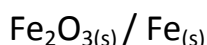
Corrosion des roulements

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.



Roulement à billes oxydé

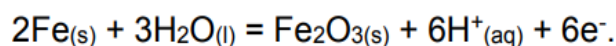
A l'air libre, les deux couples oxydant/réducteur mis en jeu sont les suivants :



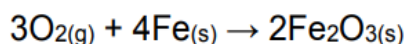
Q1. D'après l'énoncé et les couples mis en jeu, quels sont les deux réactifs impliqués dans la corrosion du fer ?

Q2. Ecrire la demi-équation d'oxydoréduction correspondant au couple $\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{(l)}$.

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



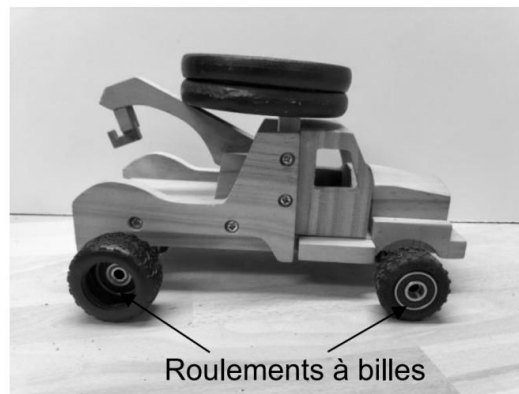
Montrer que l'équation modélisant la transformation s'écrit :



Q4. Expliquer pourquoi la graisse protège les roulements à bille de l'oxydation.

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.



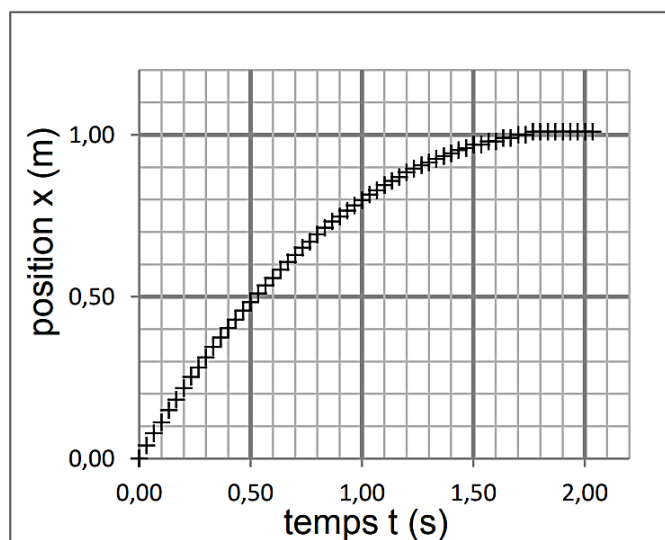
Document 1 – Véhicule utilisé

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, depuis un point A. La chronophotographie permet d'obtenir les positions en fonction du temps.

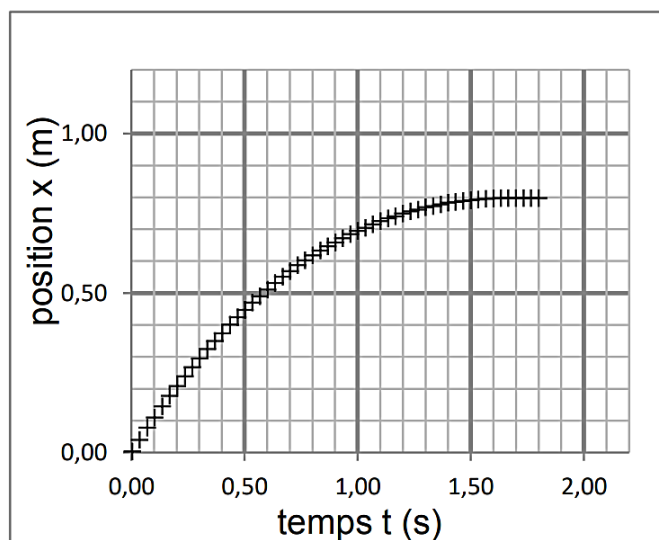


Document 2 – Schéma du mouvement.

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



Document 3 – Position en fonction du temps avec roulements neufs

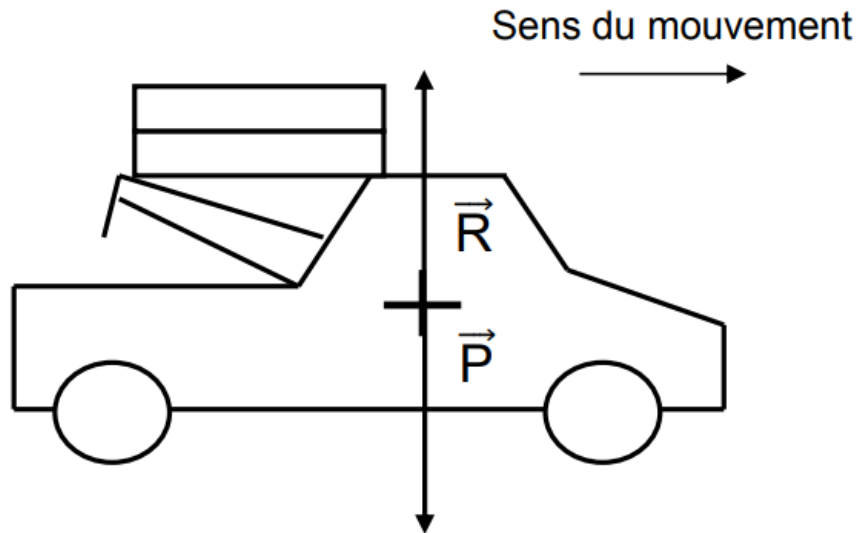


Document 4 – Position en fonction du temps avec roulements oxydés

Q5. À l'aide des graphiques précédents, 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. Le point final où le véhicule s'arrête est noté B.

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



Q6. Comment se nomment ces deux forces $\vec{P}$ et $\vec{R}$? Sur votre feuille, reproduire les deux vecteurs $\vec{P}$ et $\vec{R}$ et compléter en représentant le vecteur $\vec{f}$.

Q7. Rappeler l'expression $W_{AB}(\vec{F})$ du travail d'une force quelconque $\vec{F}$ sur l'ensemble du trajet correspondant au vecteur déplacement $\overrightarrow{AB}$. En déduire la valeur du travail des forces $\vec{P}$ et $\vec{R}$ sur l'ensemble du trajet.

Q8. Montrer que le travail $W_{AB}(\vec{f})$ de la force de frottement $\vec{f}$ sur l'ensemble du trajet est donné par :

$$W_{AB}(\vec{f}) = -f \times AB.$$

Q9. À l'aide des graphiques précédents, déterminer la distance totale AB parcourue par la voiture possédant les roulements oxydés jusqu'à son arrêt. Justifier le raisonnement.

Q10. Déterminer la valeur du travail $W_{AB}(\vec{f})$. En déduire que, dans le cas de roulements oxydés, $f = 0,9 \text{ N}$.

Rappels :

Théorème de l'énergie cinétique : 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.

Q11. Dans le cas de roulements à billes neufs, reprendre les mêmes calculs et en déduire la valeur de la force de frottements f . Commenter.