Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

EXERCICE A (10 points)
VALORISER L'ÉNERGIE CINÉTIQUE D'UE RAME DE MÉTRO

Les transports publics de proximité (tramway, métro, bus) sont caractérisés par une succession de petits trajets et d'arrêts fréquents. Pour l'optimisation de la dépense énergétique, il est intéressant de récupérer l'énergie cinétique du véhicule durant une phase de freinage afin de la restituer pour aider au redémarrage. Il existe plusieurs dispositifs permettant de stocker de l'énergie électrique dans le contexte des systèmes de transport.

L'exemple de la rame du métro parisien de la ligne 14

La trajectoire de la rame entre les stations Châtelet et Gare-de-Lyon est considérée comme rectiligne et horizontale. La masse m d'une rame avec passagers du métro de la ligne 14 est $1{,}4\times10^5$ kg.

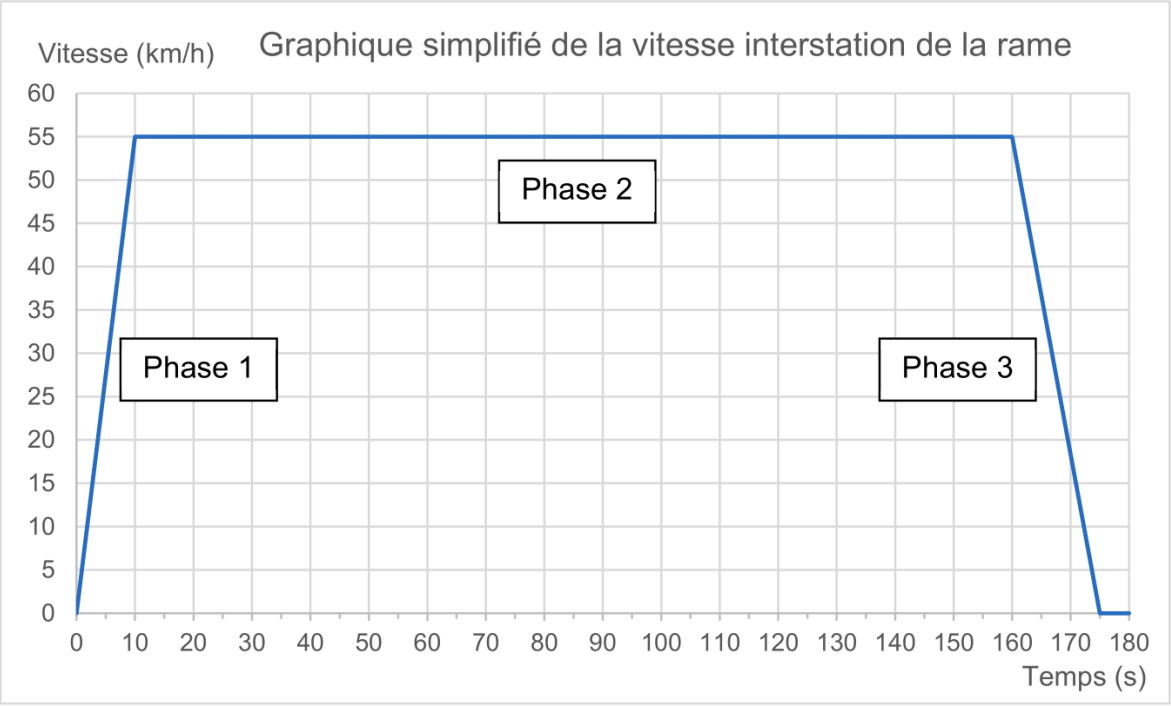


Figure 1. Évolution de la vitesse de la rame entre les stations Châtelet et Gare de Lyon à partir de mesures effectuées avec phyphox ® (phyphox.org)

ESS	Énergie d'un élément (Wh)	Puissance d'un élément (W)	Volume d'un élément (dm^3)	Masse d'un élément (kg)	Rendement global (charge puis décharge)
Batterie électrochimique Ni-Cd	162	$4{,}04 \times 10^2$	1,51	7,05	0,80
Super-condensateur	4,37	$2{,}10 \times 10^3$	0,93	1,05	0,92
Volant d'inertie	400	$3{,}30 \times 10^4$	165	120	0,88

Tableau 1. Données sur des systèmes de stockage d'énergie (ESS : Energy Storage System). D'après Gestion et valorisation du stockage de l'énergie électrique dans les systèmes de transport éd. ISTE

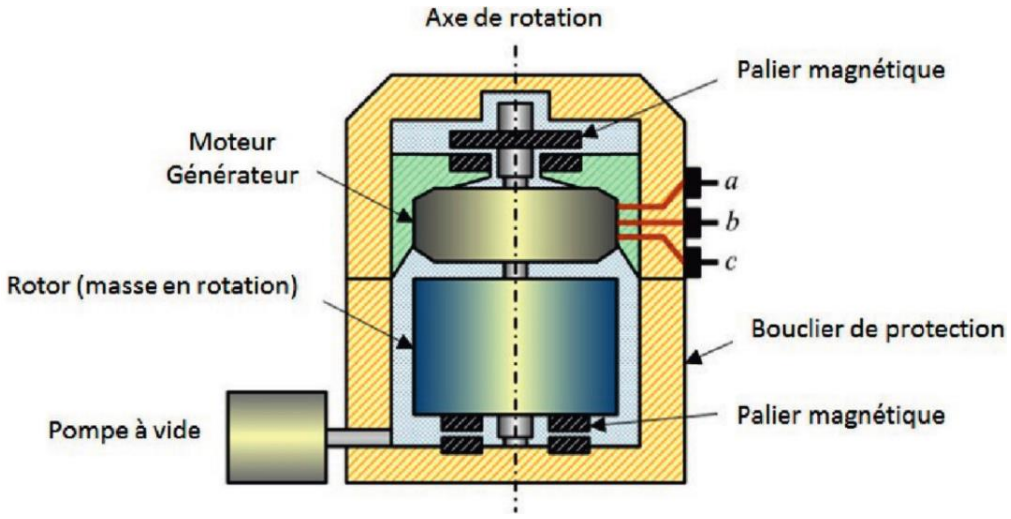


Figure 2. Schéma de principe du système à stockage inertiel (SSI ou volant d'inertie). D'après la thèse d'Ivan Kravtzoff (https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01331563)

Q1. Caractériser le mouvement de la rame, avec les termes adaptés, pour les trois phases du graphique représentant la vitesse de la rame en fonction du temps.

Q2. Déterminer l'expression puis la valeur de la puissance moyenne maximum récupérable $P_{récup}$ lors de la phase de freinage. Commenter cette valeur par comparaison à une autre situation concrète du quotidien.

Q3. Déterminer si la puissance moyenne minimale P nécessaire au démarrage de la rame (phase 1) est supérieure ou inférieure à la valeur $P_{récup}$? Justifier la réponse.

La valeur de l'énergie maximale récupérable lors du freinage est d'environ 4,5 kWh.

Q4. À partir des informations du tableau ci-dessus présentant des données des systèmes de stockage d'énergie, choisir le système de stockage le moins encombrant.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Q5. En pratique, c'est le volant d'inertie qui est privilégié et ce, malgré son encombrement. En s'appuyant sur les données à disposition, proposer une explication à ce choix.

Q6. Sélectionner parmi les quatre schémas ci-dessous celui qui représente correctement les vecteurs vitesse $\overrightarrow{v_A}$ et accélération $\overrightarrow{a_A}$ d'un point A de la périphérie du volant d'inertie en rotation lorsque la vitesse de rotation du rotor diminue. Justifier.

Schéma a

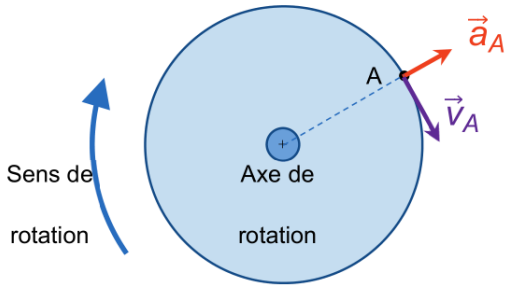


Schéma b

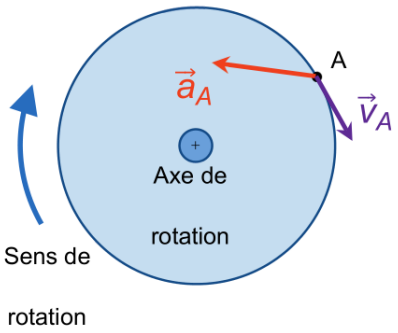


Schéma c

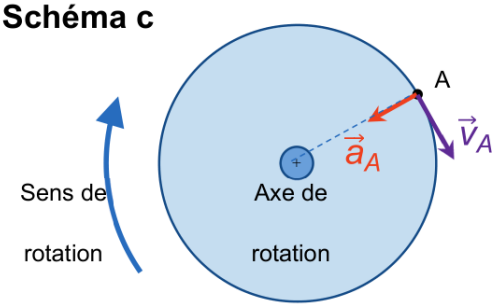
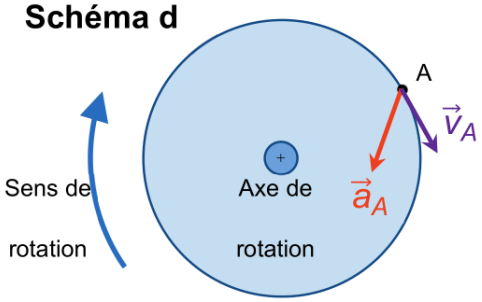


Schéma d



Le cylindre du SSI a un rayon R = 35 cm et tourne à une vitesse constante. La valeur de la vitesse du point A est alors v_A = 280 m·s^{-1}.

Q7. Exprimer et calculer la valeur de la composante normale a_{An} du vecteur accélération $\overrightarrow{a_A}$ dans le repère de Frenet. Comparer cette valeur à celle, supposée connue, de l'intensité de la pesanteur.
Commenter.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.