

CLASSE : Terminale

EXERCICE A : au choix du candidat (10 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques

DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min

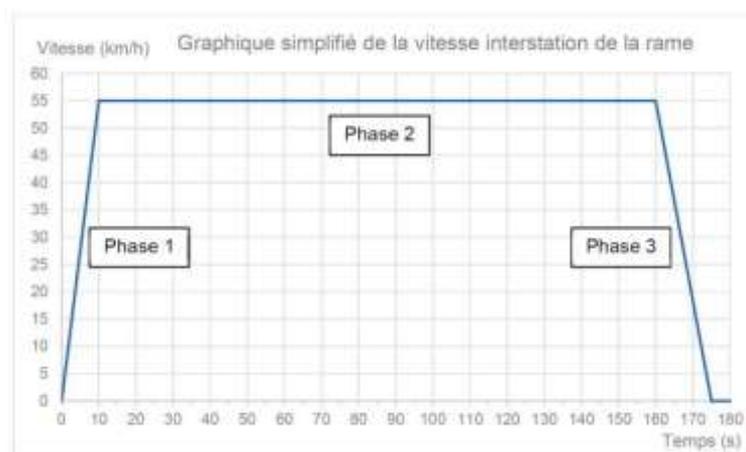
CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

EXERCICE A – Valoriser l'énergie cinétique d'une rame de métro (10 points)

Q1.

« La trajectoire de la rame entre les stations Châtelet et Gare-de-Lyon est considérée comme rectiligne et horizontale » : mouvement rectiligne.

Phase	Evolution de la vitesse	Type de mouvement
1	augmente	accélééré
2	constante	uniforme
3	diminue	décélééré



Conclusion :

- Phase 1 : mouvement rectiligne accéléré
- Phase 2 : mouvement rectiligne uniforme
- Phase 3 : mouvement rectiligne décélééré

Q2.

$$P_{\text{récup}} = \frac{E}{\Delta t}$$

Or

$$E = E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

$$P_{\text{récup}} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\Delta t}$$

La vitesse est la vitesse avant freinage. Δt est le temps que dure le freinage.

$$P_{\text{récup}} = \frac{\frac{1}{2} \times 1,4 \cdot 10^5 \times \left(\frac{55}{3,6}\right)^2}{175 - 160}$$

$$P_{\text{récup}} = 1,1 \cdot 10^6 \text{ W}$$

La puissance d'une lampe est de l'ordre de 100 W.

$$\frac{P_{\text{récup}}}{P_{\text{lampe}}} = \frac{1,1 \cdot 10^6}{100} = 1,1 \cdot 10^4$$

$P_{\text{récup}}$ est $1,1 \cdot 10^4$ fois plus grand que P_{lampe} . Ainsi, c'est intéressant énergétiquement à récupérer.

Q3.

$$\Delta t_{\text{freinage}} = 15 \text{ s}$$

$$\Delta t_{\text{démarrage}} = 10 \text{ s}$$

$$\Delta t_{\text{freinage}} > \Delta t_{\text{démarrage}}$$

$$\frac{1}{\Delta t_{\text{freinage}}} < \frac{1}{\Delta t_{\text{démarrage}}}$$

$$\frac{E}{\Delta t_{\text{freinage}}} < \frac{E}{\Delta t_{\text{démarrage}}}$$

$$\Delta t_{\text{freinage}} < \Delta t_{\text{démarrage}}$$

$$P_{\text{récup}} < P_{\text{démarrage}}$$

Q4.

Le système de stockage le moins encombrant est celui pour qui l'énergie par unité de volume est la plus grande:

$$\frac{E_{\text{Ni-Cd}}}{V_{\text{Ni-Cd}}} = \frac{162}{1,51} = 107 \text{ Wh. dm}^{-3}$$

$$\frac{E_{\text{Supercondensateur}}}{V_{\text{Supercondensateur}}} = \frac{4,37}{0,93} = 4,70 \text{ Wh. dm}^{-3}$$

$$\frac{E_{\text{Volant d'inertie}}}{V_{\text{Volant d'inertie}}} = \frac{400}{165} = 2,42 \text{ Wh. dm}^{-3}$$

Le système de stockage le moins encombrant est la Batterie électrochimique Ni-Cd.

Q5.

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 × 10 ²	1,51	7,05	0,80
Supercondensateur	4,37	2,10 × 10 ³	0,93	1,05	0,92
Volant d'inertie	400	3,30 × 10⁴	165	120	0,88

Le volant d'inertie est le system est qui est le plus puissant.

Il faut une grande puissance pour mettre en mouvement la rame du métro. C'est pourquoi le volant d'inertie est privilégié malgré son encombrement.

Q6.

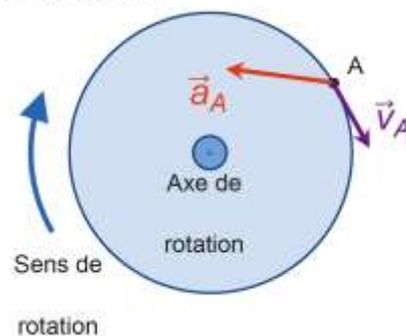
Le vecteur vitesse \vec{v}_A est toujours tangent à la trajectoire dans le sens du mouvement : tous les schéma sont correct pour \vec{v}_A .

Pour un mouvement circulaire, dans la base de Frenet, le vecteur accélération est de la forme:

$$\vec{a}_A = \frac{v^2}{R} \vec{N} + \frac{dv}{dt} \vec{T}$$

Or ici la vitesse de rotation du rotor diminue. Ainsi $\frac{dv}{dt} < 0$

Donc le vecteur accélération \vec{a}_A à une composante selon \vec{N} et $-\vec{T}$: schéma b.

Schéma b

Q7.

$$\vec{a}_A = \frac{v^2}{R} \vec{N} + \frac{dv}{dt} \vec{T}$$

$$\vec{a}_A = a_{An} \vec{N} + a_{At} \vec{T}$$

$$a_{An} = \frac{v^2}{R}$$

$$a_{An} = \frac{280^2}{35 \cdot 10^{-2}}$$

$$a_{An} = 2,2 \cdot 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\frac{a_{An}}{g} = \frac{2,2 \cdot 10^4}{9,8} = 2,3 \cdot 10^3$$

$$a_{An} \gg g$$

L'accélération subie est 2000 fois plus grande que l'accélération de pesanteur.