

# ? Pour mardi 30 décembre 2025 & Lundi 5 janvier 2026 Devoir Maison n°9 — Mécanique et ALI

## I Travail des vacances

1. Vous reposer ! Profiter de vos familles, et de vos ami.e.s.
2. Travailler la fiche sur les vecteurs, et vous entraîner à projeter !
3. Travailler et apprendre parfaitement le chapitre n°10. Cinématique du point :
  - savoir décrire les 4 systèmes de coordonnées : définitions des coordonnées, définitions des bases, schéma
  - exprimer les vecteurs position, vitesse, accélération et déplacement élémentaire dans les 4 systèmes de coordonnées
  - refaire toutes les démonstrations du cours, seule sans aide du cours.
4. Travailler et apprendre parfaitement le début du chapitre n°11. Dynamique du point.
5. Faire les exercices ci-dessous.

## II Exercices du DM

### Exercice n°1 Mécanique et fêtes de fin d'année (Pour mardi 30 décembre 2025 à 18h)

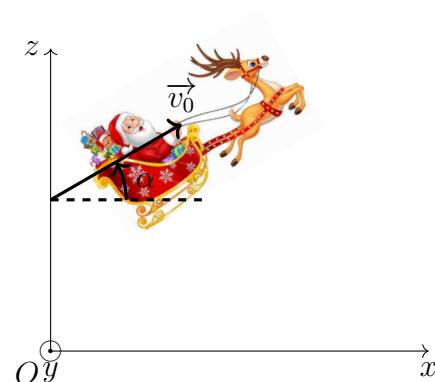
- Déposer votre copie sur <https://cahier-de-prepa.fr/pcsi-vernet/transferts?phys> AVANT JEUDI mardi 30 décembre 2025 à 18h.
- Consignes à respecter obligatoirement :
  - UN UNIQUE fichier PDF (vous pouvez utiliser les applications pour smartphones suivantes : Adobe Scan, ou Cam Scanner),
  - les pages doivent être dans l'ordre,
  - les photos doivent être de qualité convenables (droites, pas trop sombres, pas trop claires,..., dans le sens normal d'une copie,...),
  - vous rendez une copie, elle doit être présentée comme toute copie !

### Partie A Chute d'un cadeau depuis le traineau

Le père Noël a son traineau chargé de cadeaux qui déborde. Lancé à toute allure dans les airs pour avoir le temps de les distribuer à tous les enfants sales, il fait tomber un cadeau...

On se place dans le référentiel terrestre considéré galiléen à l'échelle de l'expérience. L'origine  $O$  est placée, sur Terre, à la verticale du point auquel le cadeau quitte le traineau, les axes  $(Ox)$  et  $(Oy)$  sont dans le plan horizontal, et  $(Oz)$  est vertical ascendant.

À l'instant  $t = 0$  où le cadeau quitte le traineau, son vecteur vitesse  $\vec{v}_0$  est dans le plan vertical incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontal, et il se situe à la hauteur  $h$  du sol.



- Q1. Faire un schéma de la situation : axes et bases cartésiennes, position et vecteur vitesse initial du traineau.
- Q2. Exprimer le vecteur vitesse initial  $\vec{v}_0$  et le vecteur position initial  $\vec{OC}(t = 0)$  du cadeau dans la base cartésienne.
- Q3. Après avoir défini clairement le système, le référentiel et le bilan des forces, établir l'expression du vecteur accélération du cadeau en fonction de  $\vec{g}$ .
- Q4. Établir les équations horaires du cadeau.
- Q5. En déduire l'équation de la trajectoire. La représenter sur le schéma de Q1.

Q6. Dans le cas où l'angle  $\alpha$  est nul, déterminer l'abscisse du point d'arrivée du cadeau au sol.

### Partie B Freinage du traineau

Peu avant d'arriver en ville, le traineau se pose sur terre.

On le suppose décrire une trajectoire rectiligne le long de l'axe  $(Ox)$ . À  $t = 0$ , le traineau se trouve en  $x = 0$ , son vecteur vitesse est de norme  $v_0 = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  et dirigé dans le sens de l'axe  $(Ox)$ .

Il se met à freiner avec un vecteur accélération  $\vec{a}(T) = a_x \vec{u}_x$ , de norme  $a = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

On décrit sous mouvement dans le référentiel terrestre.

Q7. Le mouvement étant décéléré, comment sont les vecteurs vitesse et accélération ? En déduire le signe de  $a_x$  et son expression en fonction de  $a$ .

Q8. Établir l'expression de  $v_x(t)$  puis  $x(t)$ .

Q9. Déterminer l'expression de l'instant  $t_f$  auquel le traineau s'arrête, en fonction de  $a$  et  $v_0$ .

Q10. En déduire l'expression de la distance de freinage en fonction de  $a$  et  $v_0$ . Faire l'application numérique.

### Partie C Dans une grande roue

La Ville de Valence a installé une grande roue de diamètre  $D = 35 \text{ m}$ . Elle effectue un tour en  $T = 3 \text{ min}$ .

On note  $\omega = \dot{\theta}$  la vitesse angulaire.

On souhaite décrire le mouvement d'un passager, assimilé à un point  $M$ , assis dans une nacelle, dans le référentiel terrestre.

Son mouvement est circulaire uniforme de rayon  $R = \frac{D}{2}$ .



Q11. Représenter la trajectoire, les coordonnées polaires de  $M$ , et la base polaire.

Q12. Exprimer les vecteurs position, vitesse et accélération dans la base polaire, en fonction de  $D$ ,  $\omega = \dot{\theta}$  la vitesse angulaire et les vecteurs de la base polaire.

Q13. Exprimer la norme  $v$  du vecteur vitesse et la norme  $a$  du vecteur accélération en fonction de  $D$  et  $\omega$ , puis en fonction de  $D$  et  $T$ . Faire les applications numériques.

## Exercice n°2 Étude d'un filtre actif (Pour LUNDI 5 janvier 2026 au plus tard)

Dans cet exercice, les signaux sont sinusoïdaux et les amplificateurs linéaires intégrés (ALI) sont supposés idéaux et fonctionnent en régime linéaire. Soit le filtre de la figure 1.

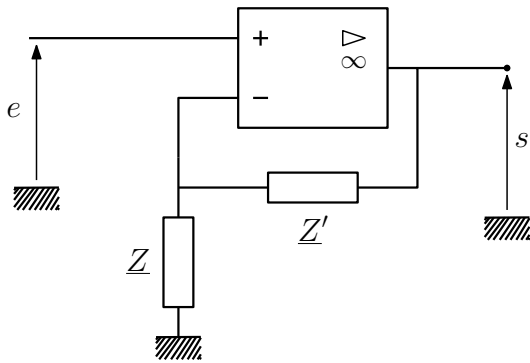


FIGURE 1 – Filtre à ALI

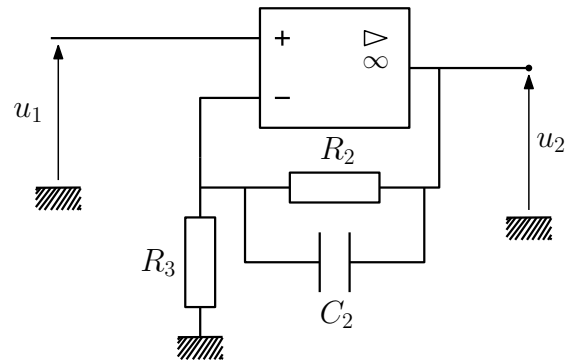


FIGURE 2 – Filtre ( $F_b$ )

- Q1. Rappeler les hypothèses du modèle de l'ALI idéal.
- Q2. Pourquoi peut-on supposer que les ALI des deux montages figures 1 et 2 fonctionnent en régime linéaire ?
- Q3. Exprimer la fonction de transfert  $\underline{H}$  du montage de la figure 1 en fonction de  $\underline{Z}$  et  $\underline{Z}'$ .
- Q4. Que devient  $\underline{H}$  si  $\underline{Z}$  et  $\underline{Z}'$  sont des résistances ( $\underline{Z} = R$ ,  $\underline{Z}' = R'$ ) ? Quel est, dans ce cas, l'intérêt du montage ?

Le signal  $u_1(t)$  est envoyé sur le filtre de la figure 2 (filtre ( $F_b$ )).

- Q5. Quelle est l'impédance  $\underline{Z}_{eq}$  de la branche constituée par  $R_2$  en parallèle avec  $C_2$  ?
- Q6. Dédire de la question Q3 l'expression de la fonction de transfert  $\underline{H}_2$  de ce filtre en fonction de  $R_2$ ,  $R_3$  et  $C_2$ .
- Q7. Mettre  $\underline{H}_2$  sous la forme

$$\underline{H}_2 = 1 + \frac{G_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_2}}$$

et donner les expressions de  $G_0$  et  $\omega_2$ .

- Q8. Quelle est la limite de  $|\underline{H}_2|$  en basse fréquence ? en haute fréquence ?
- Q9. Calculer numériquement la fréquence caractéristique  $f_2$  correspondant à  $\omega_2$  si  $R_2 = 680\text{k}\Omega$ ,  $R_3 = 6\text{k}\Omega$  et  $C_2 = 470\text{pF}$  ainsi que son gain  $G_0$ . Expliquer quel est le rôle de ce filtre.



Joyeuses Fêtes !

