

NOM :
Prénom :

Spécialité demandée (*Cochez la/les spécialités demandées*):

- Mécanique ☐
- Mécatronique ☐

Recrutement FIP Mécanique / Mécatronique 2025

Épreuve de mécanique

Durée : 2h00 – Réponses à donner sur le présent document.

La présente épreuve est composée de deux parties distinctes :

Partie 1 : Etude de mécanisme et partie 2 : mécanique générale

L'épreuve est composée de nombreux problèmes à traiter au choix

Partie 2: Mécanique Générale

Faites et écrivez toutes les hypothèses qui vous semblent nécessaires pour répondre aux questions.

Sans document ; seule la calculatrice, règles, compas et crayons sont autorisés.

Problème 1:cinématique, dynamique, énergétique - Motorisation d'un ascenseur

Barème : 18 points

On souhaite effectuer une étude de faisabilité d'un ascenseur permettant de monter une masse $M = 1$ tonne (masse de la cabine avec les passagers) du sol au niveau de la plateforme de la cathédrale de Strasbourg. La hauteur à monter est $H = 100\text{m}$. Le temps de montée doit être inférieur à 30 secondes. On considère que l'accélération de la pesanteur g vaut 10 m/s^2 (pour simplifier).

On paramètre par $z(t)$ la position de la cabine en fonction du temps (avec $z(0)=0$, position initiale au niveau du sol), la vitesse $v = \frac{dz(t)}{dt}$, l'accélération $a = \frac{d^2z(t)}{dt^2}$.

Questions :

1. Quelle est la vitesse moyenne à laquelle doit monter l'ascenseur ?

2. Sachant que le départ est à vitesse nulle à l'instant $t=0\text{s}$, et que l'accélération est supposée constante et vaut a , donner l'évolution des vitesses durant la phase de montée permettant de répondre au cahier des charges (écrire l'équation de la vitesse et de la position en fonction de t lors de la phase d'accélération)

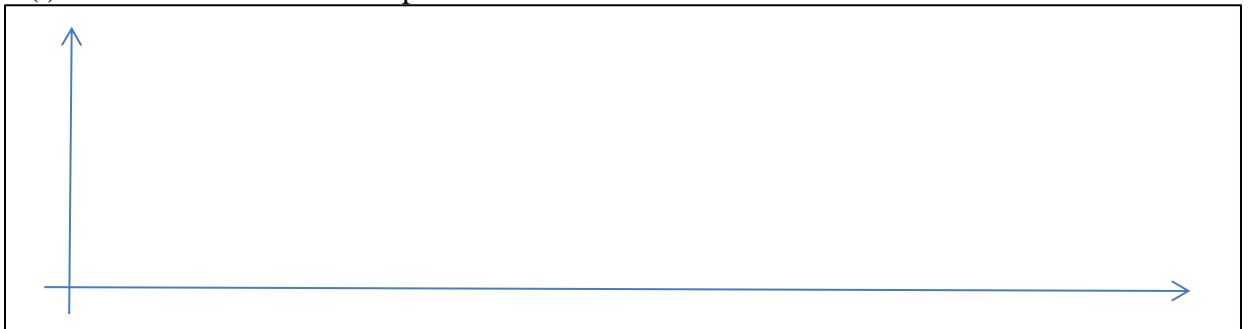
3. A la fin de la phase d'accélération ($t = T_a$), calculez la vitesse atteinte ainsi que la distance parcourue. Application numérique avec $a = 1\text{m/s}^2$, et $T_a = 4\text{s}$.

4. Sachant que le départ et l'arrivée se font à vitesse nulle, et que la valeur absolue de l'accélération et de la décélération est égale à 1m/s^2 et que la vitesse est constante sur la plage de temps $[4\text{s}, 26\text{s}]$ tracez sur trois graphiques respectifs l'évolution de l'accélération, de la vitesse et de la position de la cabine au cours de la phase de montée.

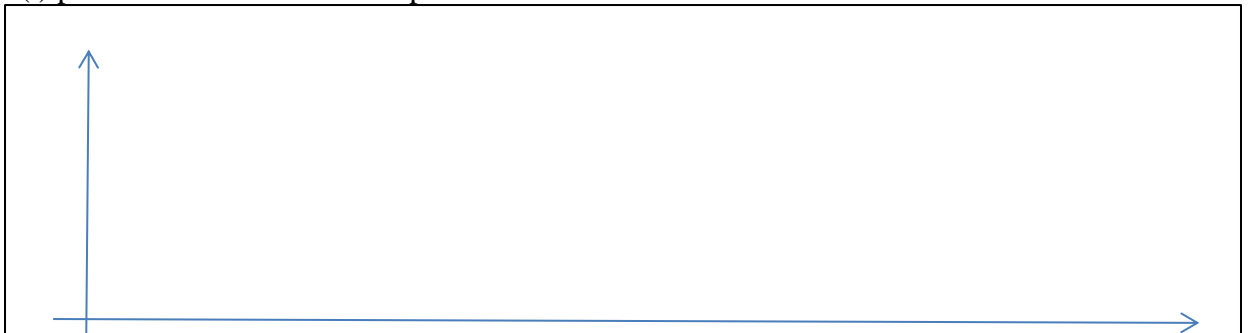
$a(t)$ – accélération en fonction du temps



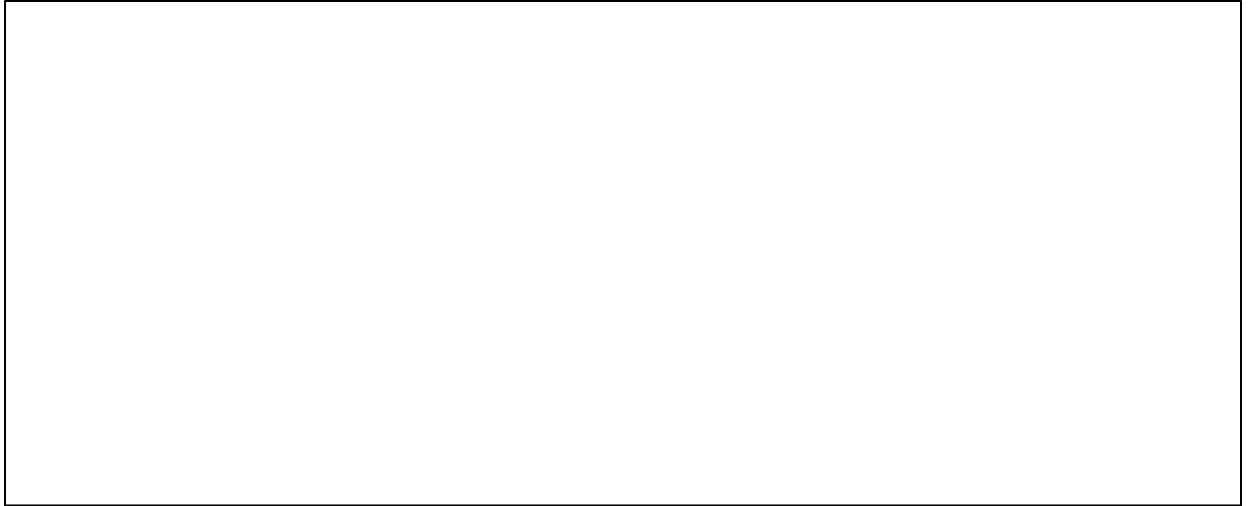
$V(t)$ vitesse en fonction du temps



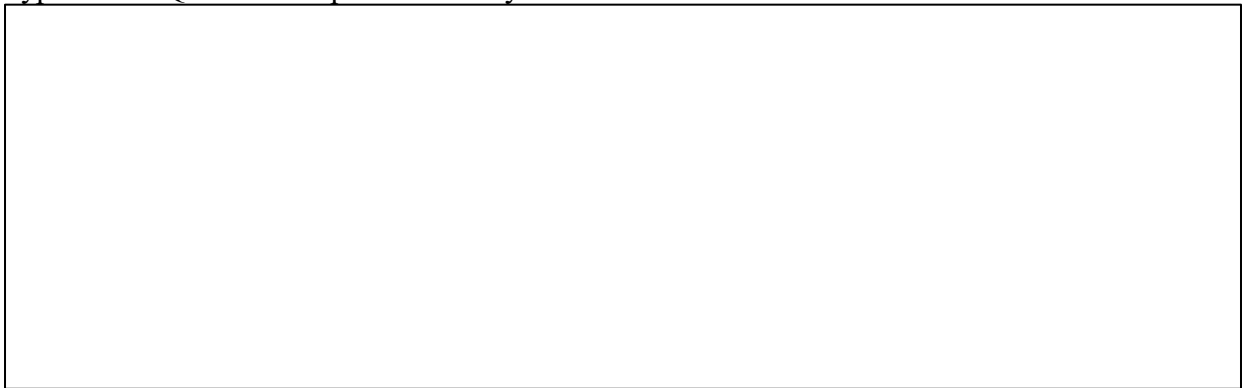
$z(t)$ position en fonction du temps



5. En déduire la hauteur finale atteinte par la cabine. Conclusion ? Comment s'assurer d'atteindre 100m de hauteur ?

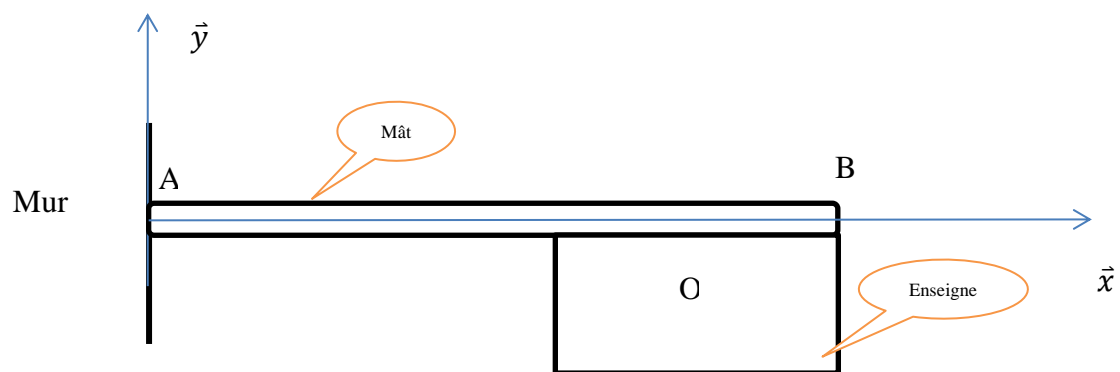


6. Quelle énergie faut il fournir à minima pour réaliser la montée de la cabine ? Précisez les hypothèses. Quelle est la puissance moyenne à mettre en œuvre ?



Problème 2 : statique du solide

Barème : 18 points



Le schéma ci-dessus représente un mat horizontal (AB) fixé dans un mur supportant une enseigne (E) de masse $M = 100\text{kg}$ et de le centre d'inertie O. (on prendra $g = 10\text{ m/s}^2$). Le mat est une tige cylindrique en acier le longueur 1000 mm et de diamètre 30 mm.

$$\overrightarrow{AO} = 800.\vec{x} - 300\vec{y}$$

$$\overrightarrow{AB} = 1000\vec{x}$$

Les valeurs sont données en mm.

1. On néglige le poids du mat. Calculer $\overrightarrow{M_A}$ et $\overrightarrow{R_A}$ respectivement le moment et l'effort que le mur exerce sur le mat au point A.

2. On ne néglige pas le poids du mat.
2.1 La masse volumique de l'acier est de 7800kg/m³. Déterminez le poids du mat.

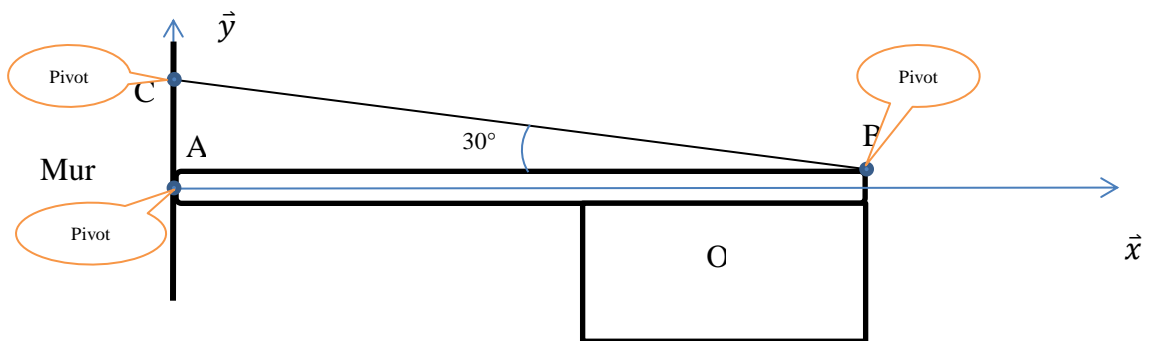
- 2.2 En déduire le calcul des efforts $\overrightarrow{M_A}$ et $\overrightarrow{R_A}$

3. On néglige le poids du mat. La flèche au niveau du point O est donnée par l'expression ci-dessous

$f(O) = \frac{P \cdot (\overrightarrow{AO} \cdot \vec{x})^3}{3 \cdot E \cdot I_{(G, \vec{z})}}$ où P représente le poids de l'enseigne, E le module d'Young de l'acier et $I_{(G, \vec{z})}$ le moment quadratique de la section cylindrique du mat.

On donne $E = 210\,000\text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$ et $I_{(G,\vec{z})} = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$ où d représente le diamètre du mat.
Calculer la flèche au niveau du point O : $f(O)$.

4. Afin de limiter la flèche On choisit de rajouter un câble entre le mat et le mur selon le schéma ci-dessous. Le câble fait un angle de 30° par rapport à l'axe \vec{x} . Le mat n'est plus encasté dans le mur mais en liaison pivot.



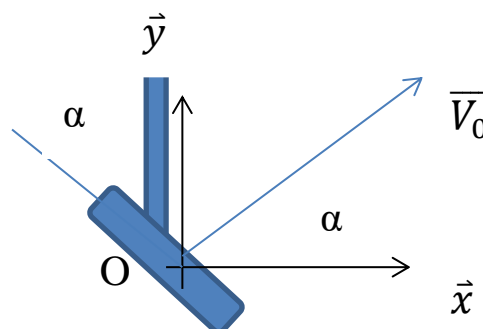
- 4.1 Montrer que l'action du câble sur le mat au point B est portée par la droite (BC).

- 4.2 Calculer l'action du câble sur le mat ainsi que l'effort dans la liaison pivot du mur sur le mat.

Problème 3 dynamique du point

Etude du mouvement d'une balle de golf.

Barème : 10 points



Dans un magazine spécialisé, les performances de clubs de golf sont présentées.

Ces clubs sont numérotés suivant l'inclinaison de la face avec la verticale, appelée « loft », c'est un angle mesuré en degré, repéré par la lettre α .

Ainsi un club dénommé fer 5 présente un loft de 25° et est annoncé pour avoir une portée x_M de 150 m sur terrain plat lorsqu'il est utilisé par un joueur considéré comme frappeur moyen. La vitesse communiquée à la balle de golf de masse 46 g lors de la frappe du club est notée v_0 . On néglige tous les frottements, ainsi que les phénomènes de portance de l'air et ceux liés à la surface alvéolaire de la balle de golf.

Le référentiel terrestre est supposé galiléen et on prendra l'intensité du champ de pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$.

La trajectoire de la balle est décrite dans un repère $(0, \vec{x}, \vec{y})$ dont l'origine est prise à la position de la balle avant la frappe, l'origine des temps $t = 0$ est choisie à l'instant de l'impact du club sur la balle

Questions

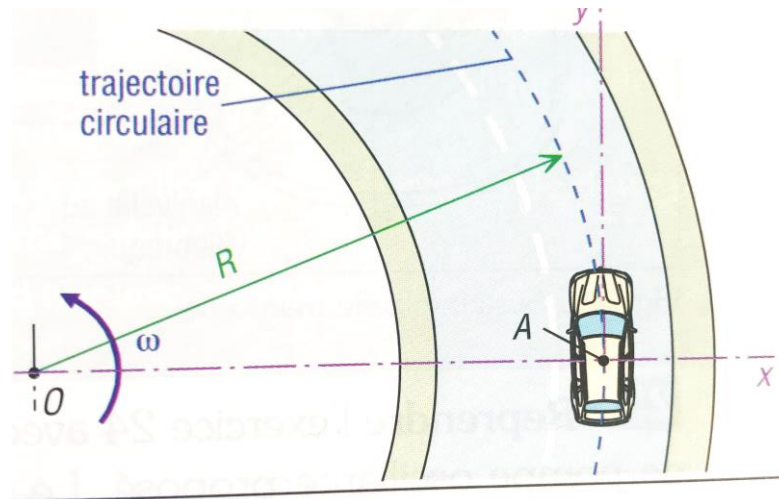
I-1- A quelle(s) force(s) est soumise la balle de golf au cours de son mouvement ? Compléter le schéma.



I-2- Déterminez les composantes a_x et a_y du vecteur accélération puis déduisez en celles du vecteur vitesse v_x et v_y de la balle au cours de sa trajectoire.

I-3- Etablir les équations horaires littérales $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement de la balle. Quelle est l'équation de la trajectoire de la balle ? Quelle en est la forme ?

I-4- Quelle est l'expression de la vitesse initiale v_0 en fonction de la distance x_M parcourue par la balle. Réaliser l'application numérique et donner le résultat avec 3 chiffres significatifs.



Une automobile aborde un virage à la vitesse de 90 km/h. Son accélération tangente à la trajectoire est de $1,5\text{m/s}^2$.

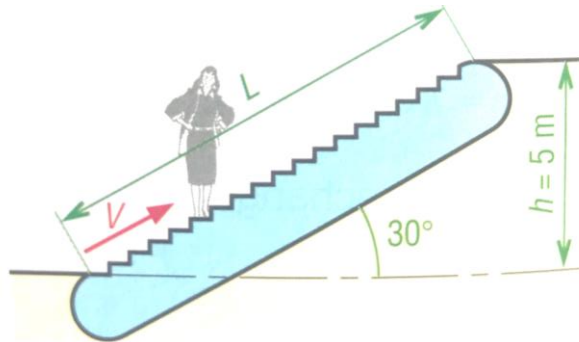
4.1 Calculer l'accélération totale supportée par les passagers (en A).



4.2 Représenter cette accélération sur le schéma ci-dessus.

Problème 5 : Energétique – Escalier roulant

Barème : 6 points



Un escalier roulant transporte 36 personnes par minute entre le premier et le deuxième étage sur une différence de niveau de 5m. Le poids moyen des personnes transportées est de 60 daN.
Si le moteur délivre en permanence une puissance de 2,2kW déterminer le rendement du système.