

EXAMEN Mécanique 3 IMACS - I3MAPH31
INSA 2020 – 2021 Session 2 Durée : 1h30

L'usage de tout document est formellement interdit. Les calculatrices sont autorisées pour un usage personnel.

Vous porterez une attention particulière à la rédaction, l'application des théorèmes et unités.

PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA STATIQUE

Un véhicule à trois roues est présenté sur la figure ci-dessous. On note A, B et C les trois points de contact des roues avec le sol. G est le centre de gravité du véhicule. G₁ et G₂ sont les centres de gravité des passagers.

On pose :

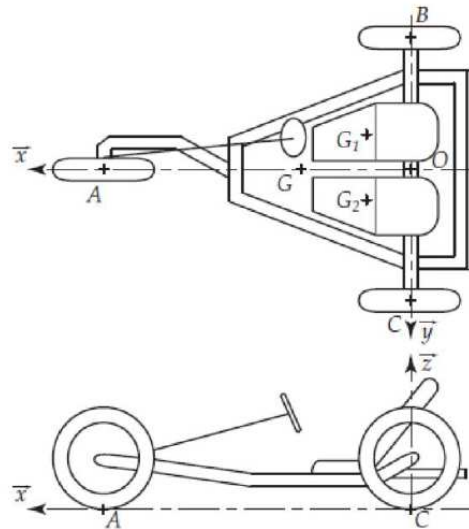
$$\overrightarrow{OA} = L_1 \cdot \vec{x}; \overrightarrow{OB} = -l_1 \cdot \vec{y}; \overrightarrow{OC} = l_1 \cdot \vec{y}$$

$$\overrightarrow{OG} = L_2 \cdot \vec{x} + h \cdot \vec{z}$$

$$\overrightarrow{GG_1} = -l_2 \cdot \vec{y} - l_3 \cdot \vec{x}$$

$$\overrightarrow{GG_2} = l_2 \cdot \vec{y} - l_3 \cdot \vec{x}$$

Le véhicule a pour masse M et les passagers m₁ et m₂. On suppose que le véhicule à l'arrêt est en équilibre et que les contacts (ponctuels de normale \vec{z}) en A, B et C se font sans frottement.



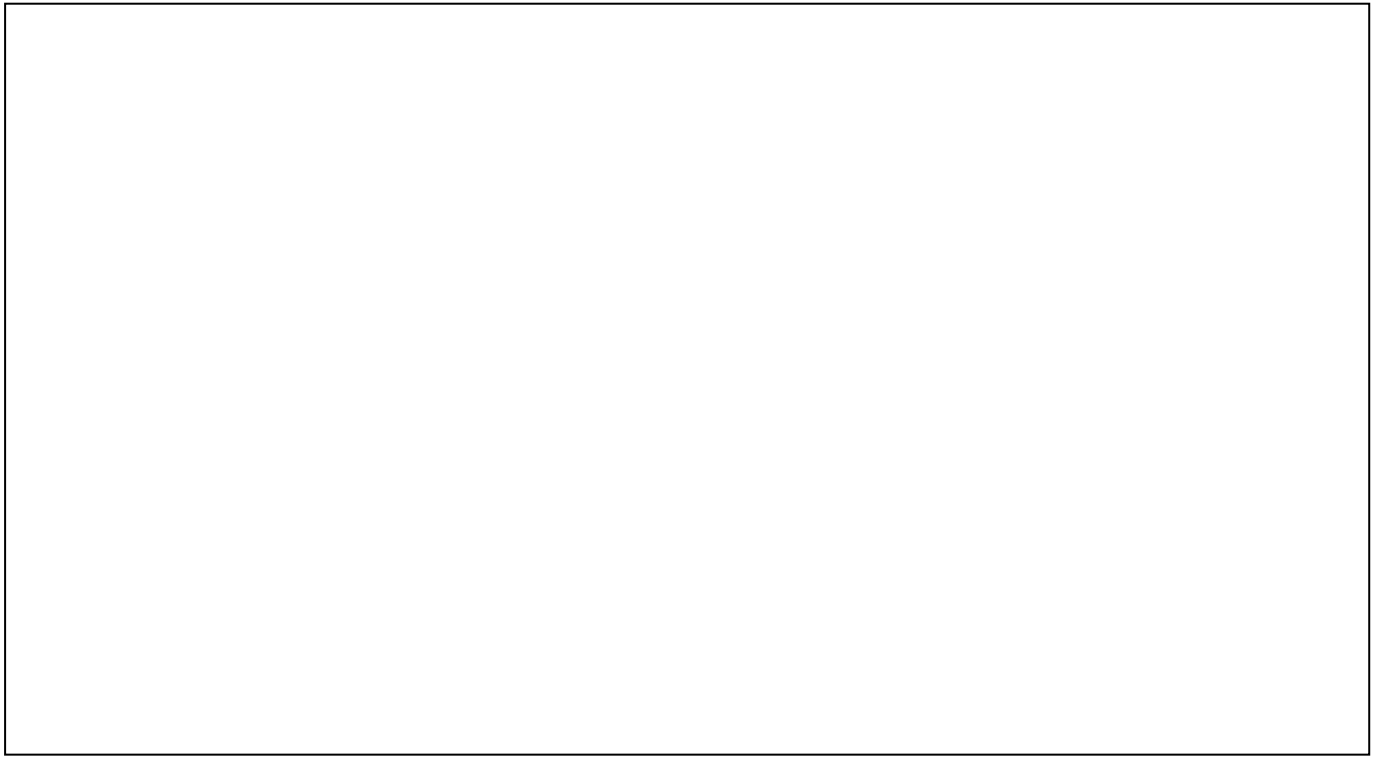
AN : L₁ = 2,1m ; L₂ = 0,6m ; l₁ = 0,8m ; l₂ = 0,5m ; l₃ = 0,4m ; M = 600kg ; g = 10m.s⁻² ; m = 80kg.

m₁ = 40kg ; m₂ = 80kg

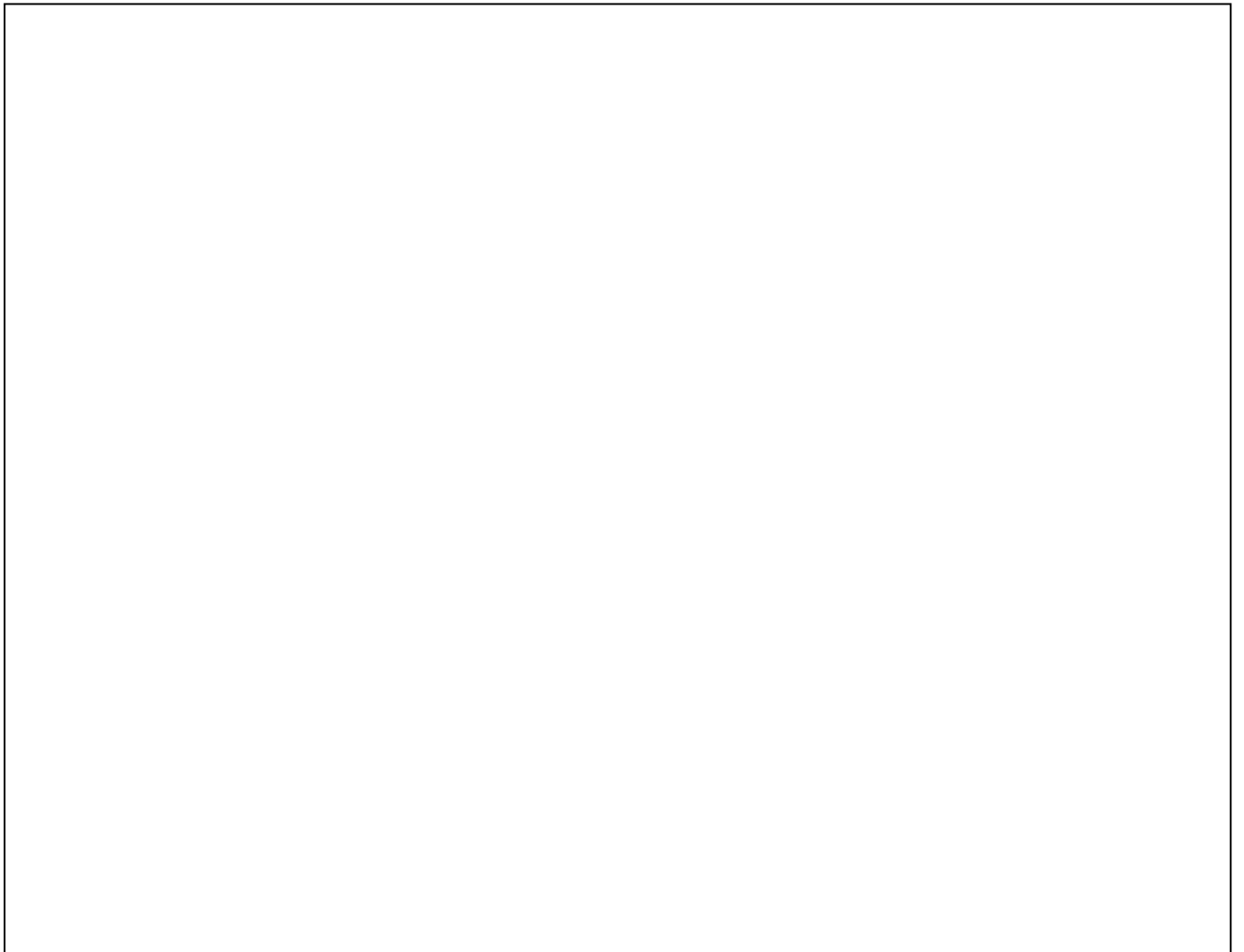
Question 1 : Dans le cas où les masses m₁ et m₂ sont égales (m₁=m₂=m).

Proposer un modèle plan et déterminer l'expression littérale en fonction des masses et des données géométriques les actions en A, B et C.

Effectuer l'application numérique.

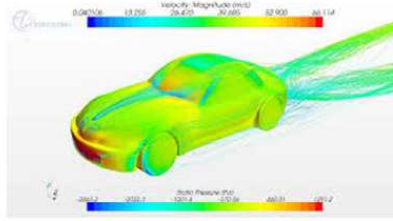


Question 2 : Que se passe-t-il lorsque les masses m_1 et m_2 sont différentes.
Déterminer les actions en A, B et C en fonction des masses et des données géométriques dans le cas général.
Effectuer l'application numérique.



DYNAMIQUE DE TRANSLATION

Une voiture roule sur une trajectoire rectiligne à vitesse constante. Elle aborde une montée.



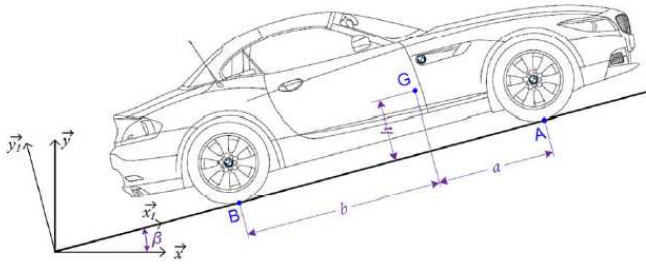
Masse de la voiture : $m = 1500 \text{ kg}$

Frottement aérodynamique

$$F_d = \frac{1}{2} \rho C_x S v^2$$

- $\rho = 1.20$: densité volumique de l'air (kg/m^3)
- v : vitesse du véhicule (m/s)
- $S = 1.5 \text{ m}^2$: surface frontale (m^2)
- $C_x = 0.35$: coefficient de traînée (sans unité)

1/



Force de résistance au roulement

$$F_r = C_{rr} N$$

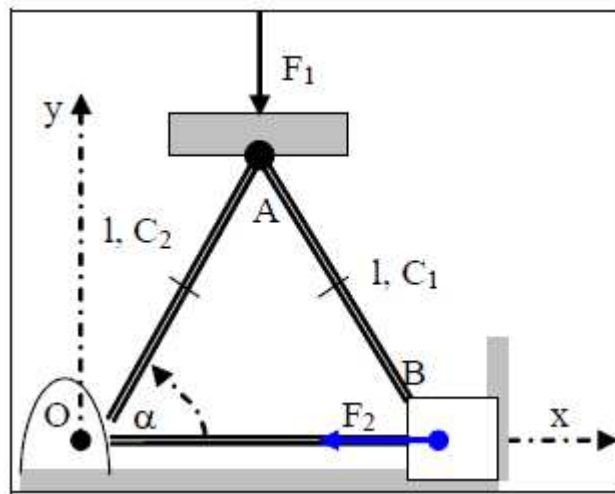
- $C_{rr} = 100 \cdot 10^{-4}$: coefficient de la résistance au roulement (sans unité)
- N : force normale (N)

Question 3 : Positionner les forces extérieures appliquées sur le système étudié et donner leurs caractéristiques.

Question 4 : Calculer la puissance nécessaire à développer pour assurer une vitesse de 100 km/h sur une pente de 5%.

THEOREME DES TRAVAUX VIRTUELS

On appelle *levier à pression* le système de 2 tiges identiques (de même masse m) articulées dont l'une a une extrémité immobile O et l'autre une extrémité B qui peut se déplacer suivant l'axe Ox .
On exerce en A une force verticale F_1 dirigée vers le bas.



Question 5 : Exprimez à l'aide du théorème des travaux virtuels, la force F_2 que doit exercer le bâti en B pour que le système soit en équilibre.

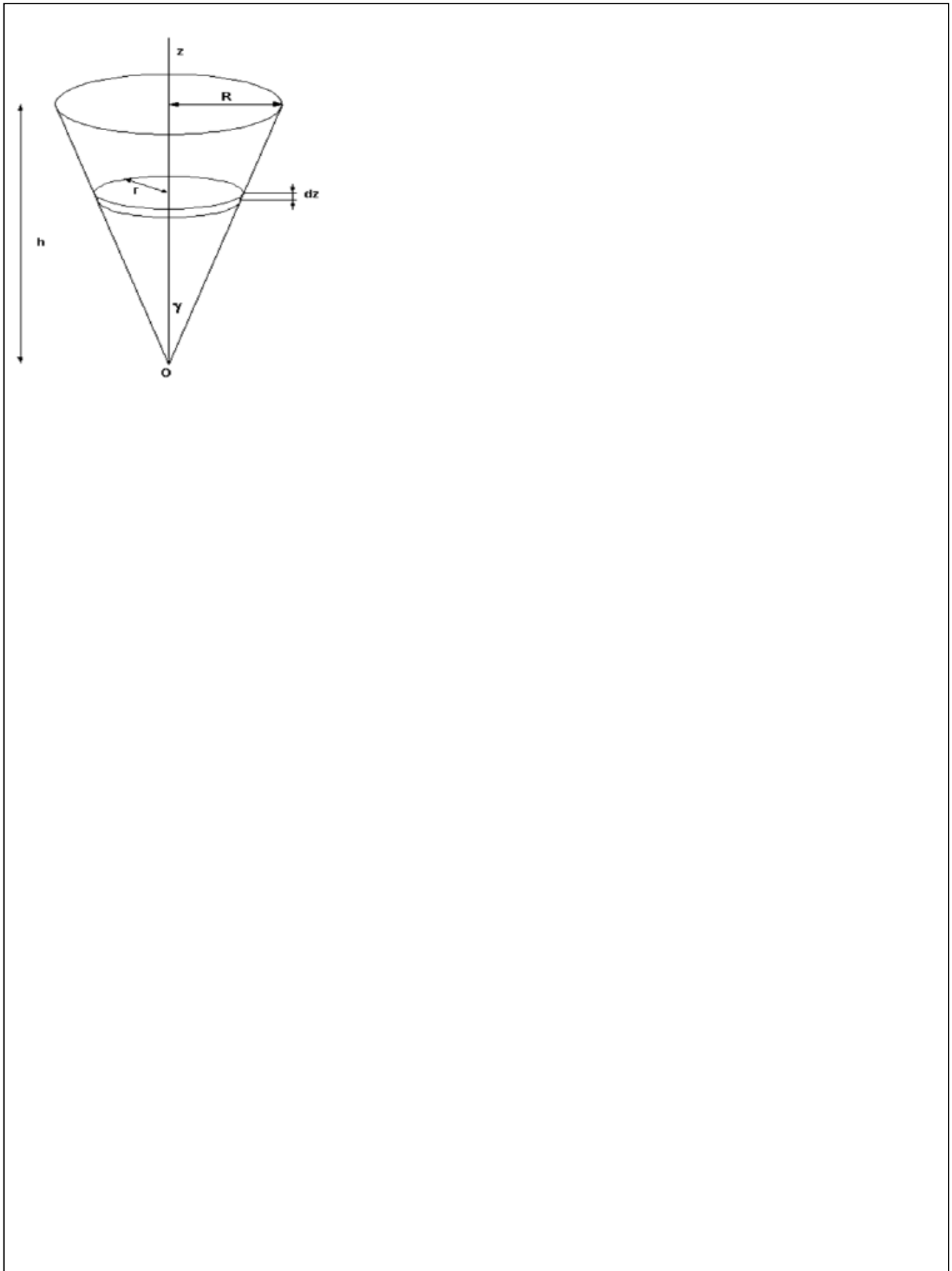
Limitons-nous au cas particulier important où les liaisons en O , A et B sont parfaites, en l'absence de frottement et en l'absence de glissement.

Aide au raisonnement :

- Définir le système à isoler
- Répertorier les forces extérieures et leur point d'application
- Déterminer les coordonnées des points d'application des forces
- Calculer les variations élémentaires de ces positions
- Appliquer le théorème des travaux virtuels
- Résoudre

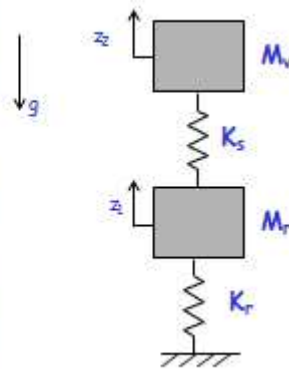
MOMENT D'INERTIE

Question 6 : Déterminer le moment d'inertie selon z , d'un cône creux de masse m , hauteur H , rayon à la base R .



ENERGIE POTENTIELLE

On propose la modélisation ci-dessous d'une suspension de voiture.



Question 7 : Déterminer les expressions des positions d'équilibre d'une suspension à l'aide de l'énergie potentielle du système.