

Dynamique - Exercices

Exercice n° 1 : Décollage d'Ariane 5

ARIANE 5 c'est :

- Plus de 700 tonnes au décollage soit 10 % du poids de la Tour Eiffel ;
- 130 s pour brûler les 237 tonnes de poudre de chaque propulseur ;
- un moteur Vulcain dont la puissance est équivalente à une centrale atomique ;
- 700 000 heures de travail délivrées par près de 6 000 agents européens aux heures les plus intenses du programme ;
- un coût global à achèvement de près de 7 milliards d'euros ;
- 1 100 industriels participant au projet.
- Masse maximale au décollage : 780 t
- Capacité de mise en orbite GTO : 6,9 à 10 t
- Poussée : 200 à 1 300 t
- Hauteur : 47 à 57 m
- Durée de vie : 1996 - ... ?



L'Étage d'Accélération à Poudre (EAP)

Cet étage est constitué de deux propulseurs d'appoint fixés à l'Étage Principal Cryotechnique. Leur but est de fournir à la fusée une accélération de 0,5 G au décollage. Chaque propulseur contient 238 tonnes de propergols solides et fournit une poussée équivalente à celle d'une fusée Ariane 4. Ils sont équipés d'un moteur MPS. L'axe des tuyères peut être orienté pour corriger la direction de la poussée.

Les EAP sont mis à feu quelques secondes après la mise à feu de l'EPC afin de s'assurer du bon fonctionnement du moteur Vulcain. Ils fonctionnent ensuite pendant 130 secondes environ avant d'être éjectés à une altitude de 55 à 70 kilomètres. Ils continuent ensuite leur trajectoire jusqu'à une altitude de 80 à 140 kilomètres. Ils retombent dans la mer à environ 150 kilomètres de la base de lancement. Ils peuvent ensuite être récupérés pour des inspections ou des analyses.

- Hauteur : 31,61 mètres
- Diamètre : 3 mètres
- Masse à sec : 40 tonnes chacun
- Propergols : 237 tonnes de propergols solides chacun
 68 % de perchlorate d'ammonium
 18% de polybutadiène
 14% d'aluminium
- Poussée : 6709 kN chacun
- Durée de combustion : 129 secondes

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f2/Schema-lancement-Ariane-5.png/1024px-Schema-lancement-Ariane-5.png>

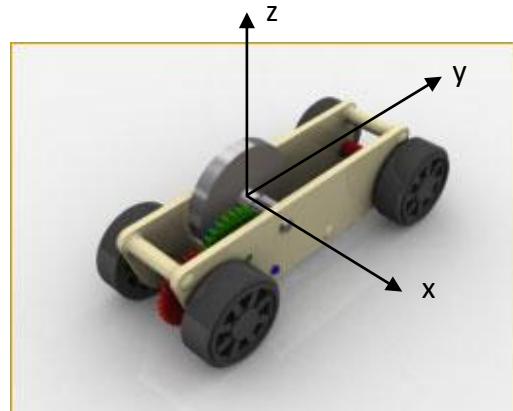
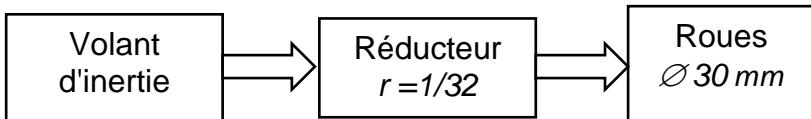
Q1. A partir des données ci-dessus, donnez la valeur de l'accélération du lanceur au moment du décollage (en $m.s^{-2}$)

Q2. Faites un dessin représentant le lanceur et indiquez les différentes forces qui s'exercent sur lui. Appliquez ensuite le théorème de la résultante dynamique à la fusée et déduisez-en la valeur de la poussée au décollage. On néglige les forces de frottement dans l'air. Comparez votre résultat aux données et concluez.

Q3. En supposant l'accélération et la masse constantes, déterminez l'altitude du lanceur au bout de 10 secondes.

Exercice n°2 : Voiture à volant d'inertie

Cette petite voiture est un jouet propulsé grâce à l'énergie cinétique emmagasinée dans la roue (ou volant) d'inertie, qui se comporte comme un moteur :



Sachant que le couple résistant C_r (dû au roulement et aux frottements dans les liaisons), ramené au niveau de l'axe de la roue vaut 1 N.mm et en supposant qu'on arrive à animer cette roue d'une vitesse de 5000 tr.min⁻¹ :

Q1. Calculez le moment d'inertie $I_{G,x}$ de la roue d'inertie.

Q2. Appliquez le théorème du moment dynamique à la roue d'inertie et déterminez le temps de fonctionnement de la voiture grâce à l'énergie emmagasinée.

Q3. En déduire la distance parcourue.

Hypothèse : l'accélération (ou la décélération ici) est supposée constante.

Caractéristiques de la roue d'inertie :

- Diamètre de la roue d'inertie : 50 mm
- Epaisseur de la roue : 10 mm
- Matériau : acier ($\rho = 7800 \text{ Kg.m}^{-3}$)

Exercice n°3 : Cabine d'ascenseur

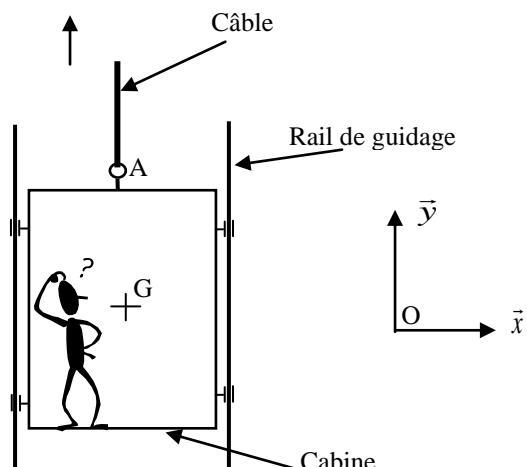
Pierre préfère prendre l'ascenseur car il est chargé avec ses cours de mécanique.

Après que les portes soient fermées la cabine d'ascenseur commence à monter.

Elle met 3 secondes pour parcourir 3 mètres.

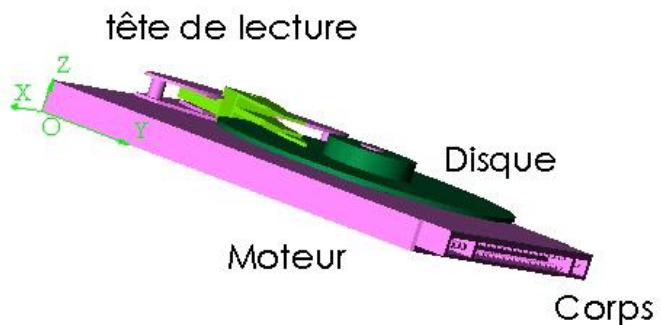
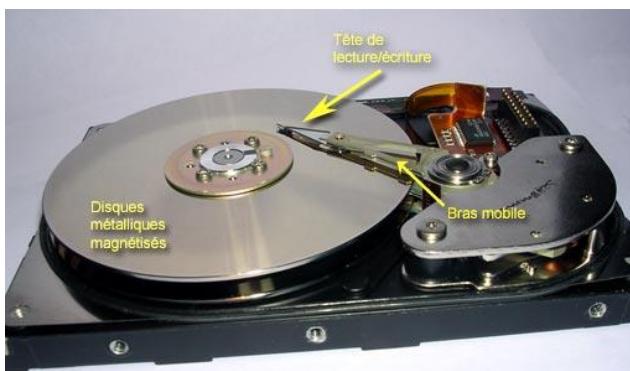
Hypothèses et données du problème :

- la cabine a une masse de 300 kg
- Pierre a une masse de 80 kg (avec ses cours de mécanique).
- l'accélération reste constante pendant le mouvement
- les frottements et la résistance de l'air sont négligés
- toutes les actions mécaniques dues à la pesanteur seront appliquées au point G
- Les actions mécaniques dues aux liaisons entre la cabine et les rails de guidage seront négligées.



- 1) Calculer l'accélération de la cabine.
- 2) Isoler le système S formé par la cabine et Pierre et faire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées au système S.
- 3) Appliquer le principe fondamental de la dynamique et déterminer l'action mécanique du câble sur la cabine en A.

Exercice n°4 : Disque dur

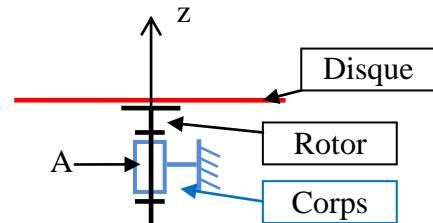


L'ensemble disque et rotor est en rotation autour d'un axe fixe et réalise une liaison pivot d'axe z par rapport au corps en A

Le moteur exerce un couple (C_m) pour entraîner en rotation l'ensemble disque

Le moment d'inertie du disque en rotation (hors rotor) autour de l'axe z en A (identique au centre d'inertie de l'ensemble) est égal à $I_e = 99 \cdot 10^{-9} \text{ kg.m}^2$

Le moment d'inertie du rotor est $I_r = 22 \cdot 10^{-9} \text{ kg.m}^2$



Objectif : On cherche à déterminer le couple moteur au démarrage de la rotation.

1) Ecrivez l'équation du moment dynamique en A appliqué à l'ensemble {Disque+Rotor} en projection suivant l'axe z. (Exprimer le couple moteur C_m . Le couple résistant est négligé ici).

2) Le moteur entraînant l'ensemble en rotation fait passer la vitesse de rotation de 0 à 7200 tr.min^{-1} en 4 secondes.

Calculez l'accélération angulaire de l'ensemble en rotation par rapport au corps.

3) Calculez alors la valeur du couple moteur pendant la phase d'accélération du rotor.

4) Lors de l'arrêt de l'ordinateur, l'ensemble disque dur met 20 secondes pour passer de la vitesse de 7200 tr.mn^{-1} à 0.

Calculez alors le couple de frottement qui permet l'arrêt du disque.

5) Dans les disques durs actuels, plusieurs disques sont positionnés ainsi on augmente la capacité de stockage.

Que provoque cette augmentation de disques pendant la phase d'accélération ?

Que provoque ce surplus de disques pendant la phase de décélération ?

Exercice n°5 : Touret à meuler

Un touret à meuler tourne à la vitesse de 3000 tr.mn^{-1} .

L'alimentation est coupée, la broche met 40 secondes pour s'arrêter.

1) Déterminer la décélération angulaire θ'' si celle-ci est supposée constante.

2) L'ensemble meules plus arbre est assimilé au dessin, la masse volumique des meules est de 2500 kg.m^{-3} , celle de l'arbre de 7800 kg.m^{-3} . Déterminer le moment d'inertie de l'ensemble et le couple résistant exercé par les paliers pendant la période d'arrêt.

