

Devoir Libre 4 : À rendre pour le lundi 12 janvier

- les réponses illisibles ne seront pas corrigées ;
- indiquez le numéro de chaque question traitée en respectant la numérotation de l'énoncé ;
- les exercices sont indépendants et peuvent être traités dans l'ordre que vous souhaitez ;
- si vous constatez ce qui vous paraît être une erreur d'énoncé, vous l'indiquez dans votre copie et vous poursuivez votre rédaction, en précisant, le cas échéant, les initiatives que vous êtes amené à prendre.

Exercice 1 : Le Blue Fire

Consignes :

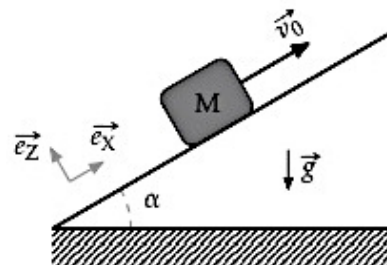
- Vous traiterez les questions 32 à 41 du sujet TSI 2025 de Physique-Chimie 1 du concours Centrale Supélec ;
- Le sujet est ici : <https://www.concours-centrale-supelec.fr/sujets-rapports>
- Question 36 : vous fournirez un fichier Python nommé « DM4_Votre(vos)nom(s).py » que vous déposerez dans le dossier « dépôt_DM4 » du site PrépaBellevue. Votre programme devra, en plus de ce qui est demandé dans l'énoncé, afficher la courbe de la figure 12.

Exercice 2 : Mobile sur un plan incliné

On étudie le mouvement de translation d'un point matériel M de masse m sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontal. M est repéré par son abscisse X initialement nulle et est initialement animé d'une vitesse v_0 dans le sens de la montée.

Lorsqu'on demande de déterminer une grandeur il s'agit de trouver son expression en fonction des paramètres ou variables du problème.

Données : coefficient de frottement solide $\mu = 0,20$, masse $m = 1,4 \cdot 10^3$ kg, intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, angle de pente $\alpha = 20^\circ$, vitesse initiale $v_0 = 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



I. Mouvement sans frottement

1.1. En utilisant une méthode énergétique, déterminer et calculer la distance d_1 parcourue par M avant que sa vitesse ne s'annule.

1.2. Déterminer et calculer la durée de montée t_{1m} et la durée de descente t_{1d} au bout de laquelle M repasse par sa position de départ. Dans la suite on note $t_1 = t_{1m} + t_{1d}$.

1.3. On lance successivement deux points matériels du même endroit dans un mouvement ascendant, avec la même vitesse v_0 , à des instants espacés de $t_1/2$. Déterminer et calculer la position X des deux points matériels quand ils se rencontrent.

II. Mouvement avec frottement solide

Le point matériel est de nouveau lancé dans un mouvement ascendant avec une vitesse initiale v_0 mais on prend maintenant en compte l'effet d'un frottement solide entre M et le plan incliné, caractérisé par un coefficient de frottement μ . Pour simplifier les expressions on définira les angles α' et α'' compris entre 0 et 90° tels que $\sin \alpha' = \sin \alpha + \mu \cos \alpha$ et $\sin \alpha'' = \sin \alpha - \mu \cos \alpha$.

Document 1 : lois de Coulomb du frottement solide

En écrivant la force de réaction entre le plan et M :

$$\vec{R} = R_X \vec{e}_X + R_Z \vec{e}_Z$$

et en posant $T = \|R_X\|$ et $N = \|R_Z\|$, les lois de Coulomb relatives à ce type de frottement s'écrivent :

- $T = \mu N$ si M est en mouvement ;
- $T < \mu N$ si M est immobile.

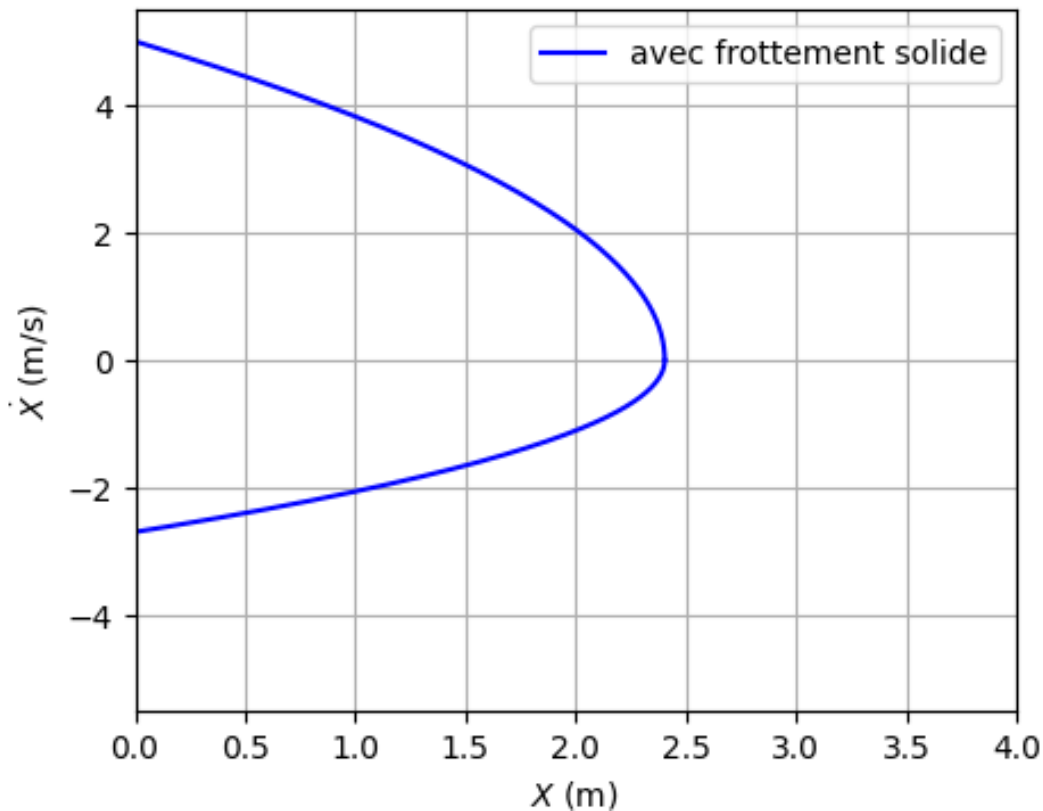
2.1. Déterminer et calculer la distance d_2 parcourue par le point matériel avant que sa vitesse ne s'annule, ainsi que la durée de montée t_{2m} .

2.2. À quelle condition portant sur α et μ le point M restera-t-il immobile une fois au sommet ? Cette condition est-elle vérifiée ?

2.3. Déterminer et calculer la durée de descente t_{2d} au bout de laquelle M repasse par sa position initiale. Comparer t_{2m} à t_{2d} .

III. Trajectoire dans l'espace des phases

On donne ci-dessous la trajectoire de M dans l'espace des phases $(X, \dot{X})$.



3.1. Reproduire sur votre feuille l'allure de cette trajectoire et y préciser le sens de parcours. Indiquer les positions A, B et C dans l'espace des phases respectivement aux dates $t = 0$, $t = t_{2m}$ et $t = t_{2d} + t_{2d}$. À quelle portion de courbe correspond la montée ? la descente ?

3.2. Comment vérifie-t-on simplement sur cette trajectoire que $t_{2d} > t_{2m}$?

3.3. Déterminer l'équation $\dot{X} = f(X)$ de la portion AB. Même question pour la portion BC.

3.4. Compléter la figure en traçant la trajectoire dans l'espace des phases en l'absence de frottement.

3.5. Question sur la flèche du temps : si l'on filme le mouvement de montée et de descente de M sur le plan incliné, peut-on distinguer le film réel du même film passé à l'envers (à vitesse identique), en présence de frottements ? en absence de frottements ? Que vous inspire ce résultat ?