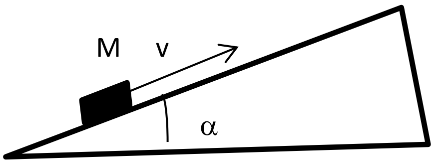
LES TROIS LOIS DE NEWTON

Exercice n°1



Un objet de masse m est lancé avec une vitesse initiale V_0 vers le haut, selon la ligne de plus grande pente d'un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale. Le coefficient de frottement de l'objet sur le plan incliné est égal à k .

1°) Quelle distance parcourra le mobile avant de s'arrêter ?

2°) A quelle condition sur α l'objet restera-t-il ensuite immobile sur le plan incliné ?

Exercice n°2

Pour mesurer la profondeur h d'un puits, on laisse tomber du haut du puits une pierre de masse m = 2 kg, sans vitesse initiale.

On mesure la durée qui sépare le lâcher de la pierre et la perception du son émis lors de son impact sur l'eau : $\Delta t = 1{,}5$ s. Données : le son se propage dans l'air à la vitesse : vs = 340 m.s^{-1} ; on prendra g = 10 N.kg^{-1}.

Quelle est la profondeur du puits ?

Exercice n°3

L'extrémité O d'un fil OM de masse négligeable et de longueur l est fixée. Un objet quasi ponctuel de masse m est suspendu en M.

L'objet est écarté d'un angle α par rapport à la verticale, puis lancé.

1. Déterminer la vitesse initiale à donner à cet objet pour qu'il décrive des cercles horizontaux en utilisant la loi fondamentale de la dynamique

2. Déterminer la période du mouvement.

Exercice n°4

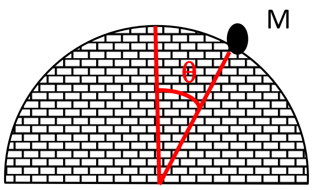
1°) Un glaçon de forme cylindrique hauteur h = 3 cm, rayon R = 1 cm, température 0°C) flotte à la surface d'une eau à 0°C.

On appelle a la hauteur à l'air libre.

Connaissant les masses volumiques de l'eau $\rho_L = 10^3$ kg/m^3 $\rho_S = 0.9210^3$ kg/m^3 à 0°C, déterminer le rapport a/h.

2°) Quelle force doit-on exercer verticalement avec l'extrémité d'une paille pour maintenir ce glaçon à la lisière de la surface d'eau?

Exercice n°5



Un enfant de masse m glisse sans frottement sur un igloo sphérique de rayon R. Il commence à glisser à t = 0 à partir du sommet sans vitesse initiale. On supposera l'enfant est décrit correctement par un point matériel M. L'enfant est repéré à l'instant t par l'angle $\theta(t)$

1. Quelle est la baser la plus appropriée pour décrire le mouvement ?
2. Ecrire le principe fondamental de la dynamique et ses projections. Quelle est l'équation qui va décrire le mouvement de l'enfant ?
3. Intégrer cette équation (indication multiplier $\ddot{\theta} = A \sin\theta$ par $\dot{\theta}$)
4. Donner l'expression de la réaction de l'igloo sur l'enfant en fonction de la position θ.
5. L'enfant décolle-t-il ? si oui pour quel angle ?

Exercice n°6

La grêle se forme dans les cumulo-nimbus situés entre 1000 m et 10000 m d'altitude où la température est très basse, jusqu'à – 40 °C. Le grêlon tombe lorsqu'il n'est plus maintenu au sein du nuage. Au sol sa vitesse peut atteindre 160 km/h. On étudie un grêlon de masse 13 g qui tombe d'un point O d'altitude 1500m sans vitesse initiale. Il peut être assimilé à une sphère de diamètre 3,0 cm.

Le point O sera pris comme origine d'un axe Oz orienté positivement vers le bas. L'intensité de la pesanteur sera considérée comme constante et de valeur go = 9,80 $m.s^{-2}$.

Données : masse volumique de l'air ρ = 1,3 $kg.m^{-3}$

A – CHUTE LIBRE

On admettra que le grêlon tombe en chute libre.

1. Déterminer les équations horaires donnant la vitesse et la position du centre d'inertie G du grêlon en fonction de la durée t de la chute.
2. Calculer la valeur de la vitesse lorsqu'il atteint le sol, ce résultat est-il vraisemblable ? Justifier.

B – CHUTE REELLE

En réalité le grêlon est soumis à deux autres forces, la poussée d'Archimède $\vec{\pi}$ et la force de frottement fluide $\vec{F}$ proportionnelle au carré de la vitesse telle que F = K×v².

1. Par une analyse dimensionnelle, déterminer l'unité du coefficient K dans le Système International, en fonction des trois unités de base de la Mécanique.
2. Donner l'expression de la valeur de la poussée d'Archimède ; la calculer et la comparer à celle du poids. Conclure.
3. On néglige la poussée d'Archimède.

3.a. Établir l'équation différentielle du mouvement. Montrer qu'elle peut s'écrire sous la forme $\dot{v} = -Av^2+B$

3.b. On veut résoudre cette équation différentielle par une méthode numérique : la méthode d'Euler.
Le tableau ci-après est un extrait d'une feuille de calcul des valeurs de la vitesse (v) et de l'accélération (a) en fonction du temps (t). Il correspond aux valeurs B = 9,80 $m.s^{-2}$ et A = 1,56×10^{-2} m^{-1}, avec un pas de variation Δt = 0,5 s. Expliquer le principe de la méthode d'Euler, puis déterminer a_4 et v_5 .

3.c. Exprimer littéralement la vitesse limite atteinte par le grêlon en fonction de A et B puis calculer sa valeur numérique.

3.d. La courbe d'évolution de la vitesse en fonction du temps est donnée ci-après. Retrouver graphiquement la valeur de la vitesse calculée au paragraphe précédent.

3.e. Mettre en évidence sur le graphe un temps caractéristique τ de la chute du grêlon. Quelle est la signification physique de τ ?

3.f. Exprimer, en justifiant, l'accélération initiale a(0) en fonction de la vitesse de τ et de la vitesse limite v_{lim} du grêlon. Calculer a(0). Ce résultat est-il cohérent avec la deuxième loi de Newton ? Justifier.

t (s)	v($m.s^{-1}$)	a ($m.s^{-2}$)
0,00	0,00	9,80
0,50	4,90	9,43
1,00	9,61	8,36
1,50	13,8	6,83
2,00	17,2	a_4
2,50	v_5	3,69
3,00	21,6	2,49