

Concours d'entrée en Ingénierie, 2014

Nom :

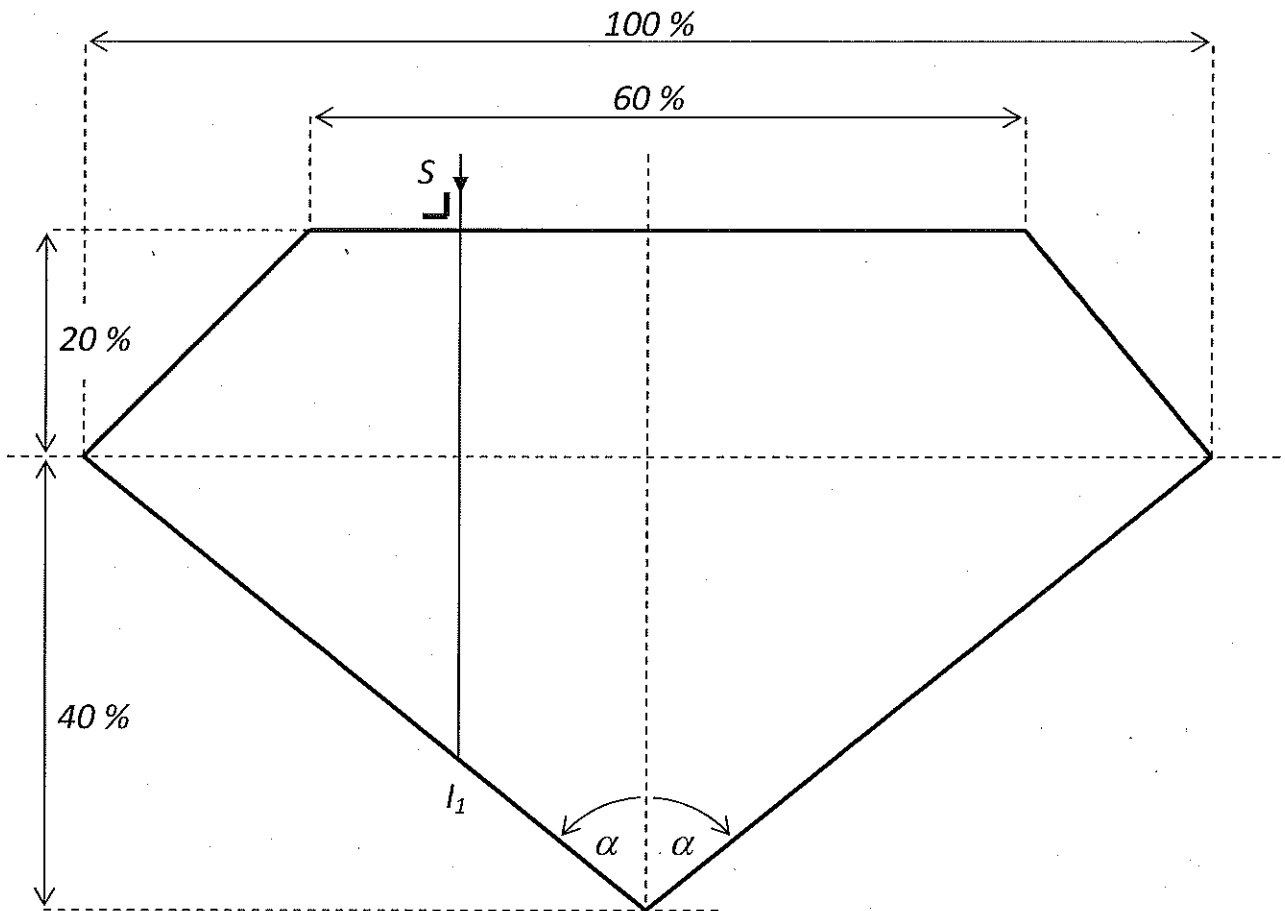
Prénom :

Test des connaissances en physique

Durée : 2 heures

Calculatrice autorisée

Problème 1 : Optique géométrique : réfraction dans un diamant

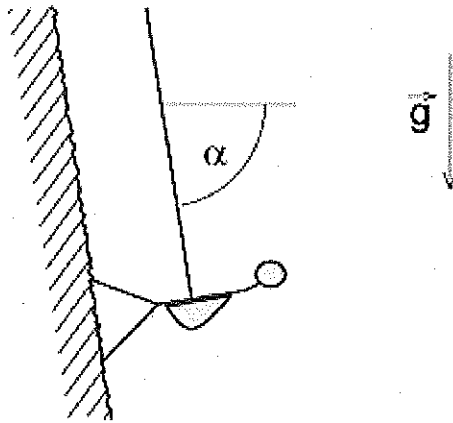


Soit un rayon incident perpendiculaire à la table d'un diamant d'indice de réfraction $n = 2.417$ comme le montre la flèche au point S de la figure ci-dessus.

- 1) Calculer l'angle limite de réflexion totale interne diamant / air (pour l'air, l'indice de réfraction est $n_{air} = 1$).
- 2) D'après la géométrie du diamant, calculer l'angle α . Au point I_1 , y a-t-il réflexion totale du rayon ?
- 3) Compléter le tracé du rayon sur la figure ci-dessus jusqu'à ce qu'il ressorte du diamant.
- 4) Calculer l'angle du rayon émergent par rapport à la verticale.

Problème 2 : Dynamique du point matériel : descente en rappel d'un alpiniste

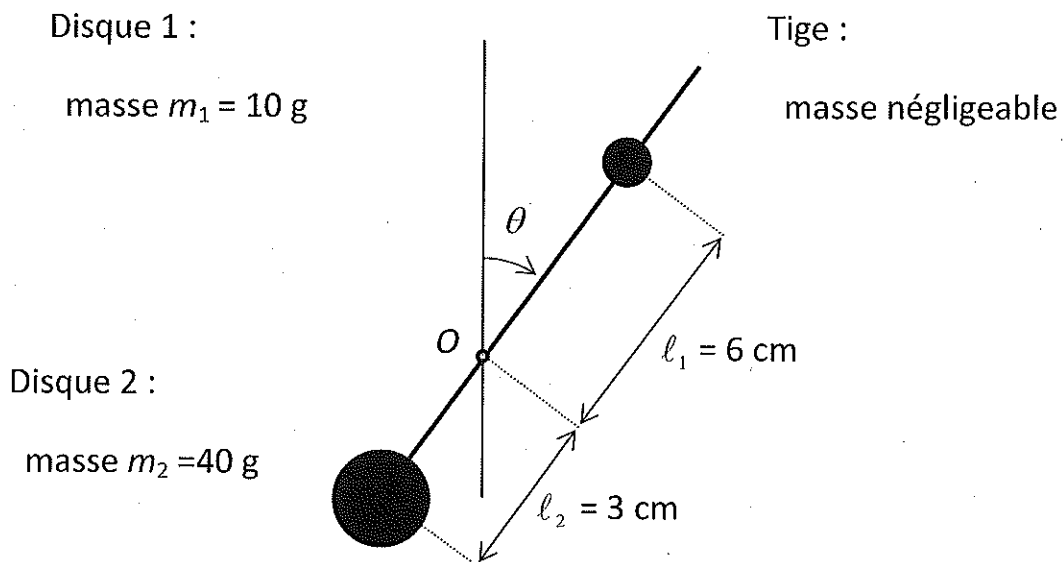
Pour faire une descente en rappel, un alpiniste de masse m attache une corde à un piton et la passe dans son descendeur, un anneau métallique attaché à sa ceinture. Il descend pas à pas, sans glisser, en laissant filer la corde par à-coups. Chaque pas se décompose en deux MRUA successifs, le premier de durée τ où la vitesse passe de zéro à v_{Max} , le second de durée $\tau/10$ où la vitesse revient de v_{Max} à zéro. Comme le montre le dessin, la corde est supposée parallèle à la pente, toutes deux faisant un angle α avec l'horizontale. On note g la gravitation et μ_s le coefficient de frottement statique des chaussures de l'alpiniste sur la paroi.



- 1) Compléter le schéma ci-dessus en y reportant toutes les forces inhérentes au problème (les frottements avec l'air sont négligés).
- 2) Dessiner les diagrammes accélération-temps et vitesse-temps l'un au-dessus de l'autre en indiquant les valeurs numériques de a_1 et a_2 , sachant que $\tau = 1 \text{ s}$ et $v_{Max} = 1 \text{ m/s}$.
- 3) Calculer la tension T_1 dans la corde durant le 1^{er} MRUA de chaque pas. On néglige la force de frottement des chaussures sur la paroi pendant cette phase.
- 4) Idem pour le 2^{ème} MRUA (calcul de T_2) à la limite du glissement des chaussures sur la paroi.
- 5) Application numérique pour 3) et 4) : $m = 70 \text{ kg}$, $\alpha = 80^\circ$ et $\mu_s = 1.2 [1]$.

Problème 3 : Dynamique du corps solide rigide : le métronome

Le schéma ci-dessous représente un balancier pouvant osciller sans frottement autour d'un pivot fixe O .



- 1) Calculer le moment d'inertie du balancier autour de son axe de rotation.
(On néglige la masse de la tige reliant les 2 disques)
- 2) Calculer la position du centre de gravité par rapport à l'axe O .
- 3) Calculer la période d'oscillation.
- 4) À l'instant $t = 0$, on lâche le balancier avec une vitesse nulle depuis une position angulaire initiale θ_0 . Dans l'hypothèse des petits mouvements, donner l'expression littérale de la position angulaire en fonction du temps, $\theta(t)$.
- 5) Pour $\theta_0 = 20^\circ$, calculer la vitesse angulaire du balancier lorsque $\theta = 0^\circ$.
- 6) Calculer l'énergie cinétique de rotation du balancier lorsque $\theta = 0^\circ$.

Problème 4 : Hydrogène gazeux et pile à combustible

Le carburant des piles à combustible est de l'hydrogène gazeux. Cet hydrogène, produit par électrolyse de l'eau, est stocké dans une bonbonne de 76 litres à la pression de 200 bars et à la température du laboratoire de 17 °C.

- 1) Calculer le nombre de moles n , la masse m , la masse volumique ρ du gaz, ainsi que le nombre de particules N contenues dans la bonbonne pleine.
- 2) Indiquer le nombre de degrés de liberté i du gaz et calculer l'énergie interne U contenue dans celui-ci en J et kWh.
- 3) Calculer l'énergie cinétique moyenne de translation de l'ensemble des particules de gaz.

Après une sortie sur le Lac, il reste dans la bonbonne la moitié du gaz initialement contenu dans celle-ci et suite à l'exposition au soleil, la température du gaz est montée à 47 °C.

- 4) Déterminer la pression du gaz dans ces nouvelles conditions.

Note : l'hydrogène gazeux est un gaz diatomique

