

Concours d'entrée en Ingénierie, 2013

Nom :

Prénom :

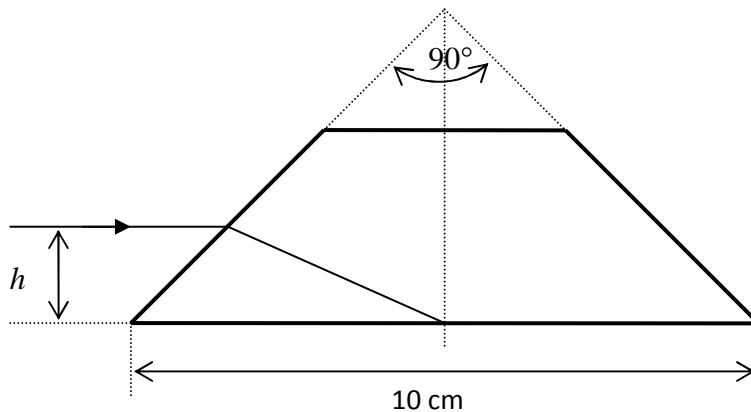
Test des connaissances en physique

Durée : 2 heures

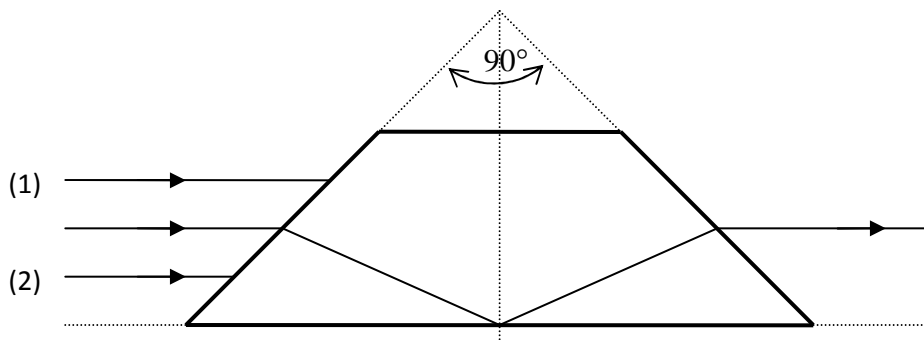
Problème 1 : Optique géométrique d'un prisme en verre

La figure ci-dessous représente un prisme en verre dont la section est un trapèze. L'angle au sommet mesure 90° et la base 10 cm. L'indice de réfraction vaut $n = 1.6$.

Un rayon lumineux horizontal pénètre dans le prisme par la face de gauche.



- 1) Démontrer qu'il y a réflexion totale interne sur la base du prisme.
- 2) Compléter la figure ci-dessus en dessinant le rayon émergent. Que vaut son inclinaison par rapport à l'horizontale ?
- 3) Calculer la hauteur h afin que le rayon émergent ressorte à la même hauteur h .
- 4) Compléter la figure ci-dessous avec les trajets de deux autres rayons (1) et (2) parallèles au premier.
- 5) Selon vous, à quoi pourrait servir un tel prisme dans un instrument d'optique ?



Problème 2 : Cinématique de translation : vol en chute libre

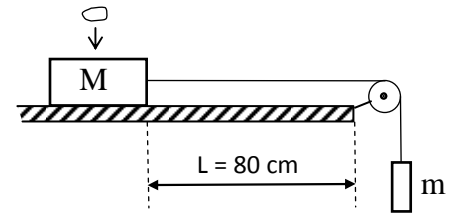
Un parachutiste s'élance verticalement d'un avion depuis une hauteur de 6000 m au-dessus du sol, sa vitesse verticale initiale étant nulle. En simplifiant, sa chute peut être divisée en trois phases distinctes comme suit :

- a) accélération constante de g jusqu'à atteindre une vitesse verticale maximale de 270 km/h
- b) vitesse maximale verticale constante jusqu'à une hauteur de 1500 m au-dessus du sol
- c) décélération constante par l'ouverture du parachute depuis cette hauteur de 1500 m pour atteindre une vitesse verticale nulle au niveau du sol.

- 1) Dessiner les 3 graphiques de $a(t)$, $v(t)$ et $s(t)$ correspondant à la totalité du vol ; puis calculer :
- 2) Le temps t_1 mis pour atteindre la vitesse verticale maximale ainsi que la hauteur h_1 correspondante (phase a))
- 3) Le temps t_2 mis pour atteindre la hauteur de 1500 m (phase b))
- 4) La décélération a_3 et le temps t_3 mis pour atteindre le sol (phase c)).

Problème 3 : Dynamique d'un bloc tiré par une masse

Un bloc de masse $M=7$ kg est posé sur une table horizontale. Au moyen d'une ficelle passant par une poulie, il est relié à une petite masse $m=5$ kg, comme indiqué sur la figure ci-contre. La ficelle et la poulie seront supposées de masse négligeable. Les coefficients de frottement statique et dynamique entre le bloc M et la table sont $\mu_s = 0,7$ et $\mu_d = 0,6$ [1].

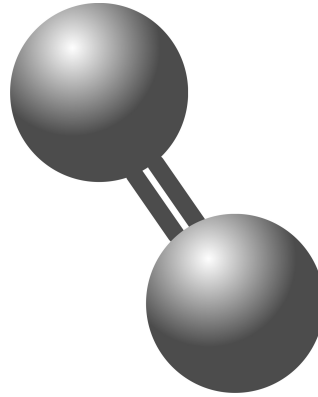


- 1) Afin d'empêcher le bloc de bouger, une pierre est déposée sur la masse M . Quelle doit être la masse minimale de cette pierre afin d'assurer le repos ?
- 2) La pierre est ensuite ôtée pour laisser partir le bloc vers la droite. Combien de temps mettra-t-il pour atteindre le bord de la table ?

Ce problème sera traité sous forme littérale puis complété par l'application numérique.

Problème 4 : Thermodynamique d'un gaz parfait

Comme le montre la figure ci-dessous, la molécule d'oxygène est un gaz parfait diatomique :



- 1) Indiquer le nombre de degrés de liberté i d'une molécule d'oxygène à température ambiante.
- 2) Calculer l'énergie interne U de 64 g de ce gaz à 25 °C.
- 3) Calculer le travail W ainsi que la quantité de chaleur échangée Q par 20 g d'oxygène soumis à une détente isotherme à la température de 300 K, le volume initial étant de 0.12 m³ et le volume final de 0.3 m³. Dites explicitement si le gaz a fourni ou reçu du travail et de la chaleur.
- 4) La chaleur massique d'une mole d'O₂ à pression constante est $c_p = 0.918 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Calculer sa chaleur massique à volume constant c_v .
- 5) Calculer la vitesse de propagation du son à 25 °C et 760 mmHg dans de l'oxygène pur.

