

### Modalités :

Vérifiez que cette brochure comporte 5 pages.

Indiquez immédiatement votre nom et votre prénom ci-dessus et sur toutes les pages du questionnaire.

Maintenez agrafées les feuilles du présent questionnaire et du feuillet de brouillon.

N'utilisez que les feuilles de brouillon que l'on met à votre disposition.

Tout résultat indiqué en dehors des cases de réponse ne sera pas considéré.

La plupart des questions exigent la transformation d'une formule de base ou la combinaison de plusieurs formules de base. N'écrivez pas tous les développements qui vous ont menés à votre réponse. Seules les formules de base et les étapes principales des développements peuvent apparaître avec le résultat analytique et le résultat chiffré dans la case prévue à cet effet.

Les réponses sous leur forme analytique doivent être exprimées en utilisant les symboles des variables notées en gras dans les énoncés correspondant. Pour les variables qui ne se trouvent pas dans l'énoncé, le choix du symbole est libre.

Il vous est vivement conseillé d'écrire au crayon de façon à pouvoir faire facilement des corrections.

Vous trouverez ci-dessous deux exemples d'encodage de valeurs numériques pour les questions semi-fermées proposées à la fin du questionnaire. Les valeurs numériques doivent y être exprimées en notation scientifique avec 3 chiffres significatifs.

### Remarques :

Sauf mention contraire l'accélération de la gravitation terrestre est supposée être égale à  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

On négligera toute source de frottement et de dissipation de l'énergie.

Les ressorts sont supposés de masse négligeable.

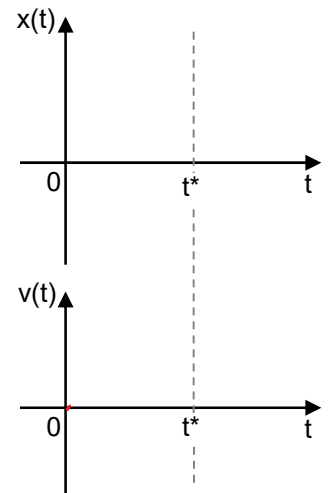
On considérera les masses atomiques relatives suivantes : H : 1, C : 12, N : 14, O : 16

On considérera que la masse de la Terre vaut  $5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ , la constante gravitationnelle vaut  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$  et le rayon terrestre vaut 6370 km.

La durée du test est de 2 heures

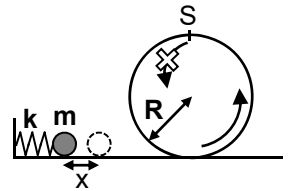
1. Un vaisseau spatial de masse  $M$  voyage en ligne droite à la vitesse constante  $v_0$  en l'absence de toute force extérieure. Afin d'inverser la vitesse de son vaisseau, le commandant de bord allume les moteurs rétro-propulseurs au temps  $t = 0$ , ce qui provoque une force variable dans le temps selon la loi  $f(t) = -\alpha t$ , où  $\alpha$  est une constante positive. Calculez le temps  $t^*$  mis par le vaisseau depuis l'allumage des moteurs pour **annuler** sa vitesse ainsi que la distance d'arrêt correspondante  $x^* = x(t^*)$ . Dessinez qualitativement mais de façon aussi précise que possible les graphes de la position  $x(t)$  et de la vitesse  $v(t)$  du vaisseau au cours de la manœuvre, y compris les MRU avant et après celle-ci (le temps  $t = 0$  correspond à la position  $x = 0$ ).

Formule(s) de base utilisée(s), synthèse du développement et graphes :



Résultat analytique :  $t^* =$  ,  $x^* =$

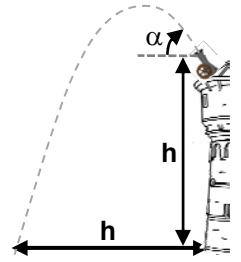
2. Le schéma suivant montre une catapulte à ressort (de constante de rappel  $k$ ) placée sur une piste de façon à pouvoir y lancer une bille d'acier de masse  $m$ . La piste présente une boucle de forme circulaire (« looping ») de rayon  $R$  dans un plan vertical. Calculez la compression minimale  $x_{\min}$  à donner au ressort pour que la bille ne quitte pas la piste une fois arrivée au sommet  $S$  de la boucle (on négligera tout frottement). (coup de pouce : comparez accélération centrifuge et accélération gravitationnelle).



Formule(s) de base utilisée(s) et synthèse du développement :

Résultat analytique :  $x_{\min} =$

3. Le schéma ci-contre montre un canon tirant un boulet de masse  $m$  avec un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale. Le tir est réalisé du haut d'une tour de hauteur  $h$  de manière à ce que le boulet atteigne un point situé à une distance  $h$  du pied de la tour. Calculez l'angle  $\alpha$  à adopter pour que le tir du boulet nécessite le moins d'énergie possible (coups de pouce :  $\sin(2x) = 2 \sin x \cos x$  et pour minimiser, maximisez le dénominateur en annulant sa dérivée).



Formule(s) de base utilisée(s) et synthèse du développement :

Résultat analytique :  $\alpha =$

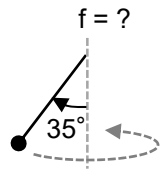
4. Soit une voiture dont le moteur fonctionne à l'éthane ( $C_2H_6$ ) liquide de masse volumique égale à 544 g/L. Sachant qu'elle consomme 6 L d'éthane aux 100 km, calculez en L/s le débit volumique d'air  $D$  à assurer au niveau du carburateur lorsque la voiture roule à 100 km/h (on supposera pour l'air atmosphérique les conditions standard de température et de pression, soit  $T = 0^\circ C$  et  $P = 1 \text{ atm}$ ).

Formule(s) de base utilisée(s) et synthèse du développement :

Résultat chiffré :  $D =$

L/s

5. Dans un repère cartésien orthonormé on donne les deux vecteurs  $(2, -1, 2)$  et  $(3, 2, 5)$ . Calculez l'angle entre ces deux vecteurs **en degrés**.
6. Un avion doit effectuer un trajet pour rejoindre une ville qui se trouve à 700 km au nord de sa position initiale. Le commandant de bord fait cap au nord et ne tient pas compte de la dérive due au vent et constate après une heure de vol qu'il se situe en un point situé à 50 km au nord et à 40 km à l'est de la ville de destination. Sachant qu'en l'absence de vent l'avion vole à la vitesse de 700 km/h, calculez en **km/h** la vitesse du vent supposé constant pendant tout le trajet.
7. Un pendule tourne dans un plan horizontal selon une trajectoire circulaire. La tige du pendule d'une longueur de 10 cm est supposée sans masse et la masse du pendule est supposée ponctuelle. Sachant que l'angle d'ouverture du pendule est de  $35^\circ$ , calculez la fréquence de rotation  $f$  de ce dernier (on considérera que l'accélération de la pesanteur vaut  $10 \text{ m/s}^2$ )



8. La combustion complète de 6 g d'un hydrocarbure de formule partiellement inconnue  $\text{C}_x\text{H}_6$  fournit 20 g de dioxyde de carbone. Calculez sur cette base la valeur de  $x$  (arrondie à l'entier).
9. Encodez dans la grille de gauche le nombre en base 4 (0, 1, 2, 3) correspondant au nombre 156 en base 10. De même, écrivez dans la grille de droite le nombre en base 10 correspondant au nombre C4 en base 16 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F).
10. Pour chaque lettre grecque, noircissez la case de la grille qui se trouve à l'intersection de la ligne et de la colonne correspondant à ses représentations phonétique et symbolique (il est impératif de ne noircir qu'une seule case par lettre).