Contrôle continu n° 1

Aucun document, téléphone portable, ni calculatrice ne sont autorisés
Durée de l'épreuve : 1 h
Le sujet comprend 2 pages au total

Questions à choix multiples

Pour les trois questions ci-dessous, aucune démonstration n'est demandée.

(a) La figure de gauche de la Fig. 1 ci-dessous montre l'accélération a d'un certain système en fonction du temps t. Celle du milieu montre la vitesse v en fonction de t pour un autre système, et celle de droite la position x en fonction de t, là encore pour un autre système, qui n'a rien à voir avec les deux précédents. Lesquels des 12 points labélisés par les lettres A à L correspondent à une accélération nulle ?

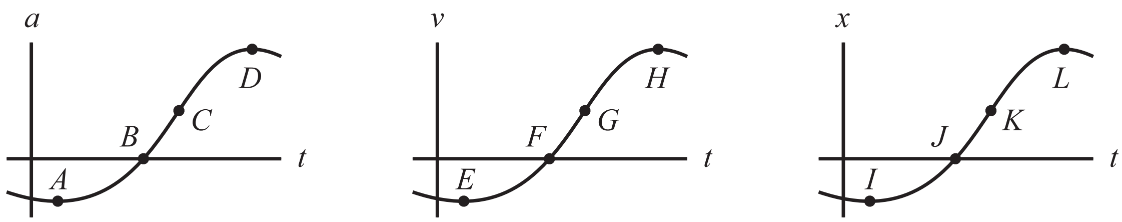

Figure 1

(b) Une balle est tirée à l'horizontale d'un pistolet, et une autre balle est simultanément lâchée de la même hauteur, sans vitesse initiale. Laquelle des deux balles touche le sol en première ? (On ignorera la résistance de l'air, la courbure de la Terre, et l'on supposera que le sol est parfaitement horizontal.)

1) la balle tirée du pistolet
2) la balle lâchée parterre
3) les deux balles touchent le sol en même temps

(c) On accélère les deux blocs de la Fig. 2 en poussant sur le bloc du bas avec une force F. Le bloc du haut se déplace avec le bloc du bas. Quelle force cause directement le bloc du haut à accélérer ?

1) la force normale entre les deux blocs
2) la force de friction entre les deux blocs
3) la force gravitationnelle exercée sur le bloc du haut
4) la force F appliquée au bloc du bas

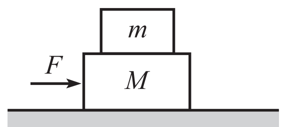

Figure 2

Exercice 1

Une balle de densité de masse uniforme est accroché à un mur par une corde (voir Fig. 3). La corde est tangente à la balle. Soient θ l'angle que fait la corde avec le mur ($0 \leqslant \theta \leqslant \pi/2$) et μ le coefficient de friction statique entre la balle et le mur. Quelle est la valeur minimale de μ afin que le système reste statique ?

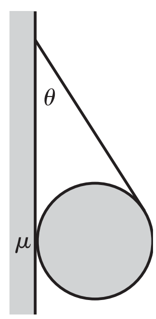

Figure 3

Exercice 2

On considère la machine d'Atwood représentée à la Fig. 4. On néglige les masses des deux poulies ainsi que celles des deux cordes (qui sont supposées inextensibles). On suppose que les cordes ne glissent pas sur les poulies. Soient a_1, a_2 et A les accélérations (comptées positives vers le haut) respectives des masses ponctuelles m_1, m_2 et M. Soit T_1 la tension dans la corde du haut, et T_2 la tension dans la corde du bas. Les masses sont initialement au repos, et relachées à un instant ultérieur.

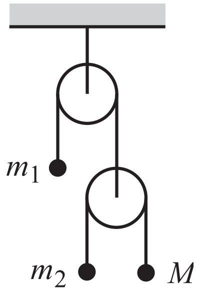

FIGURE 4

(a) Exprimez a_1 en fonction de a_2 et A. Justifiez soigneusement votre réponse.

(b) Exprimez la tension T_2 en fonction de T_1. Justifiez soigneusement votre réponse.

(c) Quelle doit être la valeur de M (en terme de m_1 et m_2) de telle sorte que la masse m_1 ne bouge pas ? Quel doit être la relation entre m_1 et m_2 afin qu'une telle valeur de M existe ?

(d) Quelle est alors la valeur de l'accélération A en fonction de m_1 et m_2 ? À quelle condition la masse M monte-t-elle ou descend-elle ?

Exercice 3

On considère le dispositif de la Fig. 5 : une masse m (supposée ponctuelle) est libre de se déplacer (sans frottement) à l'intérieur d'un tube de longueur R et que l'on suppose infiniment fin. Le tube à un mouvement de rotation à vitesse constante dans un plan, de vitesse angulaire ω autour d'un pivot. On ne considère pas dans ce problème les forces gravitationnelles.

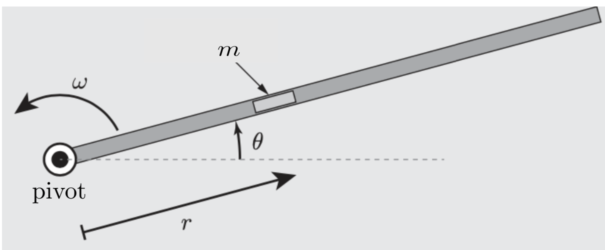

FIGURE 5

On rappelle qu'en coordonnées polaires (r, θ), le vecteur vitesse s'écrit comme

$$\dot{\mathbf{r}} = \dot{r}\,\hat{\mathbf{r}} + r\dot{\theta}\,\hat{\boldsymbol{\theta}}$$

et le vecteur accélération comme

$$\ddot{\mathbf{r}} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\,\hat{\mathbf{r}} + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\,\hat{\boldsymbol{\theta}},$$

avec $\hat{\mathbf{r}}$ et $\hat{\boldsymbol{\theta}}$ les vecteurs unitaires selon les directions radiale et tangentielle.

(a) Donnez une relation (très simple) entre $\dot{\theta}$ et ω.

(b) Dans quelle direction est dirigée la force $\mathbf{F}$ que le tube exerce sur la masse ?

(c) À l'aide des lois de Newton, déterminez les deux équations du mouvement.

(d) En déduire la trajectoire radiale $r(t)$ de la masse tant que celle-ci reste à l'intérieur du tube ($r \leqslant R$), en supposant qu'initialement (à $t = 0$), $r(0) = r_0$ et $\dot{r}(0) = 0$.

(e) À quel instant $t = t_e$ la masse s'échappe du tube ? Pour $t = t_e$, exprimez le module de la vitesse v_e de la masse en fonction de ω, r_0 et R.

(f) Décrire qualitativement le mouvement de la masse m une fois qu'elle s'est échappée du tube.