Mécanique série n°1 : Cinématique

Exercice 1 : Profondeur d'un puits

Il est possible d'estimer la profondeur d'un puits en mesurant le temps nécessaire pour que le bruit de l'impact, sur l'eau du fond, d'une pierre lâchée sans vitesse initiale, atteigne nos oreilles.
On suppose que la gravité est la seule force qui agit sur la pierre. On notera D la profondeur à déterminer du puits et t_m le temps mesuré, c'est-à-dire le temps pris par la pierre pour atteindre l'eau plus le temps mis par le son pour atteindre nos oreilles.

a) Déterminer D en fonction de l'accélération de pesanteur g, de t_m et de v_s la vitesse du son.

b) Même question si la vitesse du son est supposée infinie.

c) Tracer t_m en fonction de D pour les deux cas précédents avec $g = 9{,}81 \text{ m.s}^{-2}$ et $v_s = 340 \text{ m.s}^{-1}$. Quand peut-on approximativement considérer la vitesse du son comme infinie ?

Exercice 2 : Lancé vers le haut

Une balle est lancée vers le haut avec une vitesse de 12 m.s^{-1} à partir d'un toit situé à 40 m de hauteur. Trouver :

a) Sa vitesse lorsqu'elle touche le sol.
b) La durée de son parcours.
c) Sa hauteur maximale.
d) Le temps qu'elle met pour repasser au niveau du toit.
e) L'instant où elle se trouve à 15 m en dessous du niveau du toit.

Exercice 3 : Rugby

Sur un terrain de rugby « plat », au cours d'une transformation, le ballon est frappé vers le haut avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ selon un angle θ_0 par rapport à l'horizontale. Déterminer :

a) La durée de la trajectoire du ballon pour qu'il retouche le sol.

b) La portée horizontale, c'est-à-dire la distance horizontale atteinte. Pour quelle valeur de θ_0 la portée est-elle maximale ?

c) La forme de la trajectoire qui correspond à la fonction $z = f(x)$ reliant la coordonnée z à la coordonnée x.

Exercice 4 : Tennis

Un lance-balles de tennis expulse les balles à une vitesse dont le module vaut 30 m.s^{-1}. On désire lancer une balle à travers une fenêtre entrouverte située à une distance horizontale de 25 m et à une hauteur de 20 m.

a) Quelles sont les deux inclinaisons du tube de la machine qui permettraient d'atteindre la fenêtre ?

b) Pour chacun des angles trouvés, calculer le temps requis pour que la balle atteigne la fenêtre et dire si la balle est en train de monter ou de descendre lorsqu'elle atteint la fenêtre.

Exercice 5 : Grue

On considère la grue de la figure ci-contre. Elle soulève une charge C (considérée comme ponctuelle) à une vitesse linéaire constante de 1,5 m.s^{-1} et tourne en même temps à la vitesse angulaire constante de 0,15 rad.s^{-1}.

Calculer le vecteur vitesse et le vecteur accélération de la charge C (sous entendu par rapport au référentiel terrestre).

Note : On néglige tout mouvement d'oscillation de la charge et c'est à vous de choisir le système de coordonnée le plus adapté dans lequel exprimer le vecteur vitesse et le vecteur accélération.

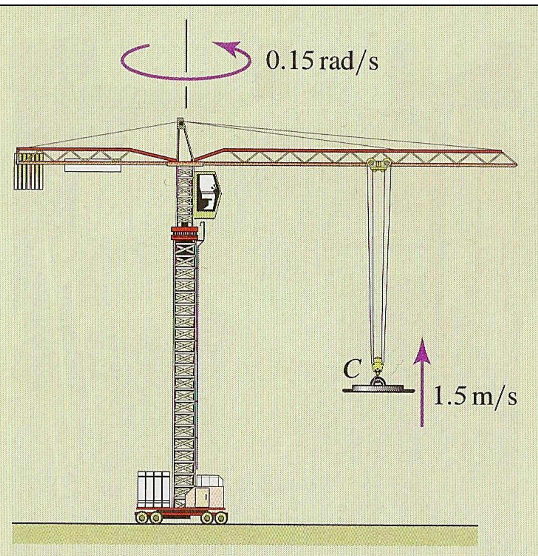

Figure 1
A top-slewing crane. This kind of crane is very common on big construction sites.

Exercice 6 : Manège

Les figures ci-contre montrent un manège de fête foraine constitué d'une plateforme reliée à deux bras de longueur 3 m et qui ont un mouvement de rotation uniforme à $\omega_{AB} = 1{,}25\ \text{rad.s}^{-1}$ autour des axes passant par A et D (cf. figure).

a) Quelle est la nature du mouvement de la plateforme ?

b) Déterminer le vecteur vitesse et le vecteur accélération d'une personne P sur la plateforme.

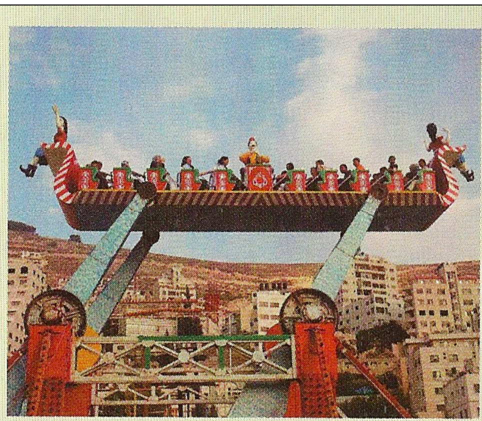

Figure 1
A carnival ride consisting of a motion platform.

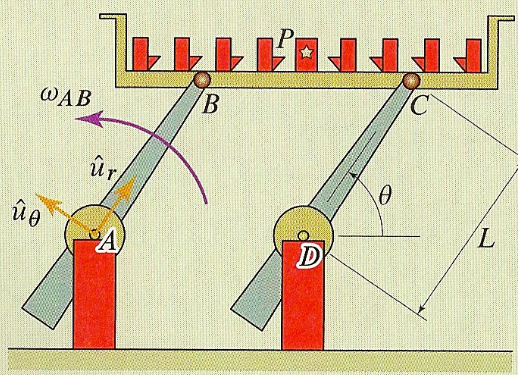

Figure 2
Coordinate definition and geometry for the carnival ride.

Exercice 7 : Trajectoire circulaire

A sports car moves around a horizontal circular curve of radius 200 m, as shown in Figure 4.59. While traversing the curve, the car changes speed at a constant rate from 36.0 km/h (= 10.0 m/s) to 90.0 km/h (= 25.0 m/s) during 20.0 s.

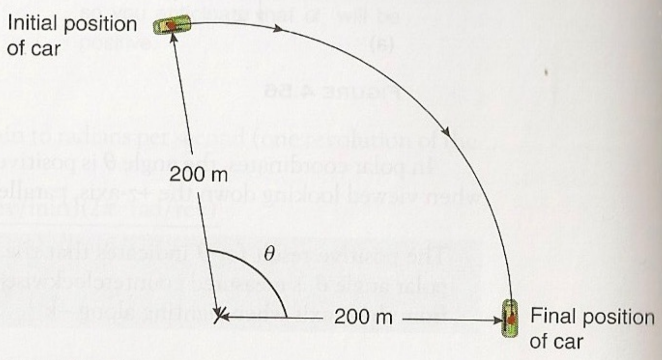

FIGURE 4.59

a. Find the magnitudes of the centripetal acceleration, the tangential acceleration, and the total acceleration of the car (i) the instant when the car has the speed 36.0 km/h, and (ii) the instant the car has the speed 90.0 km/h.

b. Find the angle ϕ between the direction of the total acceleration and the radial direction when the speed of the car is 36.0 km/h, and again when the speed is 90.0 km/h.

c. Find the angle θ through which the car moves during the 20.0 s interval and the length of highway traversed along the curve.