



2.1 a) $\omega = (\pi/4)/\Delta t = 0.157 \text{ rad/s}$, $R = v/\omega = 1.91 \text{ m}$, $a_T = 0$, $a_N = v^2/R = \omega^2 R = 4.7 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$; b) $a = a_N$.

2.2 $\omega_{\min} t = 2\pi + \theta_1$, $\omega_{\text{ore}} t = \theta_1$, $\omega_{\min} = 12 \omega_{\text{ore}}$, $\theta_1 = 2\pi / \left(\frac{\omega_{\min}}{\omega_{\text{ore}}} - 1 \right) = 2\pi / 11 = 0.571 \text{ rad} = 32.7^\circ$, $\theta_2 = 2\theta_1 = 65.4^\circ$, ecc.

2.3 a) Il moto proiettato su un qualsiasi diametro è un moto armonico semplice di ampiezza R e pulsazione $\omega = 2\pi/T = 0.88 \text{ rad/s}$, $v_{\max} = \omega R$, $R = 0.5 \text{ m}$;
b) $a = a_N = \omega^2 R = 0.39 \text{ m/s}^2$.

2.4 a) Tutti i punti che ruotano con il disco hanno la stessa velocità angolare, per cui compiono un giro nello stesso tempo, $v(r) = \omega r$ cresce con la distanza dal centro, $v_1 = \omega r$, $v_2 = \omega R$, $v_{2,1} = \omega(R-r)$;
b) il moto è uniforme, $\alpha = 0$, $a_T = 0$, $a = a_N = \omega^2 r$ cresce con r , $a_1 = \omega^2 r$, $a_2 = \omega^2 R$, $a_{2,1} = \omega^2(R-r)$.

2.5 $v_{\max} = (R\alpha)^{1/2} = 13.23 \text{ m/s} = 47.6 \text{ km/h}$.

2.6 $a_N = \omega^2 r (a_T = 0)$, $\omega = \sqrt{10 g/r} = 5.72 \text{ rad/s}$, giri al minuto $60\omega/2\pi = 54.6$.

2.7 a) $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta = 0$, $\alpha = -\omega_0^2/4\pi = -1.99 \text{ rad/s}^2$, $\omega = \omega_0 + \alpha t = 0$, $t = -\omega_0/\alpha = 2.51 \text{ s}$;
b) $\omega(t/2) = \omega_0/2 = 2.5 \text{ rad/s}$, $a_N = \omega^2 R = 2.5 \text{ m/s}^2$, $a_T = \alpha R = -0.8 \text{ m/s}^2$, $a = (a_N^2 + a_T^2)^{1/2} = 2.6 \text{ m/s}^2$.

2.8 a) $\theta = 3\pi/2 = 1/2 \alpha t^2$, $t_{AB} = (3\pi/\alpha)^{1/2} = 2.17 \text{ s}$;
b) $\omega(B) = \alpha t_{AB} = 4.34 \text{ rad/s}$, $a_N(B) = \omega^2 R = 9.42 \text{ m/s}^2$;
c) $-\omega^2(B) = 2\alpha'\pi/2$, $\alpha' = -6 \text{ rad/s}^2$, $a_T = \alpha' R = -3 \text{ m/s}^2$.

2.9 a) $v_B^2 - v_A^2 = 2a_T s$, $v_B = 0$, $s = \pi R$, $a_T = -0.17 \text{ m/s}^2$;
b) $v_B - v_A = a_T t$, $t = t_{ACB} = 4.71 \text{ s}$;
c) $v_C^2 - v_A^2 = 2a_T \pi R/2$, $v_C^2 = 0.32 \text{ (m/s)}^2$, $a_{N,C} = v_C^2/R = 0.53 \text{ m/s}^2$, $a_C = (a_{N,C}^2 + a_T^2)^{1/2} = 0.56 \text{ m/s}^2$;
d) $2R = 1/2 \alpha t^2$, $a = 0.11 \text{ m/s}^2$.

2.10 $a_N = \omega^2 R$, se fosse $\omega = \alpha t$, allora $a_N = \alpha^2 R t^2 = k t^2$; il moto è uniformemente accelerato con $k = \alpha^2 R = 0.38 \text{ m/s}^4$, $\alpha = 1.59 \text{ rad/s}^2$, $a_T = \alpha R = 0.24 \text{ m/s}^2$.

2.11 a) $\omega(t_1) = \omega_0 + \int_0^{t_1} \alpha dt = \omega_0 - \frac{0.1}{2} t_1^2 = 2.2 \text{ rad/s}$,
 $a_T(t_1) = \alpha(t_1) R = 0.32 \text{ m/s}^2$, $a_N(t_1) = \omega^2(t_1) R = 0.97 \text{ m/s}^2$,
 $a = \sqrt{a_T^2 + a_N^2} = 1.02 \text{ m/s}^2$; b) $\omega = 0 = \omega(t_1) - 1.6(t - t_1) \Rightarrow t = 17.4 \text{ s}$.

2.12 a) $\omega = \omega_0 + \int \alpha dt = 0.4 + 0.1 t^2 = 6.8 \text{ rad/s}$;
b) $a_N = \omega^2 R = 6.47 \text{ m/s}^2$, $a_T = \alpha R = 0.22 \text{ m/s}^2$, $a = (a_N^2 + a_T^2)^{1/2} = a_N = 6.47 \text{ m/s}^2$;
c) $\tan \theta = a_N/a_T = 29.41$, $\theta = 88.1^\circ = 1.54 \text{ rad}$, l'accelerazione è praticamente ortogonale alla traiettoria, infatti $a_N \gg a_T$.

2.13 a) $\omega = d\theta/dt = 4 - 6t + 2.1 t^2$, $\omega(0) = 4 \text{ rad/s}$, $\alpha = d\omega/dt = -6 + 4.2t$, $\alpha(0) = -6 \text{ rad/s}^2$;
b) $\omega(2) = 0.4 \text{ rad/s}$, $\alpha(2) = 2.4 \text{ rad/s}^2$, $a_N/a_T = \omega^2 R/\alpha R = \omega^2/\alpha = 0.067$.

2.14 a) $s = \ln(5t + 1)/5$, $\theta = s/R = 0.8 \text{ rad}$; b) $\omega = 0.15 \text{ rad/s}$;
c) $a_T = -4.1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$, $a_N = 1.4 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$, $a = (a_T^2 + a_N^2)^{1/2} = 4.3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$.

2.15 a) $a_T = \theta_0 \omega^2 R$; b) $a_N = \theta_0^2 \omega^2 R$;
c) $t_T = T/4$ e $3T/4$, $t_N = 0$ e $T/2$, con $T = 2\pi/\omega$.

2.16 a) Nel moto parabolico $h = v_0^2 \sin^2 \theta / 2g = 20 \text{ m}$, $v_{0y} = v_0 \sin \theta = (2gh)^{1/2} = 19.8 \text{ m/s}$, la gittata è $d = 2v_0^2 \sin \theta \cos \theta / g = 2v_{0y} v_{0x} / g = 75 \text{ m}$, $v_{0x} = gd/2v_{0y} = 18.6 \text{ m/s}$;
b) $\tan \theta = v_{0y}/v_{0x} = 1.065$, $\theta = 46.8^\circ = 0.817 \text{ rad}$, $a = g$, $a_T = g \sin \theta = 7.14 \text{ m/s}^2$, $a_N = g \cos \theta = 6.71 \text{ m/s}^2$.

2.17 $2v_0^2 \cos \theta \sin \theta / g = v_0^2 \sin^2 \theta / 2g$, $\sin \theta = 4 \cos \theta$, $\tan \theta = 4$, $\theta = 75.96^\circ$.

2.18 a) Il tempo impiegato dal proiettile per arrivare al suolo è $t = (2h/g)^{1/2} = 9 \text{ s}$, $x_0 = v_0 t = 1000 \text{ m}$;
b) velocità del moto relativo $v_0 - v_1$, $x_1 = v_0 t - v_1 t = x_0 - v_1 t = 875 \text{ m}$.

2.19 a) La componente orizzontale dell'accelerazione non influisce sul valore di $t_0 = (2h/g)^{1/2} = 2.47 \text{ s}$; b) $x_0 = 1/2 a t_0^2 = 45.8 \text{ m}$;
c) $v_x = 37 \text{ m/s}$, $v_y = 24.2 \text{ m/s}$, $v = 44.2 \text{ m/s}$; d) $\tan \theta = h/x_0 = 0.65$, $\theta = 0.57 \text{ rad} = 33.2^\circ$ (si noti che, essendo la velocità tangente alla traiettoria, si ha anche $\tan \theta = v_y/v_x$).

2.20 $AB \quad v_2 - v_1 = -kb$,
 $BD \quad y = h - 1/2 g t^2 = 0$, $d = v_2 t \Rightarrow t = \sqrt{2h/g}$, $v_2 = d\sqrt{g/2h}$,
 $v_1 = v_2 + kb = 7.36 \text{ m/s}$.

2.21 pallina A $x_A = v_A \cos \theta t$ $y_A = v_A \sin \theta t - 1/2 g t^2$,
pallina B $x_B = x_0$ $y_B = y_0 - 1/2 g t^2$;
se si incontrano $v_A \cos \theta t = x_0$, $v_A \sin \theta t = y_0 \Rightarrow \tan \theta = y_0/x_0$, che è la condizione imposta, quindi si incontrano:
 $t = x_0/v_A \cos \theta = y_0/v_A \sin \theta = 0.45 \text{ s}$, $x_i = x_0 = 3 \text{ m}$, $y_i = 1 \text{ m}$.

2.22 a) $x = 6 \text{ m}$, $y = 6 \text{ m}$; b) $v_x = 6 \text{ m/s}$, $v_y = 3 \text{ m/s}$, $v = 6.7 \text{ m/s}$;
c) $y^2 = 6x$, la traiettoria è una parabola nel piano (x, y) .

2.23 a) $y = 2(x)^{2/3} + 6$; b) $v = 29.5 \text{ m/s}$; c) $a = 18.4 \text{ m/s}^2$.

2.24 a) Il moto è circolare con raggio A , infatti $x^2 + y^2 = A^2$, ed è uniformemente accelerato;

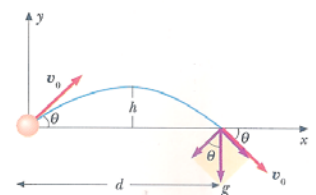


Figura 2.16