1.11 속도와 가속도의 직각좌표 성분 [rectangular components of velocity and acceleration] (p. 663)

목표 : 공간에서 질점의 곡선운동을 편리한 방향별로 분리하여 묘사, 직각좌표계 사용.

위치벡터 $\mathbf{r} = x\,\mathbf{i} + y\,\mathbf{j} + z\,\mathbf{k}$

$\mathbf{r}(t) = x(t)\,\mathbf{i} + y(t)\,\mathbf{j} + z(t)\,\mathbf{k}$

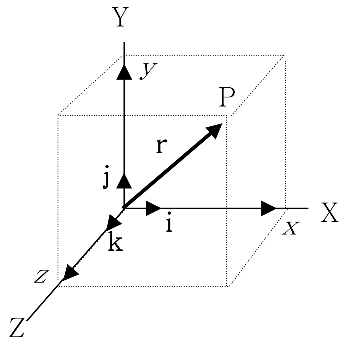
속도 $\mathbf{v} = \dot{\mathbf{r}} = \dot{x}\,\mathbf{i} + \dot{y}\,\mathbf{j} + \dot{z}\,\mathbf{k}$

$= v_x\,\mathbf{i} + v_y\,\mathbf{j} + v_z\,\mathbf{k}$

가속도 $\mathbf{a} = \ddot{\mathbf{r}} = \ddot{x}\,\mathbf{i} + \ddot{y}\,\mathbf{j} + \ddot{z}\,\mathbf{k}$

$= a_x\,\mathbf{i} + a_y\,\mathbf{j} + a_z\,\mathbf{k}$

질점의 X, Y, Z 방향의 운동들을 분리해서 생각할 수 있다.



<u>투사체 운동</u> [motion of a projectile]

수평방향 $a_x = 0$

$v_x = (v_x)_0$ $\quad x = x_0 + (v_x)_0\,t$

수직방향 $a_y = -g$

$v_y = (v_y)_0 - g\,t$ $\quad y = y_0 + (v_y)_0\,t - \frac{1}{2}\,g\,t^2$

$x_0 = y_0 = 0$ 으로 좌표 원점을 설정하면 편리. $\quad x = (v_x)_0\,t,\quad y = (v_y)_0\,t - \frac{1}{2}\,g\,t^2$

$\Rightarrow$(t 소거)$\Rightarrow$ $\quad y = \dfrac{(v_y)_0}{(v_x)_0}x - \dfrac{g}{2\,(v_x)_0^2}x^2 \quad$ (

예 :

예제 1.7, 1.8 투사체 운동 (pp. 666-667)

예. (연습 1.101) (p. 673)

골프 선수가 초기속도 48 m/s이며 수평면에 대하여 25°의 각도로 골프공을 때렸다. 페어웨이 경사가 평균적으로 아래쪽으로 5°일 때, 골프선수와 골프공이 처음 떨어진 지점 B 사이의 거리 d 를 구하라.

($v_0 = 48$ m/s, $\alpha = 25°$, $\beta = 5°$) $(v_x)_0 = v_0 \cos\alpha$, $\quad (v_y)_0 = v_0 \sin\alpha$

$x_A = y_A = 0,\quad x_B = d\cos\beta,\quad y_B = -\,d\sin\beta$

수평방향 운동 $\quad x = (v_x)_0\,t \qquad \Rightarrow \qquad = (\,v_0 \cos\alpha\,)\;t_B$

$$\Rightarrow \qquad t_B = \frac{d\cos\beta}{v_0\cos\alpha}$$

수직방향 운동 $\quad y = (v_y)_0\,t - \frac{1}{2}\,g\,t^2$

$$\Rightarrow \qquad = (\,v_0 \sin\alpha\,)\frac{d\cos\beta}{v_0\cos\alpha} - \frac{1}{2}\,g\left(\frac{d\cos\beta}{v_0\cos\alpha}\right)^2$$

$$\Rightarrow \qquad d = \frac{2\,v_0^2\cos^2\alpha}{g\cos^2\beta}\left(\sin\alpha\,\frac{\cos\beta}{\cos\alpha} + \sin\beta\right)$$

$$= \frac{v_0^2}{g\cos^2\beta}(2\cos\alpha\sin\alpha\cos\beta + 2\cos^2\alpha\sin\beta)$$

$$= \frac{v_0^2}{g\cos^2\beta}(\sin 2\alpha\cos\beta + 2\cos^2\alpha\sin\beta)$$

$$= \frac{(48\mathrm{m/s})^2}{(9.81\mathrm{m/s^2})\cos^2 5°}(\sin 50°\cos 5° + 2\cos^2 25°\sin 5°) = 215\ (\mathrm{m})$$

if $\beta = 0$, $\quad d =$

1.12 병진좌표계에 대한 운동 [motion relative to a frame in translation] (p. 664)

목표 :

운동 - 병진운동, 회전운동

단일 좌표계 사용할 때, 고정좌표계로 간주.

여러 좌표계 사용할 때, 하나는 고정좌표계 나머지는 이동좌표계(병진좌표계, 회전좌표계)

(1.10절 설명 상기)

*고정좌표계*나 *병진좌표계*에 대한 벡터의 변화율은 서로 같다.

*회전좌표계*에 대한 벡터의 변화율은 이들과 다르다. → 5.10절

두 질점 A, B

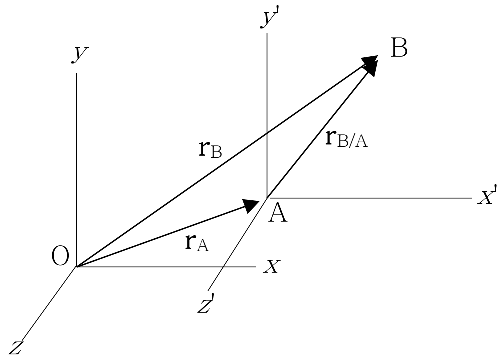
고정좌표계 Oxyz, 위치벡터 $\mathbf{r}_A$, $\mathbf{r}_B$

병진좌표계 A$x'y'z'$

x, y, z축에 평행하고 A점이 원점

병진좌표계 A$x'y'z'$에 대한 B의 상대위치 $\mathbf{r}_{B/A}$

(즉 A에 대한 B의 상대위치)



$\mathbf{r}_B = \mathbf{r}_A + \mathbf{r}_{B/A}$

$\Rightarrow \quad \dot{\mathbf{r}}_B = \dot{\mathbf{r}}_A + \dot{\mathbf{r}}_{B/A}$

$\dot{\mathbf{r}}_A = \mathbf{v}_A$, $\dot{\mathbf{r}}_B = \mathbf{v}_B$

$\dot{\mathbf{r}}_{B/A}$ = 고정좌표계에서 $\mathbf{r}_{B/A}$의 변화율

= 병진좌표계에서 $\mathbf{r}_{B/A}$의 변화율

= A$x'y'z'$좌표계에 대한 B의 속도 (A에 대한 B의 상대속도) $\mathbf{v}_{B/A}$

$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A + \mathbf{v}_{B/A}$

$\Rightarrow \quad \dot{\mathbf{v}}_B = \dot{\mathbf{v}}_A + \dot{\mathbf{v}}_{B/A} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}_{B/A}$

고정좌표계에 대한 운동 = 절대운동, 이동좌표계에 대한 운동 = 상대운동

B의 절대운동 = A의 절대운동 + A에 붙은 병진좌표계에 대한 B의 상대운동

예제 1.9 직각 교차로 부근 두 차의 상대운동 (p. 668)

예. (연습1.120) (p. 677)

바닷가에 위치한 레이더는 연락선이 v = 10노트↙65°의 속도로 떠나는 것을 측정하고, 연락선 위에 있는 측정기는 강물에 대하여 남서쪽 35°의 방향으로 10.4노트의 속력으로 떠나는 것을 측정하였다. 강물의 속도를 구하라. (1 knot = 1.852 km/h)

연락선(ferry) 속도 $\mathbf{v}_f$ = 10 knots ↙65°, $\mathbf{v}_{f/r}$ = 10.4 knots ↙55°, $\mathbf{v}_r$ = ?

cosine 공식 $\quad v_r^2 = v_f^2 + v_{f/r}^2 - 2\, v_f\, v_{f/r} \cos 10° \quad \Rightarrow \quad v_r =$

sine 공식 $\quad \dfrac{v_f}{\sin\alpha} = \dfrac{v_r}{\sin 10°} \quad \Rightarrow \quad \alpha =$

$\therefore \quad \mathbf{v}_r =$