



3-3. 회전운동

▣ 운동의 종류

① 병진운동, 회전운동, 진동운동을 정의하고 각 운동이 발생할 조건을 설명하시오.

- 병진운동

- 회전운동

- 진동운동

▣ 각변수와 병진변수의 대응

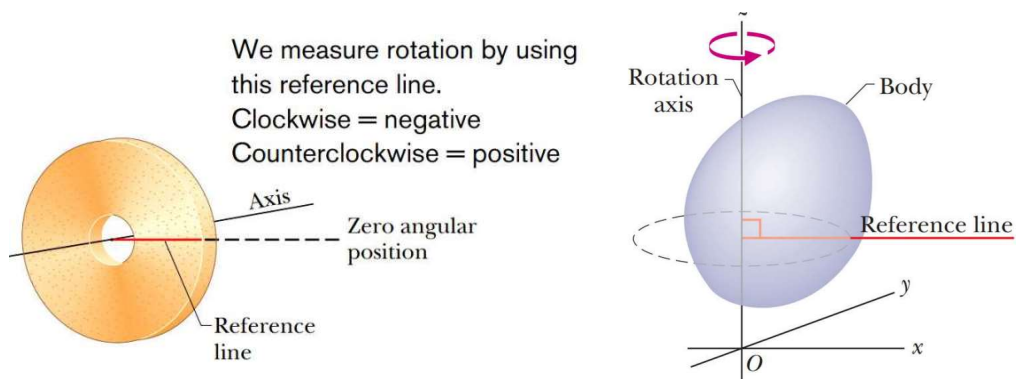
① 회전운동에 필요한 요소들을 정의하시오.

② 각변위, 각속도, 각가속도를 정의하고 이를 병진변수와 대응시키시오.

- 각변위(θ)

- 각속도(ω)

- 각가속도(α)



▣ 등각가속도 운동

① 일정한 각가속도 α 로 가속하는 물체의 각변위, 각속도, 각가속도를 분석하고 이를 병진운동의 등가속도 운동과 비교하여 설명하시오.



예1> 바퀴가 4rad/s 의 각속도로 완전히 정지할 때까지 20회전을 했다. 바퀴가 등각가속도 운동을 한다고 할 때 바퀴가 정지할 때까지 걸린 시간을 구하라.

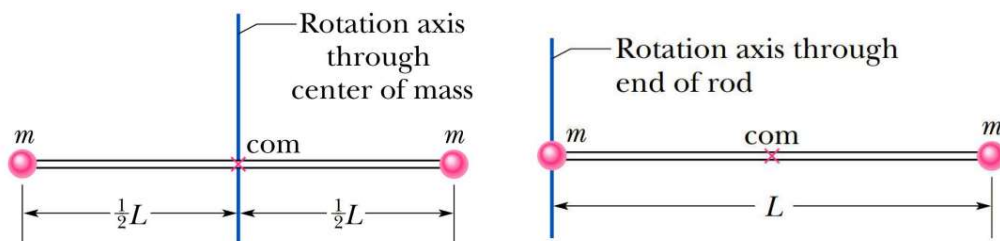
■ 회전운동에너지와 회전관성

① 회전운동하는 물체의 운동에너지를 정의하고, 이로부터 회전관성(moment of inertia, I)을 정의하고 회전관성이 어떤 의미를 갖는지 설명하시오.

② n 개의 입자로 이루어진 입자계의 회전관성과, 강체의 회전관성을 비교하고 이를 극한식으로 해석하시오.

— 구분구적법이란?

예2> 물음에 답하시오.



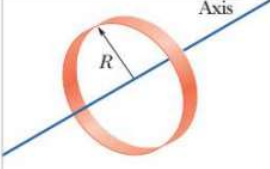
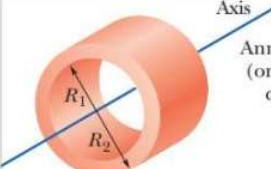
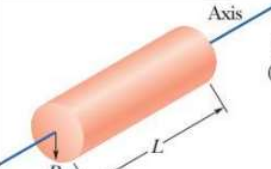
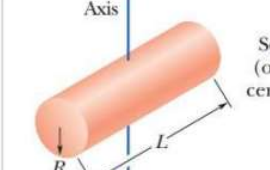
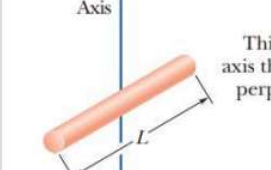
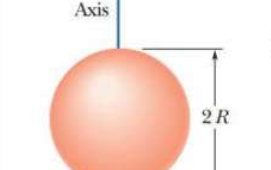
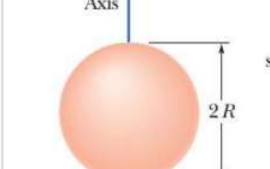
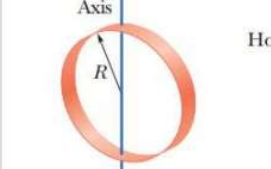
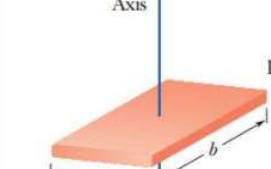
① 회전관성이 두 입자의 질량중심을 통과하는 회전축에 대하여 계의 회전관성을 구하시오.

② 회전관성이 한쪽 입자를 통과하는 회전축에 대하여 계의 회전관성을 구하시오.



- ③ 여러 회전관성을 구할 때는 밀도(density)로의 변환이 필요하다. 선밀도(λ), 면밀도(σ), 부피밀도(ρ)를 정의하고 이로부터 여러 강체의 회전관성을 구해보자.

< 여러 가지 물체들의 회전관성 >

 <p>Hoop about central axis</p> <p>$I = MR^2$</p> <p>(a)</p>	 <p>Annular cylinder (or ring) about central axis</p> <p>$I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$</p> <p>(b)</p>	 <p>Solid cylinder (or disk) about central axis</p> <p>$I = \frac{1}{2}MR^2$</p> <p>(c)</p>
 <p>Solid cylinder (or disk) about central diameter</p> <p>$I = \frac{1}{4}MR^2 + \frac{1}{12}ML^2$</p> <p>(d)</p>	 <p>Thin rod about axis through center perpendicular to length</p> <p>$I = \frac{1}{12}ML^2$</p> <p>(e)</p>	 <p>Solid sphere about any diameter</p> <p>$I = \frac{2}{5}MR^2$</p> <p>(f)</p>
 <p>Thin spherical shell about any diameter</p> <p>$I = \frac{2}{3}MR^2$</p> <p>(g)</p>	 <p>Hoop about any diameter</p> <p>$I = \frac{1}{2}MR^2$</p> <p>(h)</p>	 <p>Slab about perpendicular axis through center</p> <p>$I = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2)$</p> <p>(i)</p>

- 예2> 질량이 M 이고 한 변의 길이가 a 인 균일한 정사각형 판의 한 꼭짓점을 지나며 판에 수직인 회전축에 대해 이 물체의 회전관성은?



▣ 평행축 정리(parallel axis theorem)

① 평행축 정리에 대한 증명을 보고 그 의미를 해석해 보자. - 문제는 물리진자에서..

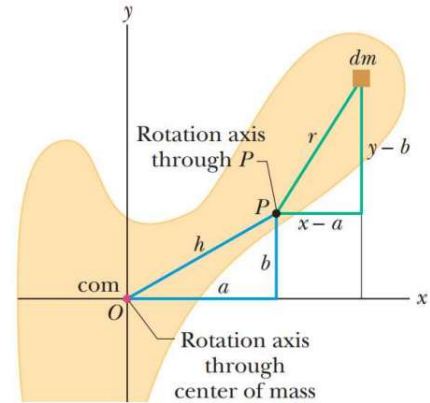
- 어떤 점을 포함하고 회전축에 수직인 평면 S 에 대하여, 해당 점의 좌표를 (a, b) 라 하자. 그러면,

< 🔍 평행축 정리의 증명 >

$$\begin{aligned} I &= \int r^2 dm = \int (x-a)^2 + (y-b)^2 dm \\ &= \int (x^2 + y^2) dm - 2a \int x dm - 2b \int y dm + \int (a^2 + b^2) dm \\ &= \int R^2 dm + \int (a^2 + b^2) dm = I_{\text{com}} + Mh^2 \end{aligned}$$

따라서 회전축을 기준으로 거리 h 만큼 떨어진 지점에서 회전하는 강체의 회전관성은 다음과 같다.

$$I = I_{CM} + Mh^2$$



3-4. 각운동량 보존

▣ 돌림힘(torque)

① 회전운동에서 뉴턴의 제 2법칙(가속도의 법칙)과 그 의미를 설명하시오.

② 토크의 크기와 방향을 벡터의 외적을 이용해서 설명하시오.

예3> 그림과 같이 고정도르래를 통해 무게를 무시할 수 있는 줄에 연결된 질량이 m_1 , m_2 인 2개의 블록이 있다. 도르래는 원판 모양이며 그 반지름은 R , 질량은 M 이다. $m_2 > m_1$ 일 때 이 계의 가속도를 구하라.

