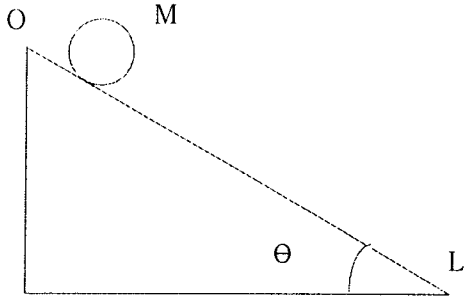


1. 질량이 M 이고 반경이 R 인 구가 그림과 같이 경사각이 θ 인 비탈을 내려간다. 그 때 구는 다음과 같은 두 가지 조건을 만족하며 내려왔다.

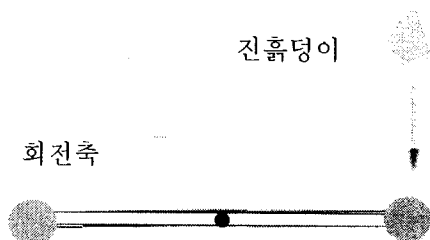


- 구의 관성 모멘트(moment of inertia)를 구하라.
- 구가 마찰 없이 비탈면을 내려왔다면, 비탈면 위를 L 만큼 내려온 후의 최종속도는 얼마인가?
- 이 구가 미끄러지지 않고 한 축으로만 구르며 내려 왔다면 최종 속도는 얼마 인가?
- (c)의 경우 마찰력으로 잃은 에너지를 포함하여 에너지가 보존됨을 보이라.

2. 평면 위에 질량이 m_1 인 물체가 속도 v_1 으로 운동해 와서, 정지되어 있는 질량 m_2 인 물체와 충돌하였다. 이 문제는 두 질량의 center of mass 계에서 문제를 풀면 문제의 풀이가 쉽다.

- 충돌 전 center of mass (CM) 의 속도를 구하라. 이 속도는 충돌 후에도 같은가?
- CM 계에서 두 입자의 충돌 전 속도 u_1, u_2 는?
- CM 계에서 충돌 전 후 u_1, u_2, u_1', u_2' 가 가져야 하는 관계와 충돌 각도 θ 가 갖는 관계를 쓰고 그 이유를 밝히라.
- CM 계에서의 충돌 후 입자 각도 θ 와 실험실 계에서의 충돌 각도 θ_1 사이의 관계는?

3. 그림과 같이 질량이 2 Kg 인 두 개의 쇠 덩어리가 무시할 질량을 가진 길이 0.5 m 의 막대기 양쪽 끝에 매달려 있고, 정확히 가운데를 회전축으로 하여 회전할 수 있게 연결되어 있다. 질량 50g 인 진흙이 속도 3 m/s 로 날아와 그림처럼 한 쪽 쇠 덩어리에 붙는다면,

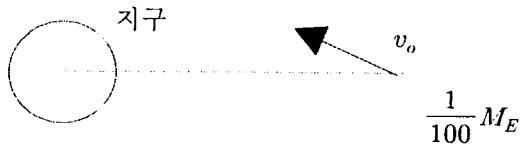


- 진흙이 붙은 바로 뒤의 회전 속도는?
- 진흙이 붙은 후 운동에너지는?
- 이 계는 진흙이 붙은 후 돌다가 어떤 각도에서는 잠깐 서게 된다. 그 각도를 구하라.

4. N 개의 서로 상호작용하지 않는 가스가 용기 안에 있다. 이 가스는 한 개의 흥분 상태 (excited state)만 있고, 맥스웰 볼츠만 (Maxwell-Boltzmann) 통계를 따른다. 이 계의 기저 상태 에너지= E_0 , 흥분 상태에너지= E_1 이라 하자.

- 온도 T 에서 기저 상태와 흥분 상태에 있는 가스의 비를 구하라.
- 이 계의 가스들의 평균 에너지를 구하라.
- 이 계의 총에너지 (total energy)는?
- 이 계의 열용량은?

5. 태초에 지구에 지구의 질량의 $1/100$ 인 운석이 그림과 같이 지구의 중심축의 방향으로부터 30° 방향으로 지구를 향해 초기속도 v_0 로 움직이게 되었다.



(a) 이 운동을 3차원 운동방정식 대신, 1차원 운동방정식으로 기술할 수 있다. 이 운동방정식을 지구 질량 M_E , 지구 반경 R_E , 와 둘 사이의 거리 r 의 함수로 세우고, 근거를 밝히라.

- 이 별이 운석을 맞아 계속 질량을 증가시키며 ($\frac{dm}{dt} = 10^{-4}m$), 속도를 변화한다. 만유인력을 무시한다면, 그 속도 방정식을 구하라.
- 만유인력을 고려한 경우, 속도에 따른 별의 궤적을 각운동량까지 고려하여 거리 사이의 관계를 구하고, 거리 사이의 관계에서 정성적으로 설명하라.

6. 그림과 같이 간격이 L 인 두 벽 사이에 탄성률이 k 이고, 힘이 가해지지 않은 경우 그 길이가 a ($a < L/2$)인 두 스프링에 질량 m 인 추가 매달려 있다. 이 때 스프링의 질량을 무시할 수 있다. 이 추는 먼 한 면에서 움직이는 2차원 운동만을 할 수 있다. A 점을 원점이라고 할 경우 수평 방향이 x 방향 수직 방향이 y 방향이다. 중력가속도는 g 이다.

- 이 질량이 (x, y) 위치에 있는 경우 받는 힘을 x, y, m, k, L, a, g 로 나타내라.
- 이 때 위치에너지를 구하라.

