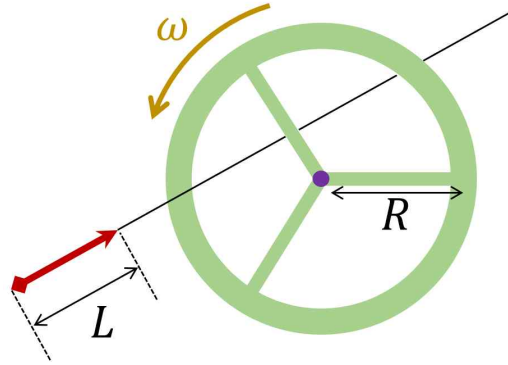
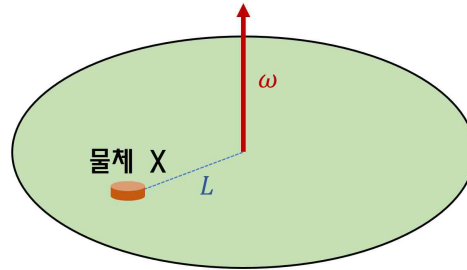


Final Exam

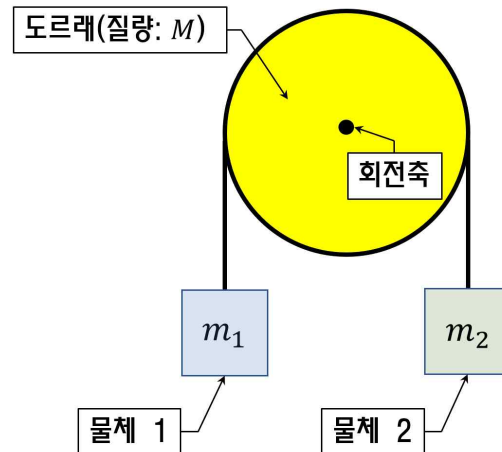
- (1) 그림처럼 바퀴에 세 개의 바퀴살이 균일하게 붙어 있다. 바퀴는 고정축에 대해 ω 의 각속도로 회전한다. 여기에 화살을 쏘아서 바퀴살에 걸리지 않고 통과시키려고 한다. 바퀴살과 화살 모두 매우 가늘다고 가정한다. 화살이 통하기 위한 최소 속력은 얼마인가?



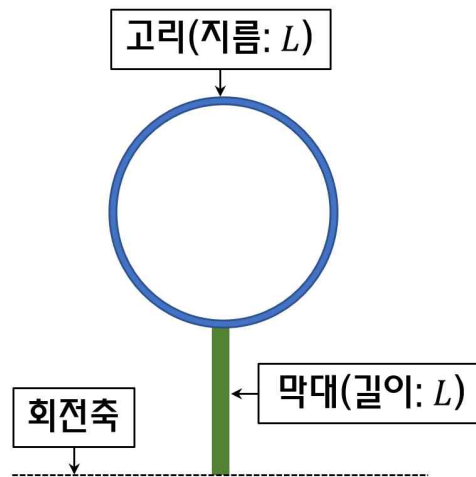
- (2) 그림처럼 ω 의 각속도로 돌고 있는 턴테이블 위에 입자처럼 볼 수 있는 물체 X가 회전축에서 L 만큼 떨어진 곳에 정지해 있다. (a)턴테이블이 등각속도 운동을 할 때 물체 X의 선가속도 크기는 얼마인가? (b)그때 물체 X가 미끄러지지 않으려면 물체 X와 턴테이블 사이의 정지마찰계수는 최소한 얼마이어야 하는가? (c)멈춰있던 턴테이블이 Δt 의 시간 간격 동안 등각가속도로 최종 각속력 ω 에 도달한다고 하자. 이 과정에서 물체 X가 미끄러지지 않으려면 정지마찰계수는 최소한 얼마이어야 하는가?(※자유낙하 가속도 크기: g)



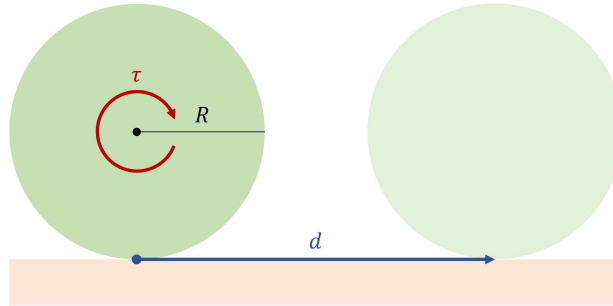
- (3) 그림처럼 토막 1,2가 질량이 없는 줄과 밀도가 균일한 원판 도르래에 연결되어 있다. 토막 1의 질량은 m_1 이고 토막 2의 질량은 m_2 이다. 그리고 도르래의 질량은 M 이다. 도르래와 회전축 사이에는 마찰이 없고 줄은 도르래에서 미끄러지지 않는다. 토막 1은 정지 상태에서 움직이기 시작하여 Δt 의 시간만큼 지난 후에는 h 의 높이만큼 내려간다. (a) 토막 1의 가속도 크기는 얼마인가? (b) 토막 2에 작용하는 장력은 얼마인가? (*자유낙하 가속도 크기: g)



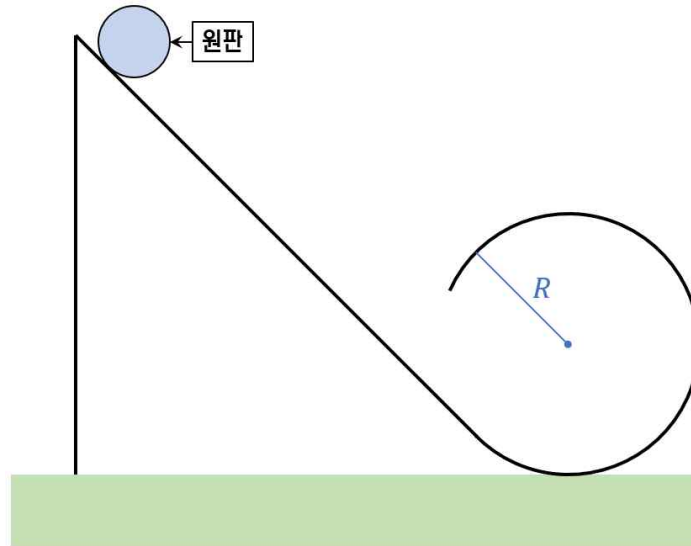
- (4) 그림처럼 밀도가 균일한 고리와 막대로 만든 강체가 있다. 막대와 고리의 질량은 같고, 막대의 길이와 고리의 지름은 둘 다 L 이다. 막대는 고리의 지름 방향으로 붙어 있다. 똑바로 서 있는 강체를 살짝 밀면 막대 끝에서 강체가 이루는 면을 수평으로 지나는 회전축에 대해 강체가 회전한다. 강체가 완전히 뒤집히는 순간 강체의 각속력은 얼마인가?
(※자유낙하 가속도 크기: g)



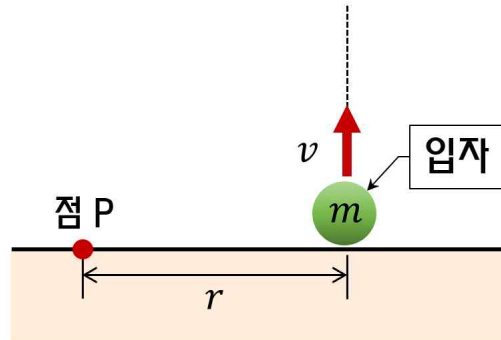
- (5) 아래 그림처럼 밀도가 균일한 원판이 수평면에 대하여 유연한 굴림운동을 하고 있고, 자전거 바퀴를 페달로 돌리는 것처럼 τ 만큼의 토크가 원판의 질량중심에 수평 방향으로 일정하게 작용하고 있다. 원판의 반지름은 R 이다. 정지 상태에 있던 원판이 수평으로 d 만큼 이동했을 때 원판의 병진 운동에너지와 회전 운동에너지는 각각 얼마인가?



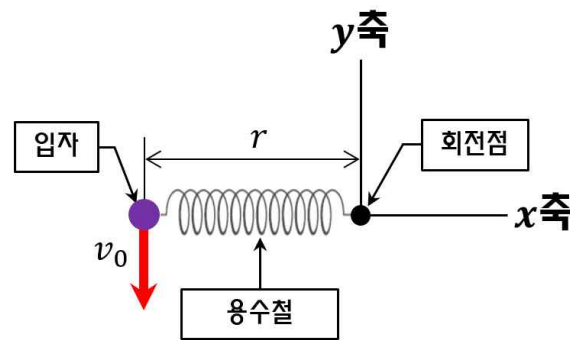
- (6) 그림처럼 원판이 궤도 직선 부분의 어느 점에서 정지상태로 출발하여 미끄러지지 않고 구른다. 원형 궤도의 반지름은 R 이다. 원판의 밀도는 균일하고, 원판의 반지름은 원형 궤도의 반지름에 비해 아주 작다. 원판이 원궤도의 꼭대기에서 궤도를 이탈하지 않기 위해서는 초기에 원판이 출발하는 높이는 얼마 이상이어야 하는가?



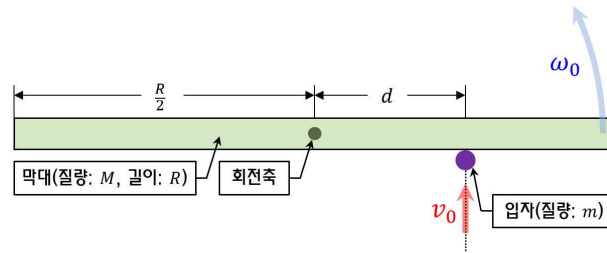
- (7) 그림처럼 질량이 m 인 입자가 지면과 수직인 위쪽 방향을 향하여 v 의 속력으로 발사되었다. 발사점으로부터 수평방향으로 r 만큼 떨어진 점 P에 대한 각운동량 크기를 (a)입자가 최고 높이에 도달하기 전 h 만큼 올라간 때 (b)입자가 최고 높이에 도달한 후 아래로 d 만큼 내려온 때에 대하여 구하여라. (*자유낙하 가속도 크기: g)



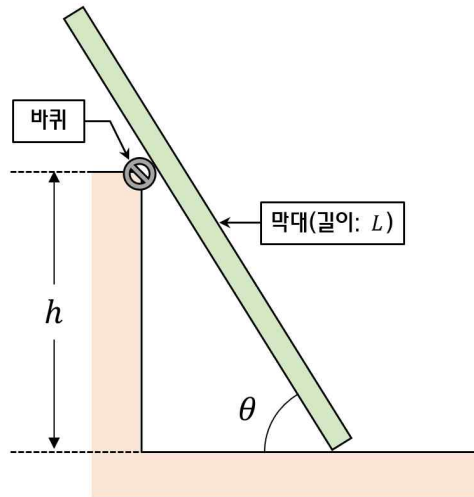
- (8) 아래 그림은 마찰이 없는 수평면 위에 있는 입자를 위에서 내려다본 것이다. 입자는 용수철 왼쪽 끝에 매달려 있다. 용수철의 오른쪽 끝은 회전점에 붙어 있고 평형상태에서 용수철의 길이는 r 이다. 용수철의 질량은 무시될 수 있다. 초기에 용수철은 평형상태에 있고 입자는 용수철의 길이에 수직인 방향으로 크기가 v_0 인 속도로 움직인다. 용수철이 최대로 늘어날 때 그 길이가 x 만큼 늘어난다고 하자. 이때 입자의 속력은 얼마인가?



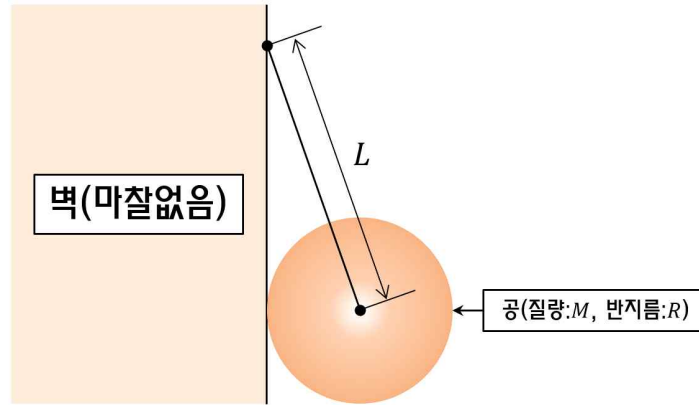
- (9) 아래 그림은 가늘고 균일한 막대가 그 중심을 지나는 회전축에 대하여 반시계방향으로 회전하는 것을 위에서 본 모습이다. 막대의 질량과 길이는 각각 M 과 R 이고 회전축에 대한 막대의 각속력은 ω_0 이다. 막대에는 v_0 의 속력으로 움직이는 입자가 달라붙는다. 입자의 질량은 m 이다. 입자가 막대를 치는 순간에 입자의 경로는 막대에 수직하고 막대의 중심에서 d 만큼 떨어져 있다. 충돌 후 막대의 각속력은 얼마인가?



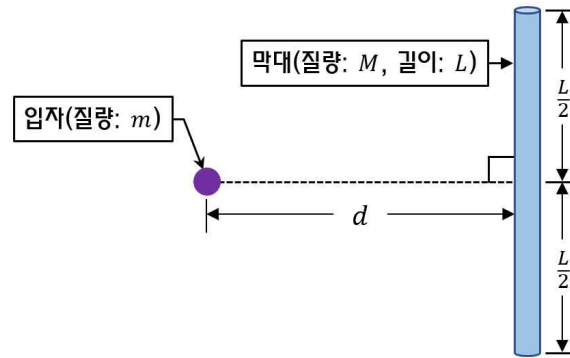
- (10) 아래 그림처럼 밀도가 균일한 막대가 벽 끝에 기대어 있다. 막대의 길이는 L 이다. 바닥 부터의 높이가 h 인 벽 끝에는 마찰이 없는 바퀴가 달려 있다. θ 가 바닥과 막대가 이루는 각도일 때 $\theta \geq \theta_0$ 이면 막대는 평형상태에 있지만, $\theta < \theta_0$ 이면 막대는 미끄러진다. 막대와 바닥 사이의 정지마찰계수는 얼마인가?



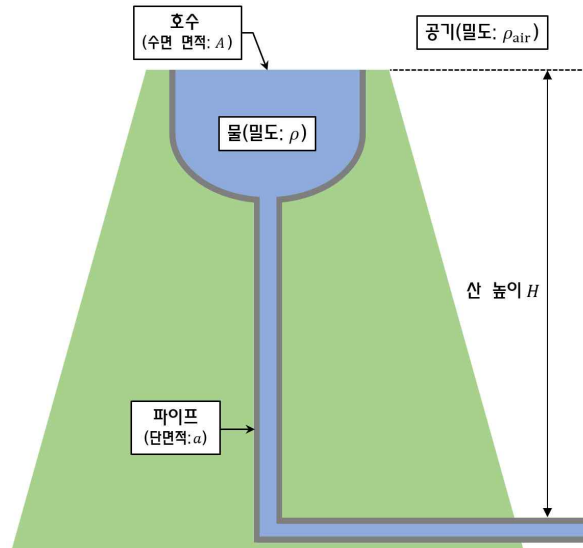
- (11) 아래 그림처럼 밀도가 균일한 공이 마찰이 없는 벽에 고정된 줄에 매달려 있다. 공의 질량과 반지름은 각각 M 과 R 이다. 공의 질량중심과 줄 끝 사이의 길이는 L 이다. 이때 공이 벽에 가하는 수직력 크기는 얼마인가? (※자유낙하 가속도 크기: g)



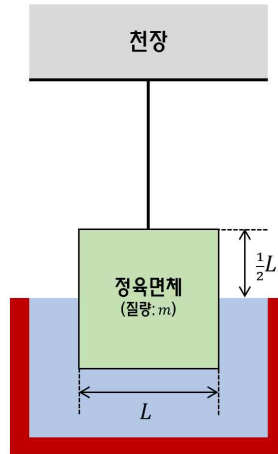
- (12) 아래 그림처럼 질량이 m 인 입자가 가는 막대 중심에서 수직거리로 d 만큼 떨어진 곳에 놓여있다. 막대의 밀도는 균일하고 막대의 질량과 길이는 M 과 L 이다. 막대가 입자에 작용하는 중력의 크기는 얼마인가? (중력상수: G)



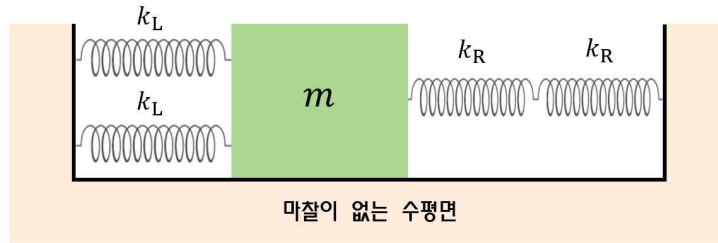
- (13) 아래 그림처럼 산 정상에 호수가 있다. 산 높이는 H 이고, 호수의 수면 면적은 A 이다. 호수의 물은 단면적이 a 인 파이프를 통해 산 아래로 내려온다. 물의 밀도와 공기 밀도는 각각 ρ 와 ρ_{air} 이다. 파이프를 통해 배출되는 물의 속력은 얼마인가? 그 속력을 어렵 없이 표현하라. (※자유낙하 가속도 크기: g)



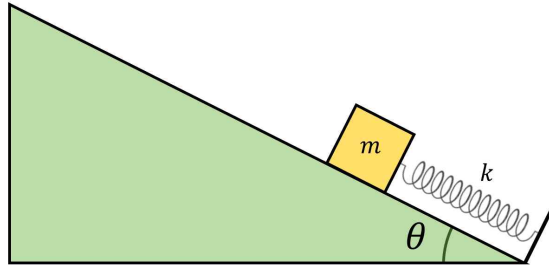
- (14) 아래 그림처럼 한 변의 길이가 L 인 정육면체가 줄에 연결되어 천장에 매달려 있다. 그 물체는 밀도가 ρ 인 액체에 절반만큼 완전히 잠겨있다. 밀도가 균일한 물체의 질량이 m 일 때 물체에 작용하는 장력의 크기는 얼마인가? (※자유낙하 가속도 크기: g)



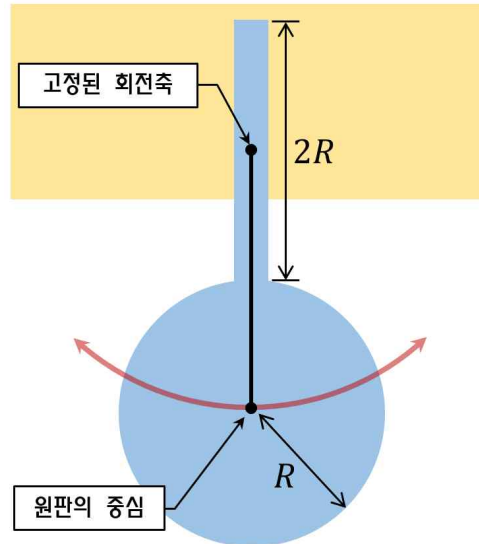
- (15) 아래 그림처럼 질량이 m 인 물체가 양 벽과 용수철로 연결되어 단순조화진동을 한다. 좌측 두 용수철의 용수철상수는 k_L 이고, 우측 두 용수철의 용수철상수는 k_R 이다. 물체와 바닥 사이의 마찰은 무시한다. 이때 진동의 주기는 얼마인가?



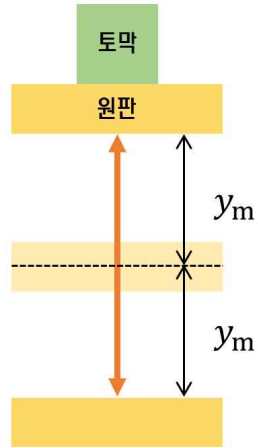
- (16) 아래 그림처럼 질량이 m 인 토막이 마찰이 없고 경사각이 θ 인 경사면 위에 있다. 그 토막은 용수철상수와 평형길이가 k 와 L 인 용수철에 연결되어 단순조화진동을 한다. 용수철이 경사면의 밑바닥에 고정되어 있을 때 (a)토막의 평형점은 경사면의 밑바닥에서 얼마나 멀리 떨어져 있는가? (b)그리고 진동수는 얼마인가? (※자유낙하 가속도 크기: g)



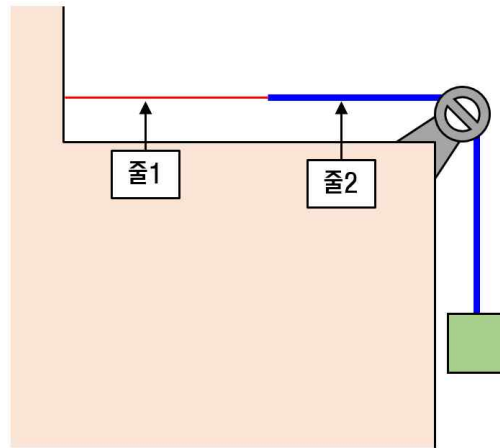
- (17) 아래 그림처럼 반지름이 R 인 원판과 길이가 $2R$ 인 가는 막대를 결합한 물체가 막대의 질량중심을 축으로 물리진자로서 진동한다. 원판과 막대는 각각 그 밀도가 균일하고, 두 물체의 질량은 각각 M 과 $2M$ 이다. 이 물리진자의 주기는 얼마인가? (*자유낙하 가속도 크기: g)



- (18) 아래 그림처럼 수직으로 단순조화운동을 하는 원판 위에 토막이 놓여있다. 원판의 진폭이 y_m 일 때 토막과 원판이 함께 움직일 수 있는 최소 주기는 얼마인가? (※자유낙하 가속도 크기: g)



- (19) 아래 그림처럼 무게가 W 인 토막이 줄1, 줄2, 도르래로 인해 벽과 연결되어 있다. 줄1의 밀도와 단면적은 각각 ρ 와 A 이다. 줄2의 밀도와 단면적은 각각 $\frac{1}{2}\rho$ 와 $8A$ 이다. 줄1의 길이는 L 이고, 줄1과 줄2의 연결점으로부터 도르래까지의 거리는 $\frac{3}{4}L$ 이다. 연결점이 마디 중 하나가 되는 정지파가 발생할 때 (a)가능한 가장 낮은 진동수는 얼마인가? (b)이때 얼마나 많은 배들이 관찰되는가?



- (20) 그림처럼 두 개의 등방적 음원 S_1 과 S_2 가 있다. 두 음원은 진폭과 파장이 같은 음파를 같은 위상으로 방출한다. 두 음원 간의 거리는 정확히 파장의 3.5배이다. 원 C 위에는 음파 검출기가 이동한다. 원 C의 중심 O 은 두 음원의 중간이고, 원 C의 지름은 두 음원 간의 거리보다 크며, 두 음원과 원 C는 같은 평면에 놓여있다. (a)두 음파의 위상이 같은 점과 (b)두 음파의 위상이 반대인 점은 원 C 위에 몇 개씩 존재하는가?

