2017학년도 수시모집 논술시험 의예과(물리)
출제의도 및 제시문 분석

==========

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하시오.(40점)

(가) 책상 위에 있는 책에 힘을 가하여 밀었을 때 책은 움직이다가 멈추는데, 이는 책상 표면과 책 바닥의 분자들 사이의 상호작용에 의해 발생하는 것이다. 이러한 상호 작용을 마찰력이라고 한다. 마찰력은 정지하고 있는 물체는 물체에 작용하는 알짜힘과 반대 방향으로 작용하고, 움직이는 물체는 물체가 움직이는 방향과 반대 방향으로 작용한다고 알려져 있다.

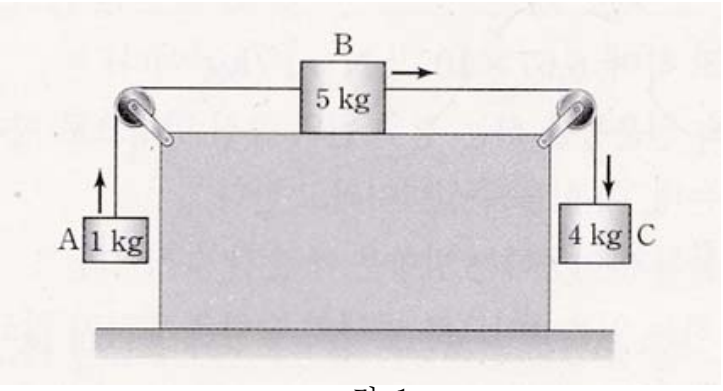
(나) 마찰력은 크게 운동 마찰력과 정지 마찰력으로 구분된다. 운동 마찰력은 두 물체가 상대적으로 움직이면서 서로 문질러질 때 발생하는 마찰력이다. 정지 마찰력은 물체가 상대적으로 움직이지 않는 동안에 받는 마찰력을 말한다. 수평면 위에 놓여 있던 물체가 외부에서 힘을 받았는데 움직이지 않았다면, 외부의 힘과 크기가 같고 방향이 반대인 정지 마찰력이 작용한 것으로 이해할 수 있다. 이러한 정지 마찰력의 최댓값을 최대 정지 마찰력이라고 한다. 외부의 힘이 최대 정지 마찰력보다 커지면 물체는 움직이기 시작하고, 그 이후엔 운동 마찰력을 받게 된다. 운동 마찰력이나 최대 정지 마찰력 F 는 마찰 계수 μ와 수직 항력 N 의 곱으로 표현된다. ($F=\mu N$)

(다) 물체에 일을 하면 물체는 운동을 하거나 위치가 바뀐다. 물체가 운동함으로써 운동 에너지를 가지며, 물체의 위치가 달라짐으로써 퍼텐셜 에너지가 달라진다. 역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로 정의된다. 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지는 운동하는 동안 서로 전환된다. 그러나 그 합, 즉 역학적 에너지는 늘 일정하다. 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

(라) 물체가 원운동을 할 때 원의 중심방향으로 구심 가속도가 생긴다. 원운동하는 물체에서 구심 가속도가 생기게 하는 힘을 구심력이라고 한다. 뉴턴의 운동 제2법칙에 따르면, 가속도는 물체에 가해지는 힘과 같은 방향으로 작용한다. 따라서 구심력의 방향은 구심 가속도의 방향과 같고, 구심력의 크기 F는 뉴턴의 운동 제2법칙에 따라 다음과 같이 나타낼 수 있다., T_d로 나타낸다. 여기에서 $a \rightarrow b$ $F=m\frac{v^2}{r}$과정과 $c \rightarrow d$ 과정은 단열과정이고 그에 따라 열에너지의 흡수나 방출이 없다.

*각 문제의 풀이과정과 설명을 명확히 적으시오.

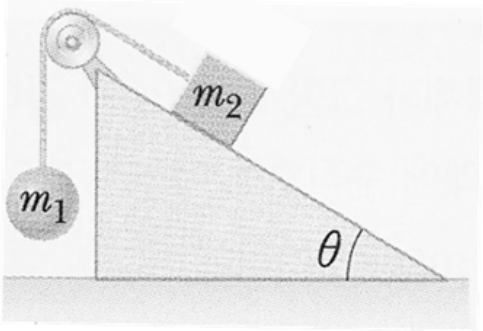
(문제 2-1) <그림 1>과 같이 물체 A, B, C가 실로 연결되어있다. A, B, C의 질량은 각 1 kg, 5 kg, 4 kg이고, B는 수평면에서 운동한다. (단, 중력 가속도는 10 m/s^2이고 실과 도르래의 질량 및 마찰력은 무시한다.) (20점)



<그림 1>

(가) B와 수평면 사이의 마찰력을 무시할 때 세 물체 A, B, C의 가속도 및 두 실이 당기는 장력을 각각 구하시오.
(나) 문제 (가)의 경우 역학적 에너지가 보존됨을 증명하시오.
(다) B와 수평면 사이에 정지 마찰 계수는 μ_s= 1이고, 운동 마찰 계수는 μ_k= 0.5 일 때 B에 작용하는 마찰력을 구하시오.
(라) 문제 (다) 경우 C에 얼마 이상 질량의 물체가 추가로 연결되어야 B가 움직이는지 그 값을 구하고, 움직이기 시작했을 때 A, B, C의 가속도 및 두 실이 당기는 장력을 각각 구하시오.

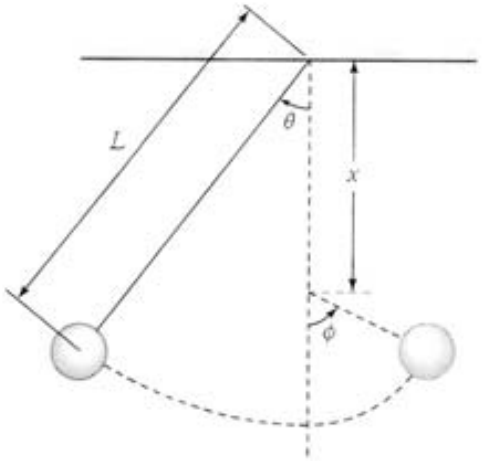
(문제 2-2) <그림 2>와 같이 물체 m_1, m_2가 실로 연결되어있다. 물체 m_2는 기울기가 θ인 빗면에서 운동한다. (10점)
(단 중력 가속도는 10 m/s^2, m_2와 빗면 사이의 정지 마찰 계수 μ_s= 0.5, 운동 마찰 계수 μ_k= 0.4, 빗면의 기울기 $\theta = 30^\circ$, $\sin(30^\circ) = 0.5, \cos(30^\circ) = 0.866$ 이다. 또한 각 물체의 최초 상태는 정지 상태이고 실과 도르래의 질량 및 마찰력은 무시한다.)



<그림 2>

(가) 물체 m_1, m_2의 질량이 각각 0.4 kg, 1 kg일 때 각 물체 m_1, m_2의 운동방향, 가속도, 그리고 실이 당기는 장력을 구하시오.
(나) 물체 m_1, m_2의 질량이 각각 2 kg, 1 kg일 때 각 물체 m_1, m_2의 운동방향, 가속도, 그리고 실이 당기는 장력을 구하시오.
(다) 물체 m_1, m_2의 질량이 각각 0.1 kg, 2 kg일 때 각 물체 m_1, m_2의 운동방향, 가속도, 그리고 실이 당기는 장력을 구하시오.

(문제 2-3) <그림 3>과 같이 길이 L의 실에 질량 m인 추를 매달아 θ만큼 당겼다 놓으면 줄의 장력 T와 추에 작용하는 중력 mg의 합력이 알짜힘으로 작용해 추가 진동하게 된다. <그림 3>과 같이 고정점의 똑바로 아래 거리 x인 지점에 나무못을 설치하면 진동하던 실이 걸려 진자의 길이가 짧아진 진동을 하게 된다. (단, 추의 크기, 나무못의 크기, 실의 크기와 질량은 무시한다.) (10점)



<그림 3>

(가) 추의 처음 출발점의 높이가 나무못 보다 낮으면 나무못에 걸린 후에도 처음 출발점의 높이까지 올라 갈 수 있음을 보이고, 실이 나무못에 걸린 뒤 연직선으로부터 변한 추의 각도를 ϕ라고 할 때 $\cos\phi$를 구하시오.

(나) 처음 출발점의 각도 θ가 90°일 때 가만히 놓았다. 이때, 실이 나무못에 걸려 나무못을 중심으로 추가 완전 원 궤도를 그리는 x의 최솟값을 구하시오.

(다) 문제 (나)의 경우에서 실이 나무못에 걸리기 직전에 줄이 당기는 장력(T)을 구하여라.