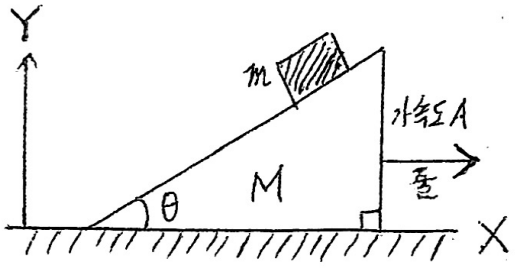
2015. 02. 10. **물리 성취도 시험.** (60분간) 계산기 사용하지 말 것.

1.(25점) 단면이 직각 삼각형(그림에서 θ값은 정해져 있음)인 물체(질량 M)가 줄에 끌려서 x방향으로 A라는 크기로 가속되고 있다. 빗면에 놓인 질량 m인 상자가 마찰 없이 미끄러지고 있다. 중력가속도는 g이다. (M과 지면 사이도 마찰이 없다.)



ㄱ. m과 M이 접촉을 유지하기 위한 가속도 크기 A의 최댓값은?

m과 M이 접촉을 유지하고 있는 상황에서 아래의 문제들을 풀어라.

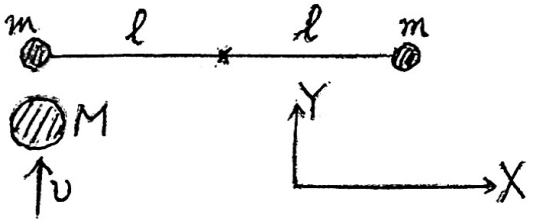
ㄴ. 질량 m인 상자의 가속도의 x 및 y 성분은?

ㄷ. 이 상황에서 외부에서 끌어주는 줄의 장력의 크기 T는?

ㄹ. 밑의 지면이 물체 M에 작용하는 수직항력 F는 얼마인가?

ㅁ. 이 문제의 변형으로서 가속도 A가 주어진 것이 아니고 장력 T가 주어졌다면 이때에 물체 M의 가속도 A를 구하여라.

2.(25점) 질량이 각각 m인 두 물체가 질량을 무시할 수 있는 길이 $2l$의 단단한 막대로 연결되어 정지해 있고 그 중앙($x=l$)에 고정축이 있어 회전운동이 가능하다. 질량 M인 물체가 속력 v로 그림같이 충돌하여 m과 붙었다. 모든 운동은 마찰 없는 수평면위에서 일어난다고 가정한다.



ㄱ. 충돌 후 이 물체계의 각속도 ω는?

ㄴ. 충돌 중 축을 통해 전달된 충격량 $\int F dt$의 크기와 방향

ㄷ. 충돌직후 순간에 이 회전축이 막대에 작용하는 힘의 크기와 방향은?

이 문제의 변형으로, M과 m 사이에 완전탄성충돌이 있어났고 충돌 후 M의 속도의 크기를 v_1(속도의 방향은 변하지 않았다.), m의 속도의 크기를 v_2라 하자. 단 $M>2m$이다. 계산 중 $\sqrt{\ }$가 나오면 반드시 풀어서 간단히 해야 한다.

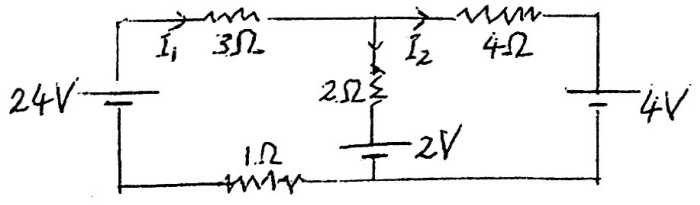
ㄹ. 충돌 후 M의 속도의 크기 v_1을 구하라.

ㅁ. 충돌 중 축을 통해 전달된 충격량 $\int F dt$의 크기는?

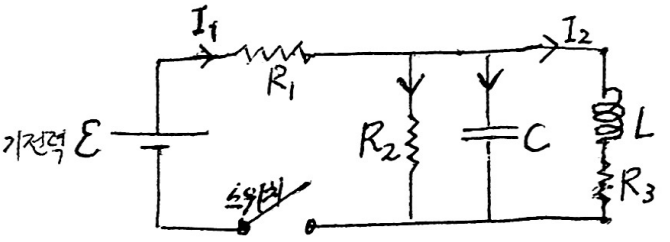
3.(25점) 아래 회로에서

ㄱ. *Kirchhoff loop rule*에 따른 연립방정식을 써라.

ㄴ. 방정식을 풀어 I_1, I_2를 구하라.



저항, 축전기, 유도기들로 이루어진 그림과 같은 회로에서 $t=0$에 스위치를 닫았다. 아래의 문제는 모두 전류의 시간에 대한 의존성 $I(t)$를 다 구하지 않고도 풀 수 있는 것들이다.



ㄷ. 닫은 직후의 I_1의 값은?

ㄹ. 닫은 직후 $\frac{dI_2}{dt}$의 값은?

ㅁ. 충분히 긴 시간이 흐른 후 I_1의 값은?

4.(25점) 이것은 상대론적인 *Doppler*효과를 이용하는 문제이다. 광원이 정지해 있는 좌표계(S)에서 나오는 빛의 진동수가 f_0일 때 빛과 같은 방향으로 속력 v로 운동하는 좌표계(S')에서의 진동수 $f=f_0\sqrt{\frac{1-v/c}{1+v/c}}$이다. 그리고 진동수 f인 빛의 에너지는 hf로서, 진동수에 비례한다(h는 플랑크 상수). 좌표계 S에 대해 정지한 물체가 빛을 발사하기 전 가지고 있던 처음의 총에너지가 E_i이였다. 에너지가 $\frac{\epsilon_0}{2}$인 빛 하나를 $+x$방향, 역시 $\frac{\epsilon_0}{2}$인 빛 하나를 $-x$방향으로 동시에 발사한 후 이 물체가 가진 나중에너지를 E_f라 하자. 에너지 보존에 의해 $E_i=E_f+\epsilon_0$이다. 그리고 운동량 보존에 의해 이 물체는 여전히 S좌표계에서 정지하고 있다.

같은 사건을 $+x$ 방향으로 속력 v로 운동하는 S'에서 볼 때 물체의 처음에너지를 E_i', 나중에너지를 E_f'라 하자.

ㄱ. E_i'와 E_f'의 관계식을 써라.

ㄴ. S'에서 본 이 물체의 처음 운동에너지를 K_i', 나중 운동에너지를 K_f'라 하자. 운동에너지의 정의에 따라 K_i' 및 K_f'를 각각 위의 문자들(E_i, E_f, E_i', E_f')만을 써서 표시하여라.

ㄷ. 운동에너지의 변화량 $K_f'-K_i'$를 ϵ_0 및 v로 표시하라.

ㄹ. $\frac{v}{c}\ll 1$일 때 운동에너지는 $\frac{1}{2}$(정지질량)v^2임을 우리는 이미 알고 있다. 이때 ㄷ의 결과를 이용해 (정지질량)c^2=(에너지), 즉 질량자체가 에너지라는 *Einstein*의 관계식을 유도해 보아라.