

# 물리 1 및 실험 학기말시험

학과

학번

이름

점수

학기: 2013년 1학기

일시: 2013. 6. 18 (화) 오후 7:00

[학습성과 1 : 70%, 학습성과 4 : 30%]

\*주의사항: 1. 특별한 지시가 없는 한, **모든** 주관식 문제의 풀이과정을 논리정연하게 보여야함  
2. 계산기는 쓰지 말 것 3. 뒷면에도 문제가 있음 4. 난이도는 주관적일 수 있음

- 다음 각각의 문장이 맞으면 ○, 틀리면 X로 표시하라. (30점, 난이도 중)
  - (가) 빗면을 따라 사람이 수레를 끌고 올라갈 때 중력이 해주는 일은 없다. ( X )
  - (나) 보존력이 입자에 해주는 일은 이동한 경로에 무관하다. ( ○ )
  - (다) 평형상태의 용수철을 2cm 늘이려면 1cm 늘이는 것보다 두 배의 에너지가 든다. ( X )
  - (라) 같은 질량이라도 회전축으로부터 멀리 분포할수록 회전에 대한 관성이 크다. ( ○ )
  - (마) 강체에 작용하는 힘의 작용선이 회전축을 지나면 강체가 회전한다. ( X )
  - (바) 속이 짝 찬 플라스틱 구와 속이 텅 빈 금속구가 빗면의 같은 높이에서 미끄러짐 없이 구른다. 둘의 질량과 반지름이 동일하다면 플라스틱 구가 먼저 내려온다. ( ○ )
  - (사) 1차원 충돌에서 충돌 전후의 상대속력이 같으면 운동에너지는 보존된다. ( ○ )
  - (아) 피아노 건반을 쳤을 때 음의 높낮이는 소리의 진폭과 관계가 있다. ( X )
  - (자) 정지해 있는 물체에 크기가 같고 방향이 반대인 두 힘이 작용하면 물체는 움직이지 않는다. ( X )
  - (차) 서로 반대 방향으로 진행하는 두 횡파에 의하여 만들어진 정상파의 한 마디와 이웃한 배와의 간격은 파장의 1/4 이다. ( ○ )
  - (카) 종파에서는 매질의 진동방향과 파의 진행 방향이 서로 수직이다. ( X )
  - (타) 어떤 물체의 질량 중심에서 r 만큼 떨어진 물체의 한 부분에 힘을 1N 가했을 때와 2N 을 가했을 때의 각가속도를 비교하면 2배 차이난다. ( ○ )
  - (파) 마찰이 없는 경사면을 같은 높이에서 내려올 때, 속이 찬 원통은 속빈 원통보다 빨리 내려온다. ( X )
  - (하) 파동이 전달되기 위해서 반드시 매질이 필요한 것은 아니다. ( ○ )
  - (까) 단순조화운동에서 가속도의 방향과 속도의 방향은 항상 서로 반대이다. ( X )

- 진행하는 자동차의 바퀴에 브레이크를 걸어서 바퀴의 각속도가 4초 동안에 80rad/s에서 40rad/s로 일정하게 줄어들었다. (10점, 난이도 하)
  - 가) 바퀴의 각가속도는 얼마인가 ?

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{40 - 80}{4} = -10 \text{ rad/s}^2$$

나) 이 4초 동안에 바퀴는 얼마나 회전하였는가?

$$2\alpha\theta = \omega^2 - \omega_0^2;$$

$$\frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\alpha} = \frac{40^2 - 80^2}{2 \times (-10)} = 240 \text{ rad}$$

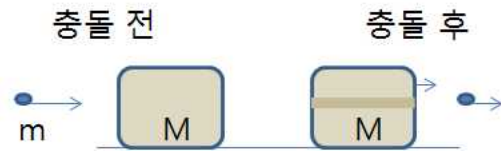
- 수평으로 놓인 가벼운 용수철에 매달린 질량 2kg 의 물체가 x축을 따라 단순조화 운동으로 진동한다. 물체의 변위가 다음과 같은 식에 따라 시간의 함수로 변하고 있다.  $x = (4\text{m})\cos(\pi t/2 + \pi/5)$  여기서 시간 t의 단위는 초이다. 이때 다음을 구하라. (10점 난이도 하)
  - (가) 운동의 진폭과 진동수를 구하라.

$$\text{진폭: } 4\text{m}, \text{ 진동수: } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \frac{\pi}{2} = \frac{1}{4} \text{ Hz}$$

(나) 이 물체의 총 역학적 에너지를 구하라.

$$E = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} (m\omega^2) A^2 = \frac{1}{2} (2(\pi/2)^2)(4^2) = 4\pi^2 \text{ J}$$

- 그림과 같이 마찰이 없는 테이블 위에 정지해 있는 1kg의 나무상자를 향해 400m/s의 속력으로 발사된 10g의 총알이 나무상자를 통과하여 날아갔다. 나무상자를 통과한 총알은 속력이 처음의 1/2로 줄었다. (15점, 난이도 중)



(가) 총알이 통과한 후 나무상자의 속력을 구하라.

$$mw + 0 = m(v/2) + MV;$$

$$V = mw/(2M) = 0.01 \times 400 / (2 \times 1) = 2 \text{ m/s}$$

(나) 총알이 나무상자를 통과하는데 0.05초 걸렸다면, 충돌 시 작용한 충격력(평균힘)의 크기는 얼마인가?

$$\bar{F} \Delta t = \Delta p = m(v/2);$$

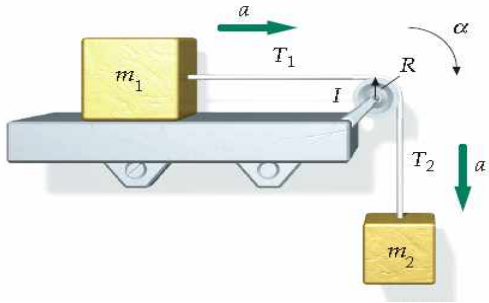
$$\bar{F} = mw/(2\Delta t) = 0.01 \times 400 / (2 \times 0.05) = 40 \text{ N}$$

(다) 충돌과정에서 줄어든 전체 운동에너지의 양을 구하라.

$$\Delta K.E. = \frac{1}{2} mv^2 - [\frac{1}{2} MV^2 + \frac{1}{2} m(v/2)^2]$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.01 \times 400^2 \times \frac{3}{4} - \frac{1}{2} \times 1 \times 2^2 = 598 \text{ J}$$

5. 두 블록이 줄로 연결되어 반지름  $R = 30\text{ cm}$  이고 관성모멘트  $I = 0.09\text{ kg m}^2$ 인 도르래에 걸쳐져 있다. 질량  $m_1 = 1\text{ kg}$ 의 블록은 마찰이 없는 수평면 위에 있고, 질량  $m_2 = 2\text{ kg}$ 의 블록은 줄에 매달려 있다. 줄은 도르래 면에서 미끄러지지 않는다. 중력가속도는  $10\text{ m/s}^2$ 로 계산한다. (10점, 난이도 상)



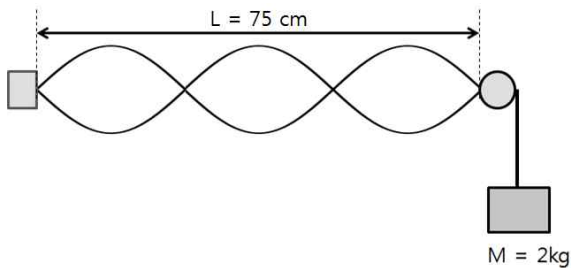
가) 블록들의 가속도  $a$ 의 크기 구하여라. (5점)

$$\begin{aligned} T_1 &= m_1 a; \\ (T_2 - T_1)R &= I\alpha; \quad a = a_t = R\alpha \text{ (미끄러지지 않을 조건)}; \\ m_2 g - T_2 &= m_2 a; \\ a &= m_2 g / (m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}) = \frac{20}{1+2+1} = 5\text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

나) 장력  $T_1$ ,  $T_2$ 를 구하라. (5점)

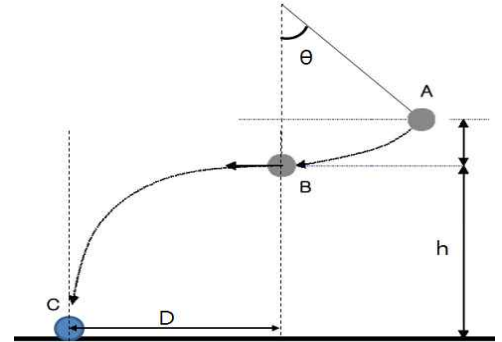
$$\begin{aligned} T_1 &= m_1 a = 5\text{ N}; \\ T_2 &= m_2 (g - a) = 10\text{ N} \end{aligned}$$

6. 실험시간에 확인한 바와 같이 줄을 통해 진행하는 파의 속력  $v$ 는 줄의 장력  $T$ 와 선밀도  $\mu$ 에 의해 결정된다 ( $v = \sqrt{T/\mu}$ ). 한 쪽 끝을 진동자에 묶고 다른 쪽은 고정하여, 75cm 줄에 그림과 같은 정상파를 만들었다. 이 정상파에서 생긴 진동수를 구하시오. ( $\mu = 0.02\text{ g/cm}$  이고, 중력가속도는  $10\text{ m/s}^2$ 로 계산한다.) (10점, 난이도 중)



$$\begin{aligned} v &= f\lambda; \quad v = \sqrt{T/\mu}; \Rightarrow f = \frac{\sqrt{T/\mu}}{\lambda}; \\ \mu &= 0.02 \times 10^{-3} \text{ kg} / 10^{-2} \text{ m} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg/m}; \\ f &= \frac{\sqrt{2 \times 10 / (2 \times 10^{-3})}}{0.5} = 200\text{ Hz} \end{aligned}$$

7. 질량  $m = 1\text{ kg}$  인 추가 길이  $L = 10\text{ cm}$  인 줄에 매달려 있다. 줄이 연직방향과 이루는 각  $\theta = 60^\circ$ 가 되도록 추를 옆으로 잡아당겼다가(A위치) 가만히 놓아준다. 추가 원호의 최저점을 지날 때(B위치) 실이 끊어져 진자가 바닥에 떨어졌고(C위치) 이 때 추의 최저점에서 바닥까지 거리  $h = 1\text{ m}$ 였다. 공기저항은 무시할 수 있다. 중력가속도는  $10\text{ m/s}^2$ 로 계산한다. (15점, 난이도 상)



(가) A지점에서 진자에 작용하는 토크의 크기를 구하라.

$$\tau = Lmg \sin \theta = 0.1 \times 1 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ Nm}$$

(나) 원호의 최저점을 지날 때(B위치)의 추의 속력을 구하라.

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}mv^2 &= mgL(1 - \cos \theta), \\ v &= \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.1 \times (1 - \frac{1}{2})} = 1\text{ m/s} \end{aligned}$$

(다) 수평방향으로의 낙하 거리 D를 구하라.

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}gt^2 &= 1\text{ m}, \quad t = \frac{1}{\sqrt{5}}\text{ s} \\ D &= vt = \frac{1}{\sqrt{5}}\text{ m} \end{aligned}$$