

물리1 및 실험 학기말시험

학과 _____ 학번 _____ 이름 _____

학기: 2015년 1학기 일시: 2015. 6. 15. (월) 저녁 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

점수

1. 다음 각각의 문장이 맞으면 ○, 틀리면 X로 표시하라.

(30점, 난이도 중)

(가) 콘크리트에 떨어진 유리잔은 깨지는데, 카펫에 떨어지면 안전한 이유는 충격량의 차이 때문이다. ----- (X)

(나) 한쪽이 막힌 관에서의 기본진동수는 이 관과 길이가 같고 양쪽이 뚫린 관의 기본 진동수보다 크다. ----- (X)

(다) 같은 진동수의 두 개의 파동이 서로 반대 방향으로 진행하며 간섭을 일으키면 맥돌이현상이 나타난다. -(X)

(라) 같은 음원에서 나온 소리가 두 개의 다른 경로를 거쳐 한 지점에서 만날 때, 그 경로차이가 한 파장이면 보강간섭을 일으킨다. ----- (0)

(마) 아인슈타인의 상대성 원리에 의하면 절대 기준이 되는 좌표계는 존재하지 않는다. ----- (0)

(바) 곡예사들이 줄을 탈 때 긴 장대를 쓰면 관성 모멘트를 증가시켜 균형을 더 잘 유지할 수 있다. ----- (0)

(사) 균일하게 속이 찬 공이 미끄러짐 없이 비탈을 굴러내려 올 때, 반경이 큰 공이 더 빨리 내려온다. ----- (X)

(아) 회전놀이기구 위의 어린이가 가장자리에 있을 때가 중심에 있을 때보다 회전시키기가 더 쉽다. ----- (X)

(자) 1차원 충돌에서 충돌 전후의 상대속력이 같으면 운동에너지는 보존된다. ----- (0)

(차) 정지한 관측자가 매우 빠른 속도로 날아가는 우주선을 보면 우주선의 길이가 고유길이보다 짧아 보인다. ----- (0)

2. 질량 m 인 탄환이 속도 v로 날아가다가, 질량 M인 정지해있던 나무토막에 박힌다. 그 결과로 나무토막은 속도 V로 움직인다. 나무토막의 질량이 탄환의 질량의 9배 ($M = 9m$)일 때 다음에 답하라. (난이도 하 10점)

(가) 충돌 후 나무토막의 속력을 구하라. (5점)

(나) 이 완전 비탄성 충돌 과정에서 손실되는 운동에너지와 충돌 전 운동에너지의 비율을 구하라. (5점)

$$\text{운동량 보존} \Rightarrow mv = (m+M)V \text{ 이므로 } V = \frac{m}{m+M}v$$

$$\text{충돌 전 운동에너지 } K_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

충돌 후 운동에너지

$$K_2 = \frac{1}{2}(m+M)V^2 = \frac{1}{2}(m+M)\left(\frac{mv}{m+M}\right)^2 \\ = \frac{1}{2} \frac{(mv)^2}{m+M}$$

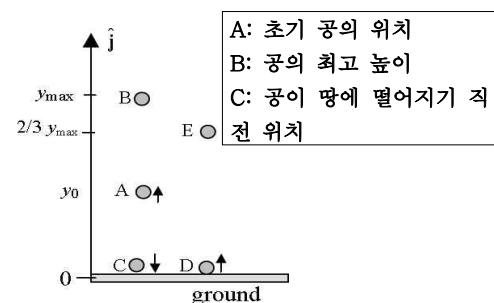
손실된 에너지

$$\Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} \frac{(mv)^2}{m+M} - \frac{1}{2}mv^2$$

$$= -\frac{1}{2}mv^2 \left(\frac{M}{m+M} \right) = -\left(\frac{9}{10} \right) K_1$$

따라서 손실되는 운동에너지의 비율은 (9/10).

3. 질량 m인 공이 A위치에서 수직으로 B 위치까지 던져 올려진 후 땅에 떨어져 튀어서 E위치까지 올라갔다하자. (난이도 중 15점)



(가) 공과 지면 사이의 충돌은 탄성충돌인가 비탄성충돌인가?(5점)

비탄성 충돌

(나) 땅에 떨어지기 직전(C위치)과 직후(D위치)의 운동에너지 차이는 얼마인가? y_{\max} 와 중력가속도 g로 나타내라. (5점)

$$K_D - K_C = mg \left(\frac{2}{3} y_{\max} \right) - mg y_{\max} = -\frac{1}{3} mg y_{\max}.$$

(다) 땅이 공에 가한 충격량은 얼마인가? (5점)

$$\frac{1}{2}mv_C^2 = mg y_{\max}, \quad \frac{1}{2}mv_D^2 = mg \left(\frac{2}{3} y_{\max} \right), \\ \vec{I} = m(v_D + v_C)\hat{j} = m \left(\sqrt{\frac{4}{3}g y_{\max}} + \sqrt{2g y_{\max}} \right) \hat{j} = \frac{2+\sqrt{6}}{\sqrt{3}} m \sqrt{g y_{\max}} \hat{j}.$$

4. 광속의 80% 속력으로 행성 간 우주 탐사를 하는 우주선의 원자력 배터리가 우주선 기준틀에서 수명이 15년이라고 한다. (난이도 중 10점)

(가) 지구관제소에서 측정하는 이 배터리의 수명은 얼마이며, 수명이 다할 때 우주선은 얼마의 거리만큼 지구에서 떨어져 있나?

(나) 배터리가 수명을 다하는 순간 보내온 광속의 라디오 전파 신호를 지구관제소가 받는다면, 지구관제소 기준으로 우주선이 지구를 출발한 후 얼마의 시간이 지난 후인가?

$$(25\text{yr}) + (20\text{yr}) = 45\text{ yr}$$

5. 운동에너지와 정지에너지가 같은 입자의 속력을 구하라. (난이도 하 5점)

(풀이)

$$K = \gamma mc^2 - mc^2 = mc^2 \quad \gamma mc^2 = 2mc^2, \gamma = 2$$

$$\frac{1}{\gamma} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4}$$

$$v = \sqrt{(1 - \frac{1}{4})c^2} = \sqrt{(\frac{3}{4})c^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

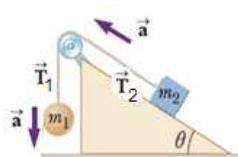
6. 그림처럼 두 물체가 반지름 $R = 0.2m$ 이고 관성모멘트가 I 인 도르래에 질량을 무시할 수 있는 줄에 연결되어 있다. $\theta = 30^\circ$ 인 마찰이 없는 경사면 위의 물체 m_2 는 $a = 2\text{m/s}^2$ 으로 등가속도 운동을 하고 있다.

$m_2 = 10\text{kg}$, $m_1 = 15\text{kg}$, 중력가속도는 $g = 10\text{m/sec}^2$ 이다. (난이도 상 15점)

가) 장력 T_1 을 구하시오.

나) 장력 T_2 를 구하시오.

다) 도르래의 관성모멘트를 구하시오.



가)

$$\begin{aligned} T_1 &= m_1g - m_1a \\ &= (15)(10) - (15)(2) \\ &= 120N \end{aligned}$$

나)

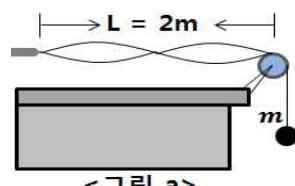
$$\begin{aligned} T_2 &= m_2gsin\theta + m_2a \\ &= (10)(10)(0.5) + (10)(2) \\ &= 70N \end{aligned}$$

다)

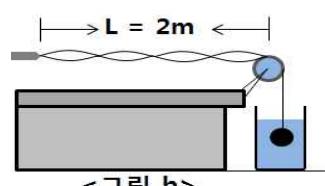
$$\begin{aligned} -RT_2 + RT_1 &= I\alpha \\ \alpha &= \frac{a}{R} = \frac{2}{0.2} = 10\text{ rad/s}^2 \\ I &= \frac{-RT_2 + RT_1}{10} = \frac{-(0.2)(70) + (0.2)(120)}{10} = 1\text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

7. 그림처럼 길이 $L = 2\text{m}$ 인 줄의 한 끝이 진동자에 의해 연결되어 있고 다른 한 끝에 질량 $m = 10\text{kg}$ 인 추가 연결되어 있다. (단, 줄의 선밀도는 $\mu = 0.25\text{kg/m}$ 이고 중력가속도는 10m/s^2 이다.)

(난이도 중 15점)



<그림 a>



<그림 b>

(가) 이 줄을 따라 진행하는 파동의 속력은 얼마인가?

(나) 그림 (a)처럼 적당하게 진동을 시켰더니 2개의 정상파가 관측되었다. 이 때 파동의 진동수는 얼마인가?

(다) (나)번 파동의 진동수로 그림 (b)처럼 추를 유체 속에 잠기게 했더니 4개의 정상파가 관측되었다. 이 때 줄의 장력은 얼마인가?

(풀이)

$$(a) v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{mg}{\mu}} = \sqrt{\frac{10 \times 10}{0.25}} = 20\text{ (m/s)}$$

(b)

$$f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}, \quad f_2 = \frac{2}{2 \times 2} \sqrt{\frac{10 \times 10}{0.25}} = 10\text{ (Hz)}$$

(c)

$$\begin{aligned} f_n &= \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}, \quad f_4 = \frac{4}{2 \times 2} \sqrt{\frac{T_{water}}{0.25}} \\ \therefore T_{water} &= 25\text{ (N)} \end{aligned}$$

<수고하셨습니다.>