

물리 1 및 실험 학기말시험(답지)

학과 _____

학번 _____

이름 _____

점수 _____

학기: 2014년 1학기

일시: 2014. 6. 16 (월) 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

(참고: $\sin 60^\circ = \sqrt{3}/2$; $\cos 60^\circ = 1/2$,

중력가속도 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 으로 계산하시오.)

1. 다음 각각의 문장이 맞으면 ○, 틀리면 ✕로 표시하라. (20점, 난이도 중)

- (가) 속도의 방향이 변하더라도 크기가 일정하면 운동 에너지는 같다. ----- (O)
- (나) 콘크리트에 떨어진 유리잔은 깨지는데, 카펫에 떨 어지면 안전한 이유는 충격량의 차이 때문이다. --(X)
- (다) 중력퍼텐셜에너지의 기준점은 해수면을 기준으로 한다. ----- (X)
- (라) 비탄성 충돌에서 운동량은 보존되지 않는다. --(X)
- (마) 강체에 작용하는 힘의 작용선이 회전축을 지나면 강체가 회전한다. ----- (X)
- (바) 경사면을 굴러 내려오는 구는 질량에 관계없이 항상 속이 찬 구가 속이 빈 구보다 먼저 내려온다. --(O)
- (사) 줄 위를 걷는 곡예사들이 긴 장대를 사용하는 것은 관성모멘트를 크게 하기 위함이다. ----- (O)
- (아) 진폭이 같은 두 파가 중첩할 때 두 파의 경로차가 파장에 정수배이면 원래의 진폭의 두 배가 되는 보강 간섭이 일어난다. ----- (O)
- (자) 스프링에 매달린 물체의 운동주기와 진동수는 진 폭에 무관하다. ----- (O)
- (차) 정상파의 매질은 모든 점이 같은 진폭으로 진동한다. ----- (X)

2. 정지해 있는 질량이 450kg인 썰매에 180N의 힘을 수평방향에 60° 각도로 가하며 10m를 이동하였다. 마찰을 무시할 때, (15점 난이도 하)

- (가) 썰매에 해준 일을 구하라.
(나) 썰매의 최종 속력을 구하라.

- (다) 이동하는데 $5\sqrt{2}$ 초가 걸렸다면 평균 일률은 얼마인가?

(sol.) 일 :

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = FS \cos\theta = 180 \times 10 \times \cos 60^\circ = 900J$$

최종속력:

$$W = \Delta K.E. = (1/2)mv_f^2;$$

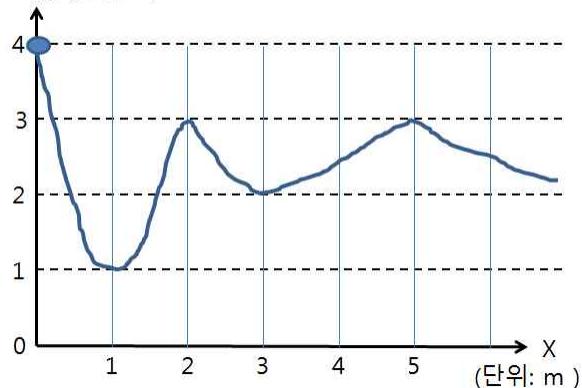
$$v_f = \sqrt{2W/m} = \sqrt{2 \times 900/450} = 2m/s$$

평균일률:

$$P = W/\Delta t = 900/5\sqrt{2} = 90\sqrt{2} W$$

3. 아래 그림은 원점에서 정지상태에 있던 질량이 1kg 인 물체가 x 방향으로 움직일 때, 각 위치에서의 위치에너지를 나타낸 그래프이다. (15점 난이도 중)

$U(x)$ (단위: J)



- (가) 물체가 가장 빠르게 움직이는 위치는 어디이며 그 때의 속력을 구하라.

$x=1\text{m}$ 지점,

$$M.E. = 4J = (1/2)mv^2 + 1J; v_{\max} = \sqrt{6} m/s$$

- (나) 물체가 힘을 받지 않는 위치를 모두 구하라.

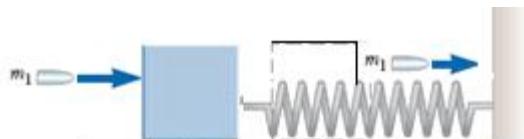
$x=1, 2, 3, 5\text{m}$ 지점,

- (다) 운동에너지와 위치에너지의 값이 같아지는 지점은 어디이며 그 때의 총 역학적 에너지는 얼마인가?

$x=0.5\text{m}, 1.5\text{m} \& 3\text{m}$ 지점,

$K.E.=P.E.=2J$; $M.E.=4J$ 변하지 않음.

4. 처음 속력이 $v_i = 400 m/s$ 인 질량 $m = 5.00 g$ 의 총알이 $M = 1.00 kg$ 나무토막을 관통한 후 $v_f = 100 m/s$ 의 속력을 갖게 되었다. 처음 정지해 있던 나무토막은 힘 상수가 $k = 900 N/m$ 인 용수철에 연결되어있다. (15점 난이도 상)



- (가) 충돌과정에서 나무토막과 총알이 주고받은 충격량의 크기를 구하라.

- (나) 나무토막이 총알과 충돌한 후 움직이는 최대거리를 구하라.

- (다) 나무토막의 두께가 25 cm 이다. 총알이 관통하는 동안 가해지는 평균 충격력의 크기를 구하라.

(sol.)

$$I = \Delta p = m(v_f - v_i) = 0.005(100 - 400) = -1.5 \text{ kg m/s}$$

$$|I| = 1.5 \text{ kg m/s}$$

나무토막:

$$-I = Mv; (1/2)Mv^2 = I^2/(2M) = (1/2)k(\Delta x)^2;$$

$$\Delta x = \sqrt{I^2/Mk} = \sqrt{1.5^2/(1 \times 900)} = 1.5/30 = 0.05 \text{ m}$$

평균 충격력:

$$|I| = |F_{ave}| \Delta t; \Delta t = L/v_{ave}; v_{ave} = (v_i + v_f)/2;$$

$$|F_{ave}| = |I| (v_i + v_f)/2L$$

$$= 1.5(400 + 100)/(2 \times 0.25) = 1500 \text{ N}$$

5. 그림처럼 반지름이 각각 $R_1 = 1$

m 과 $R_2 = 0.5 \text{ m}$ 인 두 바퀴는 서로 붙어 하나의 강체를 이루고, 그 관성모멘트는 15 kg m^2 이다. 큰 바퀴에 감긴 줄에는 질량 $m = 10 \text{ kg}$ 인 물체가 매달려 있고, 작은 바퀴에 감긴 줄은 바닥에 묶여 있다.

(15점 난이도 중)

(가) 작은 바퀴에 감긴 줄에 작용하는 힘을 구하라.(5점)

(나) 작은 바퀴에 감긴 줄이 끊어진다면 바퀴의 각가속도와 물체가 매달린 줄의 장력을 얼마가 되는지 구하라. (10점)

(sol.)

줄의 장력

$$\tau = mgR_1 - T_2R_2 = 0;$$

$$T_2 = mgR_1/R_2 = 10 \times 10 \times 1/0.5 = 200 \text{ N}$$

바퀴의 각가속도:

$$\tau = mgT_1 = I\alpha; F = mg - T_1 = ma = mR_1\alpha;$$

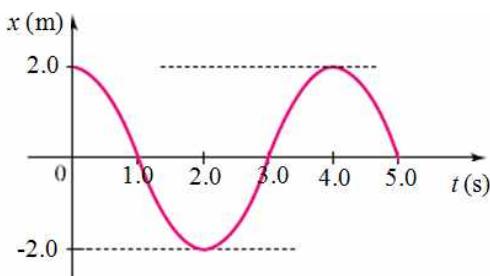
$$\alpha = \frac{mgR_1}{I + mR_1^2} = \frac{10 \times 10 \times 1}{15 + 10 \times 1^2} = 4 \text{ rad/s}^2$$

줄의 장력:

$$F = mg - T_1 = ma = m\alpha R_1;$$

$$T_1 = m(g - \alpha R_1) = 10 \times (10 - 4 \times 1) = 60 \text{ N}$$

6. 용수철에 매달려 단순 조화 진동하는 물체의 시간에 따른 위치 변화가 그래프와 같다. (π 는 숫자로 고치지 말고 그냥 두시오.)(10점 난이도 중)



(가) 진폭과 주기는 각각 얼마인가? [2점]

(답 : $A = 2.0 \text{ m}$, $T = 4.0 \text{ s}$)

(나) 각진동수 ω 는 얼마인가? [2점]

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4.0 \text{ s}} = \frac{1}{4} / \text{s} = \frac{1}{4} \text{ Hz},$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{1}{4} \text{ s}^{-1} = \frac{\pi}{2} \text{ s}^{-1}$$

(다) 속도 함수 $v(t)$ 를 기술하시오.[3점]

$$x(t) = A \cos(\omega t)$$

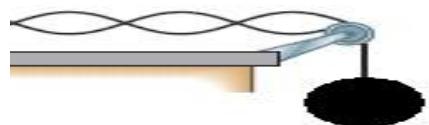
$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -\omega A \sin(\omega t) = -\pi(m/s) \sin((\frac{\pi}{2} \text{ s}^{-1})t)$$

단위를 안 써도 봐줍시다.

(라) 물체의 질량이 1 kg 이라면 용수철의 용수철 상수는 얼마인가? [3점]

$$k = \omega^2 m = \left(\frac{\pi}{2} \text{ s}^{-1}\right)^2 \times (1 \text{ kg}) = \frac{\pi^2}{4} \text{ kg/s}^2$$

7. 그림과 같이 정상파 실험에서 진동자에서 도르래까지의 거리는 L , 줄의 선밀도는 μ 이고, 추의 질량은 M 이다. (10점, 난이도 상)



(가) 3차 조화모드(고리3개)가 만들어지는 f_3 의 값은 얼마인가? L , M , 중력가속도 g , 선밀도 μ 로 표시하라. (5점)

$$\lambda_3 = 2L/3;$$

$$f_3 = v/(2L/3), v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}} = \sqrt{Mg/\mu};$$

$$f_3 = \frac{3}{2L} \sqrt{\frac{Mg}{\mu}}$$

(나) f_3 진동수 값을 고정하고 줄 끝에 추를 더 달았더니 1차 조화진동모드(배가 1개)로 바뀌었다면 추가로 달아준 추의 질량은 처음 추의 질량 M 의 몇 배인가? (5점)

$$\lambda_1 = 2L; f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{(M+m)g}{\mu}} = \frac{3}{2L} \sqrt{\frac{Mg}{\mu}}; \\ \sqrt{M+m} = 3\sqrt{M}; m = 8M$$

(가) 진폭과 주기는 각각 얼마인가? [2점]

(답 : $A = 2.0 \text{ m}$, $T = 4.0 \text{ s}$)

(나) 각진동수 ω 는 얼마인가? [2점]

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4.0 \text{ s}} = \frac{1}{4} / \text{s} = \frac{1}{4} \text{ Hz},$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{1}{4} \text{ s}^{-1} = \frac{\pi}{2} \text{ s}^{-1}$$