

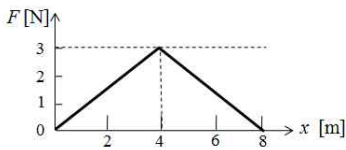
0000 년 00 학기 00 고사		과 목 명	물리학 5장 기출문제 답안지	학 과		학 년		감 독 교 수 확 인	
출 제	공동 출제			학 번					
편 집	송 현 석			성 명					
								점 수	
시험일시	0000. 00. 00	○ ○							

[주의 사항] 1. 계산기는 사용할 수 없습니다.

2. 단위가 필요한 답에는 반드시 SI 체계로 단위를 표기하십시오.

**[2012년 1학기 중간고사 7번] - 예제 5.7, 연습문제 5.9 참고**

1. 아래 그래프는 일직선상을 운동하는 질량  $1.5\text{ kg}$ 인 물체에 가해진 힘  $F$ 를 물체의 위치  $x$ 의 함수로 나타낸 것이다.  $x = 0\text{ m}$ 에서 물체가 정지해 있었다면  $x = 8.0\text{ m}$ 에서 물체의 속력은?



$$W = \int_{x=0}^{x=8} \vec{F} \cdot d\vec{x} = \int_{x=0}^{x=4} F_x dx + \int_{x=4}^{x=8} \left(-\frac{3}{4}x + 6\right) dx$$

$$= \left[\frac{3}{8}x^2\right]_{x=0}^{x=4} + \left[-\frac{3}{8}x^2 + 6x\right]_{x=4}^{x=8} = (6-0)J + (24-18)J = 12J$$

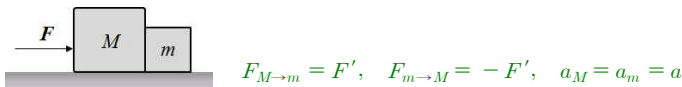
또는 그래프의 넓이  $W = \frac{1}{2} \times \{(4 \times 3) + (4 \times 3)\} = 12J$

$$W = \Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0 = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$\Rightarrow v_f = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times (12J)}{1.5\text{ kg}}} = 4.0\text{ m/s} \quad (v_f = 4.0\text{ m/s})$$

**[2013년 1학기 중간고사 6번] - 연습문제 4.12 참고**

2. 질량이  $M$ 과  $m$ 인 두 물체가 그림과 같이 맞닿아 정지해 있다. 물체의 질량은 각각  $M = 2\text{ kg}$ ,  $m = 1\text{ kg}$ 이다. 여기에 왼쪽에서  $F = 3\text{ N}$ 의 일정한 힘으로 밀어서 두 물체를 같이  $3\text{ m}$  이동시켰다. 이때, 질량이  $m$ 인 물체가 받은 일의 크기를 구하여라. 단, 바닥과의 마찰은 무시한다.



$$\Sigma F_M = F + F_{m \rightarrow M} = F - F' = Ma_M = Ma \quad \dots\dots (1)\text{식}$$

$$\Sigma F_m = F_{M \rightarrow m} = F' = ma_m = ma \quad \dots\dots (2)\text{식}$$

$$(1)\text{식} + (2)\text{식} \Rightarrow F = (M+m)a$$

$$\Rightarrow a = \frac{F}{(M+m)} = \frac{3\text{ N}}{(2\text{ kg} + 1\text{ kg})} = \frac{3\text{ N}}{3\text{ kg}} = 1\text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow F' = ma = (1\text{ kg}) \times (1\text{ m/s}^2) = 1\text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1\text{ N}$$

$$\Rightarrow W_m = F_{M \rightarrow m} x = F' x = (1\text{ N}) \times (3\text{ m}) = 3\text{ N} \cdot \text{m} = 3\text{ J}$$

(  $W_m = 3\text{ J}$  )

**[2013년 1학기 중간고사 7번]**

**[2007년 1학기 중간고사 6번] - 예제 5.5 연습문제 5.2, 5.3, 5.4 참고**

3. 속력  $v$ 로 달리는 자동차가 받는 마찰력의 크기는  $bv$ 로 주어진다. ( $b$ 는 상수) 자동차가 일정한 속력  $v_0$ 로 달릴 때, 엔진 추진력이 하는 일률은 얼마인가?

$$\Sigma F_x = F_e - f_k = F_e - bv = ma_x \quad (v_0 = \text{일정} \Rightarrow a_x = 0)$$

$$\Rightarrow F_e - f_k = F_e - bv_0 = 0 \Rightarrow F_e = bv_0$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = Fv \cos 0^\circ = Fv = F_e v_0 = (bv_0)v_0 = bv_0^2$$

(  $P = bv_0^2$  )

**[2014 & 2012 & 2009년 1학기 중간고사 8번] - 예제 5.12, 연습문제 5.17 참고**

**[2007년 1학기 중간고사 7번]**

4. 용수철 상수가  $k$ 인 압축된 용수철의 끝에 질량이  $m$ 인 물체가 놓여 있다. 용수철을 압축하던 힘을 없애자 물체는  $d$ 만큼 미끄러진 후 정지하였다. 물체와 바닥면의 운동마찰계수를  $\mu_k$ 라고 할 때, 처음에 압축되었던 용수철의 길이를 주어진 변수들( $k, m, d, \mu_k, g$ )로 표현하십시오. ( $g$ 는 중력가속도)



$$\left( \begin{array}{l} v_i = 0 \Rightarrow K_i = 0 \\ v_f = 0 \Rightarrow K_f = 0 \end{array} \right)$$

$$\Delta U = U_f - U_i = 0 - \frac{1}{2}kx^2 = -\frac{1}{2}kx^2, \quad \Delta K = K_f - K_i = 0 - 0 = 0$$

$$W_{nc} = W_{f_k} = -\mu_k d = -\mu_k N d = -\mu_k mg d$$

$$W = W_c + W_{nc} = -\Delta U + W_f = \Delta K \Rightarrow \frac{1}{2}kx^2 - \mu_k mg d = 0$$

$$\Rightarrow x = \sqrt{\frac{2\mu_k mg d}{k}} \quad (x = \sqrt{\frac{2\mu_k mg d}{k}})$$

**[2010년 1학기 중간고사 9번] - 연습문제 5.16 참고**

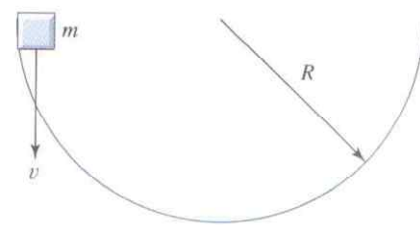
5. 지면과  $30^\circ$ 의 각을 이룬 경사면 위에 용수철 상수가  $1960\text{ N/m}$ 인 용수철이 놓여 있다. 이 용수철은  $0.3\text{ m}$  압축된 상태에 있으며, 그 끝에는 질량이  $5\text{ kg}$ 인 물체가 놓여 있다. 압축된 용수철을 놓으면 물체가 경사면 위에서 정지할 때까지 얼마나 진행하겠는가? (단, 이때, 중력가속도의 크기는  $9.8\text{ m/s}^2$ 이고, 용수철의 질량과 경사면의 마찰은 무시한다.)

$$mgh = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow h = \frac{kx^2}{2mg} = 1.8\text{ m}$$

$$d = \frac{h}{\sin 30^\circ} = \frac{1.8\text{ m}}{0.5} = 3.6\text{ m} \quad (d = 3.6\text{ m})$$

**[2008년 1학기 중간고사 9번] - 연습문제 6.20 참고**

6. 그림과 같이 반지름이  $R$ 인 반구 모양의 그릇에 질량이  $m$ 인 물체가 그릇의 한쪽 면 끝 쪽에서  $v$ 의 속력으로 입사하여, 그릇의 안쪽 면을 따라 미끄러져 내려간다. 물체와 그릇의 안쪽 면 사이에 마찰이 없을 때, 그릇 바닥에서 물체의 운동에너지는 얼마인가? (단, 중력가속도의 크기는  $g$ 이다.)



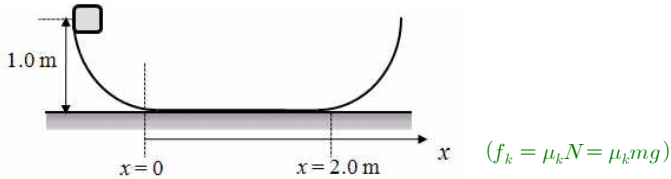
$$K' = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgR$$

(  $K' = \frac{1}{2}mv^2 + mgR$  )

<뒷 면에 단답형 문제 더 있음.>

[2011년 1학기 중간고사 9번] - 연습문제 5.17 참고

7. 양 끝에 경사진 부분을 가진 그릇이 있다. 이 그릇의 한쪽 면 높이  $1.0\text{ m}$ 인 곳에 물체가 있다. 그릇의 바닥면 길이는  $2.0\text{ m}$ 이고 운동마찰계수가  $0.40$ 이며, 경사면에는 마찰이 없다. 이 물체를 놓으면 미끄러진 물체는 아래 그림의  $x$  축 상에서의 좌표가 몇  $m$ 인 지점에서 정지하게 되는가?



$$\Delta U_g = - \int_h^0 F dy = - \int_h^0 (-mg) dy = mg \int_h^0 dy = mg[y]_h^0 = -mgh$$

$$W_f = \int_0^d (-f_k) ds = \int_0^d (-\mu_k mg) ds = -\mu_k mg[s]_0^d = -\mu_k mgd$$

$$-\Delta U_g + W_f = \Delta K = 0 \Rightarrow -(-mgh) + (-\mu_k mgd) = 0$$

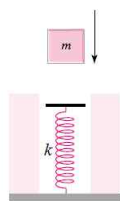
$$\Rightarrow mgh - \mu_k mgd = 0 \Rightarrow d = \frac{mgh}{\mu_k mg} = \frac{h}{\mu_k} = \frac{1.0\text{ m}}{0.40} = 2.5\text{ m}$$

$$= 2.0\text{ m} + 0.5\text{ m}$$

$$(x = 1.5\text{ m})$$

[2013년 1학기 중간고사 8번] - 연습문제 5.22 참고

8. 우측 그림과 같이 질량이  $m$ 인 물체가 용수철 상수가  $k$ 인 용수철에 수직으로 떨어진다.  $m = 2.0\text{ kg}$ ,  $k = 250\text{ N/m}$  이고, 물체가 용수철을 치기 직전의 속력을  $1.0\text{ m/s}$  라고 할 때 물체가 용수철에 떨어진 후 순간적으로 정지할 때까지 용수철이 수축한 길이를 구하여라. (단, 중력가속도의 크기는  $10\text{ m/s}^2$  이다.)



$$U_g = K = U_s + U_g' \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 - mgx$$

$$\Rightarrow kx^2 - 2mgx - mv^2 = 0 \Rightarrow x = \frac{2mg \pm \sqrt{4m^2g^2 + 4kmv^2}}{2k}$$

$$x = \frac{2(2.0\text{ kg})(10\text{ m/s}^2) + \sqrt{4(2.0\text{ kg})^2(10\text{ m/s}^2)^2 + 4(250\text{ N/m})(2.0\text{ kg})(1.0\text{ m/s})^2}}{2(250\text{ N/m})}$$

$$= \frac{1}{5}\text{ m} = 0.2\text{ m}$$

$$(x = 0.2\text{ m})$$

[2011년 1학기 중간고사 8번] - 예제 5.4, 연습문제 5.2, 5.3 참고

9. 질량이  $2.0\text{ kg}$ 인 물체를 자유낙하 시켰다. 낙하시킨 후  $3.0\text{ s}$ 가 되는 순간 중력이 하는 순간 일률은 얼마인가? (단, 중력가속도의 크기는  $10\text{ m/s}^2$  이다.)

$$v_y = v_{oy} + at$$

$$\Rightarrow v_y = 0 - gt = -gt = -(10\text{ m/s}^2) \times (3.0\text{ s}) = -30\text{ m/s}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = Fv \cos 0^\circ = Fv = mgv = (2.0\text{ kg}) \times (10\text{ m/s}^2) \times (30\text{ m/s}) = 600\text{ W}$$

$$(P = 600\text{ W})$$

[2008년 1학기 중간고사 10번] - 연습문제 5.12 참고

10. 코르크를 발사하는 장난감 총의 용수철이  $5\text{ cm}$  압축되었다가 균형점을 지나  $1\text{ cm}$ 가 더 늘어났을 때 코르크는 용수철에서 이탈하였다. 발사된 코르크의 속력은? (단, 코르크의 질량은  $1\text{ g}$ , 용수철 상수는  $10\text{ N/m}$ 이고, 용수철의 질량은 무시한다.)

$$\Delta U_s = U_{sf} - U_{si} = \frac{1}{2}kx_f^2 - \frac{1}{2}kx_i^2 = \frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2)$$

$$= \frac{1}{2} \times (10\text{ N/m}) \times ((0.01\text{ m})^2 - (-0.05\text{ m})^2) = -0.012\text{ J}$$

$$\Delta K + \Delta U = 0 \Rightarrow \Delta K = -\Delta U = -(-0.012\text{ J}) = 0.012\text{ J}$$

$$\Delta K = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\Delta K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times (0.012\text{ J})}{(0.001\text{ kg})}} = \sqrt{24}\text{ m/s} = 2\sqrt{6}\text{ m/s}$$

$$(v = 2\sqrt{6}\text{ m/s})$$

[2011년 1학기 중간고사 10번] - 연습문제 5.10 참고

11. 질량이  $4.0\text{ kg}$ 인 물체에 어떤 힘을 가했더니 시간에 따른 위치의 변화가  $x = 3t - 2t^2 + t^3$ 으로 주어졌다. 여기서  $x$ 의 단위는  $m$ 이고,  $t$ 의 단위는  $s$ 이다. 이때,  $0.0\text{ s}$ 부터  $2.0\text{ s}$ 까지 이 물체에 가한 힘이 한 일은 몇  $J$ 인가?

$$v_x(t) = \frac{dx}{dt} = 3 - 4t + 3t^2$$

$$t = 0\text{ s일 때, } v_{0x} = v_x(t = 0\text{ s}) = 3\text{ m/s}$$

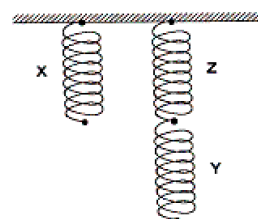
$$t = 4\text{ s일 때, } v_x = v_x(t = 4\text{ s}) = 3 - 4 \times 2 + 3 \times (2)^2 = 7\text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} W = \Delta K = K - K_0 &= \frac{1}{2}mv_x^2 - \frac{1}{2}mv_{0x}^2 \\ &= \frac{1}{2} \times (4.0\text{ kg}) \times (7\text{ m/s})^2 - \frac{1}{2} \times (4.0\text{ kg}) \times (3\text{ m/s})^2 \\ &= 98\text{ J} - 18\text{ J} \\ &= 80\text{ J} \end{aligned}$$

$$(W = 80\text{ J})$$

[2009년 1학기 중간고사 12번] - 예제 5.6, 연습문제 5.7 참고

12. 동일한 스프링 X, Y, Z가 그림과 같이 매달려 있다.  $3.0\text{ kg}$ 의 물체를 스프링 X에 매달면 물체는  $4.0\text{ cm}$ 만큼 내려온다. 스프링 Y에  $6.0\text{ kg}$ 의 물체를 매달면 물체가 내려오는 길이는 얼마가 되겠는가?



$$(F' = 2F, \quad k' = \frac{k}{2})$$

$$F = kx \Rightarrow x = \frac{F}{k}$$

$$F' = k'x' \Rightarrow x' = \frac{F'}{k'} = \frac{2F}{k/2} = 4\frac{F}{k} = 4x = 4 \times 4.0\text{ cm} = 16\text{ cm}$$

$$(x' = 16\text{ cm})$$

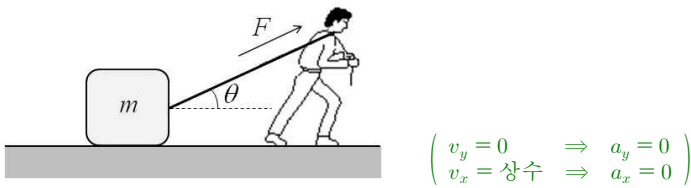
<뒷 면에 주관식 문제 있음>

【주의 사항】 주관식 문제는 상세한 풀이과정 없이 영점처리 됩니다.

【2013년 1학기 중간고사 주관식 1번】 - 예제 5.2 참고

【주관식 1】 【15점】

아래 그림에서와 같이 질량이  $m$ 인 상자가 평평한 바닥에 놓여있고, 이 상자에 줄을 매달아 일정한 크기의 힘  $F$ 로 바닥과  $\theta$ 의 각도를 유지하면서 상자를 일정한 속력으로 끌어당긴다. 바닥면과 상자 사이의 운동마찰계수를  $\mu_k$ 라고 할 때 다음 질문들에 답하여라. (단, 중력가속도의 크기는  $g$ 이다.)



(1)  $F$ 를  $m$ ,  $\theta$ ,  $\mu_k$ ,  $g$ 를 이용하여 나타내어라. [7점]

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= F \sin \theta + N - mg = ma_y = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin \theta \\ \Sigma F_x &= F \cos \theta - f_k = F \cos \theta - \mu_k N = F \cos \theta - \mu_k (mg - F \sin \theta) = ma_x = 0 \\ \Rightarrow F(\cos \theta + \mu_k \sin \theta) - \mu_k mg &= 0 \Rightarrow F = \frac{\mu_k mg}{(\cos \theta + \mu_k \sin \theta)} \end{aligned}$$

(2) 바닥이 물체에 가하는 수직항력  $N$ 의 크기를  $m$ ,  $\theta$ ,  $\mu_k$ ,  $g$ 를 이용하여 나타내어라. [3점]

$$\begin{aligned} N &= mg - F \sin \theta = mg - \frac{\mu_k mg \sin \theta}{(\cos \theta + \mu_k \sin \theta)} \\ &= \frac{mg \cos \theta + \mu_k mg \sin \theta - \mu_k mg \sin \theta}{(\cos \theta + \mu_k \sin \theta)} = \frac{mg \cos \theta}{(\cos \theta + \mu_k \sin \theta)} \end{aligned}$$

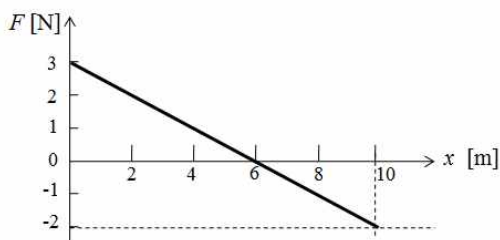
(3)  $\mu_k = 0.5$ 라면,  $\theta = 30^\circ$ 를 유지하면서 상자를 수평 방향으로 거리  $s$ 만큼 이동시켰을 때, 힘  $F$ 가 한 일을  $m$ ,  $g$ ,  $s$ 를 이용하여 나타내어라. [5점]

$$\begin{aligned} W &= \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos \theta = \frac{\mu_k mg s \cos \theta}{(\cos \theta + \mu_k \sin \theta)} = \frac{0.5 mg s \cos 30^\circ}{(\cos 30^\circ + 0.5 \sin 30^\circ)} \\ &= \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} mg s}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{4}\right)} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} mg s}{\frac{2\sqrt{3} + 1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{3} + 1} mg s \end{aligned}$$

【2013년 1학기 중간고사 주관식 2번】 - 연습문제 5.9, 5.13 참고

【주관식 2】 【10점】

아래 그래프는 일직선상에서 운동하는 질량  $2.0 \text{ kg}$ 인 물체에 작용하는 힘  $F$ 를 물체의 위치  $x$ 의 함수로 나타낸 것이다. 이때, 다음 질문들에 답하여라.



(1) 물체가  $x = 0 \text{ m}$ 에서  $x = 10 \text{ m}$ 까지 움직였을 때, 힘  $F$ 가 한 일은? [5점]

$$\begin{aligned} W &= \int_{x=0}^{x=10} \vec{F} \cdot d\vec{x} = \int_{x=0}^{x=10} F_x dx = \int_{x=0}^{x=10} \left(-\frac{1}{2}x + 3\right) dx \\ &= \left[-\frac{1}{4}x^2 + 3x\right]_{x=0}^{x=10} = (-25 + 30) J = 5 J \end{aligned}$$

또는 그래프의 넓이  $W = \frac{1}{2} \times \{(6 \times 3) - (4 \times 2)\} = 5 J$

(2)  $x = 0 \text{ m}$ 에서 물체의 속력이  $1.0 \text{ m/s}$ 였다면,  $x = 10 \text{ m}$ 에서 물체의 속력은? [5점]

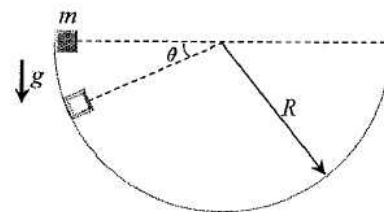
$$\begin{aligned} W &= \Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \\ \Rightarrow v_f &= \sqrt{v_i^2 + \frac{2W}{m}} = \sqrt{(1.0 \text{ m/s})^2 + \frac{2 \times (5 J)}{2.0 \text{ kg}}} = \sqrt{6} \text{ m/s} \end{aligned}$$

【2014년 1학기 중간고사 주관식 2번】 - 연습문제 5.20 참고

【주관식 3】 【15점】

그림과 같이 반지름이  $R$ 인 반구 모양의 그릇에 질량이  $m$ 인 물체를 그릇의 한쪽 면 끝 쪽에서 낙하시키면, 그릇의 안쪽 면을 따라 미끄러진다.

주어진 변수  $m$ ,  $g$ ,  $\theta$ 를 이용하여 다음 질문들에 답하시오. (단, 물체는 그릇에 걸리거나 구르지 않고 미끄러지지만 한다.)



(1) 물체와 그릇 면 사이에 마찰이 없는 경우, 각도  $\theta$ 에서 물체의 속력은? [5점]

역학적 에너지 보존 법칙에 따라  $-\Delta U = mgh = mgR \sin \theta = \frac{1}{2}mv^2 = \Delta K$  이므로, 각도  $\theta$ 인 순간 물체의 속력은  $v(\theta) = \sqrt{2gR \sin \theta}$  이다.

(2) 물체가 그릇 면을 따라 내려오고 있을 때, 각도  $\theta$ 에서 운동하는 물체에 대한 그릇의 최종 수직항력은? [5점]

$$\begin{aligned} N - mg \sin \theta &= m \frac{v^2}{R} \text{ 이므로 } N = mg \sin \theta + m \frac{v^2}{R} \text{ 이고, (1)의 결과를 이용} \\ &= mg \sin \theta + m \frac{2gR \sin \theta}{R} \\ &= mg \sin \theta + 2mg \sin \theta = 3mg \sin \theta \text{ 이다.} \end{aligned}$$

(3) 물체와 그릇 면 사이에 마찰이 있는 경우, 물체는 그릇 안에서 진동하다가  $\theta = 60^\circ$ 에서 정지하였다. 정지할 때까지 중력이 물체에 한 일은? [5점]

$$W_g = -\Delta U = mgh = mgR \sin \theta = mgR \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} mgR$$

<뒷 면에 주관식 문제 더 있음.>

[주의 사항] 주관식 문제는 상세한 풀이과정이 없으면 영점처리 됩니다.

[2012년 1학기 중간고사 주관식 2번] - 예제 5.4, 연습문제 5.3 참고

[주관식 4] [10점]

긴 줄에 매달린 질량  $80\text{ kg}$ 인 물체가 지면에서부터 등가속도  $a = g/4$ 로 올라가고 있다. 지면에서의 속력은 0이었고, 중력가속도의 크기는  $10.0\text{ m/s}^2$ 으로 가정한다. 이때 다음 질문들에 답하여라.

(1) 지면에서부터 높이가  $20\text{ m}$ 인 지점까지 물체가 이동하는 동안 장력에 의한 평균 일률은 얼마인가? [6점]

$$\Sigma F_y = T - mg = ma_y = m\left(\frac{1}{4}g\right)$$

$$\Rightarrow T = \frac{5}{4}mg = \frac{5}{4} \times (80\text{ kg}) \times (10.0\text{ m/s}^2) = 1000\text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1000\text{ N}$$

$$W = \vec{T} \cdot \vec{h} = Th \cos 0^\circ = (1000\text{ N}) \times (20\text{ m}) \times 1 = 20000\text{ N} \cdot \text{m} = 20000\text{ J}$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow h = 0 + 0 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}g\right)t^2$$

$$\Rightarrow \Delta t = t = \sqrt{\frac{8h}{g}} = \sqrt{\frac{8 \times (20\text{ m})}{(10.0\text{ m/s}^2)}} = 4\text{ s}$$

$$\langle P \rangle = \frac{W}{\Delta t} = \frac{20000\text{ J}}{4\text{ s}} = 5000\text{ J/s} = 5000\text{ W}$$

(2) 높이가  $20\text{ m}$ 인 지점에서 장력에 의한 순간 일률은 얼마인가? [4점]

$$v = v_0 + at \Rightarrow v = 0 + \left(\frac{1}{4}g\right)t = \frac{1}{4}gt = \frac{1}{4} \times (10\text{ m/s}^2) \times (4\text{ s}) = 10\text{ m/s}$$

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{T} \cdot \vec{v} = Tv \cos 0^\circ = (1000\text{ N}) \times (10.0\text{ m/s}) \times 1 = 10000\text{ N} \cdot \text{m/s} = 10000\text{ W}$$

[2010년 1학기 중간고사 주관식 1번] - 연습문제 5.10 참고

[주관식 5] [20점]

질량이  $2\text{ kg}$ 인 물체에 어떤 힘을 가했더니 시간에 따른 위치의 변화가 다음과 같이 주어졌다.  $x = 5t - 3t^2 + t^3$  여기서  $x$ 의 단위는  $\text{m}$ 이고,  $t$ 의 단위는  $\text{s}$ 이다. 이때, 다음 물음에 답하여라.

(1) 처음  $5\text{ s}$  동안에 (즉,  $t = 0\text{ s}$ 에서  $t = 5\text{ s}$ 까지) 이 물체의 평균 속력을 구하여라. [4점]

$$\Delta x = x_{t=5\text{ s}} - x_{t=0\text{ s}} = (5 \times 5 - 3 \times 5^2 + 5^3) - (0) = 75\text{ m}$$

$$\text{평균속력} = \frac{\text{이동거리}}{\text{시간}} = \frac{75\text{ m}}{5\text{ s}} = 15\text{ m/s}$$

(2) 처음  $5\text{ s}$  동안에 이 물체가 가한 힘이 한 일을 구하여라. [10점]

$$v = \frac{dx}{dt} = 5 - 6t + 3t^2 \quad v_{t=0\text{ s}} = 5\text{ m/s} \quad v_{t=5\text{ s}} = 50\text{ m/s}$$

$$W = \Delta K = K_{t=5\text{ s}} - K_{t=0\text{ s}} = \frac{1}{2} \times (2\text{ kg}) \times \{(50\text{ m/s})^2 - (5\text{ m/s})^2\} = 2500\text{ J} - 25\text{ J} = 2475\text{ J}$$

(3) 처음  $5\text{ s}$  동안에 이 물체에 가해진 충격량의 크기를 구하여라. [6점]

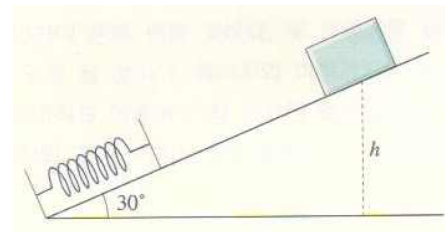
$$\vec{J} = \Delta \vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = m(\vec{v}_f - \vec{v}_i) = (2\text{ kg}) \times \{(50\text{ m/s}) - (5\text{ m/s})\} = 90\text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

[2011년 1학기 중간고사 주관식 1번] - 연습문제 5.21 참고

[주관식 6] [20점]

아래 그림과 같이 지면과  $30^\circ$ 의 각도를 갖는 비탈면의 바닥에 용수철 상수  $k$ 인 용수철이 놓여 있다. 이제 지면으로부터 수직거리  $h$ 인 비탈면 상의 지점에서 질량이  $m$ 인 벽돌을 가만히 놓는다. 비탈면과 벽돌 사이의 운동마찰계수는  $\mu_k$ 이고

중력가속도는  $g$ 일 때, 다음 질문들에 답하여라. (단, 정지마찰계수  $\mu_s < \frac{1}{\sqrt{3}}$ 이고, 용수철의 길이는 매우 작으며  $k$ 는 충분히 크다고 가정한다.)



(1) 벽돌이 제일 아래에 도달할 때까지 수직항력이 한 일은 얼마인가? [4점]

물체가 이동하는 동안 어느 지점에서나 수직항력은 물체의 이동 방향과 항상 수직 방향 이므로 수직항력이 한 일은 없다.  $W_N = 0$

(2) 벽돌이 용수철과 부딪히기 직전의 운동에너지를 구하여라. [8점]

$$W = W_c + W_{nc} = W_g + W_f + W_N = -\Delta U_g + W_f + 0 = \Delta K = K_f - K_i$$

$$\Rightarrow K_f = K_i - \Delta U_g + W_f = 0 - (U_{gf} - U_{gi}) + W_f = U_{gi} - 0 + W_f = mgh_i - f_k d = mgh_i - (\mu_k N) d = mgh_i - \mu_k (mg \cos \theta) d$$

$$= mgh - \mu_k mg \cos \theta \left( \frac{h}{\sin \theta} \right) = mgh \left( 1 - \frac{\mu_k}{\tan \theta} \right)$$

$$= mgh \left( 1 - \frac{\mu_k}{\tan 30^\circ} \right) = mgh(1 - \sqrt{3}\mu_k)$$

(3) 벽돌이 용수철과 부딪힌 후 다시 오르는 최고 수직거리는 얼마인가?

$$W = W_c + W_{nc} = W_g + W_f + W_N = -\Delta U_g + W_f + 0 = \Delta K = 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_g = U_f - U_i = W_f \Rightarrow mg(h_f - h_i) = -\mu_k mg \cos \theta (d + d')$$

$$\Rightarrow mg(h_f - h_i) = -\mu_k mg \cos \theta (d + d') = -\mu_k mg(h_i + h_f) \frac{1}{\tan \theta}$$

$$\Rightarrow mg(h_f - h_i) = -\sqrt{3}\mu_k mg(h_i + h_f)$$

$$\Rightarrow h_f(1 + \sqrt{3}\mu_k) = h_i(1 - \sqrt{3}\mu_k)$$

$$\Rightarrow h_f = \frac{(1 - \sqrt{3}\mu_k)}{(1 + \sqrt{3}\mu_k)} h_i = \frac{(1 - \sqrt{3}\mu_k)}{(1 + \sqrt{3}\mu_k)} h$$

[2008년 1학기 중간고사 주관식 1번] - 예제 5.4, 연습문제 5.3 참고

[주관식 7] [20점]

긴 줄에 매달린 질량이  $100\text{ kg}$ 인 물체가 등가속도  $a = g/2$  로 올라가고 있다. 지면에서의 속력은  $0\text{ m/s}$  라고 하자.

다음 질문들에 답하여라. (단 중력가속도의 크기는  $g = 10\text{ m/s}^2$  이다.)

(1) 지면에서 출발하여  $h = 10\text{ m}$  지점까지 물체가 이동하는 동안 장력에 의한 평균 일률은 얼마인가? [15점]

$$\Sigma F_y = T - mg = ma = m\left(\frac{1}{2}g\right) \Rightarrow T = mg + \frac{1}{2}mg = \frac{3}{2}mg$$

$$\Rightarrow T = \frac{3}{2}mg = \frac{3}{2} \times (100\text{ kg}) \times (10\text{ m/s}^2) = 1500\text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1500\text{ N}$$

$$W = \vec{F} \cdot \vec{y} = \vec{T} \cdot \vec{h} = Th \cos 0^\circ = (1500\text{ N}) \times (10\text{ m}) \times 1 = 15000\text{ N} \cdot \text{m} \\ = 15000\text{ J}$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow h = 0 + 0 + \frac{1}{2}\left(\frac{g}{2}\right)t^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}\left(\frac{g}{2}\right)t^2$$

$$\Rightarrow \Delta t = t = \sqrt{\frac{4h}{g}} = \sqrt{\frac{4 \times (10\text{ m})}{10\text{ m/s}^2}} = 2.0\text{ s}$$

$$\langle P \rangle = \frac{W}{\Delta t} = \frac{15000\text{ J}}{2.0\text{ s}} = 7500\text{ J/s} = 7500\text{ W}$$

(2)  $h = 10\text{ m}$  지점을 통과할 때 장력에 의한 순간 일률은 얼마인가? [5점]

$$v = v_0 + at \Rightarrow v = 0 + \frac{g}{2}t = \frac{g}{2}t \quad (v_0 = 0, \quad a = \frac{g}{2})$$

$$\Rightarrow v = \frac{g}{2}t = \frac{10\text{ m/s}^2}{2} \times 2.0\text{ s} = 10\text{ m/s}$$

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = \vec{T} \cdot \vec{v} = Tv \cos 0^\circ = (1500\text{ N}) \times (10\text{ m/s}) \times 1 \\ = 15000\text{ N} \cdot \text{m/s} = 15000\text{ W}$$

<수고하셨습니다.>