



2010년

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

$$E_i = E_f \quad U_{s,i} = E_{g,f}$$

$$\frac{1}{2} kx^2 = mgh$$

$$h = \frac{1}{2} \frac{kx^2}{mg} = \frac{1}{2} \frac{(1960 \text{ N/m})(0.3 \text{ m})^2}{(5 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)} = 1.8 \text{ m}$$

$$d = \frac{h}{\sin 30^\circ} = 3.6 \text{ m}$$

(경사면 길이)

8. 질량이 2.0 kg 인 물체를 자유낙하시켰다. 낙하시킨 후 3.0 초가 되는 순간 중력이 하는 순간 일률은 얼마인가? (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이다.)

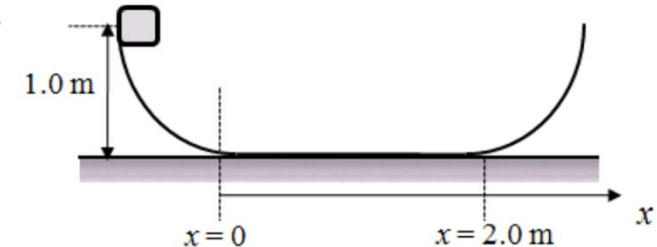
3초 순간 속도

$$v(3 \text{ s}) = -(10 \text{ m/s}^2)(3 \text{ s}) = -30 \text{ m/s}$$

$$P = \vec{F}_g \cdot \vec{v} = (2.0 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(30 \text{ m/s}) = 600 \text{ W}$$

9. 양 끝에 경사진 부분을 가진 그릇이 있다. 이 그릇의 한쪽 면 높이 1.0 m 인 곳에 물체가 있다. 그릇의 바닥면 길이는 2.0 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?

연습문제 5.3]



10. 질량이 4.0 kg 인 물체에 어떤 힘을 가했더니 시간에 따른 위치의 변화가 $x(t) = 3t - 2t^2 + t^3$ 으로 주어졌다. 여기서 x 의 단위는 m 이고, t 의 단위는 초이다. 이때, 0.0 초부터 2.0 초까지 이 물체에 가한 힘이 한 일은 몇 J 인가?

연습문제 5.9]



- [주관식 1] (20점) 아래 그림과 같이 지면과 30° 의 각도를 갖는 비탈면의 바닥에 용수철 상수 k 인 용수철이 놓여 있다. 이제 지면으로부터 수직 거리 h 인 비탈면상의 지점에서 질량이 m 인 벽돌을 가만히 놓는다. 비탈면과 벽돌 사이의 마찰계수는 μ 이고 중력가속도는 g 일 때, 다음 질문에 답하여라. (단, $\mu = 1/\sqrt{3}$ 이고, 용수철의 길이는 매우 작으며 k 는 충분히 크다고 가정한다.)
- (가) 벽돌이 제일 아래에 도달할 때까지 수직항력이 한 일은 얼마인가?
 - (나) 벽돌이 용수철과 부딪히기 직전의 운동에너지를 구하여라.
 - (다) 벽돌이 용수철과 부딪친 후 다시 오르는 최고 수직 거리는 얼마인가?

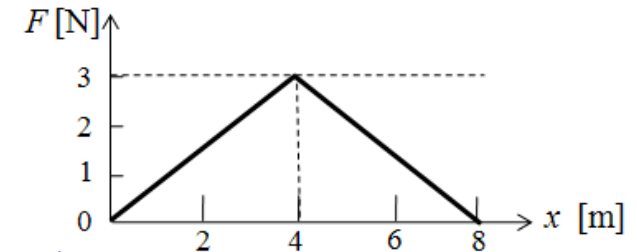
연습문제 5.8]

7. 아래 그래프는 일직선상을 운동하는 질량 1.5 kg인 물체에 가해진 힘 F 를 물체의 위치 x 의 함수로 나타낸 것이다. $x = 0$ 에서 물체가 정지해 있었다면 $x = 8.0$ m에서 물체의 속력은?

일과 에너지 정리

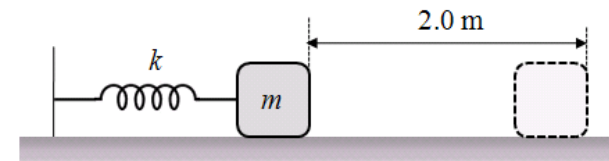
$$W_{net} = 12 \text{ J} \quad (\text{그래프의 넓이})$$

$$W_{net} = \Delta K = \frac{1}{2}mv_f^2 \quad \therefore v_f = \sqrt{\frac{2W_{net}}{m}} = \sqrt{\frac{2(12 \text{ J})}{1.5 \text{ kg}}} = 4 \text{ m/s}$$



8. 질량이 m 인 물체를 이용하여 용수철 상수가 k 인 용수철을 압축시켰다. 용수철을 압축하던 힘을 없애자 물체는 아래 그림과 같이 용수철과 분리되어 d 만큼 미끄러진 후 정지하였다. 물체와 바닥면의 운동마찰계수를 μ 라고 할 때, 초기에 용수철이 압축되었던 길이는 얼마인가? (단, 중력가속도의 크기는 이다.)

예제문제 5.12]





2012년

[주관식 2] (10점) 긴 줄에 매달린 질량 80 kg 인 물체가 지면에서부터 등가속도 $a = g/4$ 로 올라가고 있다. 지면에서의 속력은 0 이고, 중력 가속도의 크기는 10 m/s^2 로 가정한다. 이때 다음 질문들에 답하여라.

(가) 지면에서부터 높이가 20 m 인 지점까지 물체가 이동하는 동안 장력에 의한 평균 일률은 얼마인가?

(나) 높이가 20 m 인 지점에서 장력에 의한 순간 일률은 얼마인가?

연습문제 5.11]

6. 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 m 이동시켰다. 이 때, 질량이 m 인 물체가 받은 일의 크기를 구하여라. 단, 바닥과의 마찰은 무시한다.

For M

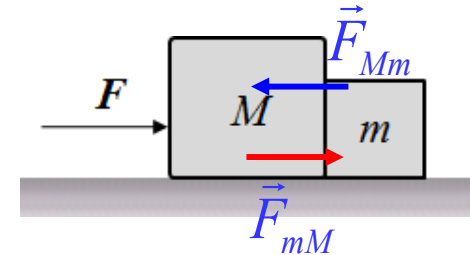
For m

$$F - F_{Mm} = Ma \quad F_{mM} = ma$$

M 과 m 사이 작용과 반작용

$$F = (M + m)a \quad a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$W_m = F_{mM}s = mas = (1 \text{ kg})(1 \text{ m/s}^2)(3 \text{ m}) = 3 \text{ J}$$



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

예제 5.5]

8. 오른쪽 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 m/s 라고 할 때, 물체가 용수철에 떨어진 후 순간적으로 정지할 때까지 용수철이 수축한 길이를 구하여라. (단, 중력가속도의 크기는 10 m/s^2 으로 가정한다.)

역학적 에너지 보존 - 압축 거리 : x

$$E_i = K_i + U_i = \frac{1}{2}mv^2 + mgx$$

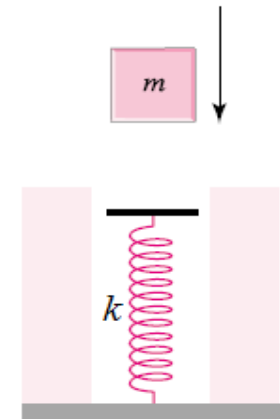
$$E_f = K_f + U_f = 0 + \frac{1}{2}kx^2$$

$$kx^2 - 2mgx - mv^2 = 0$$

$$250x^2 - 40x - 2 = 0$$

인수 분해

$$\therefore x = 0.2 \text{ m}$$



[주관식 1] (15점) 아래 그림에서와 같이 질량이 m 인 상자가 평평한 바닥에 놓여 있고, 이 상자에 줄을 매달아 일정한 크기의 힘 F 로 바닥과 θ 의 각도를 유지하면서 상자를 일정한 속력으로 끌어당긴다. 바닥면과 상자 사이의 운동마찰계수를 0.5라고 할 때 다음 질문에 답하여라. (단, 중력가속도의 크기는 g 이다.)

(가) F 를 m , g , θ 를 이용하여 나타내어라.

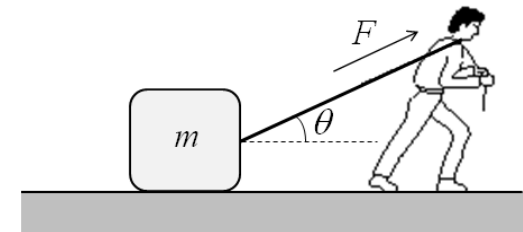
(나) 바닥이 물체에 가하는 수직항력의 크기를 m , g , θ 를 이용하여 나타내어라.

(다) $\theta = 30^\circ$ 를 유지하면서 상자를 수평 방향으로 거리 s 만큼 이동시켰을 때, 힘 F 가 한 일을 m , g , θ 를 이용하여 나타내어라.

예제 4.5] – 가), 나)

예제 5.2] – 다)

2006년 기출문제 참조





2013년

[주관식 2] (10점) 아래 그래프는 일직선 상에서 운동하는 질량 2.0 kg인 물체에 작용하는 힘 F 를 물체의 위치 x 의 함수로 나타낸 것이다. 이 때, 다음 질문에 답하여라.

(가) 물체가 $x = 0$ 에서 $x = 10$ m까지 움직였을 때, 힘 F 가 한 일은?

(나) $x = 0$ 에서 물체의 속력이 1.0 m/s였다면, $x = 10$ m에서 물체의 속력은?

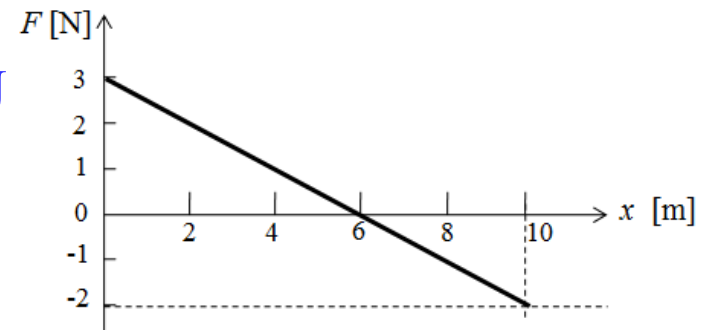
가) 일 - 힘과 위치 그래프에서 넓이

$$W = W_1 + W_2 = \frac{1}{2}(6)(3) + \frac{1}{2}(4)(-2) = 9 - 4 = 5 \text{ J}$$

나) 일과 에너지 정리

$$W = \Delta K \quad W = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_{10}^2 - v_0^2)$$

$$v_{10} = \sqrt{v_0^2 + \frac{2W}{m}} = \sqrt{1.0^2 + \frac{2(5 \text{ J})}{2.0 \text{ kg}}} = \sqrt{6} \text{ m/s}$$





2014년

8. 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 마찰계수는 μ_k 라고 할 때, 처음 압축되었던 길이를 주어진 변수들(m, k, μ_k, g)로 표현하시오. (g 는 중력가속도)

예제 6.12], 2009년 기출



2014년

[주관식 2] (15점) 그림과 같이 반지름이 R 인 반구 모양의 그릇에 질량이 m 인 물체를 그릇의 한쪽 면 끝 쪽에서 낙하시키면, 그릇의 안쪽 면을 따라 미끄러진다. (단, 물체는 그릇에 걸리거나 구르지 않고 미끄러지기만 한다.)

[마찰이 없을 때, 주어진 변수 m, g, θ 를 이용하여 물음에 답하시오.]

가) 물체와 그릇면 사이에 마찰이 없을 때, 각도 θ 에서 물체의 속력은?

나) 물체가 그릇면을 따라 내려오고 있을 때, 각도 θ 에서 운동하는 물체에 대한 그릇의 최종 수직항력은?

다) 물체와 그릇면 사이에 마찰이 있을 때, 물체는 그릇 안에서 진동하다가 $= 60^\circ$ 에서 정지하였다. 정지할 때까지 중력이 물체에 한 일은?

가) 역학적 에너지 보존에 의해(바닥이 위치에너지가 0인 기준점)

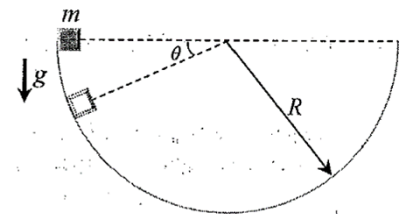
$$\frac{1}{2}mv^2 + mgR = \frac{1}{2}mV^2 + mgR(1 - \sin \theta) \quad (\because v=0) \quad V = \sqrt{2gR \sin \theta}$$

나) 운동 방정식

$$N - mg \sin \theta = \frac{mV^2}{R} \quad N = mg \sin \theta + \frac{m(2gR \sin \theta)}{R} = 2mg \sin \theta$$

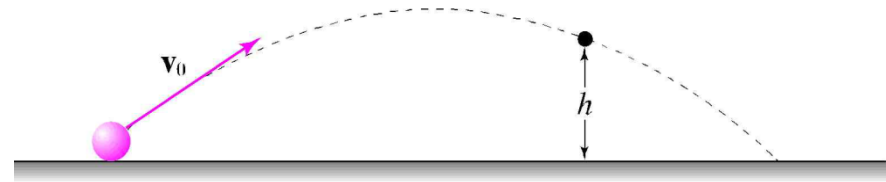
다) 위치에너지 변화

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



9. 아래 그림과 같이 물체를 지면에서 임의의 어떤 각도로 초속력 v_0 로 쏘아 올렸다. 이 물체가 지표면에서 높이 h 인 곳에 있을 때의 속력 v 를 v_0 , h 와 중력가속도 g 를 이용하여 나타내어라.(단, 공기저항은 무시)

예제 5.11



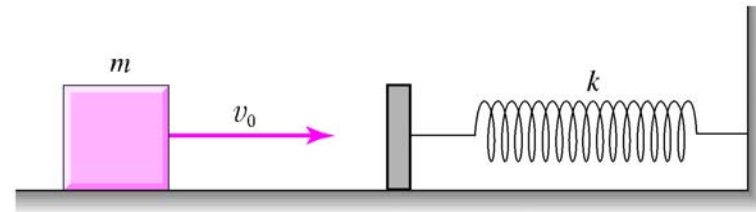
10. 질량이 m 이며 속력이 v_0 인 물체가 마찰이 없는 표면에서 미끄러지다가 용수철 상수가 k 인 용수철에 부딪혔다. 운동하던 물체에 의한 용수철의 최대 수축거리가 L 이다. 수축거리가 $L/4$ 일 때 운동에너지를 m , v_0 로 나타내시오.

역학적에너지 보존

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kL^2 \quad L = \sqrt{\frac{m}{k}}v_0$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = K + \frac{1}{2}k(L/4)^2$$

$$K = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}k(L/4)^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}k \frac{m}{k} \frac{v_0^2}{16} = \frac{1}{2}mv_0^2 \left(1 - \frac{1}{16}\right) = \frac{15}{32}mv_0^2$$





2016년

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

예제 5.5

8. 질량이 m 이며 속력이 v_0 인 물체가 마찰이 없는 표면에서 미끄러지다가 용수철 상수가 k 인 용수철에 부딪혔다. 운동하던 물체에 의한 용수철의 최대 수축거리가 L 이다. 수축거리가 $L/4$ 일 때 운동에너지를 m, v_0 로 나타내시오.

2015년 10번



2017년

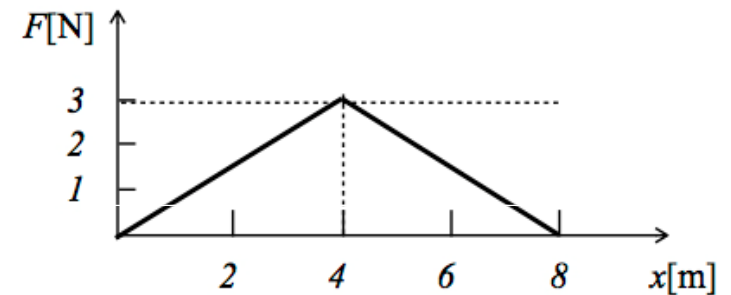
7. 아래 그래프는 일직선상을 운동하는 질량 1.5 kg인 물체에 가해진 힘 F 를 물체 위치 x 의 함수로 나타낸 것이다. $x = 0$ 에서 물체가 정지해 있었다면, $x = 8$ m에서 물체의 속력을 구하시오. 단위를 포함하시오.

일과 에너지 정리

$$W = \Delta K = K_8 - K_0$$

$$K_8 = W + K_0 + W = \frac{1}{2}mv_8^2$$

$$v_8 = \sqrt{\frac{2K_8}{m}} = \sqrt{\frac{(2)(12 \text{ J})}{1.5 \text{ kg}}} = 4 \text{ m/s}$$



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

2016년 7번

[주관식 1] (15점) 아래 그림과 같이 어떤 사람이 질량이 m 인 대결레로 운동마찰 계수가 μ_k 인 마루를 θ 의 각도를 유지하며 F 의 힘을 가해 닦고 있다. 다음 질문에 답하시오. (단, 대결레 손잡이의 질량은 무시하며, 중력가속도의 크기는 g 이다.)
(가) 대결레가 x 방향으로 일정한 속력으로 움직일 때, x 와 y 성분의 운동 방정식을 구하시오.

(나) 문제 (가)의 운동 방정식으로부터 F 를 m, g, θ, μ_k 를 이용하여 나타내시오.

(다) 대결레를 수평 방향으로 거리 s 만큼 이동시켰을 때, 힘 F 가 한 일을 m, g, s, θ, μ_k 를 이용하여 나타내시오.

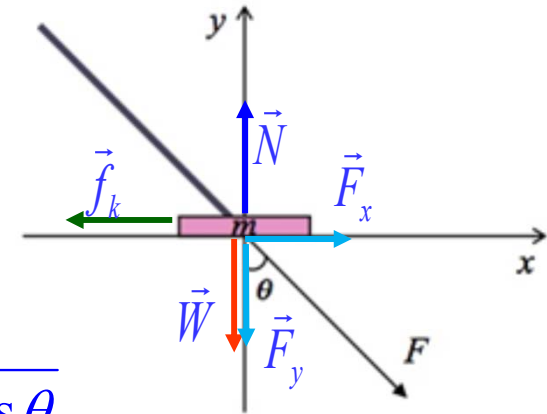
$$\sum F_x = F_x - f_k = ma = 0$$

$$\sum F_y = N - W - F_y = 0 \quad (\because N = mg + F \cos \theta)$$

$$F \sin \theta = f_k = \mu_k (mg + F \cos \theta)$$

$$F \sin \theta - \mu_k F \cos \theta = \mu_k mg \quad F = \frac{\mu_k mg}{\sin \theta - \mu_k \cos \theta}$$

$$W = F_x s = \frac{\mu_k mg \sin \theta}{\sin \theta - \mu_k \cos \theta} s$$

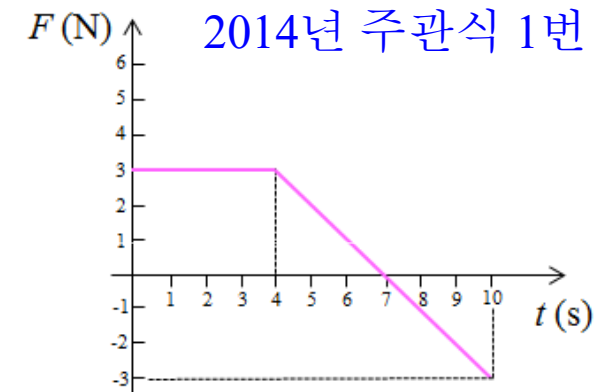


3. 아래는 정지해 있던 질량 1 kg의 물체에 작용한 힘(F)을 시간(t)에 따라 나타낸 그래프이다. 이 물체가 에서 까지 움직일 동안, 작용하는 힘이 한 일은 몇 J인지 구하시오. 단, 물체는 직선운동만 한다.

$F-x$ 가 아니라 $F-t$ 그래프이고, 질량이 1 kg이므로
 $a-t$ 의 그래프로 해석하면 넓이는 속도 변화량
 4 s~7 s의 변화(+)는 7 s~10 s의 변화(-)로 상쇄
 알짜 넓이는 4s에서이고 $v_4 = 12 \text{ m/s}$

$$W = \Delta K = K_4 - K_0 = K_4 - 0$$

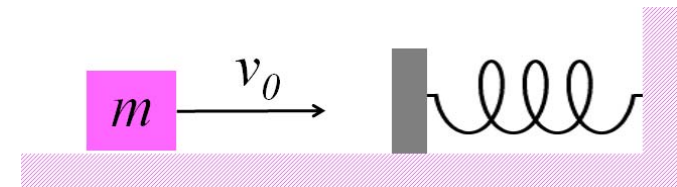
$$W = K_4 = \frac{1}{2}mv_4^2 = \frac{1}{2}m(1 \text{ kg})(12 \text{ m/s})^2 = 72 \text{ J}$$



6. 아래 그림과 같이 질량 $m = 40 \text{ kg}$ 인 물체가 용수철 상수가 $k = 10 \text{ N/m}$ 인 용수철에 부딪혔다. 용수철을 치기 직전의 속력을 $v_0 = 20 \text{ m/s}$ 라고 할 때, 운동하던 물체에 의한 용수철의 최대 수축거리가 몇 m인지를 구하여라. (물체와 바닥의 마찰력은 무시한다.)

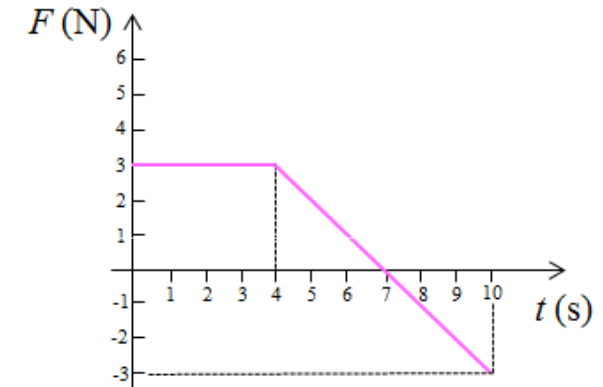
역학적에너지 보존 $E_i = K_i = E_f = U_f$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kx^2 \quad x = \sqrt{\frac{m}{k}}v_0 = 40 \text{ m}$$



3. 그림은 정지해 있던 질량 1 kg의 물체에 작용한 힘(F)을 시간(t)에 따라 나타낸 그래프이다. 이 물체가 $t=0$ 에서 $t=4$ s까지 움직일 동안, 작용하는 힘이 한 일은 몇 J인지 구하시오. 단, 물체는 직선운동만 한다.

$F-x$ 가 아니라 $F-t$ 그래프이고, 질량이 1 kg이므로
 $a-t$ 의 그래프로 해석하면 넓이는 속도 변화량
 4 s~7 s의 변화(+)는 7 s~10 s의 변화(-)로 상쇄
 알짜 넓이는 4s에서이고 $v_4 = 12$ m/s



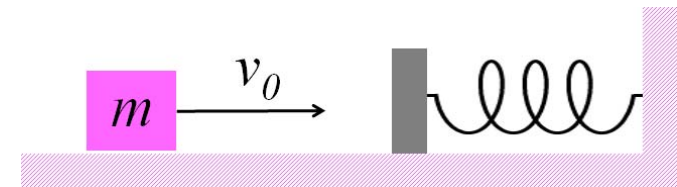
$$W = \Delta K = K_4 - K_0 = K_4 - 0$$

$$W = K_4 = \frac{1}{2}mv_4^2 = \frac{1}{2}m(1 \text{ kg})(12 \text{ m/s})^2 = 72 \text{ J}$$

6. 아래 그림과 같이 질량 $m = 40$ kg인 물체가 용수철 상수가 $k = 10$ N/m인 용수철에 부딪혔다. 용수철을 치기 직전의 속력을 $v_0 = 20$ m/s라고 할 때, 운동하던 물체에 의한 용수철의 최대 수축거리가 몇 m인지를 구하여라. (물체와 바닥의 마찰력은 무시한다.)

역학적에너지 보존 $E_i = K_i = E_f = U_f$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kx^2 \quad x = \sqrt{\frac{m}{k}}v_0 = 40 \text{ m}$$



[주관식 1] 그림과 같이 반지름이 R 인 반구 모양의 그릇에 질량이 m 인 물체가 그릇의 한쪽 면 끝 쪽에서 낙하시키면, 그릇의 안쪽 면을 따라 미끄러진다.

(단, 물체는 그릇에 걸리거나 구르지 않고 미끄러지기만 한다.)

[마찰이 없을 때, 주어진 변수 m, g, θ 를 이용하여 물체에 답하시오.]

(가) (6점) 물체와 그릇면 사이에 마찰이 없을 때, 각도 θ 에서 물체의 속도 v 를 구하시오.

(나) (8점) 물체가 그릇면을 따라 내려오고 있을 때, 각도 θ 에서 운동하는 물체에 대한 그릇의 알짜 수직항력 N 을 구하시오.

[마찰이 있을 때]

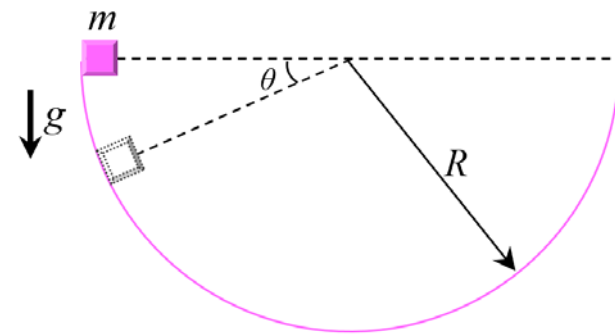
(다) (6점) 물체와 그릇면 사이에 마찰이 있는 경우, 물체는 그릇 안에서 진동하다가 $\theta = 60^\circ$ 에서 정지하였다. 정지할 때까지 중력이 물체에 한 일의 크기를 구하시오.

가) 역학적 에너지 보존에 의해

(바닥이 위치에너지가 0인 기준점)

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgR = \frac{1}{2}mV^2 + mgR(1 - \sin \theta)$$

$$V = \sqrt{2gR \sin \theta} \quad (\because v = 0)$$





2019년

나) 운동 방정식

$$N - mg \sin \theta = \frac{mV^2}{R} \quad N = mg \sin \theta + \frac{m(2gR \sin \theta)}{R} = 2mg \sin \theta$$

다) 위치에너지 변화

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