<< 문제지를 프린트하여 풀이과정과 답을 작성한 후 제출하십시오. >>

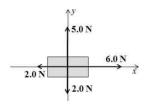
0000 년 00 학기 00 고사		과	물리학 4장	학 과	학년	감 독	
출 제	공동 출제	목		학 번		교수	
편 집	송 현 석	명	기출문제 답안지	성 명		확 인	
					0		
시험일시	0000. 00. 00					점 수	

[주의 사항] 1. 계산기는 사용할 수 없습니다.

2. 단위가 필요한 답에는 반드시 SI 체계로 단위를 표기하시오.

[2011년 1학기 중간고사 5번]

1. 그림에서와 같이 어떤 물체에 x,y 평면상에서 4개의 힘이 작용하고 있다. 이 물체의 질량이 $2.0\,kg$ 이라고 할 때, 이 물체의 가속도의 크기는 얼마인가?



$$\Sigma F_x = 6 N - 2 N = 4 N$$

 $\Sigma F_y = 5 N - 2 N = 3 N$

$$\Sigma F = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2} = \sqrt{(4N)^2 + (3N)^2} = 5N$$

$$\Sigma F = ma \implies a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{5N}{2.0 \, kg} = 2.5 \, m/s^2 \qquad (a = 2.5 \, m/s^2)$$

[2011년 1학기 중간고사 7번] - 연습문제 4.4 참고

2. 화물이 실린 비행기의 무게가 $3.0 \times 10^6 N$ 이다. 그 비행기의 엔진 추진력이 $6.0 \times 10^6 N$ 이라면 최저 이륙 속력인 $100 \, m/s$ 에 도달하기 위해 필요한 활주로의 길이는 최소 몇 m가 되어야 하는가? (단, 중력가속도는 $10 \, m/s^2$)

$$a = \frac{F}{m} = \frac{Fg}{mg} = \frac{Fg}{W}$$

$$v^{2} = v_{0}^{2} + 2a(x - x_{0}) \quad \Rightarrow \quad v^{2} = 0 + 2a(x - 0)$$

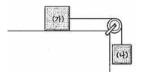
$$\Rightarrow \quad x = \frac{v^{2}}{2a} = \frac{v^{2}}{2Fg/W} = \frac{v^{2}W}{2Fg} = \frac{(100 \, m/s)^{2} \times (3.0 \times 10^{6} \, N)}{2 \times (6.0 \times 10^{6} \, N) \times (10 \, m/s^{2})}$$

$$= 250 \, m$$

$$(x = 250 \, m)$$

[2014년 1학기 중간고사 5번] - 예제 4.2, 4.6, 연습문제 4.15 참고

3. 그림과 같이 마찰이 없는 평면에 도르래로 연결된 두 물체가 있다. (가)의 질량은 $3\,kg$ 이고, 줄로 매달린 물체 (나)의 질량은 $2\,kg$ 이다. 이때 줄에 걸리는 장력은 얼마인가? (단, 중력가속도의 크기는 $10\,m/s^2$ 이다.)



$$(T_{(7^{\downarrow})}=T_{(1^{\downarrow})}=T,\quad a_{(7^{\downarrow})}=a_{(1^{\downarrow})}=a)$$

$$T_{(7 \vdash)} = m_{(7 \vdash)} a_{(7 \vdash)} \implies T = m_{(7 \vdash)} a \quad \cdots \qquad (1) 식$$

$$m_{(\downarrow\downarrow)}g - T_{(\downarrow\downarrow)} = m_{(\downarrow\downarrow)}a_{(\downarrow\downarrow)}$$
 \Rightarrow $m_{(\downarrow\downarrow)}g - T = m_{(\downarrow\downarrow)}a$ · · · · · · (2)식

$$(1)식 + (2)식 \Rightarrow m_{(\downarrow \downarrow)}g = (m_{(7 \uparrow)} + m_{(\downarrow \downarrow)})a$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{m_{(1\!\!+)}g}{\left(m_{(7\!\!+)} + m_{(1\!\!+)}\right)} = \frac{2\,kg \times 10\,m/s^2}{\left(3\,kg + 2\,kg\right)} = 4\,m/s^2$$

$$(1)$$
식에 대입 \Rightarrow $T=m_{(7)}a=3~kg imes4~m/s^2=12kg\cdot m/s^2=12~N$

(T= 12N)

[2012년 1학기 중간고사 5번] - 연습문제 5.12 참고

4. 마찰이 없는 책상 위에 두 물체가 그림과 같이 서로 접촉해 있다. 두 물체의 질량은 각각 $m=1.0\,kg$, $M=3.0\,kg$ 이다. 그림에서와 같이 작은 물체의 왼쪽에 크기가 $2.0\,N$ 인 힘을 수평으로 작용시킬 때, 두 물체 사이에 작용하는 힘의 크기는 몇 N인가?



$$F_{m \to M} = F'$$
, $F_{M \to m} = -F'$, $a_m = a_M = a$

$$\Sigma F_m = F + F_{M \to m} = F - F' = ma_m = ma$$
 ····· (1)식
 $\Sigma F_M = F_{m \to M} = F' = Ma_M = Ma$ ····· (2)식

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

$$\Rightarrow \quad a = \frac{F}{(m+M)} = \frac{2.0 \, N}{(1.0 \, kg + 3.0 \, kg)} = \frac{2.0 \, N}{4.0 \, kg} = 0.5 \, m/s^2$$

$$\Rightarrow$$
 $F' = Ma = (3.0 \, kg) \times (0.5 \, m/s^2) = 1.5 \, kg \cdot m/s^2 = 1.5 \, N$

(F' = 1.5 N)

[2013년 1학기 중간고사 4번]

5. 어떤 수평면 위에 질량 $5.0\,kg$ 인 물체가 놓여 있다. 이 물체에 $30\,N$ 의 힘을 수평 방향으로 작용하였을 때 이 물체의 가속도가 $2.0\,m/s^2$ 이었다. 이때 이물체와 수평면 사이의 운동마찰계수는 얼마인가? (단, 중력가속도의 크기는 $10\,m/s^2$ 이다.)

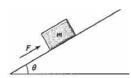
$$\varSigma F_y = N - mg = ma_y = 0 \quad \Rightarrow \quad N = mg$$

$$\varSigma F_x = F - f_k = F - \mu_k N = F - \mu_k mg = ma_x$$

$$\Rightarrow \quad \mu_k = \frac{F - ma_x}{mg} = \frac{(30 \, N) - (5.0 \, kg) \times (2.0 \, m/s^2)}{(5.0 \, kg) \times (10 \, m/s^2)} = \frac{2}{5} = 0.4$$
 ($\mu_k = 0.4$

[2014년 & 2011년 1학기 중간고사 6번] - 예제 4.3, 연습문제 4.10 참고

6. 그림과 같이 각도 θ 로 경사진 빗면에 질량이 m인 물체가 놓여 있다. 물체와 면 사이의 운동마찰계수는 μ_k 이다. 이때 빗면과 평행하게 크기가 F인 힘을 가한다. 이 물체가 빗면 아래쪽으로 일정한 속력으로 내려오고 있다면, 이때 가해진 힘 F의 크기를 m, θ , μ_k 와 중력가속도 q를 이용하여 나타내어라.



$$\left(\begin{array}{ccc} v_y = 0 & \Rightarrow & a_y = 0 \\ v_x = 상수 & \Rightarrow & a_x = 0 \end{array} \right)$$

 $N - mg\cos\theta = ma_y = 0 \quad \Rightarrow \quad N = mg\cos\theta$

 $F - mg\sin\theta + f_k = ma_x = 0 \qquad (f_k = \mu_k N = \mu_k mg\cos\theta)$

 $\Rightarrow F = mg\sin\theta - f_k = mg\sin\theta - \mu_k N = mg\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta$

 $(F = mq \sin\theta - \mu_k mq \cos\theta)$

<뒷 면에 단답형 문제 더 있음.>

[2012년 1학기 중간고사 6번] - 연습문제 5.8 참고 [2008년 1학기 중간고사 6번]

7. 그림 A와 같이 널빤지 위에 질량이 m인 상자가 놓여 있다. 이제 널빤지를 B와 같이 기울였더니 지면과 30° 의 각도를 이룰 때 상자가 미끄러지기 시작하였다. 널빤지가 지면과 나란한 A의 상황에서 상자를 움직이는 최소 힘의 크기를 m과 중력가속도 q를 이용하여 나타내어라.



B 상황에서 $N_B - mg\cos\theta = 0$ \Rightarrow $N_B = mg\cos\theta$

$$\begin{split} f_s - mg\sin\theta &= 0 & \Rightarrow & f_s = mg\sin\theta \leq f_{s_{\max}} = \mu_s N_B = \mu_s mg\cos\theta \\ & \Rightarrow & \mu_s = \frac{\sin\theta_0}{\cos\theta_0} = \tan\theta_0 = \tan30\,^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \end{split}$$

$$A$$
 상황에서 $F \geq f_{s_{\max}} = \mu_s N_A = \mu_s mg = rac{1}{\sqrt{3}} mg$

$$(F_{\min} = \frac{1}{\sqrt{3}}mg)$$

[2014년 1학기 중간고사 7번] - 예제 4.1 참고 [2009년 1학기 중간고사 10번]

8. 속력 v로 내리는 비의 공기 마찰력의 크기는 bv로 주어진다. (b는 상수임) 빗방울의 평균질량을 m이라 할 때, 비의 끝속도(종단속도, terminal velocity)의 크기를 b, m과 중력가속도 g를 이용하여 나타내어라.

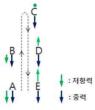
$$mg - f_d = ma = 0$$
 \Rightarrow $mg - bv_t = 0$ \Rightarrow $v_t = \frac{mg}{b}$

 f_d 가 v에 비례하므로 아래로 내려올수록 가속하여 f_d 가 점점 증가하게 되고, f_d 와 mg의 크기가 같아지는 시점에 도달하면 알짜 힘이 0이 되므로 가속도 a도 0이 된다. 그 시점부터는 v_t 의 속도로 등속도 운동 하게 된다.

$$(v_t = \frac{mg}{b})$$

[2010년 1학기 중간고사 6번] - 예제 4.1 참고

9. 그림 같이 공을 A지점에서 연직 상방으로 던져 올렸고, 최고점 C를 거쳐서 원래 높이인 E지점으로 돌아왔다. 던져 올린 공에는 $f_d=-bv$ 로 주어지는 공기 저항이 작용한다. 다음 질문들에 답하여라.



- (1) A ~ E 지점들 중 공에 작용하는 저항력의 크기가 가장 작은 지점은? (C)
- (2) A \sim E 지점들 중 공에 작용하는 합력의 크기가 가장 작은 지점은? ($\stackrel{\textbf{E}}{\textbf{E}}$)
- (3) A ~ E 지점들 중 공에 작용하는 합력의 크기가 가장 큰 지점은? (A)

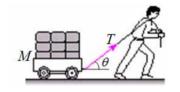
[2013년 1학기 중간고사 5번] - 예제 4.7 연습문제 4.14 참고

10. 질량이 m인 사람이 엘리베이터 안에 서 있다. 엘리베이터가 중력가속도의 1/4의 크기로 올라가고 있다면, 엘리베이터 내에서 측정한 그 사람의 무게는 얼마가 되겠는가? (단, 중력가속도의 크기는 g이다.)

$$W_{app}=N=\ W+\ ma=mg+m\Big(\frac{1}{4}g\Big)=\Big(1+\frac{1}{4}\Big)mg=\frac{5}{4}mg=1.25\ mg$$
 ($N=\ \frac{5}{4}mg$)

[2010년 1학기 중간고사 7번] - 예제 4.5 참고

11. 아래 그림과 같이 사람이 수레에 줄을 매달아 일정한 속도로 짐을 끌고 있다. M은 수레와 짐을 더한 질량이고, θ 는 줄이 수평면과 이루는 각도이다. 수레바퀴와 지면 사이의 굴림마찰계수가 μ_r 이고 $\theta=45\,^\circ$ 라고 할 때, 줄의 장력 $T\equiv M,\;\mu_r$ 과 중력가속도의 크기 g의 함수로 나타내어라.



$$\Sigma F_y = N + T \sin \theta - Mg = Ma_y = 0 \implies N = Mg - T \sin \theta$$

$$\varSigma F_x = T {\cos}\theta - f_r = M a_x = 0 \quad \Rightarrow \quad T {\cos}\theta - \mu_r N = 0$$

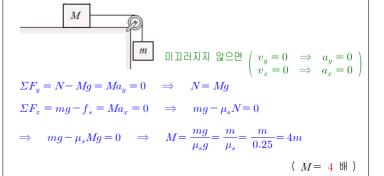
- $\Rightarrow T\cos\theta \mu_r(Mg T\sin\theta) = 0$
- $\Rightarrow T(\cos\theta + \mu_r \sin\theta) = \mu_r Mg$

$$\Rightarrow T = \frac{\mu_r M g}{\cos \theta + \mu_r \sin \theta} = \frac{\mu_r M g}{\cos 45^\circ + \mu_r \sin 45^\circ} = \frac{\mu_r M g}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \mu_r \frac{1}{\sqrt{2}}}$$

$$= \frac{\mu_r M g}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \mu_r \frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{\sqrt{2} \mu_r M g}{1 + \mu_r} \qquad (T = \frac{\sqrt{2} \mu_r M g}{1 + \mu_r})$$

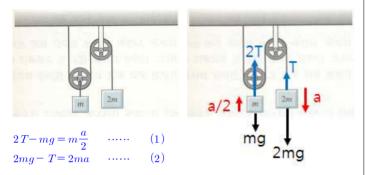
[2010년 1학기 중간고사 8번] - 연습문제 4.15 참고

12. 그림과 같이 도르래를 통해 연결된 두 물체가 있다. 수평면에 놓인 물체의 질량은 M이고, 줄에 매달린 물체의 질량은 m이다. 수평면에 놓인 물체와 수평면 간의 정지마찰계수가 0.25라고 할 때, 이 물체가 미끄러지지 않게 하기위한 M의 최소값은 m의 몇 배인가?



[2009년 1학기 중간고사 4번] - 연습문제 4.19 참고

13. 그림에서 질량 2m인 물체의 하향 가속도의 크기를 중력가속도의 크기 g를 이용하여 나타내어라. (단. 도르레의 질량은 무시한다.)



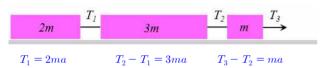
$$(1) \ddot{+} + 2 \times (2) \ddot{+} \qquad 4mg - mg = 4ma + \frac{m}{2}a$$

$$3mg = \left(4 + \frac{1}{2}\right)ma = \frac{9}{2}ma$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{2}{3}g \qquad \qquad (a = \frac{2}{3}g)$$

[2015년 1학기 중간고사 7번] - 예제 4.6, 연습문제 4.13 참고

14. 아래 그림과 같이 질량이 2m, 3m, m인 세 벽돌이 줄로 연결되어 있다. 이제 오른쪽에서 줄을 잡아당겨 벽돌들을 가속시킬 때, 세 장력의 크기의 비 $T_1:T_2:T_3$ 는 얼마인가? (단, 바닥과의 마찰은 무시한다.)



세 운동방정식을 모두 더하면 \implies $T_3 = 2ma + 3ma + ma = 6ma$

$$T_2 = T_3 - ma = 6ma - ma = 5ma$$

$$T_1 = \, T_2 - 3ma = 5ma - 3ma = 2ma$$

(2:5:6)

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

[2010년 1학기 중간고사 6번] - 예제 4.4, 연습문제 4.7 참고 [주관식 1] [20점]

그림과 같이 경사면 각도가 heta인 비탈면을 v_0 의 속력으로 달려 내려오던 자동차가 급제동하여 얼마 후 완전히 정지하였다. 브레이크를 밟은 순간부터 자동차는 타이어와 노면 간의 마찰력을 받고 그 정지마찰계수는 μ_k 로 일정하다고 한다. 자동차의 질량이 m이고 중력가속도의 크기를 q라고 할 때, 다음 물음에 답하라.



(1) 자동차가 받는 마찰력의 크기는 얼마인가? [5점]

$$\begin{split} \Sigma F_y &= N - mg \cos \theta = ma_y = 0 \quad \Rightarrow \quad N = mg \cos \theta \\ f_s &= \mu_s N = \mu_s mg \cos \theta \end{split}$$

(2) 브레이크를 밟은 이후에 자동차의 가속도를 구하라. [8점]

$$\begin{split} & \varSigma F_x = mg\sin\theta - f_s = ma_x \quad \Rightarrow \quad mg\sin\theta - \mu_s mg\cos\theta = ma_x \\ & \Rightarrow \quad a = \frac{mg\sin\theta - \mu_s mg\cos\theta}{m} = g(\sin\theta - \mu_s\cos\theta) \end{split}$$

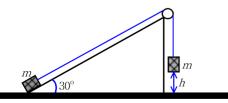
(3) 브레이크를 밟은 이후부터 완전히 정지할 때까지 경사면을 따라 자동차가 진행한 거리는 얼마인가? [7점]

$$v^{2} = v_{0}^{2} + 2a(x - x_{0}) \implies 0 = v_{0}^{2} + 2a(x - 0) \implies x = -\frac{v_{0}^{2}}{2a}$$

$$\Rightarrow x = -\frac{v_{0}^{2}}{2a(\sin\theta - u_{0}\cos\theta)} = \frac{v_{0}^{2}}{2a(u_{0}\cos\theta - \sin\theta)}$$

[2008년 1학기 중간고사 주관식 2번] - 연습문제 4.18 참고 [주관식 2] [20점]

아래 그림과 같이 질량이 m으로 같은 두 물체가 마찰이 없는 경사면에 마찰이 없는 도르래를 통해 질량을 무시할 수 있는 끈으로 연결되어 있다. 초기에 왼쪽 물체는 지면에 닿아 있고 오른쪽 물체는 높이 h에서 정지 상태로 떨어뜨린다고 하자. 다음 질문들에 답하여라. (중력가속도의 크기는 g이다.)



(1) 오른쪽 물체가 지면에 닿기 전에 두 물체의 가속도의 크기는 얼마인가? [5점] (왼쪽 물체)

$$\nabla F_{\alpha} = T - ma \sin 30^{\circ} = ma \qquad \Phi$$

$$\Sigma F_{\mathrm{A}} = T - mg \sin 30^{\circ} = ma$$
 \oplus $\Sigma F_{\mathrm{D}} = mg - T = ma$

(두 물체에 작용하는 알짜힘)

$$mg - mg \sin 30^{\circ} = mg - \frac{1}{2}mg = \frac{1}{2}mg = 2ma \implies a = \frac{1}{4}g$$

(2) 오른쪽 물체가 지면에 닿기 직전 두 물체의 속력은 얼마인가? [5점]

(등가속도순동)
$$(v_0 = 0, \quad a = -\frac{1}{4}g)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(y - y_0) \quad \Rightarrow \quad v^2 = 0 - 2\left(\frac{g}{4}\right)(0 - h) = v^2 = 2\left(\frac{g}{4}\right)h = \frac{gh}{2}$$

$$v^{2} = v_{0}^{2} + 2a(y - y_{0}) \quad \Rightarrow \quad v^{2} = 0 - 2\left(\frac{g}{4}\right)(0 - h) = v^{2} = 2\left(\frac{g}{4}\right)h = \frac{gh}{2}$$
$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

(3) 왼쪽 물체는 수직 방향으로 최고 얼마만큼 올라가겠는가? (주의: 오른쪽 물체 가 지면에 닿아 정지한 이후에도 왼쪽 물체는 계속 움직일 수 있음) [10점]

오른쪽 물체가 지면에 닿는 순간 왼쪽 물체의 높이 $h \sin 30^\circ = \frac{h}{2}$ 오른쪽 물체가 지면에 닿는 순간 왼쪽 물체의 속력 $v=\sqrt{\frac{gh}{2}}$

왼쪽 물체가 추가로 더 올라가는 경사면 방향으로의 거리를 d 라고 하면

$$\left($$
 최고점에서 속력 $v=0,$ 초기 속력 $v_0=\sqrt{\frac{gh}{2}}$ $\right)$

경사면 방향으로의 가속도 $a=-g\sin 30°=-\frac{1}{2}g$

경사면 방향: 등가속도운동
$$\Rightarrow$$
 $v^2 = v_0^2 + 2ad$

$$\Rightarrow \quad 0 = \frac{gh}{2} - 2\left(\frac{g}{2}\right)d \quad \Rightarrow \quad 0 = \frac{h}{2} - d \quad \Rightarrow \quad d = \frac{h}{2}$$

왼쪽 물체가 추가로 더 올라가는 수직 방향으로의 높이를 h'이라고 하면

$$h' = d \sin 30^{\circ} = \frac{h}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{h}{4}$$

왼쪽 물체가 최고점에 도달한 순간의 수직 높이를 H라고 하면

$$H = \frac{h}{2} + h' = \frac{h}{2} + \frac{h}{4} = \frac{3}{4}h$$

< 다른 풀이 >

오른쪽 물체가 지면에 닿는 순간 왼쪽 물체의 역학적 에너지는 왼쪽 물체가 최고 점에 도달하는 순간 왼쪽 물체의 역학적 에너지와 같아야 하므로 최고점의 수직

$$mg\frac{h}{2} + \frac{1}{2}mv^2 = mgH \qquad \left(v = \sqrt{\frac{gh}{2}} \right)$$

$$\Rightarrow mg\frac{h}{2} + \frac{1}{2}m\left(\frac{gh}{2}\right) = mgH \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}mgh + \frac{1}{4}mgh = mgH$$

$$\Rightarrow \quad \frac{3}{4} mgh = mgH \quad \Rightarrow \quad H = \frac{3}{4} h$$