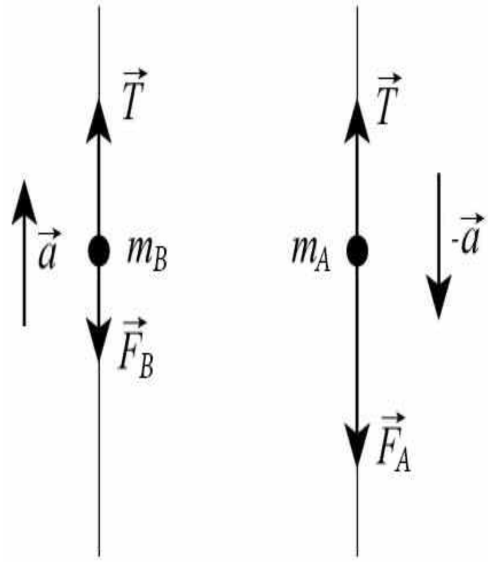
과목명: 일반물리학1 (교통물류, 컴퓨터1, 로봇반)
2016 학년도 1 학기 과제2 (9-11장,13-16장:35문제)
(교재:일반물리학(10판),Halliday, Resnick, and Walker)
일반물리학1 과제2 연습문제(귀뜸)

연습9-9 주어진 문제에서 토막 $m_A = 2.0\,\mathrm{kg}$ 과 $m_B = 1.0\,\mathrm{kg}$이 질량이 없는 도르래와 줄에 매달려 있다. 각각의 토막에 작용하는 힘은 윗 방향의 줄의 장력 T와 아랫 방향의 중력 $F_A = m_A g$ 와 $F_B = m_B g$ 으로 주어진다. 아래 그림과 같이



토막 m_A에 작용하는 힘은

$$T - m_A g = m_A(-a) \text{ ---------- } (1)$$

로 표시되고, 토막 m_B에 작용하는 힘은

$$T - m_B g = m_B a \text{ ---------- } (2)$$

으로 표시된다. (1)과 (2)식에서 먼저 가속도

$$a = \left(\frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}\right) g \text{ ------- } (3)$$

을 구한다.

(a) 질량중심의 가속도 a_{com}의 크기는 주어진 정의에서

$$a_{com} = \frac{m_A a_A + m_B a_B}{m_A + m_B}$$ 를 계산하면 된다.

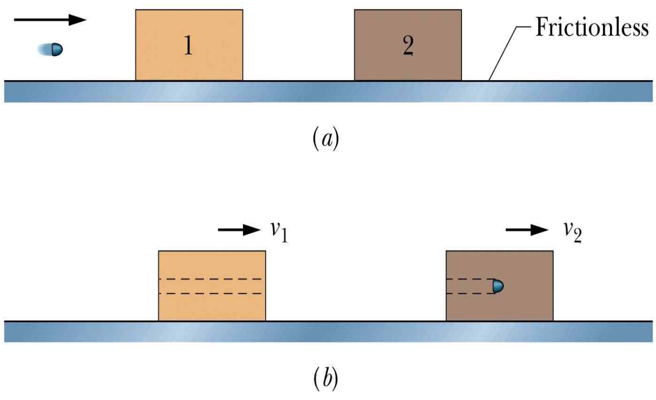
(b) $t = 2.0\,\mathrm{s}$ 후의 질량중심의 변위를 y_{com}이라 하면 질량중심의 가속도 a_{com}으로 낙하 운동하므로 $y_{com} = \frac{1}{2} a_{com} t^2$ 를 계산하면 된다.

(c) 토막 m_A가 바닥에 부딪치는 시간을 t_A라면 $h = \frac{1}{2} a_A t_A^2$ 에서 t_A를 계산하면

$t_A = \sqrt{\frac{2h}{a_A}}$ 로 주어진다. 그 때의 질량중심의 속도를 v_{com}이라하면

$v_{com} = a_{com} t_A$ 를 계산하면 된다.

연습9-51



[그림]과 같이 총알(bullet)이 토막2에 박히기 전의 속도를 v라고 하면 토막2에 박힌 후의 (토막+총알)의 속도는 [그림 b]에서 v_2 로 주어진다.

문제에서 총알이 토막1에 통과한 후의 토막1과 토막2에 박힌 속도는 각각

$$\begin{cases} v_1 = 0.630\mathrm{m/s} \\ v_2 = 1.40\mathrm{m/s} \end{cases}$$ 로 주어졌다.

오른쪽 방향을 +방향으로 정하고 운동량 보존 법칙을 사용하여 계산하면 된다.

(a) 토막2와 충돌 전의 총알의 운동량 : p_{2i}

$$p_{2i} = 0.0035\,v\,(\mathrm{kg \cdot m/s}) \text{--------} (1)$$

토막2에 박힌 후의 (토막+총알)의 운동량: p_{2f}

$$p_{2f} = 1.8035\,v_2\,(\mathrm{kg \cdot m/s}) \text{---------} (2)$$

로 주어진다. 운동량의 보존법칙 $p_{2i} = p_{2f}$ ---------- (3)

에 (1)과 (2)식을 대입하여 계산하면 총알이 토막2에 박히기 전의 속도 v를 계산하면 된다.

(b) 총알이 토막1에 들어갈 때의 속도를 v_0 라하면 토막1에 들어가기 전의 운동량: p_{1i}

$$p_{1i} = 0.0035\,v_0\,(\mathrm{kg \cdot m/s}) \text{--------} (4)$$

토막1을 통과한 후의 운동량은 토막1과 총알의 운동량의 합: p_{1f}

$$p_{1f} = 1.20\,v_1\,(\mathrm{kg \cdot m/s}) + 0.0035\,v\,(\mathrm{kg \cdot m/s}) \text{---------} (5)$$

로 주어진다. 여기서 $v_1 = 0.630\,\mathrm{m/s}$는 총알이 토막1를 통과한 후의 토막1의 속도이다.

운동량의 보존법칙 $p_{1i} = p_{1f}$ ---------- (6)

를 사용하여 (4)와 (5)식을 (6)식에 대입하여 계산하면 총알이 토막1에 들어가기 직전의 속도 v_0를 구하면 된다.

연습9-64 충돌 전의 강철 공의 속도 v_{1i}를 역학적 에너지 보존법칙을 이용하여

$$m_1 g h = \frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 \text{-------} (1)$$

에서 계산한다.

(a) 탄성충돌에 관한 식 (9-67)에서 충돌 후의 강철 공의 속도 v_{1f}는

$v_{1f}=\left(\dfrac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)v_{1i}$ **를 사용하여 계산한다.**

(b) 탄성충돌에 관한 식 (9-68)에서 충돌 후의 강철 토막의 속도 v_{2f}**는**

$v_{2f}=\left(\dfrac{2m_1}{m_1+m_2}\right)v_{1i}$ **를 사용하여 계산한다.**

연습10-18 (a) 중성자 별인 맥동 변광성은 마치 등대가 빛을 방출하듯이 라디오파를 주기적으로 회전하면서 방출한다. 맥동별의 각속도 $\omega=\dfrac{2\pi}{T}=\dfrac{\Delta\theta}{T}$ **를 사용해서 각가속도** $\alpha=\dfrac{d\omega}{dt}=\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{2\pi}{T}\right)=-\dfrac{2\pi}{T^2}\dfrac{dT}{dt}$------(1)

로 주어진다. 주어진 문제에서 1년 동안의 라디오파의 펄스의 변화의 비율은

$$\frac{dT}{dt}=\frac{1.26\times10^{-5}\,\mathrm{s/y}}{3.16\times10^{7}\,\mathrm{s/y}}=4.00\times10^{-13}\text{-----}(2)$$

과 주어진 주기 $T=0.033\,\mathrm{s}$ **를 사용하여 (1)식에 대입하면 각가속도** α**를 계산할 수 있다.**

(b) 맥동별이 등각가속도 α**로 감소하면** $\omega=\omega_0+\alpha t$-------(2)

에서 $\omega=0$**를 (2)식에 대입하여** t **계산하면 된다. 여기서 한 주기 동안 맥동별의 초기 각속도** $\omega_0=2\pi=\alpha T$**로 계산하면 된다.**

(c) 맥동별은 등각가속도 α**로 소멸하므로 맥동별의 수명(**t**)은**

$$t=(1992-1054)\,\mathrm{y}=938\,\mathrm{y}=(938\,\mathrm{y})(3.16\times10^{7}\mathrm{s/y})$$
$$=2.96\times10^{10}\,\mathrm{s}\text{--------}(3)$$

으로 주어진다. 맥동별의 주기(T**)와 각가속도(**α**)와 수명 (3)식을 (2)식에 대입하여 폭발 직 후의 회전 각속도** ω **를 계산한다.**

계산된 ω **를** $T=\dfrac{2\pi}{\omega}$ **에 대입하여** T **계산하면 된다.**

연습10-51 주어진 문제에서 토막 $m_1=0.460\,\mathrm{kg}$ **과** $m_2=0.500\,\mathrm{kg}$**이 마찰이 없는 도르래 줄에 매달려 있다. 토막** m_1 **에 작용하는 힘은**

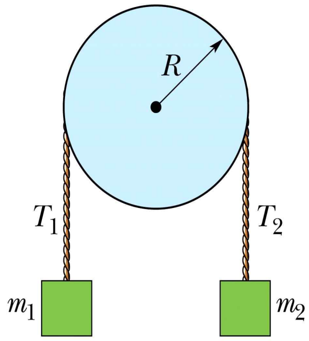
$$T_1-m_1g=m_1a\text{---------}(1)$$

로 표시되고, 토막 m_2 **에 작용하는 힘은**

$$m_2g-T_2=m_2a\text{---------}(2)$$

으로 표시된다. 도르래의 반지름은 $R=5.00\times10^{-2}\,\mathrm{m}$ **로 주어지고 도르래에 작용하는 토크는** $\tau=R(T_2-T_1)$----------(3)

로 주어진다.



(a) 정지상태에서 토막 m_2**가** $t = 5.00\,\mathrm{s}$**후에 가속되어**

$y = \dfrac{1}{2}at^2$ **에서 가속도에서 가속도** a**를 구한다.**

(b) 토막 m_2**에 작용하는 줄의 장력** T_2**는 (a)에서 구한 가속도** a**를 사용하여 (2)식에서 줄의 장력** T_2 **를 계산하면 된다.**

(c) 토막 m_1**에 작용하는 장력** T_1**도 가속도** a**를 (1)식에 대입하여 줄의 장력** T_1**를 계산하면 된다.**

(d) 도르래의 각가속도는 도르래의 가속도가 접선 방향의 가속도와 같음으로 $a = R\alpha$**에서 각가속도** α**를 계산하면 된다.**

(e) 도르래의 회전 관성은 (3)식에서 토크를 $\tau = I\alpha$**와 같게 놓고 회전 관성** I**를 계산하면 된다.**

연습10-64 (a) 팽행축 정리 식(10-36)를 사용하여 회전관성 I **를**

$I = I_{com} + Mh^2$**에서 구한다.(원통의 회전관성**$I_{com} = \dfrac{1}{2}MR^2$**)**

(b) 역학적에너지 보존법칙 $Mgh = \dfrac{1}{2}I\omega^2$**에서 각속도** ω **를 구한다.**

연습11-10 (a) 속이 빈 공의 회전관성 $I = \dfrac{2}{3}MR^2$**과** $V_{com} = \omega R$ **에서**

총운동에너지 $K_{tot} = K_{com} + K_{Rot} = \dfrac{1}{2}MV_{com}^2 + \dfrac{1}{2}I\omega^2$**를 계산한다.**

회전운동에너지 $K_{Rot} = \dfrac{1}{2}I\omega^2$**를 계산한다.**

회전운동에너지 : 전체운동에너지 $= \dfrac{K_{Rot}}{K_{tot}}$ **를 계산하여**

$K_{Rot} = (\dfrac{K_{Rot}}{K_{tot}}) \times$(공의전체운동에너지)**를 구한다.**

(b) $K_{Rot} = \dfrac{1}{2}I\omega^2$**에서** ω**를 계산하여 질량중심의 속력**

$V_{com} = \omega R$ 를 계산한다.

(c) 역학적에너지 보존법칙 $K_i = U_f + K_f = Mgh + K_f$ **에서**

$K_f = K_i - Mgh$ **를 계산한다.(여기서** $K_i = 20\mathrm{J}$**)**

(d) (a)에서 구한 $K_{Rot,f} = \frac{1}{2} I\omega_f^2$ **에서** ω_f**를 계산하고**

$V_{com,f} = \omega_f R$ **에 대입하여 구한다.**

연습11-23 **회전축으로부터 조약돌(peble)의 위치 변위를** $\vec{r}' = x'\hat{\mathrm{i}} + y'\hat{\mathrm{j}} + z'\hat{\mathrm{k}}$**라 하고 조약돌에 작용하는 힘을** $\vec{F} = F_x\hat{\mathrm{i}} + F_y\hat{\mathrm{j}} + F_z\hat{\mathrm{k}}$**라 하면 조약돌에 작용하는 토크(**$\vec{\tau}$**)는**

$$\vec{\tau} = \vec{r}' \times \vec{F} = \hat{\mathrm{i}}(y'F_z - z'F_y) + \hat{\mathrm{j}}(z'F_x - x'F_z) + \hat{\mathrm{k}}(x'F_y - y'F_x) ------(1)$$

으로 주어진다.

(a) 원점이 회전축이 되면 변위 $\vec{r}' = \vec{r} = (0,\ 0.50, -2.0)$**으로 주어지므로 (1)식에서 변위의 성분은** $(x' = 0,\ y' = -0.5\,\mathrm{m},\ z' = -2.0\,\mathrm{m}) -----------(2)$

으로 주어지고, 조약돌에 작용하는 힘이 $\vec{F} = (2.0,\ 0, -3.0)\mathrm{N}$**으로 주어지므로 힘의 성분은** $(F_x = 2.0\,\mathrm{N},\ F_y = 0,\ F_z = -3.0\,\mathrm{N}) -----------(3)$

으로 주어진다. (2)와(3)의 값을 (1)식에 대입하면 원점에서의 토크 $\vec{\tau}$**를 계산할 수 있다.**

(b) (a)와 같은 방법으로 주어진 점 $\vec{r}_0 = (2.0\,\mathrm{m},\ 0, -3.0\,\mathrm{m})$**를** $\vec{r}' = \vec{r} - \vec{r}_0$**에 대입하여** $\vec{r}' = (x',\ y',\ z')$**를 계산한 후 (1)에 대입하여 주어진 점에서의 토크** $\vec{\tau}$ **를 계산하면 된다.**

연습11-28 **질량** $m = 3.0\,\mathrm{kg}$**의 입자의 위치 변위를** $xy-$**평면에서** $\vec{r}' = x'\hat{\mathrm{i}} + y'\hat{\mathrm{j}}$ **라 하고 속도는** $\vec{v} = v_x\hat{\mathrm{i}} + v_y\hat{\mathrm{j}}$ **라 하면 입자의 각운동량(**$\vec{l}$**)은**

$$\vec{l} = m(\vec{r}' \times \vec{v}) \equiv m(x'v_y - y'v_x)\hat{\mathrm{k}} -------------(1)$$

로 주어진다.

(a) 원점이 회전축이 되면 입자의 변위 $\vec{r}' = \vec{r} = (3.0\,\mathrm{m}, -4.0\,\mathrm{m})$**에서 운동하는 입자의 속도는** $\vec{v} = (30/\mathrm{s},\ 60\,\mathrm{m/s})$**을 (1)식에 대입하면 원점에서의 각운동량** $\vec{l}$ **이 구해진다.**

(b) 주어진 점 $\vec{r}_0 = (2.0\,\mathrm{m}, -2.0\,\mathrm{m})$**를** $\vec{r}' = \vec{r} - \vec{r}_0$**에 대입하여** $\vec{r}' = (x',\ y')$**를 계산한 후 (1)에 대입하여 주어진 점에서의 각운동량** $\vec{\ell}$ **를 계산하면 된다.**

연습11-39 **(a) 중심축에 대한 관성 바퀴에 작용하는 토크의 크기는** $\tau = \frac{dL}{dt}$ **로 주어진다.**

$\Delta t\,(\mathrm{s}) = 1.5\,\mathrm{s}$ **동안에 작용하는 평균 토크(**τ_{avg}**)는**

$$\tau_{avg}\Delta t = \int_{L_i}^{L_f} dL = L_f - L_i ---------(1)$$

(1)식에 주어진 값을 대입하면 평균 토크 τ_{avg}를 계산할 수 있다. 여기서 $L_i,\ L_f$는 관성 바퀴의 처음 각운동량과 나중 각운동량이다.

(b) 관성 바퀴가 등각가속도 운동하면 $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 --------(2)$

로 주어지고 각가속도 α는 $\tau = I\alpha$에서 $\alpha = \tau/I$로 계산한다. $L_i = I\omega_0$에서 처음 각속도 $\omega_0 = L_i/I$ 로 주어진다. (2)식에 계산된 $\omega_0,\ \alpha$를 대입하면 $\Delta t\,(\mathrm{s}) = 1.5\,\mathrm{s}$ 후에 각도를 계산할 수 있다.

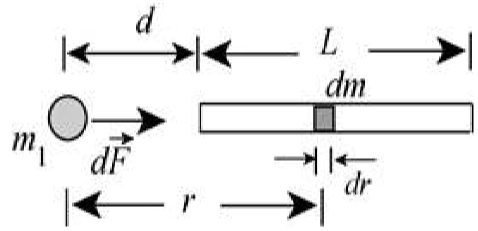
(c) 관성 바퀴에 토크가 한 회전운동에 대한 일은 $W = \tau \cdot \theta$를 계산하면 된다.

(d) 관성 바퀴에 토크가 한 평균 일률은 $P_{avg} = -\dfrac{W}{\Delta t}$를 계산하면 된다.

여기서 평균 일률의 (-) 부호는 관성바퀴에 토크가 한 일이 (-)값을 갖음을 의미한다.

연습13-1 질량$M = 4.0\,\mathrm{kg}$의 막대와 질량 $m_1 = 0.67\,\mathrm{kg}$의 입자에 작용하는 중력 F를 구하기 위해서는 먼저 입자의 질량 m_1과 막대의 미소질량 dm 과의 중력: dF

$$dF = \frac{Gm_1 dm}{r^2} = \frac{Gm_1 (M/L) dr}{r^2} --(1)$$



를 계산해야 된다. 여기서 막대의 미소질량 dm은 $dm = (M/L)dr$로 주어진다. 질량 m_1에 작용하는 작용하는 막대의 중력은 (1)식을 d에서 $(d+L)$까지 적분하면

$$F = \int dF = \frac{Gm_1 M}{L}\int_d^{d+L}\frac{dr}{r^2} = -\frac{Gm_1 M}{L}\left(\frac{1}{d+L} - \frac{1}{d}\right)$$

$$= \frac{Gm_1 M}{d(d+L)} ------------(2)$$

문제에서 주어진 값을 (2)식에 대입하여 계산하면 질량 m_1에 작용하는 작용하는 막대의 중력 F 값을 계산하면 된다.

연습13-36 소행성(asteroid)의 중력가속도 $a_g = \dfrac{GM}{R^2} = 4.5\mathrm{m/s^2}$, M 과 R은 소행성의 질량과 반지름이다.

(a) 소행성의 탈출속도는 탈출하려는 입자의 전체에너자가 0이 될 때이므로 에너지

보존법칙에서 $E=\dfrac{1}{2}mv_{esc}^2-\dfrac{GmM}{R}=0$**---------(1)**

에서 탈출속도 v_{esc} **를 구하면 된다. (1)에서 탈출속도** v_{esc}**는**

$v_{esc}=\sqrt{\dfrac{2GM}{R}}=\sqrt{2a_gR}$**--------(2)**

를 계산하면 된다. 여기서 R**은 소행성의 반지름이다.**

(b) 에너지 보존 법칙에서 소행성의 표면애서의 위치에너지

$U_i=-GMm/R$ **와 운동에너지** $K_i=1/2mv^2$**이므로 출발할 때의**

$E_i=\dfrac{1}{2}mv^2-\dfrac{GmM}{R}$**---------(3) 과 최고 높이로 올라갈 때는**

운동에너지는 0이고 최고 높이(h**)에서의 위치에너지** U_f**가 전체에너지가 되므로**

$E_f=-GMm/(R+h)$**-------(4)**

로 된다. 에너지 보존에서 (3)=(4)이므로

$\dfrac{1}{2}mv^2-\dfrac{GmM}{R}=-\dfrac{GMm}{R+h}$**---------(5)**

이 된다. (5)식에서 최고 높이(h**)를 계산하면 된다.**

(c) 입자를 $h=1000\text{km}$ **높이에서 소행성 표면으로 떨어뜨릴 때의 위치에너지**

$U_i=-GMm/(R+h)$**와 운동에너지** $K_i=0$ **이므로 전체에너지**

$E_i=-GMm/(R+h)$**--------(6) 과 소행성의 표면에서 위치에너지**

$U_f=-GMm/R$ **과 운동에너지** $K_f=1/2mv^2$**이므로 전체에너지**

$E_f=\dfrac{1}{2}mv^2-\dfrac{GmM}{R}$**---------(7)이 된다. 에너지 보존에서**

(6)=(7)에서 $-\dfrac{GMm}{R+h}=\dfrac{1}{2}mv^2-\dfrac{GmM}{R}$**--------(8)**

이 된다. (8)식에서 소행성 표면에 도달하는 속도 v**를 계산하면 된다.**

연습13-38 (a) Kepler의 행성에 대한 주기의 법칙에서 소행성의 공전주기는

$T^2=\dfrac{4\pi^2}{GM_\odot}r^3$ **이다.** $M_\odot$ **와** r**은 태양의 질량과 소행성의 궤도**

반지름이다.($M_\odot=1.99\times10^{30}\text{kg}$**,** $r=2R_E=300\times10^9\text{m}$**)**

소행성의 주기(T**)를 (단위 년으로) 계산한다.**

(b) 궤도 반지름 r**로 태양 주위로 원운동하는 행성의 운동에너지는**

$K = \dfrac{GM_{\odot}m}{2r}$이다. 여기서 m은 소행성의 질량이다.

지구의 운동에너지는 $K_E = \dfrac{GM_{\odot}M_E}{2R_E}$로 주어지고

(소행성:지구)의 운동에너지의 비 $\dfrac{K}{K_E}$를 계산한다.

연습13-55 (a) 달(moon)의 표면에서의 중력가속도는 $g_m = 1.67\mathrm{m/s^2}$(부록 C 참조)로 주어진다. 지구상에서의 무게 W는 달에서 무게 W_m로 된다고 하면

$W_m = W \times \left(\dfrac{g_m}{g}\right)$를 계산하면 된다.

(b) 달에서의 무게와 같아지는 지구중력의 가속도 a_g 는

$a_g = \dfrac{Gm_E}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\dfrac{Gm_E}{a_g}}$ 를 계산하여 지구 중심으로부터의

거리의 비는 $\dfrac{r}{R_E}$를 계산하면 된다.(단, 지구의 반지름은 $R_E = 6.37 \times 10^6\mathrm{m}$

이다.)

연습14-22 v_1, v_2를 각각 호스에 들어오고 나가는 물의 속력이라 하고 A_1를 호스의 단면적$A_1 = \pi R^2$, N개의 구멍을 작은 관이 모인 것으로 생각한다.
작은 관의 단면적은 $A_2 = A_1/N$로 주어지고 연속방정식:

$v_1 A_1 = v_2(NA_2) \Rightarrow \quad v_2 = v_1\dfrac{A_1}{NA_2} = v_1\dfrac{R^2}{Nr^2}$---------(1)

에서 R은 호스의 반지름이고 r은 구멍의 반지름이다.

반지름의 비는 지름의 비 이므로 $\dfrac{R}{r} = \dfrac{D}{d}$-----(2)를 (1)식에 대입하여

구멍에서 나오는 물의 속도 v_2를 구한다.

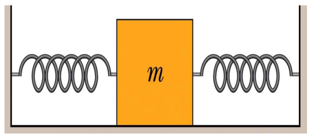
연습14-39 (a) Bernoulli의 방정식 $p_1 + \rho g h_1 + \dfrac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \dfrac{1}{2}\rho v_2^2$

를 사용한다.(첨자 1은 물탱크에 물이있는 위치이고 첨자 2는 물이 빠지는 구멍의 위치이다.) 특히 물탱크의 물이 있는 곳과 구멍의 압력은 같다($p_1 = p_2$). 그러므로 Bernoulli의 방정식은

$\rho g h_1 = \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ 로 된다. 이 식을 사용하여 물탱크에서 물이 빠지는 구멍에서의 부피흐름율 $R_2 = A_2 v_2$ 를 계산한다.

(b) 연속방정식 $A_2 v_2 = A_3 v_3$ 에서 물줄기의 단면적이 구멍의 반이 되는 점(첨저 3)의 물줄기의 속도 v_3를 구한다.
이 곳에서의 Bernoulli의 방정식은
$\rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g h_3 + \frac{1}{2}\rho v_3^2$ 로 주어진다. 이 식에서
$(h_2 - h_3)$를 계산한다.(구멍의 위치가 바닥임)

연습15-1 토막이 평형상태에 놓여있을 때 용수철에 작용하는 힘은 $F = -2kx$------(1)이므로



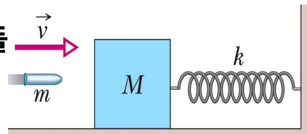
Newton의 제2법칙에서 $F = m\frac{d^2x}{dt^2}$------(2)

로 된다. (1)과 (2)식에서 $m\frac{d^2x}{dt^2} = -2kx$-----(3)식을 얻는다.

(3)식에 변위 $x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi)$--------(4)를 대입하여 간단히 하면

각진동수 $\omega^2 = \frac{2k}{m}$------(5)를 얻는다. (5)에서 진동수 $f = \frac{\omega}{2\pi}$를 계산한다.

연습15-13 (a)총알과 토막이 완전비탄성 충돌을 하므로 충돌 후에는 총알이 토막에 박혀서 단순 조화 진동을 한다.



운동량 보존법칙에서 충돌 후의 총알과 토막의 속도를 v'이라 하면
$mv = (M+m)v'$------(1)
에서 v'를 계산하면 된다.

(b) 충돌 후의 속도 v'이 평형 위치에서의 속도이므로 $v' = v_m$이라면 단순조화 진동의 식에서 진폭 x_m을 이용하여 $v_m = \omega x_m$------(2) 로 된다.

에너지보존의 법칙에서 $\frac{1}{2}(M+m)v'^2 = \frac{1}{2}kx_m^2$------(3)에 (1)식에서 구한 v'를 대입하여 x_m를 계산한다.

연습15-35 질량 $m = 5.00\,\mathrm{kg}$인 토막이 마찰이 없는 수평면에서 용수철 상수 $k = 1000\,\mathrm{N/m}$ 인 용수철에 부착되어 있다.

(a) 공식(15-12)의 각진동수 $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = 2\pi f$ 에서 진동수(f)를 구하면 된다.

(b) 토막-용수철 계의 평형 위치에서 $x_0 = 40.0\,\mathrm{cm}$ 떨어진 위치에서의 초기 탄성퍼텐셜에너지 U_0는 $U_0 = \dfrac{1}{2}kx_0^2$ 를 계산하면 된다.

(c) 초기 위치에서 토막의 속도 $v_0 = 10.0\,\mathrm{m/s}$의 운동에너지 $K_0 = \dfrac{1}{2}mv_0^2$ 를 계산하면 된다.

(d) 역학적 에너지 보존 법칙에서 전체에너지 E는 $E = U_0 + K_0$를 먼저 계산한 후에 운동의 진폭은 전체에너지가 탄성퍼텐셜에너지의 최대로 될 때 $E = \dfrac{1}{2}kx_m^2$ 에서 x_m 을 계산하면 된다.

연습16-1 팽팽한 줄의 가로 파동이 $y(x,t) = y_m \sin(kx \pm \omega t)$ --------(1) 으로 주어진다. 여기서 진폭은 y_m으로 주어지고 각각 k와 ω는 파수와 긱진동수이디. 문제에서 주어진 선밀도 $\mu = 5.00\,\mathrm{g/cm}$를 MKS 단위로 바꾸어서 사용한다.

(a) 주어진 문제에서 진폭 y_m를 구한다.

(b) 파동속도 $v = \sqrt{\dfrac{\tau}{\mu}} = \lambda f$ (τ:줄의 장력, μ:줄의 선밀도)에서 파장 λ를 구하면

$$\lambda = v/f = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}}/f ---------(2)$$

로 주어진다. (2)식의 파장을 파수 $k = 2\pi/\lambda$에 대입하여 파수 k를 계산한다.

(c) 주어진 진동수 $f = 100\,\mathrm{Hz}$를 각진동수 $\omega = 2\pi f$에 대입하여 각진동수 ω를 계산한다.

(d) 파동의 진행이 $-x$축 방향으로 진행되므로 ω 앞의 부호를 구하면 된다.

연습16-23 (a) 가로파동 $y = (0.021\mathrm{m})\sin[(2.0\mathrm{m}^{-1})x + (30\mathrm{s}^{-1})t)]$-----(1)은 $y = y_m \sin(kx + \omega t)$-----(2)식의 파동이므로 (1)=(2)식에서 파수 k, 각진동수 ω를 구하여, 파동의 속력 $v = \omega/k$에 대입하여 계산한다.

(b) 문제에서 선밀도 μ가 주어졌음로 파동의 속력은 $v = \sqrt{\tau/\mu}$ -------(3)가 된다. 줄의 장력 τ는 (3)식에서 주어지므로 $\tau = \mu v^2$에 대입하여 계산한다.

연습16-27 **파동** $y(x,t) = (2.00\mathrm{mm})[20\mathrm{m}^{-1})\mathrm{x} - (4.0\mathrm{s}^{-1})\mathrm{t})]^{1/2}$**-----(1)은** $y(x,t) = h(kx - \omega t)$**-----(2)식의 파동이므로 (1)=(2)식에서 파수** k**, 각진동수** ω**를 구하여, 파동의 속력** $v = \omega / k$**에 대입하여 계산한다.**