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

0000 년 00 학기 00 고사		과목명	물리학 11장 기출문제 답안지	학 과		학 년		감독교수확인
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 표기하시오.

[2012년 1학기 기말고사 7번] - 연습문제 11.2, 11.3, 11.5 참고

1. 용수철 상수가 $5.0\times10^3\,N/m$인 용수철의 한쪽 끝은 벽에 고정되어 있고 다른 쪽 끝에는 질량 $2.0\,kg$의 물체가 연결되어 있다. $1.0\times10^3\,N$의 힘으로 물체를 최대한 끌어당겼다가 $t=0\,s$인 시간에 물체를 놓았을 때 물체는 단순조화진동을 한다. $t=0\,s$일 때 진폭을 최대로 둘 때, 이 단순조화진동의 시간에 따른 변위 $x(t)$의 표현식을 나타내어라. (단, x의 단위는 m이고 t의 단위는 s이다.)

$$F=kx \quad\Rightarrow\quad F_{max}=kA \quad\Rightarrow\quad A=\frac{F_{max}}{k}=\frac{(1.0\times10^3\,N)}{(5.0\times10^3\,N/m)}=0.2\,m$$

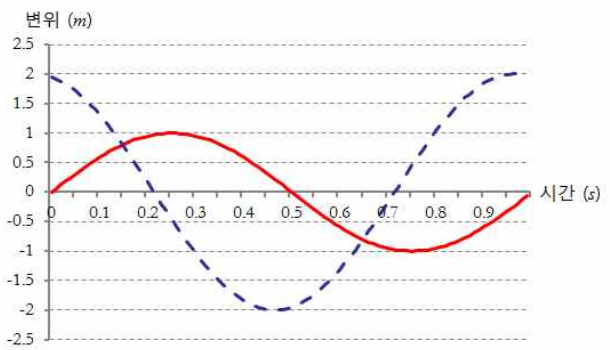
$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{(5.0\times10^3\,N/m)}{(2.0\,kg)}}\approx 50/s$$

$$x(t)=A\cos(\omega t)=(0.2\,m)\cos[(50/s)t]=(0.2\,m)\sin\left[(50/s)t+\frac{\pi}{2}\right]$$

($x(t)=$ $(0.2\,m)\cos[(50/s)t]$ or $(0.2\,m)\sin\left[(50/s)t+\frac{\pi}{2}\right]$)

[2013년 1학기 기말고사 7번] - 연습문제 11.3, 11.5, 11.11 참고

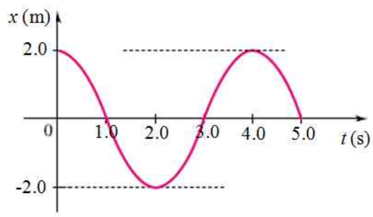
2. 아래 그림은 시간에 따른 두 가지 진동의 모습을 보여준다. 다음 물리량 중에서 두 진동에 공통인 것을 모두 고르시오. (③)



① 진폭	② 에너지	③ 진동수	④ 위상	⑤ 최대 속력
A	$E=\frac{1}{2}kA^2$ $=\frac{1}{2}m\omega^2A^2$	$f=\frac{1}{T}$	ϕ	$v_{max}=A\omega$ $=A\sqrt{\frac{k}{m}}$
$1\,m$	?	$1\,Hz$	0	?
$2\,m$	?	$1\,Hz$	$\frac{\pi}{2}$	?

[2012년 1학기 기말고사 8번] - 연습문제 11.3, 11.5 참고

3. 질량이 $1.0\,kg$인 물체가 용수철에 매달려 단순조화진동을 한다. 이 물체의 시간에 따른 위치 변화가 아래 그림과 같을 때, 이 물체의 최대 속력은 얼마인가?



〈 $A=2.0\,m$, $T=4.0\,s$ 〉

$$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{4.0\,s}=\frac{1}{4}/s=\frac{1}{4}Hz,\qquad \omega=2\pi f=2\pi\times\frac{1}{4}/s=\frac{\pi}{2}rad/s$$

$$x=A\cos(\omega t+\phi)=(2.0\,m)\cos\left[\left(\frac{\pi}{2}rad/s\right)t\right]$$

$$v=\frac{dx}{dt}=-\omega A\sin(\omega t+\phi)=-\left(\frac{\pi}{2}rad/s\times2.0\,m\right)\sin\left[\left(\frac{\pi}{2}rad/s\right)t\right]$$

$$=-(\pi\,m/s)\sin\left[\left(\frac{\pi}{2}rad/s\right)t\right]$$

$$v_{max}=\omega A=(2.0\,m)\times\left(\frac{\pi}{2}rad/s\right)=\pi\,m/s$$ ($v_{max}=$ $\pi\,m/s$)

[2010년 1학기 기말고사 8번] - 연습문제 11.3, 11.5 참고

4. 질량이 $5\,kg$인 물체가 용수철에 매달려서 단진동을 하고 있다. 시간 t에서 평형점으로부터 물체의 변위 x는 다음과 같이 주어진다.

$x=(0.2\,m)\cos[(10\,rad/s)\,t]$

이때, 이 물체의 최대 속력은 얼마인가?

$$x=A\cos(\omega t+\phi)\quad\Rightarrow\quad A=0.2\,m,\quad \omega=10\,rad/s$$

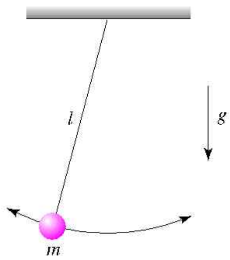
$$v=\frac{dx}{dt}=-\omega A\sin(\omega t+\phi)=-(10\,rad/s\times0.2\,m)\sin[(10\,rad/s)\,t]$$

$$v_{max}=\omega A=(10\,rad/s)\times(0.2\,m)=2.0\,m/s$$ ($v_{max}=$ $2\,m/s$)

[2011년 1학기 기말고사 5번] - 연습문제 11.6, 11.13, 11.16, 11.18 참고

[2010년 1학기 기말고사 6번]

5. 우측 그림과 같이 질량 m인 물체가 질량이 없는 길이 l인 실 끝에 매달려 단진동 하고 있다. 지구에서 이 단진자의 주기를 T라고 하면, 달에서 이 단진자의 주기는 T의 몇 배가 되겠는가? (단, 달의 질량은 지구 질량의 $1/80$ 이고, 달의 반지름은 지구 반지름의 $1/4$이라고 가정한다.)



$$g'=G\frac{M'}{R'^2}=G\frac{\left(\frac{1}{80}M\right)}{\left(\frac{1}{4}R\right)^2}=\frac{16}{80}\left(G\frac{M}{R^2}\right)=\frac{1}{5}g$$

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T'=2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{(g/5)}}=\sqrt{5}\times2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=\sqrt{5}\,T$$ ($\sqrt{5}$ 배)

<뒷 면에 단답형 문제 더 있음.>

[2014년 1학기 기말고사 7번] - 예제 11.3, 연습문제 11.7, 11.8, 11.11 참고

6. 용수철에 매달린 나무 조각이 마찰이 없는 수평면 위에서 단순조화운동을 한다. 이 계의 총 역학적 에너지는 E이다. 물체의 위치가 진폭의 1/4이 되었을 때, 운동에너지를 주어진 변수 E를 이용하여 나타내시오.

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = K + U$$

$$E = K + \frac{1}{2}kx^2 \quad \Rightarrow \quad E = K + \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{4}\right)^2 \quad \Rightarrow \quad K = E - \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{4}\right)^2$$

$$\Rightarrow \quad K = E - \frac{1}{16}\left(\frac{1}{2}kA^2\right) = E - \frac{1}{16}E = \frac{15}{16}E$$

($K = \frac{15}{16}E$)

[2014년 1학기 기말고사 8번] - 예제 11.4, 연습문제 11.13 참고

7. 길이가 L이고 질량이 m인 가느다란 막대의 끝을 천장에 매달아 물리진자를 만들어 단순조화진동 시켰다. 이 막대 진자의 주기 T를 L, m, 중력가속도의 크기 g를 이용하여 구하시오. (힌트: 이 막대의 회전관성은 $I = \frac{1}{3}mL^2$이다.)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgh}} \qquad \left\langle\ h = \frac{L}{2}\ \right\rangle$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}mL^2}{mg\left(\frac{L}{2}\right)}} = 2\pi\sqrt{\frac{2L}{3g}}$$

($T = 2\pi\sqrt{\frac{2L}{3g}}$)

[2009년 1학기 기말고사 8번] - 예제 11.4, 연습문제 11.13 참고

8. 질량이 M, 길이가 L인 막대의 한 끝을 천장에 고정시켜 만든 진자가 있다. 이 진자의 질량을 $3M$, 길이를 $2L$로 바꾸면 진자의 주기는 원래 주기의 몇 배가 되겠는가?

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgh}} \qquad \left\langle\ h = \frac{L}{2},\quad I = \frac{1}{3}ML^2\ \right\rangle$$

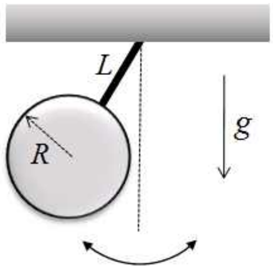
$$= 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}mL^2}{mg\left(\frac{L}{2}\right)}} = 2\pi\sqrt{\frac{2L}{3g}} \qquad <\ M\text{과 무관}\ >$$

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{2L'}{3g}} = 2\pi\sqrt{\frac{2(2L)}{3g}} = \sqrt{2}\left(2\pi\sqrt{\frac{2L}{3g}}\right) = \sqrt{2}\,T$$

($\sqrt{2}$ 배)

[2010년 1학기 기말고사 7번] - 예제 11.4, 연습문제 11.13, 11,14, 11.17 참고

9. 반지름이 R이고 질량이 M인 원판이 있다. 이 원판을 우측 그림에서와 같이 길이가 L인 질량을 무시할 수 있는 막대에 매달아 좌우로 단진동 시킨다. $L = R$이라 할 때, 이 진자의 주기를 구하여라. (단, 원판의 질량중심에 대한 회전관성은 $I_{cm} = \frac{1}{2}MR^2$이고, 중력가속도의 크기는 g이다.)



$$I = I_{cm} + MD^2 = \frac{1}{2}MR^2 + M(L+R)^2 = \frac{1}{2}MR^2 + M(R+R)^2$$

$$= \frac{1}{2}MR^2 + M(2R)^2 = \frac{1}{2}MR^2 + 4MR^2 = \frac{9}{2}MR^2$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}} \qquad \langle\ d = L + R = R + R = 2R\ \rangle$$

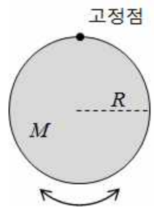
$$= 2\pi\sqrt{\frac{\frac{9}{2}MR^2}{Mg(2R)}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{9}{2}MR^2}{2MgR}}$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{9R}{4g}} = 3\pi\sqrt{\frac{R}{g}} = 3\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

($T = 3\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ or $3\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$)

[2013년 1학기 기말고사 8번] - 예제 11.4, 연습문제 11.13, 11,14, 11.17 참고

10. 오른쪽 그림에서와 같이 질량이 M이고 반지름이 R인 원판의 한 끝을 고정 시키고 작은 진폭으로 좌우로 진동하게 한다. 원판의 중심에 대한 회전관성을 $\frac{1}{2}MR^2$이라고 할 때, 이 단진동의 주기를 구하여라. (단, 중력가속도의 크기는 g이다.)



$$< h = R >$$

$$I_{\text{고정점}} = I_{\text{중심}} + Mh^2 = I_{\text{중심}} + MR^2 = \frac{1}{2}MR^2 + MR^2 = \frac{3}{2}MR^2$$

$$T_{\text{원판}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_{\text{고정점}}}{MgR}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}MR^2}{MgR}} = 2\pi\sqrt{\frac{3R}{2g}}$$

($T_{\text{원판}} = 2\pi\sqrt{\frac{3R}{2g}}$)

<뒷 면에 주관식 문제 있음.>

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

[2013년 1학기 기말고사 주관식 2번] - 연습문제 11.1, 11.2, 11.3, 11.5 참고

[주관식 1] [10점]

질량이 $2.0\,kg$인 물체가 용수철에 매달려서 단진동 하고 있다. 시간 t에서 평형점으로부터 물체의 변위는 $x=(0.30\,m)\cos[(5.0\,rad/s)\,t]$ 와 같이 주어진다. 이때, 다음 질문들에 답하여라.

(1) 이 용수철의 용수철 상수는 얼마인가? [5점]

$$\omega^2=\frac{k}{m} \quad\Rightarrow\quad k=m\omega^2=(2.0\,kg)\times(5.0\,rad/s)^2=50\,kg/s^2 \ \text{ or } \ 50\,N/m$$

(2) 단진동 하고 있는 물체의 최대 속력은 얼마인가? [5점]

$$x=A\cos(\omega t+\phi)=(0.30\,m)\cos[(5.0\,rad/s)\,t]$$

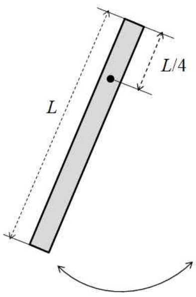
$$v=\frac{dx}{dt}=-\omega A\sin(\omega t+\phi)$$
$$=-(5.0\,rad/s\times 0.30\,m)\sin[(5.0\,rad/s)\,t]$$
$$=-(1.5\,m/s)\sin[(5.0\,rad/s)\,t]$$

$$v_{\max}=\omega A=(5.0\,rad/s)\times(0.30\,m)=1.5\,m/s$$

[2012년 1학기 기말고사 주관식 1번] - 예제 11.4, 연습문제 11.13 참고

[주관식 2] [10점]

그림과 같이 길이가 L이고 질량이 M인 균일한 막대가 막대 끝에서 $L/4$만큼 떨어진 고정점을 중심으로 단순조화 진동을 하고 있다. 이때, 다음 질문에 답하여라. (단, 중력가속도의 크기는 g이다.)



(1) 막대 중심을 회전축으로 하였을 때 막대의 회전관성은 $\frac{1}{12}ML^2$이다. 평행축 정리를 이용하여 그림의 고정점을 회전축으로 하였을 때 막대의 회전관성을 구하여라. [5점]

$$I=I_{cm}+Mh^2=\frac{1}{12}ML^2+M\left(\frac{L}{4}\right)^2 \qquad \left\langle\ h=\frac{L}{4}\ \right\rangle$$
$$=\frac{1}{12}ML^2+\frac{1}{16}ML^2=\frac{4}{48}ML^2+\frac{3}{48}ML^2=\frac{7}{48}ML^2$$

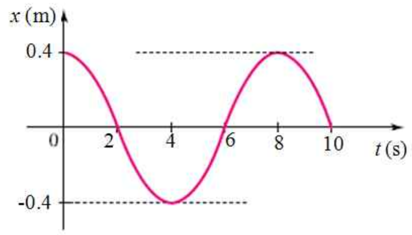
(2) 이 진동의 주기를 L과 중력가속도의 크기 g를 이용하여 나타내어라. [5점]

$$T=2\pi\sqrt{\frac{I}{mgh}}=2\pi\sqrt{\frac{\left(\frac{7}{48}ML^2\right)}{Mg\left(\frac{L}{4}\right)}}=2\pi\sqrt{\frac{7L}{12g}}$$

[2011년 1학기 기말고사 주관식 2번] - 연습문제 11.1, 11.2, 11.3, 11.5, 11.8, 11.11 참고

[주관식 3] [15점]

질량이 $1.0\,kg$인 물체가 용수철에 매달려 단순조화진동을 한다. 이 물체의 시간에 따른 위치 변화가 아래 그림과 같을 때, 다음 질문에 답하여라.



$A=0.4\,m, \qquad T=8\,s$

(1) 이 용수철의 용수철 상수를 구하여라. [5점]

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\Rightarrow\quad k=\frac{4\pi^2 m}{T^2}=\frac{4\pi^2\times(1.0\,kg)}{(8\,s)^2}=\frac{\pi^2}{16}\,kg/s^2 \ \text{ or } \ \frac{\pi^2}{16}\,N/m$$

(2) 이 물체의 최대 속력은 얼마인가? [5점]

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{\left(\frac{\pi^2}{16}\,kg/s^2\right)}{1.0\,kg}}=\frac{\pi}{4}/s$$

$$v_{\max}=\omega A=\left(\frac{\pi}{4}/s\right)\times(0.4\,m)=\frac{\pi}{10}\,m/s=0.1\pi\,m/s$$

<다른 풀이> 〈 $x=0\,m$ 일때 $\rightarrow v=v_{\max}$ 〉

$$E=K+U \quad\Rightarrow\quad \frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kx^2 \quad\Rightarrow\quad \frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

$$\Rightarrow\quad v_{\max}=\sqrt{\frac{k}{m}}A=\sqrt{\frac{\left(\frac{\pi^2}{16}\,kg/s^2\right)}{1.0\,kg}}\times(0.4\,m)$$
$$=\left(\frac{\pi}{4}/s\right)\times(0.4\,m)=\frac{\pi}{10}\,m/s=0.1\pi\,m/s$$

(3) 시간이 $1\,s$일 때 위치에너지(U)와 운동에너지(K)의 비, U/K를 구하여라. [5점]

$$x=A\cos(\omega t+\phi)=A\cos\left[\left(\frac{\pi}{4}/s\right)t\right]$$

$$\Rightarrow\quad x(t=1\,s)=A\cos\left[\left(\frac{\pi}{4}/s\right)\times(1\,s)\right]=A\cos\left[\frac{\pi}{4}\right]=A\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)=\frac{A}{\sqrt{2}}$$

$$U=\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}k\left(\frac{A}{\sqrt{2}}\right)^2=\frac{1}{4}kA^2=\frac{1}{4}\times\left(\frac{\pi^2}{16}\,kg/s^2\right)\times(0.4\,m)^2=\frac{\pi^2}{400}\,J$$

$$K=E-U=\frac{1}{2}kA^2-\frac{1}{4}kA^2=\frac{1}{4}kA^2=\frac{\pi^2}{400}\,J$$

$$\frac{U}{K}=\frac{\left(\frac{1}{4}kA^2\right)}{\left(\frac{1}{4}kA^2\right)}=\frac{\left(\frac{\pi^2}{400}\,J\right)}{\left(\frac{\pi^2}{400}\,J\right)}=1$$

<뒷 면에 주관식 문제 더 있음.>

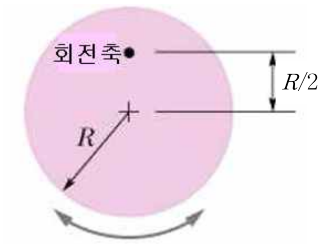
[주의 사항] 주관식 문제는 상세한 풀이과정이 없으면 영점처리 됩니다.

[2008년 1학기 기말고사 주관식 2번] - 예제 11.4,

연습문제 11.13, 11,14, 11.17 참고

[주관식 4] [10점]

그림에서와 같이 질량이 M이고 반지름이 R인 균일한 원판이 중심으로부터 거리 $R/2$인 지점을 축으로 진동한다.



(1) 평행축정리를 이용하여 회전축에 대한 원판의 회전관성 I를 구하여라. [5점]

(단, 원판의 중심에 대한 회전관성은 $\frac{1}{2}MR^2$이다.) $\left\langle\ h=\frac{R}{2}\ \right\rangle$

$$I=I_{cm}+Mh^2=\frac{1}{2}MR^2+M\left(\frac{R}{2}\right)^2=\frac{1}{2}MR^2+\frac{1}{4}MR^2=\frac{3}{4}MR^2$$

(2) 원판의 중심이 연직방향에 대해 작은 각도 θ만큼 회전한 상태에서 원판이 받는 돌림힘을 고려하여 θ가 만족하는 미분 방정식을 구하여라. [10점]

$<\ \theta \ll 1\ \rightarrow\ \sin\theta \approx \theta\ >$

$$\Sigma\tau=-Mgh\sin\theta\approx -Mgh\,\theta=I\frac{d\theta^2}{dt^2}=I\alpha$$

$$\Rightarrow\quad I\frac{d\theta^2}{dt^2}=-Mgh\,\theta \quad\Rightarrow\quad \left(\frac{3}{4}MR^2\right)\frac{d\theta^2}{dt^2}=-Mg\left(\frac{R}{2}\right)\theta$$

$$\Rightarrow\quad \frac{d\theta^2}{dt^2}=-\frac{2g}{3R}\theta \quad\Rightarrow\quad \frac{d\theta^2}{dt^2}+\frac{2g}{3R}\theta=0$$

$$\Rightarrow\quad \frac{d\theta^2}{dt^2}+\omega^2\theta=0 \qquad \left\langle\ \omega=\sqrt{\frac{2g}{3R}}\ \right\rangle$$

(3) 원판을 작은 각도만큼 돌렸다가 놓으면 원판은 회전축을 중심으로 단순조화운동을 하게 된다. 단순조화운동의 주기를 중력가속도의 크기 g와 R로 나타내어라. [5점]

$$T=2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgh}}=2\pi\sqrt{\frac{\left(\frac{3}{4}MR^2\right)}{Mg\left(\frac{R}{2}\right)}}=2\pi\sqrt{\frac{3R}{2g}}$$

<다른 풀이>

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{2g}{3R}}}=2\pi\sqrt{\frac{3R}{2g}}$$

[2007년 1학기 기말고사 8번] - 예제 10.4, 10.5, 11.5

연습문제 10.8, 10,9, 10.16 참고

[주관식 5] [20점]

밀도가 ρ인 길이 L이고 단면적이 A인 직육면체의 물체가 밀도가 ρ_0인 액체에 일부 잠겨있다. 액체 속으로 잠긴 부분의 길이를 L_0라고 하자. (단면적 A인 면은 액체의 표면과 항상 평행을 유지한다.)

(1) 이 물체가 받는 부력의 크기는 얼마인가? [4점]

$<$ 액체 속에 잠긴 부분의 부피를 V 라고 하자 $>$

$$B=m_{액체}\,g=\rho_0 V g=\rho_0 A L_0 g$$

또는 $B=W=mg=\rho V_{물체}\,g=\rho A L g$

$$B=\rho_0 A L_0 g=\rho A L g=W$$

(2) L_0만큼 잠겨서 평형상태가 된다고 할 때 L_0를 L, ρ, ρ_0의 함수로 표시하라. (단, $\rho<\rho_0$이다.) [4점]

$$\Sigma F=B-W=B-mg=ma=0 \qquad <\ a=0\ >$$

$$\Rightarrow\quad B=W \quad\Rightarrow\quad \rho_0 A L_0 g=\rho A L g \quad\Rightarrow\quad \rho_0 L_0=\rho L \quad\Rightarrow\quad L_0=\frac{\rho}{\rho_0}L$$

(3) 평형상태에서 L_0만큼 액체 속으로 잠겨 있는 물체를 액체 속으로 x만큼 더 밀어 넣었을 때 작용하는 복원력의 크기를 구하여라. (단, $x \ll L$) [5점]

$$\Sigma F=B'-W-F=(B+\Delta B)-W-F=B+\Delta B-W-F=ma=0$$

$$\Rightarrow\quad F=B+\Delta B-W=\Delta B=\rho_0\Delta V g=\rho_0 A x g \qquad <\ B=W\ >$$

$$\Rightarrow\quad F_{복원력}=-F=-\rho_0 A x g$$

(4) x만큼 더 밀어 넣었다가 놓았더니 이 물체가 상하로 진동하기 시작했다. 이 물체의 진동 주기는 얼마인가? [7점]

$$\Sigma F=F_{복원력}=-\rho_0 A x g=ma=m\frac{d^2x}{dt^2} \quad\Rightarrow\quad m\frac{d^2x}{dt^2}=-\rho_0 A x g$$

$$\Rightarrow\quad m\frac{d^2x}{dt^2}=-\rho_0 A x g \quad\Rightarrow\quad (\rho A L)\frac{d^2x}{dt^2}=-\rho_0 A x g \quad <\ m=\rho A L\ >$$

$$\Rightarrow\quad \frac{d^2x}{dt^2}=-\frac{\rho_0 A x g}{\rho A L}=-\frac{\rho_0 g}{\rho L}x \quad\Rightarrow\quad \frac{d^2x}{dt^2}+\frac{\rho_0 g}{\rho L}x=0$$

$$\Rightarrow\quad \frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2 x=0 \qquad \left\langle\ \omega=\sqrt{\frac{\rho_0 g}{\rho L}}\ \right\rangle$$

$$\Rightarrow\quad T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{\rho L}{\rho_0 g}}$$

<수고하셨습니다.>