

0000 년 00 학기 00 고사		과 목 명	물리학 8장 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					
				○ ○					
시험일시	0000. 00. 00								

[주의 사항] 1. 계산기는 사용할 수 없습니다.

2. 단위가 필요한 답에는 반드시 SI 체계로 단위를 표기하십시오.

[2015년 1학기 기말고사 4번]

[2014년 1학기 기말고사 3번] - 예제 9.6, 9.7, 9.8 연습문제 9.5, 9.6 참고

1. 피겨 스케이팅 선수가 처음에 회전관성 I , 각속력 ω 로 돌기 시작한 후, 몸을 펴서 회전관성을 $3I$ 로 증가시켰다. 최종 회전운동에너지를 구하십시오.

$$I'\omega' = I\omega \Rightarrow \omega' = \frac{I}{I'}\omega = \frac{I}{3I}\omega = \frac{\omega}{3}$$

$$K_r = \frac{1}{2}I'\omega'^2 = \frac{1}{2}(3I)\left(\frac{\omega}{3}\right)^2 = \frac{1}{6}I\omega^2$$

$$\left(K_r = \frac{1}{6}I\omega^2 \right)$$

[2008년 1학기 기말고사 7번] - 예제 9.6, 9.7, 9.8 연습문제 9.5, 9.6 참고

2. 일정한 각속도로 회전하던 별이 붕괴하여 회전관성이 $1/3$ 로 줄어들었다. 붕괴 전의 회전운동에너지를 K_1 , 붕괴 후의 회전운동에너지를 K_2 , 라고 할 때, 붕괴 전·후의 회전운동에너지의 비 K_2/K_1 는 얼마인가?

$$I_2\omega_2 = I_1\omega_1 \Rightarrow \omega_2 = \frac{I_1}{I_2}\omega_1 = \left(\frac{1}{3}I_1\right)\omega_1 = 3\omega_1$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}I_2\omega_2^2}{\frac{1}{2}I_1\omega_1^2} = \frac{I_2\omega_2^2}{I_1\omega_1^2} = \frac{\left(\frac{1}{3}I_1\right)(3\omega_1)^2}{I_1\omega_1^2} = \frac{\left(\frac{1}{3}I_1\right)(3\omega_1)^2}{I_1\omega_1^2} = 3$$

$$\left(\frac{K_2}{K_1} = 3 \right)$$

[2013년 1학기 기말고사 1번] - 예제 8.3, 8.4, 연습문제 8.4, 8.5 참고

[2007년 1학기 중간고사 11번]

3. 어떤 행성의 질량은 지구 질량의 $1/80$ 이고 반지름은 지구 반지름의 $1/4$ 일 때, 이 행성의 표면에서 떨어지는 물체의 가속도는 얼마인가? (단, 지구 표면에서의 중력가속도의 크기는 10 m/s^2 이다.)

$$g = G\frac{M}{R^2} = 10\text{ m/s}^2$$

$$g' = G\frac{M'}{R'^2} = G\frac{\left(\frac{1}{80}M\right)}{\left(\frac{1}{4}R\right)^2} = \frac{16}{80}\left(G\frac{M}{R^2}\right) = \frac{1}{5}g = \frac{1}{5}\times(10\text{ m/s}^2) = 2\text{ m/s}^2$$

$$\left(g' = 2\text{ m/s}^2 \right)$$

[2015년 1학기 기말고사 1번] - 예제 8.3, 8.4, 연습문제 8.4, 8.5 참고

4. 중력(or 만유인력)은 우주에 존재하는 질량이 있는 모든 물체 사이에 작용하는 보편적인 인력 상호작용이다. 만유인력 상수를 G , 지구 질량을 M , 지구 반지름을 R 이라고 할 때, 지표면으로부터 높이 h 인 곳의 중력가속도의 크기 g 를 주어진 변수들을 이용하여 나타내시오.

$$g = G\frac{M}{r^2} \Rightarrow g(R+h) = G\frac{M}{(R+h)^2} \quad \left(g_h = G\frac{M}{(R+h)^2} \right)$$

[2009년 & 2006년 1학기 기말고사 1번] - 예제 8.3, 8.4,

연습문제 8.4, 8.5 참고

5. 지표면에서 지구 반지름 R 만큼 올라간 높이와 지구 지름 D 만큼 올라간 높이에서의 중력가속도는 각각 지표면에서 중력가속도의 크기 g 의 몇 배인가?

$$g_R = G\frac{M}{(R+R)^2} = G\frac{M}{(2R)^2} = \frac{1}{4}\left(G\frac{M}{R^2}\right) = \frac{1}{4}g$$

$$g_D = G\frac{M}{(R+2R)^2} = G\frac{M}{(3R)^2} = \frac{1}{9}\left(G\frac{M}{R^2}\right) = \frac{1}{9}g$$

$$\left(g_R = \frac{1}{4}g, \quad g_D = \frac{1}{9}g \right)$$

[2012년 & 2009년 1학기 기말고사 2번] - 연습문제 8.7, 8.8 참고

6. 어떤 우주선이 지구의 중력장을 벗어나서 탈출하기 위한 최소 속력을 v_E 라고 하고, 화성의 중력장을 벗어나서 탈출하기 위한 최소 속력을 v_M 이라고 할 때, v_E/v_M 은 얼마인가? 단, 화성의 질량은 지구 질량의 $1/10$ 이고 화성의 반지름은 지구 반지름의 $1/2$ 로 가정한다.

$$E = K + U = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} \geq 0 \Rightarrow v \geq \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$\frac{v_E}{v_M} = \frac{\sqrt{\frac{2GM_E}{r_E}}}{\sqrt{\frac{2GM_M}{r_M}}} = \sqrt{\frac{r_M M_E}{r_E M_M}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{2}r_E\right)M_M}{r_E\left(\frac{1}{10}M_E\right)}} = \sqrt{\frac{10}{2}} = \sqrt{5}$$

$$\left(\frac{v_E}{v_M} = \sqrt{5} \right)$$

[2010년 1학기 기말고사 2번] - 연습문제 8.7, 8.8 참고

7. 물체가 지구 표면을 따라서 원운동 할 때의 속도를 제1우주속도(v_1)라고 하고, 물체가 지구의 중력장을 벗어나 탈출할 때의 속도를 제2우주속도(v_2)라고 한다. v_2/v_1 은 얼마인가?

$$m\frac{v_1^2}{R} = G\frac{Mm}{R^2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$E = K + U = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{GMm}{R} \geq 0 \Rightarrow v_2 \geq \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{2GM/R}}{\sqrt{GM/R}} = \sqrt{2} \quad \left(\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{2} \right)$$

[2015년 1학기 기말고사 2번] - 연습문제 8.7, 8.8 참고

8. 지표면에 위치한 질량 m 인 물체가 지구 중력장을 벗어나기 위해 필요한 최소 운동에너지를 만유인력 상수 G , 지구 질량 M , 지구 반지름 R 을 이용하여 나타내시오.

$$E = K + U = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} \geq 0 \Rightarrow K \geq -U$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{2}mv^2 \geq -\left(-G\frac{Mm}{R}\right) = G\frac{Mm}{R}$$

$$\left(K_{\min} = G\frac{Mm}{R} \right)$$

<뒷 면에 단답형 문제 더 있음.>

[2013년 1학기 기말고사 2번] - 연습문제 8.7, 8.8 참고

9. 어떤 발사체를 지표면에서 지구 탈출 속력의 $1/3$ 배의 속력으로 연직 위로 발사한다. 지구의 반경이 R 이라고 할 때, 발사체가 지표면에서부터 도달할 수 있는 최고 높이는 얼마인가?

$$E = K + U = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} \geq 0 \Rightarrow v \geq \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

$$v = \frac{1}{3}v_{\text{탈출}} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\Delta K = -\frac{1}{2}mv^2 = -\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{3}\sqrt{\frac{2GM}{R}}\right)^2 = -\frac{1}{9}\frac{GMm}{R}$$

$$-\Delta U = \int_R^{R+h} F dr = \int_R^{R+h} \left(-G\frac{Mm}{r^2}\right) dr = -GMm \int_R^{R+h} \frac{1}{r^2} dr$$

$$= -GMm \left[-\frac{1}{r}\right]_R^{R+h} = GMm \left(\frac{1}{R+h} - \frac{1}{R}\right)$$

$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow -\frac{1}{9}\frac{GMm}{R} = GMm \left(\frac{1}{R+h} - \frac{1}{R}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{9}\frac{GMm}{R} = GMm \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right) \Rightarrow \frac{1}{9R} = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R+h} = \frac{1}{R} - \frac{1}{9R} = \frac{8}{9R} \Rightarrow R+h = \frac{9R}{8}$$

$$\Rightarrow h = \frac{9R}{8} - R = \frac{1}{8}R$$

$$(h = \frac{1}{8}R)$$

[2007년 1학기 중간고사 12번] - 예제 8.5 참고

10. 한 번의 길이가 a 인 정삼각형의 3개의 꼭짓점에 질량이 m 인 물체가 하나씩 놓여 있다. 물체 사이에는 만유인력이 작용하고 있다 그 중 하나의 물체를 무한히 먼 곳으로 이동시키는 데 외부에서 해 주어야 하는 일은 얼마인가?

$$\Delta U_g = U(r) - U(\infty) = U(r) - 0 = -W_g$$

$$U(r) = -W_g = -\int_{\infty}^r \vec{F}_g \cdot d\vec{r} = \int_{\infty}^r F_g dr = \int_{\infty}^r G\frac{m_1 m_2}{r^2} dr$$

$$= G m_1 m_2 \int_{\infty}^r \frac{1}{r^2} dr = G m_1 m_2 \left[-\frac{1}{r}\right]_{\infty}^r = -\frac{G m_1 m_2}{r}$$

$$U_i = -G\frac{m^2}{a} - G\frac{m^2}{a} - G\frac{m^2}{a} = -3G\frac{m^2}{a}$$

$$U_f = -G\frac{m^2}{a}$$

$$W_{ext} = -W_g = \Delta U = U_f - U_i = -G\frac{m^2}{a} - \left(-3G\frac{m^2}{a}\right) = 2G\frac{m^2}{a}$$

$$(W_{ext} = 2G\frac{m^2}{a})$$

[2008년 1학기 기말고사 2번] - 예제 8.6 참고

11. 행성이 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도를 돌고 있다. 태양으로부터 가장 멀리 있을 때의 거리가 가장 가까이 있을 때의 거리의 3배라고 한다. 이 행성의 최대 선속력은 최소 선속력의 몇 배인가?

$$dA = \frac{1}{2}r ds = \frac{1}{2}r(r d\theta) = \frac{1}{2}r^2 d\theta \Rightarrow \frac{dA}{dt} = \frac{1}{2}r^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2}r^2 \omega = \text{일정}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}r_1^2 \frac{d\theta_1}{dt} = \frac{1}{2}r_2^2 \frac{d\theta_2}{dt} \quad \text{or} \quad \frac{1}{2}r_1^2 \omega_1 = \frac{1}{2}r_2^2 \omega_2$$

$$\Rightarrow \frac{d\theta_1}{d\theta_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad \text{or} \quad \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1 \omega_1}{r_2 \omega_2} = \frac{r_1 r_2^2}{r_2 r_1^2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{3r_1}{r_1} = 3$$

(3 배)

[2014년 & 2012년 1학기 기말고사 1번] - 연습문제 8.9 참고

12. 케플러의 관찰에 따르면, “행성의 주기의 제곱은 태양과의 거리의 세제곱에 비례한다.” 태양의 질량을 M , 태양과의 거리를 r , 만유인력 상수를 G 라고 할 때, 행성의 공전 주기를 주어진 변수로 표시하시오.

$$\begin{cases} \text{만유인력 : } F_g = G\frac{Mm}{r^2} & \left\langle v = \frac{2\pi r}{T}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \right\rangle \\ \text{구심력 : } F_c = ma_c = m\frac{v^2}{r} = m\frac{(2\pi r/T)^2}{r} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2} \end{cases}$$

$$= mr\omega^2 = mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$F_g = F_c \Rightarrow G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2} \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}r^3$$

$$\Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}r^3 \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2}{GM}r^3}$$

$$(T = \sqrt{\frac{4\pi^2}{GM}r^3})$$

[2011년 1학기 기말고사 2번] - 연습문제 8.9 참고

13. 지구에서 100광년 떨어진 외계에서 어떤 별을 중심으로 한 행성이 공전 하는 것이 관찰되었다. 공전의 주기는 0.5년이고 공전의 반경은 지구와 태양 사이 거리의 2배로 측정되었다. 이때, 이 별의 질량은 태양 질량의 몇 배인가? (단, 지구와 행성은 모두 원을 그리며 공전하고 있다고 가정한다.)

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}r^3 \Rightarrow M = \frac{4\pi^2}{G} \frac{r^3}{T^2}$$

$$\Rightarrow M' = \frac{4\pi^2}{G} \frac{r'^3}{T'^2} = \frac{4\pi^2}{G} \frac{(2r)^3}{(T/2)^2} = 32 \times \left(\frac{4\pi^2}{G} \frac{r^3}{T^2}\right) = 32M$$

(32 배)