

2008년 국가직 7급 물리학개론 봉책형 해설

01. ④	02. ③	03. ②	04. ②	05. ③	06. ④	07. ①	08. ①	09. ①	10. ③
11. ③	12. ④	13. ①	14. ④	15. ③	16. ②	17. ①	18. ①	19. ④	20. ②

1. 【정답】 ④

‘구심력=만유인력’에서 $\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$, 원운동의 속력 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이고,

반지름비가 2:1이므로 속도 비는 $\frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{1}{1} = 1 : \sqrt{2}$ 가 된다.

소행성과 지구의 질량비는 1:10⁴이므로 운동에너지 비 : 1:10⁴ × (√2)² = 1:20,000

2. 【정답】 ③

물체를 원판의 가장자리에 올려놓더라도 계에 작용하는 알짜토크는 0이므로 각운동량 보존법칙이 성립한다.

각운동량 보존법칙 : $\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 0.5^2 \cdot \omega_0 = \left(\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 0.5^2 + 0.2 \cdot 0.5^2 \right) \omega$

$$2\omega_0 = 2.2\omega$$

$$\omega = \frac{2}{2.2}\omega_0 = \frac{10}{11}\omega_0 = 0.909091\omega_0 \approx 0.91\omega_0 \text{ 약 } 0.91\omega_0 \text{이다.}$$

3. 【정답】 ②

$$72 \text{ [km/h]} = \frac{72 \times 10^3}{3600} = 20 \text{ [m/s]}$$

운동량 보존법칙(완전 비탄성 충돌) : 1000 · 20 = 2000 · v

따라서 충돌 후 속도 $v = 10 \text{ [m/s]}$

에너지 보존법칙(마찰력이 한 일 = 물체의 운동에너지 변화량) : $\mu mgs = \frac{1}{2}mv^2$

$$\mu = \frac{v^2}{2gs} = \frac{100}{2 \cdot 10 \cdot 10} = 0.5$$

4. 【정답】 ②

역학적 에너지 보존법칙 : $\frac{1}{2}mv^2 + mgx = \frac{1}{2}kx^2$

$$\frac{1}{2} \cdot 0.1 \cdot v^2 + 0.1 \cdot 10 \cdot 0.1 = \frac{1}{2} \cdot 110 \cdot 0.1^2$$

$$0.5v^2 + 1 = 5.5, \quad v^2 = 9, \quad v = 3 \text{ [m/s]}$$

5. 【정답】 ③

$$T_1 = m_1g + m_2g + m_3g = 10 + 20 + 30 = 60 \text{ [N]}$$

$$T_2 = T_1 - m_1g = 60 - 10 = 50 \text{ [N]}$$

6. 【정답】 ④

도플러 효과에 의해

$$\text{최대 진동수 : } f_{\max} = 680 \cdot \left(\frac{340 + 3 \cdot 2}{340} \right) \text{ Hz}$$

$$\text{최소 진동수 : } f_{\min} = 680 \cdot \left(\frac{340 - 3 \cdot 2}{340} \right) \text{ Hz}$$

$$f_{\max} - f_{\min} = 680 \times \frac{12}{340} = 24 \text{ Hz}$$

7. 【정답】 ①

단진자의 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이고, 두 진자의 길이가 같으므로 주기는 $T_A = T_B$ 이다.

질량은 A 가 더 크므로 운동에너지는 A 가 더 크다.

8. 【정답】 ①

물 1 kg를 끓이는데 2,260 kJ의 에너지가 필요하므로

물 0.5 kg를 끓이는데 $2,260 \times 0.5 = 1,130$ kJ의 에너지가 필요하다.

$$\frac{2260 \text{ kJ}}{1 \text{ kg}} = \frac{1130 \text{ kJ}}{0.5 \text{ kg}}$$

$$\text{엔트로피 변화량 } dS = \frac{\delta Q}{T} = \frac{1130}{100 + 273} = \frac{1130}{373} = 3.02 \text{ [kJ/K]} \approx 3 \text{ [kJ/K]}$$

9. 【정답】 ①

이상기체의 제곱평균제곱근 속력 $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ 이므로

제곱평균제곱근 속력은 절대온도의 제곱근에 비례한다.

$$T_1 = 90 + 273 = 293 \text{ K}, \quad T_2 = 900 + 273 = 1173 \text{ K} \quad \text{이므로}$$

이상기체의 온도가 20 °C 에서 900 °C 로 증가하면

제곱평균제곱근 속력은 대략 $\sqrt{\frac{1173}{293}} = \sqrt{4.00341} \approx 2$ 배 증가한다.

10. 【정답】 ③

$T_b = 4T_0$ (상태 a 와 b 의 압력은 같고, 상태 b 의 부피가 a 의 4배이므로)

$T_c = 4T_0 \cdot 2 = 8T_0$ (상태 b 와 c 의 부피는 같고, 상태 c 의 압력이 b 의 2배이므로)

' $b \rightarrow c$ ' 과정은 부피가 일정한 등적과정이므로

$$dU = \delta Q = \frac{3}{2}R\Delta T = \frac{3}{2}R(8T_0 - 4T_0) = 6RT_0$$

11. 【정답】 ③

$$\text{스넬의 법칙 : } \frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta_r} = \frac{\frac{4}{5}c}{\frac{2}{3}c} = \frac{12}{10} = \frac{6}{5}$$

$$\sin \theta_r = \frac{5}{6} \sin 30^\circ = \frac{5}{12}$$

12. 【정답】 ④

볼록렌즈와 오목렌즈가 광축인 x 축을 따라 놓여있으므로 단계적으로 생각한다.

$$\text{볼록렌즈에 의한 상의 위치 : } \frac{1}{16} + \frac{1}{b} = \frac{1}{8}, \quad b = 16 \text{ cm}$$

볼록렌즈에 의한 상의 위치는 오목렌즈 왼쪽 $24 - 16 = 8 \text{ cm}$ 에 위치하므로

$$\text{오목렌즈에 의한 상의 위치 } \frac{1}{8} + \frac{1}{b} = \frac{1}{-6} \quad b = -\frac{24}{7} = -3.4 \text{ cm}$$

따라서 오목렌즈 좌측 약 3.4 cm 에 위치하며 $b < 0$ 이므로 허상이다.

13. 【정답】 ①

전자에 작용하는 알짜힘은 전기력과 자기력의 합력이므로

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 0 & 1000 & 1000 \\ 0 & 0.01 & 0 \end{vmatrix} = (-10, 0, 0)$$

$$\vec{F} = q[(10, 0, 0) + (-10, 0, 0)] = 0 \text{ N}$$

14. 【정답】 ④

점전하 $+Q$ 가 있는 지점을 원점으로 잡으면 전기장 $E = kQ\left(\frac{1}{r^2} - \frac{2}{(40-r)^2}\right)$ 이다.

$$\text{a점에서 전기장 : } E_a = kQ\left(\frac{1}{0.1^2} - \frac{2}{0.3^2}\right) = \frac{700}{9}kQ$$

$$b\text{점에서 전기장} : E_b = kQ \left(\frac{1}{0.2^2} - \frac{2}{0.2^2} \right) = -25kQ$$

$$c\text{점에서 전기장} : E_c = kQ \left(\frac{1}{0.3^2} - \frac{2}{0.1^2} \right) = -\frac{1700}{9}kQ$$

따라서 전기장의 세기 $|E_c| > |E_a| > |E_b|$ 이다.

- ① 전기장의 세기는 c, a, b점 순서로 강하다.
- ② c점의 전기장의 세기가 a점의 세기보다 크다.
- ③ 전하량의 비가 1:2이므로 거리의 비가 $1:\sqrt{2}$ 로 내분하는 지점인 a와 b사이에서 전기장의 세기가 0이다.
- ④ a, b, c점 중에서 전기장의 세기가 가장 강한 곳은 c이다.

15. 【정답】 ③

$$\text{유도전류 } I = \frac{V}{R} = \frac{1}{R} N \frac{d\Phi}{dt} = \frac{N}{R} \frac{d(BA)}{dt} = \frac{NA}{R} \frac{dB}{dt}$$

$$\left. \frac{dB}{dt} \right|_{t=2} = 0.5 - 2 \times 0.5 \times 2 = -1.5$$

$$\text{유도전류의 크기 } |I| = \frac{20 \times 0.01}{3} \times 1.5 = 0.1 \text{ A}$$

16. 【정답】 ②

$$\text{전기용량이 } 4[\mu] \text{인 축전기에 충전된 전하량} : Q = CV = 4 \times 10 = 40 [\mu\text{C}]$$

충전되어 있지 않은 축전기 A를 병렬로 연결하면 두 축전기에 충전된 전하량은 보존되므로 $(4 + C_A) \times 5 = 40$

$$C_A = 4 [\mu\text{F}]$$

17. 【정답】 ①

$$\textcircled{1} \quad 2\pi r = n\lambda = n \frac{h}{mv} \text{에서 } v = \frac{nh}{2\pi mr}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \text{에서 } r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{mv^2}$$

$$v = \frac{nh}{2\pi mr} = \frac{nh}{2\pi m \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{mv^2}} = \frac{2\epsilon_0 nhv^2}{e^2}, \quad v = \frac{e^2}{2\epsilon_0 nh}$$

미세구조상수(fine structure constant) $\alpha = \frac{e^2}{2\epsilon_0 hc}$ 을 대입하여 정리하면

$$v = \frac{e^2}{2\epsilon_0 n h} = \frac{c\alpha}{n}, \quad \alpha \approx \frac{1}{137} \text{ 이므로 } v = \frac{c}{137} \times \frac{1}{n} \text{ 으로 나타낼 수 있다.}$$

$n = 1$ 인 바닥상태에서 전자의 속력은 광속의 1%도 되지 않는다.

따라서 전자는 핵 주위를 광속에 가까운 속력으로 운동하지 않는다.

18. 【정답】 ①

상대론적 운동에너지 $(\gamma - 1)mc^2$ 는 정지에너지 mc^2 보다 훨씬 크므로

전체에너지 γmc^2 으로 보아도 무방하다. $E = (\gamma - 1)mc^2 \approx \gamma mc^2$

$E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2$ 에서 정지에너지는 전체에너지보다 훨씬 작으므로 무시한다.

$$E = pc$$

$$p = \frac{E}{c} = \frac{2 \times 10^{15}}{3 \times 10^8} = \frac{2}{3} \times 10^7$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{4 \times 10^{-15}}{\frac{2}{3} \times 10^7} = 6 \times 10^{-22} \text{ m}$$

19. 【정답】 ④

④ 빛의 세기가 증가하면 방출되는 광전자의 개수가 증가한다.

①, ②, ③은 빛의 진동수와 관계있는 설명이다.

20. 【정답】 ②

‘충격량 = 운동량의 변화량’ : $0.01F = 0.1v$, $v = 0.1F$

포물선 운동의 수평도달거리 $R = \frac{v^2 \sin 2\theta}{g}$ 에 $R = 250 \text{ m}$, $v = 0.1F$ 를 대입하면

$$250 = \frac{(0.1F)^2 \sin 2\theta}{g}, \quad \text{정리하면 } F = \frac{500}{\sqrt{\sin 2\theta}}$$

따라서 $2\theta = 90^\circ$ 일 때 최소한의 힘 $F_{\min} = \frac{500}{1} = 500 \text{ [N]}$ 이다.