

2007년 국가직 7급 물리학개론 공책형 해설

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

1. 【정답】 ②

입사각(물고기가 물 표면을 바라보고 있는 각도 = 60°)이 임계각(= 49°)보다 크므로 굴절 없이 모든 광선이 반사된다. 따라서 연못 바닥에 있는 물체를 볼 수 있다.

2. 【정답】 ④

두 극판 사이를 어떤 유전체로 채우더라도 충전된 전하량은 보존되므로

$$Q = C \cdot 200 = 5C \cdot \frac{200}{5} \quad (\text{전기용량은 5배 증가, 전위차는 } \frac{1}{5} \text{로 감소})$$

① 전기용량은 5배 증가한다.

② 극판에 축전된 전하는 일정하다.

③ 축전기에 저장된 에너지 $E = \frac{Q^2}{2C}$ 이고, 전기용량이 5배 증가하였으므로

에너지는 $\frac{1}{5}$ 배로 감소한다.

④ ③으로부터 축전기에 저장된 에너지가 감소하였으므로 축전기가 외부에 일을 해주었다.

3. 【정답】 ②

$$\text{전기용량 : } C = \epsilon_0 \frac{A}{d} = 9 \times 10^{-12} \times \frac{(10^3)^2}{900} = 10^{-8} [\text{F}]$$

4. 【정답】 ③

$$\text{바닥상태 에너지 준위 : } E_1 = -13.6 [\text{eV}]$$

$$\text{첫 번째 들뜬상태 에너지 준위 : } E_2 = -\frac{13.6}{2^2} = -3.4 [\text{eV}]$$

5. 【정답】 ②

$$\text{중성자 수} = \text{질량 수} - \text{양성자 수} = 235 - 92 = 143$$

$$\text{양성자 수} = 92$$

6. 【정답】 ②

$$\text{열역학 제1법칙 : } dU = \delta Q - \delta W = \delta Q - PdV = 1000 - 10^5(0.03 - 0.01) = -1000 \text{ J}$$

따라서 이 기체의 에너지는 1000 J 만큼 감소한다.

7. 【정답】 ②

무반사가 일어나려면 불화마그네슘 표면에서 반사된 빛과 유리 표면에서 반사된 빛이 상쇄간섭을 하면 되므로 '경로차=홀수배×불화마그네슘에서의 빛의 반파장' 이면 된다.

불화마그네슘의 두께를 d 라 하면 경로차는 $2d$, 불화마그네슘에서의 빛의 반파장 $= \frac{\lambda}{2n}$ 이므로

$$2d = (2m + 1) \times \frac{\lambda}{2n} \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

두께 d 가 최소일 때는 $m = 0$ 일 때 $d = \frac{\lambda}{4n}$ 이다.

8. 【정답】 ③

자이로드롭의 좌석 뒤에는 자석, 기둥에는 금속판이 달려있어 좌석의 낙하 시에 자석에 의한 자기장의 변화에 의해 금속판에 유도전류가 흐르게 되며(패러데이의 법칙), 이때 유도전류의 방향은 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 생기게 된다.(렌츠의 법칙) 이 두 원리를 이용한 와전류 브레이크를 사용하여 정지하게 된다.

따라서 패러데이 법칙과 렌츠의 법칙의 응용에 가장 가깝다.

9. 【정답】 ②

도체(경비행기의 주 날개)가 자기장(지구 자기장)에 수직한 방향으로 등속도 운동할 때, 도체 내의 전자는 한쪽 방향으로 자기력을 받아 움직이게 된다, 전자들은 도체의 한쪽 방향에 이동하여 쌓이게 되고, 상대적으로 반대편에는 양전하가 남으므로 도체 내부에 전기장이 발생한다. 전기장에 의한 전기력과 자기장에 의한 자기력이 평형을 이룰 때까지 한쪽방향에 전자가 쌓이고, 평형상태에서는 전기장에 의한 전기력과 자기장에 의한 자기력의 크기가 같으므로, (홀효과)

$$\text{전기력} = \text{자기력} : qE = qvB, \quad E = vB$$

$$\text{따라서 도체 양단의 전위차 } \Delta V = E \cdot d = vB \cdot l = Blv$$

$$\text{전위차의 근사값 } \Delta V = 0.6 \times 10^{-4} \times 30 \times 300 = 0.54 [\text{V}] \approx 0.5 [\text{V}]$$

10. 【정답】 ③

$$\text{주양자수가 } n \text{인 상태의 수} : 2n^2$$

$$\text{주양자수가 } 5 \text{인 상태의 수} : 2 \cdot 5^2 = 50$$

<참고>

주양자수가 n 일 때

$$\text{궤도 각운동량이 } l=0 \text{인 경우 } m_s = 0, m_s = -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2} \text{이므로 } 1 \times 2 = 2 \text{개}$$

$$\text{궤도 각운동량이 } l=1 \text{인 경우 } m_s = -1, 0, +1, m_s = -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2} \text{이므로 } 3 \times 2 = 6 \text{개}$$

궤도 각운동량이 $l=2$ 인 경우 $m_s = -2, -1, 0, +1, +2$, $m_s = -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$ 이므로
 $5 \times 2 = 10$ 개

궤도 각운동량이 $l=3$ 인 경우 $m_s = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$, $m_s = -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
 이므로 $6 \times 2 = 12$ 개

$\vdots$

궤도 각운동량이 $l=n-1$ 인 경우 $m_s = -l, -(l-1), \dots, +(l-1), +l$,
 $m_s = -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$ 이므로 $(2l+1) \times 2 = 2(2l+1)$

따라서 주양자수가 n 일 때 상태의 수 $= \sum_{l=0}^{n-1} 2(2l+1) = 4 \cdot \frac{n(n-1)}{2} + 2n = 2n^2$

11. 【정답】 ①

역학적 에너지 보존 법칙 $\frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}Mv^2 = Mgh$, $\frac{1}{2}I\left(\frac{v}{R}\right)^2 + \frac{1}{2}Mv^2 = Mgh$ 에서

바닥에서의 질량중심의 병진운동 속력 $v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{I}{MR^2}}}$ 이다.

속이 짝 찬 공의 질량 관성모멘트 : $I_A = \frac{2}{5}MR^2$

속이 텅 빈 공의 질량 관성모멘트 : $I_B = \frac{2}{3}MR^2$

고리의 관성모멘트 : $I_C = MR^2$

$I_A < I_B < I_C$ 이므로 $v_A > v_B > v_C$ 이다.

따라서 A-B-C 순으로 바닥에서 질량중심의 병진 운동속력이 크다.

12. 【정답】 ②

탈출속력을 v_e 라 하면 물체가 탈출속력으로 운동할 때 총 에너지는 0이므로

$$\frac{1}{2}mv_e^2 - \frac{GMm}{R} = 0, \quad v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

보기의 $\sqrt{\frac{M}{R}}$ 값을 비교하면

$$\textcircled{1} \quad \sqrt{\frac{2M_E}{2R_E}} = \sqrt{\frac{M_E}{R_E}} \quad \textcircled{2} \quad \sqrt{\frac{2M_E}{\frac{1}{2}R_E}} = 2\sqrt{\frac{M_E}{R_E}} \quad \textcircled{3} \quad \sqrt{\frac{\frac{1}{2}M_E}{2R_E}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{M_E}{R_E}}$$

$$\textcircled{4} \sqrt{\frac{\frac{1}{2}M_E}{\frac{1}{2}R_E}} = \sqrt{\frac{M_E}{R_E}}$$

따라서 탈출 속력이 가장 큰 행성은 ②번이다.

13. 【정답】 ①

역학적 에너지 보존 법칙(탄성 퍼텐셜에너지 = 운동에너지) : $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(2m)v^2$

$$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0.2^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2$$

$$v = 0.2 \text{ [m/s]}$$

14. 【정답】 ①

$$\text{용수철 상수} : k = \frac{10 \text{ [m]}}{0.1 \text{ [m]}} = 100 \text{ [N/m]}$$

$$\text{용수철 두 개를 직렬로 연결할 때 등가 용수철 상수} : k_{eq} = \frac{100 \cdot 100}{100 + 100} = 50 \text{ N/m}$$

$$\text{단진동의 각 진동수} : \omega = \sqrt{\frac{k_{eq}}{m}} = \sqrt{\frac{50}{0.5}} = 10 \text{ [rad/s]}$$

$$\text{단진동의 주기} : T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{5} = 0.2\pi \text{ [s]}$$

15. 【정답】 ④

물은 수소결합에 의해 고체 상태 얼음에서 육각형 구조 배열을 이루고 있다가 0℃에서 4℃까지는 수소결합 일부가 끊어지면서 육각형 구조 배열이 깨지며 부피가 감소하고, 4℃에서 10℃까지는 물 분자사이의 거리가 멀어지며 부피가 증가한다.

16. 【정답】 ③

실의 장력을 T , 물체의 속력을 v 라 하면

$$\text{연직방향 힘의 평형} : T \sin \theta = mg, \text{ 수평방향 구심력} : T \cos \theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$\text{두식에서 } T \text{를 소거하면 } \frac{T \sin \theta}{T \cos \theta} = \frac{mg}{\frac{mv^2}{r}}, \tan \theta = \frac{rg}{v^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{rg}{\tan \theta}} = \sqrt{\frac{0.3 \sqrt{3} \times 10}{\frac{1}{\sqrt{3}}}} = \sqrt{9} = 3$$

17. 【정답】 ③

최고점에서의 수직항력을 N , 속력을 v 라 하면

$$\text{최고점에서 구심력} : N + mg = \frac{mv^2}{R}, \quad v = \sqrt{R\left(\frac{N}{m} + g\right)}$$

$$\text{최고점과 최저점에서의 역학적 에너지 보존 법칙} : \frac{1}{2}mv^2 + mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{v^2 + 4gR}$$

따라서 v_0 가 최소하려면 v 가 최소 이어야 하며, 수직항력 $N=0$ 일 때 v 가 최소이므로

$$mg = \frac{mv^2}{R}, \quad v^2 = gR$$

$$\text{따라서 롤러코스터 차량의 최소속력 } v_0 = \sqrt{v^2 + 4gR} = \sqrt{gR + 4gR} = \sqrt{5gR}$$

18. 【정답】 ④

공을 원운동의 중심방향으로 잡아당길 때 잡아당기는 힘과 이동거리 벡터가 평행하므로 작용하는 알짜토크는 0(힘 벡터와 이동거리 벡터의 외적은 0이므로)이고, 따라서 각운동량 보존법칙이 성립한다. (다만, 중심방향으로 일을 한 것이므로 공의 운동에너지는 증가한다.)

$$\text{각운동량 보존법칙} : r \cdot m \cdot v = \frac{r}{2} \cdot m \cdot 2v$$

$$\text{줄의 장력(=구심력)} : F = \frac{m(2v)^2}{\frac{r}{2}} = 8 \cdot \frac{mv^2}{R}$$

따라서 줄의 장력은 8배 증가한다.

19. 【정답】 ①

한쪽만 열린 관에서의 진동이므로 인접한 공명음의 길이 차이가 반파장이 된다.

$$l_{n+1} - l_n = \frac{\lambda}{2} = 35 \text{ [cm]}$$

$$\text{파장} : \lambda = 70 \text{ [cm]} = 0.7 \text{ [m]}$$

$$\text{소리의 속력} : v = f\lambda = 480 \times 0.7 = 336 \text{ [m/s]}$$

20. 【정답】 ②

$$\text{부피를 반으로 줄일 때} : \delta W = \int_{\frac{V}{2}}^V PdV = \int_{\frac{V}{2}}^V \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln 2 = 200 \text{ [J]}$$

$$\text{부피를 } \frac{1}{8} \text{로 줄일 때} : \delta W = \int_{\frac{V}{8}}^V \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln 8 = 3nRT \ln 2 = 3 \times 200 = 600 \text{ [J]}$$