

## 2012년 국가직 7급 물리학개론 인책형 해설

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

### 1. 【정답】 ③

전체계에 대한 뉴턴의 운동 제2법칙 :  $20 = (4 + 6)a$

가속도 :  $a = 2 \text{ [m/s}^2\text{]}$

물체 A가 물체 B에 가하는 수평힘의 크기는  
물체 B에 작용하는 알짜힘의 크기와 같으므로

$$F_{AB} = F_B = m_B a = 6 \times 2 = 12 \text{ [N]}$$

### 2. 【정답】 ②

줄에서의 정상파 :  $\frac{1}{2}\lambda, \lambda, \frac{3}{2}\lambda, 2\lambda, \dots = L$

파장  $\lambda = \frac{2L}{n}$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )으로 나타낼 수 있다.

파장을 나열하면  $\lambda = 2L, L, \frac{2}{3}L, \frac{1}{2}L, \frac{2}{5}L, \dots$

②번  $\frac{3}{4}L$ 은 될 수 없다.

### 3. 【정답】 ④

전기 쌍극자에 작용하는 토크의 크기  $|\vec{\tau}| = qEd \sin\theta$  ( $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ )

여기서  $\theta$ 는 전기쌍극자 모멘트  $\vec{p} = qd$ 와 전기장  $\vec{E}$ 가 이루는 각도이다.

① 전기장  $\vec{E}$ 에 의해  $-q$  전하에 작용하는 힘은  $-x$ 방향,  $+q$  전하에 작용하는 힘의 방향은  $+x$ 방향이므로 토크에 의한 쌍극자의 회전 방향은 반시계 방향이다.

② 토크의 크기는  $E$ 에 비례한다.

③ 토크의 크기는  $d$ 에 비례한다.

④ 토크의 크기는  $q$ 에 비례한다.

### 4. 【정답】 ③

$$\frac{dU(x)}{dx} = 3(x-2)^2 - 12$$

$$\frac{dU(x)}{dx} = 0, \quad x-2 = \pm 2 \text{ 이므로 } x = 0, 4$$

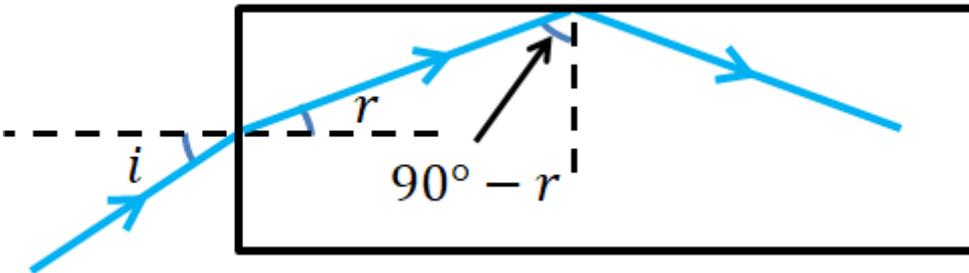
$x = 0$ 은 극대이므로 불안정 평형점,  $x = 4$ 는 극소이므로 안정 평형점이다.

따라서 입자의 안정한 평형 점의 위치는  $x = 4$ 이다.

5. 【정답】 ②

$$\text{효율 } e = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = \frac{2.0 \times 10^3 - 1.5 \times 10^3}{2.0 \times 10^3} = 0.25$$

6. 【정답】 ②



처음 공기 중에서 광섬유에 입사할 때 입사각을  $i$ , 굴절각을  $r$ 이라하면, 광섬유 내부에서 입사할 때 입사각은  $90^\circ - r$ 이다. 광섬유 내부의 입사각인  $90^\circ - r$ 이 임계각보다 크다면 전반사가 일어나게 된다.

따라서 임계각을  $\theta_c$ 라 하면 전반사가 일어날 조건 ' $90^\circ - r \geq \theta_c$ '이다.

$$\text{임계조건 : } \frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n} \text{에서 } \sin \theta_c = \frac{1}{n}$$

$$\text{절단면에서 스넬의 법칙 : } \frac{\sin i}{\sin r} = n$$

$$\text{전반사가 일어날 조건을 변형하면 } \sin(90^\circ - r) \geq \sin \theta_c, \cos r \geq \sin \theta_c$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \text{에서 } \cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r} = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin i}{n}\right)^2}, \sin \theta_c = \frac{1}{n} \text{이므로}$$

$$\cos r > \sin \theta_c : \sqrt{1 - \left(\frac{\sin i}{n}\right)^2} \geq \frac{1}{n}$$

정리하면  $n \geq \sqrt{1 + \sin^2 i}$  이고  $0 \leq \sin^2 i \leq 1$ 이므로  $n \geq \sqrt{2}$  이어야 한다.

따라서 최소 굴절률은  $n = \sqrt{2}$ 이다.

다른 풀이

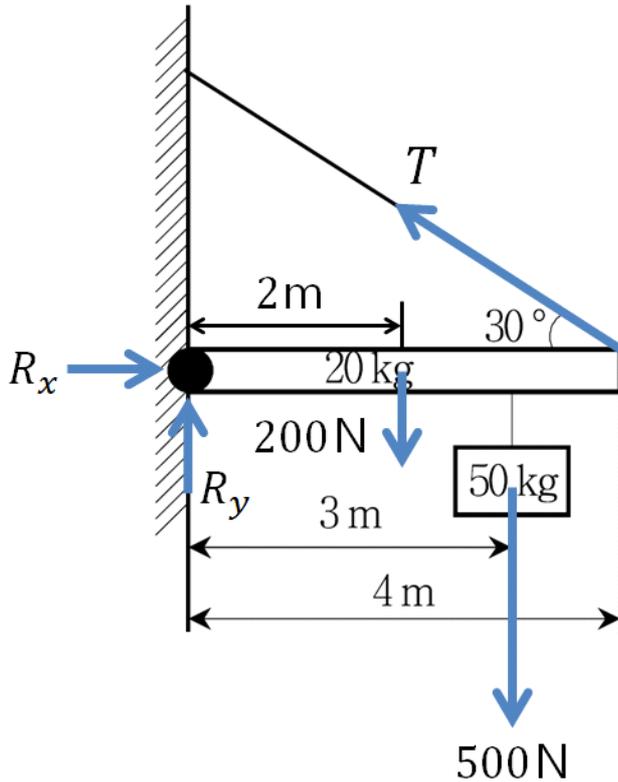
입사각  $i$ 에 관계없이 광섬유 내부 경계면에서 전반사가 일어나야 하고,

입사각  $i$ 가 커질수록 굴절각  $r$ 은 커지고 광섬유 내부 경계면 입사각  $90^\circ - r$ 은 작아지므로 입사각이 가장 큰  $i = 90^\circ$ 에서 광섬유 내부 경계면 입사각(이때 최댓값을 갖는다.)  $90^\circ - r$ 이 임계각  $\theta_c$ 보다 크다면 전반사가 일어나게 된다.

입사각  $i = 90^\circ$ 일 때 굴절각은 임계각과 같으므로( $r = \theta_c$ )이므로 광섬유 내부 경계면 입사각  $90^\circ - r = 90^\circ - \theta_c$ 이고  $90^\circ - \theta_c \geq \theta_c$ 이므로

$\theta_c \leq 45^\circ$  따라서 임계각  $\theta_c = 45^\circ$  일 때 굴절률  $n = \frac{1}{\sin 45^\circ} = \sqrt{2}$  이 최소 굴절률이 된다.

7. 【정답】 ①



케이블에 걸리는 장력을  $T$ 라 하고 수평빔에 작용하는 힘을 나누태면 그림과 같다.  
수평 빔의 벽지지점에서 돌림힘(모멘트) 평형 :  $200 \times 2 + 500 \times 3 = T \sin 30^\circ \times 4$

케이블에 걸리는 장력  $T = \frac{1900}{2} = 950 \text{ [N]}$

8. 【정답】 ③

등온팽창에서의 열역학 제1법칙 :  $dU = \delta Q - \delta W = 0$

열의 양 :  $\delta Q = \delta W = \int_V^{2V} P dV = \int_V^{2V} \frac{RT}{V} dV = RT \ln 2$

9. 【정답】 ④

그림과 같이 단위면적당 전하 밀도가  $+\sigma$ 인 무한히 큰 절연체 판을 포함하는 정육면체를 폐곡면으로 잡으면 가우스법칙에 의해

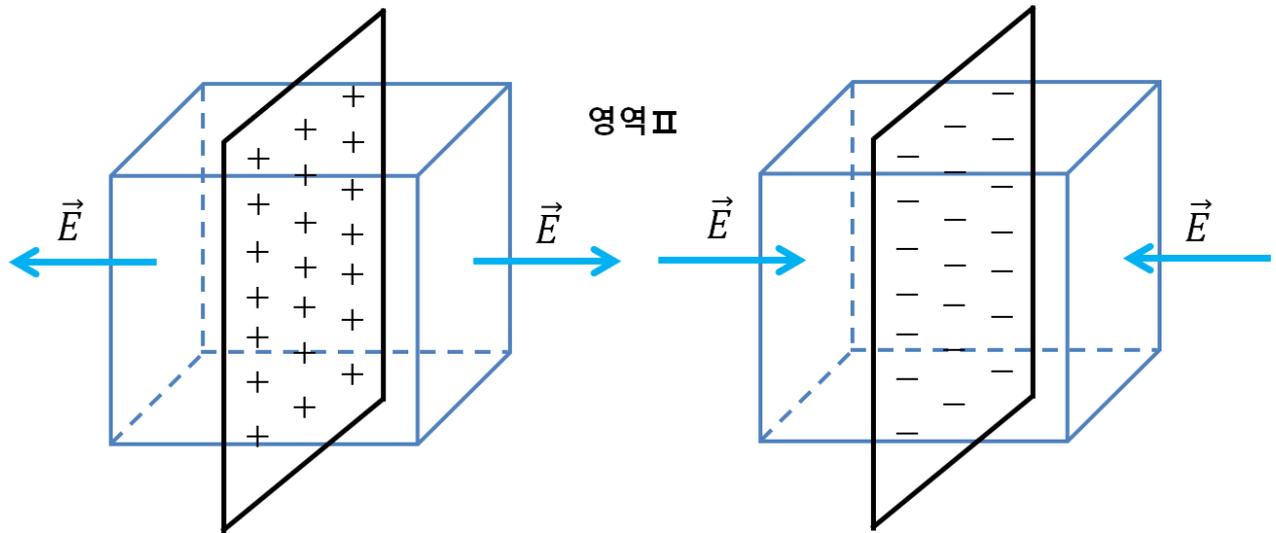
$$E \cdot A + E \cdot A = \frac{Q}{\epsilon_0} \text{ (정육면체의 한면의 면적 } A)$$

$$E = \frac{Q}{2A\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

따라서 단위면적당 전하 밀도가  $+\sigma$ 인 무한히 큰 절연체 판의 왼쪽에서는  $-x$ 방향으로  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ 의 전기장이, 오른쪽에서는  $+x$ 방향으로  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ 의 전기장이 작용한다.

마찬가지로 생각하면 단위면적당 전하 밀도가  $-\sigma$ 인 무한히 큰 절연체 판의 왼쪽에서는  $+x$ 방향으로  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ 의 전기장이, 오른쪽에서는  $-x$ 방향으로  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ 의 전기장이 작용한다.

따라서 영역 II에서는  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ 의 전기장이 오른쪽( $\rightarrow$ ,  $+x$ 방향)으로 작용한다.



다른 풀이

면전하밀도를  $\sigma$ 라 할 때 무한 대전평면에서의 전기장  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ 이고 면전하밀도  $+\sigma$ 의 절연체

판에 의한 영역 II에서의 전기장의 방향은 오른쪽( $\rightarrow$ ), 면전하밀도  $-\sigma$ 의 절연체 판에 의한 영역 II에서의 전기장의 방향도 오른쪽( $\rightarrow$ )이므로 두 판 사이(영역 II)에서의 전기장의

크기는  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ 이고, 방향은 오른쪽( $\rightarrow$ )이 된다.

### 10. 【정답】 ②

(자세한 설명은 2009년 국가직 7급 10번 해설 참고)

문제의 조건으로부터

$$\text{콤프턴 이동 } \Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) = \frac{h}{mc}(1 - \cos 60^\circ) = \frac{h}{2mc} > 0 \text{ 이므로}$$

콤프턴 이동  $\Delta\lambda = \frac{h}{2mc}$ 이고,  $\Delta\lambda > 0$ 이므로 파장은 길어진다.

11. 【정답】 ③

행성의 질량을  $M$ , 반경을  $R(= 1,000 \text{ [km]} = 10^6 \text{ [m]})$ 이라 하면

$$\text{행성의 표면에서의 중력가속도} : g = \frac{GM}{R^2} = 2 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

행성에서의 탈출속력 :

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2GM}{R^2}R} = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \times 2 \times 10^6} = 2,000 \text{ [m/s]}$$

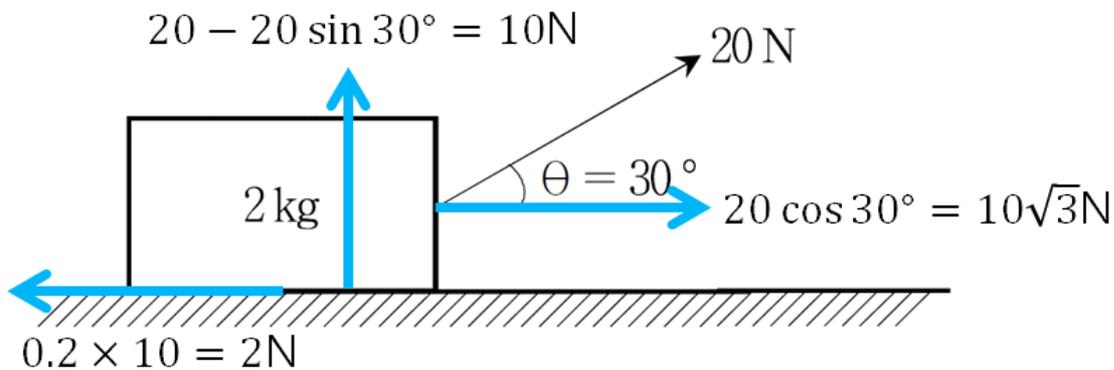
12. 【정답】 ①

$$\text{제곱평균제곱근속력} : v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (R : \text{기체상수}, T : \text{절대온도}, M : \text{분자량})$$

따라서 제곱평균제곱근속력은 압력과는 관계없으므로

압력이 초기 압력의 3배, 절대온도가 초기 온도의 2배가 되면  $v_{\text{rms}}$ 는  $\sqrt{2}$ 배 증가 한다.

13. 【정답】 ④



$$\text{힘의 수평방향 분력} : 20 \cos 30^\circ = 10\sqrt{3} \text{ [N]}$$

$$\text{물체에 작용하는 수직항력} : 20 - 20 \sin 30^\circ = 10 \text{ [N]}$$

$$\text{물체에 작용하는 마찰력} : 0.2 \times 10 = 2 \text{ [N]}$$

$$\text{운동방정식} : 2a = 10\sqrt{3} - 2$$

$$\text{물체의 수평방향 가속도} a = 5\sqrt{3} - 1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

14. 【정답】 ②

$$\text{병렬로 연결된 축전기 } C_1, C_2 \text{의 합성 전기용량} : C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 2 = 6 \text{ [\mu F]}$$

직렬연결 된 축전기의 전하량은 같으므로 ( $Q = C_{eq} V_1 = C_3 V_2$ ) 전압은 1 : 2로 분배된다.

따라서  $C_3$ 에 걸리는 전압은  $9 \times \frac{2}{3} = 6 \text{ [V]}$ 이다.

$$\text{축전기 } C_3 \text{에 저장된 전기에너지} E = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 6^2 = 54 \text{ [\mu J]}$$

15. 【정답】 ④

단순조화운동에서 평형점에서 최대 속력을 가지므로

$$\text{역학적 에너지 보존} : \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{최대 속력 } v = \sqrt{\frac{k}{m}} x = \sqrt{\frac{200}{0.5}} \times 0.1 = 2 \text{ [m/s]}$$

단순조화운동에서 힘이 최대인 지점에서 최대 가속도를 가지므로

$$\text{힘의 평형} : F = -ma = -kx$$

$$\text{최대 가속도 } a = \frac{kx}{m} = \frac{200 \times 0.1}{0.5} = 40 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

다른 풀이

$$\text{단순조화운동의 고유진동수} : \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{0.5}} = 20 \text{ [rad/s]}$$

문제의 조건으로부터 변위  $x(t) = 0.1\cos 20t$ 로 놓으면

$$\text{속도 } v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -2\sin 20t$$

$$\text{가속도 } a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = -40\cos 20t$$

따라서 최대속력 2 [m/s], 최대가속도 40 [m/s<sup>2</sup>]이다.

16. 【정답】 ④

이중 슬릿 간섭 실험에서 서로 이웃한 밝은 띠 사이의 거리 :

$$\Delta x = \frac{L\lambda}{d} = \frac{50 \times 10^{-2} \times 500 \times 10^{-9}}{0.1 \times 10^{-3}} = 25 \times 10^{-4} \text{ [m]} = 2.5 \text{ [mm]}$$

17. 【정답】 ④

운동량 보존(완전비탄성 충돌) :  $4 \cdot 2 = (4+1)v$ ,  $v = 1.6 \text{ [m/s]}$

$$\text{역학적 에너지 보존} : \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 1.6^2 = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot x^2$$

$$\text{스프링의 최대 압축 길이 } x = \frac{1}{4} \times 1.6 = 0.4 \text{ [m]}$$

18. 【정답】 ①

평면을 뚫고 나오는 방향의 자기장을 양의 방향으로 잡으면 (전류의 방향은 반시계방향)

$$\text{세 원형도선의 중심에서의 자기장의 세기} : B = k' \frac{I}{d} - k' \frac{I}{2d} + k' \frac{x}{4d} = 0$$

$$I - \frac{I}{2} + \frac{x}{4} = 0, \quad x = -2I$$

따라서 원형도선 C의 전류의 세기는  $2I$ 이고  $x = -2I$ 이므로 시계방향으로 전류가 흘러야 한다.

19. 【정답】 ①

자의 로렌츠 인자를  $\gamma$ 라 하면 상대론적 운동량  $p = \gamma mv$ 에서

$$\gamma \cdot 80 \cdot v = 100 \cdot v$$

$$80\gamma = 100. \quad \text{로렌츠 인자 } \gamma = \frac{5}{4}$$

$$\text{기준계에서 자의 길이 : } L = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{1}{\frac{5}{4}} = \frac{4}{5} \text{ [m]} = 80 \text{ [cm]}$$

20. 【정답】 ③

파장이  $660 \text{ [nm]}$ 인 광자 1개의 에너지 :

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{660 \times 10^{-9}} = 3 \times 10^{-19} \text{ [J]}$$

따라서  $300 \text{ [W]}$  광원에서 1초당 방출되는 광자의 수  $n = \frac{300}{3 \times 10^{-19}} = 10^{21} \text{ [개]}$  이다.