

2011년 국가직 7급 물리학개론 우책형 해설

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

1. 【정답】 ①

(가) 하전 입자의 원자번호를 a , 질량수를 b 라 하면

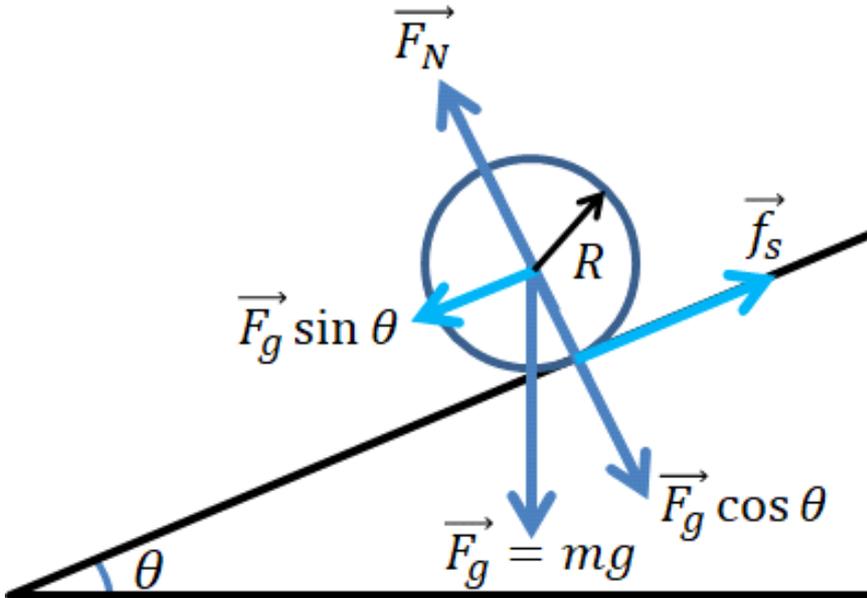
핵분열과정에서 원자번호 합과 질량수 합이 보존되므로

$$\text{원자번호 합} : 92 = 93 + a, \quad a = -1$$

$$\text{질량수 합} : 239 = 239 + b, \quad b = 0$$

원자번호 -1 , 질량수 0 이므로 (가)에 들어갈 하전 입자는 전자(e^-)이다.

2. 【정답】 ③



경사면의 각도를 θ , 정지마찰력을 f_s 라 하면

$$f_s - mg \sin \theta = ma \quad (F = ma \text{의 뉴턴 2법칙})$$

$$Rf_s = I\alpha \quad (\tau = I\alpha \text{의 회전에 대한 뉴턴 2법칙})$$

$$\alpha = -\frac{a}{R} \quad (\text{가속도 } a \text{는 } x \text{축 음의 방향이므로 음의 값, 각가속도 } \alpha \text{는 반시계방향이므로 양의 값})$$

$$f_s = \frac{I\alpha}{R} = -\frac{Ia}{R^2} \quad \text{을 } f_s - mg \sin \theta = ma \text{에 대입하여 정리하면}$$

$$-\left(\frac{I}{R^2} + m\right)a = mg \sin \theta, \quad a = -\frac{g \sin \theta}{1 + \frac{I}{mR^2}}$$

따라서 경사면에서 질량중심의 가속도 $a = -\frac{g \sin \theta}{1 + \frac{I}{mR^2}}$ 이다.

고리의 질량 관성모멘트 : $I_A = mR^2$

속이 빈 구의 질량 관성모멘트 : $I_B = \frac{2}{3}mR^2$

속이 찬 구의 질량 관성모멘트 : $I_C = \frac{2}{5}mR^2$

$I_A > I_B > I_C$ 이므로 $|a_A| < |a_B| < |a_C|$ 이다.

따라서 가속도의 크기가 큰 속이 찬구가 가장 먼저 도착한다.

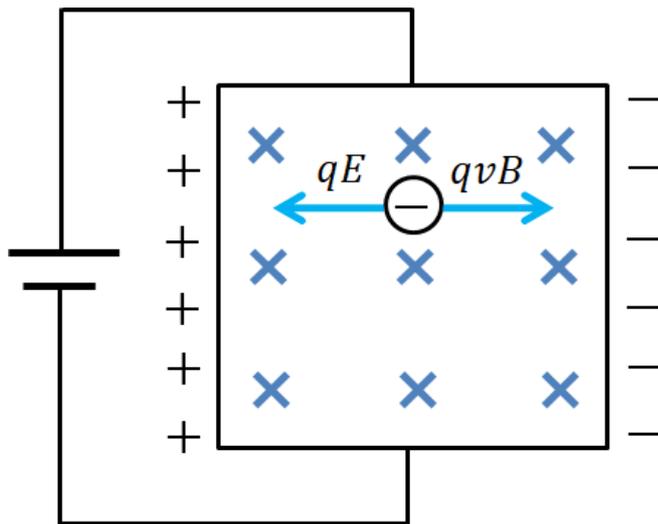
3. 【정답】 ②

건물 A에서 수평으로 던져진 물체가 1초 동안 연직 아랫방향으로

이동한 거리 $\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1^2 = 5\text{m}$ 이므로 건물 B의 지붕에 도달하기 위해서는

수평방향으로 1초 동안 4m 이동하면 된다. 따라서 수평방향 속력은 4m/s이다.

4. 【정답】 ④



그림과 같이 전류가 흐르는 도체에 수직으로 자기장을 걸어주면 도체내의 전자는 자기력을 받아 움직이게 된다. 전자들은 도체의 한쪽방향에 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)

$$\text{전기력} = \text{자기력} : qE = qv_d B, E = v_d B$$

$$\text{전위차} : V = Ed$$

$$B = \frac{E}{v_d} = \frac{V}{v_d d} = \frac{6 \times 10^{-6}}{1.5 \times 10^{-4} \times 0.02} = 2 [\text{T}]$$

5. 【정답】 ①

지구 탈출속력의 50%의 속력은 $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ 이고 물체가 지구와 가장 멀어졌을 때 운동에너지는 0, 만유인력에 의한 퍼텐셜에너지는 최대가 되므로 이때 물체와 지구 중심사이의 거리를 x 라 하면

$$\text{역학적 에너지 보존 법칙 : } \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}\sqrt{\frac{2GM}{R}}\right)^2 - \frac{GMm}{R} = -\frac{GMm}{x}$$

$$\frac{GMm}{4R} - \frac{GMm}{R} = -\frac{3GMm}{4R} = -\frac{GMm}{x}$$

$$x = \frac{4}{3}R$$

6. 【정답】 ①

$$\text{스넬의 법칙 : } \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\frac{40}{\sqrt{h^2 + 40^2}}}{\frac{27}{\sqrt{36^2 + 27^2}}} = \frac{4}{1}$$

$$\frac{40}{\sqrt{h^2 + 40^2}} = \frac{3}{5} \times \frac{4}{3} = \frac{4}{5}$$

$$h^2 + 40^2 = 50^2$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

7. 【정답】 ①

$$\text{진동수 } 2f \text{인 빛이 입사할 때 : } K_{\max} = h(2f) - hf = hf = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{진동수 } 3f \text{인 빛이 입사할 때 : } K_{\max} = h(3f) - hf = 2hf = mv^2 = \frac{1}{2}m(\sqrt{2}v)^2$$

따라서 진동수 $3f$ 인 빛이 입사할 때 전자의 최대 속력 $v_{\max} = \sqrt{2}v$ 이다.

8. 【정답】 ③

$$\text{등압과정에서의 열에너지 : } \delta Q = C_p \Delta T = \frac{5}{2}R \Delta T = \frac{5}{2} \times 8.3 \times (40 - 20) = 415 \text{ [J]}$$

9. 【정답】 ①

$$\text{원반의 질량중심 : } r_{\text{cm}} = \frac{\pi(2R)^2 \cdot 0 - \pi R^2 \cdot \left(-\frac{1}{2}R\right)}{\pi(2R)^2 - \pi R^2} = \frac{\frac{1}{2}\pi R^3}{3\pi R^2} = \frac{1}{6}R$$

10. 【정답】 ②

a → b (등적과정) : $dU_{ab} = \delta Q = 14,000 \text{ [J]}$

b → c (등압과정) :

$$dU_{bc} = \delta Q - \delta W = 96,000 - 2 \times 10^5 \times (0.3 - 0.1) = 96,000 - 40,000 = 56,000 \text{ [J]}$$

$$dU_{\text{total}} = dU_{ab} + dU_{bc} = 14,000 + 56,000 = 70,000 \text{ [J]}$$

11. 【정답】 ④

보어의 원자모형에서

$$\text{구심력} = \text{전자기력} : F = \frac{mv_n^2}{r_n} = \frac{ke^2}{r_n^2}, r_n = \frac{ke^2}{mv_n^2}$$

$$\text{궤도의 둘레는 파장에 비례하므로 } 2\pi r_n = n\lambda = n \frac{h}{mv_n}, r_n = \frac{nh}{2\pi mv_n}$$

$$\frac{ke^2}{mv_n^2} = \frac{nh}{2\pi mv_n}, v_n = \frac{2\pi ke^2}{nh} \text{ 이므로 } v_n \propto \frac{1}{n} \text{ 이다.}$$

$$\text{따라서 } \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2 \text{ 이다.}$$

12. 【정답】 ②

$$F(x) = - \frac{dU(x)}{dx} = -2bx$$

단순조화운동이므로 $F(x) = -2bx = -m\omega^2 x$, 고유진동수 $\omega = \sqrt{\frac{2b}{m}}$ 이다.

따라서 진동수가 의존하는 값은 b 와 m 이다.

13. 【정답】 ④

자동차의 접근속력을 v 라 하면

$$\text{도플러 효과} : f = 400 \times \frac{340}{340 - v} = 500 \text{ [Hz]}$$

$$\frac{340}{340 - v} = \frac{5}{4}, v = \frac{340}{5} = 68 \text{ [m/s]}$$

14. 【정답】 ②

$$\text{보일-샤를의 법칙} : \frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$$

$$\frac{1 \cdot 100}{27 + 273} = \frac{P' \cdot 22}{57 + 273}, P' = \frac{330}{22} \times \frac{1}{3} = 5 \text{ 기압}$$

15. 【정답】 ③

A점에서 운동방정식 : $T - mg = m \frac{v_A^2}{r}$

최고점과 A점에서 역학적 에너지 보존법칙 : $mgr(1 - \cos\theta) = \frac{1}{2}mv_A^2$

두 식을 연립하면 $T = 2mg(1 - \cos\theta) + mg$

$m = 1 \text{ [kg]}, g = 10 \text{ [m/s}^2\text{]}, \theta = 60^\circ$ 를 넣어 계산하면 $T = 10 + 10 = 20 \text{ [N]}$

16. 【정답】 ③

1) 완전탄성충돌 할 때 속도 식을 외우고 있을 경우의 풀이

충돌 후 물체 B의 속도 : $v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B}v_A = \frac{2m_A}{m_A + m_B} \times 6 = 3$

$4m_A = m_A + m_B$

$3m_A = m_B, \frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3}$

2) 완전탄성충돌 할 때 속도 식을 모르고 있을 때의 풀이

운동량 보존 : $6m_A = m_A v_A + 3m_B$

에너지보존 : $\frac{1}{2}m_A \cdot 6^2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B \cdot 3^2$

운동량 보존식에서 $v_A = \frac{6m_A - 3m_B}{m_A}$ 을 에너지 보존식에 대입하여 정리하면

$36m_A = m_A \left(\frac{6m_A - 3m_B}{m_A} \right)^2 + 9m_B$, 정리하면 $4m_A = m_A + m_B, \frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3}$

1)의 풀이가 훨씬 간단한 것을 알 수 있다.

<참고>

	충돌 전	충돌 후
물체 A	v_A	v_A'
물체 B	v_B	v_B'

표와 같은 상태에서 완전탄성충돌을 할 때

운동량 보존 : $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$

에너지 보존 : $\frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 = \frac{1}{2}m_A v_A'^2 + \frac{1}{2}m_B v_B'^2$

운동량 보존식에서 $v_B' = \frac{m_A}{m_B}(v_A - v_A') + v_B$ 을 에너지 보존식에 대입하면

v_A' 에 관하여 정리할 수 있고, 정리하면 $v_A' = \frac{(m_A - m_B)v_A + 2m_B v_B}{m_A + m_B}$ 이다.

$v_A' = \frac{(m_A - m_B)v_A + 2m_B v_B}{m_A + m_B}$ 을 $v_B' = \frac{m_A}{m_B}(v_A - v_A') + v_B$ 에 대입하여 정리하면

$v_B' = \frac{2m_A v_A + (m_B - m_A)v_B}{m_A + m_B}$ 이다.

따라서 두 물체가 완전탄성충돌할 때 충돌 후 속도는

$v_A' = \frac{(m_A - m_B)v_A + 2m_B v_B}{m_A + m_B}$, $v_B' = \frac{2m_A v_A + (m_B - m_A)v_B}{m_A + m_B}$ 이고,

문제의 경우는 $v_B = 0$ 인 경우이므로 (충돌 전 한 물체는 정지)

$v_A' = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}v_A$, $v_B' = \frac{2m_A}{m_A + m_B}v_A$ 이다.

한물체가 정지해있고, 다른 물체가 운동하여 완전탄성충돌하는 경우는 자주 출제되는

유형으로 $v_A' = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}v_A$, $v_B' = \frac{2m_A}{m_A + m_B}v_A$ 식을 외워두는 것이 편리하다.

두 물체가 완전탄성충돌할 때 충돌 후 속도식

$v_A' = \frac{(m_A - m_B)v_A + 2m_B v_B}{m_A + m_B}$, $v_B' = \frac{2m_A v_A + (m_B - m_A)v_B}{m_A + m_B}$ 는

$v_A' = v_A + \frac{m_B(v_B - v_A)}{m_A + m_B}$, $v_B' = v_B + \frac{m_A(v_A - v_B)}{m_A + m_B}$ 로 정리하여 나타낼 수도 있다.

17. 【정답】 ②

파동이 굴절률이 다른 매질을 만날 때 일부는 반사(반사파)되고 일부는 굴절되어 투과(투과파)한다. 이때 반사되는 빛이 어떤 다른 빛과 상쇄간섭을 일으켜 사라진다면 반사파로 전달되는 에너지가 없으므로 투과파에 모든 에너지가 전달되고 투과율이 가장 높게 된다. 따라서 문제의 상황에서 코팅면에서 반사된 빛과 강화유리면에서 반사된 빛이 서로 상쇄간섭을 할 때 투과율이 가장 높게 된다.

상쇄간섭 : '경로차 = 홀수배 \times 코팅면에서의 빛의 반파장'이므로

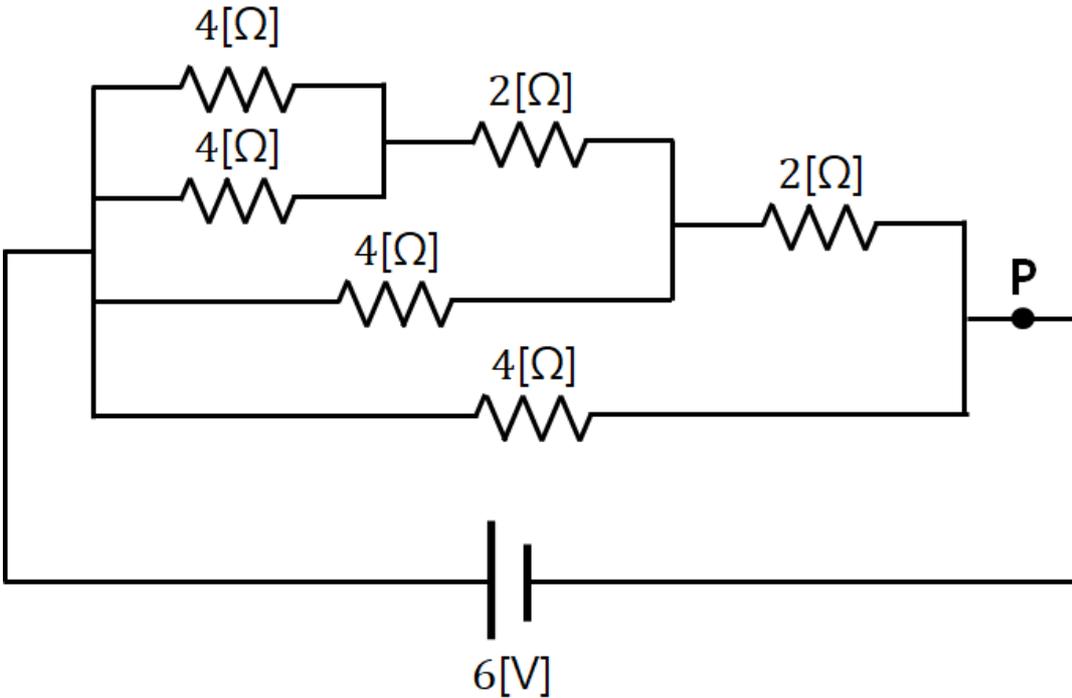
$$2 \times 100 \times 10^{-9} = (2m + 1) \times \frac{\lambda}{2 \times 1.4} \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

파장 $\lambda = \frac{5.6 \times 10^{-7}}{2m + 1}$ ($m = 0, 1, 2, \dots$)이므로 보기 중 해당하는 것은 $m = 0$ 일 때

$\lambda = 5.6 \times 10^{-7} [\text{m}] = 560 [\text{nm}]$ 이다.

18. 【정답】 ③

주어진 회로는 다음과 같은 등가회로로 나타낼 수 있다.



합성저항 : $R_{eq} = (((4 \parallel 4) + 2) \parallel 4 + 2) \parallel 4 = 2 [\Omega]$

점 P에서의 전류의 세기 : $I_P = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{6}{2} = 3 [\text{A}]$

다른 풀이

아래쪽 저항부터 차례대로 간단히 하면

병렬 : $4 \parallel 4 = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2 [\Omega]$

직렬 : $2 + 2 = 4 [\Omega]$

병렬 : $4 \parallel 4 = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2 [\Omega]$

직렬 : $2 + 2 = 4 [\Omega]$

병렬 : $4 \parallel 4 = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2 [\Omega]$

$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{2} = 3 [\text{A}]$

19. 【정답】 ④

원호의 선전하밀도 : $\lambda = \frac{Q}{\frac{2\pi}{3}R} = \frac{3Q}{2\pi R}$

미소 길이 dl 에서 미소 전하량 : $dq = \lambda dl = \frac{3Q}{2\pi R} dl$

미소 길이 dl 에 대한 원의 중심 O 에서 미소 전기장 :

$$dE = k \frac{dq}{R^2} = k \frac{\lambda dl}{R^2} = k \frac{\frac{3Q}{2\pi R} dl}{R^2} = \frac{3kQ}{2\pi R^3} dl$$

미소길이 dl 에 해당하는 미소 각도를 $d\theta$ 라 하면 $dl = R d\theta$ 이므로

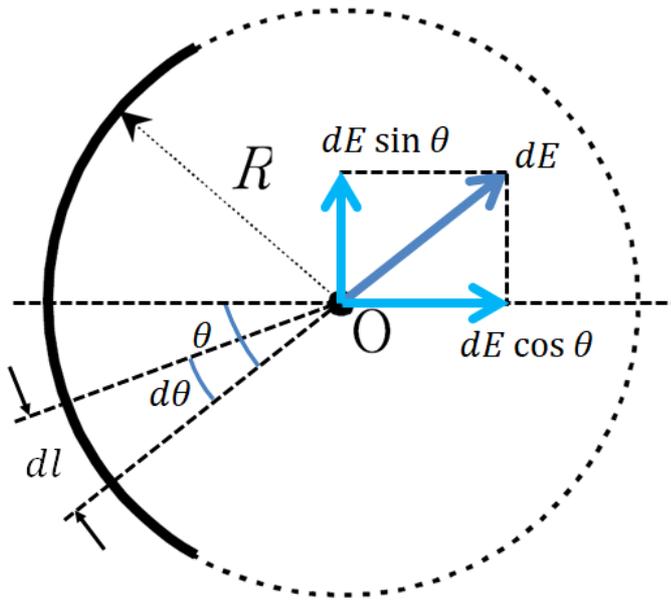
$$dE = \frac{3kQ}{2\pi R^3} dl = \frac{3kQ}{2\pi R^3} \cdot R d\theta = \frac{3kQ}{2\pi R^2} d\theta$$

이때 미소전기장 벡터를 수평성분과 수직성분으로 나누어 살펴보면 수직성분인 $dE \sin \theta$ 는 원호가 수평축 대칭이기 때문에 사라진다.

따라서 수평성분인 $dE \cos \theta$ 의 합만 구하면 된다.

$$dE \cos \theta = \frac{3kQ}{2\pi R^2} \cos \theta d\theta, \text{ 각도의 범위는 } -\frac{\pi}{3} \text{ 부터 } \frac{\pi}{3} \text{ 까지 이므로}$$

$$E = \int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{3}} \frac{3kQ}{2\pi R^2} \cos \theta d\theta = \frac{3kQ}{2\pi R^2} \times 2 \int_0^{\frac{\pi}{3}} \cos \theta d\theta = \frac{3kQ}{2\pi R^2} \times 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \frac{kQ}{\pi^2}$$



20. 【정답】 ③

종단속력일 때 도체막대에 작용하는 연직 아래 방향 무게와 연직 위 방향 자기력이 평형을 이루므로

무게 : $W = 0.1 \text{ [N]}$

$$\text{자기력} : F = BIl = B \cdot \frac{V}{R} \cdot l = B \cdot \frac{Blv}{R} \cdot l = \frac{B^2 l^2 v}{R}$$

자기력=무게($F = W$) : $\frac{B^2 l^2 v}{R} = W$

$\frac{0.5^2 \cdot 1^2 \cdot v}{8} = 0.1$, 종단속력 $v = \frac{0.8}{0.25} = 3.2$ [m/s]

