

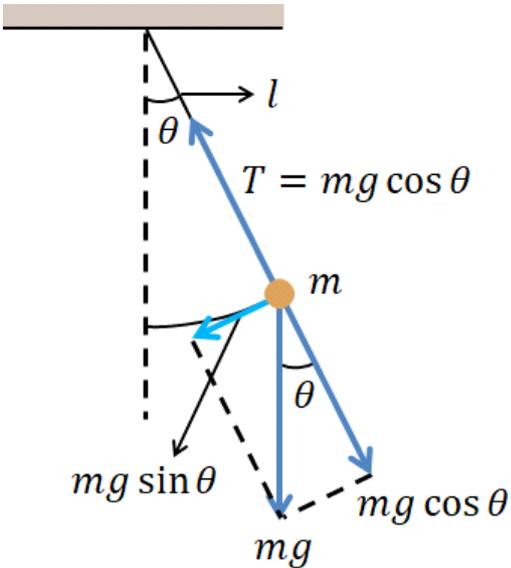
## 2016년 국가직 7급 물리학개론 2책형 해설

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

### 1. 【정답】 ①

단진자의 주기  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  이므로 줄의 길이가 같아 추 A와 추 B의 진동주기는 같다.

<참고>



그림과 같이 질량  $m$ 인 입자와 질량이 없고 길이가  $l$ 인 줄이 다른 끝에 고정되어 있는 단진자를 고려하면 줄과 수직선이 이루는 각도가  $\theta$ 일 때 줄의 수직한 방향의 중력의 접선 성분  $mg \sin \theta$ 은 항상 단진자의 각변위를 줄이려는 방향으로 작용하여 진자의 매단 점을 지나는 축에 대한 회전운동을 평형상태( $\theta = 0$ )로 복원시키려는 토크를 만든다.

이때 복원 토크  $\tau = -mg \sin \theta \cdot l$ 이고 회전에 관한 뉴턴의 제2법칙을 적용하면

$$ml^2 \cdot \frac{d^2\theta}{dt^2} = -mgl \sin \theta, \quad \ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

이때 각도  $\theta$ 가 작은 경우  $\sin \theta \approx \theta$ 로 근사할 수 있으며 각진동수  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$  이므로

$$\text{주기 } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ 이다.}$$

일반적으로  $0 < \theta < 20^\circ$  인 경우  $\sin \theta \approx \theta$ 의 근사에 대한 주기오차가 1% 이내이다.

(문제에서는  $\theta = 5^\circ$  인 경우와  $\theta = 10^\circ$  인 경우를 비교하고 있다.)

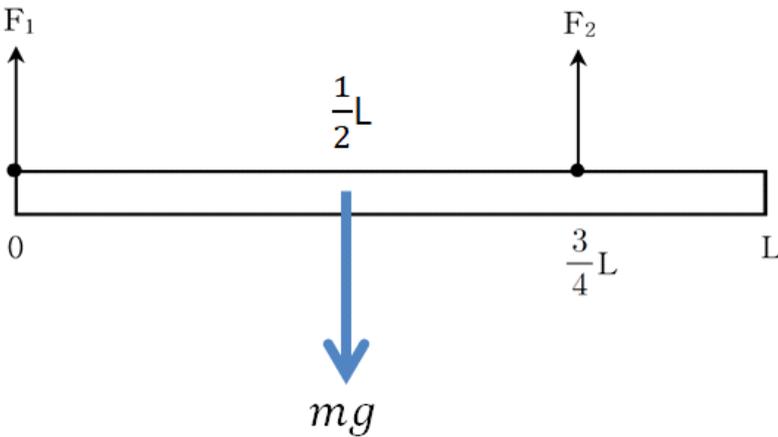
2. 【정답】 ④

재성이가 관측한 열차 한 량의 길이(길이수축) :  $L = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{0.8c}{c}\right)^2} = 0.6L_0 = \frac{3}{5}L_0$

3. 【정답】 ③

- ㄱ. 대류를 통해 상승한 공기와 주변공기와의 열전도 없이 팽창할 때 온도가 낮아지며 (단열팽창과정), A → B 과정은 온도가 낮아졌으므로 ( $T_2 \rightarrow T_1$ ) 공기가 상승하는 과정으로 단열 과정일 수 있다.
- ㄴ. A → C 과정은 온도가  $T_2$ 로 일정하므로 내부에너지 변화는 없다.
- ㄷ. B → A 과정은 공기가 하강하는 과정으로 온도가 올라갔으므로 ( $T_1 \rightarrow T_2$ ) 내부에너지가 증가한다.

4. 【정답】 ②



강체막대의  $\frac{1}{2}L$  지점에  $30 \times 9.8$  [N] 만큼의 막대의 자중이 작용한다.

힘의 평형 :  $F_1 + F_2 = 30 \times 9.8$

' $x = 0$ ' 지점에서 돌림힘(토크) 평형 :  $30 \times 9.8 \times \frac{1}{2}L = F_2 \times \frac{3}{4}L$

$F_2 = 20 \times 9.8$  [N] 이므로  $F_1 = 10 \times 9.8 = 98$  [N] 이다.

5. 【정답】 ④

- ① 각운동량  $\vec{H} = I\omega = 4 \times 2t = 8t$  [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ ] 로 시간에 따라 변화한다.
- ② 원판의 각가속도  $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = 2$  [ $\text{rad}/\text{s}^2$ ] 으로 시간에 따라 변화하지 않는다.
- ③ ②로부터  $t = 0$ 에서 원판의 각가속도  $\alpha = 2$  [ $\text{rad}/\text{s}^2$ ] 이다.
- ④ 원판에 가해지는 알짜 돌림힘  $T_{\text{net}} = I\alpha = 4 \times 2 = 8$  [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ ] 으로 시간에 따라 변화하지 않는다.

6. 【정답】 ①

나무토막의 질량을  $m$ 이라 하면

운동량 보존법칙 :  $10^{-2} \times 100 = (m + 10^{-2}) \times 2, m + 10^{-2} = 0.5 \text{ [kg]}$

충돌 전 운동에너지 :  $\frac{1}{2} \times 10^{-2} \times (100)^2 = 50 \text{ [J]}$

충돌 후 운동에너지 :  $\frac{1}{2} \times (m + 10^{-2}) \times 2^2 = 1 \text{ [J]}$

따라서 충돌 후 운동에너지 손실은  $\frac{50-1}{50} \times 100 = 98 \text{ [%]}$ 이다.

7. 【정답】 ③

밝은 무늬 사이의 간격 ' $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ '을 줄이기 위해서는

- ① 슬릿 사이 간격  $d$ 를 크게 한다.
- ② 진동수가 큰 빛을 사용하여 파장이 작아지면  $\Delta x$ 이 줄어든다.  
따라서 진동수가 큰 빛을 사용한다.
- ③ 파장  $\lambda$ 가 짧은 빛을 사용한다.
- ④ 스크린과 슬릿 사이의 간격  $L$ 을 짧게 한다.

8. 【정답】 ③

$E_a$  : 도체 내부의 전기장은 0이므로  $E_a = 0$ 이다.

$E_b$  : b에서의 전기장의 세기를 구하기 위해 반지름을  $r_b$ 로 하고 높이를  $h$ 로 하는 원통을 가우스면으로 잡으면 가우스 법칙에 의해  $E_b(2\pi r_b h) = \frac{\lambda h}{\epsilon_0}$ 이므로  $E_b = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r_b}$ 이다.

$E_c$  : c에서의 전기장의 세기를 구하기 위해 반지름을  $r_c$ 로 하는 원통을 잡으면 가우스면의 알짜전하  $q_{net} = \lambda - \lambda = 0$ 이므로  $E_c = 0$ 이다.

따라서  $E_a, E_b, E_c$ 의 크기를 비교하면  $E_a = E_c < E_b$ 이다.

9. 【정답】 ③

(자세한 설명은 2009년 국가직 7급 10번 해설 참고)

ㄱ. X선이 전자와 충돌 후 입사 방향에 대하여 정반대방향으로 진행할 때

$\theta = 180^\circ, \cos\theta = -1$ 이므로  $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - (-1)) = \frac{2h}{m_e c}$ 의 최댓값을 갖는다.

ㄴ. 충돌 후 전자의 운동에너지 변화는  $\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + \Delta\lambda}$ 이다.

ㄷ. X선의  $\Delta\lambda$ 는  $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta)$ 이므로 X선을 산란하는 전자의 정지질량  $m_e$ 와

산란각  $\theta$ 에 의존한다.

10. 【정답】 ③

$$k \frac{e^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

$$v = e \sqrt{\frac{k}{mr}} = 1.6 \times 10^{-19} \sqrt{\frac{9.0 \times 10^9}{9.0 \times 10^{-31} \times 0.053 \times 10^{-9}}} = 2.19777 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$\frac{v}{c} = \frac{2.19777 \times 10^6}{3 \times 10^8} \approx 0.007326 \text{ 이므로 가장 가까운 값은 } v = 0.0075c \text{ 이다.}$$

<다른 풀이>

(자세한 설명은 2008년 국가직 7급 17번 해설 참고)

보어 수소원자 모형에서 전자의 속력  $v = \frac{c\alpha}{n} = \frac{c}{137} \times \frac{1}{n}$ 로 나타낼 수 있으므로

(미세구조상수(fine structure constant)  $\alpha = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 hc} \approx \frac{1}{137}$ )

$n = 1$ 인 바닥상태에서  $v = \frac{c}{137}$ ,  $\frac{v}{c} = \frac{1}{137} = 0.007299$ 이므로

가장 가까운 값은  $v = 0.0075c$ 이다.

11. 【정답】 ④

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = 9 - 6t^2, \quad v(3) = 9 - 6 \cdot 3^2 = -45 \text{ [m/s]}$$

따라서 입자의 속도는 '음의  $x$ 방향으로 45 [m/s]'이다.

12. 【정답】 ②

전열기의 저항  $R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{1000}$ 이므로

110V 교류전원에 연결하였을 때 소비하는 전력은

$$P = \frac{110^2}{\frac{220^2}{1000}} = \frac{1}{4} \times 1000 = 250 \text{ [W]} \text{ 이다.}$$

13. 【정답】 ④

열량  $Q = c_A m_A \Delta t_A = c_B m_B \Delta t_B$ 이므로

두 물체의 온도 변화의 비  $\Delta t_A : \Delta t_B = c_B m_B : c_A m_A$ 이다.

14. 【정답】 ③

A와 B의 부피비가 1:8이므로 반지름 비는 1:2이다.

또한 밀도가 같으므로 질량비는 1:8이다.

중력가속도  $g = \frac{GM}{R^2}$ 에서 질량은 8배, 반지름은 2배이므로 중력가속도는  $\frac{8}{2^2} = 2$ 배이다.

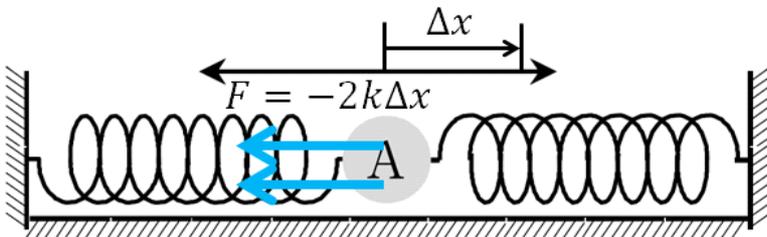
따라서 행성 B 표면에서 중력가속도는 '2.0g<sub>0</sub>'이다.

15. 【정답】 ③

각진동수  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ 이므로 질량이 4배로 증가하면 각진동수는  $\sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$ 배가 된다.

따라서 각진동수는  $10 \times \frac{1}{2} = 5$  [rad/s]이다.

<참고>



용수철의 용수철상수를  $k$ 라 하면 물체 A를 오른쪽으로  $\Delta x$ 만큼 당길 때 작용하는 용수철의 복원력은 모두 왼쪽방향을 향하고  $F = -k\Delta x - k\Delta x = -2k\Delta x = -m\omega^2\Delta x$ 이므로

각진동수  $\omega = \sqrt{\frac{2k}{m}}$ 이다.

16. 【정답】 ②

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

$$\frac{1 \cdot 12}{27 + 273} = \frac{3 \cdot V'}{127 + 273}, \quad V' = \frac{400}{300} \times \frac{12}{3} = \frac{16}{3} \approx 5.3 \text{ [L]}$$

17. 【정답】 ①

(자세한 설명은 2012년 국가직 7급 9번 해설 참고)

무한히 넓은 평면 도체판에 의한 전기장  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ 이므로 거리에 관계없이 일정하다.

따라서 도체 판으로부터 1 [m] 떨어진 곳에서 전기장의 크기는 10 [m] 떨어진 곳에서 전기장의 크기의 1배이다.

18. 【정답】 ①

광자가 최소 파장을 가지려면 광자의 에너지가 최대이어야 하고,  
 광자의 에너지가 최대일 때는 양성자와 광자가 완전탄성충돌을 하면서 충돌 후 양성자가  
 정지하고 양성자의 에너지가 모두 광자에 전달될 때이므로  
 ‘양성자의 에너지=광자의 에너지’일 때 최소파장을 가지게 된다.

‘양성자의 에너지=광자의 에너지’ :  $E = eV = hf = h\frac{c}{\lambda}$

$$\lambda = \frac{hc}{eV} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 8000} \approx 1.54688 \times 10^{-10} [\text{m}]$$

따라서 최소파장  $\lambda \approx 0.15 [\text{nm}]$

19. 【정답】 ②

연속방정식 :  $A_1v_1 = A_2v_2$

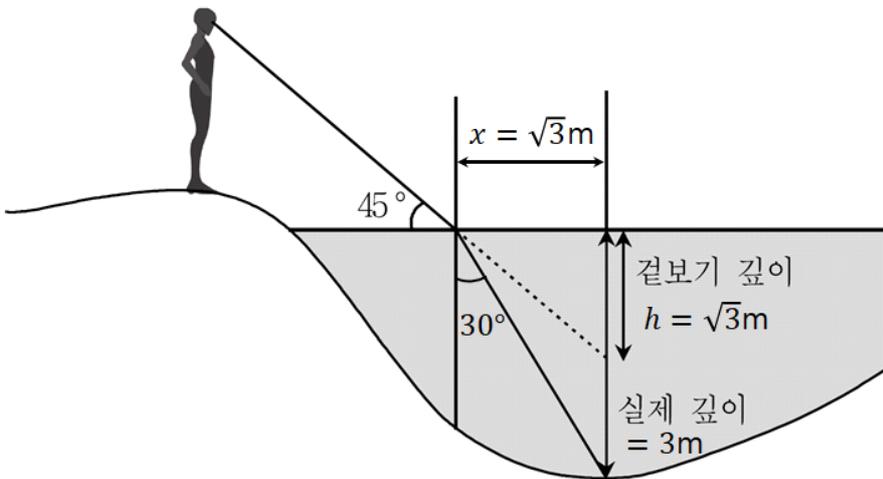
베르누이방정식 :  $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

$$v_2^2 - v_1^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}, \quad v_2^2 - \left(\frac{A_2}{A_1}v_1\right)^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}$$

$$\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2}v_1^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}, \quad v_2 = A_1 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}} = A_1 \sqrt{\frac{2(P_2 - P_1)}{\rho(A_2^2 - A_1^2)}}$$

따라서 ②, ④번 모두 정답이 됩니다.

20. 【정답】 ②



$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin r} = \frac{\sqrt{2}}{1}, \quad \sin r = \frac{1}{2}, \quad r = 30^\circ$$

두 법선사이의 거리를  $x$ 라 하고, 겉보기 깊이를  $h$ 라 하면

$$x = 3 \tan 30^\circ = \sqrt{3} [\text{m}], \quad h = \frac{x}{\tan 45^\circ} = x = \sqrt{3} [\text{m}]$$