단답형 문제 정답

1 $\frac{1}{2\pi fC}$, $2\pi fL$, $\sqrt{R^2+\left(2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC}\right)^2}$	**2** $\frac{B^2L^2v}{R}$	**3** 100,000 (V)	**4** 30 cm, 4 cm, 도립	**5** 300 m
6 0.4 mm	**7** 오른쪽, 7.5 (cm)	**8** $\frac{\lambda}{2n_2}$	**9** $h(\nu-\nu_0)/e$	**10** 9×10^{13} (J), 2.7×10^{7} (kg)
11 $\frac{5h}{3\lambda}$	**12** 2.75 nm (2.75×10^{-9} m)	※ 4, 5, 6, 12 번은 단위 표기 ※ 1, 4, 7, 10번-순서가 맞으면 정답. 둘 중 하나라도 틀리면 오답.		

주관식 1.

(가) $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-\left(\dfrac{v}{c}\right)^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{1-\left(\dfrac{3c}{5}\dfrac{1}{c}\right)^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{16}{25}}} = \dfrac{5}{4}$

제트기 안에서 측정한 시간 간격을 $\Delta t'$, 거리간격을 $\Delta L'$이라하고,

지상에서 측정한 시간 간격을 Δt, 거리간격을 ΔL이라하면

제트기 안 관측자가 측정한 거리 $\Delta L'$:

$\Delta L' = v\Delta t' = \dfrac{v\Delta t}{\gamma} = \dfrac{L}{\gamma} = \dfrac{L}{5/4}$ (또는 $\Delta L = \gamma \Delta L'$ 이므로)

$\Delta L = \Delta L' \times \dfrac{5}{4} = 125\,km$

(나) $E = KE + Mc^2$

$E = \gamma Mc^2$

$KE = (\gamma - 1)Mc^2 = \dfrac{1}{4}Mc^2$

(다) 물질파 파장은 $\lambda = \dfrac{h}{p}$ 이며,

상대론적 운동량은 $p = \gamma mv$ 이므로

이 입자의 파장은 $\lambda = \dfrac{h}{\left(\dfrac{5}{4} \cdot m \cdot \dfrac{3}{5}c\right)} = \dfrac{4h}{3mc}$

주관식 2

(가) 전자와 핵 간의 전자기력 $F_{전자기력} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2}$

원운동의 구심력 $F_{구심력} = m\frac{v^2}{r}$

전자기력=구심력으로 작용하므로 $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$

전자의 운동에너지는 $K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{8\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r}$

따라서 총 에너지(E) =운동에너지(K)+위치에너지(U) 이므로

$$E = K + U = \frac{1}{2}mv^2 + (-)\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r} = -\frac{1}{8\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r}$$

(나) (가)의 전자기력=구심력과 주어진 보어의 가정을 이용하면 $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = \frac{(rmv)^2}{mr^3} = \frac{L^2}{mr^3}$

즉 반지름 $r_n = \frac{4\pi\varepsilon_0}{me^2}L^2 = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi me^2}n^2 \quad (n = 1, 2, 3, \cdots)$

(다) (가), (나)의 결과를 종합하면 총에너지 E는

$$E_n = -\frac{1}{8\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r_n} = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\frac{1}{n^2} \quad (n = 1, 2, 3, \cdots)$$

(라) (다)의 결과를 이용하면, 바닥상태 $(n=1)$ 에서 첫 번째 들뜬상태 $(n=2)$로 여기하기 위해 필요한 에너지는

$$E_2 - E_1 = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2}\right) = \frac{3me^4}{32\varepsilon_0^2 h^2}$$