

解答例¹

力学

問 1. (1) $I = \frac{1}{2}Wr^2$

(2) $T = \frac{1}{2}I\omega_0$

(3) 直円柱に作用するトルクを T_M とすると $I \frac{d\omega}{dt} = T_M$

(4) $M = -Fr$

(5) $t = \frac{W\omega_0}{2F}r$

電磁気学

問 1. (1)
$$\begin{cases} 0 < r < R & : E_s(r) = 0 \\ R < r & : E_s(r) = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0} \end{cases}$$

(2)
$$\begin{cases} 0 < r < R & : V_s(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \\ R < r & : V_s(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \end{cases}$$

(3) 略

問 2. (1)
$$\begin{cases} 0 < r < R & : E_i(r) = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} \\ R < r & : E_i(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \end{cases}$$

(2)
$$\begin{cases} 0 < r < R & : V_i(r) = \frac{Q(3R^2 - r^2)}{8\pi\epsilon_0 R^3} \\ R < r & : V_i(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \end{cases}$$

(3) 略

¹この解答が合っているという補償は全くありません，それに関して著者は責任を負いません

問3. まず、負電荷の影響を無視して考える。エネルギー保存則より

$$E_{\alpha} = \frac{2Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r_{min}} \rightarrow r_{min} = 1.8 \times 10^{-14}[\text{m}]$$

負電荷の影響を考慮すると、 α 粒子はさらに原子核 N に近づくと予想されるが実際は、

$$\frac{2Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{R}{r} + \frac{r^2}{2R^3} - \frac{3}{2} \right) = 8 \times 10^6 e \text{ を } r \text{ について解くと得られる。}$$

r/R を X とおき、 $X^3 \ll 1$ より無視し、計算すると $X \simeq 1.8 \times 10^{-4}$ となり負電荷の影響を無視した場合とほぼ同じある。(厳密解は $1.798 \times 10^{-14}[\text{m}]$)

材料力学

$$1. \quad \varphi = \frac{32}{\pi d^4} \frac{T a b}{G L}$$

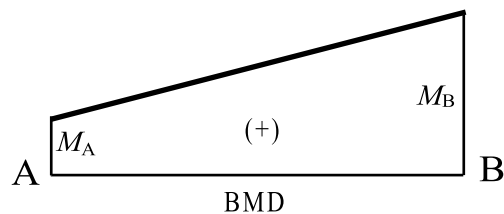
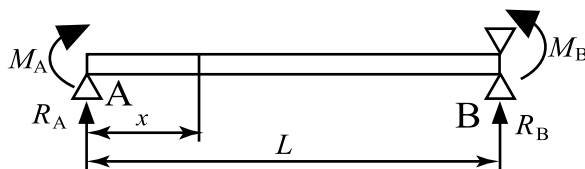
$$2. (1) R_A = \frac{M_B - M_A}{L}, R_B = -\frac{M_B - M_A}{L}, \text{ SFD は下図}$$

(2) 図参照

$$(3) \text{ たわみ公式: } \frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M(x)}{EI} \text{ より}$$

$$y(x) = -\frac{1}{EI} \left(\frac{M_B - M_A}{6L} x^3 + \frac{M_A}{2} x^2 \right) + \frac{L}{EI} \left(\frac{M_B}{6} + \frac{M_A}{3} \right) x$$

$$(4) y_{max} = y|_{x=L/2} = \frac{M_A L^2}{8EI}$$



熱力学

- (1) $pV = nRT$ より $n = 41.6[\text{mol}]$
- (2) 比熱比 $\kappa = C_p/C_v = 5/3$
 断熱膨張変化となるので $pV^\kappa = \text{const.}$ より $T = 88.4[\text{K}] = -184.6[\quad]$
- (3) He ガスの流出に際し, ポンベ内の温度が一定であるならば (2) と同様に計算できて,
 $T = 153.9[\text{K}] = -119[\quad]$ ただし, 流出において, 内部エネルギーは一定であるの
 でその考察が必要。

流体力学

1. 1) $V_{AB} = u dy dt$
 2) $V_{CD} = u dy dt + \frac{\partial u}{\partial x} dx dy dt$
 3) $V_{CD} - V_{AB} + V_{BC} - V_{AD} = 0$ より

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$
2. 1) $M_{AB} = \rho u dy dt$
 2) $M_{CD} = \rho u dy dt + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} dx dy dt$
 3) $\Delta = (M_{CD} - M_{AB}) + (M_{BC} - M_{AD})$

$$= \left(\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} \right) dx dy dt$$

 4) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0$