

1

問1 鉛直方向のつりあいより,

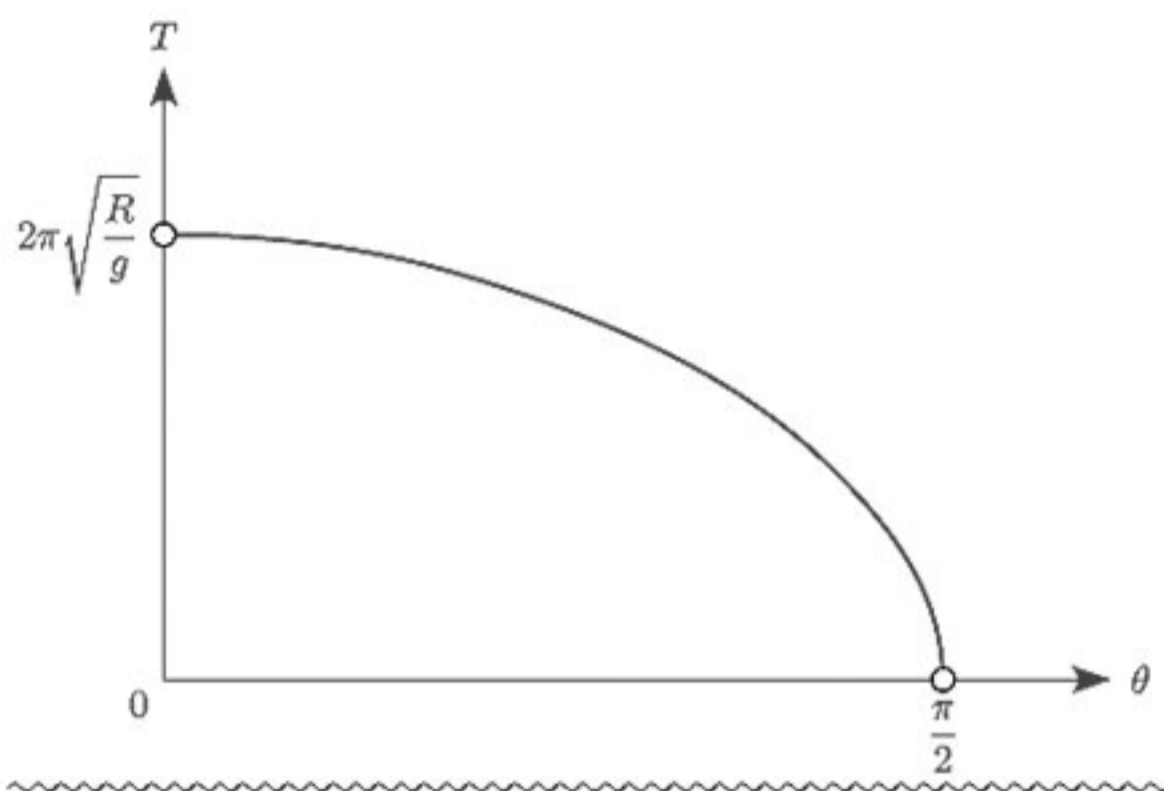
$$0 = N_1 \cos \theta - mg \quad \therefore N_1 = \frac{mg}{\cos \theta}.$$

問2 速さを u とすると, 中心方向の運動方程式より,

$$m \frac{u^2}{R \sin \theta} = N_1 \sin \theta \quad \therefore u = \sqrt{gR \tan \theta \sin \theta}.$$

したがって,

$$T = \frac{2\pi R \sin \theta}{u} = 2\pi \sqrt{\frac{R \cos \theta}{g}}.$$



問3 \vec{BO} 方向のつりあいより,

$$0 = N_2 - mg \cos \theta \quad \therefore N_2 = mg \cos \theta.$$

問4 力学的エネルギー保存則より,

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgR(1 - \cos \theta) \quad \therefore v = \sqrt{2gR(1 - \cos \theta)}.$$

また, 中心方向の運動方程式より,

$$m \frac{v^2}{R} = N_3 - mg \quad \therefore N_3 = mg(3 - 2 \cos \theta).$$

問5 重力と慣性力の合力を見かけの重力とみなすと, A から球面に沿って B と反対向きに角 $\frac{\pi}{6}$ をなす方向が見かけの鉛直線となり, 見かけの重力加速度の大きさは $g' = \frac{2}{\sqrt{3}}g$ となる. 物体は見かけの鉛直線に対して対称な運動を行うから, 飛び出さないためには,

$$\theta + \frac{\pi}{6} < \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} \quad \therefore \theta < \frac{\pi}{6}.$$

問6 \vec{BO} 方向のつりあいより,

$$N_4 = mg' \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6} \right) = \frac{2}{\sqrt{3}}mg \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6} \right).$$

問7 力学的エネルギー保存則より,

$$\frac{1}{2}mV^2 = mg'R \left\{ 1 - \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6} \right) \right\} \quad \therefore V = \sqrt{\frac{4}{\sqrt{3}}gR \left\{ 1 - \cos \left(\theta + \frac{\pi}{6} \right) \right\}}$$

2

問1

$$R = \rho \frac{l}{\pi r^2}$$

問2 B → A の向きで,

$$E = \frac{V}{l}$$

問3 A → B の向き.

問4 運動方程式は,

$$ma = e \frac{V}{l} - kv$$

問5 $v = v_1$ となったとき $a = 0$ なので,

$$0 = e \frac{V}{l} - kv_1 \quad \therefore v_1 = \frac{eV}{kl}$$

問6

$$I = ne \cdot \pi r^2 \cdot v_1 = \frac{ne^2 \pi r^2}{kl} V$$

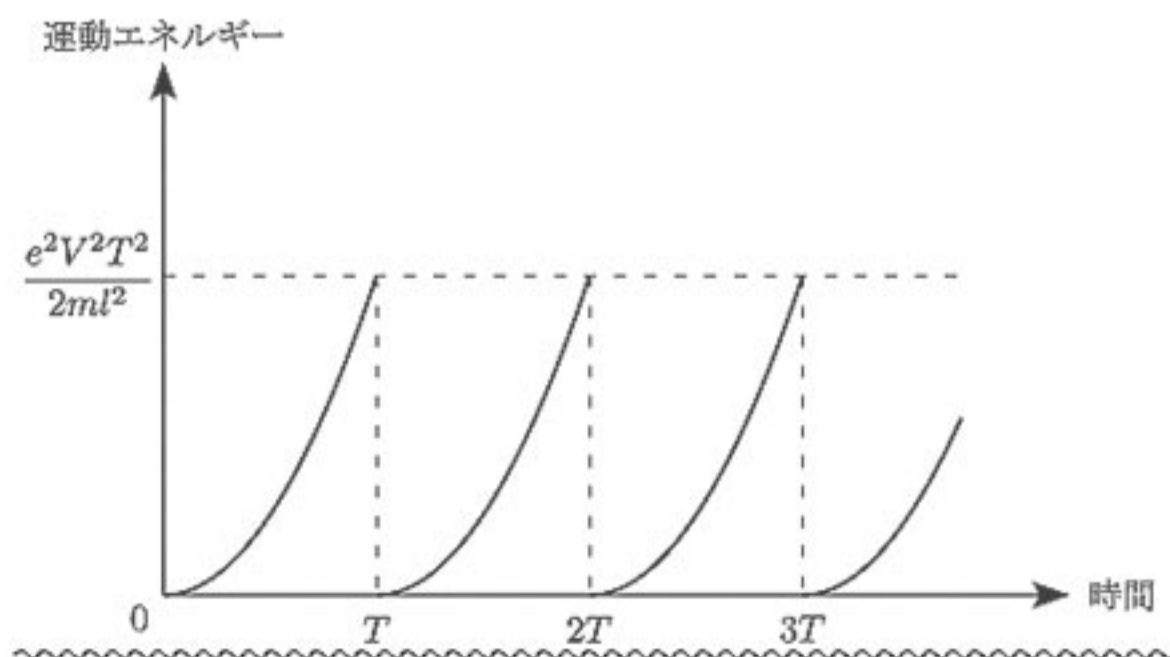
問7

$$R = \frac{V}{I} = \frac{k}{ne^2} \frac{l}{\pi r^2} \quad \therefore \rho = \frac{k}{ne^2}$$

問8 電子は一定加速度 $b = \frac{eV}{ml}$ で加速され, 速度 bT になったときに衝突して一旦停止する. したがって,

$$v_2 = \frac{1}{2}bT = \frac{eVT}{2ml}$$

問9 電子の速さは加速時間に比例するため, 運動エネルギーは加速時間の2乗に比例する.



問 10 v_1 と v_2 を同一視して,

$$\frac{eV}{kl} = \frac{eVT}{2ml} \quad \therefore k = \frac{2m}{T}$$

問 11 温度が上昇すると, 金属原子の熱運動が激しくなり, 自由電子の衝突の頻度が増す. すなわち T が減少し, k が増加するから, 抵抗率は増加する.