

第 1 問 解答例

問 1 $x = a\theta$

問 2 $M\ddot{x} = Mg - T, \quad I\ddot{\theta} = aT$

問 3 途中略 $\ddot{x} = \frac{Mg}{M + \frac{I}{a^2}}$

問 4 落下運動の運動エネルギーと回転エネルギーに変換される。

問 5 $\frac{1}{2}M\dot{x}^2 + \frac{1}{2}I\dot{\theta}^2$

問 6 途中略 $\ddot{x} = \frac{Mg}{M + \frac{I}{a^2}}$

問 7 ヨーヨーの落下加速度は g に比べて、はるかに小さくなり、ヨーヨーはゆっくり落下する。

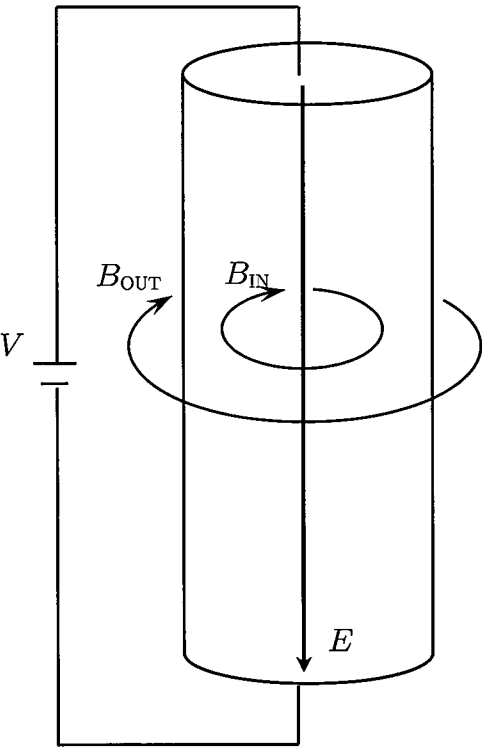
第 2 問 解答例

問 1 $E = \frac{V}{d}, \quad B_{\text{IN}} = \frac{\mu_0 r V}{2\rho d}, \quad B_{\text{OUT}} = \frac{\mu_0 a^2 V}{2\rho d r}$ 図は右

問 2 略

問 3 $\rho = \frac{m}{ne^2\tau}$

問 4 略



第3問 解答例

問1 $E = -\mu BL, \quad M = \mu L$

問2
$$W = \frac{N!}{\left(\frac{N-L}{2}\right)! \left(\frac{N+L}{2}\right)!}$$

S の導出は略

問3
$$S(E) = k_B \left[N \ln N - \left(\frac{N\mu B + E}{2\mu B} \right) \ln \left(\frac{N\mu B + E}{2\mu B} \right) - \left(\frac{N\mu B - E}{2\mu B} \right) \ln \left(\frac{N\mu B - E}{2\mu B} \right) \right]$$

$$E = N\mu B \frac{1 - \exp\left(\frac{2\mu B}{k_B T}\right)}{1 + \exp\left(\frac{2\mu B}{k_B T}\right)}$$

問4
$$M = -N\mu \frac{1 - \exp\left(\frac{2\mu B}{k_B T}\right)}{1 + \exp\left(\frac{2\mu B}{k_B T}\right)}, \quad \chi \text{ の導出は省略}$$

第 4 問 解答例

問 1
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} u(x) + V(x)u(x) = E u(x)$$

問 2
$$u(x) = A \sin kx$$

問 3
$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$$

問 4
$$k = \frac{\pi}{L} n, \quad E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} n^2$$

問 5 略

問 6 略

出題意図 物理学（理工学専攻 自然科学コース）

第1問 力学に関する問題である。

回転運動と並進運動の関係を理解し、力学的エネルギー保存則や運動方程式を統合的に扱う力を問うことで、力学の分野についての基本的理解を問うている。

第2問 電磁気学に関する問題である。

導体内部の電場を移動する伝導電子の平均的な運動を題材としている。マクロ量である電圧・電流と、伝導電子の速度というミクロ量の関係を問うとともに、伝導電子に働く複数の力が、伝導電子の運動にどのように寄与しているかについて考察する力を問うものである。

第3問 統計力学に関する問題である。

磁気モーメントをもつ粒子からなる孤立した系を題材として、エントロピーなどの統計力学の基本的な理解を問うものである。また、エントロピーの表式とその解析的な展開を通して、さらなる深い理解を問うものである。

第4問 量子力学に関する問題である。

井戸型ポテンシャル中の粒子を題材に、シュレディンガー方程式、束縛状態のエネルギー固有値、エネルギー固有状態の波動関数、離散的固有エネルギーなどの量子力学の基本的な事項を理解することに加えて、その例に基づいて日常的なスケールの現象におけるエネルギーの古典的な連続性について考察する思考力を問うものである。