

令和8年度入学者選抜試験問題
物理基礎・物理その1（前期日程） [解答例]

問題1

(1) 運動方程式は、

$$m_1 a_1 = -m_1 g + k(x_2 - x_1 - \ell)$$

加速度 $a_1 = 0$ である。

また求めるばねの伸びを x とすると、

$x = x_2 - x_1 - \ell$ であるから、

$$0 = -m_1 g + kx$$

よって

$$x = \frac{m_1 g}{k}$$

(2) 物体1をつり下げたときのばねの長さ ℓ' は、

$$\ell' = \ell + \frac{m_1 g}{k}$$

運動方程式は、その状態からの物体1の変位を x' とすると、

$$\begin{aligned} m_1 a_1 &= -m_1 g + k\left(\ell + \frac{m_1 g}{k} - x' - \ell\right) \\ &= -kx' \end{aligned}$$

加速度 a_1 は、

$$a_1 = -\frac{k}{m_1} x'$$

よって角振動数は、

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m_1}}$$

(3) 運動方程式は、

$$m_1 \alpha = -m_1 g + k(x_2 - x_1 - \ell)$$

ここでのばねの伸びを

$$\Delta x = x_2 - x_1 - \ell$$

とすると

$$m_1 \alpha = -m_1 g + k \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{m_1 g}{k} \left(1 + \frac{\alpha}{g}\right)$$

よって

$$1 + \frac{\alpha}{g} \text{ 倍になる}$$

(4) 運動方程式は、

$$m_2 a_2 = -m_2 g - k(x_2 - x_1 - \ell)$$

(5) 物体2と物体1の相対加速度と相対変位を以下のようにする。

$$\bar{a} = a_2 - a_1$$

$$\bar{x} = x_2 - x_1 - \ell$$

物体1と物体2の運動方程式は(1)と(4)より

$$m_1 a_1 = -m_1 g + k\bar{x}$$

$$m_2 a_2 = -m_2 g - k\bar{x}$$

これら2つの式より

$$m_1 m_2 \bar{a} = -k(m_1 + m_2)\bar{x}$$

(6) 相対加速度は

$$\bar{a} = -\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} k\bar{x}$$

よって角振動数は

$$\bar{\omega} = \sqrt{\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}}$$

以上

令和8年度入学者選抜試験問題

物理基礎・物理（前期日程）[解答例]

問題2

(1) 電流は I_0 なので、 N 個の電子が流れているとすると、

$$I_0 = eN \quad \therefore N = \frac{I_0}{e}$$

(2) 電子の運動エネルギーの最大値は $K_{\max} = hv - W$ 。従って電子の速さの最大値は

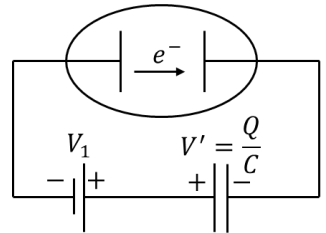
$$\frac{1}{2}mu^2 = hv - W \text{ より,} \quad \therefore u = \sqrt{\frac{2(hv - W)}{m}}$$

直線に進むためにはローレンツ力 $F = euB$ と静電気力 $F = eE$ が釣り合うので、 $euB = eE$ 。従って、

$$\sqrt{\frac{2(hv - W)}{m}}B = E$$

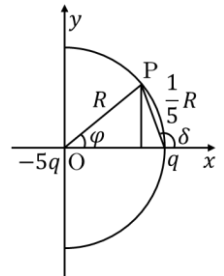
(3) 電源の電圧 V_1 とコンデンサの電圧 V' の和が阻止電圧になったときに電流が流れなくなる。即ち、 $V_1 - V' = -V_0$ 。ここで、 $V' = Q/C$ 、 $V_0 = K_{\max}/e = (hv - W)/e$ であるから、

$$Q = C \left(\frac{hv - W}{e} + V_1 \right)$$



(4) $-5q$ と q の電荷から R と $R/5$ だけ離れた点で、円周と交わる位置。

$$\begin{cases} R \cos \varphi - \frac{1}{5}R \cos \delta = R & : x \text{方向} \\ R \sin \varphi = \frac{1}{5}R \sin \delta & : y \text{方向} \end{cases} \quad \text{これより} \quad \cos \varphi = \frac{49}{50}$$



$$(5) \begin{cases} m \frac{u^2}{R} = q^2 \frac{5k}{R^2} \\ m \frac{u^2}{R} = quB \end{cases} \quad \begin{array}{l} : \alpha \text{があるとき} \\ : \alpha \text{の代わりに } B \end{array} \quad \text{これより} \quad B = \frac{5qk}{uR^2}$$

$$(6) \begin{cases} mg = T \cos \theta & : \text{鉛直方向} \\ T \sin \theta - ql\omega B \sin \theta = m\omega^2 l \sin \theta & : \text{水平方向} \end{cases} \quad \text{これより}$$

$$\omega = \frac{-qlB + \sqrt{q^2 l^2 B^2 + 4\sqrt{2}m^2 lg}}{2ml}$$

ここで、 $\omega = \frac{-qlB - \sqrt{q^2 l^2 B^2 + 4\sqrt{2}m^2 lg}}{2ml}$ は無縁解。

令和8年度入学者選抜試験問題
物理基礎・物理（前期日程）〔解答例〕

問題3

- (1) 初期状態での容器A中の気体のモル数を n_0 とすると、状態方程式より $n_0 = \frac{P_0 V_A}{RT_0}$ である。

バルブを開いてもモル数は n_0 のまま変化しない。また、真空中に膨張するときには気体は外部に仕事をしない。さらに外部から熱を吸収しないことから内部エネルギーは変化しない。そのため、気体の絶対温度は T_0 のままで変化しない。よって、求める圧力を P_1 とすると状態方程式より

$$P_1(V_A + V_B) = n_0 RT_0 = \frac{P_0 V_A}{RT_0} RT_0 = P_0 V_A$$

$$\text{これより } P_1 = \frac{V_A}{V_A + V_B} P_0$$

- (2) バルブが閉じられた時点での容器A中の気体のモル数を n_A とする。(1)で平衡状態に達したあとは、気体は均一に分布するため $n_A = \frac{V_A}{V_A + V_B} n_0$ となる。

バルブは閉じられているので、容器Aの体積は変わらない。そのため、気体は外部に仕事をしない。よって、求める熱量を Q とすると熱力学第一法則より

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} n_A R \cdot 2T_0 - \frac{3}{2} n_A R \cdot T_0 = \frac{3}{2} n_A RT_0 = \frac{3}{2} \frac{V_A}{V_A + V_B} n_0 RT_0$$

$$= \frac{3}{2} \frac{V_A}{V_A + V_B} P_0 V_A = \frac{3P_0 V_A^2}{2(V_A + V_B)}$$

- (3) 外部との熱のやりとりはなく、外部に対する仕事もしていないので、気体の内部エネルギーは保存される。バルブを開く前の容器A内の気体の内部エネルギーは

$$\frac{3}{2} n_A R \cdot 2T_0 = \frac{3}{2} \frac{V_A}{V_A + V_B} n_0 R \cdot 2T_0 \text{ である。}$$

容器B内の気体の内部エネルギーは、モル数 n_B が $n_B = \frac{V_B}{V_A + V_B} n_0$ で表されるので

$$\frac{3}{2} n_B R \cdot T_0 = \frac{3}{2} \frac{V_B}{V_A + V_B} n_0 R \cdot T_0$$

$$\text{よって求める絶対温度を } T_1 \text{ とすると, } \frac{3}{2} \frac{V_A}{V_A + V_B} n_0 R \cdot 2T_0 + \frac{3}{2} \frac{V_B}{V_A + V_B} n_0 R \cdot T_0 = \frac{3}{2} n_0 R T_1$$

$$\text{これより } T_1 = \frac{2V_A + V_B}{V_A + V_B} T_0$$

令和8年度入学者選抜試験問題
物理基礎・物理（前期日程）〔解答例〕

問題4

(1) 図より、

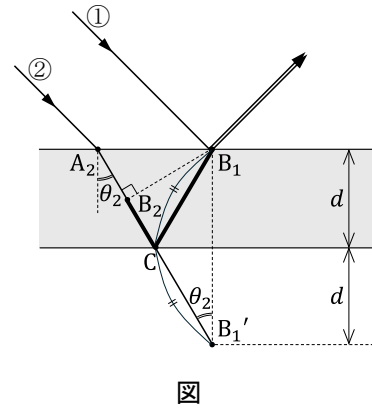
$$x = \overline{B_2C} + \overline{CB_1} = \overline{B_2B_1'} = \overline{B_1B_1'} \cos \theta_2 = \underline{2d \cos \theta_2}$$

(2) 光①と光②の光路差が、波長の（整数+1/2）倍のときに、
強め合って明るくなる。

$$\text{光路差} = \text{屈折率} \times \text{経路差} = n \cdot x$$

$$\text{波長の（整数+1/2）倍} = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda$$

$$\therefore \underline{nx = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda}$$



(3) (a) 減少した

(b) 解答例： 薄膜の干渉では、強め合う波長は薄膜の厚さに比例するため、強め合う波長が緑色から波長の短い青色に変化したということは、薄膜が薄くなったことを示している。