

令和3年度 入学者選抜学力検査
理科(物理) 解答例

1 【選択問題】

問 1

$$v = \sqrt{gh} \quad [\text{m/s}]$$

問 2

$$H = \frac{h \sin^2 \theta}{2} \quad [\text{m}]$$

問 3

計算：水平な方向を x 、鉛直な方向 y とすると、

水平方向の速度 v_x, v_y は、 $v_x = v \cos \theta = \sqrt{gh} \cos \theta$ 、 $v_y = v \sin \theta = \sqrt{gh} \sin \theta$ である。

次に、B 点を飛び出して初めて床に衝突するまでの時間 t は $y = v_y t - \frac{1}{2} g t^2$ より、落下

するとき、 $y=0$ であるため、 $t(v_y - \frac{1}{2} g t) = 0$ となる。

これを満足する t は、 $t=0, \frac{2v_y}{g}$ となる。 $t=0$ は不適であるため、 $t = \frac{2v_y}{g} = 2\sqrt{\frac{h}{g}} \sin \theta$

したがって、 $L = v_x t = h \sin \theta \cos \theta = h \sin 2\theta$

$$L = h \sin 2\theta \quad [\text{m}]$$

問 4

$$e = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

問 5

$$\tan \theta' = \frac{1}{\sqrt{2}} \tan \theta$$

問 6

$$\text{エ}$$

問 7

計算：

斜面に対して垂直な距離を y' とすると、 $y' = v \sin(\theta - \phi) t + \frac{1}{2} a_x t^2$

斜面に衝突するとき、 $y'=0$ となるため $t \left\{ \sqrt{gh} \sin(\theta - \phi) - \frac{1}{2} g \cos \phi t \right\} = 0$

$t=0$ は不適であるため、 $t = 2\sqrt{\frac{h}{g}} \frac{\sin(\theta - \phi)}{\cos \phi}$

$$t = 2\sqrt{\frac{h}{g}} \frac{\sin(\theta - \phi)}{\cos \phi} \quad [\text{s}]$$

2 【選択問題】

問 1

$$\rho = \frac{p_0}{Lg} \quad [\text{kg/m}^3]$$

問 2

$$p_x = \left(3 - \frac{x}{L}\right) p_0 \quad [\text{Pa}]$$

問 3

計算：

$$\text{気体の初期状態方程式：} 3p_0 \cdot SL = nRT_0$$

$$\text{液体がすべて溢れたときの状態方程式：} p_0 \cdot 3SL = nRT_{2L}$$

$$\text{よって：} nRT_0 = nRT_{2L}$$

$$T_{2L} = T_0 \quad [\text{K}]$$

問 4

計算：

ピストンは $x[\text{m}]$ が上昇したときに：

$$\text{気体の圧力：} \quad p = \left(3 - \frac{x}{L}\right) p_0$$

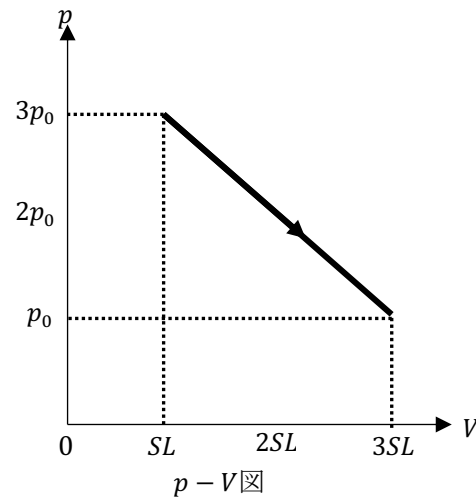
$$\text{体積：} \quad V = S(L + x)$$

$$\rightarrow x = \frac{V}{S} - L$$

を $p = \left(3 - \frac{x}{L}\right) p_0$ に代入すると

$$p = \left(3 - \frac{\frac{V}{S} - L}{L}\right) p_0$$

$$\text{よって：} \quad p = -\frac{p_0}{SL}V + 4p_0 \quad [\text{Pa}]$$



問 5

$$W = \frac{3p_0 + p_0}{2} \times (3SL - SL) = 4p_0SL$$

問 6

$$Q = 4p_0SL$$

3【選択問題】

問 1

$$\frac{1}{4}$$

問 2

$$D = \frac{2(d_1-d_2)}{2(d_2-d_1)} \quad [m]$$

$$2|d_2-d_1|$$

問 3 (ア)

$$\frac{A}{4}$$

(イ)

d_2 を含む経路長： x d_1 を含む経路長： $x+2(d_1-d_2)$

$$\frac{A}{4} \sin \frac{2\pi}{\lambda} \{ct - x - 2(d_1 - d_2)\}$$

(ウ)

$$\frac{A}{2} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \sin \frac{2\pi}{\lambda} \{ct - x + d_2 - d_1\}$$

(エ)

$$\frac{2\pi}{\lambda} \{ct - x + d_2 - d_1\}$$

(オ)

$$\frac{A}{2} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (d_1 - d_2) \quad \text{または} \quad \frac{A}{2} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (d_2 - d_1)$$

(カ)

$$\frac{A^2}{8} \left\{ 1 + \cos \frac{4\pi}{\lambda} (d_1 - d_2) \right\}$$

問 4

計算

$$\frac{A^2}{8} \left\{ 1 + \cos \frac{4\pi}{\lambda} (d_1 - d_2) \right\} = \frac{A^2}{8} \left\{ 1 + \cos \frac{4\pi}{\lambda} (-vt) \right\} = \frac{A^2}{8} \left\{ 1 + \cos \left(-\frac{4\pi v}{\lambda} t \right) \right\}$$

T 秒間に4回点滅するから $\frac{4\pi v}{\lambda} \times \frac{T}{4} = 2\pi$ とより $v = \frac{2\lambda}{T}$

$$v = \frac{2\lambda}{T} \quad [m/s]$$

4 【選択問題】

問 1

$$E_0 = \frac{R\mu mg}{Bl} \quad [\text{V}]$$

問 2

どちらかを○で囲む
 a 側 · b 側

問 3

計算: 誘導起電力を V とすると $I = \frac{2E_0 - V}{R}$ より $V = 2E_0 - IR$

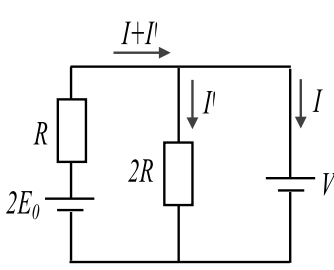
ここで、加速度が 0 であるから $IBl - \frac{2}{3}\mu mg = 0$ より $I = \frac{2\mu mg}{3Bl}$

したがって、 $v_1 = \frac{V}{Bl} = \frac{4R\mu mg}{3(Bl)^2}$

$$I = \frac{2\mu mg}{3Bl} \quad [\text{A}] \quad v_1 = \frac{2\mu mg}{3Bl} \quad [\text{m/s}]$$

問 4

計算(図を書いてもよい):
 図のように誘導起電力を V , 抵抗 $2R$ に流れる電流を I' とすると



$$\begin{cases} 2E_0 - V = (I + I')R \\ V = 2I'R \quad \text{より} \quad I' = \frac{V}{2R} \end{cases}$$

$$\therefore I = \frac{4E_0 - 3V}{2R} = \frac{1}{2R} \left(4 \cdot \frac{R\mu mg}{Bl} - 3 \cdot \frac{4R\mu mg}{3Bl} \right) = 0$$

したがって、

$$ma_1 = -\frac{2}{3}\mu mg \quad \text{より} \quad a_1 = -\frac{2}{3}\mu g$$

$$a_1 = -\frac{2}{3}\mu g \quad [\text{m/s}^2]$$

問 5

計算(図を書いてもよい):

前問より

$$V = \frac{1}{3}(4E_0 - 2IR)$$

ここで、加速度が 0 であるから問 2 より

$$I = \frac{2\mu mg}{3Bl}$$

したがって、 $v_2 = \frac{V}{Bl} = \frac{8R\mu mg}{9(Bl)^2}$

$$v_2 = \frac{8R\mu mg}{9(Bl)^2} \quad [\text{m/s}]$$

問 6

(h)

スイッチ S_2 を閉じた ($t=0$) 後: 加速度は $-\frac{2}{3}\mu g$ から 0 に導体棒の速度 v に比例して
 加速度の大きさ(グラフの傾きの大きさ)が減少

スイッチ S_1 と S_2 を同時に開いた ($t = t_0$) 後: 加速度は $-\frac{2}{3}\mu g$ で一定(等加速度運動)

5【選択問題】

問1

ア ${}^4_2\text{He}$ (ヘリウム)

イ 陽子

ウ 中性子

エ 核反応 (原子核反応)

オ 質量欠損

カ 結合エネルギー

キ 核分裂

ク 核融合

問2

1 1

2 0

3 n

問3

ケ $\frac{hc}{\lambda}$

コ $\frac{h}{\lambda}$

サ $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + \frac{m_e v^2}{2}$

シ $\frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\lambda'} \cos \theta + m_e v \cos \varphi$

ス $\frac{h}{\lambda'} \sin \theta = m_e v \sin \varphi$

問4

$$\theta = 180 \quad [^\circ]$$