

第1問

問1 光の回折と干渉によりスクリーン上に明暗の縞模様が現れる。

(答)②, ④

問2 熱化学の第1法則より, $\Delta U = Q + W$ …(1)

気体が外部と熱のやりとりをしないで状態を変える時を断熱変化という。

この時, (1)式は $\Delta U = W$ となる。

つまり, 気体は外部からされた仕事の分だけ内部エネルギーが変化し,

気体の温度も変化する。

(答)④

問3 時刻0のときのKの個数を N_0 とする。

37.2時間後にKの個数は $\frac{1}{8}N_0$ であるから,

$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ の公式より,

$$\frac{1}{8}N_0 = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

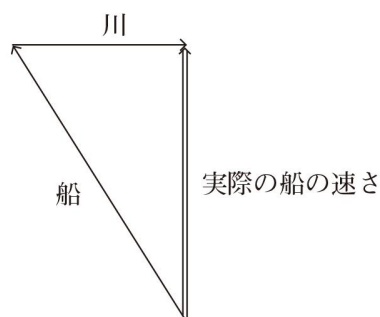
$$\therefore \frac{t}{T} = 3$$

$$T = \frac{37.2}{3}$$

$$= 12.4 \text{時間}$$

(答)②

問4



(答)③

問5 $V_A > 0$, $V_B < 0$ であり, x 軸上の電位0の点を考えて,

$$V = k \frac{Q_A}{r_A} + k \frac{-Q_B}{r_B} = 0$$

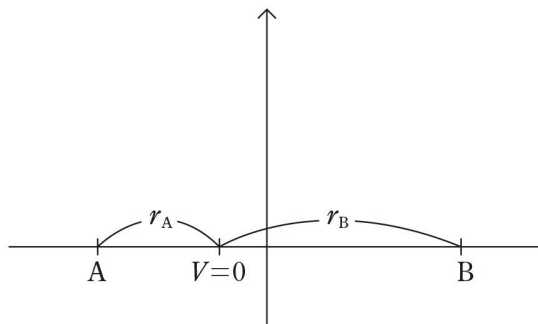
図より $r_A < r_B$

$$\therefore |Q_A| < |Q_B|$$

また $Q_A = +Q$, $Q_B = -2Q$ とすれば,

$$k \frac{Q}{r_A} + k \frac{-2Q}{r_B} = 0 \text{ より}$$

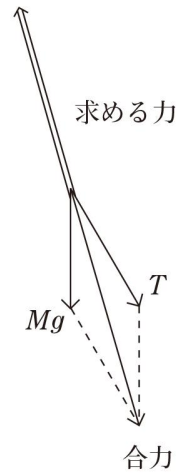
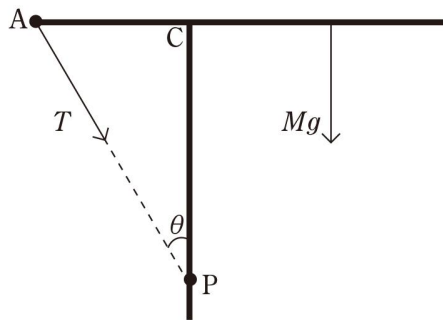
$r_B = 2r_A$ となり図と一致する。



(答)③

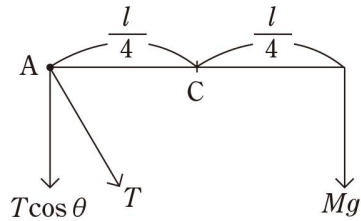
第2問

(A) 問1



T と Mg の合力を求めて、その合力とつり合う力が、杭が棒に及ぼす力の向きとなる。 (答)⑧

問2



C点のまわりの力のモーメントのつり合いより、

$$T \cos \theta \times \frac{l}{4} = Mg \times \frac{l}{4}$$

$$T = \frac{Mg}{\cos \theta}$$

(答)③

(B) 問3 (力学的エネルギーの変化) = (非保存力のした仕事) より、

$$0 - mgh = \mu' mgl \cos 180^\circ$$

$$\mu' = \frac{h}{l}$$

(答)③

問4 力学的エネルギー保存則と運動量保存則が成り立つ。

$$mv + MV = 0$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2 = mgh$$

(答)①, ⑥

問5 小物体が点Qまですべりおりに間に小物体と台との抗力の反作用の力が働き、

台は左へ動いていることに注目するとよい。

(答)④

第3問

問1 力のつり合いを考える。

$$p_1 S + a_0 \rho g = p_0 S + b_0 \rho S g$$

$$p_1 = p_0 + (b_0 - a_0) \rho g$$

(答)⑤

問2 図1と図2のAにボイルの法則を利用して、

$$p_1 (L - a_0) S = p_0 (L - a_1) S$$

$$a_1 = L - (L - a_0) \frac{p_1}{p_0}$$

(答)①

問3 ガラス管の圧力は常に p_0 となるから

$$\frac{p_0 (L - a) S}{T} = \text{一定}$$

$$\frac{L - a}{T} \text{ も一定となる。}$$

$$\frac{L - a}{T} = k \quad (L > a \text{ より, } k > 0) \text{ とおくと, } a = -kT + L$$

∴ グラフは、傾きが $-k$ の直線となる。

(答)④

第4問

(A) 問1 経路差 $\Delta = S_2 P - S_1 P = \frac{\lambda}{2} (2m + 1)$ に $m = 0$ を代入して

$$5.4 - 5.1 = \frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore \lambda = 0.6 [\text{m}]$$

経路差 $\Delta = S_2 Q - S_1 Q = \frac{\lambda}{2} \times 2m$ に $m = 1$ を代入して

$$S_2 Q - 5.8 = 0.6$$

$$S_2 Q = 6.4 [\text{m}]$$

(答)③

問2 位相が逆になると、極大と極小も逆になる。

(答)①

問3 振動数が異なるとうなりを生じる。

うなりは2つの波の重ねあわせによって生じる現象であり、経路差とは関係しない。

よって、OQ間のどこでもうなりが聞こえる。

(答)⑤

(B) 問4 空気中の速さを v_0 、ガラスの速さを v_1 とする。屈折の理論から、

$$\frac{QS}{PR} = \frac{v_0 t}{v_1 t} = \frac{v_0}{v_1} = \frac{n_1}{n_0} \quad [\text{倍}]$$

(答)④

問5 臨界角を θ_0 として、 $\frac{\sin \theta_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}$

$\theta > \theta_0$ で図のような全反射が起こる。

$\sin \theta > \sin \theta_0$ より、全反射がくり返す条件は、

$$\sin \theta > \frac{n_2}{n_1} \quad \text{かつ } n_1 > n_2 \text{ である。}$$

(答)⑥

第5問

(A) 問1 キルヒホッフの法則より

$$V + RI = E$$

$$\therefore V = E - RI$$

(答)②

問2 $V = -50I + 3.0$ のグラフを図2にかいて、交点を求める。

$$I = 20[\text{mA}]$$

(答)③

問3 電子の移動方向と電流の向きは逆であり、

正孔の移動方向と電流の向きは同じである。

(答)②

(B) 問4 合成の公式より、

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C}$$

$$C_0 = \frac{2}{3}C$$

(答)②

問5 bc間の電位差は V_{bc} は、

$$V_{bc} = \frac{C}{2C + C} E$$

$$= \frac{1}{3} E$$

bの方がcより電位が高いから、求めたい電位は

$$\frac{1}{3} E \text{ となる。}$$

(答)⑤

問6 $2C$ のコンデンサーにたくわえられた静電エネルギーは抵抗でジュール熱として消費され、 C のコンデンサーにたくわえられた静電エネルギーは不変である。

従って、静電エネルギーの和は減少する。

(答)①