



Windom の解答速報 昭和大(医) 物理 2011

- 1 A (1) 氷の水面から上の体積を V_1 , 下の体積を V_2 とし, それらが融けた後の体積をそれぞれ V'_1 , V'_2 とすると, 質量が同じという観点から,
- $$dV_2 = d_0V'_2, \quad dV_1 = d_0V'_1$$
- 水全体の体積を V とすると, 初めの水面までの体積は, $V + V_2$, 後の水面までの体積は, $V + V'_2 + V'_1$ となり, これらの差を計算すると,

$$(V + V'_2 + V'_1) - (V + V_2) = \frac{d}{d_0}(V_2 + V_1) - (V_2)$$

ここで, 氷のつりあいより,

$$d(V_2 + V_1)g = d_0V_2g$$

で, これを用いると,

$$(V + V'_2 + V'_1) - (V + V_2) = \frac{d}{d_0}(V_2 + V_1) - (V_2) = 0$$

よって, 水の液面は変わらない。(答)

- (2) 文意よりボートの初めの水面から下の体積が V_A , 後のボートの水面から下の体積を V' とし, 物体 1 の体積を V_1 とし, 物体 2 の体積を V_2 とすると,

V_B は, $V_B = V' + V_1 + V_2$ を満たす。

初めの状態のボートのつりあいより,

$$(m_1 + m_2 + M)g = d_0V_Ag$$

後の状態のボートのつりあいより,

$$Mg = d_0V'g$$

物体 2 のつりあいより

$$m_2g = d_0V_2g$$

また物体 1 は $m_1 = d_1V_1$ を満たす。

これらより,

$$V_B = \frac{M}{d_0} + \frac{m_1}{d_1} + \frac{m_2}{d_0} \text{ で,}$$

$$V_A - V_B = \frac{m_1 + m_2 + M}{d_0} - \left(\frac{M}{d_0} + \frac{m_1}{d_1} + \frac{m_2}{d_0} \right) = \frac{d_1 - d_0}{d_0 d_1} m_1 \text{ (答)}$$

- B (1) 最初の状態での物体の水面下の長さを l とし, つりあいより,

$$d_0Sl \cdot g = dSL \cdot g$$

$$\therefore l = \frac{d}{d_0}L \text{ (答)}$$

- (2) 後の状態での物体の水面下の長さを l' , 最初と後の状態での水の物体の下面までの高さをそれぞれ h , h' とする。最初と後では水の体積は不変だから,

$$\pi(2r)^2(h+l) - \pi r^2 l = \pi(2r)^2(h'+l') - \pi r^2 l'$$

また, $h' = h + x$ だから, これらより,

$$l' = \frac{3l - 4x}{3} = \frac{d}{d_0}L - \frac{4}{3}x \text{ (答)}$$

- (3) $T = \frac{1}{2}d_0Sl \cdot g$ で切れる。

つりあいより,

$$\frac{1}{2}d_0Sl \cdot g + d_0S \left(\frac{d}{d_0}L - \frac{4}{3}x \right) \cdot g = dSLg$$

$$\therefore x = \frac{3d}{8d_0}L \text{ (答)}$$

- 2 (1) ボイル・シャルルの法則より,

$$\frac{P_0SL}{T_0} = \frac{PS \frac{3}{4}L}{T_A} \quad \therefore T_A = \frac{3P}{4P_0}T_0$$

$$\frac{P_0SL}{T_0} = \frac{PS \frac{5}{4}L}{T_B} \quad \therefore T_B = \frac{5P}{4P_0}T_0$$

$$\therefore \frac{T_A}{T_B} = \frac{3}{5} \text{ (答)}$$

- (2) 熱力学第 1 法則から,

$$0 = \frac{3}{2}R(T_A - T_0) - W$$

$$Q = \frac{3}{2}R(T_B - T_0) + W \dots \textcircled{1}$$

が成り立ち, これらより,

$$W = \frac{3}{8}(Q - RT_0) \text{ (答)}$$

- (3) ①より,

$$Q = \frac{3}{2}R(T_B - T_0) + \frac{3}{8}(Q - RT_0)$$

$$\therefore T_B = \frac{5}{12} \left(\frac{Q}{R} + 3T_0 \right) \text{ (答)}$$

- 3 (ア) ドップラー効果

(イ) 超音波

(ウ) 干渉

(1) $V - a$

(2) $f' = \frac{V - a}{\lambda} = \frac{V - a}{\frac{V - a}{f}} = \frac{V - a}{V} f$

(3) $V + a$

(4) $\lambda' = \frac{V + a}{f'}$

(5) $\lambda' = \frac{V + a}{f'} = \frac{V + a}{\frac{V + a}{V - a} f} = \frac{V - a}{V} f$

(6) $V = f\lambda'$ より,

$$f' = \frac{V}{\lambda'} = \frac{V - a}{V + a} f$$

(7) $\Delta f = f - \frac{V - a}{V + a} f$

$$= \frac{2a}{V + a} f$$

$$\therefore a = \frac{\Delta f}{2f - \Delta f} V$$

4

- (1) $d \sin \theta$
 (2) 光路差が波長の整数倍の関係になった場合。
 (3) 回折格子とスクリーンの距離を l とすると、干渉縞の間隔は、 $\Delta x = \frac{l\lambda}{d}$ のように表される。
 よって、 $\lambda = \frac{d\Delta x}{l} = \text{代入} = 625 \text{ nm}$ (答)
 赤 (答)
 (4) $\Delta x = \frac{l\lambda}{d}$ より、距離 l 小さくすると干渉縞の間隔は小さくなる。
 (5) $\Delta x = \frac{l\lambda}{d}$ より、スリットの数を増やすと d は小さくなり、干渉縞の間隔は大きくなる
 (6) $\lambda_{\text{青}} < \lambda_{\text{赤}}$ なので、 $\Delta x = \frac{l\lambda}{d}$ より、干渉縞の間隔は赤色の方が大きい。
 (7) 中央の白色の縞のとなりには、虹のようにいろいろな色の縞が出来る。

B 光が油膜やシャボン玉の薄膜で干渉をし強め合うが、目に入る光の角度によって強め合う色が異なるため様々な色に色づいて見える。

5

- s (1) $N = 4\pi k Q$
 (2) $N = ES_0$
 (3) $Q = \frac{ES_0}{4\pi k}$
 (4) $E = \frac{V}{d}$
 (5) $Q = \frac{1}{4\pi k} \frac{S_0}{d} V$
 (6) $Q = CV$ と比べて、 $C = \epsilon_0 \frac{S_0}{d}$
 (7) $U = \frac{1}{2} CV^2$
 (8) $U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{S_0}{d} (Ed)^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 S_0 d E^2$
 (9) $\frac{U}{S_0 d} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$
 (10) $H = \frac{N}{l} I$, $B = \mu_0 H$ より,
 $\therefore B = \mu_0 \frac{N}{l} I$
 (11) $\Phi = BS_1 = \mu_0 \frac{N}{l} S_1 I$
 (12) $\Delta\Phi = \mu_0 \frac{N}{l} S_1 \Delta I$ より,
 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \mu_0 \frac{N}{l} S_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$
 (13) $V = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
 $= -\mu_0 \frac{N^2}{l} S_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$
 (14) $V = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
 (15) $L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S_1$
 (16) $U = \frac{1}{2} LI^2$
 (17) $U = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{N^2}{l} S_1 I^2$
 $= \frac{1}{2} \frac{l}{\mu_0} \left(\mu_0 \frac{N}{l} I \right)^2 S_1 = \frac{1}{2} \frac{l}{\mu_0} B^2 S_1$
 (18) $\frac{U}{S_1 l} = \frac{1}{2} \frac{l}{\mu_0} \left(\mu_0 \frac{N}{l} I \right)^2 S_1 = \frac{B^2}{2\mu_0}$

【講評】 典型的な問題も多いが問題量がかなり多く高得点をとるのは難しい。①の問題は日頃慣れていない問題で、試験時間内に解くのは難しく解けなくてよい。③の問題はドップラー効果の公式を導出する問題だが、ドップラー効果について詳しく勉強してないと難しい。④の問題は平易である。⑤の問題も流れをつかみきれなかったり、公式や法則をうろ覚えだと途中で止まってしまう。合格ラインは、大問3問～3問半は解けてないといけないレベルになる。