

**Windom の解答速報 昭和大(医)Ⅱ 物理 2012**

1

- (1) 球1がPの周りに作る力のモーメントは,

$$M_1 = mgr \sin(\alpha - \theta) : \text{反時計回り}$$

球2がPの周りに作る力のモーメントは,

$$M_2 = mgr \sin(\alpha + \theta) : \text{時計回り}$$

- (2)
$$M_1 - M_2 = mgr \sin(\alpha - \theta) - mgr \sin(\alpha + \theta)$$

$$= mgr \{ \sin(\alpha - \theta) - \sin(\alpha + \theta) \}$$

$$= mgr (-2 \cos \alpha \sin \theta)$$

$$= -2mgr \cos \alpha \sin \theta$$

ここで, $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$, $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ より,

$\cos \alpha > 0$, $\sin \theta > 0$ であるから,

$$M_1 - M_2 = -2mgr \cos \alpha \sin \theta < 0$$

$$\therefore M_1 < M_2$$

これは傾きを解消する方向に回転することを示している。

$-\frac{\pi}{2} < \theta < 0$ としたときも $M_1 > M_2$ となり同様である。

- (3) ア 振り子

3

以下は高校で習うものではないが、この解法は慣性モーメントというものを使う。

運動方程式は,

$$(mr^2 \times 2) \frac{d\theta^2}{dt^2} = -2mgr \cos \alpha \sin \theta$$

$$\rightleftharpoons -2mgr \cos \alpha \theta$$

$$\therefore \frac{d\theta^2}{dt^2} = -\frac{g \cos \alpha}{r} \theta$$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{g \cos \alpha}{r}}$$

$$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g \cos \alpha}}$$

1

単振り子の周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ と比べて,

$$\text{ひもの長さは } \frac{r}{\cos \alpha}$$

2

2m

- (4) 球1がQのまわりに作る力のモーメントは,

$$M_1 = mgd \sin(\beta - \theta) : \text{反時計回り}$$

球2がQのまわりに作る力のモーメントは,

$$M_2 = mg \sin(\beta + \theta) : \text{時計回り}$$

$$M_1 - M_2 = mgd \sin(\beta - \theta) - mgd \sin(\beta + \theta)$$

$$= -2mgd \cos \beta \sin \theta$$

ここで $\frac{\pi}{2} < \beta < \pi$ より $\cos \beta < 0$, また $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ より $\sin \theta > 0$

であるから

$$M_1 - M_2 = -2mgd \cos \beta \sin \theta > 0$$

$$\therefore M_1 > M_2$$

よって 反時計回り に大きさ $-2mgd \cos \beta \sin \theta$ の力のモーメントが生じる

- (5) やじろべいの安定性は二個の球が支点よりも低い位置にあることで確保されてる。(低い位置にあることで変化を打ち消す方向に力のモーメントが生じるようになっている)

2

- (1) 容器の熱容量をCとおく。

水の温度が0℃になるまで ($0 \leq t \leq a$) の熱収支を考えると

$$\underbrace{C \times (5 - 0)}_{\text{容器が放出する熱}} + \underbrace{20.0 \times 4.20 \times (5 - 0)}_{\text{水が放出する熱}}$$

$$= 200 \times 0.400 \times \{118 - 101.5\}$$

金属が得る熱

$$\therefore C = 180$$

よって容器の熱容量は, 180J/K

- (2) 氷の比熱を c_I とおく。

氷の温度が0℃から下がり始めてから熱平衡に達するまで ($b \leq t$) の熱収支を考えると,

$$180 \times \{0 - (-5.00)\} + 20.0 \times c_I \times \{0 - (-5.00)\}$$

$$= 200 \times 0.400 \times \{(-5.00) - (-19.0)\}$$

$$\therefore c_I = 2.20$$

よって氷の比熱は 2.20J/g・K

- (3) 水が氷になるときに放出する熱量(凝固熱)をQとおくと,
 0℃の水が氷になり始めてからすべて氷になるまで ($a \leq t \leq b$) の熱収支は,

$$Q = 200 \times 0.400 \times \{(-19.0) - (-101.5)\}$$

$$= 6600$$

よって放出する総熱量は $6.60 \times 10^3 \text{J}$

3

(1) BD間の合成抵抗は R_{BD} は

$$\frac{1}{R_{BD}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} \quad \therefore R_{BD} = \frac{2}{3}R$$

よってA→B→D間の合成抵抗 R_{ABD} は

$$R_{ABD} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$

同様にA→C→D間の合成抵抗 R_{ACD} は

$$R_{ACD} = R + 3R = 4R$$

以上よりAD間の合成抵抗 R_{AD} は

$$\frac{1}{R_{AD}} = \frac{1}{R_{ABD}} + \frac{1}{R_{ACD}} \quad \therefore R_{AD} = \frac{20}{17}R$$

(2) ABDを流れる電流 I_{ABD} は,

$$I_{ABD} = \frac{E}{R_{ABD}} = \frac{3E}{5R}$$

(3) BD間の電圧 V_{BD} は,

$$V_{BD} = I_{ABD}R_{BD} = \frac{3E}{5R} \times \frac{2}{3}R = \frac{2}{5}E$$

よって抵抗値 R を流れる電流 I は,

$$I = \frac{V_{BD}}{R} = \frac{2E}{5R}$$

(4) 点Dにおける電位を0とし, 点B, Cにおける電位を V_B , V_C とおくと,

$$V_B = I_{ABD} \times R_{BD} = \frac{2}{5}E$$

$$V_C = I_{ACD} \times 3R = \frac{E}{R+3R} \times 3R = \frac{3}{4}E$$

よって $V_C > V_B$ であり, 電流は電位の高い方から低い方へ流れるので電流の向きは, C→Bである。

(5) A→B, A→C, C→Bの向きに流れる電流の大きさをそれぞれ i_{AB} , i_{AC} , i_{CB} とおくとキルヒホッフの法則より,

$$\begin{cases} i_{AC}R + i_{CB}R - i_{AB}R = 0 & (A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A) \\ i_{AC}R + (i_{AC} - i_{CB})R = E & (\text{電池} \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow \text{電池}) \\ i_{AB}R + (i_{AB} + i_{CB})R_{BD} = E & (\text{電池} \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow \text{電池}) \end{cases}$$

これを解くと,

$$i_{AB} = \frac{23E}{43R}, \quad i_{AC} = \frac{16E}{43R}, \quad \underline{\underline{i_{CB} = \frac{7E}{43R}}}$$

(6) 十分に時間が経過するとBC間には電流が流れない。これは最初のスイッチが開いていたときと同じ状態である。

よってBC間の電位差, つまりコンデンサーの両端間電位差 V_{BC} は,

$$V_{BC} = V_C - V_B = \frac{7}{20}E$$

また蓄えられている電荷 Q は,

$$Q = CV_{BC} = \frac{7}{20}CE$$

そして蓄えられている静電エネルギー U は,

$$U = \frac{1}{2}CV_{BC}^2 = \underline{\underline{\frac{49}{400}CE^2}}$$

(7) 真空中にあるコンデンサーの電気容量は $C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d}$

(S : 極板面積, d : 極板間 距離 ϵ_0 : 真空の誘電率)であるのに対し, 比誘電率 ϵ_r の誘電体で電極間を満たしたときのコンデンサーの電気容量は $C = \epsilon \frac{S}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{d} = \epsilon_r C_0$ と表される。

つまり $\epsilon_r > 1$ のとき $C > C_0$ となる。電荷 Q は変化しないので両端間電圧を誘電体を満たす前と後ろでそれぞれ V_0 , V とおくと,

$$V_0 = \frac{Q}{C_0} > \frac{Q}{C} = V$$

よって両端間電圧は(6)のときより小さい。

4

ア 垂直	イ 赤外線	ウ 可視光線
エ 紫外線	オ X線	カ 直進(透過)
キ 短波	ク 電離層	ケ 反射
コ マイクロ波	サ 極性	シ 活発
ス 制限的	セ 狭い	ソ にくい
タ 散乱光	チ 赤外線	ツ 紫外線
テ X線	ト 原子核	ナ 比例
ニ 紫外線	ヌ X線	ネ 大き
ノ DNA		