

広島大学

令和2年度一般入試(前期日程)・
私費外国人留学生入試2月実施

解答例

科目名：

物理基礎・物理

解答の公表に当たって、一義的な解答が示せない記述式の問題等については、「出題の意図又は複数の若しくは標準的な解答例等」を公表することとしています。

また、記述式の問題以外の問題についても、標準的な解答例として正答の一つを示している場合があります。

[I]

問1 円運動の向心力と万有引力の大きさが等しいことから $\frac{mv_0^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$ が成り立つ。これを v_0 について解けば答を得る。

$$\text{(答)} \quad v_0 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

問2 (答) $2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM}}$

問3 (答) $s_1 = s_0 \frac{r}{R}$

問4 エネルギー保存則より点Aと点Bでの全エネルギーは等しい。無限遠点での位置エネルギーがゼロとなるように基準をとると

$$\frac{m}{2}s_0^2 - \frac{GMm}{r} = \frac{m}{2}s_1^2 - \frac{GMm}{R}, \quad \text{問3の答 } s_1 = \frac{s_0 r}{R} \text{ と連立させて } s_0 \text{ を求める。}$$

$r < R$ に注意して $s_0^2 = \frac{2GMR}{r(r+R)}$ から平方根を求め、答を得る。

$$\text{(答)} \quad s_0 = \sqrt{\frac{2GMR}{r(r+R)}}$$

問5 無限遠点での位置エネルギーがゼロとなるように基準をとる。無限遠点での速さがゼロを超えると点Aに戻ってこなくなる。速さ V は、エネルギー保存則から $\frac{m}{2}V^2 - \frac{GMm}{r} = 0$ を解いて答を得る。

別解 問4で $R \rightarrow \infty$ の極限をとることで限界の値 $V = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ を得る。

$$\text{(答)} \quad V = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

[II]

(1) d

(2) h

(3) h

(4) a

(5) k

[III]

(1) $\frac{\lambda}{2 \tan \theta} (m + \frac{1}{2})$

(2) c

(3) $\frac{\lambda m}{2 \tan \theta}$

(4) $R(T_1 T_2)^2 A$

(5) $\frac{1 - T_1 T_2}{1 + T_1 T_2}$

(6) $R^2 (T_1 T_2)^2 A$

(7) $\frac{1 - R^2}{1 + R^2}$

(8) c

[IV]

問1 (答) $E_0 = \frac{Q_0}{\epsilon_0 S}, \quad U_0 = \frac{1}{2} Q_0 V_0$

問2 電気量は変わらず, A での電場の強さは E_0 である。金属内部は等電位なので, 電圧 V_1 は $V_1 = E_0 \frac{d}{3} \times 2 + 0 = \frac{2}{3} V_0$ で, 静電エネルギー U_1 は $U_1 = \frac{1}{2} Q_0 V_1 = \frac{1}{3} Q_0 V_0$

別解 極板間距離 $\frac{d}{3}$ のコンデンサーを 2 個, 直列につないだものと等価である。極板間距離 d のコンデンサーの電気容量は $C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d}$ で, 極板間距離が $\frac{d}{3}$ のコンデンサーは $3C_0$ で, その 2 個の合成電気容量 C は $C^{-1} = (3C_0)^{-1} + (3C_0)^{-1}$, つまり, $C = \frac{3C_0}{2}$ となる。電気量が保存しているので, $U_1 = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{1}{3} Q_0 V_0$ である。

(答) $U_1 = \frac{1}{3} Q_0 V_0$

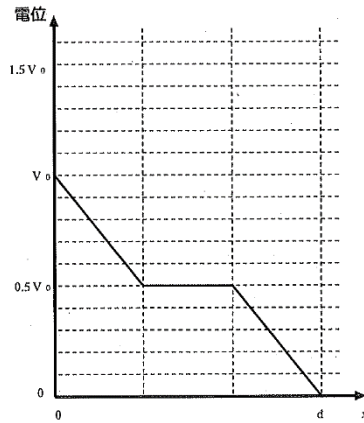
問3 金属内部では $E_B = 0$ であり, 極板間の電圧が V_0 だから $\frac{2d}{3} E_A + \frac{d}{3} E_B = V_0$ と, $V_0 = E_0 d$ を用いて, $E_A = \frac{3V_0}{2d} = \frac{3}{2} E_0$ で, $Q_2 = E_A \epsilon_0 S = \frac{3}{2} Q_0$ である。

別解 コンデンサーの合成電気容量の考えでは $Q_2 = CV_0 = \frac{3}{2} C_0 V_0 = \frac{3}{2} Q_0$,

$E_A = \frac{Q_2}{\epsilon_0 S} = \frac{3}{2} E_0$ 。また, 金属内部では $E_B = 0$ 。

(答) $\frac{E_A}{E_0} = \frac{3}{2}, \quad \frac{E_B}{E_0} = 0, \quad \frac{Q_2}{Q_0} = \frac{3}{2}$

問 4 図



問 5 スイッチを入れた後、静電エネルギーは $\frac{1}{2}Q_2V_0 = \frac{3}{4}Q_0V_0$ となる。
 U_1 からの静電エネルギーの増加分は $\Delta U = \frac{3}{4}Q_0V_0 - \frac{1}{3}Q_0V_0 = \frac{5}{12}Q_0V_0$ 。
 電気量は $\frac{Q_0}{2}$ だけ増え、その増えた電気量を運ぶために、電源がした仕事 P は $P = \frac{1}{2}Q_0V_0$ 。その差 $P - \Delta U$ が抵抗で消費されたジュール熱 $W = \frac{1}{12}Q_0V_0$ となる。

別解 コンデンサーの合成電気容量の考えでは静電エネルギーの増加分は

$$\Delta U = \frac{1}{2}CV_0^2 - \frac{1}{3}Q_0V_0 = \frac{5}{12}Q_0V_0$$

P と W の求め方は上と同じ。

(答) $\Delta U = \frac{5}{12}Q_0V_0, \quad P = \frac{1}{2}Q_0V_0, \quad W = \frac{1}{12}Q_0V_0$