

福岡大学医学部 2017年度入学試験 解答速報 物理

2017年2月2日 実施

[I]

- (1) [19] (2) [33] (3) [11] (4) [26] (5) [37]
(6) [40] (7) [39] (8) [28] (9) [18] (10) [16]

解説

(i) (1) C での電界の大きさ $E_C = k \frac{Q}{(\sqrt{2})^2}$, B での電界の大きさ $E_B = k \frac{Q}{2^2}$ より, $\frac{E_C}{E_B} = 2$ 倍

(2) C での電位 $V_C = k \frac{Q}{\sqrt{2}}$, B での電位 $V_B = k \frac{Q}{2}$ より, $V_C - V_B = \frac{\sqrt{2}-1}{2} \times kQ$

(ii) (3) A, B の電荷がそれぞれ C につくる電界の x 成分の大きさは等しく符号が逆なので, C での電界の x 成分は 0.

(4) A, B の電荷がそれぞれ C につくる電界の y 成分の大きさは等しく $E_{Ay} = E_{By} = \frac{kQ}{(\sqrt{2})^2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$

なので, C での電界の y 成分は, $E_{Cy} = 2E_{Ay} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times kQ$

(5) 原点と C との間で力学的エネルギー保存則を考えると,

$$2kqQ = \sqrt{2}kQq + \frac{1}{2}mv^2$$

したがって, $v = \sqrt{4 - 2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{kqQ}{m}}$

(iii) (6) ~ (8) A の電荷と B の電荷が P に作る電界の向きは逆なので, 大きさが等しければ P での電界の大きさは 0 になる. したがって,

$$\frac{kQ}{\overline{AP}^2} = \frac{kQ}{2\overline{BP}^2} \quad \therefore \overline{AP}:\overline{BP} = \sqrt{2}:1$$

したがって, 点 P は線分 AB を $\sqrt{2}:1$ に外分する点だとわかるので, P の x 座標は $3 + 2\sqrt{2}$ とわかる.

(9) ~ (10) A の電荷と B の電荷が等電位線上の点 R に作る電位の符号は逆なので, 大きさが等しければ R での電位は 0 になる. したがって,

$$\frac{kQ}{\overline{AP}} = \frac{kQ}{2\overline{BP}} \quad \therefore \overline{AP}:\overline{BP} = 2:1$$

したがって, 等電位線と x 軸との交点は線分 AB を $2:1$ に内分する点 ($x = \frac{1}{3}$) と外分する点

($x = 3$) だとわかる. 等電位線は x 軸に関して対称なので, 円の中心は 2 交点の中点 $x = \frac{5}{3}$.

半径は 2 交点の距離の半分 $\frac{4}{3}$ となる.

<次頁につづく>

〔Ⅱ〕

- (1) [12] (2) [16] (3) [23] (4) [25] (5) [28]
 (6) [33] (7) [35] (8) [41] (9) [44] (10) [49]

解説

(i) (1) 容器 I 内の気体の状態方程式 $p_1V = n_1RT_1$ より, $n_1 = \frac{p_1V}{RT_1}$

(2) 単原子分子理想気体であるので $U_1 = \frac{3}{2}p_1V$ [J]

(ii) (3) 気体の膨張は断熱的であり, また, 気体のした仕事も 0 であるので, 気体の内部エネルギーは変化しない. (これを断熱自由膨張という)

(4) 気体のモル数も変化していないので, 温度は変化しない.

(5) 温度が変化せずに体積が 2 倍になったので, 圧力は $\frac{1}{2}$ 倍となる.

(iii) この問題では, (7), (8) を求めてから, (6) を求めるほうが考えやすい.

(7) 最初の状態から, 内部エネルギーの総和は変化していないので, $\frac{3}{2}(p_1V + p_3V) = \frac{3}{2}p' \cdot 3V$

(8) 気体は一様に分布しているおり, 全モル数の $\frac{1}{3}$ が容器 I 内にあるので $n_1' = \frac{1}{3} \left(\frac{p_1V}{RT_1} + \frac{p_3V}{RT_3} \right)$

(6) 全体をひとまとまりで考えた状態方程式 $p' \cdot 3V = 3n_1'RT'$ より, $T' = \frac{p'V}{n_1'R}$ [K]. これに

(7)(8) の値を代入する.

(iv) (9) 気体のした仕事が 0 であるので, 熱力学の第 2 法則より $\Delta U_1' = Q$ [J]

(10) 絶対温度の変化を $\Delta T'$ として, $\Delta U_1' = \frac{3}{2}n_1'R\Delta T'$ であるので, $\Delta T' = \frac{2Q}{3n_1'R}$

求める値は $T' + \Delta T'$

<次頁につづく>

〔Ⅲ〕

$$(1) a_0 = \frac{F_0}{M+m} - \mu'g \quad (2) f_0 = m \left(\frac{F_0}{M+m} - \mu'g \right) \quad (3) F_1 = (\mu' + \mu)(M+m)g$$

$$(4) a_2 = \mu'g \quad (5) A_2 = \frac{F_2}{M} - \mu' \left(\frac{2m}{M} + 1 \right) g \quad (6) t = \sqrt{\frac{2ML}{F_2 - 2\mu'(M+m)g}}$$

$$(7) a_3 = \mu'g \quad (8) A_3 = -\mu' \left(\frac{2m}{M} + 1 \right) g \quad (9) 2\sqrt{\mu' \left(\frac{m}{M} + 1 \right) gL}$$

解説

(i) (1) P, Q を一体の物体と見て運動方程式は $(M+m)a_0 = F_0 - \mu'(M+m)g$

(2) P が受ける水平成分の力は静止摩擦力のみなので, $f_0 = ma_0$

(3) 外力の大きさが F_1 のとき, (2) の静止摩擦力が最大摩擦力に達するので,

$$m \left(\frac{F_1}{M+m} - \mu'g \right) = \mu mg$$

(ii) P と Q がやりとりする動摩擦力の大きさは $\mu'mg$,

Q が水平面から受ける動摩擦力の大きさは $\mu'(M+m)g$ である.

(4) P の運動方程式 $ma_2 = +\mu'mg$

(5) Q の運動方程式 $MA_2 = F_2 - \mu'mg - \mu'(M+m)g$

(6) P と Q の相対加速度の大きさを $\beta = A_2 - a_2$ とし, $\frac{1}{2}\beta t^2 = L$ より $t = \sqrt{\frac{2L}{\beta}}$

(iii) (7) (4) と同じ運動方程式となる

(8) (5) の運動方程式で $F_2 = 0$ を代入した値となる

(9) P と Q の速度が等しくなった瞬間, 丁度 P が Q の左端に達する場合を考える.

P と Q の速度が等しくなるまでの時間を t' とし, $(a_3 - A_3)t' = v_0$ より,

$$t' = \frac{Mv_0}{2\mu'(M+m)g}$$

このとき,

$$L = \frac{1}{2}v_0t' = \frac{Mv_0^2}{4\mu'(M+m)g} \text{ となるので, } v_0 \geq 2\sqrt{\mu' \left(\frac{m}{M} + 1 \right) gL}$$

<次頁につづく>

講評

大問Ⅰ 点電荷の作る電場及び電位.

大問Ⅱ 気体の状態変化, 断熱自由膨張.

大問Ⅲ 摩擦のある台と水平面上の物体の運動.

大問Ⅰは標準的な問題なので完答したい.

大問Ⅱは標準的な問題だが, 計算を要領良くこなさないと時間的に厳しくなる. 6問は合わせたい.

大問Ⅲは特別難しい問題ではないが, 1箇所ミスすると連鎖してミスし易い.. やはり6問は合わせたい.

昨年度より難化. 難問はないが, 設定が複雑で計算量も多く時間的にも厳しいセットであった. ボーダーラインは7割.

医歯学部進学予備校 **メビオ**

〒540-0033 大阪市中央区石町2-3-12 ベルヴォア天満橋

TEL 06-6946-0109 FAX 06-6941-9416

<http://www.mebio.co.jp/>

