

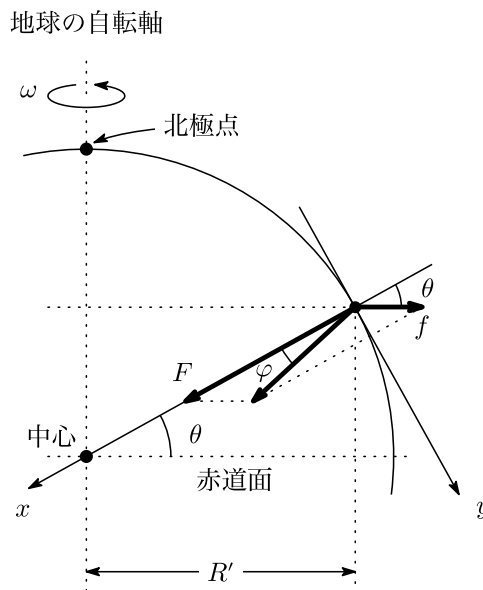
(4) 緯度は赤道面からの角度なので、緯度 θ における地球の自転軸（地軸）と地表との距離 $R' = R \cos \theta$

$$\text{遠心力の大きさ} \quad f = m_2 R' \omega^2 = \frac{m_2 v^2}{R} \cos \theta \text{ [N]}$$

(5) (6) 緯度 θ の地表の点から、下図のように地球の中心向きに x 軸，地表面に接し子午面に沿った南向きに y 軸を取る。地球から受ける万有引力の大きさは F なので，合力の x 成分 $F_x = F - f \cos \theta$ ， y 成分は $F_y = f \sin \theta$

$$\tan \varphi = \frac{F_y}{F_x} = \frac{f \sin \theta}{F - f \cos \theta} \dots (5)$$

$$\text{重力の大きさ} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(F - f \cos \theta)^2 + (f \sin \theta)^2} \text{ [N]} \dots (6)$$



II

解答

- ① $\frac{5nR}{3Sd}$ ② S ③ $\frac{1}{\varepsilon_0 S}$ ④ $-\frac{1}{2}$
 ⑤ $\frac{3d}{10nR\varepsilon_0 S}$ ⑥ $\frac{9d}{20\varepsilon_0 S}$ ⑦ $\frac{3d}{10\varepsilon_0 S}$ ⑧ $\left(\frac{3}{5}\right)^{\frac{2}{3}}$
 ⑨ $\frac{7d}{100\varepsilon_0 S}$ ⑩ イ

解説

① 状態 1 における気体の圧力を P_1 とする。状態 1 における気体の状態方程式より、

$$P_1 \left(\frac{3}{5} Sd \right) = nRT_1 \quad \therefore P_1 = \frac{5nR}{3Sd} \times T_1 \text{ [Pa]}$$

② 状態 1 で、A が気体から受ける力を F_1 とすると、

$$F_1 = P_1 S = S \times \frac{5nR}{3Sd} \times T_1 \text{ [N]}$$

③ AB 間の電場の強さを E とすると、

$$E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} = \frac{1}{\varepsilon_0 S} \times Q \text{ [V/m]}$$

④ B が作る電場は大きさ $\frac{1}{2}E$ で右向きであるから、A が受ける静電気力を F_e とすると、

$$F_e = Q \left(-\frac{1}{2}E \right) = -\frac{1}{2} \times \frac{1}{\varepsilon_0 S} \times Q^2 \text{ [N]}$$

⑤ $F_1 + F_e = 0$ であるから、②、④より、

$$\frac{5nR}{3d} T_1 - \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S} = 0 \quad \therefore T_1 = \frac{3d}{10nR\varepsilon_0 S} \times Q^2$$

⑥ 状態 1 における気体の内部エネルギーを U_{1g} とすると、⑤より、

$$U_{1g} = \frac{3}{2} nRT_1 = \frac{9d}{20\varepsilon_0 S} \times Q^2 \text{ [J]}$$

⑦ 状態 1 における電気容量は $C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{(3/5)d} = \frac{5\varepsilon_0 S}{3d}$ であるから、状態 1 における静電エネルギーを U_{1e} とすると、

$$U_{1e} = \frac{Q^2}{2C_1} = \frac{3d}{10\varepsilon_0 S} \times Q^2 \text{ [J]}$$

⑧ 状態 2 の圧力、温度をそれぞれ P_2 、 T_2 とする。単原子分子理想気体におけるポアソンの法則 ($P_1 V_1^{\frac{5}{3}} = P_2 V_2^{\frac{5}{3}}$) およびボイル・シャルルの法則より、 $T_1 V_1^{\frac{2}{3}} = T_2 V_2^{\frac{2}{3}}$ となるので、

$$T_1 \left(\frac{3}{5} Sd \right)^{\frac{2}{3}} = T_2 (Sd)^{\frac{2}{3}} \quad \therefore T_2 = \left(\frac{3}{5} \right)^{\frac{2}{3}} \times T_1 \text{ [K]}$$

⑨ 状態1から状態2への過程で、気体の内部エネルギーの変化を ΔU_g とすると、⑧より、

$$\Delta U_g = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1) = \left\{ \left(\frac{3}{5} \right)^{\frac{2}{3}} - 1 \right\} U_{1g} \doteq \left(\frac{32}{45} - 1 \right) \frac{9Q^2d}{20\varepsilon_0S} = -\frac{13Q^2d}{100\varepsilon_0S}$$

となる。また、状態2における静電エネルギーは $U_{2e} = \frac{Q^2}{2(\varepsilon_0S/d)} = \frac{Q^2d}{2\varepsilon_0S}$ であるから、状態1から状態2への過程で、静電エネルギーの変化 ΔU_e は、

$$\Delta U_e = U_{2e} - U_{1e} = \frac{Q^2d}{2\varepsilon_0S} - \frac{3Q^2d}{10\varepsilon_0S} = \frac{Q^2d}{5\varepsilon_0S}$$

となる。したがって、外部からこの装置にした仕事 W は、

$$W = \Delta U_g + \Delta U_e \doteq \frac{7d}{100\varepsilon_0S} \times Q^2 \text{ [J]}$$

⑩ 単原子分子理想気体におけるポアソンの法則より、

$$P_1 \left(\frac{3}{5} Sd \right)^{\frac{5}{3}} = P_2 (Sd)^{\frac{5}{3}} \quad \therefore P_2 = \left(\frac{3}{5} \right)^{\frac{5}{3}} P_1 \doteq \frac{3}{5} \frac{32}{45} P_1 = \frac{32}{75} P_1 < P_1$$

であるから、状態2でAが気体から受ける力は状態1の場合より小さくなる。一方、Aに蓄えられている電荷およびBがAの位置に作る電場は変化しないため、状態2でAがBから受ける静電気力の大きさは状態1のときと同じである。よって、Aの固定を取り除いた場合、AはBの方向へ動き出す。…イ

III

解答

- (1) (a) vBL [V] (b) $\frac{vBL}{4R}$ [A] (c) $\frac{vB^2L^2}{4R}$ [N]
 (2) (a) vBL [V] (b) $\frac{3vBL}{14R}$ [A] (c) $-\frac{2vBL}{7R}$ [A] (d) $\frac{vB^2L^3}{7R}$ [J]

解説

- (1)
 (a) QR 部分に Q から R の向きに大きさが vBL [V] の誘導起電力が生じる。
 (b) 回路全体の抵抗値が $4R$ なので、流れる電流 I は Q から R の向きに $I = \frac{vBL}{4R}$ [A]
 (c) 回路を流れる電流が磁場から受ける力は、SP 部分で x 軸負の向きに大きさが $IBL = \frac{vB^2L^2}{4R}$ となる。回路を一定の速度 v で移動させるためには、これとつり合う力を x 軸正の向きに加えればよいので、必要な力の大きさは $\frac{vB^2L^2}{4R}$ [N]

- (2)
 (a) (1)(a) と同様に、QR 部分に Q から R の向きに大きさが vBL [V] の誘導起電力が生じる。

- (b) Q を流れる電流を Q から R の向きに I とする。S' → R' → Q' に流れる電流を i とおくと、S' → P → Q' に流れる電流は $I - i$ となる。このとき QR 部分の誘導起電力に加えて、Q'R' 部分にも Q' から R' の向きに大きさが $\frac{vBL}{2}$ の誘導起電力が生じていることに注意して、回路 PQRS と PQ'R'S' についてキルヒホッフの第 2 法則より、

$$\text{PQRS:} \quad vBL = 3IR + (I - i)R$$

$$\text{PQ'R'S':} \quad \frac{vBL}{2} + iR = (I - i)R$$

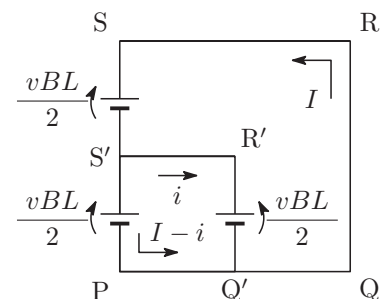
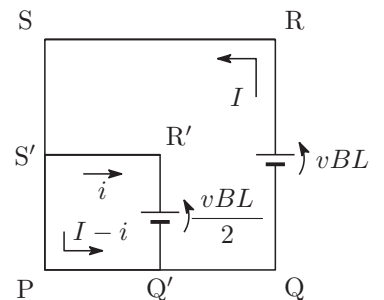
$$\text{これらより } I = \frac{3vBL}{14R} \text{ [A]}$$

- (c) このとき、QR 部分は磁場の領域から出ているので誘導起電力は 0 で、Q'R' 部分に Q' から R' の向きに大きさが $\frac{vBL}{2}$ 、PS', S'S 部分にそれぞれ P から S の向きに大きさが $\frac{vBL}{2}$ の誘導起電力が生じている。(2)(b) と同様に電流を仮定すると、回路 PQRS と PQ'R'S' についてキルヒホッフの第 2 法則より、

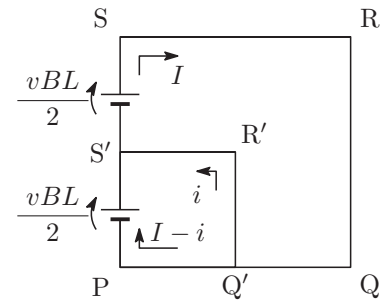
$$\text{PQRS:} \quad vBL + 3IR + (I - i)R = 0$$

$$\text{PQ'R'S':} \quad iR = (I - i)R$$

$$\text{これらより } I = -\frac{2vBL}{7R} \text{ [A]}$$



(d) このとき、QR, Q'R' 部分は磁場の領域から出ているので誘導起電力は 0 で、PS', S'S 部分にそれぞれ P から S の向きに大きさが $\frac{vBL}{2}$ の誘導起電力が生じている。Q を流れる電流を R から Q の向きに I とする。Q' → R' → S' を流れる電流を i とおくと、Q' → P → S' に流れる電流は $I - i$ となる。回路 PQRS と PQ'R'S' についてキルヒホッフの第 2 法則より、



$$\text{PQRS:} \quad vBL = 3IR + (I - i)R$$

$$\text{PQ'R'S':} \quad \frac{vBL}{2} + iR = (I - i)R$$

これらより $I = \frac{3vBL}{14R}$, $i = -\frac{vBL}{7R}$, $I - i = \frac{5vBL}{14R}$ となる。回路を流れる電流が磁場から受ける力は、SP 部分で x 軸負の向きで、大きさが $IB \frac{L}{2} + (I - i)B \frac{L}{2} = \frac{2vB^2L^2}{7R}$ となるから、回路を一定の速度で移動させるために必要な力 F は $F = \frac{2vB^2L^2}{7R}$ である。ここで、エネルギー保存より、 F がした仕事が回路で発生するジュール熱となるので、求めるジュール熱を Q とすると、移動した距離が $\frac{L}{2}$ であることに注意して、

$$Q = F \times \frac{L}{2} = \frac{vB^2L^3}{7R} \text{ [J]}$$

別解

この結果は、回路全体の抵抗の消費電力 $P = I^2 \cdot 3R + i^2R + (I - i)^2R$ に移動時間 $\frac{L/2}{v}$ をかけて求めても同値となる。

$$Q = P \times \frac{L/2}{v} = \frac{vB^2L^3}{7R}$$

IV

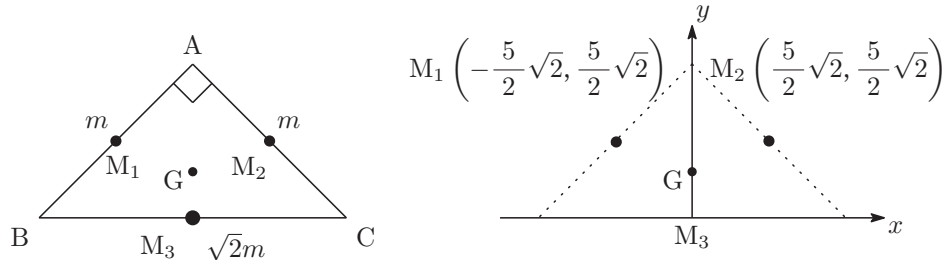
解答

- (1) 5 cm (2) ① 92 ② 143 ③ 7 ④ 207 (3) ① MT^{-2} ② $\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$ ③ $\text{M}^{-1}\text{L}^3\text{T}^{-2}$ ④ ML^2T^{-1}

解説

- (1) AB の質量を m とすると、AC の質量は m 、BC の質量は $\sqrt{2}m$ となる。AB、AC、BC の中点をそれぞれ M_1 、 M_2 、 M_3 とする。G の位置を考えるとき、それぞれの辺の質量はそれぞれの辺の中点に集中していると考えてよい。

下図のように M_3 を原点とし M_3C を x 軸、 M_3A を y 軸として座標軸を設定する。



M_1 の座標は $\left(-\frac{5}{2}\sqrt{2}, \frac{5}{2}\sqrt{2}\right)$ 、 M_2 の座標は $\left(\frac{5}{2}\sqrt{2}, \frac{5}{2}\sqrt{2}\right)$ となる。よって G の座標は

$$\frac{m\left(-\frac{5}{2}\sqrt{2}, \frac{5}{2}\sqrt{2}\right) + m\left(\frac{5}{2}\sqrt{2}, \frac{5}{2}\sqrt{2}\right)}{m + m + \sqrt{2}m} = (0, 5\sqrt{2} - 5)$$

となるので、 $\overline{GM_3} = 5\sqrt{2} - 5$ となる。よって $\overline{AG} = \overline{AM_3} - \overline{GM_3} = 5\sqrt{2} - (5\sqrt{2} - 5) = 5 \text{ cm}$

- (2) ① 陽子数は原子番号と等しいので **92**
 ② $235 - 92 = 143$
 ③ アルファ崩壊の回数を n とする。陽子数について $92 - 2n + 4 = 82$ が成り立つので $n = 7$
 ④ $235 - 4n = 207$
- (3) ① 弾性力の大きさを F 、ばね定数を k 、ばねの伸びを x とおくと

$$k = \frac{F}{x} [\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2/\text{m}] = \frac{F}{x} [\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}]$$

が成り立つ。よって MT^{-2}

- ② 圧力を P 、力の大きさを F 、面積を S とおくと

$$P = \frac{F}{S} [\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2/\text{m}^2] = \frac{F}{S} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}\text{s}^{-2}]$$

が成り立つ。よって $\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$

- ③ 万有引力の大きさを F 、万有引力定数を G 、2つの物体の質量をそれぞれ M と m 、2つの物体間の距離を r とおくと

$$G = \frac{Fr^2}{Mm} [\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2 \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2] = \frac{Fr^2}{Mm} [\text{kg}^{-1}\text{m}^3\text{s}^{-2}]$$

が成り立つ。よって $\text{M}^{-1}\text{L}^3\text{T}^{-2}$

- ④ 光子のエネルギーを E 、プランク定数を h 、光の振動数を ν とおくと

$$h = \frac{E}{\nu} [\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2/\text{s}^{-1}] = \frac{E}{\nu} [\text{kg} \cdot \text{m}^2\text{s}^{-1}]$$

が成り立つ。よって ML^2T^{-1}

講評

I [力学：地球の表面での重力] (標準)

地表面での重力を地球から受ける万有引力と遠心力の合力として考える問題。全体として標準的だが、後半は計算がやや重い。(5)までは完答したい。

II [熱+電磁気：断熱変化+コンデンサー] (標準)

気体の状態変化と電磁気の融合問題。⑦までは標準的なので完答したい。⑧以降は前半の結果を利用して効率良く計算した方がよい。

III [電磁気：磁場中を移動するコイルに生じる誘導起電力] (標準)

(1)は典型的な問題なので完答したい。(2)は起電力と抵抗が明確にわかるように、回路図を描き直し地道に考えた方がよいが、時間はかかるだろう。

IV [小問集合] (標準)

大阪医科薬科大学の小問集合でよく取り上げられる3つのテーマから出題された。2021年度は小問4問のうち3問を選択する形式だったが、2022年度は2020年度以前の全問解答する形式に戻った。過去問演習をしてきた人には3問とも解きやすかっただろう。

総評

難易度は昨年度とほぼ同じ。各大問の後半は難易度が高くなっているため、時間のかからない問題を手早く処理できたかどうかで点差がつく。

目標は70%

本解答速報の内容に関するお問合せは

医学部進学予備校 **メビオ**

☎ 0120-146-156 受付 9:00~21:00(土日祝可)
大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋
<https://www.mebio.co.jp/>



友だち追加で全科目を閲覧!
LINE 公式アカウント

◀ メビオの友だち登録はこちらから

医学部専門予備校 **YMS** ☎ 03-3370-0410
<https://yms.ne.jp/>

医学部専門予備校 **英進館メビオ福岡校** ☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

<< 2022年度入試を最後まで走りきるために! >>

関西医科大学 [後期] 模試 2.16 (水)

科目 英/数/化/生/物 申込締切 2月13日(日) 20:00

会場 AP 大阪茶屋町 大阪市北区茶屋町1-27
YMS校舎 東京都渋谷区代々木1-37-14
英進館メビオ校舎 福岡市中央区渡辺通4-8-20

大阪
東京
福岡

お申し込みはこちら

- 膨大な過去問分析データを反映!
- 精度の高いズバリ予想!

対象 医学部受験生・新高3生 料金 6,600円(税別)

※内容は一部変更の可能性があります。時間割の詳細はHPでご確認ください



医学部 後期攻略講座

2月6日~3月7日 大阪/名古屋会場(金沢・藤田対策のみ)

- | | |
|---|--|
| <p>大阪医科薬科大学
テストゼミ/全2授業(大阪会場)</p> | <p>関西医科大学
全8授業(大阪会場)</p> |
| <p>近畿大学医学部
全8授業(大阪会場)</p> | <p>金沢医科大学
全8授業(大阪会場)(名古屋会場)</p> |
| <p>藤田医科大学
全4授業(大阪会場)/全6授業(名古屋会場)</p> | <p>久留米大学医学部
全8授業(大阪会場)</p> |

◆各講座の時間割・受講料・会場についてはHPでご確認ください

※内容は一部変更の可能性があります。時間割の詳細はHPでご確認ください

医学部進学予備校 **メビオ** フリーダイヤル ☎ 0120-146-156 【受付時間】 9:00~21:00

大阪府大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋
天満橋駅(京阪/大阪メトロ谷町線)より徒歩3分

2022年度より特待制度を新設します
条件によって学費を50~90%減免。
詳しくはお問い合わせください。