

関西医科大学（後期） 物理

2023年3月4日実施

I

略解

問1 速さ： $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ ，周期： $4\pi\sqrt{\frac{2R^3}{GM}}$

問2 速さ： $\sqrt{\frac{GM}{12R}}$ ，周期： $16\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

問3 $\sqrt{\frac{2GM}{L}}$

問4 $L \sin^2 \theta$

解答

問1 求める速さを v_0 とすると，運動方程式より，

$$m \frac{v_0^2}{2R} = \frac{GMm}{(2R)^2} \quad \therefore v_0 = \sqrt{\frac{GM}{2R}}$$

また，求める周期を T_0 とすると，

$$T_0 = \frac{2\pi \cdot 2R}{v_0} = 4\pi\sqrt{\frac{2R^3}{GM}}$$

問2 点A，点Bにおける速さをそれぞれ v_A ， v_B とすると，ケプラーの第2法則より，

$$\frac{1}{2}v_A \cdot 2R = \frac{1}{2}v_B \cdot 6R \quad \therefore v_A = 3v_B$$

したがって，力学的エネルギー保存則より，

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{GMm}{2R} &= \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{GMm}{6R} \\ \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_B^2(3^2 - 1) &= \frac{GMm}{2R} - \frac{GMm}{6R} \quad \therefore v_B = \sqrt{\frac{GM}{12R}} \end{aligned}$$

また，この楕円軌道の長半径は $4R$ なので周期を T とすると，ケプラーの第3法則より，

$$\frac{(2R)^3}{T_0^2} = \frac{(4R)^3}{T^2} \quad \therefore T = 2^{\frac{3}{2}}T_0 = 16\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$$

問3 求める速さを v_c とすると，力学的エネルギー保存則より，

$$\frac{1}{2}mv_c^2 - \frac{GMm}{L} = 0 \quad \therefore v_c = \sqrt{\frac{2GM}{L}}$$

<次頁につづく>

<< 模試・講座のご案内 >>

メビオ学校説明会・無料体験を実施しています

※詳細は最終面をご確認ください

問4 最接近したときの探査機とOの間の距離を r_1 、そのときの探査機の速さを v_1 とすると、ケプラーの第2法則より、

$$\frac{1}{2}v_1r_1 = \frac{1}{2}v_cL\sin\theta \quad \therefore v_1 = \frac{v_cL\sin\theta}{r_1}$$

したがって、力学的エネルギー保存則より、

$$0 = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{GMm}{r_1}$$
$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\left(\frac{v_cL\sin\theta}{r_1}\right)^2 = \frac{GMm}{r_1} \quad \therefore r_1 = \frac{(L\sin\theta)^2}{2GM}v_c^2 = L\sin^2\theta$$

II

略解

問1 $A: \frac{\mu_0 I}{2\pi(Y+L)}, B: \frac{\mu_0 I}{2\pi(Y-L)}$

問2 $\frac{2\mu_0 I v L^2}{\pi(Y-L)(Y+L)}$

問3 (電流 I のつくる磁場から受ける力のみ考える)

$BC: \frac{2\mu_0^2 I^2 v L^3}{\pi^2 R(Y-L)^2(Y+L)}, AD: \frac{2\mu_0^2 I^2 v L^3}{\pi^2 R(Y-L)(Y+L)^2}$

問4 $\frac{9\pi^2 mgR}{4\mu_0^2 I^2}$

解答

問1 電流 I から A, B までの距離はそれぞれ $Y+L, Y-L$ であるから、求める磁束密度の大きさは、

$$A: \frac{\mu_0 I}{2\pi(Y+L)}, B: \frac{\mu_0 I}{2\pi(Y-L)}$$

問2 誘導起電力は辺 AD の $D \rightarrow A$ 向きと、辺 BC の $C \rightarrow B$ 向きに生じ、大きさはそれぞれ、

$$V_{DA} = v \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi(Y+L)} \cdot 2L = \frac{\mu_0 I v L}{\pi(Y+L)}, \quad V_{CB} = v \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi(Y-L)} \cdot 2L = \frac{\mu_0 I v L}{\pi(Y-L)}$$

であるから、コイル全体の誘導起電力は、 $V_{CB} > V_{DA}$ であることに注意して、

$$V_{CB} - V_{DA} = \frac{2\mu_0 I v L^2}{\pi(Y-L)(Y+L)}$$

問3 (BC, AD には電流 I の作る磁場から受ける力のほかに、重力や辺 AB, DC との接合部から受ける力も存在するが、ここでは電流 I が作る磁場から受ける力について考える.)

コイルに流れる電流を i とすると、問2の値を R で割って、 $i = \frac{2\mu_0 I v L^2}{\pi R(Y-L)(Y+L)}$ (時計回り) となる。BC, AD が受ける力の大きさをそれぞれ F_{BC}, F_{AD} とすると、

$$F_{BC} = i \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi(Y-L)} \cdot 2L = \frac{2\mu_0^2 I^2 v L^3}{\pi^2 R(Y-L)^2(Y+L)}$$

$$F_{AD} = i \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi(Y+L)} \cdot 2L = \frac{2\mu_0^2 I^2 v L^3}{\pi^2 R(Y-L)(Y+L)^2}$$

問4 求める速さを w とすると、このとき BC, AD が電流 I の作る磁場から受ける力は、問3に $Y=2L$ と $v=w$ を代入して、

$$F_{BC} = \frac{2\mu_0^2 I^2 w}{3\pi^2 R} (+y \text{ 向き}), \quad F_{AD} = \frac{2\mu_0^2 I^2 w}{9\pi^2 R} (-y \text{ 向き})$$

となる。(AB, CD が磁場から受ける力は打ち消し合う)

したがって、コイルの運動方程式は、加速度を a (+ y 向き正) として、

$$ma = \frac{2\mu_0^2 I^2 w}{3\pi^2 R} - \frac{2\mu_0^2 I^2 w}{9\pi^2 R} - mg$$

と表される。減速を始めた瞬間は加速度0であるから、 $a=0$ を代入して、

$$w = \frac{9\pi^2 mgR}{4\mu_0^2 I^2}$$

III

略解

- 問1 A: 正孔 (または ホール), B: (自由) 電子, C: a. 問2 ア: $\frac{hc}{E}$
- 問3 波長: $\frac{\lambda}{n} \left(= \frac{hc}{nE} \right)$, 振動数: $\frac{c}{\lambda} \left(= \frac{E}{h} \right)$ 問4 $L = \frac{m\lambda}{2n}$ 問5 $\frac{\lambda^2}{2nL}$
- 問6 $R^2 e^{2gL} > 1$ (または $Re^{gL} > 1$ などでもよい) 問7 $1.5 \times 10^2 \mu\text{m}$ 問8 2.0×10^3 個
- 問9 $7.0 \times 10^{-4} \mu\text{m}$

解答

問1 C: 活性層側から半導体側に進む光をできるだけ反射させた方がよい。活性層側の屈折率が高ければ、光ファイバーと同じように入射角の大きい光を全反射させることができる。

問2 波長が λ の光子のエネルギーの式より $\frac{hc}{\lambda} = E$ を満たすので、 $\lambda = \frac{hc}{E}$

問3 活性層内では、光の波長と速さは大気中の $\frac{1}{n}$ になり、振動数は変わらない。

ア の $\lambda = \frac{hc}{E}$ を用いて、波長: $\frac{hc}{nE}$, 振動数: $\frac{E}{h}$ と答えてもよいだろう。

問4 活性層の長辺方向の両端面が定常波の腹になることと、活性層中では光の波長が $\frac{\lambda}{n}$ となることより、 $L = \frac{m\lambda}{2n}$

問5 問題文の記述より、 $L = \frac{m\lambda}{2n}$, $L = \frac{(m-1)\lambda'}{2n}$ が成り立つ。これらを λ, λ' について解き差をとると、

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{2nL}{m} - \frac{2nL}{m-1} = \frac{2nL}{m(m-1)}$$

が得られる。 m は 1 に比べて十分大きいので問題文の近似式を用いると、 $\Delta\lambda \doteq \frac{2nL}{m^2}$ となる。

$$m = \frac{2nL}{\lambda} \text{ を代入すると, } \Delta\lambda \doteq \frac{\lambda^2}{2nL}$$

問6 $N_0 \times e^{gL} \times R \times e^{gL} \times R > N_0$ より $R^2 e^{2gL} > 1$ (または $Re^{gL} > 1$ などでもよいだろう。)

問7 $R^2 e^{2gL} = 1$ に $R = 0.32$ を代入して整理すると、 $e^{2gL} = 9.76 \dots$ を得る。

図2から $2L \doteq 290 \mu\text{m}$ となるから $L = 145 \doteq 1.5 \times 10^2 \mu\text{m}$

(補足: $e^{4gL} \doteq 95.3 \dots$ などと変形して図2から $4L = 580 \dots \therefore L = 145 \dots \doteq 1.5 \times 10^2 \mu\text{m}$ とすると読み取り誤差を減らせる。)

問8 問4より、 $m = \frac{2nL}{\lambda}$ 。 $L = 400 \mu\text{m}$, $n = 3.5$, $\lambda = 1.4 \mu\text{m}$ を代入すると、 $m = 2.0 \times 10^3$ 個

問9 問5の $\Delta\lambda \doteq \frac{\lambda^2}{2nL}$ に $L = 400 \mu\text{m}$, $n = 3.5$, $\lambda = 1.4 \mu\text{m}$ を代入すると、 $\Delta\lambda \doteq 7.0 \times 10^{-4} \mu\text{m}$

講評

- I [力学：万有引力] (標準) 万有引力による探査機の運動の問題。問2までは標準的だが、問3・問4はやや難しい。
- II [電磁気：電流が受ける磁場] (標準) 電流の作る磁場中を動く四角いコイルに生じる誘導起電力と、コイルが磁場から受ける力について問う問題。文字が多く計算ミスを生じやすいが内容は標準的なので完答したい。
- III [原子：半導体レーザー] (やや難) 半導体レーザーの発振原理について問う問題。入試ではあまり取り上げられない題材なので、問題文を読んで理解するまでに時間がかかる。特に問6以降は問題文の内容を理解するのが難しかっただろう。

総評

総じて2022年度後期よりやや易化している。大問1はできれば問3までは正答したい、大問2は完答したい。大問3は問5までできれば十分だろう。大問3の後半は難しいものの、解答数が24コと例年の30コよりもやや少ないため、時間的な余裕があった受験者も多かったと考えられる。目標は65%

メルマガ無料登録で全教科配信！ 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

<p>医学部進学予備校 メビオ</p> <p>☎0120-146-156 https://www.mebio.co.jp/</p>	<p>医学部専門予備校</p>  <p>YMS heart of medicine</p> <p>☎03-3370-0410 https://yms.ne.jp/</p>	<p>医学部専門予備校</p> <p>英進館メビオ 福岡校</p> <p>☎0120-192-215 https://www.mebio-eishinkan.com/</p>	 <p>登録はこちらから</p>
---	--	---	---

学校説明会 無料体験授業

詳しくはこちら



メビオ校舎にて実施中

メビオがどのようにしてこれまで医学部合格の実績を勝ち取ってきたか、そのメソッドについて説明いたします。また、メビオが誇る一流精鋭講師陣による無料体験授業を受講できます。

同じ日に実施可能なメニュー

- ・学力診断テスト
- ・校舎見学
- ・寮見学
- ・学習相談

日時
毎日 10:00～20:00

場所
医学部進学予備校メビオ校舎

2泊3日無料体験 3/12(日)～3/14(火)

授業・食堂・寮

多数の医学部合格者を生み出してきたメビオのすべてを2泊3日でじっくり無料体験できます。
「メビオの授業の様子を体感したい」
「どんな講師がいるか気になる」
「寮に入ろうか悩んでいる」
そんな方はぜひ一度体験してみてください。

通学生(寮利用なし)の無料体験も受け付けています。

詳しくはこちら



詳しくは Web または お電話で