医学部進学予備校 メビオ × 医学部専門予備校 YMS heart of medicine 医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校

解答速報

久留米大学医学部（前期）　物理

2023年 2月　1日実施

1

(1) $-\dfrac{mg}{k}$　(2) $g\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　(3) $-\dfrac{k}{m}x_1$　(4) 角振動数：$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$，周期：$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　(5) $\dfrac{3M}{4\pi R^3}$

(6) $-\dfrac{GM}{R^3}x_2$　(7) $\sqrt{\dfrac{GM}{R}}$　(8) (エ)

解説

(1)　つり合いの位置でのばねの伸びを $\Delta\ell$ と置く．小球にはたらく力のつり合いより，$\Delta\ell = \dfrac{mg}{k}$．A 点の x 座標が負であることに注意して，A 点の x 座標は $-\Delta\ell = \boldsymbol{-\dfrac{mg}{k}}$

(2)　小球の運動方程式を立てると，$ma = -kx_1 \cdots$① となる．したがって，$k > 0$ より小球は単振動を行う．角振動数 $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$，振幅 $A = \Delta\ell = \dfrac{mg}{k}$ である．これを用いると，つり合いの位置，すなわち振動中心の速さは $A\omega = \dfrac{mg}{k}\sqrt{\dfrac{k}{m}} = \boldsymbol{g\sqrt{\dfrac{m}{k}}}$

(3)　①式より $a = \boldsymbol{-\dfrac{k}{m}x_1}$

(4)　(2) より $\omega = \boldsymbol{\sqrt{\dfrac{k}{m}}}$，周期 $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \boldsymbol{2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}}$

(5)　地球の体積が $V = \dfrac{4}{3}\pi R^3$ なので，密度は $\dfrac{M}{V} = \boldsymbol{\dfrac{3M}{4\pi R^3}}$

(6)　座標 $x_2 > 0$ における小球の運動方程式を立式する．地球と同じ密度で半径 x_2 の球の質量 M' は，(質量比) = (体積比) より $M' = \left(\dfrac{x_2}{R}\right)^3 M$．題意より座標 $x_2 > 0$ において小球の運動方程式は

$$ma = -G\frac{mM'}{{x_2}^2} = -G\frac{mM}{R^3}x_2 \qquad \therefore\ a = \boldsymbol{-\frac{GM}{R^3}x_2} \cdots ②$$

(7)　②式で $\dfrac{GM}{R^3} > 0$ より小球は単振動を行う．角振動数 $\omega' = \sqrt{\dfrac{GM}{R^3}}$ である．また，原点 O で $x = 0$ より $a = 0$ なので，原点 O が振動中心であり，振幅 $A' = R$ と分かる．よって，原点 O での速さは $A'\omega' = R\sqrt{\dfrac{GM}{R^3}} = \boldsymbol{\sqrt{\dfrac{GM}{R}}}$

(8)　A と B は単振動の両端なので，A から B までの時間は

$$\frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega'} = \pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}} = 3\times\sqrt{\frac{\left(6\times10^6\ \mathrm{m}\right)^3}{6\times10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2}\cdot 6\times10^{24}\ \mathrm{kg}}} = 600\sqrt{15}\ \mathrm{s} = 2244\ \mathrm{s} = \frac{2244}{60} = 37.4\ 分 \qquad \therefore\ \textbf{(エ)}$$

(注) 有効数字が 1 桁でかつ解答選択式なので，$600\sqrt{15}\ \mathrm{s} = 10\sqrt{15}$ 分 $\fallingdotseq 10\times4 = 40$ 分 と計算するとよい．

＜次頁につづく＞

《 模試・講座のご案内 》

受験相談会・後期模試・攻略講座を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

2

(1) $2(\ell_2 - \ell_1)$　(2) ハーフミラー：(ウ)，鏡 B：(ウ)，鏡 C：(ウ)　(3) (ア)　(4) $\dfrac{\lambda}{2}$

(5) $2(\ell_2 - \ell_1) = m\lambda$　(6) $\dfrac{\lambda}{\Delta\lambda}$　(7) $\lambda\left(\dfrac{\lambda}{\Delta\lambda} + 1\right)$　(8) $1 + \dfrac{\lambda}{2d}$

解説

(1) AB，AC のそれぞれの往復の差が経路差となるから，$\boldsymbol{2(\ell_2 - \ell_1)}$

(2) 固定端反射の位相のずれの大きさは **(ウ)**$\boldsymbol{\pi}$ である．

(3) 強めあいなので **(ア) ずれはない**

(4) 経路差が $2\Delta\ell$ だけ大きくなりこれが λ と等しいので $2\Delta\ell = \lambda$．よって $\Delta\ell = \boldsymbol{\dfrac{\lambda}{2}}$

(5) 経路差が波長の整数倍となるので $\boldsymbol{2(\ell_2 - \ell_1) = m\lambda}$

(6) 題意より

$$2(\ell_2 + \Delta\ell - \ell_1) = m(\lambda + \Delta\lambda)$$

また $\Delta\ell = \dfrac{\lambda}{2}$ より

$$2(\ell_2 + \frac{\lambda}{2} - \ell_1) = m(\lambda + \Delta\lambda)$$

これから $2(\ell_2 - \ell_1) = m\lambda$ を辺々引いて整理することにより $m = \boldsymbol{\dfrac{\lambda}{\Delta\lambda}}$

(7) $m(\lambda + \Delta\lambda)$ に $m = \dfrac{\lambda}{\Delta\lambda}$ を代入して $\boldsymbol{\lambda\left(\dfrac{\lambda}{\Delta\lambda} + 1\right)}$

(8) 題意より

$$2\left\{\ell_2 + (n-1)d - \ell_1\right\} = (m+1)\lambda$$

これから $2(\ell_2 - \ell_1) = m\lambda$ を辺々引いて整理することにより $n = \boldsymbol{1 + \dfrac{\lambda}{2d}}$

＜次頁につづく＞

3

(1) $\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{2\pi r}$　(2) x 成分：$-\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{4\pi d}$，$y$ 成分：$\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{4\pi d}$　(3) (エ)　(4) x 成分：$-\dfrac{I_{\mathrm{B}}}{4\pi d}$，$y$ 成分：$-\dfrac{I_{\mathrm{B}}}{4\pi d}$

(5) 2 倍　(6) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}$　(7) $\dfrac{\sqrt{5}\mu_0 I^2 \ell}{4\pi d}$　(8) 半径：$2\pi d$，向き：コイルの面を yz 平面に平行に置く

解説

(1) 求める磁場の強さを H とすると，$H = \boldsymbol{\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{2\pi r}}$

(2) AP$=\sqrt{2}d$ であるから，電流 I_{A} が点 P につくる磁場の強さは $\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{2\sqrt{2}\pi d}$ であり，向きは右ねじの法則より (3) の (エ) であるから，

x 成分：$\boldsymbol{-\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{4\pi d}}$，$y$ 成分：$\boldsymbol{\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{4\pi d}}$

(3) 右ねじの法則より，**(エ)**

(4) I_{A} と I_{C} が点 P につくる磁場は同じ強さで逆向きであるから打ち消し合う．したがって I_{B} が点 P につくる磁場のみ考えればよい．

BP$=\sqrt{2}d$ であるから，I_{B} が点 P につくる磁場の強さは $\dfrac{I_{\mathrm{B}}}{2\sqrt{2}\pi d}$ であり，向きは右ねじの法則より (3) の (カ) であるから，

x 成分：$\boldsymbol{-\dfrac{I_{\mathrm{B}}}{4\pi d}}$，$y$ 成分：$\boldsymbol{-\dfrac{I_{\mathrm{B}}}{4\pi d}}$

(5) I_{A}，I_{B}，I_{C} が点 P につくる磁場ベクトルをそれぞれ $\overrightarrow{H_{\mathrm{A}}}$，$\overrightarrow{H_{\mathrm{B}}}$，$\overrightarrow{H_{\mathrm{C}}}$ とする．

$\overrightarrow{H_{\mathrm{A}}}$ の向きは (3) の (エ)，強さは $\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{2\sqrt{2}\pi d}$ であるから，x 成分は $-\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{4\pi d}$ となる．

$\overrightarrow{H_{\mathrm{B}}}$ の向きは (3) の (カ)，強さは $\dfrac{I_{\mathrm{B}}}{2\sqrt{2}\pi d}$ であるから，x 成分は $-\dfrac{I_{\mathrm{B}}}{4\pi d}$ となる．

$\overrightarrow{H_{\mathrm{C}}}$ の向きは (3) の (ク)，強さは $\dfrac{I_{\mathrm{C}}}{2\sqrt{2}\pi d}$ であるから，x 成分は $\dfrac{I_{\mathrm{C}}}{4\pi d}$ となる．

$I_{\mathrm{A}} = I_{\mathrm{B}}$ かつ，x 成分の総和が 0 であるから，$-\dfrac{I_{\mathrm{A}}}{4\pi d}\times 2 + \dfrac{I_{\mathrm{C}}}{4\pi d} = 0$ より，$I_{\mathrm{C}} = 2I_{\mathrm{A}}$．したがって，$I_{\mathrm{C}}$ は I_{A} の **2 倍**

(6) I_{A}，I_{B}，I_{C} が点 P につくる磁束密度ベクトルをそれぞれ $\overrightarrow{B_{\mathrm{A}}}$，$\overrightarrow{B_{\mathrm{B}}}$，$\overrightarrow{B_{\mathrm{C}}}$ とする．

$\overrightarrow{B_{\mathrm{A}}}$ は (3) の (エ) の向きに強さ $\dfrac{\mu_0\cdot 2I}{2\sqrt{2}\pi d} = \dfrac{\mu_0 I}{\sqrt{2}\pi d}$ であるから，成分で表すと，$\left(-\dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}, \dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}\right)$

$\overrightarrow{B_{\mathrm{B}}}$ は (3) の (カ) の向きに強さ $\dfrac{\mu_0 I}{2\sqrt{2}\pi d}$ であるから，成分で表すと，$\left(-\dfrac{\mu_0 I}{4\pi d}, -\dfrac{\mu_0 I}{4\pi d}\right)$

$\overrightarrow{B_{\mathrm{C}}}$ は (3) の (ク) の向きに強さ $\dfrac{\mu_0 I}{2\sqrt{2}\pi d}$ であるから，成分で表すと，$\left(\dfrac{\mu_0 I}{4\pi d}, -\dfrac{\mu_0 I}{4\pi d}\right)$

したがって，合成磁束密度を成分で表すと，$\left(-\dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}, 0\right)$ であるから，その大きさは $\boldsymbol{\dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}}$

(7) 導線 $\mathrm{L_C}$ の $z = -\dfrac{\ell}{2}$ から $z = \dfrac{\ell}{2}$ までの長さ ℓ の部分が，電流 I_{A}，I_{B} から受ける力をそれぞれ $\overrightarrow{F_{\mathrm{A}}}$，$\overrightarrow{F_{\mathrm{B}}}$ とする．

$\overrightarrow{F_{\mathrm{A}}}$ は (3) の (カ) の向きに大きさ $I_{\mathrm{C}}\cdot\dfrac{\mu_0 I_{\mathrm{A}}}{2\pi\cdot 2\sqrt{2}d}\cdot\ell = \dfrac{\mu_0 I^2\ell}{2\sqrt{2}\pi d}$ であるから，成分で表すと，$\left(-\dfrac{\mu_0 I^2\ell}{4\pi d}, -\dfrac{\mu_0 I^2\ell}{4\pi d}\right)$

$\overrightarrow{F_{\mathrm{B}}}$ は (3) の (キ) の向きに大きさ $I_{\mathrm{C}}\cdot\dfrac{\mu_0 I_{\mathrm{B}}}{2\pi\cdot 2d}\cdot\ell = \dfrac{\mu_0 I^2\ell}{4\pi d}$ であるから，成分で表すと，$\left(0, -\dfrac{\mu_0 I^2\ell}{4\pi d}\right)$

したがって，合力を成分で表すと，$\left(-\dfrac{\mu_0 I^2\ell}{4\pi d}, -\dfrac{\mu_0 I^2\ell}{2\pi d}\right)$ であるから，その大きさは，$\boldsymbol{\dfrac{\sqrt{5}\mu_0 I^2\ell}{4\pi d}}$

(8) 半径 r の 1 巻きの円形電流 $2I$ が中心につくる磁場の強さは $\dfrac{2I}{2r} = \dfrac{I}{r}$ であり，これが (6) の磁場の強さ $\dfrac{I}{2\pi d}$ に等しいから，

$\dfrac{I}{r} = \dfrac{I}{2\pi d}$ より，$r = \boldsymbol{2\pi d}$

また，磁場の向きは x 軸に平行であるから，**コイルの面を yz 平面に平行に置く**．

＜次頁につづく＞

講評

1 [力学：単振動・万有引力]（標準）

Ⅰは典型問題であり完答したい．Ⅱは地球の中心を貫くトンネル中の物体の単振動の問題．一度解いたことがあるかどうかで差がつく．

2 [波動：マイケルソン干渉計]（標準）

マイケルソン干渉計の問題．(6) までは標準的内容なので完答したい．(7) 以降は干渉条件を立てて，式の処理を行う必要があり少し難しいと感じた受験者もいるだろう．

3 [電磁気：電流の作る磁場]（標準）

直線電流の作る磁場の標準的問題だが，直線電流の作る磁場の式を覚えていないと手がつけられない．また，作業量が多く途中で計算ミスをすると連鎖し易いので慎重に計算を進める必要がある．できれば完答したい．

総評

難易度は 2022 年度前期とほぼ同じ．万有引力による単振動や，マイケルソン干渉計の後半の問題は一度類題を扱ったことがあるかどうかで差がついたと思われる．各大問の前半をほぼ正解することが求められ，各大問の後半の出来で差がついただろう．目標は 70 %

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

医学部進学予備校 メビオ 0120-146-156 https://www.mebio.co.jp/

医学部専門予備校 YMS heart of medicine 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/

登録はこちらから

医学部入試攻略ガイダンス

大阪	2.5(日)	14:00～15:00(ガイダンス) 14:00～15:00(個別相談) 阪急梅田グランドビル会議室

医学部受験相談会

大阪	2.2(木)	9:00 ～ 12:00 ホテルフクラシア大阪ベイ
福岡	2.2(木)	9:00 ～ 12:00 TKPガーデンシティPREMIUM 天神スカイホール
名古屋	2.5(日)	11:00 ～ 16:00 オフィスパーク名駅プレミア会議室
広島	2.5(日)	11:00 ～ 16:00 TKPガーデンシティPREMIUM 広島駅前

後期模試

金沢医科大学 2.17 関西医科大学 2.22

後期攻略講座

近畿大学医学部	2.18・23
関西医科大学	2.20・3.2
金沢医科大学	2.21・27/2.24（名古屋）
藤田医科大学	2.24（名古屋）
久留米大学医学部	3.6
大阪医科薬科大学	3.7

詳しくは Web またはお電話で

医学部進学予備校 メビオ フリーダイヤル 0120-146-156 校舎にて個別説明会も随時開催しています。【受付時間】9:00～21:00（土日祝可） 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4 分