医学部進学予備校 メビオ 解答速報

関西医科大学(後期) 物理

2019年3月2日実施

I

略解

問 1 $\dfrac{R^2}{d^2}\dfrac{1}{\tan\theta}$ 倍

問 2 $\dfrac{r^2h\rho_{\mathrm{M}}}{4R\rho_{\mathrm{E}}}\left(\dfrac{1}{{d_1}^2}+\dfrac{1}{{d_2}^2}\right)$

問 3 $\theta_{\mathrm{N}}+\theta_{\mathrm{S}}+\alpha_{\mathrm{N}}-\alpha_{\mathrm{S}}$

問 4 $\rho_{\mathrm{E}}=\dfrac{r^2h\rho_{\mathrm{M}}}{4R(-\alpha_{\mathrm{N}}+\alpha_{\mathrm{S}}+\beta_{\mathrm{N}}-\beta_{\mathrm{S}})}\left(\dfrac{1}{{d_1}^2}+\dfrac{1}{{d_2}^2}\right)$

問 5 5.1×10^3 [kg/m^3]

解説

問 1 地球の質量を M，山の質量を M_m，物体の質量を m とおくと，

$$\tan\theta=\frac{G\dfrac{M_m m}{d^2}}{G\dfrac{Mm}{R^2}}=\frac{M_mR^2}{Md^2}\qquad \therefore\ \frac{M}{M_m}=\frac{R^2}{d^2}\frac{1}{\tan\theta}\ 倍$$

問 2 まず，$M=\dfrac{4\pi}{3}R^3\rho_{\mathrm{E}}$，$M_m=\dfrac{\pi}{3}r^2h\rho_{\mathrm{M}}$ と表せる．また，問 1 と同様に考えると，

$$\frac{M}{M_m}=\frac{R^2}{{d_1}^1}\frac{1}{\tan\theta_{\mathrm{N}}},\quad \frac{M}{M_m}=\frac{R^2}{{d_2}^2}\frac{1}{\tan\theta_{\mathrm{S}}}$$

となるので，$\tan\theta\fallingdotseq\theta$ を用いてそれぞれの式を変形すると，

$$\theta_{\mathrm{N}}=\frac{r^2h\rho_{\mathrm{M}}}{4{d_1}^2R\rho_{\mathrm{E}}},\quad \theta_{\mathrm{S}}=\frac{r^2h\rho_{\mathrm{M}}}{4{d_2}^2R\rho_{\mathrm{E}}}.\ したがって，\theta_{\mathrm{N}}+\theta_{\mathrm{S}}=\frac{r^2h\rho_{\mathrm{M}}}{4R\rho_{\mathrm{E}}}\left(\frac{1}{{d_1}^2}+\frac{1}{{d_2}^2}\right)$$

問 3 糸の延長線の赤道面からの角度は，北側の場合 $\alpha_{\mathrm{N}}+\theta_{\mathrm{N}}$，南側の場合 $\alpha_{\mathrm{S}}-\theta_{\mathrm{S}}$ と表せる．したがって，

$$\angle\mathrm{NOS}=(\alpha_{\mathrm{N}}+\theta_{\mathrm{N}})-(\alpha_{\mathrm{S}}-\theta_{\mathrm{S}})=\theta_{\mathrm{N}}+\theta_{\mathrm{S}}+\alpha_{\mathrm{N}}-\alpha_{\mathrm{S}}.$$

問 4 星 A の方向の赤道面からの角度は，$\alpha_{\mathrm{N}}+\theta_{\mathrm{N}}-\beta_{\mathrm{N}}$，または，$\alpha_{\mathrm{S}}-\theta_{\mathrm{S}}-\beta_{\mathrm{S}}$ と表せる．したがって，

$$\theta_{\mathrm{N}}+\theta_{\mathrm{S}}=\alpha_{\mathrm{S}}-\alpha_{\mathrm{N}}-\beta_{\mathrm{S}}+\beta_{\mathrm{N}}.$$

問 2 の式を ρ_{E} について解けば，

$$\rho_{\mathrm{E}}=\frac{r^2h\rho_{\mathrm{M}}}{4R(-\alpha_{\mathrm{N}}+\alpha_{\mathrm{S}}+\beta_{\mathrm{N}}-\beta_{\mathrm{S}})}\left(\frac{1}{{d_1}^2}+\frac{1}{{d_2}^2}\right)$$

問 5 問 4 の式に与えられた数値を代入して計算すれば良いが，計算に 2 の累乗が多く出てくるので工夫して計算すると多少楽になる．

<次頁につづく>

II

略解

問 1 ソレノイド内部の磁束密度：$\mu_0 nI$(下向き)，コイルを貫く磁束：$\pi r^2 k\mu_0 nI$(下向き)

問 2 D

問 3 $\Delta I = \dfrac{V}{\pi r^2 k\mu_0 n}\Delta t$

問 4 $\dfrac{V}{2\pi r R_{\mathrm{C}} N_2}$

問 5 $\dfrac{2N_2 R_{\mathrm{C}} I_{\mathrm{C}}}{k\mu_0 nr}\Delta t$

解答

問 1 ソレノイドの内部磁束密度は $B = \mu_0 nI$．コイルの位置の磁束密度は kB でコイルに垂直なので，コイルの面積は πr^2 より，$\Phi = \pi r^2 kB = \pi\mu_0 r^2 knI$

問 2 コイルに生じる誘導起電力は $-\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -M\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$ (M は相互インダクタンス) と表せるので，図 2 のグラフの傾きの大きさと符号に気をつける．

問 3 $V = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \pi r^2 k\mu_0 n\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$ $\qquad \Delta I = \dfrac{V}{\pi r^2 k\mu_0 n}\Delta t$

問 4 抵抗値 R_{C} の抵抗は，コイル 1 周に $2\pi rN_2$ 個ある．コイル 1 周に起電力 V が生じているので，1 個の抵抗に流れる電流は $\dfrac{V}{2\pi r R_{\mathrm{C}} N_2}$($N_1$ 個の抵抗が並列であることは影響しない)．

問 5 問 3，問 4 より，$I_{\mathrm{C}} = \dfrac{\pi r^2 k\mu_0 n\frac{\Delta I}{\Delta t}}{2\pi R_{\mathrm{C}} N_2 r}$ $\qquad \therefore\ \Delta I = \dfrac{2N_2 R_{\mathrm{C}} I_{\mathrm{C}}}{k\mu_0 nr}\Delta t$

＜次頁につづく＞

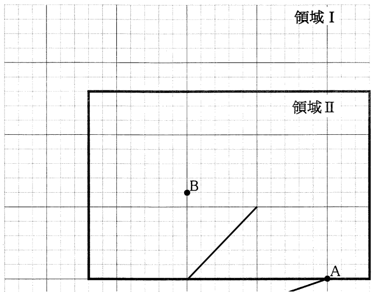
Ⅲ

略解

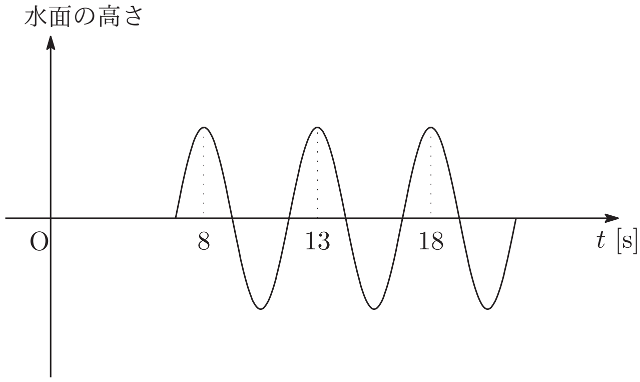
問 1 $v_1 = 0.14\sqrt{10}$ [m/s], $v_2 = 0.7\sqrt{2}$ [m/s]

問 2 $\sin\theta = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$

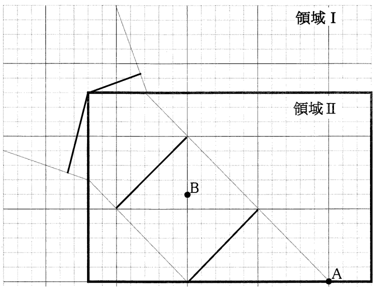
問 3



問 4



問 5



解説

問 2 領域Ⅰの波の進行方向が図の y 軸となす角を θ_1 とおくと，$\sin\theta_1 = \dfrac{1}{\sqrt{10}}$.

屈折の法則より，$\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta} = \dfrac{v_1}{v_2} = \dfrac{1}{\sqrt{5}}$.　　$\therefore \sin\theta = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$

問 3〜問 5　$\theta = 45^\circ$，波の周期は，5 [s] であることに注意して描くこと．

<次頁につづく>

Ⅳ

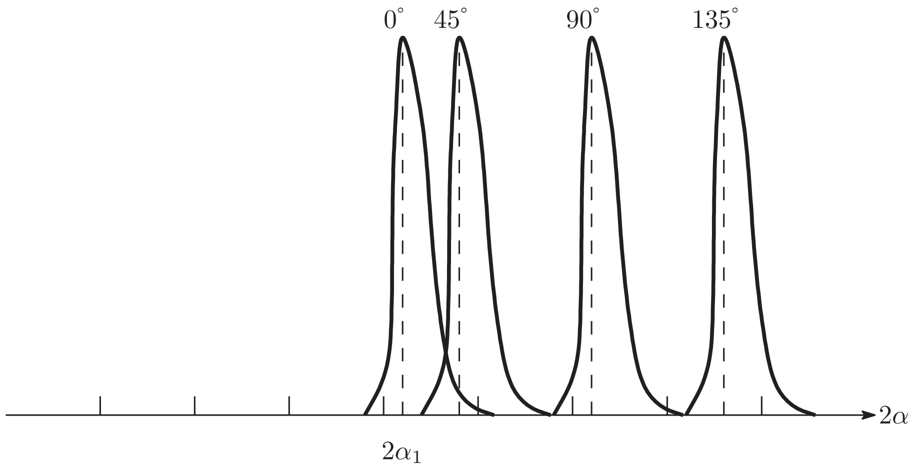
略解

問 1 $\boxed{ア}$ hc，$\boxed{イ}$ $\left(\dfrac{h}{\lambda'}\right)^2+\left(\dfrac{h}{\lambda}\right)^2-\dfrac{2h^2}{\lambda\lambda'}\cos\theta$，$\boxed{ウ}$ $\dfrac{h}{2mc}$，$\boxed{エ}$ $2\cos\theta$

問 2 $\theta=180^\circ$，$\Delta\lambda=\dfrac{2h}{mc}$

問 3 $2d\sin\alpha_1=\lambda_1$

問 4



解答

問 2 問 1 より，$\Delta\lambda\fallingdotseq\dfrac{h}{mc}(1-\cos\theta)$ と表せることがわかっている．エネルギー保存則より，電子のエネルギーが最大のとき，散乱後の光子のエネルギー $\dfrac{hc}{\lambda'}$ は最小．すなわち $\Delta\lambda$ が最大になる．したがって，$\theta=180^\circ$ であり，$\Delta\lambda=\dfrac{2h}{mc}$ となる．

問 3 ブラッグの条件より，$2d\sin\alpha_1=\lambda_1$ が成り立つ．

問 4 $\theta>0$ の方向の X 線の波長 $\lambda_1+\Delta\lambda$ と $\alpha=\alpha_1+\Delta\alpha$ に関して，

$$2d\sin(\alpha_1+\Delta\alpha)=\lambda_1+\Delta\lambda$$

が成り立つので，$\Delta\lambda\ll\lambda_1$ より，$\Delta\alpha\ll\alpha_1$ であることがわかる．したがって，

$$2d(\sin\alpha_1+\Delta\alpha\cos\alpha_1)=\lambda_1+\Delta\lambda\qquad\therefore\ 2d\cos\alpha_1\times\Delta\alpha=\Delta\lambda$$

となるので，$\Delta\alpha$ は $\Delta\lambda$ に比例する．$\theta=45^\circ$，90°，135° のとき，$\Delta\lambda\div\dfrac{h}{mc}=1-\dfrac{1}{\sqrt{2}}$，$1$，$1+\dfrac{1}{\sqrt{2}}$ となるので，測定結果は上図のようになる．

＜次頁につづく＞

講評

Ⅰ[力学：万有引力，地球の密度の測定](やや難)

内容は標準的だが，扱う物理量が多く，最後の数値計算も時間に余裕がなければ正解を出すのは難しいだろう．

Ⅱ[電磁気：相互誘導，経頭蓋磁気刺激法](標準)

相互誘導の標準的な問題，後半の話も比較的分かり易くできれば完答したい．

Ⅲ[波動：屈折の法則] (標準)

水面波の伝搬を作図させる問題．丁寧な誘導がついているので．時間をかけすぎないように注意して、可能なら完答したい．

Ⅳ[原子：コンプトン散乱，ブラッグ反射] (標準)

問 3 までは標準的な問題．丁寧な誘導がついているため易しい．問 4 のグラフはやや難しいため問 3 まで正解できれば良いだろう．

前期試験に比べて全体的に解きやすい問題が増えたが計算に時間がかかる問題が多く，解きやすい問題だけでも全て完答するのは厳しいだろう．ただし，後期日程の倍率を考えると目標は，75%．