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

解答速報

聖マリアンナ医科大学（後期）　物理

2025年 3月 6日実施

【解答】

$\boxed{1}$

［1］① 1.57　② 0.800　③ 12.5

［2］④ 1.6　⑤ 1.0　⑥ 0.10

［3］⑦ 4.0×10^{-7}　⑧ 5.0×10^{14}　⑨ 0.75

［4］⑩ 30.0　⑪ 8.98×10^{-2}　⑫ 8.87×10^{-2}

$\boxed{2}$

① $\sqrt{2g(h-R)}$　② h　③ $\sqrt{2g\left\{h-R\left(1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\right\}}$　④ $\frac{1}{2}\left\{h+R\left(1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\right\}$

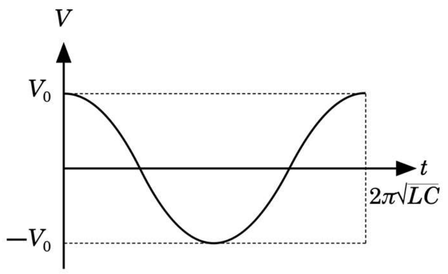
⑤ $m\frac{v^2}{R}=mg\cos\theta-N$　⑥ $m\frac{v^2}{R}=mg\cos\theta_0$　⑦ $\frac{m}{2}v^2+mgR\cos\theta_0$

⑧ $\frac{2}{3}$　⑨ $\frac{10}{17}$　（あ）大きい　（い）大きい

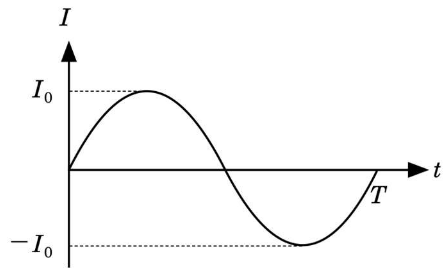
$\boxed{3}$

［1］$\frac{1}{2}CV_0^2$　［2］$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$　［3］$2\pi\sqrt{LC}$　［4］$\frac{1}{2}CV_0^2$

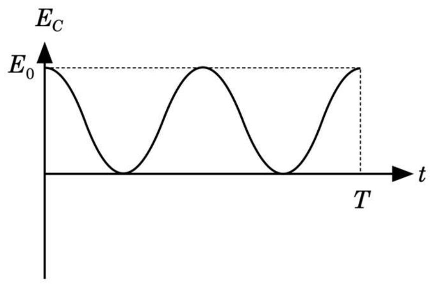
［5］



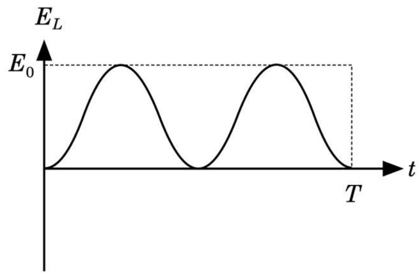
［6］



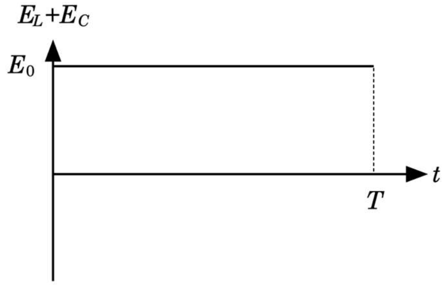
［7］



［8］



［9］



$\boxed{4}$

［1］干渉　［2］$\sqrt{L^2+\left(x-\dfrac{d}{2}\right)^2}$　［3］$d\dfrac{x}{L}$（導出は解説参照）　［4］$\dfrac{2L\lambda}{d}$

［5］① $\dfrac{2\pi c}{\lambda}$　② $\dfrac{dx}{Lc}$　③ $-\dfrac{2\pi dx}{\lambda L}$　④ $2A\cos\dfrac{\pi dx}{\lambda L}$　⑤ $4kA^2$

$\boxed{5}$

［1］電子，ニュートリノ

［2］①　放射性崩壊　②　放射能　③　放射性同位体　④　放射性物質

［3］(1) 陽子数：5　中性子数：5　(2) 1.39×10^7 年

［4］(1) 電離　(2) コンプトン効果

［5］(1) Gy，グレイ　(2) Sv，シーベルト

［6］(1) 外部被曝，内部被曝　(2) 放射性物質から離れる，放射線を遮へいする，被曝時間を短くする

［7］(1) アルファ線

(2) アルファ線は，他の放射性物質よりも電気量の絶対値が大きいため，物質中の原子から電子をより多く弾き飛ばすことで運動エネルギーをより失うから。

【講評】

1 小間集合

計算量の多い［1］を後回しにしても良いだろう。なお,「*YMS*聖マリ後期直前講習」で扱った「浮力」が的中した。

2 非等速円運動 「*YMS*聖マリ後期模試」が的中!

③④の解答の式が煩雑で不安になるが，全体としては難しくない。なお,「*YMS*聖マリ後期模試」で出題した「半球上を運動する小球の非等速円運動」が的中した。

3 電気振動

基本問題ではあるが,［7］［8］のグラフは経験の有無で差が付くだろう。

4 ヤングの実験

波の式に関する［5］で差が付くだろう。なお,「*YMS*聖マリ後期最終②」で出題した「波の式と位相の遅れ」が的中した。

5 放射性崩壊 「*YMS*聖マリ後期最終①」が大的中!!

放射線や素粒子に関する知識や理解を問う設問で大きく差が付くだろう。「*YMS*聖マリ後期最終①」で扱った内容がそのまま出題されたため，受講した生徒は圧倒的に有利となっただろう。

【総評】

今年度の前期日程と比べてやや難化，昨年度の後期日程に比べて易化。志願者数が多く厳しい戦いになることを考慮すると，正規合格ラインは，$\boxed{1}$ 3ミス，$\boxed{2}$ 2ミス，$\boxed{3}$ 完答，$\boxed{4}$ 2ミス，$\boxed{5}$ 5割の「合計7割台後半」，1次通過ラインは「合計7割」程度か。

【解説】

1

〔1〕

① 運動方程式より $ma = \rho Vg - mg$

よって浮力 F は$F = \rho Vg = m(a+g) = 140 \times 10^{-3}$〔kg〕$\times (9.8 + 1.4)$〔m/s²〕≒ 1.57

② ①より $\rho = \frac{F}{Vg}$

これに数値代入して $\rho = 0.800$ g/cm³

③ 沈んでいる部分の体積を V' とおくと，力のつり合いより $mg = \rho V' g$

$\therefore V' = \frac{m}{\rho} = \frac{140}{0.8} = 175$ cm³

よって，液面より上の部分は $200 - 175 = 25$ cm³ $\therefore \frac{25}{200} = 0.125$

なので，12.5 %

〔2〕

④⑤ それぞれのときにキルヒホッフの第２法則より

$E - 0.2r = 1.4, \quad E - 0.4r = 1.2$

２式より $E = 1.6$ V ，$r = 1.0$ Ω

⑥ $R = 15$ Ω のとき $1.6 = (15+1)I$ $\therefore I = 0.10$ A

〔3〕

⑦ 速さに対して屈折の法則より $1 \times 3.0 \times 10^8 = n_1 \cdot 2.0 \times 10^8 = n_2 \cdot 1.5 \times 10^8$ …（あ）

波長に対して屈折の法則より $1 \times 6.0 \times 10^{-7} = n_1 \cdot \lambda_1$

n_1 を代入して $\lambda_1 = 4.0 \times 10^{-7}$ m

⑧ 媒質１の振動数と真空中の振動数は同じであるので，真空中の光に対して

$3.0 \times 10^8 = f \times 6.0 \times 10^{-7}$ $\therefore f = 5.0 \times 10^{14}$ Hz

⑨ （あ）より $\frac{n_1}{n_2} = 0.75$

〔4〕

⑩ $Q = \frac{1}{2}mv^2$ に数値代入して $\frac{1}{2}mv^2 = 30$ J

⑪ $Q = 334m$ $\therefore m = \frac{30}{334} \fallingdotseq 8.98 \times 10^{-2}$ g

⑫ $Q = 334M + 4.22 \times M \times 1$ $\therefore M = \frac{30}{338.22} \fallingdotseq 8.87 \times 10^{-2}$

$\boxed{2}$

[1]

① 力学的エネルギー保存則より

$$mgh = mgR + \frac{1}{2}mv^2 \qquad v = \sqrt{2g(h-R)}$$

③ 力学的エネルギー保存則より

$$mgh = mgR\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) + \frac{1}{2}mv^2 \qquad v = \sqrt{2g\left\{h - R\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right\}}$$

④ 力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgR\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{\sqrt{2}}\right)^2 + mgh_2 \qquad h_2 = \frac{1}{2}\left\{h + R\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right\}$$

[2]

⑤ $m\frac{v^2}{R} = mg\cos\theta - N$

⑥ 前問の式に$\theta = \theta_0$と$N = 0$を代入する。$m\frac{v^2}{R} = mg\cos\theta_0$

⑧ ⑥と⑦よりvを消去して、$\cos\theta_0 = \frac{2}{3}$

（あ） $\frac{\sqrt{2}}{2} > \frac{2}{3}$ $\qquad \cos 45° > \cos\theta_0 \qquad 45° < \theta_0$

[3]

⑨ 力学的エネルギー保存則より、

$$mgR = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{5}mv^2 + mgR\cos\theta_0$$

これと⑥の式より、vを消去して、$\cos\theta_0 = \frac{10}{17}$

（い） $\frac{10}{17} < \frac{2}{3}$ $\qquad \cos\theta_0\,[3] < \cos\theta_0\,[2] \qquad \theta_0[3] > \theta_0[2]$

$\boxed{3}$

〔1〕コンデンサーの静電エネルギーの式より $\frac{1}{2}CV_0^2$

〔2〕求める周波数をfとすると $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

〔3〕$T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{LC}$

〔4〕コイルに蓄えられるエネルギーが最大のとき，コンデンサーの電荷は 0 となっている。

よって，エネルギー保存則より$\frac{1}{2}CV^2$。

〔5〕時刻$t = 0$ のときに電荷が最大であることに注意して $V = V_0\cos(\frac{2\pi}{T}t)$

〔6〕時刻$t = 0$ のときに電流は 0 であり、すぐ後に正の向きに流れるので $I = I_0\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$

〔7〕$E_{\mathrm{C}} = \frac{1}{2}CV_0^2\cos^2(\frac{2\pi}{T}t)$

〔8〕$E_{\mathrm{L}} = \frac{1}{2}CV_0^2 - E_{\mathrm{C}} = \frac{1}{2}CV_0^2 \times \left(1 - \cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right)\right)$

〔9〕$E = E_{\mathrm{C}} + E_{\mathrm{L}} = \frac{1}{2}CV_0^2$

$\boxed{4}$

[2] 三平方の定理を用いて，$S_1P = \sqrt{L^2 + (x - \frac{d}{2})^2}$

[3] $S_1P = \sqrt{L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2} = L\sqrt{1 + \left(\frac{x - \frac{d}{2}}{L}\right)^2} \fallingdotseq L\left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{x - \frac{d}{2}}{L}\right)^2\right\}$

同様にすると，$S_2P \fallingdotseq L\left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{x + \frac{d}{2}}{L}\right)^2\right\}$　　$\therefore S_2P - S_1P \fallingdotseq \frac{dx}{L}$

[4] 明線条件は，$\frac{dx_3}{L} = (3-1)\lambda$　$\therefore x_3 = \frac{2L\lambda}{d}$

[5] ① $z_1 = A\sin(\omega t + \alpha) = A\sin\left(\frac{2\pi c}{\lambda}t + \alpha\right)$

② S_1からの光より，$\frac{dx}{L}$の距離分，到達が遅れるので，$t = \frac{dx/_L}{c} = \frac{dx}{cL}$

③ S_1からの光より時間$\frac{dx}{cL}$だけ遅れて到達するので，

$z_2 = A\sin\left\{\frac{2\pi c}{\lambda}(t - \frac{dx}{cL}) + \alpha\right\} = A\sin(\frac{2\pi c}{\lambda}t + \alpha - \frac{2\pi dx}{\lambda L})$

④ 和積の公式を用いて，

$z_1 + z_2 = 2A\sin\frac{\frac{2\pi c}{\lambda}t + \alpha + \frac{2\pi c}{\lambda}t + \alpha - \frac{2\pi dx}{\lambda L}}{2}\cos\frac{\frac{2\pi c}{\lambda}t + \alpha - \left(\frac{2\pi c}{\lambda}t + \alpha - \frac{2\pi dx}{\lambda L}\right)}{2}$

$= 2A\cos\frac{\pi dx}{\lambda L}\sin\left\{\left(\frac{2\pi c}{\lambda}t + \alpha\right) - \frac{\pi dx}{\lambda L}\right\}$

⑤ ④の振幅項に[4]の$x_3 = \frac{2L\lambda}{d}$を代入すると，$2A\cos\frac{\pi d}{\lambda L}\cdot\frac{2L\lambda}{d}$＝2A　となるので，光の強さは，$(2A)^2k$ $= 4A^2k$

$\boxed{5}$

〔1〕強い力が働かない粒子をレプトンと言い，レプトンに属する粒子には電子とニュートリノがある。

〔3〕(1) β崩壊後の粒子は陽子が 1 個増え，中性子の数は変わらない。

(2) 半減期の式より$\frac{N_0}{1000} = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$,　　$-3\log_{10}N_0 = -\frac{t}{T}\log_{10}2$　,　　$t = \frac{3}{0.301}T = 1.39 \times 10^7$[年]

〔5〕(1) 物質 1kg が放射線から吸収するエネルギーを吸収線量といい，単位は Gy（グレイ）を用いる。

(2) 吸収線量からさらに人体への影響を加味した値には等価線量や実効線量があるが，それらの単位には Sv（シーベルト）を用いる。

〔6〕(1) 外側からの被曝を外部被曝といい，内側からの被曝を内部被曝という。

(2) 被曝による影響を最小限にするには，放射性物質から離れる，放射線を遮へいする，被曝時間を短くすることが有効である。