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(前期)　物理

【解答】　2024年 2月8日実施

1

［1］① 4.0　② 2.0　③ 8.0

［2］④ 8.0×10^{-3}　⑤ 40　⑥ 6.0

［3］⑦ 6.8×10^{-1}　⑧ 1.7×10^{-1}　⑨ 1500

［4］⑩ 500　⑪ 0.25　⑫ 2

2

［A］① $-mg\sin\theta$　② $N-mg\cos\theta$　③ 0　④ $mg\cos\theta$

⑤ $-N\sin\theta$　⑥ $N\cos\theta-mg$　⑦ $\tan\theta$

［B］⑧ $N\sin\theta$　⑨ $-m(g\sin\theta+b\cos\theta)$　⑩ $N+mb\sin\theta-mg\cos\theta$

⑪ $\frac{Mmg\cos\theta}{M+m\sin^2\theta}$　⑫ $-mb-N\sin\theta$　⑬ $N\cos\theta-mg$

⑭ $-N\sin\theta$　⑮ $N\cos\theta-mg$　⑯ $\frac{a_y}{a_x-b}$

3

［1］① $4\pi kQ$　② $\frac{Q}{\varepsilon_0}$　③ ガウス

［2］④ $4\pi r^2E$　⑤ $k\frac{Q}{r^2}$

［3］⑥ $k\frac{Q}{r^2}$　⑦ $4\pi r^2E_{内}$　⑧ $\frac{3Q}{4\pi R^3}$　⑨ $\frac{r^3}{R^3}Q$

⑩ $\frac{kQ}{R^3}r$

［4］シ

［5］コ

理由：半径$r(\geqq R)$の閉曲面内の電気量はQで，半径$r(<R)$の閉曲面内の電気量はゼロになるから。

4

［1］振幅：4 μm　波長：4 cm　周期：2 s

［2］$x=-0.5, 3.5, 7.5$ cm

［3］速さ：2 cm/s　方向：x軸負の向き

［4］$t=0$ s：(く)　$t=5$ s：(え)

［5］$x=0$ cm：(く)　$x=9$ cm：(か)

［6］$t=-0.25, 1.75, 3.75$ s

［7］$A=4$ μm　$B=\pi$ rad/s　$C=-2$ cm/s　$D=\frac{5}{4}\pi$ rad

$\boxed{5}$

［1］1.6×10^{-19} J

［2］$Z \cdot m_{\mathrm{p}} + (A - Z)m_{\mathrm{n}} - M$

［3］$\frac{\Delta m c^2}{A}$

［4］質量数：7　　原子番号：4

［5］7.1 MeV

［6］13 MeV

［7］2.2×10^{-19} ％

【講評】

$\boxed{1}$ **小問集合**

いずれも基本問題である。2 ミス程度に抑えたい。

$\boxed{2}$ **可動三角台上の物体**

典型的なテーマで誘導も丁寧であるため解答しやすい。2 ミス程度に抑えたい。

$\boxed{3}$ **ガウスの法則**

誘導が丁寧であるため解答しやすい。2 ミス程度に抑えたい。

$\boxed{4}$ **正弦波のグラフ，波の式**

差が付くだろう。7 割程度は得点したい。

$\boxed{5}$ **原子核反応**

テーマとしては基本的であるが，「核子 1 個あたり」を読み落とした受験生が少なくなかったのではないか。2 ミス程度に抑えたい。

【総評】

手薄になりがちな「ガウスの法則」や「原子核反応」まできちんと学習していた生徒にとっては，$\boxed{3}$を除き全般的に誘導が丁寧であり，また試験時間も十分にあるため，得点しやすかったと思われる。正規合格ラインは「合計 75％」程度，1 次通過ラインは「合計 65％」程度か。

【解説】

$\boxed{1}$

[1]① 力積と運動量の関係より

$$mv = Ft = 2.0 \times 2.0 = 4.0 \text{ kg·m/s}$$

② ①より

$$v = \frac{4.0}{m} = \frac{4.0}{4.0} = 1.0 \text{ m/s}$$

よって

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

に代入する

$$K = \frac{1}{2} \times 4 \times 1^2 = 2.0 \text{ J}$$

③ 力積と運動量の関係より

$$mv - I = -mv$$

$$\therefore |I| = 2mv = 2 \times 4.0 \times 1 = 8.0 \text{ N·s}$$

[2]④ $$U = \frac{1}{2}LI^2$$

に数値代入して

$$U = \frac{1}{2} \times 10 \times (40 \times 10^{-3})^2 = 8.0 \times 10^{-3} \text{ J}$$

⑤ $$|V| = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

に数値代入して

$$|V| = 10 \times \frac{40 \times 10^{-3} - 0}{10 \times 10^{-3} - 0} = 40 \text{ V}$$

⑥ $$|V| = M\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

に数値代入して

$$24 = M \times 4$$

$$\therefore M = 6.0 \text{ H}$$

[3]⑦ $$v = f\lambda$$

に代入して

$$340 = 500 \times \lambda$$

$$\therefore \lambda = 0.68 \text{ m}$$

⑧　閉管の基本振動なので

$$\frac{1}{4}\lambda = \frac{1}{4} \times 0.68 = 0.17 \text{ m}$$

⑨　閉管の2回目の共鳴は3倍振動なので

$$500 \times 3 = 1500 \text{ Hz}$$

[4]⑩　$Q_{\text{in}} = Q_{\text{out}} + W$ より

$$2000 = 1500 + W$$

⑪

$$e = \frac{W}{Q_{in}} = \frac{500}{2000} = \frac{1}{4}$$

$\boxed{2}$ [A]

①②　運動方程式を立式する

③　斜面垂直方向には動かないので $a_Y = 0$

④　②③を連立する

⑤⑥　運動方程式を立式する

⑦　束縛条件より

$$\frac{a_Y}{a_X} = \tan\theta$$

[B]

⑧⑨⑩　運動方程式を立式する

⑪　⑦⑨⑩を連立し，N について解く

⑫⑬⑭⑮　運動方程式を立式する

⑯　束縛条件より

$$\frac{a_y}{a_x - b} = \tan\theta$$

$\boxed{3}$

〔１〕①②　電気力線の本数は

$$N = 4\pi kQ = \frac{Q}{\varepsilon_0}\text{ 本}$$

〔２〕④　ガウスの法則より，面積を S として

$$N = S \times E = 4\pi r^2 E$$

⑤　　　　　　④ = ①　を計算する

〔３〕⑥　帯電体の外部を考えるとき，中心から距離 $r(\geqq R)$ の内部に存在する電気量が Q なので，ガウスの法則より

$$E = \frac{4\pi kQ}{4\pi r^2} = k\frac{Q}{r^2}$$

⑦　ガウスの法則より

$$N = S \cdot E = 4\pi r^2 E_{\text{内}}$$

⑧

$$\rho = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

⑨

$$q = \rho V$$

に代入して

$$q = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi r^3} \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{r^3}{R^3}Q$$

⑩

$$N = 4\pi kq$$

に，⑦⑨を代入する

$$E_{\text{内}} = \frac{kQ}{R^3}r$$

〔４〕$r < R$ の範囲は⑩より，電場の大きさが r に比例する

$r \geqq R$ の範囲は⑥より，電場の大きさが $\dfrac{1}{r^2}$ に比例する

〔５〕表面だけに分布すると，その内部（$r < R$）の電場は 0 となる

$r \geqq R$ の範囲では ⑥ と同様になる。

$\boxed{4}$

［1］

図 1 より、振幅と波長を求める。図 2 より、周期を求める。

［2］

図 1 より、変位が0の媒質のうち、左側が谷、右側が山になっているものを選ぶ。

［3］

波の進む向きについて

$t = 0$の$y - x$グラフを描くと、周期が2sなので、山と谷が逆になるようなグラフになる。

そのグラフを利用し、$x = 4$における振動の様子に注目する。図 2 では時間が経過すると、媒質は下にさがっている。$t = 0$の$y - x$グラフをみると、$x = 4$の位置では谷が右側にあるので、左（x軸負の向き）に進むことがわかる。

［4］

$t = 0$については、［3］上記の通り、図 1 と山と谷が逆になったグラフを選べばよい。

$t = 5$については$t = 5 = 2T + 1$なので、$t = 1$と同じグラフ、つまり、図 1 と同じグラフを選べばよい。

［5］

$x = 0$については、［3］で作成した$t = 0$の$y - x$グラフの$x = 0$に注目すれば、0.25s後($1/8\,T$後)に谷が到達するので、そのグラフを選べばよい。

$x = 9$については、$x = 9 = 2\lambda + 1$なので、$x = 1$に注目しグラフを選べばよい。0.75s後($3/8\,T$後)に山が到達するので、そのグラフを選べばよい。

［6］

［3］で作成した$t = 0$の$y - x$グラフの密のうち$x = 4$の右側にあるのは$x = 7.5$である。

これが、$x = 4$に到達するのにかかる時間は1.75s 後なので、それに$\pm$2.0s(周期)をしたものが答えになる。

［７］

波の式は

$$y = A\sin\left\{2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \alpha\right\}$$

と書くことができ、これが

$$y = A\sin\left[B\left(t - \frac{x}{C}\right) + D\right]$$

と等しくなる。Aは振幅、$B = 2\pi/T$、$C = v$になる。位相のずれを表すD(またはα)は［３］で作成した$t = 0$の$y - x$グラフの$x = 0$に注目すれば、時間が$0.25\mathrm{s}(1/8\,T)$経過すれば谷（位相が$(3/2)\pi$）が到達することから、$D = (3/2)\pi - (1/4)\pi = (5/4)\pi$となる。

$\boxed{5}$

［１］ $1\,\mathrm{eV} = e[\mathrm{J}] = 1.6 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$

［２］ 陽子数Z，中性子数$(A - Z)$より，$\Delta m = \{Zm_p + (A - Z)m_n\} - M$

［３］ 結合エネルギーをBとすると，核子１個あたりなので，$\dfrac{B}{A} = \dfrac{\Delta mc^2}{A}$

［４］ $3 + 4 = A$，$Z = 2 + 2$

［５］ ［２］［３］より，$\dfrac{B}{A} = \dfrac{\Delta mc^2}{A} = \dfrac{\{Zm_p + (A - Z)m_n\} - M}{A}c^2$，$A = 4$，$Z = 2$として，

$1\mathrm{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\mathrm{J}$，$1\mathrm{u} = 1.66 \times 10^{-27}\mathrm{kg}$であることに注意して数値を代入する。

［６］ 反応前の結合エネルギーは$2.6 \times 3 \times 2 = 15.6\mathrm{MeV}$，反応後の結合エネルギーは［５］より，$7.12 \times 4 = 28.48\mathrm{MeV}$ なので，$Q = 28.48 - 15.6 \fallingdotseq 13\mathrm{MeV}$

［７］ 質量の減少量をΔMとして，$3.9 \times 10^{26} = \Delta M \times (3 \times 10^8)^2$

よって，$\dfrac{\Delta M}{M} = \dfrac{\Delta M}{2 \times 10^{30}} \fallingdotseq 2.2 \times 10^{-21}$　　$\therefore 2.2 \times 10^{-19}\%$

昭和大学医学部[Ⅱ期]模試2.21(水)
科目 英／数／化／生／物 申込締切 2月18日（日）20:00
会場 東京／大阪／福岡 締切間近

聖マリアンナ医科大学[後期]模試2.23(金)
科目 英／数／化／生／物 申込締切 2月20日（火）20:00
会場 東京／大阪／福岡 締切間近

対象 高3生・高卒生対象 料金 6,600円（税別）

※内容は変更になる場合がございます。最新の情報はホームページよりご確認ください。

医大別直前講習会
後期・Ⅱ期
■ 獨協医科大学
■ 聖マリアンナ医科大学
■ 日本大学
■ 埼玉医科大学
■ 昭和大学
■ 日本医科大学
受付中

◆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。

本解答速報の内容に関するお問合せは
医学部専門予備校 YMS heart of medicine
☎ 03-3370-0410 https://yms.ne.jp/
東京都渋谷区代々木1-37-14
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 英進館メビオ 福岡校 0120-192-215 https://www.mebio-eishinkan.com/
メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧
メルマガ登録 LINE 登録