解答速報

聖マリアンナ医科大学（後期）　物理

2026年 3月 3日実施

【解答】

1

［1］① 焦点　② 3　③ 27

［2］④ 2.0×10^{11}　⑤ 3.6×10^{3}　⑥ 81

［3］⑦ 2.00　⑧ 1.57　⑨ 0.750

［4］⑩ 25　⑪ 26　⑫ 18

2

［1］$\dfrac{Mg}{2\tan\theta}$　［2］$\dfrac{Mg}{2\tan\theta}$　［3］$\dfrac{1}{2\mu}$　［4］$-aLF\sin(\theta+\beta)$

［5］$\mu(Mg-F\sin\beta)$　［6］$\dfrac{\cos\theta}{2a\sin(\theta+\beta)}Mg$　［7］$\dfrac{1}{(4a-1)\tan\theta}$

3

［1］1.0倍，0.33倍　［2］5.0 cm，15 cm　［3］−15 cm，35 cm

［4］10 cm，（ア）　［5］（イ）

4

［1］向き：（い）　① E_0+E_1　② R_0+R_1　［2］③ $R_0E_1-R_1E_0$　④ R_0+R_1

［3］$R_1>\dfrac{E_1}{E_0}R_0$　［4］向き：（あ）　⑤ $R_1E_0-R_0E_1$　⑥ $R_0R_1+R_1R_2+R_2R_0$

［5］⑦ $R_2(R_0E_1-R_1E_0)$　⑧ $R_0R_1+R_1R_2+R_2R_0$　［6］$\dfrac{C}{2}$

［7］向き：（あ）　⑨ $R_1E_0-R_0E_1$　⑩ R_0R_1

［8］⑪ $CR_2(R_1E_0-R_0E_1)$　⑫ $2(R_0R_1+R_1R_2+R_2R_0)$

5

① $\rho\dfrac{4}{3}\pi r^3g$　② $-\rho_0\dfrac{4}{3}\pi r^3g$　③ $\mathrm{kg\cdot m^{-1}\cdot s^{-1}}$　④ $3\sqrt{\dfrac{\eta v_0}{2g(\rho-\rho_0)}}$

⑤ $\dfrac{V}{d}$　⑥ $\dfrac{qV}{d}$　⑦ $\dfrac{6\pi d\eta r(v_1-v_0)}{V}$

【講評】

1 小問集合

難易度の高い設問はないので，できる限りミスなく正答したい。［１］は「***YMS*** 聖マリ後期直前講習」が的中した。また，［３］は「***YMS*** 聖マリ後期模試」が的中した。

2 剛体棒のつりあい

標準レベルの問題であり，完答を目指したい。

3 球面鏡

対策の手薄な受験生が多いテーマであり，かつ解きにくい問題であることから，大きく差がついたと思われる。

4 RC 回路

方針を立てることは難しくないが，計算量の多い［４］を正答できたかが別れ道となる。

5 ミリカンの実験

正負の扱いに注意しつつ，誘導に乗って完答したい。物理量の単位を求める③は，「***YMS*** 聖マリ後期模試」が的中した。

【総評】

今年度の前期と比べて同程度の難易度であり，昨年度の後期と比べるとやや難化。本学の後期日程は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，1 1 ミス，2 1 ミス，3 2〜3 ミス，4 3 ミス，5 1 ミスの「合計 75%」程度，1 次通過ラインは「合計 6 割台後半」であろう。

【解説】

1

［1］ ① 焦点

② 3 乗

③ ケプラー第 3 法則より，$\dfrac{1^2}{1^3}=\dfrac{T^2}{9^3}$ $\therefore T=27$ 年

［2］ ④ $\dfrac{3.2\times10^{-8}}{1.6\times10^{-19}}=2.0\times10^{11}$個

⑤ $N=4\pi kQ=4\cdot3.14\cdot9.0\times10^9\cdot3.2\times10^{-8}\fallingdotseq3.6\times10^3$本

⑥ 総本数は等しく，表面積のみ異なるので，$\dfrac{4\pi r^2}{4\pi r'^2}=\left(\dfrac{r}{r'}\right)^2=\left(\dfrac{90}{10}\right)^2=81$ 倍

［3］ ⑦ 振幅は，2.00m

⑧ $y=A\sin2\pi\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{x}{\lambda}\right)=A\sin\left(\dfrac{2\pi t}{T}-\dfrac{2\pi x}{\lambda}\right)$ と，$y=2.00\sin(3.00t-4.00x)$ を比較して，

$\lambda=\dfrac{\pi}{2}=\dfrac{3.14}{2}\fallingdotseq1.57$m

⑨ ⑧より，$\dfrac{2\pi}{T}=3$ $\therefore T=\dfrac{2\pi}{3}$ $\therefore v=\dfrac{\lambda}{T}=\dfrac{\pi/2}{2\pi/3}=\dfrac{3}{4}=0.750$m/s

［4］ ⑩ ⑪ ⑫ 定圧変化より，$Q_{in}=nC_P\Delta T$ $\therefore 78=2\cdot C_P\cdot1.5$ $\therefore C_P=26\,\mathrm{J/mol\cdot K}$

マイヤーの式より$C_P=C_V+\mathrm{R}$ $\therefore C_V=C_P-R=26-8.3=17.7\fallingdotseq18\,\mathrm{J/mol\cdot K}$

熱力学第一法則より，$Q_{in}=nC_V\Delta T+W_{out}$ $\therefore 78=2\cdot17.7\cdot1.5+W_{out}$

$\therefore W_{out}=78-53.1\fallingdotseq25$ J

$\boxed{2}$

［1］ 壁からの垂直抗力の大きさをN_1とおいて，B 点まわりのモーメントのつり合いより，

$$Mg\cdot\frac{L}{2}\cdot\cos\theta=N_1\cdot L\cdot\sin\theta \qquad \therefore N_1=\frac{Mg}{2\tan\theta}$$

［2］ 摩擦力の大きさをfとして，水平方向の力のつり合いより，$f=N_1$ $\quad\therefore f=\frac{Mg}{2\tan\theta}$

［3］ 床からの垂直抗力をN_2とする。鉛直方向のつり合いより，$N_2=Mg$

静止摩擦力と最大摩擦力が等しいときの正接は，$\frac{Mg}{2\tan\theta}=\mu N_2=\mu Mg$ $\quad\therefore \tan\theta=\frac{1}{2\mu}$

［4］ B 点まわりのモーメントは，反時計回りを正として$-FaL\sin(\theta+\beta)$

［5］ 鉛直方向の力のつり合いより，$Mg=N_2+F\sin\beta$

最大摩擦力は$\mu N_2=\mu(Mg-F\sin\beta)$

［6］ 離れるときを考えるので，$N_1=0$として，B 点まわりのモーメントの式は

$$Mg\cdot\frac{L}{2}\cdot\cos\theta=FaL\sin(\theta+\beta) \qquad \therefore F=\frac{Mg\cos\theta}{2a\sin(\theta+\beta)}$$

［7］ $\theta=\beta$より，$F=\frac{Mg\cos\theta}{2a\sin(\theta+\theta)}=\frac{Mg\cos\theta}{2a\cdot 2\sin\theta\cos\theta}=\frac{Mg}{4a\sin\theta}$

水平方向の力のつり合いより，$f=F\cos\theta$，これが最大摩擦力μN_2(［5］の答え)と等しくなるときを考える。$F\cos\theta=\mu(Mg-F\sin\theta)$

$$\therefore \mu=\frac{F\cos\theta}{Mg-F\sin\theta}=\frac{\cos\theta}{\frac{Mg}{F}-\sin\theta}$$

ここで，$\frac{Mg}{F}=Mg\cdot\frac{4a\sin\theta}{Mg}=4a\sin\theta$

$$\therefore \mu=\frac{1}{(4a-1)\tan\theta}$$

$\boxed{3}$

⑴ $x=20$のとき $a=20$，$f=+10$なので $\frac{1}{20}+\frac{1}{b_1}=\frac{1}{+10}$ $\quad\therefore b_1=20$

であるので倍率は $m_1=\left|\frac{20}{20}\right|=1$ 倍

$x=-20$のとき $a=20$，$f=-10$なので $\frac{1}{20}+\frac{1}{b_2}=\frac{1}{-10}$ $\quad\therefore b_2=-\frac{20}{3}$

であるので倍率は $m_2=\left|\frac{-\frac{20}{3}}{20}\right|=\frac{1}{3}\fallingdotseq 0.33$ 倍

⑵ 倍率が 2 倍なので $m=\frac{b}{a}=\pm 2$ $\quad\therefore b=\pm 2a$

$b=+2a$のとき 凹面鏡：$\frac{1}{a}+\frac{1}{2a}=\frac{1}{+10}$ $\quad\therefore a=15$

$b=-2a$のとき 凹面鏡：$\frac{1}{a}+\frac{1}{-2a}=\frac{1}{+10}$ $\quad\therefore a=5$

⑶ 倍率が 2 倍なので $m=\frac{b}{a}=\pm\frac{2}{5}$ $\quad\therefore b=\pm\frac{2}{5}a$

$b=+\frac{2}{5}a$のとき 凹面鏡：$\frac{1}{a}+\frac{1}{\frac{2}{5}a}=\frac{1}{+10}$ $\quad\therefore a=35$

$b=-\frac{2}{5}a$のとき 凸面鏡：$\frac{1}{a}+\frac{1}{\frac{2}{5}a}=\frac{1}{-10}$ $\quad\therefore a=-15$

⑷ $a\to\infty$ なので $\frac{1}{\infty}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$ となり $b\to f=10$

倍率は $m=\left|\frac{b}{a}\right|\to 0$ よって（ア）

⑸ $a\to f$ なので $\frac{1}{f}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$ となり $b\to\infty$

倍率は $m=\left|\frac{b}{a}\right|\to\infty$ よって（イ）

$\boxed{4}$

(1)　E_0，E_1 の向きから電流の向きは　（い）$E_0 \to R_0$

キルヒホッフの第二法則より　$E_0 + E_1 - (R_0 + R_1)I_1 = 0$　　　$\therefore I_1 = \frac{E_0+E_1}{R_0+R_1}$

(2)　$V_B = -R_1 I_1 + E_1$ に(1)のI_1を代入して　　$V_B = \frac{R_0E_1 - R_1E_0}{R_0+R_1}$

(3)　$V_A = 0$より$V_B < V_A$　は　(2)で求めた　$V_B = \frac{R_0E_1 - R_1E_0}{R_0+R_1} < 0$ となればよいので

$R_0E_1 - R_1E_0 < 0$　　　$\therefore R_1 > \frac{E_1}{E_0}R_0$

(4)　図に対して　E_0，R_0 に上向きに電流I_0，E_1，R_1 に下向きに電流I_1 R_2 に上向きに電流I_2 を定義すると

キルヒホッフの第一法則：$I_0 - I_1 - I_2 = 0$

キルヒホッフの第二法則：$E_0 - R_0I_0 - R_2I_2 = 0$　，$-R_1I_1 + E_1 + R_2I_2 = 0$

の３式ができ，これをI_2について解くと　　$I_2 = \frac{E_0R_1 - E_1R_0}{R_0R_1 + R_1R_2 + R_2R_0}$

(3)の条件より，これは正となるので，I_2の向きは図の下向きつまり（あ）

(5)　$V_B = -R_1 I_2$ に，(4)のI_2を代入して　　$V_B = \frac{(E_1R_0 - E_0R_1)R_2}{R_0R_1 + R_1R_2 + R_2R_0}$

(6)　直列の合成容量の公式より　$C' = \frac{C}{2}$

(7)　R_2 には電流が流れない。C_1，C_2 の電位が 0 であるので，AB 間の電位差が 0 となる。よって

R_0，E_0 に流れる電流は　$\frac{E_0}{R_0}$

R_1，E_1 に流れる電流は　$\frac{E_1}{R_1}$

よってコンデンサーには　$\frac{E_0}{R_0} - \frac{E_1}{R_1} = \frac{E_0R_1 - E_1R_0}{R_0R_1}$

(8)　十分に時間が経過したあとの B の電位は(5)と同じなので

$$Q = \frac{C}{2}|V_B| = \frac{CR_2(E_0R_1 - E_1R_0)}{2(R_0R_1 + R_1R_2 + R_2R_0)}$$

$\boxed{5}$

① 油滴の質量は $\frac{4}{3}\pi r^3\rho$ なので，重力は $\frac{4}{3}\pi r^3\rho g$

② 浮力は押しのけた空気の重さに等しいので $\frac{4}{3}\pi r^3\rho_0 g$

③ 題意より　$F=-6\pi\eta r v$　　$\therefore$　$\eta=-\frac{F}{6\pi r v}$

となるので，この粘性率 η の単位は

$[\eta]=\frac{[r][v]}{[F]}=\frac{\mathrm{kg{\cdot}m{\cdot}s^{-2}}}{\mathrm{m{\cdot}m{\cdot}s^{-1}}}=\mathrm{kg\cdot m^{-1}\cdot s^{-1}}$

④ 力のつり合いより

$\frac{4}{3}\pi r^3\rho g=\frac{4}{3}\pi r^3\rho_0 g+6\pi\eta r v_0$

$\therefore$　$r=3\sqrt{\frac{\eta v_0}{2(\rho-\rho_0)g}}$

⑤ 電場と電位差の関係より $\frac{V}{d}$

⑥ 電場の定義より $\frac{qV}{d}$

※この値は負であるので、大きさ $-\frac{qV}{d}$ で上向きの力を表す。

⑦ 力のつりあいより

$\frac{4}{3}\pi r^3\rho g=\frac{4}{3}\pi r^3\rho_0 g+6\pi\eta r v_1-\frac{qV}{d}$

$\therefore$　$q=\frac{6\pi d\eta r}{V}(v_1-v_0)$