2025年度　私大医学部入試

解答速報

2025年2月1日　実施

日本大学

医学部　N1方式　物 理

（制限時間　60分）

医学部専門予備校 D組

解　答

第1問

1　①	2　⑥	3　⑤	4　①	5　③

第2問

6　③	7　②	8　②	9　⑥	10　⑤

第3問

11　⑤	12　①	13　③	14　④	15　①

第4問

16　③	17　⑥	18　⑥	19　③	20　②

第5問

21　④	22　④	23　②	24　⑤	25　④

解　　説

第１問

(1) 壁に平行な方向の速度成分は変わらず，壁に垂直な速度成分の大きさは e 倍になるため，

$$\underbrace{v_{/\!/} = v_0 \sin\theta, \quad v_\perp = ev_0 \cos\theta}_{\boxed{\ 1\ }:①}$$

(2) $\tan\phi = \dfrac{v_{/\!/}}{v_\perp}$ であるから，

$$\tan\phi = \frac{v_0 \sin\theta}{ev_0 \cos\theta} = \underbrace{\frac{1}{e}\tan\theta}_{\boxed{\ 2\ }:⑥}$$

(3) 壁に対して垂直な力積の成分の大きさを I とすれば，運動量変化と力積の関係より，

$$I = mv_0 \cos\theta - (-emv_0 \cos\theta) = (1+e)mv_0 \cos\theta$$

である。$e = \dfrac{1}{2}$，$\cos\theta = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ を代入して，

$$I = \underbrace{\frac{3\sqrt{2}}{4}mv_0}_{\boxed{\ 3\ }:⑤}$$

(4) 壁に対して水平な方向の運動量変化と力積の関係より，

$$mv_{/\!/} = mv_0 \sin\theta - \frac{I}{2}$$

$$\therefore \quad v_{/\!/} = v_0 \sin\theta - \frac{I}{2m} = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0 - \frac{3\sqrt{2}}{8}v_0 = \underbrace{\frac{\sqrt{2}}{8}v_0}_{\boxed{\ 4\ }:①}$$

(5) $\tan\phi = \dfrac{v_{/\!/}}{v_\perp}$ であるから，

$$\tan\phi = \frac{\dfrac{\sqrt{2}}{8}v_0}{\dfrac{\sqrt{2}}{4}v_0} = \underbrace{\frac{1}{2}}_{\boxed{\ 5\ }:③}$$

第２問

(1) 断熱自由膨張では温度は変化しないため，状態Ⅰにおける温度は $\underbrace{T_0}_{\boxed{\ 6\ }:③}$ である。

(2) 容器内の気体の物質量を n として，はじめの状態の容器Ａ内の気体の状態方程式より，

$$p_0Sl = nRT_0 \qquad \therefore \quad n = \frac{p_0Sl}{RT_0}$$

状態Ⅰにおいては，容器AとBの体積は等しいため，容器Bに存在する気体の物質量は

$$\frac{n}{2}=\underbrace{\frac{p_0Sl}{2RT_0}}_{\boxed{7}\,:\,②}$$

(3) 状態Ⅰにおいて，容器B内の気体の圧力 p_1 は，

$$p_1=\frac{nRT_0}{2Sl}=\frac{p_0}{2}$$

である。過程Ⅰ→Ⅱは定積変化であるから，気体が吸収する熱量 Q は気体の内部エネルギー変化に等しい。よって，

$$Q=\frac{3}{2}p_0Sl-\frac{3}{2}p_1Sl=\frac{3}{2}p_0Sl-\frac{3}{2}\frac{p_0}{2}Sl=\underbrace{\frac{3}{4}}_{\boxed{8}\,:\,②}p_0Sl$$

(4) 状態Ⅲにおける容器B内の気体の温度を T_3 として，状態Ⅲの容器B内の気体の状態方程式は，

$$p_0\cdot 2Sl=\frac{n}{2}RT_3 \qquad \therefore \quad T_3=\frac{4p_0Sl}{nR}$$

と書ける。(2)で得た n の式を代入すれば，

$$T_3=\frac{4p_0Sl}{\dfrac{p_0Sl}{RT_0}R}=\underbrace{4}_{\boxed{9}\,:\,⑥}T_0$$

(5) 状態Ⅳの気体の温度を T_4 とすれば，エネルギー保存より，

$$\frac{3}{2}nRT_4=\frac{3}{2}\cdot\frac{n}{2}RT_0+\frac{3}{2}\cdot\frac{n}{2}R\cdot 4T_0$$

$$\therefore \quad T_4=\frac{1}{2}T_0+2T_0=\underbrace{\frac{5}{2}}_{\boxed{10}\,:\,⑤}T_0$$

第３問

(1) 液体の屈折率が1.5であり，光路差は液体内の往復路の道のりであることに注意すると，レンズの中央付近の光路差は $2\cdot 1.5\cdot d=\underbrace{3}_{\boxed{11}\,:\,⑤}d$ である。

(2) 液面側の反射，レンズ側の反射で，ともに反射光の位相は変わらないため，レンズの中央付近で反射光が弱め合うためには，

$$3d=\left(m-\frac{1}{2}\right)\lambda \qquad \therefore \quad \underbrace{d=\left(m-\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{3}}_{\boxed{12}\,:\,①} \quad (m\text{は自然数})$$

を満たさなければならない。

(3) レンズ中央からの距離をrとする。レンズの中央付近ではrの変化に対して液体の厚みの変化は緩やかであるのに対し，端付近では液体の厚みの変化が急激である。このため，端付近では反射光が弱め合う条件を満たすrの間隔が中央付近に比べて狭くなる。これを最も良く表しているのは $\underbrace{③}_{\boxed{13}}$ である。

(4) 右図のように，レンズ中央の表面から測った，中央からの距離がrの位置のレンズ表面の高さをhとすると，液体の厚さtは$t=d-h$で与えられる。

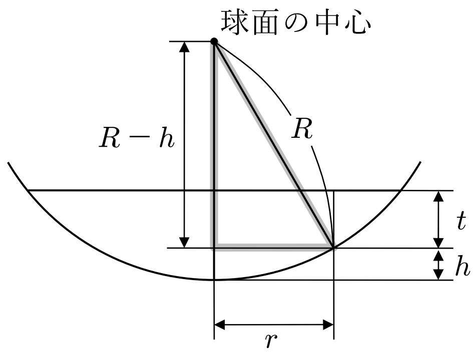
$$(R-h)^2+r^2=R^2$$

より，

$$r^2=R^2-(R-h)^2=R^2\left\{1-\left(1-\frac{h}{R}\right)^2\right\}$$

$$\fallingdotseq R^2\left\{1-\left(1-\frac{2h}{R}\right)\right\}=2Rh$$

$$\therefore\quad r=\sqrt{2Rh}=\sqrt{2R(d-t)}$$



となる。液体の厚さがtである位置で反射光が弱め合う条件は

$$t=\left(m'-\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{3}\quad（m'\text{は自然数}）$$

と表せるため，(2)の結果も用いると，

$$r=\sqrt{2R\left\{\left(m-\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{3}-\left(m'-\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{3}\right\}}$$

$$=\sqrt{\frac{2R\lambda}{3}(m-m')}$$

となる。$r=0$の暗点を$k=0$の暗環とするためには，$k=m-m'$と置き換えればよい。よって，k番目の暗環の半径をr_kとすると，

$$r_k=\underbrace{\sqrt{\frac{2}{3}kR\lambda}}_{\boxed{14}\,:\,④}$$

(5) d'が，レンズ中央において5番目の弱め合い条件を満たすときのdより大きく，かつ，6番目の弱め合い条件を満たすときのd以下であると考えればよい。(2)の結果を用いると，

$$\left(5-\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{3}<d'\leqq\left(6-\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{3}$$

$$\therefore\quad \underbrace{\frac{3}{2}\lambda<d'\leqq\frac{11}{6}\lambda}_{\boxed{15}\,:\,①}$$

第４問

(1) 導体棒に流れる電流を I とする。導体棒には Q→P の向きに v_1Bl の起電力が発生しているため，回路方程式より，

$$RI=-v_1Bl \qquad \therefore \quad I=\underbrace{-\frac{v_1Bl}{R}}_{\boxed{16}\,:\,③}$$

(2) 導体棒が一定の速度で運動していることから，導体棒にはたらく力はつり合っている。よって，

$$F+IBl=0 \qquad \therefore \quad F-\frac{v_1Bl}{R}\cdot Bl=0 \qquad \therefore \quad v_1=\underbrace{\frac{FR}{B^2l^2}}_{\boxed{17}\,:\,⑥}$$

(3) 導体棒が一定の速度で運動しているとき，導体棒には磁場から力がはたらいていないため，$I=0$ である。導体棒には Q→P の向きに v_1Bl の起電力が発生しているため，回路方程式より，

$$\frac{Q}{C}=v_2Bl \qquad \therefore \quad Q=\underbrace{Cv_2Bl}_{\boxed{18}\,:\,⑥}$$

(4) 導体棒の運動方程式を記述すると，

$$ma=IBl$$

である。$a=\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$，$I=-\dfrac{\Delta Q}{\Delta t}$ であるから，

$$m\frac{\Delta v}{\Delta t}=-\frac{\Delta Q}{\Delta t}Bl \qquad \therefore \quad -\frac{\Delta Q}{\Delta v}=\underbrace{\frac{m}{Bl}}_{\boxed{19}\,:\,③}$$

(5) (4)の結果は，Q の変化が導体棒の速度 v の変化に比例することを表している。導体棒がすべりだしてから一定の速度 v_2 になるまでの間の v の変化 Δv は $\Delta v=v_2$，コンデンサーの電気量の変化 ΔQ は $\Delta Q=Cv_2Bl-Q_0$ であるから，(4)の結果を用いて，

$$Cv_2Bl-Q_0=-\frac{m}{Bl}v_2 \qquad \therefore \quad v_2=\underbrace{\frac{Q_0Bl}{m+CB^2l^2}}_{\boxed{20}\,:\,②}$$

第5問

(1) このように原子炉内で次々と核分裂が起こることを $\underbrace{\text{連鎖反応}}_{\text{ア}}$ という。原子力発電では，核分裂により発生した $\underbrace{\text{熱}}_{\text{ア}}$ を利用してタービンを回し発電する。

(2) 核反応式の右辺と左辺の質量数と原子番号（陽子数）の和が等しいことから，

$$\begin{cases} 235+1=92+a+3 \\ 92=36+b \end{cases} \qquad \therefore \quad \underbrace{a=141,\ \ b=56}_{\boxed{22}:④}$$

であることがわかる。よって核反応式は次のようになる。

$$^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{92}_{36}\mathrm{U}+{}^{141}_{56}\mathrm{Ba}+3{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

(3) 核分裂による質量減少に対応するエネルギーが放出される。質量減少を $\varDelta m$ とすれば，

$$\varDelta m=(234.9935+1.0087-232.7901-3\cdot 1.0087)\,\mathrm{u}=0.186\,\mathrm{u}$$

である。1u の質量をエネルギーに換算すると 930 MeV であるから，放出されるエネルギーは，

$$0.186\cdot 930\,\mathrm{MeV}=172.98\,\mathrm{MeV}\fallingdotseq \underbrace{173\,\mathrm{MeV}}_{\boxed{23}:②}$$

(4) 単位時間に起きる核分裂反応の回数を n とすれば，

$$200\,\mathrm{MeV}\cdot n\cdot 0.3=800\,\mathrm{MW}$$

が成り立つ。$1\,\mathrm{eV}=1.6\times 10^{-19}\,\mathrm{J}$ に注意して，

$$n=\frac{800\,\mathrm{MW}}{200\,\mathrm{MeV}\cdot 0.3}=\frac{800\,\mathrm{MW}}{200\,\mathrm{MeV}\cdot 0.3\cdot 1.6\times 10^{-19}\,\mathrm{J/eV}}\fallingdotseq \underbrace{8.3\times 10^{19}\ \text{回/s}}_{\boxed{24}:⑤}$$

(5) 地球の年齢を $t=45$ 億年，$^{235}_{92}\mathrm{U}$，$^{238}_{92}\mathrm{U}$ の半減期をそれぞれ $T=7$ 億年，$T'=45$ 億年とし，地球誕生時期の $^{235}_{92}\mathrm{U}$，$^{238}_{92}\mathrm{U}$ の個数をそれぞれ N_0，N_0'，現在の $^{235}_{92}\mathrm{U}$，$^{238}_{92}\mathrm{U}$ の個数をそれぞれ N，N' とすれば，

$$N=N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}},\quad N'=N_0'\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T'}}$$

が成り立つ。辺々割って整理すると，

$$\frac{N}{N'}=\frac{N_0}{N_0'}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}-\frac{t}{T'}} \qquad \therefore \quad \frac{N_0}{N_0'}=\frac{N}{N'}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T'}-\frac{t}{T}}$$

$\dfrac{N}{N'}=0.007$ および各値を代入すれば，

$$\frac{N_0}{N_0'}=0.007\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{1-\frac{45}{7}}=0.007\cdot\frac{1}{2}\cdot 2^{\frac{45}{7}}\fallingdotseq \underbrace{0.3}_{\boxed{25}:④}$$