東海大学医学部（2日目）　物理

2026年 2月 3日実施

1

(1) $d\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　(2) $\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　(3) $\dfrac{d}{m+M}\sqrt{mk}$　(4) $d\sqrt{\dfrac{M}{m+M}}$　(5) $\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{mM}{k(m+M)}}$

解説

(1)　おもりは角振動数が $\sqrt{\dfrac{k}{m}}$ の単振動をする．t_1 においておもりは振動の中心に位置し，振動の中心における速さは振幅 d と角振動数の積となるので $\boldsymbol{d\sqrt{\dfrac{k}{m}}}$

(2)　振動の端から運動をはじめて振動の中心まで変位するのにかかる時間を求めればよく，この時間は周期の $\dfrac{1}{4}$ 倍に等しい．よって $\boldsymbol{\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}}}$

(3)　(1) の速さを v，求める速さを V とおく．ばねの長さが最大値に達したとき台車に対するおもりの相対速度は 0 となり，台車とおもりの速度は等しくなるため，運動量保存則より

$$mv = (m+M)V$$

が成り立つ．よって $V = \boldsymbol{\dfrac{d}{m+M}\sqrt{mk}}$

(4)　求める伸びを $x\ (>0)$ とすると，力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(m+M)V^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

が成り立つ．これを x について解くと $x = \boldsymbol{d\sqrt{\dfrac{M}{m+M}}}$

別解

台車が壁から離れた後は，おもり・ばね・台車を合わせた系には水平方向に外力がはたらかないため，この系の水平方向の運動量は保存し，この系の水平方向の重心の速度は一定となる．よって，この系の重心運動エネルギーは一定の値をとる．一方，この系の相対運動エネルギー

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{mM}{m+M}v^2$$

は，ばねの長さが最大値に達したとき 0 となり，この相対運動エネルギーが全てばねの弾性エネルギーとなることより

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{mM}{m+M}v^2 = \frac{1}{2}kx^2$$

となる．これを x について解くことにより同じ解を求めることもできる．

＜次頁につづく＞

(5)　ばねの長さを $m:M$ に内分する点（A とする）から見たおもりと台車の運動は，同じ周期の単振動となり，その単振動は A でばねを切ってできる 2 つのそれぞれのばねによる単振動と同様になる．このように考えたとき，A から見たおもりの単振動はばね定数が $\dfrac{m+M}{M}k$ のばねによるものとなるため，その周期は $2\pi\sqrt{\dfrac{mM}{k(m+M)}}$ となる．t_2-t_1 はその $\dfrac{1}{4}$ 倍なので

$$t_2-t_1=\boldsymbol{\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{mM}{k(m+M)}}}$$

別解

本問のようにばねでつながれた 2 物体が振動するとき，本問でいう A から見たそれぞれの単振動の周期は，換算質量 $\dfrac{mM}{m+M}$ を用いて

$$2\pi\sqrt{\frac{\frac{mM}{m+M}}{k}}=2\pi\sqrt{\frac{mM}{k(m+M)}}$$

と得られることが知られている．これを用いればより手早く同じ解を求めることができる．

＜次頁につづく＞

$\boxed{2}$

(1) $\dfrac{IBL}{g}$〔kg〕　(2) $\dfrac{IBL}{2M}$〔m/s^2〕　(3) $\dfrac{a}{g+a}g$〔m/s^2〕　(4) $\sqrt{2bh}BL$〔V〕　(5) $IBLh$〔J〕

解説

以下では，おもりの質量 m〔kg〕，をひもの張力の大きさを T〔N〕とする．

(1)　皿とおもり全体，および導体棒について，力のつりあいより

$$T=(M+m)g,\quad T=Mg+IBL$$

$$\therefore\quad m=\boldsymbol{\frac{IBL}{g}}\ \text{〔}\mathbf{kg}\text{〕}$$

(2)　皿，および導体棒についての運動方程式より

$$Ma=T-Mg,\quad Ma=Mg+IBL-T$$

$$\therefore\quad a=\boldsymbol{\frac{IBL}{2M}}\ \text{〔}\mathbf{m/s^2}\text{〕}$$

(3)　皿とおもり全体，および導体棒について，運動方程式より

$$(M+m)b=(M+m)g-T,\quad Mb=T-Mg$$

$$\therefore\quad b=\frac{m}{2M+m}g=\frac{m}{\dfrac{mg}{a}+m}g=\boldsymbol{\frac{a}{g+a}g}\ \text{〔}\mathbf{m/s^2}\text{〕}$$

(4)　求める瞬間における導体棒の速さを v〔m/s〕とすると，等加速度運動の公式より

$$v^2-0=2bh\qquad\therefore\quad v=\sqrt{2bh}$$

よって，導体棒に生じる誘導起電力の大きさを考えて

$$vBL=\boldsymbol{\sqrt{2bh}BL}\ \text{〔}\mathbf{V}\text{〕}$$

(5)　皿とおもり全体，および導体棒が等速度運動をしていることから，これらの運動エネルギーは変化しない．よって，エネルギー保存則より，求めるジュール熱はこれらの重力による位置エネルギーの減少量となる．したがって

$$(M+m)gh-Mgh=mgh=\boldsymbol{IBLh}\ \text{〔}\mathbf{J}\text{〕}$$

3

(1)　イ．T　　(2)　オ．$\dfrac{RT}{2^{\gamma}V}$　　(3)　エ．$\dfrac{3}{5}V'$

(4)　ア．$\dfrac{T}{V}\left(V+\dfrac{2}{5}V'\right)$　　(5)　エ．$\dfrac{3RT}{10V}(5V+2V')\left\{\left(\dfrac{5V+2V'}{5V-V'}\right)^{\gamma-1}-1\right\}$

解説

初期状態での気体の圧力は理想気体の状態方程式より $P_0=\dfrac{RT}{V}$〔Pa〕である．以下，解説中で P_0 を用いる．

(1)　断熱自由膨張では気体の温度は変化しない．答えは $\boldsymbol{T}$〔K〕

(2)　過程２は，問題文の条件よりポアソンの法則「$PV^{\gamma}=$ 一定」が成立する．変化後，気体の体積は $2V$ となるので，求める圧力を P_2〔Pa〕として，

$$P_0V^{\gamma}=P_2(2V)^{\gamma}\qquad \therefore P_2=\frac{1}{2^{\gamma}}P_0=\boldsymbol{\frac{RT}{2^{\gamma}V}}\text{〔Pa〕}$$

(3)　過程３は空間 A の気体の圧力が一定の値 P_0 に保たれた状態である．したがって，外部からピストン１を通じて気体がなされた仕事は $P_0\varDelta V$ である．この仕事と気体の内部エネルギーの変化 $\varDelta U=\dfrac{3}{2}nR\varDelta T=\dfrac{3}{2}\varDelta(PV)$ が等しいので，

$$P_0\varDelta V=\frac{3}{2}P_0(V'-\varDelta V)\qquad \therefore \varDelta V=\boldsymbol{\frac{3}{5}V'}\text{〔m}^3\text{〕}$$

(4)　過程３の前後についての状態方程式より，求める温度 $T_3=\dfrac{V-\varDelta V+V'}{V}T=\boldsymbol{\dfrac{T}{V}\left(V+\dfrac{2}{5}V'\right)}$〔K〕

(5)　「$PV^{\gamma}=$ 一定」の関係式が成立するとき，同時に「$TV^{\gamma-1}=$ 一定」の関係式が成立する．A の体積が $V-2\varDelta V$ となったときの気体の温度を T_4〔K〕とすると

$$T_3\left(V+\frac{2}{5}V'\right)^{\gamma-1}=T_4\left(V-\frac{1}{5}V'\right)^{\gamma-1}\qquad \therefore T_4=T_3\left(\frac{5V+2V'}{5V-V'}\right)^{\gamma-1}$$

が求まる．（この時点で解答の選択肢が１つにしぼられる）

この過程での気体の内部エネルギーの変化 $\varDelta U$ は

$$\varDelta U=\frac{3}{2}R(T_4-T_3)=\boldsymbol{\frac{3RT}{10V}(5V+2V')\left\{\left(\frac{5V+2V'}{5V-V'}\right)^{\gamma-1}-1\right\}}\text{〔J〕}$$

＜次頁につづく＞

$\boxed{4}$

(1)　イ．$\dfrac{r^2}{2R_1}$　　(2)　オ．$\sqrt{\left(m-\dfrac{1}{2}\right)R_1\lambda}$　　(3)　ウ．$\dfrac{1}{\sqrt{n_2}}$

(4)　ウ．$\dfrac{\lambda}{2n_2}$　　(5)　ア．$\dfrac{R_2}{1+\dfrac{R_2}{L^2}\left(m-\dfrac{1}{2}\right)\lambda}$

解説

(1)　3 平方の定理より

$$R_1-d=\sqrt{{R_1}^2-r^2}=R\left\{1-\left(\frac{r}{R_1}\right)^2\right\}^{1/2}\fallingdotseq R_1\left\{1-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{R_1}\right)^2\right\}=R_1-\frac{r^2}{2R_1}$$

$$\therefore d\fallingdotseq \boldsymbol{\frac{r^2}{2R_1}}$$

(2)　反射による位相のずれが π であることから明線条件は

$$2d=\left(m-\frac{1}{2}\right)\lambda\qquad(m=1,2,3\ldots)$$

ここに (1) の結果を代入して r について解くと

$$r=\boldsymbol{\sqrt{\left(m-\frac{1}{2}\right)R_1\lambda}}$$

(3)　液体内の光の波長が $\lambda'=\dfrac{\lambda}{n_2}$ となるので，液体を満たした後の m 番目の明るい輪の半径 r' は (2) の λ を λ' に置き換えて

$$r'=\sqrt{\left(m-\frac{1}{2}\right)R_1\lambda'}$$

となる．よって

$$\frac{r'}{r}=\sqrt{\frac{\lambda'}{\lambda}}=\boldsymbol{\frac{1}{\sqrt{n_2}}}$$

＜次頁につづく＞

(4)　平凸レンズを t〔m〕だけ持ち上げたとき，半径 r の位置での液層の厚さは $d+t\ (>d)$ となる．下図 a のように，持ち上げる前の m 番目と $m+1$ 番目の明るい輪に対応する空気層の厚さをそれぞれ d_m，d_{m+1} とすると，持ち上げる前と同じ形状の明暗の輪が観測されるとき，持ち上げた後は，$m+1$ 番目の明るい輪が持ち上げる前の m 番目の明るい輪の位置に来るので，

$$d_m + t = d_{m+1}$$

が成り立つ．明線条件

$$2d_m = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda'$$

を用いて d を消去すると，

$$t = d_{m+1} - d_m = \frac{\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda'}{2} - \frac{\left(m-\frac{1}{2}\right)\lambda'}{2} = \frac{\lambda'}{2} = \boldsymbol{\frac{\lambda}{2n_2}}$$

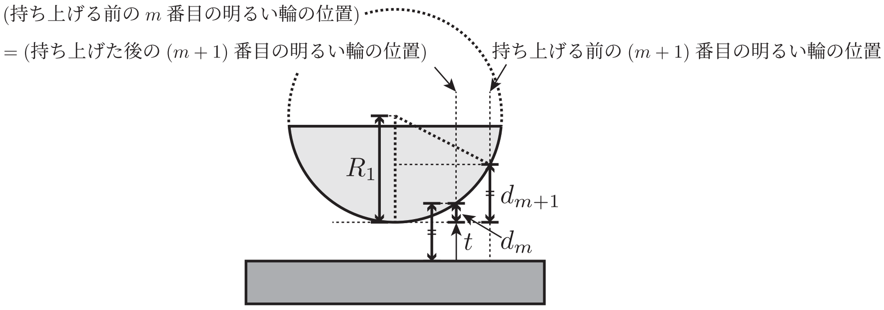

図 a

(5)　下図 b のように，半径 L の位置では空気層の厚さは $d-d'$ である．よって明線条件は

$$2(d-d') = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

となる．また，(1) と同様な計算により

$$d \fallingdotseq \frac{L^2}{2R_1},\quad d' \fallingdotseq \frac{L^2}{2R_2}$$

とかけるので，これを明線条件に代入して R_1 について解くと，

$$R_1 = \boldsymbol{\frac{R_2}{1+\frac{R_2}{L^2}\left(m-\frac{1}{2}\right)\lambda}}$$

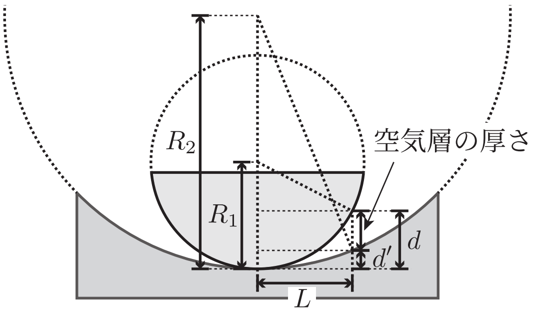

図 b

＜次頁につづく＞

講評

$\boxed{1}$ ［力学：保存則・単振動］（やや易～標準）

力学的エネルギー保存則と運動量保存則を用いて計算を行い，さらに単振動について扱う問題．(4) までは典型問題なので素早く完答したい．(5) は，ばねでつながれた 2 物体の単振動の問題を解き慣れているかどうかで差がつく設問であろう．

$\boxed{2}$ ［力学＋電磁気：磁場中の電流にはたらく力・電磁誘導］（標準～やや難）

磁場中を運動する導体棒と，皿・おもりからなる系の運動に関する問題．皿に質量があったり，導体棒に電流に流した状態で重力による運動を考えたりと設定がやや込み入っており，状況の把握に手間取る可能性がある．慎重な読解と作業を要するので，後に回してもよい問題だったと言えるだろう．

$\boxed{3}$ ［熱と気体：気体の状態変化・ポアソンの法則］（標準～やや難）

受験生には少し見慣れない形で (1) 断熱自由膨張，(2)(5) 断熱変化，(3)(4) 一方の空間を圧力一定に保った状態変化が扱われている．それぞれのテーマを手早く発見することが必要．(5) の解答は，最後まで計算をしきることなく選択肢を 1 つにしぼりたいところ．問題文冒頭では比熱比が一般の場合として記号 γ が与えられているが，その後，単原子分子理想気体とあらためて指定されていることに注意．

$\boxed{4}$ ［波動：ニュートンリング］（やや易～標準）

ニュートンリングに関する出題．(1) から (3) は典型問題なので素早く正答したい．(4)，(5) はやや発展的な内容だが，類題を扱ったことがあれば解けたはず．(5) は昨年度に複数の他私立医大で出題されたテーマなので，類題を解いた経験がある受験生が多かったのではないか．全体としては標準的な難易度なので，できれば完答したい．

総評

2026 年度 2 日目の難易度は今年度 1 日目と同程度．昨年度 2 日目とも大きく変わらない．大問 4 はできれば完答したい．大問 1 は類題を解き慣れている受験生なら完答も狙える．大問 2 は状況を誤解しやすく，やや解きにくかったかもしれない．大問 3 は (3) 以降がやや難しい．選択肢もうまく利用して，計算時間を短縮したい．目標得点率は 65%