2月2日（日）

令和７年度　A日程入学試験問題

理　科

― 注意事項 ―

1　問題ページは以下のとおり。解答用紙はいずれの科目も１枚である。

物理	1 ～ 13 ページ
化学	15 ～ 33 ページ
生物	35 ～ 56 ページ

2　試験開始後、問題を見てから解答する科目を選択することができる。
　選択した科目は、解答用紙の科目名欄へ指示にしたがって記入し、選択欄を必ずマークすること。

3　解答は、解答用紙の解答マーク欄へ問題の指示にしたがってマークすること。
　解答用紙は全科目共通であるから、科目によってはマークしなくてもよい解答マーク欄がある。

4　試験時間は 60 分である。

物　　理

問題は次のページからです。

物　理

1 **この問題は、解答欄 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{5}$ に解答すること。**

次の問いに答えなさい。(25点)

問 1　水平方向に対して 30° の角をなす斜面があり、斜面上の点 P において小球に大きさ v_0 の初速度を与えたところ、小球は図 1 のように斜面上の点 Q に落下した。初速度が水平方向となす角は 60° であり、点 Q は点 P より斜面の下方にある。小球の大きさおよび空気抵抗の影響は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g とすると、小球が点 P から点 Q へ達するまでの時間はいくらか。最も ふさわしいものを、下の **ア～カ** の中から 1 つ選び、解答欄 $\boxed{1}$ にマークしなさい。

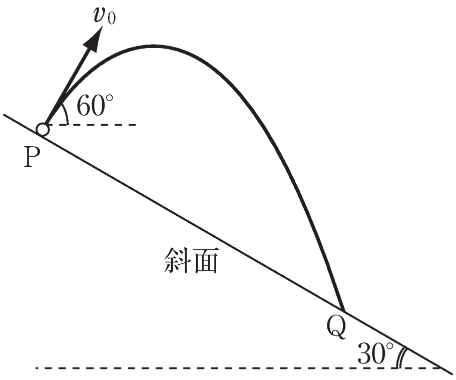


図 1

ア　$\dfrac{v_0}{3g}$　　イ　$\dfrac{2v_0}{3g}$　　ウ　$\dfrac{v_0}{g}$

エ　$\dfrac{2\sqrt{3}\,v_0}{3g}$　　オ　$\dfrac{4v_0}{3g}$　　カ　$\dfrac{4\sqrt{3}\,v_0}{3g}$

問2　図2のように、固定された点電荷に対して十分に遠い点Aから質量 m の荷電粒子が入射し、静電気力によって十分に遠い点Bまで散乱された。入射前の荷電粒子の速さは v_0、散乱後の速さは v_0 であり、入射する方向を直線Aa、散乱される方向を直線bBで表すと、直線Aaと直線bBのなす角は60°であった。点電荷が正に帯電しているとき、荷電粒子は $\boxed{\quad a \quad}$ に帯電しており、荷電粒子が点Aから点Bまで運動する間に点電荷が荷電粒子に及ぼした静電気力による力積の大きさは $\boxed{\quad b \quad}$ である。ただし、荷電粒子と点電荷はつねに同一面内に存在し、荷電粒子に作用する重力は無視でき、荷電粒子が運動する際に電磁波は放射しないものとする。

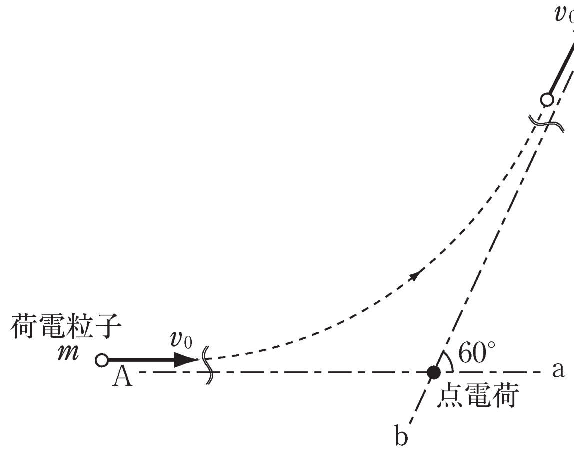


図2

$\boxed{\quad a \quad}$・$\boxed{\quad b \quad}$ に当てはまるものの組合せとして最もふさわしいものを、次の **ア〜カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{2}$ にマークしなさい。

	a	b
ア	正	$\frac{\sqrt{3}}{2}mv_0$
イ	正	mv_0
ウ	正	$2mv_0$
エ	負	$\frac{\sqrt{3}}{2}mv_0$
オ	負	mv_0
カ	負	$2mv_0$

問3　点Oを原点とする xy 平面において、x 軸上の点P $(-a,\ 0)$ に電荷 $-q$ $(q>0)$ の負の点電荷が、点Q $(a,\ 0)$ に電荷 q の正の点電荷が固定されている。このとき、等電位面を実線で表すと図3の $\boxed{\quad a \quad}$ のようになり、クーロンの法則の比例定数を k とすると、点Oにおける電場の大きさは $\boxed{\quad b \quad}$ と表せる。

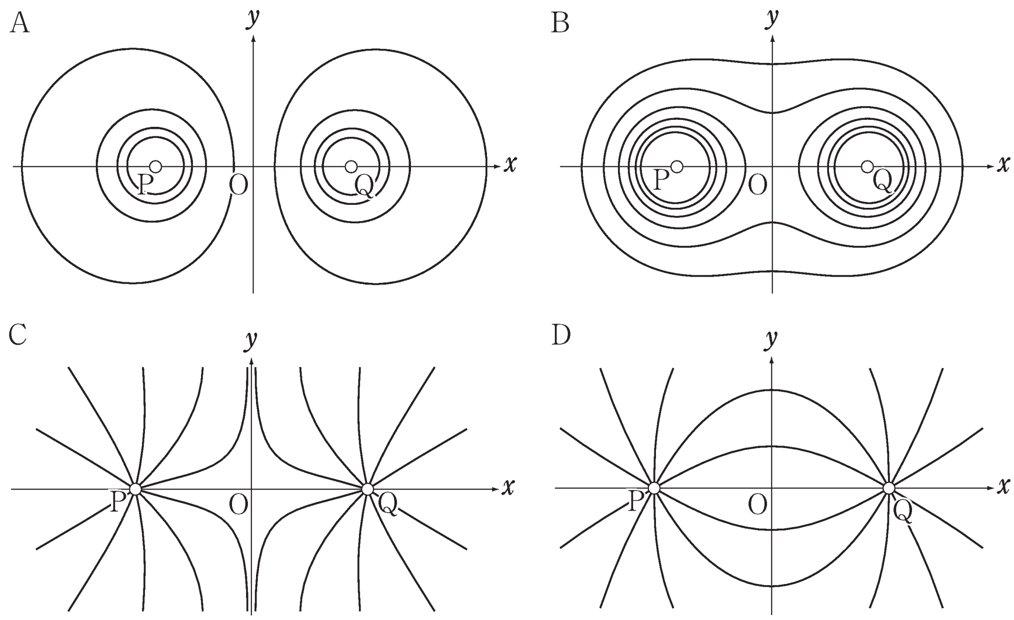


図3

$\boxed{\quad a \quad}$・$\boxed{\quad b \quad}$ に当てはまるものの組合せとして最も ふさわしいものを、次の **ア〜ク** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{3}$ にマークしなさい。

	a	b
ア	A	$\frac{2kq}{a^2}$
イ	A	$\frac{2kq}{a}$
ウ	B	$\frac{2kq}{a^2}$
エ	B	$\frac{2kq}{a}$
オ	C	$\frac{2kq}{a^2}$
カ	C	$\frac{2kq}{a}$
キ	D	$\frac{2kq}{a^2}$
ク	D	$\frac{2kq}{a}$

問 4　媒質中を縦波が伝わる様子を模式的に考える。等間隔に並んだ媒質を小球で表し、小球と小球を結ぶばねによって振動が伝わることとする。図 4 のように、媒質 A から媒質 I が等間隔に並んで振動していない状態を状態 1 とする。時刻 $t=0$ において媒質 A に振動を与えたところ、時刻 $t=T$ における媒質の位置は図 4 の状態 2 のようになった。また、時刻 $t=\frac{9}{8}T$ から $t=\frac{3}{2}T$ まで、$\frac{T}{8}$ ごとの媒質の状態を状態 3 から状態 6 として示す。この振動の周期は $\boxed{\text{a}}$ であり、時刻 $t=\frac{5}{4}T$ において、密度が最も低い媒質は $\boxed{\text{b}}$ である。

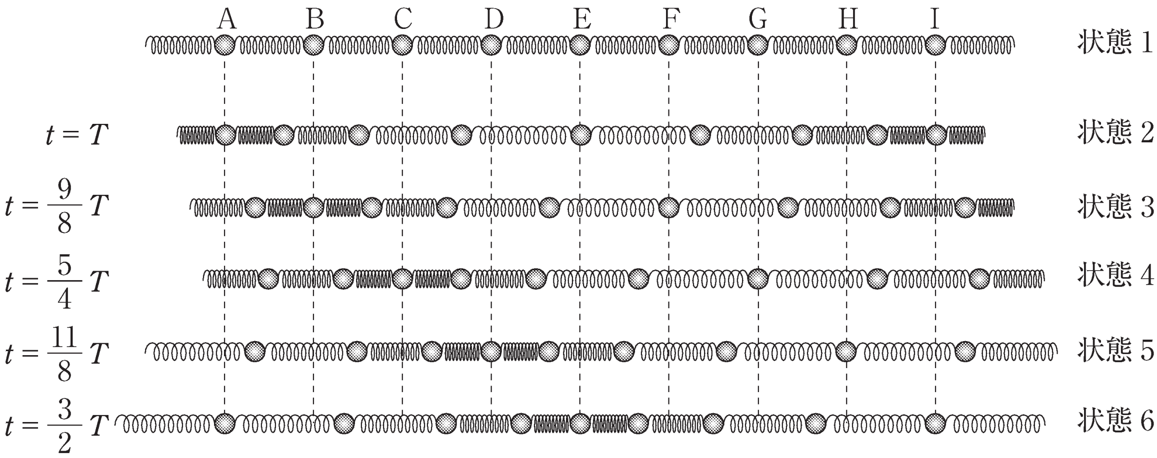


図 4

$\boxed{\text{a}}$ ・ $\boxed{\text{b}}$ に当てはまるものの組合せとして最もふさわしいものを、次の **ア～ク** の中から 1 つ選び、解答欄 $\boxed{4}$ にマークしなさい。

	$\boxed{\text{a}}$	$\boxed{\text{b}}$
ア	$\frac{T}{2}$	C
イ	$\frac{T}{2}$	E
ウ	$\frac{T}{2}$	G
エ	$\frac{T}{2}$	I
オ	T	C
カ	T	E
キ	T	G
ク	T	I

問５　一般に、物質には固体、液体、気体の３つの状態がある。純物質の場合、固体と液体が同じ温度になって共存しているとき、その温度を［ a ］、液体と気体が同じ温度になって共存しているとき、その温度を［ b ］という。［ a ］や［ b ］に達している物質に加える熱は、分子どうしの結びつきをゆるめたり切り離したりするために使われ、状態変化が完了するまで物質の温度は上昇しない。固体を液体に変化させるのに必要な熱量や、液体を気体に変化させるのに必要な熱量を一般に［ c ］という。

［ a ］～［ c ］に当てはまるものの組合せとして最も適しいものを、次の **ア～カ** の中から１つ選び、解答欄［ 5 ］にマークしなさい。

	a	b	c
ア	沸点	融点	比熱
イ	沸点	融点	潜熱
ウ	沸点	融点	熱容量
エ	融点	沸点	比熱
オ	融点	沸点	潜熱
カ	融点	沸点	熱容量

2 **この問題は、解答欄 $\boxed{21}$ ～ $\boxed{25}$ に解答すること。**

次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(25点)

図1のように、水平な床上に点Oを中心とする半径 r のなめらかな円筒面およびなめらかな水平面をもつ質量 $3m$ の台を留め具で固定する。円筒面の上端は点A、下端は点Bであり、$\angle \mathrm{AOB} = 90°$ である。円筒面と水平面は点Bにおいてなめらかに接続されている。質量 m の小球を点Aで静かにはなしたところ、小球は円筒面に沿って運動し、点Bを通過するときの速さは v_0 であった。点O、点A、点Bはすべて同一鉛直面内に存在し、小球および台はその鉛直面内を運動する。また、小球の大きさおよび空気抵抗の影響は無視でき、台が傾くことはないものとする。重力加速度の大きさを g とする。

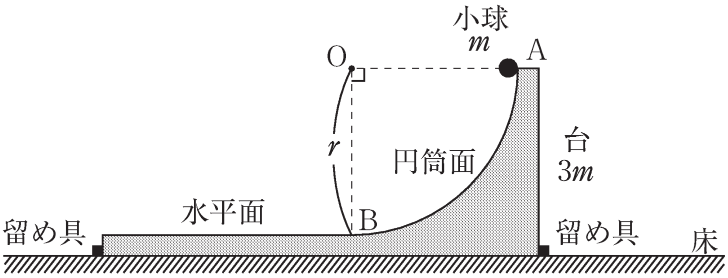


図1

問1 v_0 を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{21}$ にマークしなさい。

ア $\dfrac{1}{2}\sqrt{gr}$　　**イ** $\sqrt{\dfrac{gr}{2}}$　　**ウ** $\sqrt{gr}$

エ $\sqrt{2gr}$　　**オ** $2\sqrt{gr}$　　**カ** $2\sqrt{2gr}$

問2 小球が点Bを通過する直前において、円筒面が小球に及ぼす垂直抗力の大きさを表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{22}$ にマークしなさい。

ア mg　　**イ** $\dfrac{3}{2}mg$　　**ウ** $2mg$

エ $\dfrac{5}{2}mg$　　**オ** $3mg$　　**カ** $4mg$

次に、留め具を取り去って台が床に対して動くことができるようにする。床面はなめらかであり、台との間に摩擦力は作用しない。図２のように、点Ｂ の左方において小球に水平右向きに大きさ $2v_0$ の初速度を与えたところ、小球が点Ｂを通過した直後に台が水平右向きに動き出し、小球は円筒面に沿って運動した。図３のように小球が点Ａに達したとき、床に対する台の速さおよび床に対する小球の速度の水平成分の大きさはともに v_1 であり、床に対する小球の速度の鉛直成分の大きさは v_2 であった。

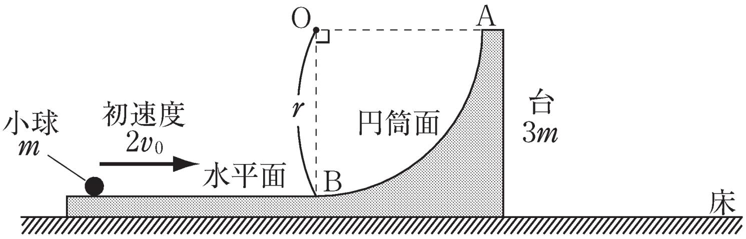


図２

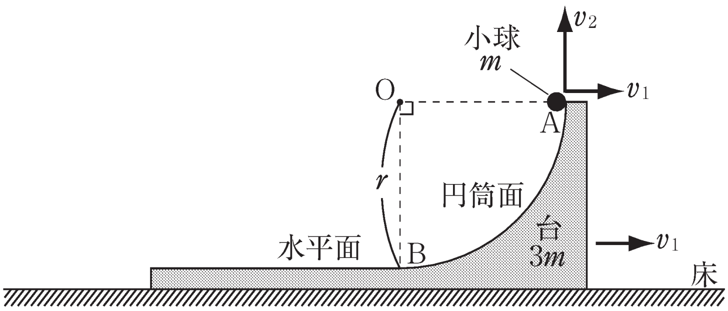


図３

問３　小球に初速度を与えてから小球が点Ａに達するまでの間、水平方向において小球と台には外力は作用しない。これをふまえ、v_1 を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア〜カ** の中から１つ選び、解答欄 $\boxed{23}$ にマークしなさい。

ア　$\frac{1}{4}v_0$　　**イ**　$\frac{1}{3}v_0$　　**ウ**　$\frac{2}{5}v_0$

エ　$\frac{1}{2}v_0$　　**オ**　$\frac{3}{5}v_0$　　**カ**　$\frac{2}{3}v_0$

問4　v_2を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア〜カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{24}$ にマークしなさい。

ア　$\sqrt{v_0{}^2-2gr}$　　イ　$\sqrt{2v_0{}^2-2gr}$　　ウ　$\sqrt{3v_0{}^2-2gr}$

エ　$\sqrt{v_0{}^2+gr}$　　オ　$\sqrt{2v_0{}^2+gr}$　　カ　$\sqrt{3v_0{}^2+gr}$

問5　小球が点Bを通過した直後から点Aに達する直前まで、小球の運動を台から見ると小球は円筒面に沿って半径rの円運動をする。小球が点Aに達する直前において、台が小球に及ぼす垂直抗力の大きさをNとすると、小球は台に大きさNの垂直抗力を及ぼしており、小球が点Aを通過する直前の加速度は水平右向きである。以上をふまえ、Nを表す式として最もふさわしいものを、次の **ア〜カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{25}$ にマークしなさい。

ア　mg　　イ　$\sqrt{2}\,mg$　　ウ　$2mg$

エ　$\frac{5}{2}mg$　　オ　$2\sqrt{2}\,mg$　　カ　$3mg$

3 **この問題は、解答欄 41 ～ 45 に解答すること。**

次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(25点)

点Oを原点とする xy 平面において、$0 \leqq x \leqq \ell$ の領域Iおよび $\frac{3}{2}\ell \leqq x \leqq 2\ell$ の領域IIに磁束密度の大きさが B の一様な磁場が xy 平面に垂直に存在する。領域Iの磁場は紙面に垂直に裏から表に向かう向き、領域IIの磁場は紙面に垂直に表から裏に向かう向きである。図1のように、xy 平面内において1辺の長さが ℓ の正方形コイル abcd を $x<0$ の領域から x 軸正の向きに一定の速さ v で運動させるとき、コイルに生じる誘導起電力やコイルに流れる電流について考える。コイルの単位長さあたりの抵抗値は r であり、辺 ab が y 軸に達する時刻を $t=0$ とする。また、コイルに流れる電流は a→b→c→d→a の向きを正とし、コイルに流れる電流が作る磁場は無視できるものとする。

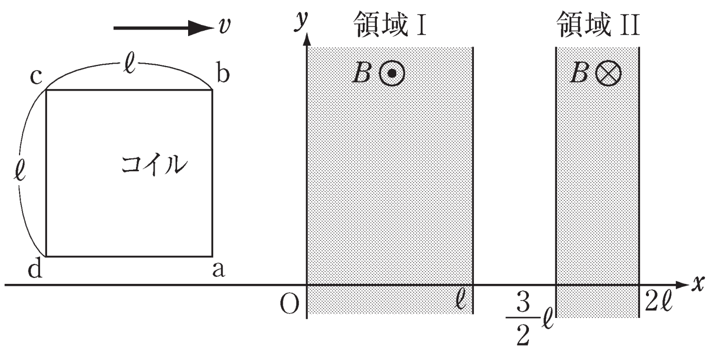


図1

問1 時刻 $t=0$ から $t=\frac{\ell}{v}$ までの間について、辺 ab に生じる誘導起電力の大きさを表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 41 にマークしなさい。

ア $\frac{vB}{\ell}$　　**イ** $\frac{\ell}{vB}$　　**ウ** $\frac{B\ell}{v}$

エ $\frac{v}{B\ell}$　　**オ** $vB\ell$　　**カ** $\frac{1}{vB\ell}$

問2 時刻 $t=0$ から $t=\frac{\ell}{v}$ までの間について、コイルに流れる電流の大きさを表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 42 にマークしなさい。

ア $\frac{vB}{4r}$　　**イ** $\frac{vB}{r}$　　**ウ** $\frac{vB\ell}{4r}$

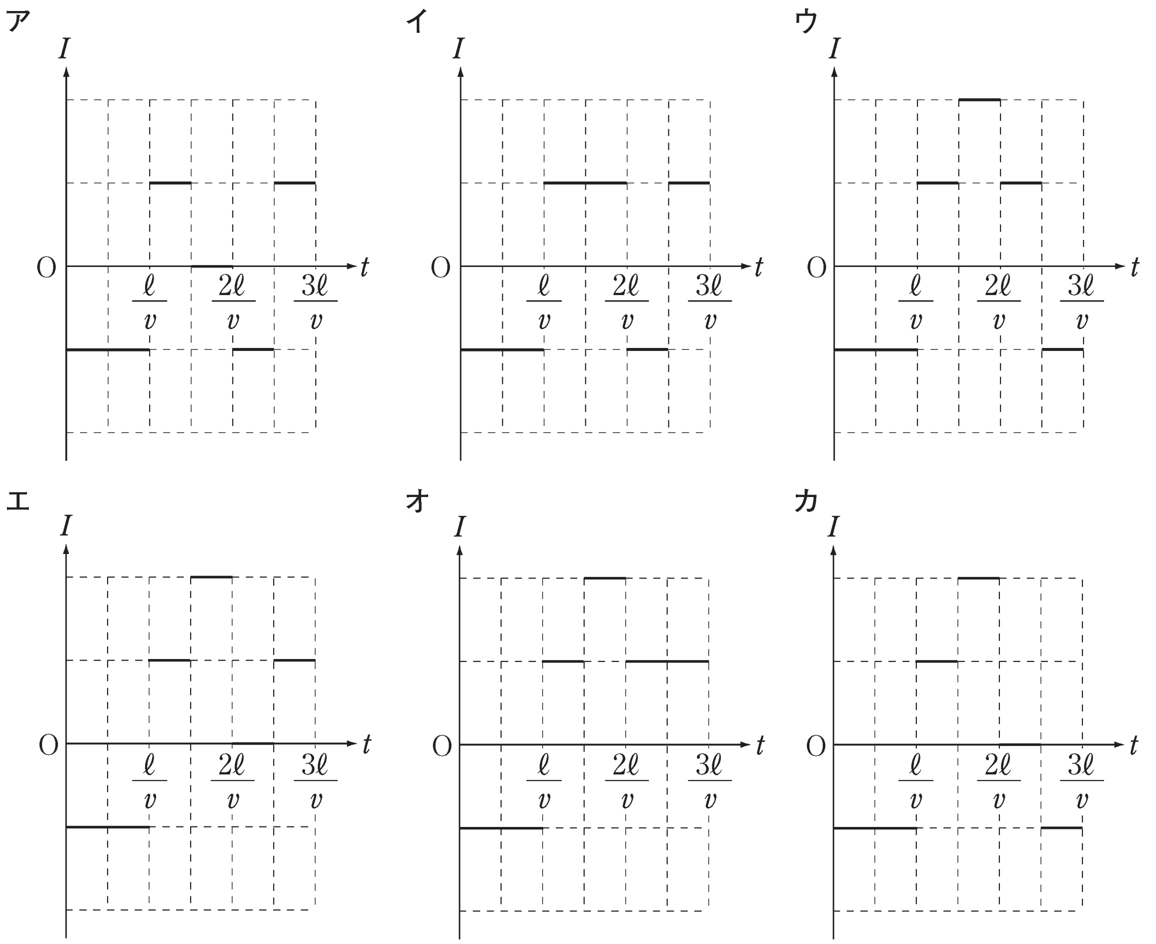
エ $\frac{vB\ell}{r}$　　**オ** $\frac{vB}{4r\ell}$　　**カ** $\frac{vB}{r\ell}$

問 3　時刻 $t=0$ から $t=\dfrac{\ell}{v}$ までの間について、コイルを一定の速さ v で運動させるためにコイルに加える外力の大きさを表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{43}$ にマークしなさい。

ア　$\dfrac{vB\ell}{4r}$　　**イ**　$\dfrac{vB\ell}{r}$　　**ウ**　$\dfrac{vB^2\ell}{4r}$

エ　$\dfrac{vB^2\ell}{r}$　　**オ**　$\dfrac{vB^2\ell^2}{4r}$　　**カ**　$\dfrac{vB^2\ell^2}{r}$

問 4　コイルに流れる電流 I と時刻 t の関係を表すグラフとして最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{44}$ にマークしなさい。



問 5　時刻 $t=0$ から時刻 $t=\dfrac{3\ell}{v}$ までの間にコイルで発生したジュール熱の総和を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{45}$ にマークしなさい。

ア　$\dfrac{vB^2\ell^2}{4r}$　　**イ**　$\dfrac{vB^2\ell^2}{r}$　　**ウ**　$\dfrac{v^2B^2\ell^2}{4r}$

エ　$\dfrac{v^2B^2\ell^2}{r}$　　**オ**　$\dfrac{v^2B^2\ell^2}{4r^2}$　　**カ**　$\dfrac{v^2B^2\ell^2}{r^2}$

4 **この問題は、解答欄 $\boxed{61}$ ～ $\boxed{65}$ に解答すること。**

次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(25点)

水平な地表から高さ h の点Oを原点として x 軸をとる。x 軸と地表は平行であり、点Oの鉛直下方の地表上の点をPとする。いま、x 軸に沿って正の向きにドローンが一定の速さ v で運動しながら一定の振動数の音波を発している。その音波を点Pにおいて観測する。図1のように、ドローンと点Pを結ぶ線分が x 軸となす角を θ $(0 < \theta < \pi)$、$\angle \mathrm{PAO} = \dfrac{\pi}{6}$ となる x 軸上の点をAとする。また、$\theta = \dfrac{5}{6}\pi$ となる点をBとすると、ドローンが点Aから点Bまで運動する間に発した音波を点Pで観測したときの振動数 f と、音を発した点での角 θ $\left(\dfrac{\pi}{6} \leqq \theta \leqq \dfrac{5}{6}\pi\right)$ の関係を表すグラフは図2のようになった。$\dfrac{\pi}{6} \leqq \theta \leqq \dfrac{5}{6}\pi$ のとき点Pにおいて観測した音波の振動数の最大値、最小値をそれぞれ f_{max}、f_{min} とする。音速はつねに一定で V であり、$v < V$ である。ドローンの大きさは無視でき、風は吹いていないものとする。

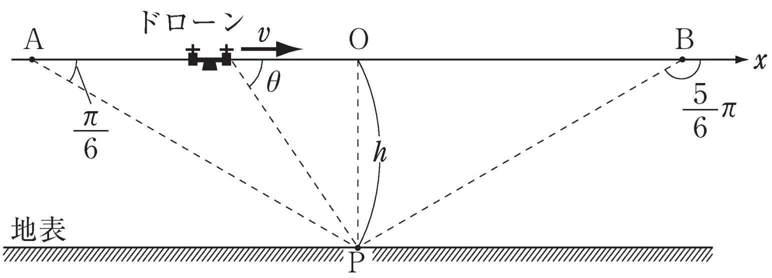


図1

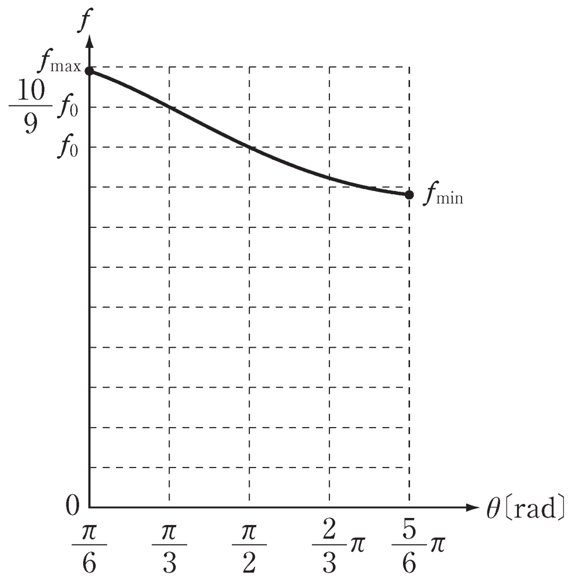


図2

問 1　ドローンが発する音波の振動数を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{61}$ にマークしなさい。

ア　$\dfrac{1}{2}f_0$　　**イ**　$\dfrac{2}{3}f_0$　　**ウ**　$\dfrac{4}{5}f_0$

エ　f_0　　**オ**　$\dfrac{10}{9}f_0$　　**カ**　$\dfrac{3}{2}f_0$

問 2　ドローンから x 軸負の向きに伝わる音波の波長を λ_1、x 軸正の向きに伝わる音波の波長を λ_2 とする。$\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2}$ を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{62}$ にマークしなさい。

ア　$\dfrac{v}{V+v}$　　**イ**　$\dfrac{V-v}{V+v}$　　**ウ**　$\dfrac{V}{V+v}$

エ　$\dfrac{v}{V-v}$　　**オ**　$\dfrac{V}{V-v}$　　**カ**　$\dfrac{V+v}{V-v}$

問 3　図2のグラフを用いることにより、ドローンの速さ v と音速 V の関係がわかる。v を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{63}$ にマークしなさい。

ア　$\dfrac{1}{8}V$　　**イ**　$\dfrac{1}{6}V$　　**ウ**　$\dfrac{1}{5}V$

エ　$\dfrac{1}{4}V$　　**オ**　$\dfrac{1}{3}V$　　**カ**　$\dfrac{2}{5}V$

問 4　ドローンが $\theta=\dfrac{\pi}{3}$ となる位置を通過したときに発した音波を点Pで観測してから、ドローンが点Oを通過したときに発した音波を点Pで観測するまでの時間を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{64}$ にマークしなさい。

ア　$\left(\dfrac{2}{\sqrt{3}}-1\right)\dfrac{h}{V}$　　**イ**　$\dfrac{h}{\sqrt{3}\,V}$　　**ウ**　$(\sqrt{3}-1)\dfrac{h}{V}$

エ　$\left(\dfrac{2}{\sqrt{3}}+1\right)\dfrac{h}{V}$　　**オ**　$(\sqrt{3}+1)\dfrac{h}{V}$　　**カ**　$\dfrac{3h}{V}$

問 5　図2の振動数 $f_{\max}$、$f_{\min}$ と同じ振動数の音波を同時に発生させるとうなりが聞こえる。単位時間あたりに聞こえるうなりの回数を表す式として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 $\boxed{65}$ にマークしなさい。

ア　$\dfrac{2}{99}f_0$　　**イ**　$\dfrac{2\sqrt{3}}{97}f_0$　　**ウ**　$\dfrac{3\sqrt{3}}{91}f_0$

エ　$\dfrac{20}{99}f_0$　　**オ**　$\dfrac{20\sqrt{3}}{97}f_0$　　**カ**　$\dfrac{30\sqrt{3}}{91}f_0$

（　計　算　用　紙　）