令和３年度　一般入学試験(前期)問題

理　　　科

試験開始の指示があるまで問題冊子を開いてはならない。

科目選択について

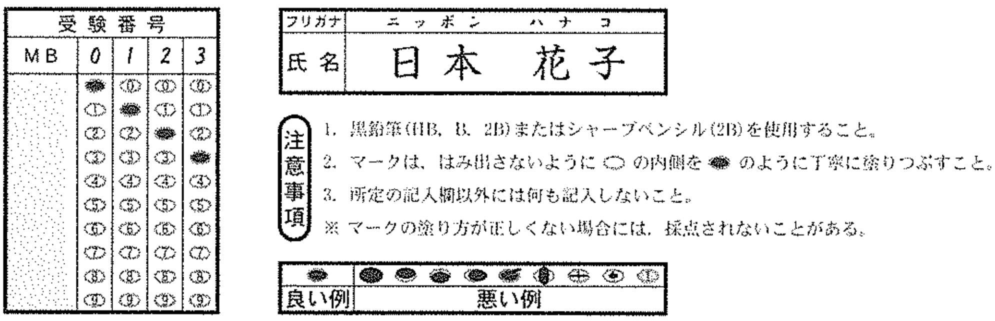
1. ３科目すべての解答用紙に受験番号，氏名を記入すること。
2. 物理・化学・生物の３科目のうち，２科目を選択すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
4. 選択しない科目の解答用紙は試験開始から30分後に回収される。

注　意　事　項

1. 試験時間は90分である。
2. 試験開始の指示があるまで，筆記用具を持ってはならない。
3. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁等の不備，解答用紙の汚れ等を確認しなさい。これらがある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
4. 物理では，１～11ページで，解答番号は 1 ～ 24 である。
   化学では，12～23ページで，解答番号は 1 ～ 39 である。
   生物では，24～41ページで，解答番号は 1 ～ 23 である。
5. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には，正しく採点されないことがある。
7. 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
8. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
9. 質問等がある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
10. 試験終了の指示があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
11. 試験終了の合図の後に受験番号，氏名の記入漏れに気づいた場合には，手を高く挙げて監督者の許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
12. 試験終了後，問題冊子は持ち帰ること。

解答用紙記入要領

例：受験番号が「０１２３」番の「日本花子」さんの場合



1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄にマークする。次に，氏名を書き，フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では，⓪の位置が異なるので注意する。
3. マークは黒鉛筆(HB，B，2B)またはシャープペンシル(2B)を使い，はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合には，消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
5. 解答用紙は折り曲げたり，汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

物　　理

解答上の注意

1. 解答は，解答用紙の解答欄にマークすること。

   例えば，$\boxed{\;6\;}$ $\boxed{\;7\;}$ と表示のある問題に対して，計算等から得られた値をマークする場合には，次の例に従う。

   例：38 と答えたい場合には

解答番号	解　答　欄									
6	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⓪
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⓪

2. 分数形で解答する場合には，既約分数(それ以上約分できない分数)で答えること。
3. 答えの値は，枠に合わせて四捨五入すること。

1 次の文章を読み，下の問い(**問1〜6**)に答えよ。重力加速度の大きさを g とする。

〔1〕 図1に示すように，質量 M の台が，なめらかで水平な床の上に置かれている。質量 m の小物体が，台の上面と同じ高さのなめらかな水平面上を速さ v_0 で移動したあと，台の上面に乗り移った。台のあらい上面と小物体との間には動摩擦力が発生し，小物体が台の上面を動きだすと同時に，台も床の上を動きだし，やがて小物体と台は一体となって回転することなく速さ V で等速直線運動した。この間に，小物体は台の上面に対して距離 L だけ移動した(図2)。ただし，台の上面と小物体との間の動摩擦係数を μ とし，空気抵抗は無視できるものとする。

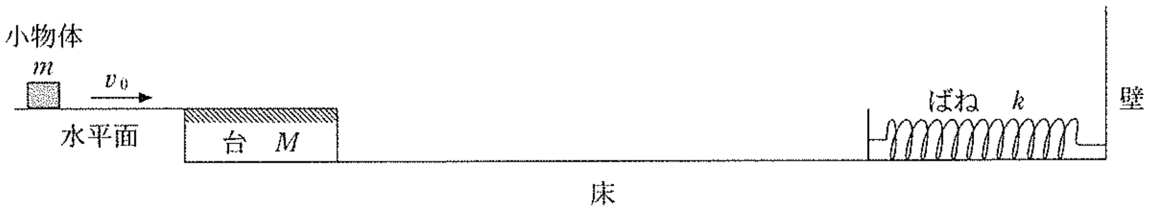


図1

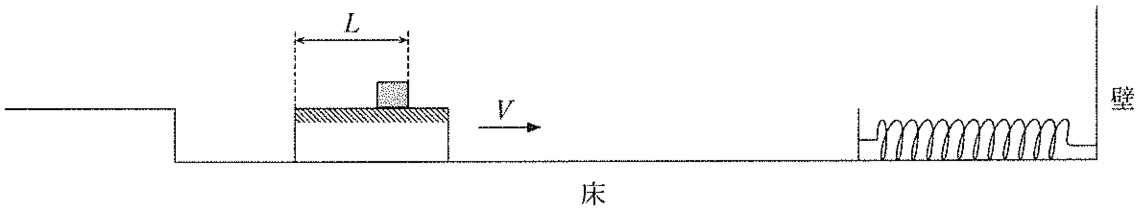


図2

問1 小物体と台が一体となったときの速さ V は，$V = \boxed{\ 1\ }$ である。

$\boxed{\ 1\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①〜⑨のうちから1つ選べ。

① v_0　② $v_0\sqrt{\dfrac{m}{M}}$　③ $v_0\sqrt{\dfrac{M}{m}}$

④ $v_0\sqrt{\dfrac{m}{M+m}}$　⑤ $v_0\sqrt{\dfrac{M}{M+m}}$　⑥ $\dfrac{mv_0}{M}$

⑦ $\dfrac{Mv_0}{m}$　⑧ $\dfrac{mv_0}{M+m}$　⑨ $\dfrac{Mv_0}{M+m}$

◇M4(018—41)

問 2　距離 L は，$L =$ $\boxed{\quad 2 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 2 \quad}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $\dfrac{m}{2\mu(M+m)g}v_0{}^2$　② $\dfrac{M}{2\mu(M+m)g}v_0{}^2$　③ $\dfrac{M+m}{2\mu mg}v_0{}^2$

④ $\dfrac{M+m}{2\mu Mg}v_0{}^2$　⑤ $\dfrac{m}{\mu(M+m)g}v_0{}^2$　⑥ $\dfrac{M}{\mu(M+m)g}v_0{}^2$

⑦ $\dfrac{M+m}{\mu mg}v_0{}^2$　⑧ $\dfrac{M+m}{\mu Mg}v_0{}^2$　⑨ $\dfrac{2(M+m)}{\mu mg}v_0{}^2$

図１，２に示すように，台が運動する直線上には，一端が壁に固定されたばね定数 k の軽く長いばねがあり，台と衝突すると縮んで，台を減速させるようになっている。ただし，台の上面と小物体との間の静止摩擦係数を μ_0 とし，ばねの先端の板の質量は無視できるものとする。

問 3　台は速さ V でばねと衝突した。小物体は台の上ですべることなく，ばねが自然長から長さ d だけ縮んだ瞬間に，台の速さは0になった。ばねが縮んだ長さ d は，$d =$ $\boxed{\quad 3 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 3 \quad}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $v_0\sqrt{\dfrac{M+m}{k}}$　② $\dfrac{(M+m)v_0}{\sqrt{km}}$　③ $\dfrac{mv_0}{2\sqrt{k(M+m)}}$

④ $\dfrac{Mv_0}{2\sqrt{k(M+m)}}$　⑤ $\dfrac{mv_0}{\sqrt{k(M+m)}}$　⑥ $\dfrac{Mv_0}{\sqrt{k(M+m)}}$

⑦ $\dfrac{(M+m)v_0}{2\sqrt{km}}$　⑧ $\dfrac{(M+m)v_0}{\sqrt{kM}}$　⑨ $\dfrac{(M+m)v_0}{2\sqrt{kM}}$

問 4　台の速さが 0 になったときに台上にいる観測者から見ると，小物体にはたらく慣性力の大きさ f は，$f =$ $\boxed{\quad 4 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 4 \quad}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

① $\dfrac{m^2 v_0}{M}\sqrt{\dfrac{k}{M+m}}$　② $\dfrac{M^2 v_0}{m}\sqrt{\dfrac{k}{M+m}}$　③ $\dfrac{m^2 v_0}{M}\sqrt{\dfrac{2k}{M+m}}$

④ $\dfrac{M^2 v_0}{m}\sqrt{\dfrac{2k}{M+m}}$　⑤ $m^2 v_0\sqrt{\dfrac{k}{(M+m)^3}}$　⑥ $Mmv_0\sqrt{\dfrac{k}{(M+m)^3}}$

⑦ $M^2 v_0\sqrt{\dfrac{k}{(M+m)^3}}$　⑧ $m^2 v_0\sqrt{\dfrac{2k}{(M+m)^3}}$　⑨ 0

問 5　台の速さが 0 になったとき，小物体が台の上ですべらないために v_0 が満たす条件は，$v_0 \leqq$ $\boxed{\quad 5 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 5 \quad}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

① $\dfrac{\mu_0 Mg}{m}\sqrt{\dfrac{M+m}{2k}}$　② $\dfrac{\mu_0 m^2 g}{M^2}\sqrt{\dfrac{M+m}{2k}}$　③ $\dfrac{\mu_0 Mg}{m}\sqrt{\dfrac{M+m}{k}}$

④ $\dfrac{\mu_0 m^2 g}{M^2}\sqrt{\dfrac{M+m}{k}}$　⑤ $\dfrac{\mu_0 g}{m}\sqrt{\dfrac{(M+m)^3}{2k}}$　⑥ $\dfrac{\mu_0 mg}{M^2}\sqrt{\dfrac{(M+m)^3}{2k}}$

⑦ $\dfrac{\mu_0 g}{M}\sqrt{\dfrac{(M+m)^3}{k}}$　⑧ $\dfrac{\mu_0 g}{m}\sqrt{\dfrac{(M+m)^3}{k}}$　⑨ $\dfrac{\mu_0 mg}{M^2}\sqrt{\dfrac{(M+m)^3}{k}}$

〔2〕 一辺の長さ $2L$，質量 m の一様な正方形の薄い板ABCDがある。図3に示すように，Cに質量 $2m$ のおもりを固定し，Aには糸を取りつけ，天井からつるした。次に，糸と板を含む鉛直面に沿って，Dを作用点として，鉛直線となす角度 θ（$0^\circ \leqq \theta < 90^\circ$）の向きに，静かに力を加えた。力の大きさが F になったとき，板はADを水平にして静止した。このとき，糸と鉛直線のなす角度は 45° であった。

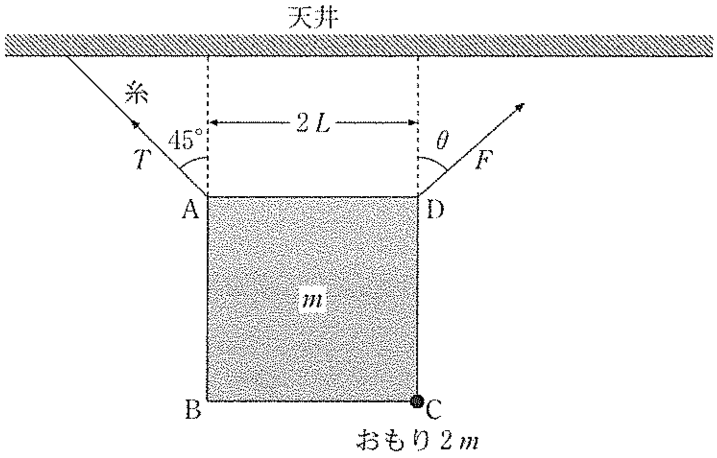


図3

問6 このときの糸の張力を T とすると，$T =$ $\boxed{\ 6\ }$ mg であり，$F =$ $\boxed{\ 7\ }$ mg である。また，$\tan\theta =$ $\boxed{\ 8\ }$ である。

(1) $\boxed{\ 6\ }$ に入る数値として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{\sqrt{2}}{2}$　② $\sqrt{2}$　③ $\dfrac{3\sqrt{2}}{2}$　④ $2\sqrt{2}$　⑤ $\dfrac{5\sqrt{2}}{2}$

⑥ $3\sqrt{2}$　⑦ $\dfrac{7\sqrt{2}}{2}$　⑧ $4\sqrt{2}$　⑨ $\dfrac{9\sqrt{2}}{2}$

(2) $\boxed{\ 7\ }$ に入る数値として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{\sqrt{10}}{5}$　② $\dfrac{\sqrt{13}}{5}$　③ 1　④ $\sqrt{2}$　⑤ $\dfrac{\sqrt{10}}{2}$

⑥ $\dfrac{\sqrt{65}}{5}$　⑦ $\dfrac{\sqrt{13}}{2}$　⑧ $\sqrt{5}$　⑨ $\dfrac{\sqrt{26}}{2}$

(3) $\boxed{\ 8\ }$ に入る数値として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{1}{5}$　② $\dfrac{1}{4}$　③ $\dfrac{1}{3}$　④ $\dfrac{1}{2}$　⑤ 1

⑥ 2　⑦ 3　⑧ 4　⑨ 5

2 次の文章を読み，下の問い(**問**1～5)に答えよ。

ごく短時間だけ振動板を振動させ，パルス状の音波を発生する音源Sと，そのパルス波を反射する物体Pがある。Pは速さvで等速直線運動をしている。Sは点Oで静止したまま1つ目のパルス波(パルス波1)を発射し，時間t_0後に2つ目のパルス波(パルス波2)を発射した。Pがパルス波1を反射する点をA，パルス波2を反射する点をBとする。音速をcとし，$c > v$とする。

〔1〕 はじめに図1のように，BがO，Aを通る直線l上にあり，PがOから遠ざかっている場合を考える。

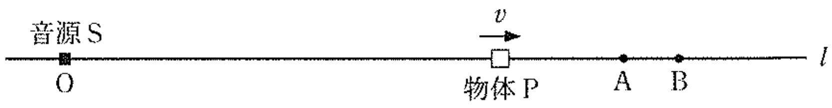


図1

問 1 Pに届いた2つのパルス波の時間間隔t_1を，t_0，c，vを使って表すと，$t_1 = \boxed{\ 9\ }\ t_0$である。

$\boxed{\ 9\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{c-v}{c}$　② $\dfrac{c-v}{v}$　③ $\dfrac{c+v}{c}$　④ $\dfrac{c+v}{v}$　⑤ $\dfrac{c}{c-v}$

⑥ $\dfrac{c}{c+v}$　⑦ $\dfrac{c+v}{c-v}$　⑧ $\dfrac{c-v}{c+v}$　⑨ 1

問 2 Pにあたって反射したパルス波がOで観測された。Oに届いた2つの反射波の時間間隔t_2を，t_1，c，vを使って表すと，$t_2 = \boxed{\ 10\ }\ t_1$である。

$\boxed{\ 10\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{c-v}{c}$　② $\dfrac{c-v}{v}$　③ $\dfrac{c+v}{c}$　④ $\dfrac{c+v}{v}$　⑤ $\dfrac{c}{c-v}$

⑥ $\dfrac{c}{c+v}$　⑦ $\dfrac{c+v}{c-v}$　⑧ $\dfrac{c-v}{c+v}$　⑨ 1

問 3 Pの速さvを，t_0，t_2，cを使って表すと，$v = \boxed{\ 11\ }\ c$である。

$\boxed{\ 11\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{t_2-t_0}{2t_0}$　② $\dfrac{t_2-t_0}{2t_2}$　③ $\dfrac{t_2-t_0}{2(t_2+t_0)}$

④ $\dfrac{t_2-t_0}{t_0}$　⑤ $\dfrac{t_2-t_0}{t_2}$　⑥ $\dfrac{t_2-t_0}{t_2+t_0}$

⑦ $2\dfrac{t_2-t_0}{t_0}$　⑧ $2\dfrac{t_2-t_0}{t_2}$　⑨ $2\dfrac{t_2-t_0}{t_2+t_0}$

問 4　パルス波1がSを出てから，その反射波がOに戻ってくるまでの時間はTであった。パルス波1の反射波がOで観測されたとき，OからPまでの距離は $\boxed{12}$ cT である。

$\boxed{12}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\frac{1}{2}$　② $\frac{t_2}{2t_0}$　③ $\frac{t_0}{2t_2}$　④ $\frac{t_2+t_0}{4t_0}$　⑤ $\frac{t_2+t_0}{4t_2}$

⑥ $\frac{t_2}{t_0}$　⑦ $\frac{t_0}{t_2}$　⑧ $\frac{t_0}{t_2+t_0}$　⑨ $\frac{t_2}{t_2+t_0}$

〔2〕 次に，図2のようにO，Aを通る直線lと線分ABのなす角度がθの場合を考える。距離OAは距離ABに比べて十分に大きく，距離OBについて，近似式$\mathrm{OB} \fallingdotseq \mathrm{OA} + \mathrm{AB}\cos\theta$が成り立つものとする。

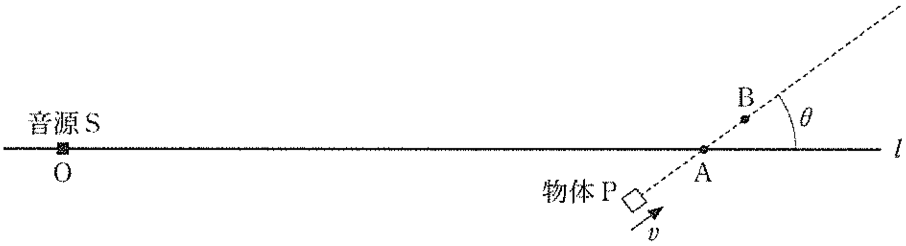


図2

問 5　このときOに届いた2つの反射波の時間間隔は$t_2' = 10.2\ \mathrm{ms}$であった。$c = 340\ \mathrm{m/s}$，$t_0 = 10.0\ \mathrm{ms}$，$\cos\theta = 0.900$とすると，$v =$ $\boxed{13}$ m/sである。また，パルス波1がSを出てから，その反射波がOに戻ってくるまでの時間は$T' = 120\ \mathrm{ms}$であった。パルス波1の反射波がOで観測されたとき，OからPまでの距離は $\boxed{14}$ mである。

(1) $\boxed{13}$ に入る数値として最も近いものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① 2.11　② 2.48　③ 2.81　④ 3.25　⑤ 3.74

⑥ 4.20　⑦ 4.67　⑧ 5.09　⑨ 5.43

(2) $\boxed{14}$ に入る数値として最も近いものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① 9.80　② 11.2　③ 13.7　④ 15.3　⑤ 17.1

⑥ 18.9　⑦ 20.6　⑧ 22.0　⑨ 24.6

3 次の文章を読み，下の問い(**問**１～７)に答えよ。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

〔1〕 図１に示すような，起電力 E〔V〕の電池と抵抗 R_1～R_4(抵抗値はすべて r〔Ω〕)からなる回路がある。

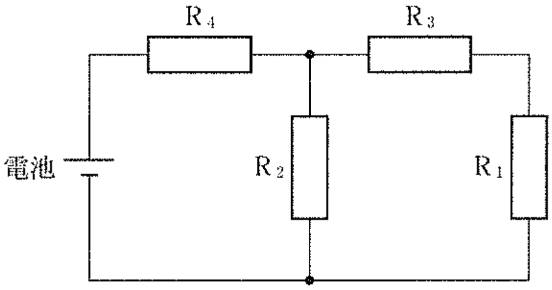


図１

問１ このとき，抵抗 R_1 に流れる電流は $\boxed{15}\ \dfrac{E}{r}$〔A〕であり，電池に流れる電流は $\boxed{16}\ \dfrac{E}{r}$〔A〕である。

$\boxed{15}$，$\boxed{16}$ に入る数値として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから１つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① $\dfrac{1}{2}$　② $\dfrac{1}{3}$　③ $\dfrac{2}{3}$　④ $\dfrac{1}{4}$　⑤ $\dfrac{3}{4}$

⑥ $\dfrac{1}{5}$　⑦ $\dfrac{2}{5}$　⑧ $\dfrac{3}{5}$　⑨ $\dfrac{4}{5}$　⓪ $\dfrac{1}{6}$

〔2〕 次に，図２に示すように，抵抗 R_1 を豆電球と取り換えた。豆電球の電流電圧特性(豆電球にかかる電圧 V〔V〕と流れる電流 I〔A〕の関係)は

$$V = \alpha I^2 \qquad \text{(i)}$$

で与えられるものとする。また，α は正の比例定数，$V > 0$，$I > 0$ とする。式(i)を縦軸 I，横軸 V として表したものが図３である。

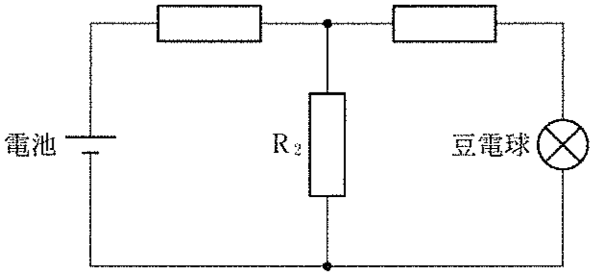


図２

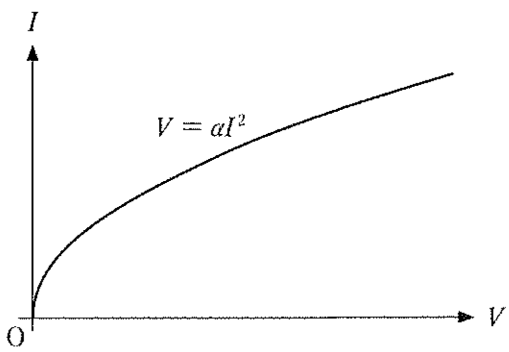


図３

問 2　図2の豆電球として，$\alpha = \dfrac{9r^2}{E}$〔Ω^2/V〕である豆電球M_0を接続した。このときM_0にかかる電圧は $\boxed{17}$ E〔V〕であり，M_0を流れる電流は $\boxed{18}$ $\dfrac{E}{r}$〔A〕である。

$\boxed{17}$ ， $\boxed{18}$ に入る数値として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① $\dfrac{1}{2}$　② $\dfrac{1}{3}$　③ $\dfrac{2}{3}$　④ $\dfrac{1}{4}$　⑤ $\dfrac{3}{4}$

⑥ $\dfrac{1}{5}$　⑦ $\dfrac{1}{6}$　⑧ $\dfrac{1}{8}$　⑨ $\dfrac{1}{12}$　⓪ $\dfrac{1}{24}$

〔3〕　次に，図2の豆電球を図4に示すようにダイオードと取り換えた。ダイオードの電流電圧特性は，電圧V_0〔V〕を境にして

$$I = \begin{cases} 0 & (0 < V < V_0) \\ \beta V^2 - I_0 & (V_0 \leqq V) \end{cases} \qquad \text{(ii)}$$

で与えられるものとする。また，$\beta > 0$，$I_0 > 0$とする(図5)。

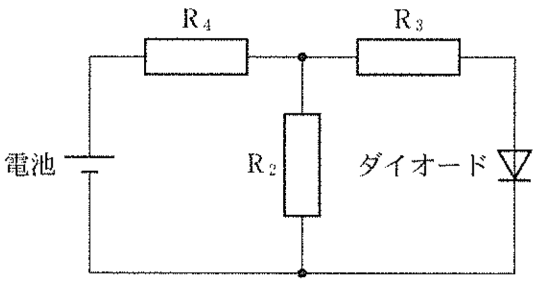


図4

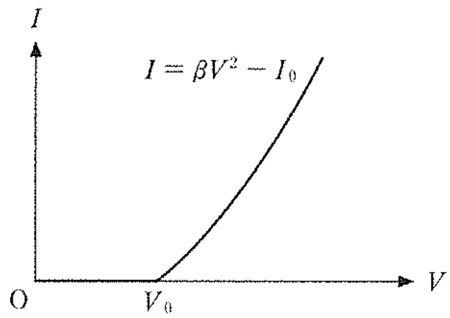


図5

問 3　図4のダイオードとして$\beta = \dfrac{8}{rE}$〔1/(Ω・V)〕，$I_0 = \dfrac{E}{3r}$〔A〕であるダイオードD_0を接続した。このとき，$V_0 =$ $\boxed{19}$ E〔V〕である。

$\boxed{19}$ に入る数値として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{9}{4}$　② $\dfrac{3}{2}$　③ $\dfrac{8}{9}$　④ $\dfrac{3}{4}$　⑤ $\dfrac{3}{8}$

⑥ $\dfrac{1}{24}$　⑦ $\sqrt{\dfrac{2}{3}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{1}{2}}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{3}{8}}$　⓪ $\sqrt{\dfrac{1}{24}}$

問 4　問3の条件のとき，D_0 にかかる電圧は $\boxed{\ 20\ }$ E〔V〕であり，D_0 を流れる電流は $\boxed{\ 21\ }$ $\dfrac{E}{r}$〔A〕である。

$\boxed{\ 20\ }$，$\boxed{\ 21\ }$ に入る数値として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① $\dfrac{1}{2}$　② $\dfrac{1}{3}$　③ $\dfrac{2}{3}$　④ $\dfrac{1}{4}$　⑤ $\dfrac{3}{4}$

⑥ $\dfrac{1}{5}$　⑦ $\dfrac{1}{6}$　⑧ $\dfrac{1}{8}$　⑨ $\dfrac{1}{12}$　⓪ $\dfrac{1}{24}$

〔4〕 図6に示すように，起電力 E〔V〕の電池，可変抵抗R（抵抗値は kr〔Ω〕，$k \geqq 0$），豆電球M，ダイオードDを用いて回路を組んだ。また，MとDの電流電圧特性はそれぞれ式(i)と(ii)で与えられるものとする（ただし，α，β の値は M_0，D_0 のものとは異なる）。

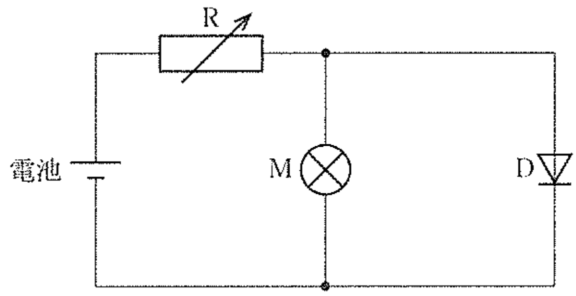


図6

$k = 0$ のとき，MとDの両方に電流が流れていた。k を徐々に増加させてRの抵抗値を大きくしていったとき，あるところでDに電流が流れなくなった。この現象を考察する。

問 5　電池を流れる電流を I〔A〕とし，Mにかかる電圧を V_M〔V〕とすると，$V_M =$ $\boxed{\ 22\ }$〔V〕である。

$\boxed{\ 22\ }$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから1つ選べ。

① $E - rI$　② $E + rI$　③ $E - \alpha I^2$　④ $E - \alpha I^2 + V_0$

⑤ $E - \alpha I^2 - V_0$　⑥ $E - krI$　⑦ $E + krI$　⑧ $E - k\alpha I^2$

⑨ $E - k^2\alpha I^2$　⓪ $E - k^2\alpha I^2 + V_0$

問 6　電流はMにしか流れていないことを利用すると，Mに流れる電流I_M〔A〕は，

$I_M=$ $\boxed{23}$ 〔A〕と計算できる。

$\boxed{23}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから１つ選べ。

① $\dfrac{-kr+\sqrt{k^2r^2+4\alpha E}}{2\alpha}$　　② $\dfrac{-kr-\sqrt{k^2r^2+4\alpha E}}{2\alpha}$

③ $\dfrac{-kr+\sqrt{k^2r^2+\alpha E}}{2\alpha}$　　④ $\dfrac{-kr-\sqrt{k^2r^2+\alpha E}}{2\alpha}$

⑤ $\dfrac{kr+\sqrt{k^2r^2+\alpha E}}{2\alpha}$　　⑥ $\dfrac{-kr+\sqrt{k^2r^2+4\alpha E}}{\alpha}$

⑦ $\dfrac{-kr-\sqrt{k^2r^2+4\alpha E}}{\alpha}$　　⑧ $\dfrac{kr+\sqrt{k^2r^2+4\alpha E}}{\alpha}$

⑨ $\dfrac{-kr+\sqrt{k^2r^2+\alpha E}}{\alpha}$　　⓪ $\dfrac{-kr-\sqrt{k^2r^2+\alpha E}}{\alpha}$

問 7　Dに電流が流れていないため， $\boxed{22}$ $\leqq V_0$である。この不等式と問6の結果を用いると，Dに電流が流れないためにkが満たすべき条件式は $\boxed{24}$ となる。

$\boxed{24}$ に入る式として最も適切なものを，次の①～⓪のうちから１つ選べ。ただし，$V_0<E$とする。

① $k \geqq \dfrac{E-V_0}{r}\sqrt{\dfrac{2\alpha}{V_0}}$　　② $k \leqq \dfrac{E-V_0}{r}\sqrt{\dfrac{2\alpha}{V_0}}$

③ $k \geqq \dfrac{E-V_0}{r}\sqrt{\dfrac{\alpha}{V_0}}$　　④ $k \leqq \dfrac{E-V_0}{r}\sqrt{\dfrac{\alpha}{V_0}}$

⑤ $k \geqq \dfrac{\alpha(E-V_0)^2}{r^2V_0}$　　⑥ $k \leqq \dfrac{\alpha(E-V_0)^2}{r^2V_0}$

⑦ $k \geqq \dfrac{4\alpha(E-V_0)^2}{r^2V_0}$　　⑧ $k \leqq \dfrac{4\alpha(E-V_0)^2}{r^2V_0}$

⑨ $k \geqq \dfrac{\alpha(E-V_0)^2}{4r^2V_0}$　　⓪ $k \leqq \dfrac{\alpha(E-V_0)^2}{4r^2V_0}$