平成２６年度　入学者選抜試験問題

一般入学試験

理　科　(100分)

Ⅰ　注意事項

1　**試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。**

2　この問題冊子は70ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。

物理　4～27ページ
化学　28～43ページ
生物　44～70ページ

3　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督員に知らせなさい。

4　**解答用紙は２枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので，その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み，それぞれ正しく記入し，マークしなさい。**

①　**受験番号欄**
受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄に**マーク**しなさい。**正しくマークされていない場合は，採点できないことがあります。**

②　**氏名欄**
氏名・フリガナを記入しなさい。

③　**解答科目欄**
解答する科目を一つ選び，科目の下の○**にマーク**しなさい。**マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は，０点**となります。

5　試験開始後30分間および試験終了前５分間は退出できません。

6　この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。**この問題冊子は試験終了後回収します。**

Ⅱ　解答上の注意

1　解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば，大問 1 の 3 と表示のある問いに対して②と解答する場合は，次の〈例〉のように解答番号３の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解答欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受験番号			

（問題は次ページから始まる）

物　理

1　次の問1，問2に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

問1　図1のように，なめらかで水平な床上の点Oの真上，高さ h の位置Pから小物体を初速 v_0 で水平方向に投射したところ，床上の点Aで弾んで，高さ $\frac{h}{4}$ まで達した後，床上の点Bに落下して弾んだ。運動は同一鉛直面内で行われ，空気の抵抗は無視できるものとする。

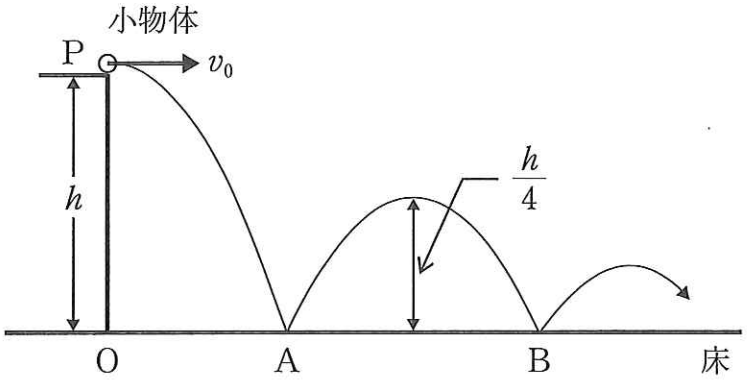


図1

(1)　小物体と床との反発係数（はねかえり係数）はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

① $\frac{1}{16}$　② $\frac{1}{8}$　③ $\frac{1}{4}$

④ $\frac{1}{3}$　⑤ $\frac{1}{2}$　⑥ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(2)　距離ABは距離OAの何倍か。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\frac{\mathrm{AB}}{\mathrm{OA}} =$ 2

① $\frac{1}{4}$　② $\frac{1}{2}$　③ 1

④ $\sqrt{2}$　⑤ $\frac{3}{2}$　⑥ 2

（下　書　き　用　紙）

1の問は次に続く。

問2　図2のように，物体Pから130 cm離れた位置にスクリーンがあり，スクリーンの左側30 cmの位置に焦点距離20 cmの薄い凸レンズL_1を置いたところ，スクリーン上には鮮明な像が得られなかった。そこで，凸レンズL_1の左側20 cmの位置に薄い凹レンズL_2を置いたところ，スクリーン上に鮮明な像が得られた。

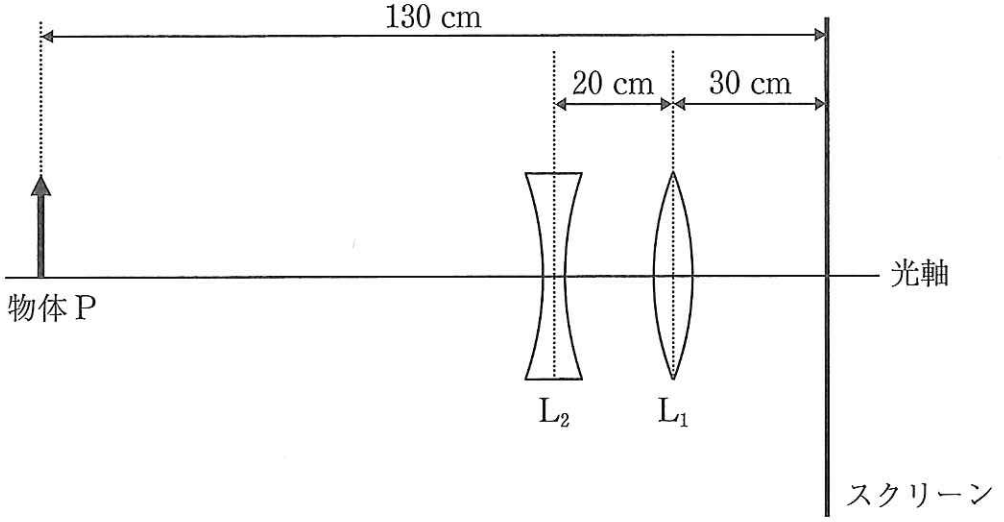


図2

(1)　凹レンズL_2の焦点距離fの大きさ$|f|$はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$|f|=$ [3] cm

① 20　② 30　③ 50
④ 60　⑤ 80　⑥ 90

(2)　像の大きさは物体Pの何倍か。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 [4]

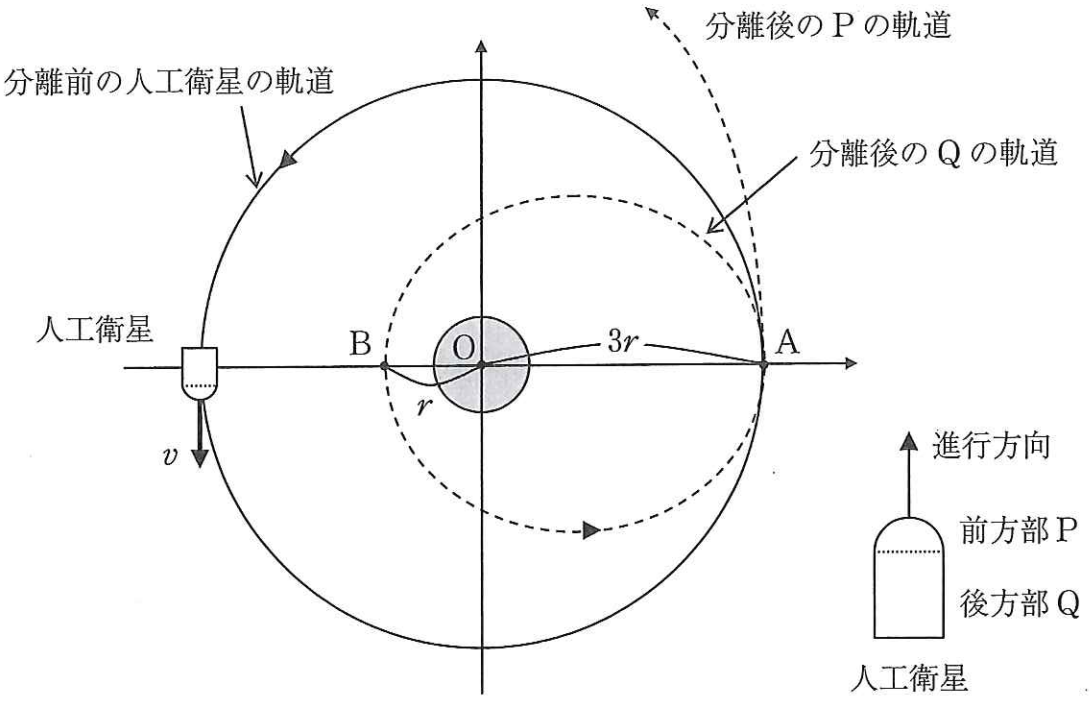
① $\frac{1}{4}$　② $\frac{1}{2}$　③ 1
④ $\frac{3}{2}$　⑤ 2　⑥ $\frac{5}{2}$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

2　次の文章を読み，下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

2つに分離できる人工衛星（前方部をP，後方部をQとする）が，初め図のように，地球を中心とする半径$3r$の円軌道を速さvで反時計回りに周回していた。人工衛星全体の質量をm，地球の質量をM，万有引力定数をGとし，地球の中心をOとする。万有引力による位置エネルギーは無限遠点を基準（位置エネルギーが0）とする。



問1　円軌道を周回している人工衛星の速さvはいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。v = 1

① $\sqrt{\dfrac{GM}{3r}}$　② $\sqrt{\dfrac{GM}{2r}}$　③ $\sqrt{\dfrac{2GM}{3r}}$

④ $\sqrt{\dfrac{GM}{r}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{3GM}{2r}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{3GM}{r}}$

（下　書　き　用　紙）

2の問は次に続く。

問2　軌道上のA点に来たとき，進行方向（軌道の接線方向）に前方部Pと後方部Qを瞬時に分離する。分離後，Pが地球の重力圏から脱出する軌道に乗るために必要な最小の速さ v_m は v の何倍か。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$v_m =$ [2] $\times v$

① $\sqrt{\frac{3}{2}}$　② $\sqrt{2}$　③ $\frac{3}{2}$

④ $\sqrt{3}$　⑤ 2　⑥ $\frac{5}{2}$

分離後，前方部Pが速さ v_m で地球の重力圏から脱出する軌道に乗ったとき，後方部Qは地球の中心Oを焦点の一つとする楕円軌道を周回するようになった。楕円軌道上の2点A，Bは楕円の長軸上にあり，点Bは地球の中心Oから r の距離にある。

問3　分離後に，点Aを通過する後方部Qの速さ v_1 は v の何倍か。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$v_1 =$ [3] $\times v$

① $\frac{1}{4}$　② $\frac{1}{3}$　③ $\frac{1}{2}$

④ $\frac{1}{\sqrt{3}}$　⑤ $\frac{2}{3}$　⑥ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

問4　分離した前方部Pの質量 m_1 は人工衛星全体の質量 m の何倍か。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$m_1 =$ [4] $\times m$

① $\frac{\sqrt{2}-1}{2}$　② $\frac{1}{4}$　③ $\sqrt{2}-1$

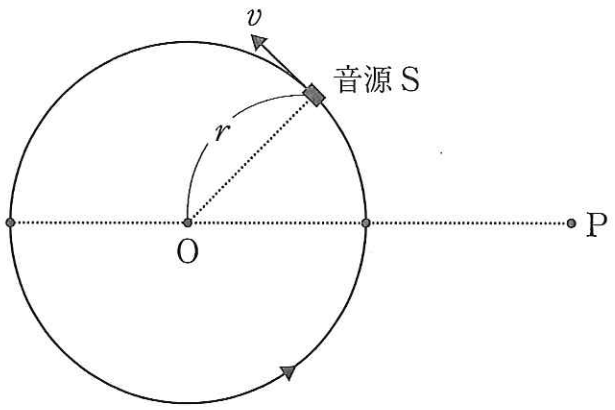
④ $\frac{1}{2}$　⑤ $\frac{1}{\sqrt{2}}$　⑥ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

3　次の文章を読み，下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

図のように，一定の振動数の音源Sが中心をOとする円形コースを一定の速さで反時計回りに運動している。この音源Sの出す音を円形コースの外側の点Pで観測する。音速を V とし，風は吹いていないとする。また，必要があれば，円周率 π は3（$\pi = 3$）として計算しなさい。



問1　点Pで観測される音の振動数は最大値 f_{max} と最小値 f_{min} の間を周期的に変化した。音源の振動数 f_0 はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$f_0 =$ 1

① $\dfrac{f_{max}+f_{min}}{2}$　② $\dfrac{f_{max}+f_{min}}{\sqrt{2}}$　③ $\dfrac{\sqrt{2}\,f_{max}\times f_{min}}{f_{max}+f_{min}}$

④ $\dfrac{2f_{max}\times f_{min}}{f_{max}+f_{min}}$　⑤ $\sqrt{f_{max}\times f_{min}}$　⑥ $\sqrt{2f_{max}\times f_{min}}$

問2　$\dfrac{f_{min}}{f_{max}} = \dfrac{3}{5}$ であった。音源の速さ v はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$v =$ 2

① $\dfrac{1}{9}V$　② $\dfrac{1}{6}V$　③ $\dfrac{1}{5}V$

④ $\dfrac{1}{4}V$　⑤ $\dfrac{1}{3}V$　⑥ $\dfrac{1}{2}V$

（下　書　き　用　紙）

3の問は次に続く。

問3　振動数 f_{max} を観測してから初めて振動数 f_{min} を観測するまでの時間は t_1, f_{min} を観測してから初めて f_{max} を観測するまでの時間は t_2 であった。$t_2 = 2t_1$ であるとき，円形コースの中心Oから観測点Pまでの距離OPは円形コースの半径 r の何倍か。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。OP = [3] × r

① $\sqrt{2}$　② $\frac{3}{2}$　③ $\sqrt{3}$

④ 2　⑤ $\frac{5}{2}$　⑥ 3

問4　問1で求めた音源Sの振動数 f_0 を観測してから初めて f_{min} を観測するまでの時間は t_3, f_0 を観測してから初めて f_{max} を観測するまでの時間は t_4 であった。$|t_4 - t_3| = t_0$ のとき，円形コースの半径 r はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。参考までに，ここで求めた r の値を問3で用いるとOPが求まる。r = [4]

① $\frac{1}{6}Vt_0$　② $\frac{1}{4}Vt_0$　③ $\frac{1}{2}Vt_0$

④ $\frac{\sqrt{3}}{2}Vt_0$　⑤ Vt_0　⑥ $\sqrt{2}\,Vt_0$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

4　次の文章を読み，下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

図1のように，大気圧 p_0〔Pa〕のもとで，鉛直方向になめらかに動くことのできるピストンとシリンダーからなる容器Aと容器Bが，コックの付いた細管で連結されており，コックは初め閉じられている。容器Aの断面積は S〔m^2〕であり，底面から高さ L〔m〕の位置にストッパーによってピストンが固定されており，内部には温度調節器があり，内部の気体を加熱したり冷却したりすることができる。また，ピストンから高さ L〔m〕の位置には小さなノズルが取り付けられ，液体がここから流れ出るようになっている。最初，容器A内は真空になっている。容器Bは容積 $2SL$〔m^3〕で，温度 T〔K〕の理想気体 $3n$〔mol〕が封入されている。容器A，Bと細管およびコックはすべて断熱材でできている。ピストンの質量，細管の体積，温度調節器の体積と熱容量はいずれも無視できるものとする。また，初め温度調節器ははたらいていないものとする。

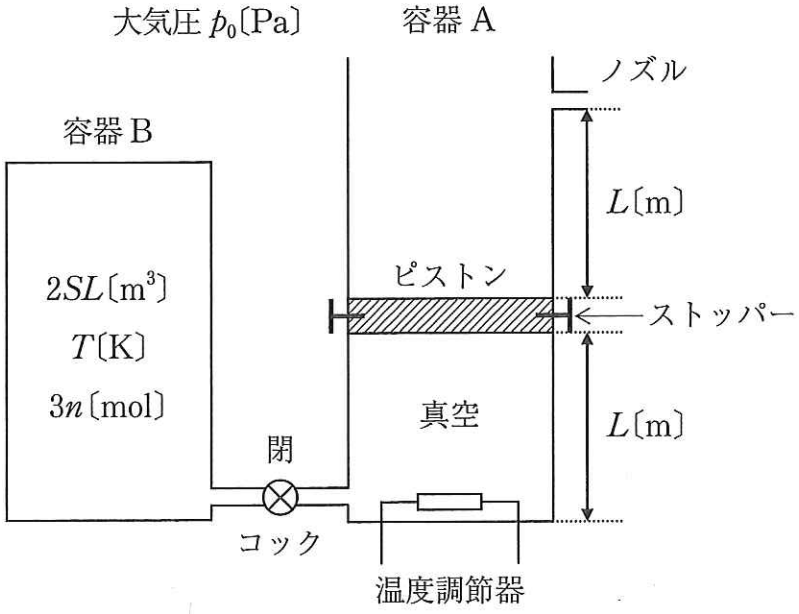


図1

（下　書　き　用　紙）

4の問は次に続く。

問1　ピストンを固定したままコックを開くと，容器B内の気体は容器A内に拡散し，しばらくして，容器A，B内の気体は熱平衡に達した。このときの容器A，B内の気体の温度はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

[1] 〔K〕

① $\frac{1}{4}T$　② $\frac{1}{3}T$　③ $\frac{1}{2}T$

④ $\frac{2}{3}T$　⑤ $\frac{3}{4}T$　⑥ T

コックを閉めた後，ピストンを固定したまま，容器Aのピストン上のシリンダー内に，ノズルの位置まで液体を入れて満たす。次に，温度調節器で容器A内の気体をゆっくりと加熱すると，図2のように，気体の圧力が $2p_0$〔Pa〕になったとき，ストッパーを外してもピストンは動かなかった。重力加速度の大きさは g〔m/s^2〕とする。

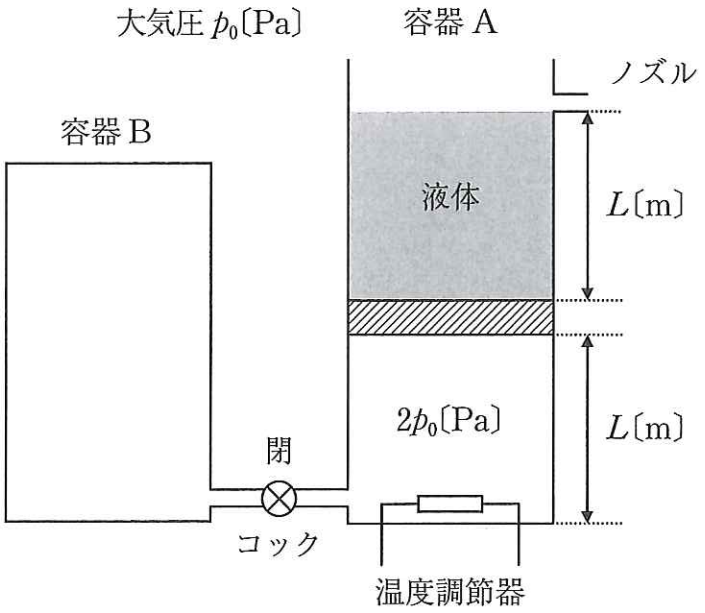


図2

（下　書　き　用　紙）

4の問は次に続く。

問2　シリンダー内の液体の密度〔kg/m^3〕はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2 〔kg/m^3〕

① $\dfrac{p_0}{4gL}$　② $\dfrac{p_0}{3gL}$　③ $\dfrac{p_0}{2gL}$

④ $\dfrac{p_0}{gL}$　⑤ $\dfrac{2p_0}{gL}$　⑥ $\dfrac{3p_0}{gL}$

温度調節器で容器A内に熱を出入りさせ，A内の気体の体積を増加させてピストンをゆっくり上昇させる。ピストンの上昇に伴いノズルから液体が流れ出て，液体の液面は常にノズルの位置にあり，最終的にピストンをL〔m〕上昇させて，シリンダー内の液体をすべて排除する。

問3　ピストンが上昇し，ノズルの位置からの距離が$x\,(0 \leqq x \leqq L)$〔m〕となったとき，容器A内の気体の圧力はp_0〔Pa〕の何倍か。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3 ×p_0〔Pa〕

① $1+\dfrac{x}{2L}$　② $1+\dfrac{x}{L}$　③ $1+\dfrac{2x}{L}$

④ $2\left(1+\dfrac{x}{2L}\right)$　⑤ $2\left(1+\dfrac{x}{L}\right)$　⑥ $2\left(1+\dfrac{2x}{L}\right)$

問4　ピストンをL〔m〕上昇させて，シリンダー内の液体をすべて排除する間に，温度調節器から容器A内の気体に加えた熱量〔J〕はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4 〔J〕

① $\dfrac{1}{3}p_0SL$　② $\dfrac{1}{2}p_0SL$　③ $\dfrac{2}{3}p_0SL$

④ p_0SL　⑤ $\dfrac{3}{2}p_0SL$　⑥ $2p_0SL$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

5 次の文章を読み，下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

図1のように，間隔 L で鉛直方向に置かれた2本の平行な導体レール上を，質量 m の一様な導体棒Pが摩擦なく移動できる。この領域内に，紙面に垂直に裏から表の向きに磁束密度 B の一様な磁場がかけられている。各レールの上端 α，β 間には，図1のような，スイッチS，抵抗値 r の抵抗R，電気部品D（この電気部品Dはダイオードとよばれ，図1中の記号 ⊣▷⊢ はダイオードを表す図記号である）からなる回路が接続されており，スイッチSによって，端子a側の抵抗Rと端子b側の電気部品Dに接続を切り換えることができる。ここで，電気部品Dは図2のような特性をもち，点 β に対する点 α の電位 V が，$V \leqq V_0$ の場合は電流が流れないが，$V > V_0$ では以下の式で示される電流 I が右方向（α 側から β 側）にのみ流れる。

$$I = \frac{V - V_0}{r} \quad (V > V_0)$$

導体棒Pはレールから外れることなくレールに垂直に水平を保ったまま，鉛直方向に運動し，レールは十分長いものとする。空気の抵抗は無視でき，回路を流れる電流が作る磁場や，レールと導体棒Pの抵抗ならびに回路やスイッチの接触点での抵抗も無視できるものとする。重力加速度の大きさを g とする。初め，導体棒Pは動かないように支えられている。

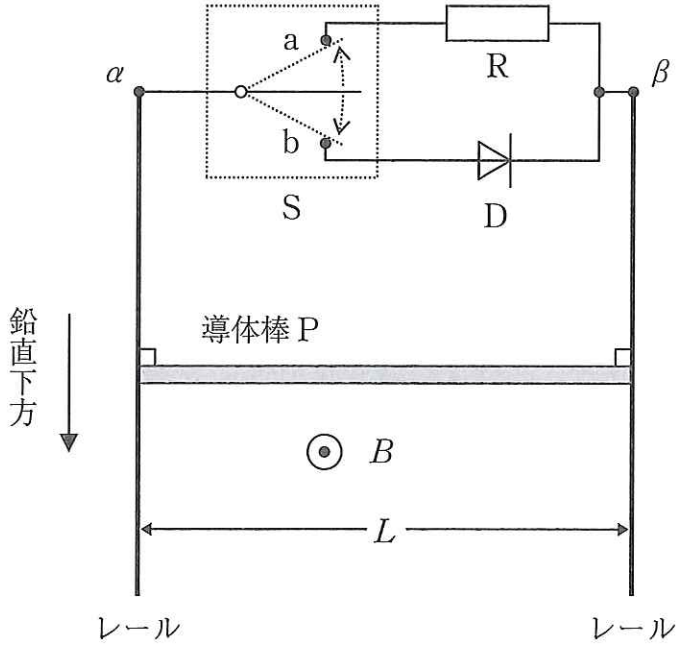


図1

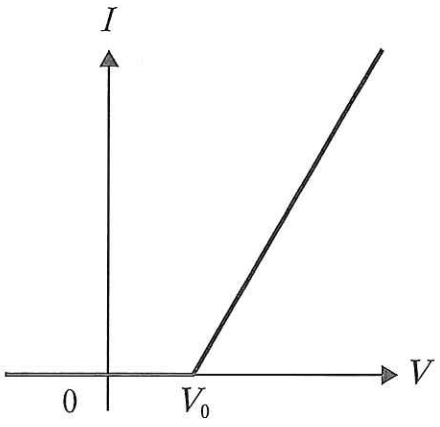


図2

（下　書　き　用　紙）

5の問は次に続く。

スイッチSをa側に接続し，支えていた導体棒Pを静かに放したところ，レールに沿って鉛直方向に落下し始め，やがて一定の速さ v_1 で落下するようになった。

問1　一定の速さ v_1 はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$v_1 =$ [1]

① $\dfrac{mgr}{2(BL)^2}$　② $\dfrac{mgr}{\sqrt{2}(BL)^2}$　③ $\dfrac{mgr}{(BL)^2}$

④ $\dfrac{\sqrt{2}\,mgr}{(BL)^2}$　⑤ $\dfrac{2mgr}{(BL)^2}$　⑥ $\dfrac{4mgr}{(BL)^2}$

スイッチSの接続を切り，導体棒Pを元の位置に戻し，動かないように支える。今度はスイッチSをb側に接続して，支えていた導体棒Pを静かに放したところ，再び，レールに沿って鉛直方向に落下し始めた。

問2　導体棒Pを放した瞬間を時刻 $t = 0$ とすると，電流が流れ始める時刻はいつか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。[2]

① $\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　② $\sqrt{\dfrac{2L}{g}}$　③ $\dfrac{V_0}{gBL}$

④ $\dfrac{2V_0}{gBL}$　⑤ $\dfrac{mgr}{8g(BL)^2}$　⑥ $\dfrac{mgr}{4g(BL)^2}$

導体棒Pはやがて一定の速さ v_2 で落下するようになった。

問3　このとき電気部品Dを流れている電流の大きさはいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。[3]

① 0　② $\dfrac{V_0}{r}$　③ $\dfrac{mg}{BL} - \dfrac{V_0}{r}$

④ $\dfrac{mg}{BL}$　⑤ $\dfrac{mg}{BL} + \dfrac{V_0}{r}$　⑥ $\sqrt{\left(\dfrac{mg}{BL}\right)^2 + \left(\dfrac{V_0}{r}\right)^2}$

（下　書　き　用　紙）

5の問は次に続く。

問4　スイッチSがa側のときに達する一定の速さv_1と，b側のときに達する一定の速さv_2の差$\Delta v = v_2 - v_1$はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\Delta v =$ [4]

① 0　　② $\dfrac{V_0}{BL}$　　③ $-\dfrac{V_0}{BL}$

④ $\dfrac{mgr}{(BL)^2}$　　⑤ $-\dfrac{mgr}{(BL)^2}$　　⑥ $\dfrac{mgr}{(BL)^2} - \dfrac{V_0}{BL}$

（下　書　き　用　紙）