

## 〔電磁誘導〕

### 【1】2013年度 本試験 物理I 第2問 A

図1(a), (b)のように、薄いプラスチック板でできた斜面の裏に、図1(c)で示したようなエナメル線を巻いて作った円形コイルを取り付けた。この斜面の上端で磁石を静かに離すと、磁石は図1(a)に示した破線に沿って斜面をすべり、コイルの真上を通った。ただし、斜面と磁石の間の摩擦は無視できるとする。また、磁石の上面はN極、下面はS極であり、磁石は斜面上で常に等加速度直線運動をするものとする。

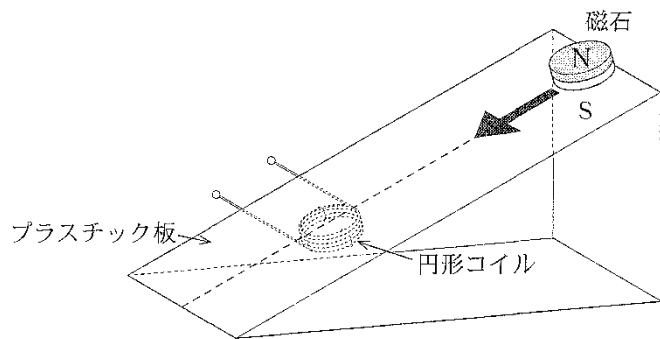


図1 (a)

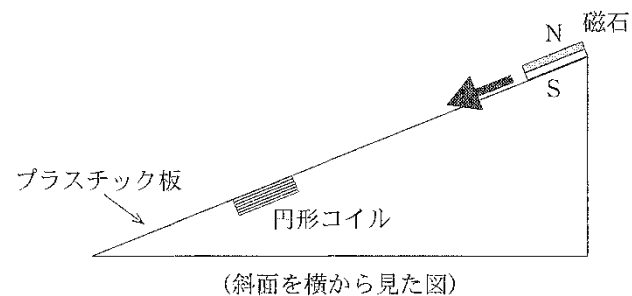


図1 (b)

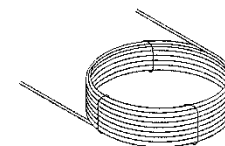


図1 (c)

問1 コイルの両端の端子に検流計を接続した。最初、磁石を斜面の上端で静かに離すと、磁石はコイルの真上を通過して検流計の針が振れた。次に、下のアまたはイの**いずれかの操作のみ**を行って、それぞれ磁石を同じように斜面の上端からコイルの真上を通過させた。このときに検流計の針の振れの大きさは、ア・イのいずれの操作も行っていない最初の場合と比べてそれぞれどのようになるか。語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、コイルのエナメル線の抵抗は無視できるものとする。

ア 磁石を、より強い磁石と取り替える。

イ コイルの巻き数を半分にする。

	ア	イ
①	大きくなる	大きくなる
②	大きくなる	小さくなる
③	大きくなる	変わらない
④	小さくなる	大きくなる
⑤	小さくなる	小さくなる
⑥	小さくなる	変わらない
⑦	変わらない	大きくなる
⑧	変わらない	小さくなる
⑨	変わらない	変わらない

問2 次に、図2のように、形状と巻き数がともに同じ二つのコイル A、B を用意し、これらを斜面の裏側に同じように取り付けた。磁石を斜面上端で静かに離し、これら二つのコイルの真上を通過させるときにコイルに生じる電圧をオシロスコープで測定した。このとき、コイル A、B のそれぞれの両端に生じる電圧の時間変化を表すグラフとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図2の矢印の向きに電流が流れたときの測定電圧を正とする。また、グラフにおいて、電圧と時間の一目盛あたりの値および原点の時刻は、A、B の場合で同じとする。

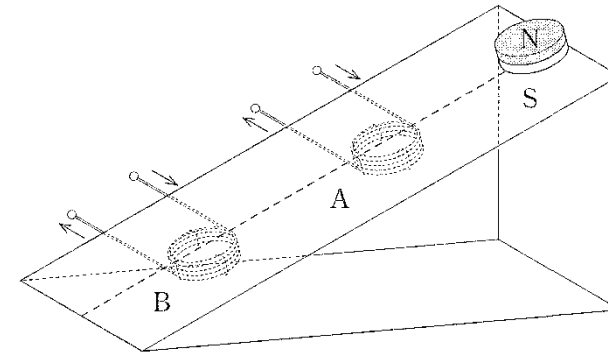


図 2

【2】2011年度 本試験 物理I 第2問 B 問4

問4 図5および図6のように、水平な絶縁体の板に置かれた1円玉の真上に、N極を上にして磁石を静止させ、そのあと磁石を鉛直方向にすばやく引き上げた。下の文章中の空欄  ~  に入れる記号，語句の組合せとして最も適当なものを，下の①~⑧のうちから一つ選べ。

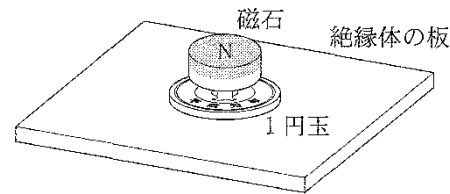


図 5

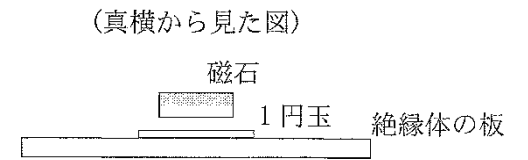
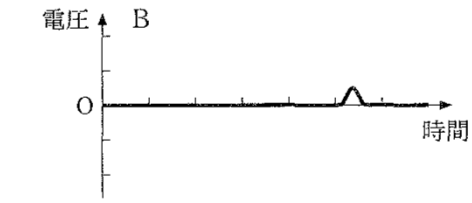
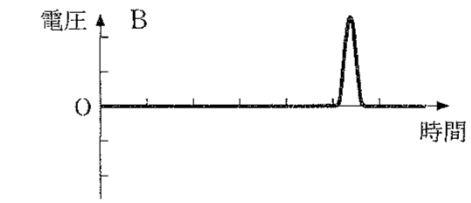
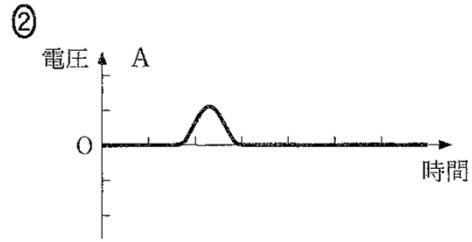
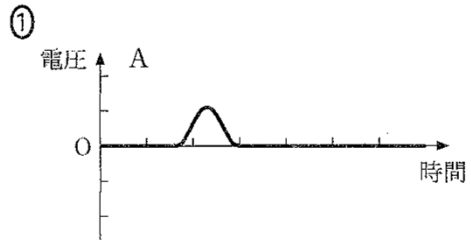
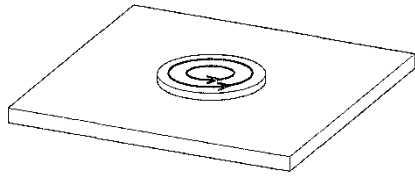


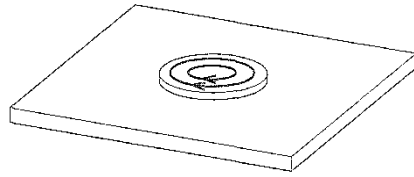
図 6

磁石を鉛直上向きに動かすと，1円玉には上から見て図7の  の向きの誘導電流が流れる。誘導電流のつくる磁場の向きは1円玉の上面に  極をもつ磁石の磁場の向きと同じであるので，1円玉には磁石から  の力がはたらく。





A. 反時計回り



B. 時計回り

図 7

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ウ	A	A	A	A	B	B	B	B
エ	N	N	S	S	N	N	S	S
オ	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き

### 【3】2007年度 本試験 物理I 第1問 問2

問2 次の文章中の空欄  ~  に入れる語の組合せとして最も適当なものを、以下の①~⑥のうちから一つ選べ。

図2は、電気と磁気の現象を利用して、鉄、アルミニウムおよびプラスチックの廃棄物破片を選別する装置を示している。廃棄物破片はベルトコンベアの上をゆっくり運ばれてくる。はじめに、電磁石Aは  の破片をとり除く。残りの破片が、高速に回転する磁石ドラムの位置にさしかかると、  には電磁誘導によって生じる電流が流れるので、  の破片はドラムの磁石から力を受けて飛ばされ容器Bに入る。電流が流れない  の破片は、ベルトコンベア近くの容器Cに落ちる。

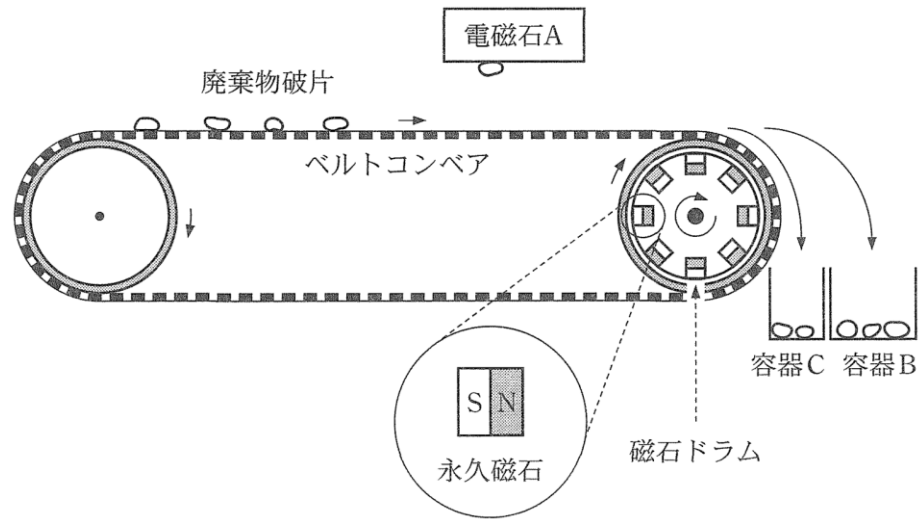


図 2

	ア	イ	ウ
①	アルミニウム	鉄	プラスチック
②	アルミニウム	プラスチック	鉄
③	鉄	アルミニウム	プラスチック
④	鉄	プラスチック	アルミニウム
⑤	プラスチック	鉄	アルミニウム
⑥	プラスチック	アルミニウム	鉄

【4】2005年度 本試験 物理 IA 第1問 C

磁石によって生じた磁界(磁場)の中にコイルを置き、磁石を動かしたりコイルを動かしたりするとコイルに電圧が発生し電流が流れる。このような現象を [9] という。[9] は、発電機や [10] など、さまざまな電気機器・装置に利用されている。

次のような現象も [9] によって理解できる。図2のように、まっすぐな銅の管を鉛直に立てて、管の中に小型の磁石を落とした。管の出口における磁石の速さは、管を取り払って自由落下させた場合と比べて遅かった。このような現象が起こる理由は、磁石の落下の過程で管の軸に垂直な断面に沿って円状の電流が流れ、その結果、磁石の落下を妨げる向きに力がはたらくためである。このとき失われた磁石の [11] エネルギーは、電気エネルギーに変換され、最終的には [12] エネルギーに変換される。

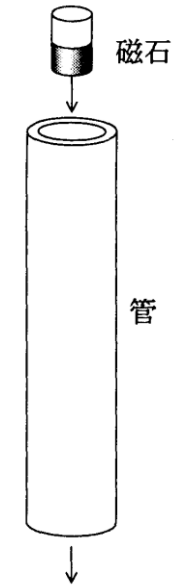


図 2

問 8 前の文章中の空欄 9・10 に入れる語句として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つずつ選べ。

- ① オームの法則    ② 慣性の法則    ③ 相対性原理
- ④ 電磁誘導        ⑤ トースター        ⑥ 変圧器
- ⑦ 電熱器            ⑧ アイロン

問 9 前の文章中の空欄 11・12 に入れる語として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

- ① 熱                ② 化学                ③ 弾性
- ④ 光                ⑤ 音                 ⑥ 力学的

問 10 銅の管を使った場合と同様な現象が起こる管の材質として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 竹                 ② ガラス
- ③ 塩化ビニール    ④ アルミニウム

### 【5】1996年度 追試験 物理 第3問 B

B 図6のように、 $xy$  平面上に頂角  $30^\circ$  の三角形の2辺をなす長い導線があり、磁束密度  $B_0$  の一様な磁界が紙面の裏から表へ向かう向きにかかっている。長い金属棒をはじめ  $y$  軸の上におき、この金属棒を、 $y$  軸に平行に保ったまま  $x$  軸の正の向きに一定の速さ  $v_0$  で動かす。金属棒と導線との接触点を A および B とする。

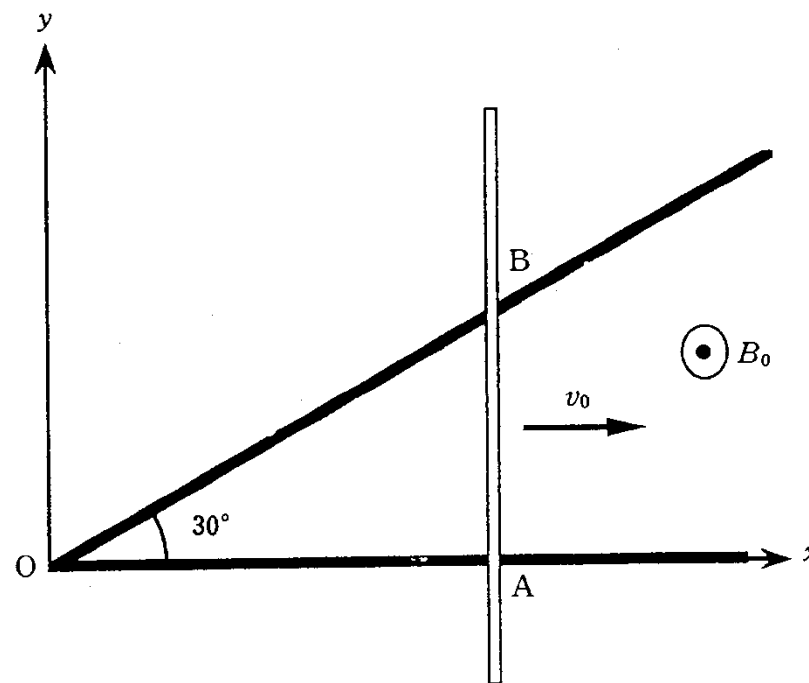
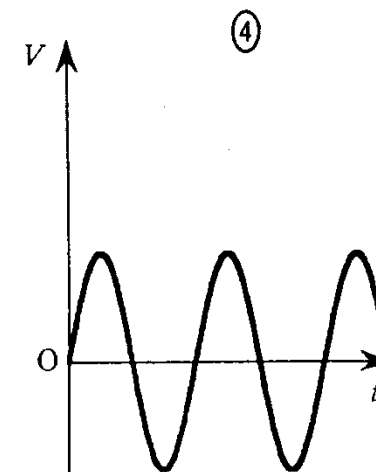
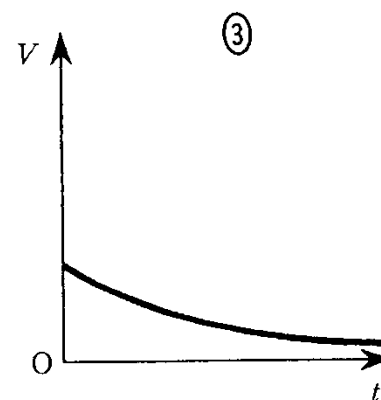
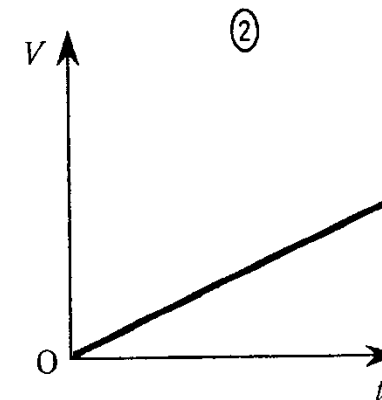
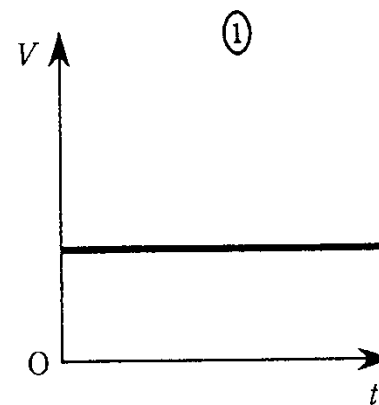


図 6

問5 金属棒を動かし始めてから時間  $t$  が経過したとき、回路  $OABO$  を貫く磁束の大きさはどう表されるか。次の①～④のうちから正しいものを一つ選べ。

- ①  $\frac{B_0^2 v_0 t}{2\sqrt{3}}$       ②  $\frac{B_0^2 v_0 t}{2}$   
 ③  $\frac{B_0 v_0^2 t^2}{2\sqrt{3}}$       ④  $\frac{B_0 v_0^2 t^2}{2}$

問6 回路  $OABO$  に生じる誘導起電力の大きさ  $V$  と時間  $t$  の関係を表すグラフはどれか。次の①～④のうちから正しいものを一つ選べ。



問7 この回路 OABO に流れる電流の向きはどうか。次の①～③のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① O→A→B→O の向きに流れる。
- ② O→B→A→O の向きに流れる。
- ③ O→A→B→O の向きと O→B→A→O の向きに交互に流れる。

【6】1995年度 本試験 物理 第3問 B

B 閉回路をつらぬく磁束が変化したときに起こる電磁誘導について考えよう。

問3 図7のように、中空のソレノイドの近くに金属の輪を糸でつるし、中心軸を一致させておく。この装置のスイッチを P または Q に入れた直後、金属の輪はどう動くか。 21

また、ソレノイドに比透磁率の大きい鉄の丸棒を挿入してスイッチを入れた場合、金属の輪の運動は、鉄の丸棒が入っていない場合に比べてどうか。 22

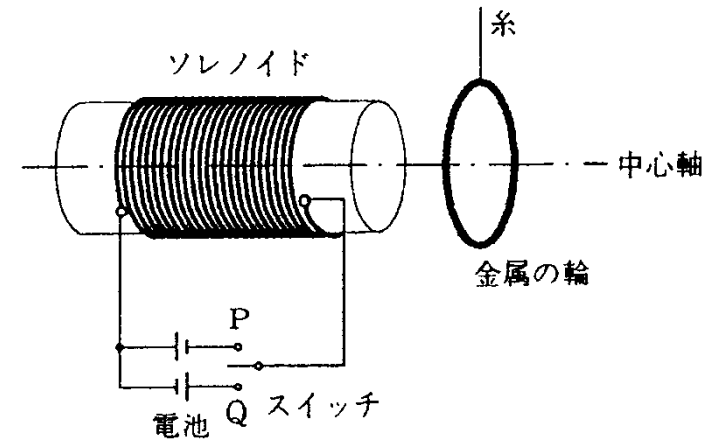


図 7



21 の解答群

	スイッチを P に入れた場合	スイッチを Q に入れた場合
①	ソレノイドに近づく。	ソレノイドから遠ざかる。
②	ソレノイドから遠ざかる。	ソレノイドから遠ざかる。
③	ソレノイドから遠ざかる。	ソレノイドに近づく。
④	ソレノイドに近づく。	ソレノイドに近づく。

22 の解答群

- ① 動きが小さくなる。
- ② 動きが大きくなる
- ③ 動きは変わらない。

問4 図8のように、固定された一巻きコイルとそれにつながれた検流計がある。永久磁石を、コイルの面に平行に、遠方から一定の速度でゆっくりと動かした。このとき、検流計を流れる電流の時間変化を表すグラフはどれか。

ただし、ACBの向きに流れる電流を正とする。 23

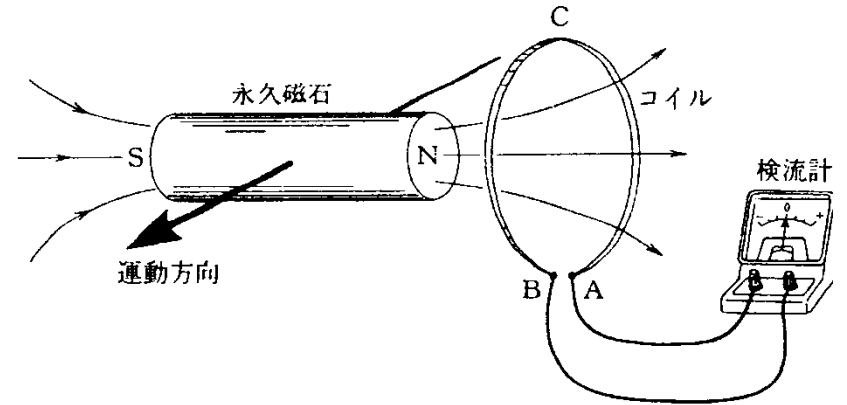
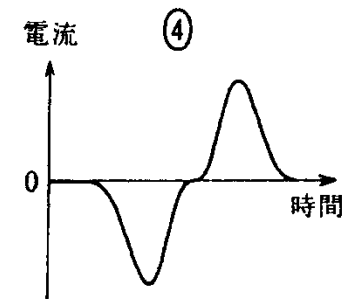
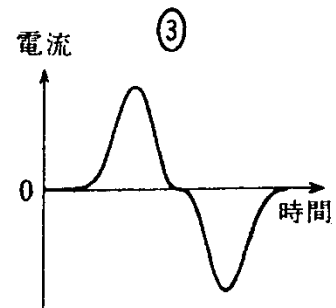
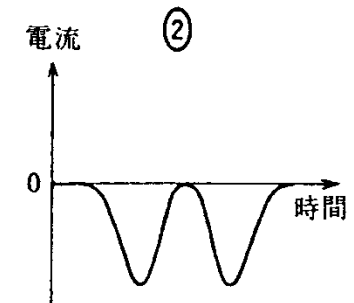
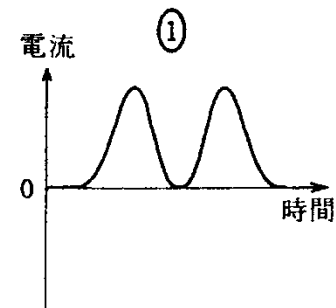


図 8

23 の解答群



【7】1993年度 本試験 物理 第3問 B

B 図3のように、磁束密度  $B$  [Wb/m<sup>2</sup>] の一様な磁界が鉛直上向きにかけられており、2本の細い棒 abc, def が同一水平面内に間隔  $l$  [m] で平行に置かれている。それぞれの棒の ab, de の部分は絶縁体, bc, ef の部分は電気抵抗の無視できる導体であり, cf 間は  $R$  [Ω] の抵抗で連結されている。また、長さ  $l$  [m] の金属棒 PQ がこれらの棒上に接して、棒に垂直に置かれており、PQ につけられた糸を引くことによりなめらかに動かすことができる。ただし、PQ の電気抵抗は無視できるものとする。

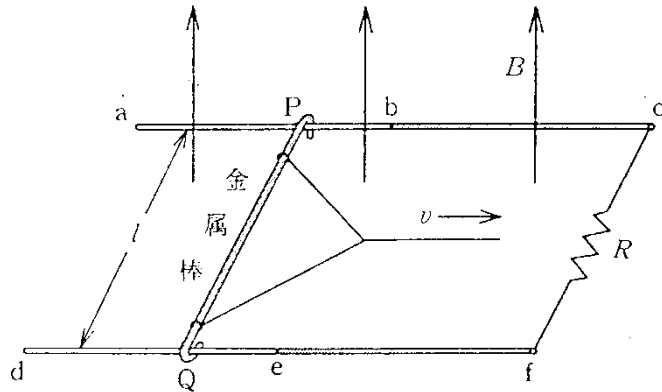


図 3

問4 金属棒が ab, de の部分の上であり、一定の速さ  $v$  [m/s] で動いているとき、金属棒内に発生する誘導起電力  $V$  [V] はいくらか。また、金属棒を動かす続けるために必要な力  $F$  [N] はいくらか。ただし、起電力は  $P \rightarrow Q$  の向きを正とする。

$V = \boxed{19}$  [V],  $F = \boxed{20}$  [N]

$\boxed{19}$  の解答群

- ①  $Blv$                       ②  $B^2lv$                       ③  $Blv^2$   
 ④  $-Blv$                       ⑤  $-B^2lv$                       ⑥  $-Blv^2$                       ⑦ 0

$\boxed{20}$  の解答群

- ①  $Bv$                           ②  $Blv$                           ③  $\frac{Blv}{R}$   
 ④  $\frac{B^2l^2v}{R}$                       ⑤  $\frac{B^2l^2v^2}{R}$                       ⑥ 0

問5 金属棒が bc, ef の部分に移動してきたとき、前と同じ一定の速さ  $v$  [m/s] を保って金属棒を動かす続けるためには、どれだけの力  $F'$  [N] で糸を引けばよいか。  $F' = \boxed{21}$  [N]

- ①  $Bv$                           ②  $Blv$                           ③  $\frac{Blv}{R}$   
 ④  $\frac{B^2l^2v}{R}$                       ⑤  $\frac{B^2l^2v^2}{R}$                       ⑥ 0

【8】1991年度 追試験 物理 第3問

図4に示すように、紙面に垂直に裏から表へ向かう鉛直方向の一様な磁界(磁束密度の大きさ  $B$ )の中に、長方形の回路  $P_1P_2Q_2Q_1$  が水平面(紙面)内に固定されている。 $P_1P_2$  と  $Q_1Q_2$  は長さが  $a$  の直線状導体で、その間隔は  $b$  である。 $P_1$  と  $Q_1$  の間に抵抗  $R$  (抵抗値  $R$ ) が、 $P_2$  と  $Q_2$  の間に抵抗  $r$  (抵抗値  $r$ ) がそれぞれ接続されている。さらに、 $P_1P_2$  と  $Q_1Q_2$  に垂直に金属棒を渡して置いた。これらの接点をそれぞれ  $S$  と  $T$  とする。

金属棒と2本の直線状導体の抵抗、 $S$  と  $T$  での接触抵抗、および回路を流れる電流自身による電磁誘導は無視できるものとする。以下の問い(問1～5)の答えを、それぞれの解答群のうちから一つずつ選べ。

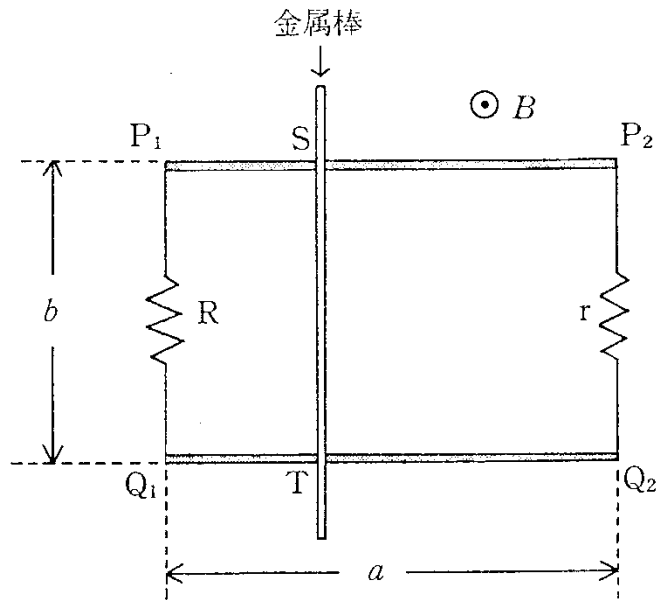


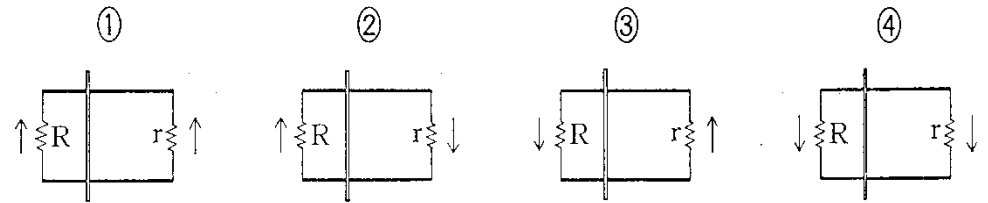
図 4

A 磁束密度の大きさ  $B$  は、時間によらず一定とする。この磁界内で金属棒を、 $P_1P_2$  に垂直に保ったまま、**左から右へ**( $P_1P_2$  と平行な方向に)一定の速さ  $v$  で、なめらかに滑らせた。

問1 磁界内における金属棒の運動によって生じる  $ST$  間の誘導起電力の大きさ  $V$  はいくらか。

- ①  $Bva$       ②  $Bva^2$       ③  $\frac{Bv}{a}$       ④  $Bvab$   
 ⑤  $Bvb$       ⑥  $Bvb^2$       ⑦  $\frac{Bv}{b}$       ⑧  $\frac{Bv}{ab}$

問2 抵抗  $R$  と抵抗  $r$  には、電流はどの向きに流れるか。次の図①～④のうちから正しいものを選べ。ただし、図中の矢印は電流の向きを示す。



問3 金属棒の ST 間に流れる電流の大きさ  $I$  はいくらか。金属棒の ST 間の誘導起電力の大きさ  $V$  を用いて表せ。ただし、 $R < r$  とする。

- ①  $\frac{V}{R}$       ②  $\frac{V}{r}$       ③  $\frac{V}{R+r}$   
 ④  $\frac{V}{R-r}$       ⑤  $\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R}\right)V$       ⑥  $\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)V$

B 次に、 $P_1Q_1$  と  $P_2Q_2$  から等距離の位置に金属棒を固定し、磁束密度の大きさ  $B$  を時間  $t$  について  $B = kt$  ( $k$  は正の定数) となるように変化させた。

問4 回路  $P_1STQ_1$  全体に生じる誘導起電力の大きさはいくらか。

- ①  $\frac{abk}{2}$       ②  $\frac{ak}{2b}$       ③  $\frac{k}{2ab}$       ④  $\frac{k}{2ab}$   
 ⑤  $abk$       ⑥  $\frac{ak}{b}$       ⑦  $\frac{bk}{a}$       ⑧  $\frac{k}{ab}$

問5 抵抗  $R$  と抵抗  $r$  には、電流はどの向きに流れるか。次の図①～④のうちから正しいものを選び。ただし、図中の矢印は電流の向きを示す。

