

〔電場と電位〕

【1】2003年度 本試験 物理IB 第5問 A

A 図1のように、 x 軸上の原点に電気量 Q の正の点電荷を、また、 $x=d$ の位置に電気量 $\frac{Q}{4}$ の正の点電荷を固定した。

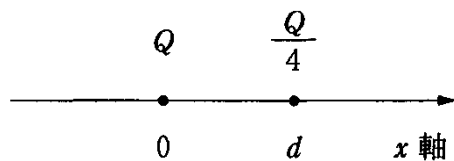
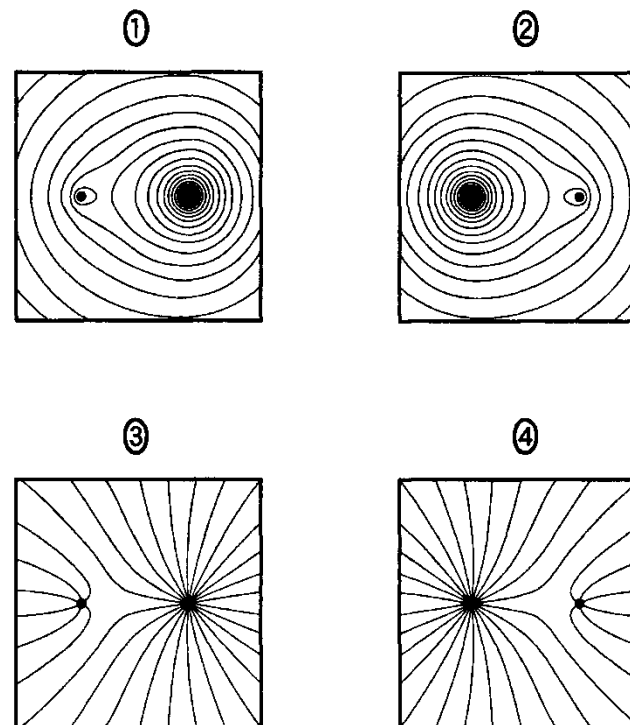


図 1

問1 図1の x 軸を含む平面内の等電位線はどのようなになるか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、図中の左の黒丸は電気量 Q の点電荷の位置を示し、右の黒丸は電気量 $\frac{Q}{4}$ の点電荷の位置を示す。



問2 x 軸上で、電気量 Q と $\frac{Q}{4}$ の二つの点電荷の間のある位置 $x=d'$ に

第3の点電荷を置いたところ、この電荷にはたらく静電気力の合力は0となった。このとき、第3の点電荷の位置 d' はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

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

④ $\frac{2}{3}d$ ⑤ $\frac{3}{4}d$

問3 問2で第3の点電荷の電気量をある値にすると、 $x=0$ にある電気量 Q の点電荷にはたらく静電気力の合力は0になる。このとき、

$x=d$ にある電気量 $\frac{Q}{4}$ の点電荷にはたらく静電気力の合力はどうなるか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 合力は0になる。
- ② x 軸の正の向きにはたらく。
- ③ x 軸の負の向きにはたらく。
- ④ x 軸に垂直な方向にはたらく。
- ⑤ 問題の条件からだけではわからない。

【2】2005年度 追試験 物理IB 第5問 A

A 図1のような半径 a の金属の長い円柱があり、その表面上に一様に正電荷を与える。この円柱表面の外側には単位面積あたりの電荷量に比例した本数の電気力線がえがける。

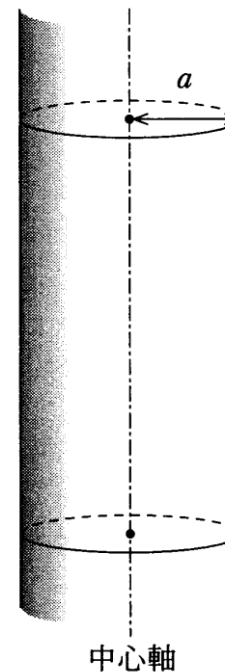
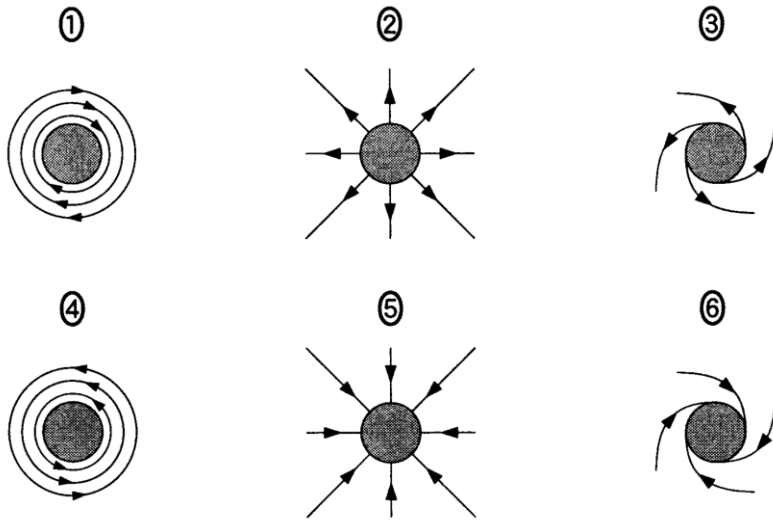


図 1

問1 この円柱の中心軸に垂直な面で切った断面を上から見たとき、電気

力線を表すものとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。



問2 円柱と共通の中心軸をもち、半径 r ($r > a$) の円筒面を考える。この円筒面の単位表面積を貫く電気力線の数から半径 r の円筒面における電界の強さを求める。電界の強さは r とどのような関係にあるか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① r に関係しない。
- ② r に比例する。
- ③ r に反比例する。
- ④ r^2 に比例する。
- ⑤ r^2 に反比例する。

問3 図2は円柱の中心軸に垂直な面で切った断面図である。点Aは中心

Oから半径 r_1 の円周上にあり、点B、Dは半径 r_2 の、点Cは半径 r_3 の同心円上にあり、AC間とAD間の距離はともに l である。また $a < r_1 < r_2 < r_3$ である。Aに負の微小電荷を置き、それをB、C、Dに向けて運ぶことを考える。AからBに運ぶのに必要な仕事を W_{AB} 、AからCに運ぶのに必要な仕事を W_{AC} 、AからDに運ぶのに必要な仕事を W_{AD} としたとき、それぞれの仕事の大きさの大小関係を示したものとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

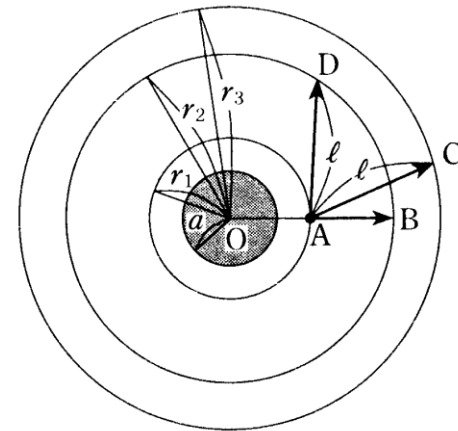


図 2

- ① $W_{AB} = W_{AD} < W_{AC}$
- ② $W_{AB} = W_{AD} > W_{AC}$
- ③ $W_{AB} < W_{AC} = W_{AD}$
- ④ $W_{AB} > W_{AC} = W_{AD}$
- ⑤ $W_{AB} < W_{AC} < W_{AD}$
- ⑥ $W_{AB} > W_{AC} > W_{AD}$

【3】2001年度 追試験 物理IB 第5問 A

A 図1のように、点Aに電気量 $+q$ ($q>0$)の点電荷を、点Bに $-q$ の点電荷を置く。2点A, Bから等距離で、 $\angle AOB=90^\circ$ となる点Oを原点にとり、図のように線分ABに平行に x 軸をとる。

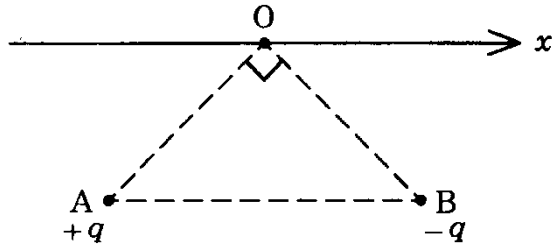
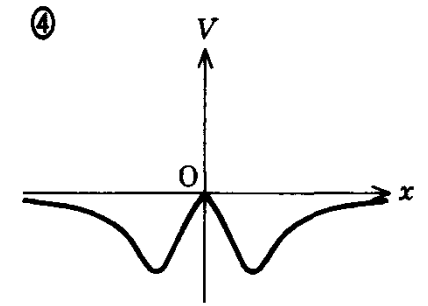
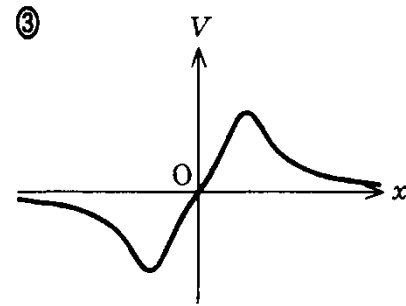
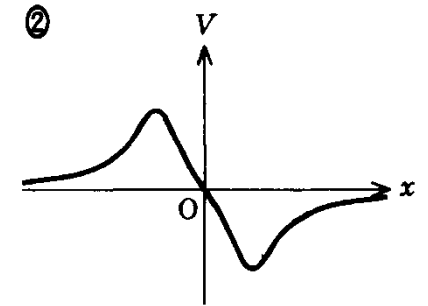
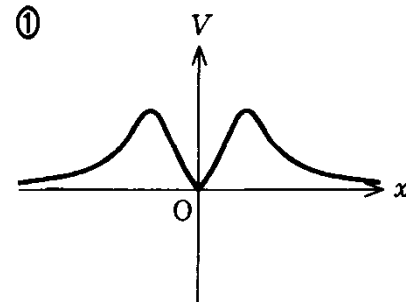
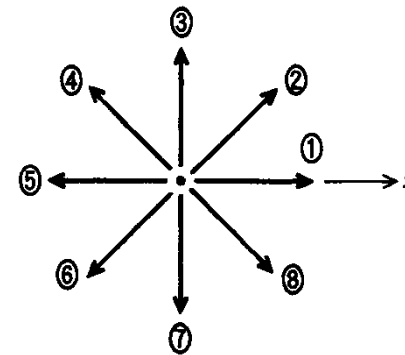


図 1

問1 x 軸上の電位 V を表すグラフとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。



問2 原点Oに生じる電界の向きとして正しいものを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。



【4】1999年度 本試験 物理IB 第5問 B

B 図1のように平面上に座標軸 x, y をとり, y 軸上の点 $y=a$ に正の電荷 Q を持つ小物体を置く。次に y 軸上の点 $y=-a$ に同じ正の電荷 Q を持つ第2の小物体を持って来る。クーロンの法則の比例定数を k とする。

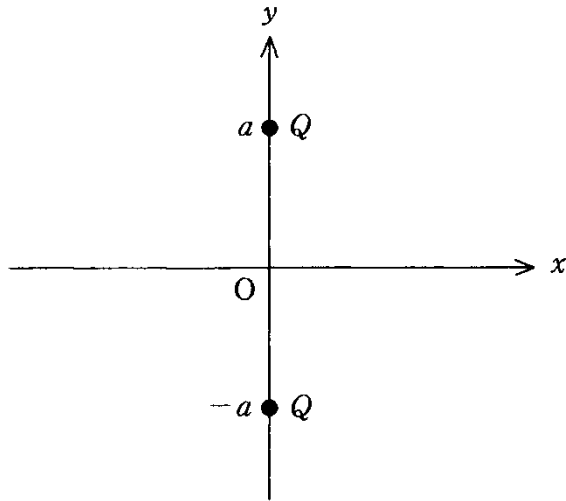
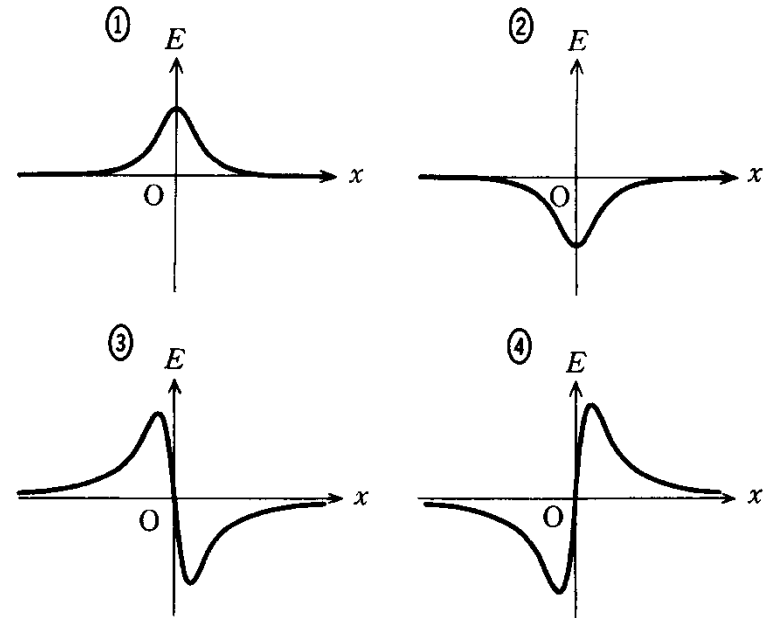


図 1

問4 第2の小物体を,十分に離れた位置から現在の位置 $y=-a$ まで持ってくるのに必要とした仕事はいくらか。正しいものを,次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{kQ^2}{a^2}$ ② $\frac{2kQ}{a}$ ③ $\frac{kQ^2}{a}$
 ④ $\frac{2kQ^2}{a}$ ⑤ $\frac{2kQ^2}{a^2}$ ⑥ $\frac{kQ^2}{2a}$

問5 これら二つの小物体の電荷は周囲に電界を作る。このとき, x 軸上の電界の向きは x 軸に平行である。 x 軸上の電界 E を表すグラフとして最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。ただし, x 軸の正の向きを電界の正の向きとする。



問6 x 軸上で負の側の十分遠方から、小さな正の電荷 q を持つ質量 m の粒子をある初速度で入射させる。粒子の初速度を大きくしていくと、ある初速度より大きくなったとき、粒子は x の正方向へ通り抜けた。そのときの粒子の初速度はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{1}{a} \sqrt{\frac{2kqQ}{m}}$ ② $\frac{1}{a} \sqrt{\frac{4kqQ}{m}}$ ③ $\frac{1}{a} \sqrt{\frac{8kqQ}{m}}$
 ④ $\sqrt{\frac{2kqQ}{ma}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{4kqQ}{ma}}$ ⑥ $\sqrt{\frac{8kqQ}{ma}}$

【5】1996年度 本試験 物理 第4問 A

A 図6のように、正の電気量 Q をもつ点電荷が原点に固定されている。図の3つの同心円は、原点を中心とする半径 $2R$, $3R$, および $4R$ の等電位面が原点を含む平面と交わってできる等電位線を表している。

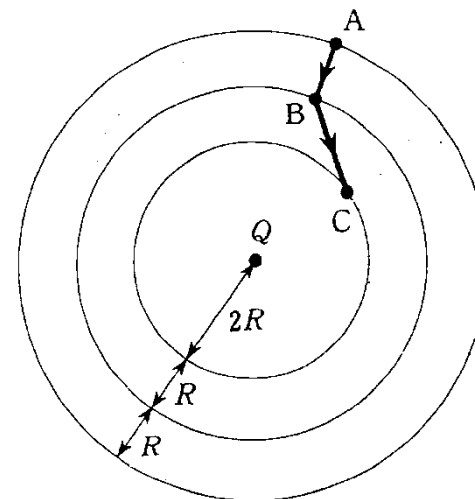


図 6

問1 電荷 Q からの距離が r の点における電界の強さを表す式はどれか。次の①～④のうちから正しいものを一つ選べ。ただし、 k_0 は定数である。

- ① $k_0 \frac{Q}{r}$ ② $k_0 \frac{Q}{r^2}$
 ③ $k_0 \frac{Q^2}{r}$ ④ $k_0 \frac{Q^2}{r^2}$

問2 図6の点Aに電荷 q を置き、この電荷に外力を加えて原点に向かって点Bまでゆっくり動かした。次に、同様に点Bから点Cまで直線に沿って動かした。区間AB, BCで外力がこの電荷にした仕事 W_{AB} , W_{BC} はそれぞれいくらか。□21□と□22□に入る正しい数値を、次の解答群のうちから一つずつ選べ。ただし、 k_0 は問1と同じ定数である。

$$W_{AB} = k_0 \frac{qQ}{R} \times \square 21 \square, \quad W_{BC} = k_0 \frac{qQ}{R} \times \square 22 \square$$

□21□, □22□の解答群

- ① $\frac{1}{24}$ ② $\frac{1}{12}$ ③ $\frac{1}{6}$ ④ $\frac{1}{3}$ ⑤ 1

問3 図7のように、内側の半径が $2R$ 、厚さが R の帯電していない金属球殻で正電荷 Q を完全に囲んだ。金属球殻の中心は原点に一致している。このとき、金属球殻の電荷分布はどうなるか。次の解答群のうちから正しいものを一つ選べ。

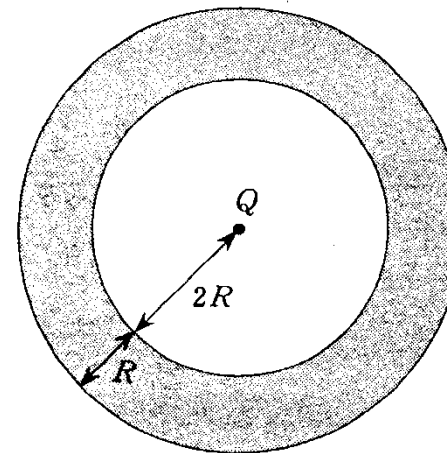
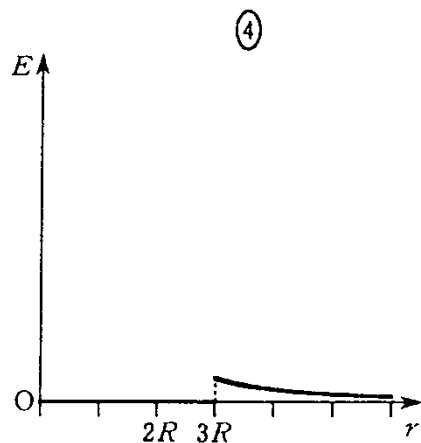
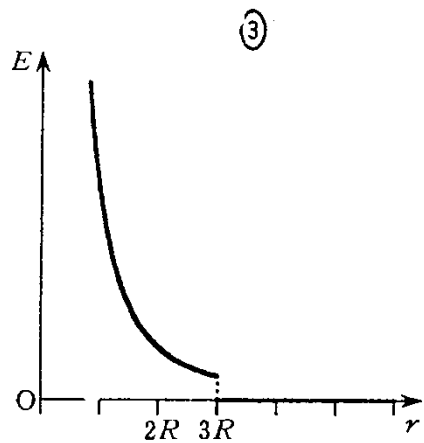
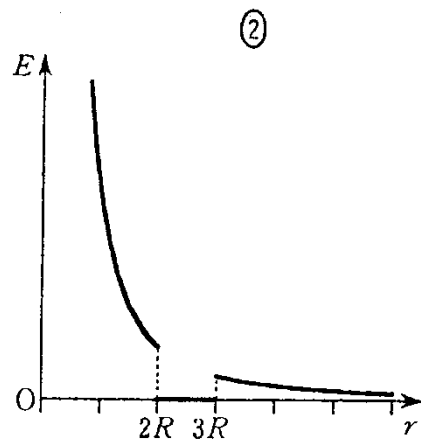
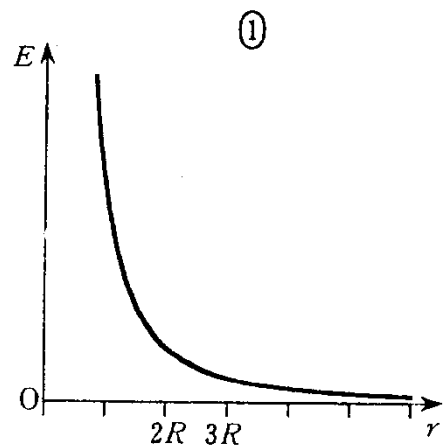


図 7

□23□の解答群

- ① 内側の表面に負電荷 $-Q$ が、外側の表面に正電荷 Q が一様に分布する。
 ② 内側の表面に正電荷 Q が、外側の表面に負電荷 $-Q$ が一様に分布する。
 ③ 球殻全体に負電荷 $-Q$ が一様に分布する。
 ④ 球殻全体に正電荷 Q が一様に分布する。
 ⑤ 球殻のどこにも電荷は分布しない。

問4 図7において、原点からの距離が r の点での電界の強さを E とする。 E と r と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。



【6】1991年度 本試験 物理 第4問

一様でわずかに電気を通す性質の紙(導体紙)を絶縁物の上に置いて、紙面に沿う電流を流し、そのとき紙面内に生じた電位分布のようすを調べる次の実験A、Bを行った。

どちらの実験においても紙の上に2個の電極をつけ、その間に電池をつないだ。紙面上の任意の2点間の電位差は、図5のように、電圧計に接続した2本の探針を紙に当てて測定した。この場合、電極は良導体なのでそれぞれの中では電位が一定であり、また、電池の内部抵抗や、探針による電界の乱れの影響は無視してよい。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。

A 図5のように、直線状の電極X、Yを、正方形の導体紙の辺に平行に、間隔を30cmにして、紙面の中心点Cから等距離の位置につけた。そして、これに起電力6.0Vの電池を接続した。

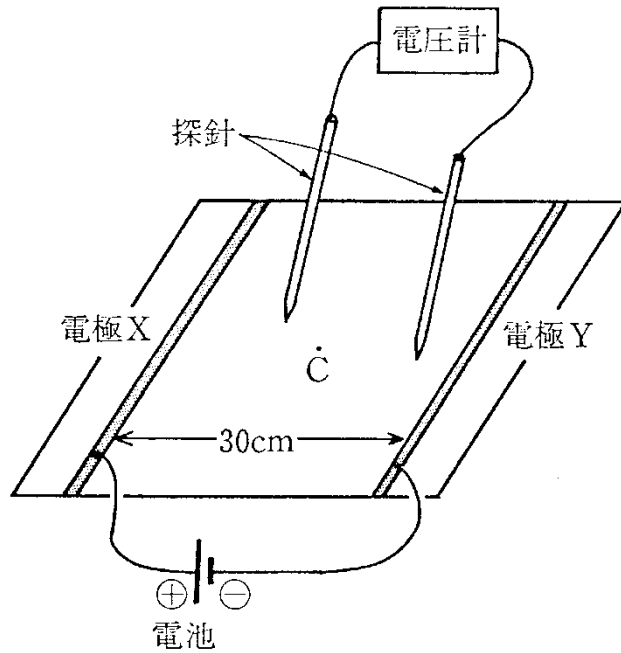
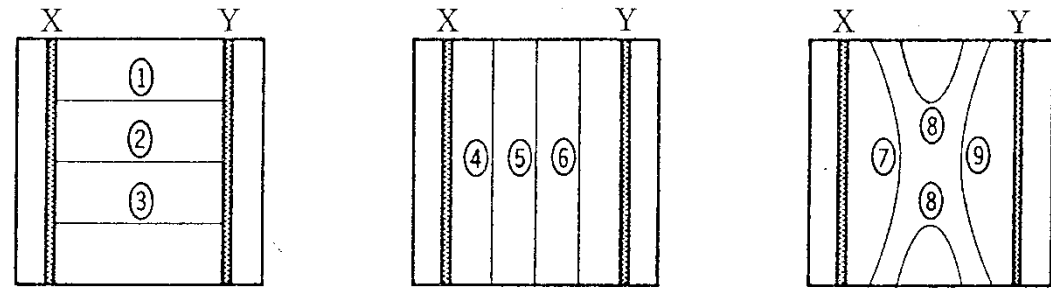


図 5

問1 電極 Y の電位をゼロとしたとき、4.5V の等電位線は、次の図に示された細い実線①～⑨のうちのどれか。



問2 導体紙の中心(図5のC)における電界の強さ E はいくらか。 $E = \square$

19 \square V/m

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 1.0×10 | ② 2.0×10 | ③ 3.0×10 |
| ④ 6.0×10 | ⑤ 1.0×10^2 | ⑥ 2.0×10^2 |
| ⑦ 3.0×10^2 | ⑧ 6.0×10^2 | |

B 次に、図6のように、導体紙に円板状の電極 X' 、 Y' をつけた。 X' 、 Y' の中心 a 、 b は、導体紙の中心 C を通って辺に平行な直線 FG 上で C から等距離の位置にある。両電極間に起電力 6.0V の電池を接続して、電位の等しい点の軌跡を 0.5V 間隔で測定したところ、図7の細い実線のような一群の等電位線を得た。

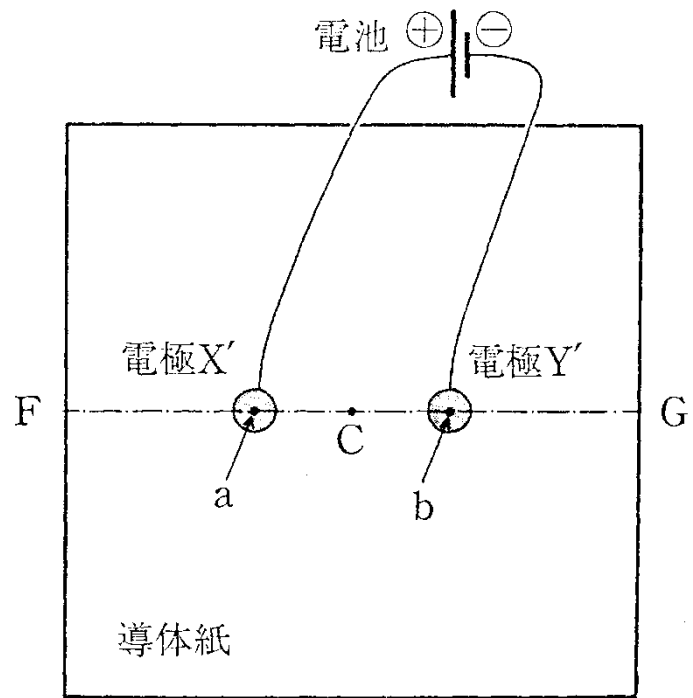


図 6

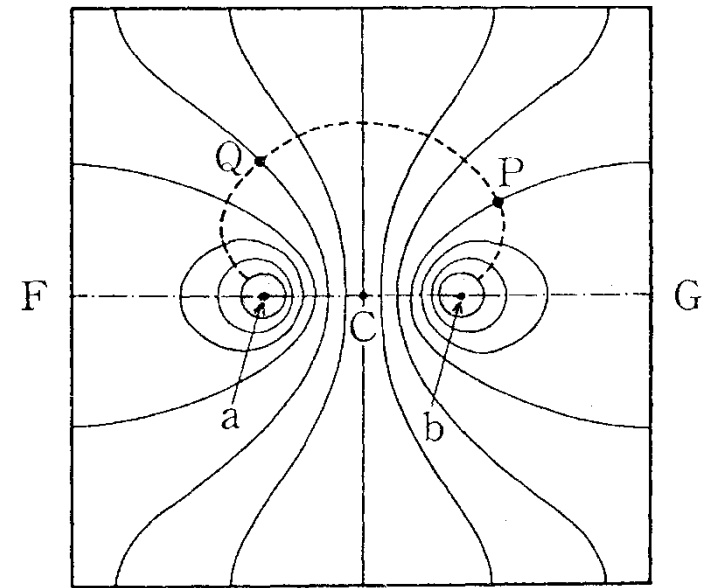
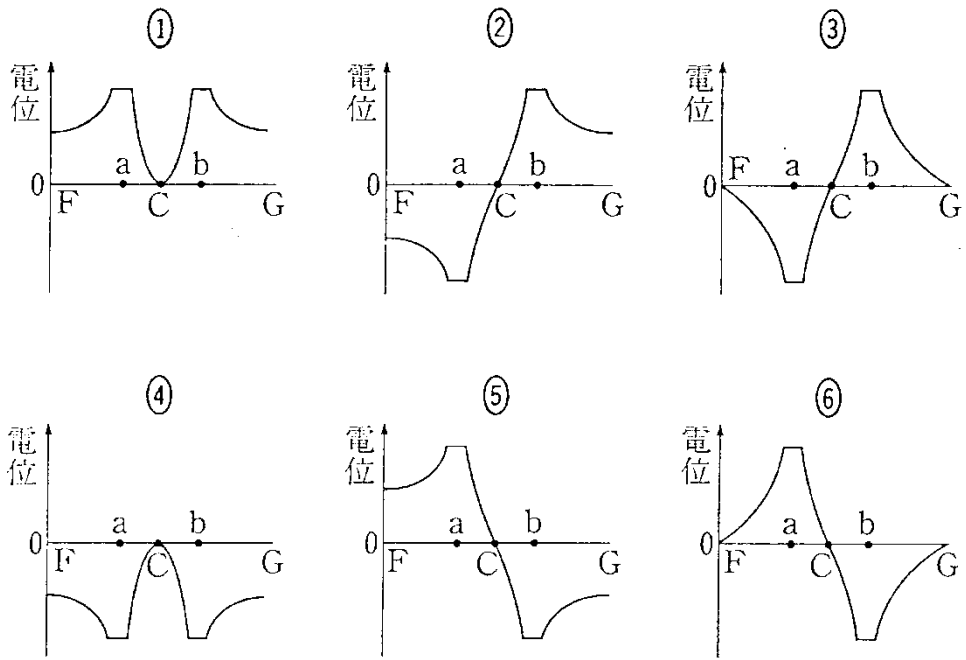


図 7

問3 電極の中心 a , b を通る直線(図7の FG)上での、電位の分布のおおよそのようすを表しているのは、次の図①~⑥のうちどれか。正しいものを選び。ただし、 C の電位をゼロとする。



問5 図7の電位と電界に関する次の記述①～⑤のうちから誤っているものを一つ選べ。

- ① 電位の異なる二つの等電位線は決して交わらない。
- ② 等電位線と電気力線は直交する。
- ③ 等電位線の間隔の広いところの電界は、狭いところより弱い。
- ④ 最も電界の強い場所はCである。
- ⑤ 円板状の電極X'の中心aでの電界はゼロである。

問4 図7の破線は、電極X', Y'間の電気力線の一例である。この電気力線に沿った電流として、負の電荷 $-8.0 \times 10^{-15} \text{ C}$ が図に示した点Pから点Qまで移動したとき、電界がこの電荷にした仕事Wはいくらか。W = J

- ① 1.0×10^{-15} ② 2.0×10^{-15} ③ 4.0×10^{-15}
- ④ 8.0×10^{-15} ⑤ 1.0×10^{-14} ⑥ 2.0×10^{-14}
- ⑦ 4.0×10^{-14} ⑧ 8.0×10^{-14}