

電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

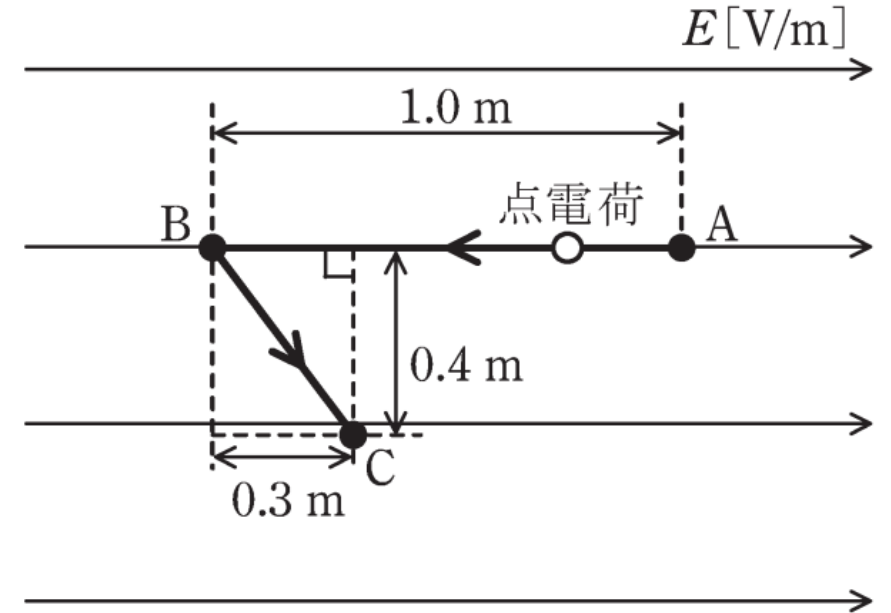
第19回 過去問解説
静電気(2)

2024.01.28 Sun

R02 問1

問1 図のように，紙面に平行な平面内の平等電界 E [V/m] 中で 2C の点電荷を点 A から点 B まで移動させ，さらに点 B から点 C まで移動させた。この移動に，外力による仕事 $W=14\text{J}$ を要した。点 A の電位に対する点 B の電位 V_{BA} [V] の値として，最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし，点電荷の移動はゆっくりであり，点電荷の移動によってこの平等電界は乱れないものとする。



(1) 5

(2) 7

(3) 10

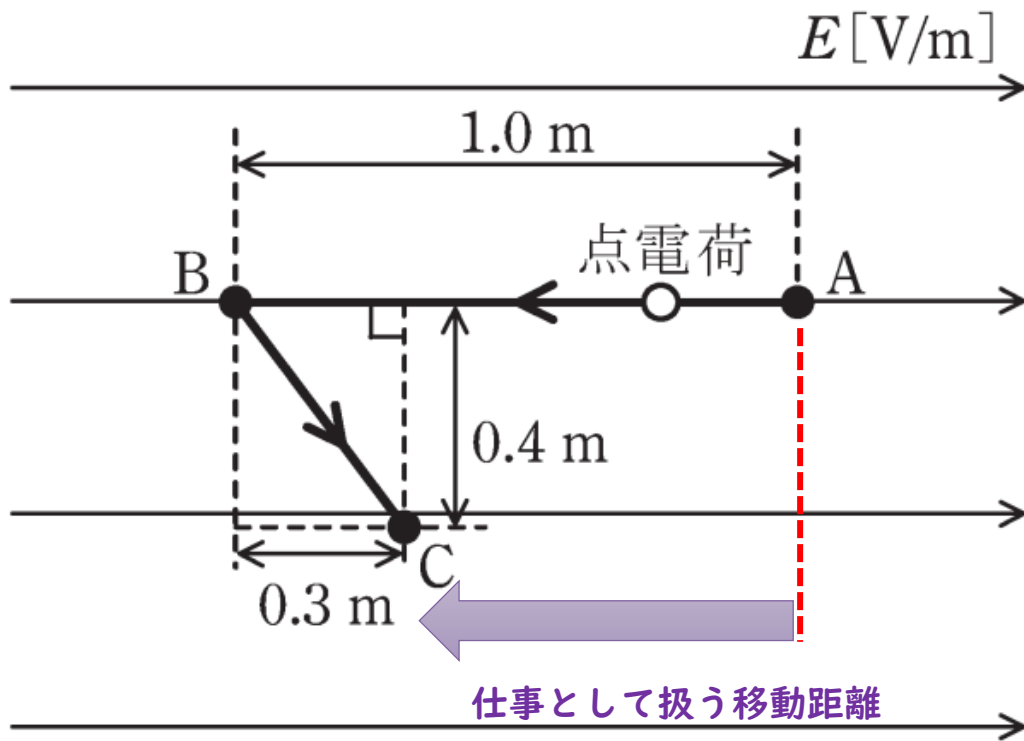
(4) 14

(5) 20

R02 問1

問1 図のように、紙面に平行な平面内の平等電界 $E[\text{V/m}]$ 中で 2C の点電荷を点 A から点 B まで移動させ、さらに点 B から点 C まで移動させた。この移動に、外力による仕事 $W=14\text{J}$ を要した。点 A の電位に対する点 B の電位 $V_{BA} [\text{V}]$ の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、点電荷の移動はゆっくりであり、点電荷の移動によってこの平等電界は乱れないものとする。



仕事から電界を求める

$$W = F \cdot \Delta x = qE \cdot \Delta x$$

$$E = \frac{W}{q\Delta x} = \frac{14}{2 \times (1.0 - 0.3)} = \frac{14}{1.4} = 10 \text{ V/m}$$

A-B間の電位差を求める

$$W = F \cdot \Delta x = qE \cdot \Delta x = qV$$

$$V = E \cdot \Delta x \rightarrow V_{AB} = E(x_B - x_A)$$

$$V_{AB} = 10 \times (1.0 - 0) = 10 \text{ V}$$

(1) 5

(2) 7

(3) 10

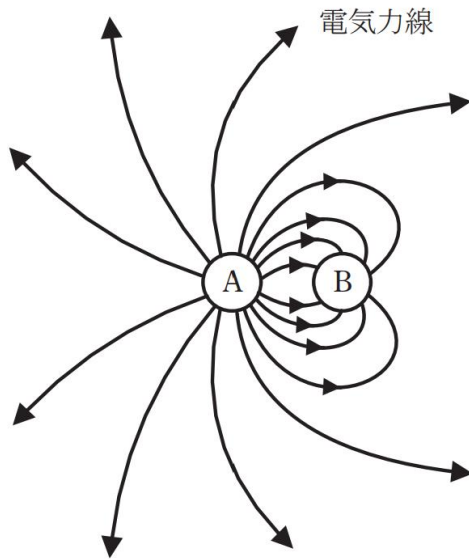
(4) 14

(5) 20

R04下 問1

問1 図に示すように、誘電率 ϵ_0 [F/m] の真空中に置かれた二つの静止導体球 A 及び B がある。電気量はそれぞれ Q_A [C] 及び Q_B [C] とし、図中にその周囲の電気力線が描かれている。

電気量 $Q_A = 16\epsilon_0$ [C] であるとき、電気量 Q_B [C] の値として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

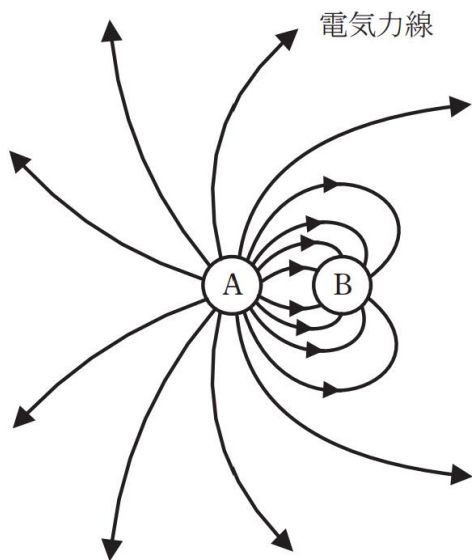


- (1) $16\epsilon_0$ (2) $8\epsilon_0$ (3) $-4\epsilon_0$ (4) $-8\epsilon_0$ (5) $-16\epsilon_0$

R04下 問1

問1 図に示すように、誘電率 ϵ_0 [F/m] の真空中に置かれた二つの静止導体球 A 及び B がある。電気量はそれぞれ Q_A [C] 及び Q_B [C] とし、図中にその周囲の電気力線が描かれている。

電気量 $Q_A = 16\epsilon_0$ [C] であるとき、電気量 Q_B [C] の値として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。



- (1) $16\epsilon_0$ (2) $8\epsilon_0$ (3) $-4\epsilon_0$ (4) $-8\epsilon_0$ (5) $-16\epsilon_0$

電気力線と電気量の関係

$$\frac{Q}{\epsilon} = (\text{電気力線の本数})$$

※この本数は割合として使うものであり、実際にこの本数の電気力線が発生しているわけではない

導体球Aの電気力線の本数は

$$Q_A = 16\epsilon_0 \rightarrow \frac{Q_A}{\epsilon_0} = 16 \text{ 本}$$

図を見ると、導体球Aから出る電気力線は16本
そのうち導体球Bに入る電気力線は8本

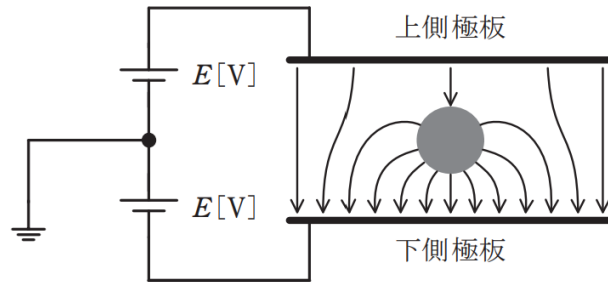
電気力線は導体球Aから導体球Bに向かうので、
導体球Bは（負の電荷）である

導体球Bの電気力線は8本なので、

$$\rightarrow \frac{Q_B}{\epsilon_0} = 8 \text{ 本} \rightarrow Q_B = 8\epsilon_0 \rightarrow Q_B = -8\epsilon_0$$

R04下 問2

問2 図のように、平行板コンデンサの上下極板に挟まれた空間の中心に、電荷 Q [C] を帯びた導体球を保持し、上側極板の電位が E [V]、下側極板の電位が $-E$ [V] となるように電圧源をつないだ。ただし、 $E > 0$ とする。同図に、二つの極板と導体球の間の電気力線の様子を示している。



このとき、電荷 Q [C] の符号と導体球の電位 U [V] について、正しい記述のものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

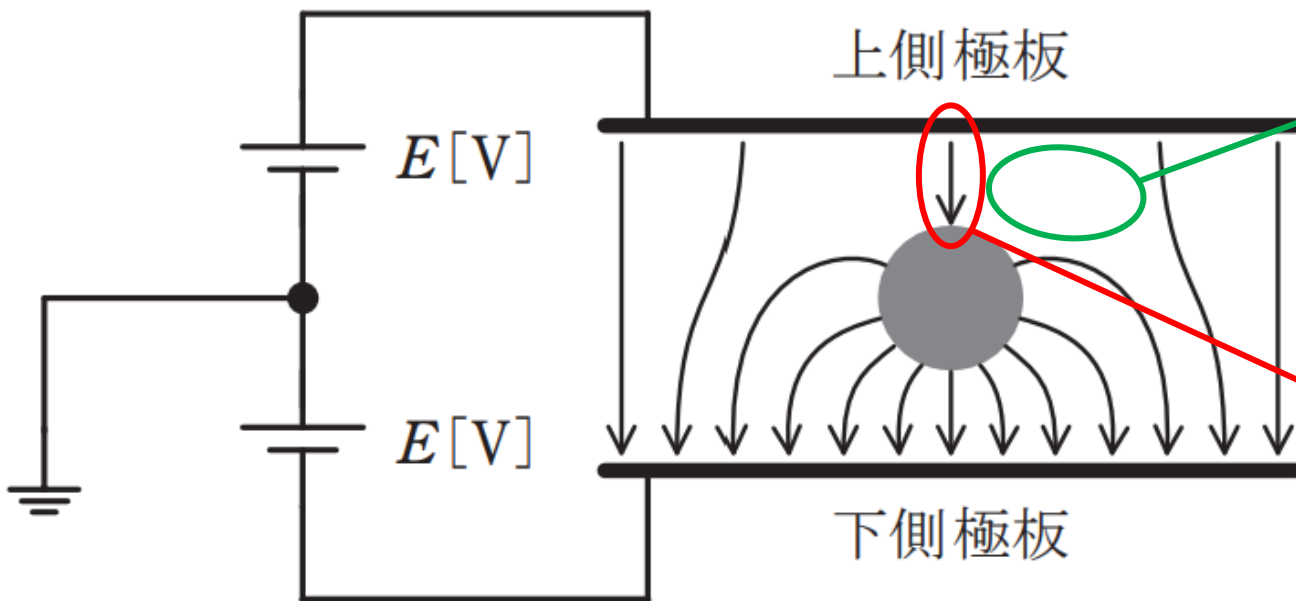
- (1) $Q > 0$ であり、 $0 < U < E$ である。
- (2) $Q > 0$ であり、 $U = E$ である。
- (3) $Q > 0$ であり、 $0 < E < U$ である。
- (4) $Q < 0$ であり、 $U < -E$ である。
- (5) $Q < 0$ であり、 $-E < U < 0$ である。

R04下 問2

問2 図のように、平行板コンデンサの上下極板に挟まれた空間の中心に、電荷 Q [C] を帯びた導体球を保持し、上側極板の電位が E [V]、下側極板の電位が $-E$ [V] となるように電圧源をつないだ。ただし、 $E > 0$ とする。同図に、二つの極板と導体球の間の電気力線の様子を示している。

このとき、電荷 Q [C] の符号と導体球の電位 U [V] について、正しい記述のものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $Q > 0$ であり、 $0 < U < E$ である。
- (2) $Q > 0$ であり、 $U = E$ である。
- (3) $Q > 0$ であり、 $0 < E < U$ である。
- (4) $Q < 0$ であり、 $U < -E$ である。
- (5) $Q < 0$ であり、 $-E < U < 0$ である。

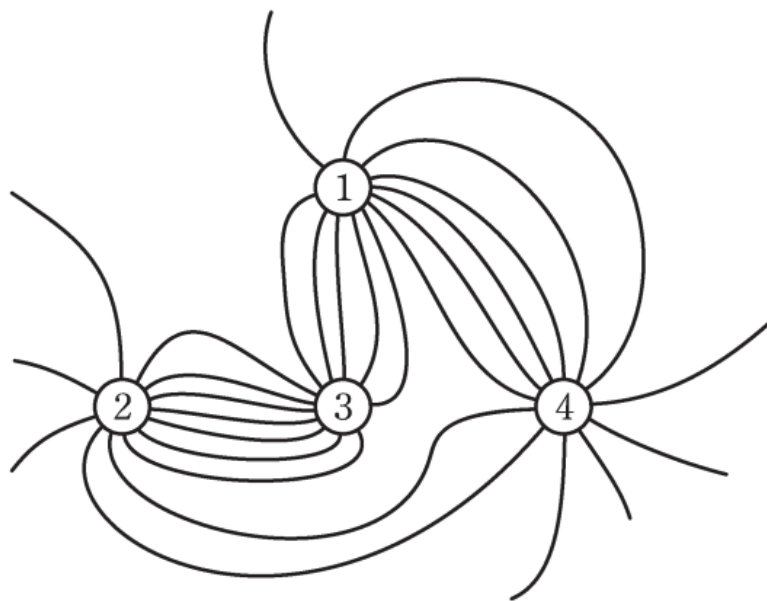


上側極板と導体球の間に電気力線がほとんどないので、上側極板と導体球は同極性
 $Q > 0$

電気力線は電位の高い方から低い方へむかうので、
 $0 < U < E$

R02 問2

問2 四本の十分に長い導体円柱①～④が互いに平行に保持されている。①～④は等しい直径を持ち、図の紙面を貫く方向に単位長さあたりの電気量 $+Q$ [C/m]又は $-Q$ [C/m]で均一に帯電している。ただし、 $Q > 0$ とし、①の帯電電荷は正電荷とする。円柱の中心軸と垂直な面内の電気力線の様子を図に示す。ただし、電気力線の向きは示していない。このとき、①～④が帯びている単位長さあたりの電気量の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



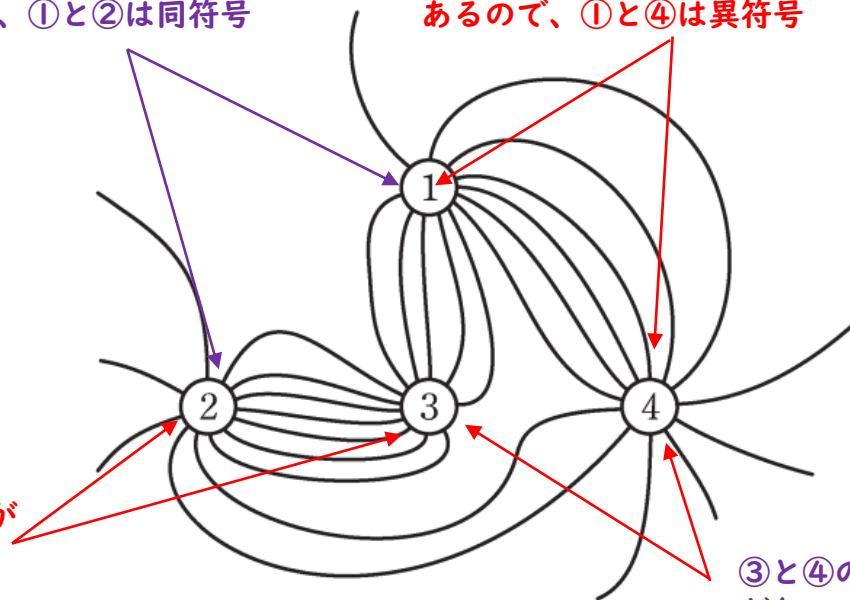
	①	②	③	④
(1)	$+Q$	$+Q$	$+Q$	$+Q$
(2)	$+Q$	$+Q$	$-Q$	$-Q$
(3)	$+Q$	$-Q$	$+Q$	$+Q$
(4)	$+Q$	$-Q$	$-Q$	$-Q$
(5)	$+Q$	$+Q$	$+Q$	$-Q$

R02 問2

問2 四本の十分に長い導体円柱①～④が互いに平行に保持されている。①～④は等しい直径を持ち、図の紙面を貫く方向に単位長さあたりの電気量 $+Q$ [C/m]又は $-Q$ [C/m]で均一に帯電している。ただし、 $Q > 0$ とし、①の帯電電荷は正電荷とする。円柱の中心軸と垂直な面内の電気力線の様子を図に示す。ただし、電気力線の向きは示していない。このとき、①～④が帯びている単位長さあたりの電気量の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

①と②の間で電気力線の出入りが
ないので、①と②は同符号

①と④の間で電気力線の出入りが
あるので、①と④は異符号



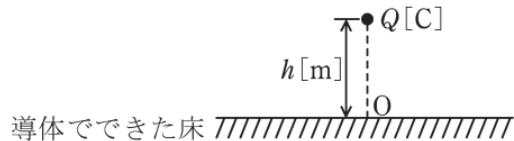
②と③の間で電気力線の出入りが
あるので、②と③は異符号

③と④の間で電気力線の出入り
がないので、③と④は同符号

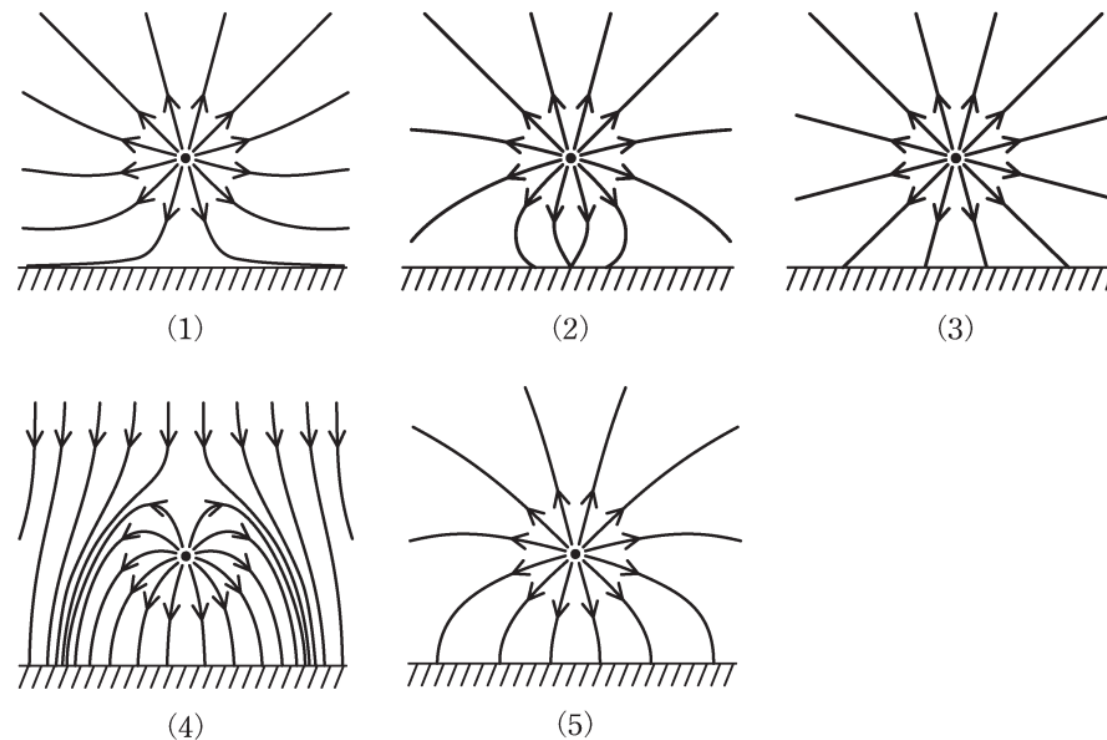
	①	②	③	④
(1)	$+Q$	$+Q$	$+Q$	$+Q$
(2)	$+Q$	$+Q$	$-Q$	$-Q$
(3)	$+Q$	$-Q$	$+Q$	$+Q$
(4)	$+Q$	$-Q$	$-Q$	$-Q$
(5)	$+Q$	$+Q$	$+Q$	$-Q$

R01 問15

問15 図のように、平らで十分大きい導体でできた床から高さ h [m] の位置に正の電気量 Q [C] をもつ点電荷がある。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし、点電荷から床に下ろした垂線の足を点 O 、床より上側の空間は真空とし、床の導体は接地されている。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

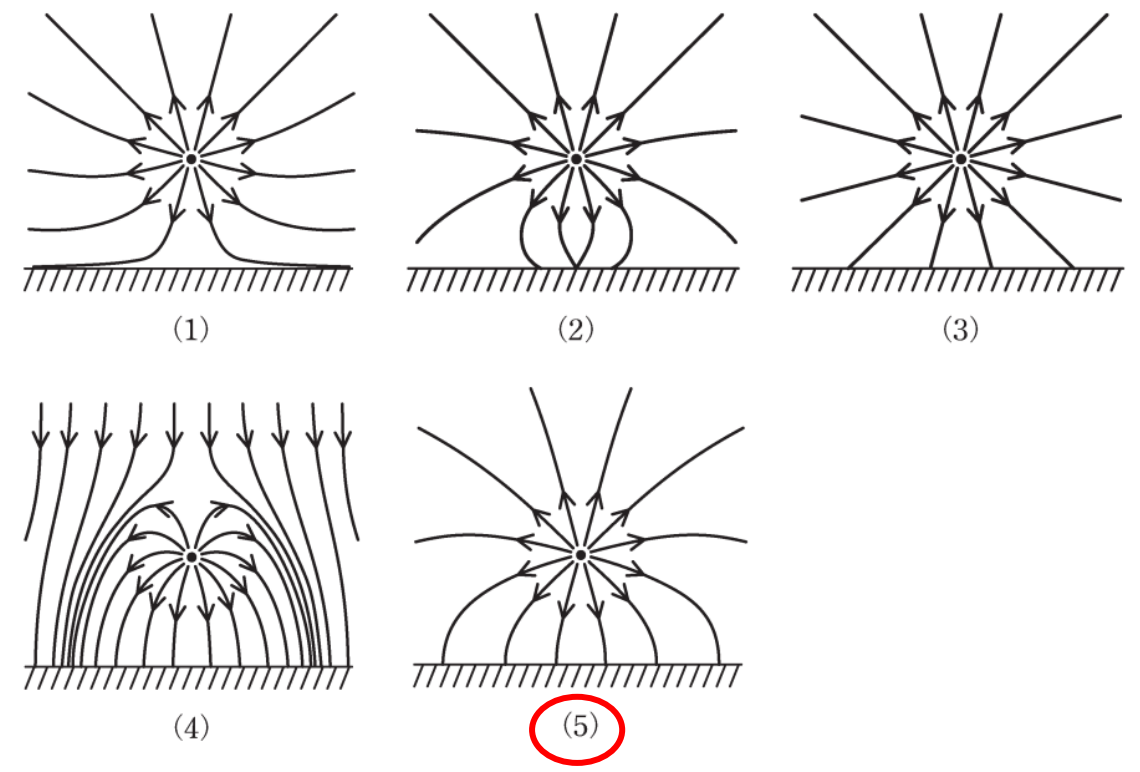
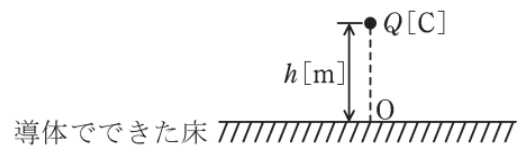


(a) 床より上側の電界は、点電荷のつくる電界と、床の表面に静電誘導によって現れた面電荷のつくる電界との和になる。床より上側の電気力線の様子として、適切なものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。



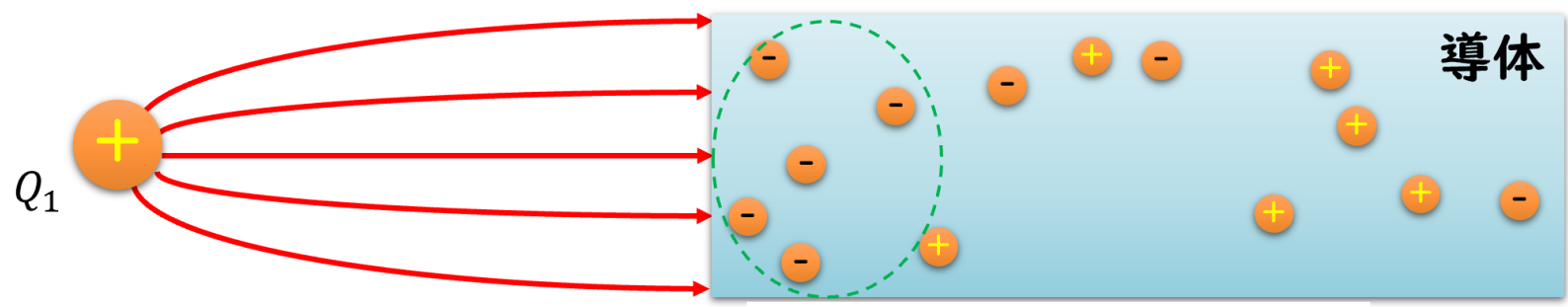
R01 問15

問15 図のように、平らで十分大きい導体でできた床から高さ h [m] の位置に正の電気量 Q [C] をもつ点電荷がある。次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし、点電荷から床に下ろした垂線の足を点 O 、床より上側の空間は真空とし、床の導体は接地されている。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。



(a) 床より上側の電界は、点電荷のつくる電界と、床の表面に静電誘導によって現れた面電荷のつくる電界との和になる。床より上側の電気力線の様子として、適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

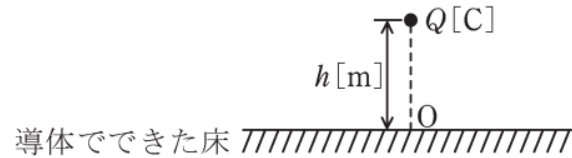
電気力線は導体に垂直に交わる $E = 0$ 導体内部の電界は0となる



電荷の偏りができる (静電誘導)

R01 問15

問15 図のように、平らで十分大きい導体でできた床から高さ h [m] の位置に正の電気量 Q [C] をもつ点電荷がある。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし、点電荷から床に下ろした垂線の足を点 O 、床より上側の空間は真空とし、床の導体は接地されている。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

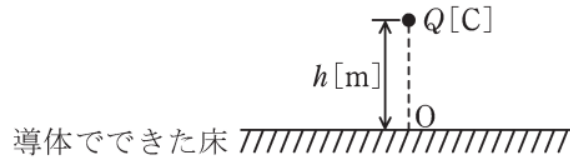


- (b) 点電荷は床表面に現れた面電荷から鉛直方向の静電吸引力 F [N] を受ける。その力は床のない状態で点 O に固定した電気量 $-\frac{Q}{4}$ [C] の点電荷から受ける静電力に等しい。 F [N] に逆らって、点電荷を高さ h [m] から z [m] (ただし $h < z$) まで鉛直方向に引き上げるのに必要な仕事 W [J] を表す式として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 z^2}$ (2) $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{z} \right)$ (3) $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{z} \right)$
 (4) $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 z^2}$ (5) $\frac{Q^2}{\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{h^2} - \frac{1}{z^2} \right)$

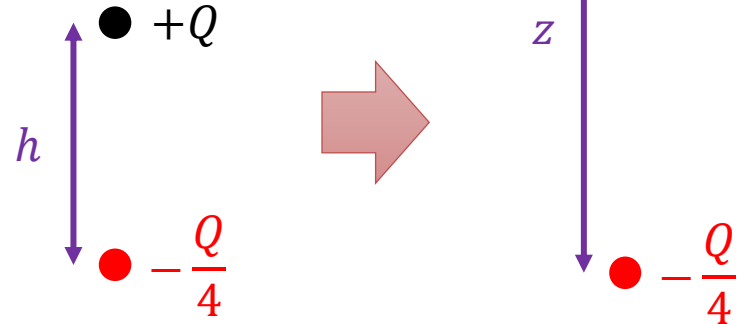
RO1 問15

問15 図のように、平らで十分大きい導体でできた床から高さ h [m] の位置に正の電気量 Q [C] をもつ点電荷がある。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし、点電荷から床に下ろした垂線の足を点 O 、床より上側の空間は真空とし、床の導体は接地されている。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。



(b) 点電荷は床表面に現れた面電荷から鉛直方向の静電吸引力 F [N] を受ける。その力は床のない状態で点 O に固定した電気量 $-\frac{Q}{4}$ [C] の点電荷から受ける静電力に等しい。 F [N] に逆らって、点電荷を高さ h [m] から z [m] (ただし $h < z$) まで鉛直方向に引き上げるのに必要な仕事 W [J] を表す式として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 z^2}$ (2) $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{z} \right)$ (3) $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{z} \right)$
 (4) $\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 z^2}$ (5) $\frac{Q^2}{\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{h^2} - \frac{1}{z^2} \right)$



$-Q/4$ C が作る電位を考える

$$V_h = -\frac{Q/4}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{1}{h}$$

$$V_z = -\frac{Q/4}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{1}{z}$$

2つの点の位置エネルギーの差は

$$\Delta U = Q \times V_h - Q \times V_z = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q}{4} \times \frac{1}{h} \times Q - \left(-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q}{4} \right) \times \frac{1}{z} \times Q$$

$$\Delta U = -\frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0} \times \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{z} \right)$$

仕事 = $-1 \times$ (位置エネルギーの差) なので

$$W = -\Delta U = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0} \times \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{z} \right)$$

ご聴講ありがとうございました
ございました!!