電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

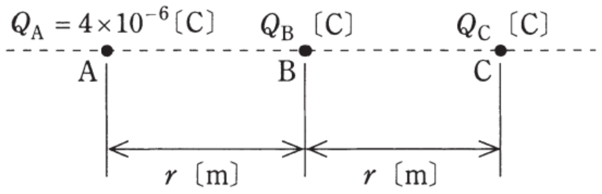
第16回　過去問解説
静電気（1）

2024.01.07 Sun

H25 問2

問２　図のように，真空中の直線上に間隔 r〔m〕を隔てて，点 A，B，C があり，各点に電気量 $Q_A = 4\times10^{-6}$〔C〕，Q_B〔C〕，Q_C〔C〕の点電荷を置いた。これら三つの点電荷に働く力がそれぞれ零になった。このとき，Q_B〔C〕及び Q_C〔C〕の値の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，真空の誘電率を ε_0〔F/m〕とする。

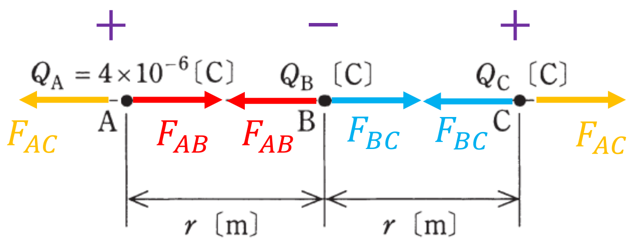


	Q_B	Q_C
(1)	1×10^{-6}	-4×10^{-6}
(2)	-2×10^{-6}	8×10^{-6}
(3)	-1×10^{-6}	4×10^{-6}
(4)	0	-1×10^{-6}
(5)	-4×10^{-6}	1×10^{-6}

H25 問2

問２　図のように，真空中の直線上に間隔 r〔m〕を隔てて，点 A，B，C があり，各点に電気量 $Q_A = 4\times10^{-6}$〔C〕，Q_B〔C〕，Q_C〔C〕の点電荷を置いた。これら三つの点電荷に働く力がそれぞれ零になった。このとき，Q_B〔C〕及び Q_C〔C〕の値の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，真空の誘電率を ε_0〔F/m〕とする。



	Q_B	Q_C
(1)	1×10^{-6}	-4×10^{-6}
(2)	-2×10^{-6}	8×10^{-6}
(3)	-1×10^{-6}	4×10^{-6}
(4)	0	-1×10^{-6}
(5)	-4×10^{-6}	1×10^{-6}

$$F_{AB} = F_{AC} \rightarrow \frac{Q_A Q_B}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{Q_A Q_C}{4\pi\varepsilon_0 (2r)^2} \rightarrow Q_B = \frac{Q_C}{4}$$

$$F_{AB} = F_{BC} \rightarrow \frac{Q_A Q_B}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{Q_B Q_C}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \rightarrow Q_A = Q_C$$

$$Q_A = Q_C \rightarrow Q_C = 4\times10^{-6}\ \mathrm{C}$$

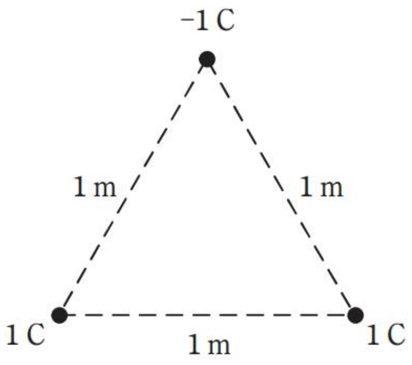
$$Q_B = \frac{Q_C}{4} \rightarrow Q_B = 1\times10^{-6}\ \mathrm{C}$$

力の釣合いよりQ_Bの極性は負、Q_Cの極性は正なので

$Q_B = -1\times10^{-6}\ \mathrm{C}$
$Q_C = +4\times10^{-6}\ \mathrm{C}$

R04 問2

問２　真空中において，図に示すように一辺の長さが１ｍの正三角形の各頂点に１Ｃ又は-１Ｃの点電荷がある。この場合，正の点電荷に働く力の大きさ F_1 [N]と，負の点電荷に働く力の大きさ F_2 [N]の比 F_2/F_1 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。

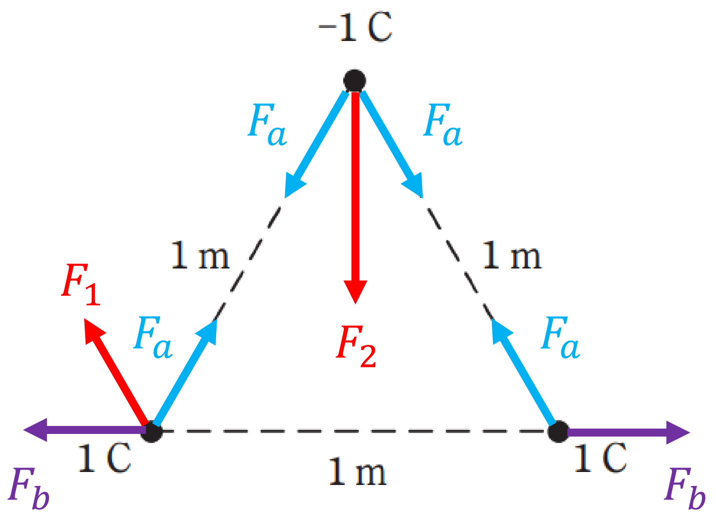


(1)　$\sqrt{2}$　　(2)　1.5　　(3)　$\sqrt{3}$　　(4)　2　　(5)　$\sqrt{5}$

R04 問2

問２　真空中において，図に示すように一辺の長さが１m の正三角形の各頂点に１C 又は-1 C の点電荷がある。この場合，正の点電荷に働く力の大きさ F_1 [N]と，負の点電荷に働く力の大きさ F_2 [N]の比 F_2/F_1 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。

(1)　$\sqrt{2}$　　(2)　1.5　　(3)　$\sqrt{3}$　　(4)　2　　(5)　$\sqrt{5}$



$$F_1 = F_a$$

$$F_2 = F_a \cos 30° + F_a \cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2} F_a + \frac{\sqrt{3}}{2} F_a = \sqrt{3} F_a$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\sqrt{3} F_a}{F_a} = \sqrt{3}$$

F_a：正と負の電荷間で働く力

F_b：正の電荷間で働く力

R04下 問17

問 17　大きさが等しい二つの導体球 A，B がある。両導体球に電荷が蓄えられている場合，両導体球の間に働く力は，導体球に蓄えられている電荷の積に比例し，導体球間の距離の 2 乗に反比例する。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

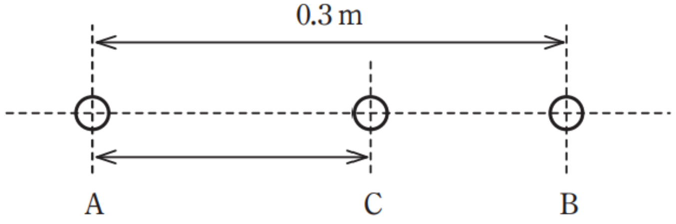
ただし，両導体球の大きさは 0.3 m に比べて極めて小さいものとする。

(a) この場合の比例定数を求める目的で，導体球 A に $+2\times10^{-8}$ C，導体球 B に $+3\times10^{-8}$ C の電荷を与えて，導体球の中心間距離で 0.3 m 隔てて両導体球を置いたところ，両導体球間に 6×10^{-5} N の反発力が働いた。この結果から求められる比例定数 [$\mathrm{N\cdot m^2/C^2}$] 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，導体球 A，B の初期電荷は零とする。

(1) 3×10^{9}　(2) 6×10^{9}　(3) 8×10^{9}　(4) 9×10^{9}　(5) 15×10^{9}

(b) 小問 (a) の導体球 A，B を，電荷を保持したままで 0.3 m の距離を隔てて固定した。ここで，導体球 A，B と大きさが等しく電荷を持たない導体球 C を用意し，導体球 C をまず導体球 A に接触させ，次に導体球 B に接触させた。この導体球 C を図のように導体球 A と導体球 B の間の直線上に置くとき，導体球 C が受ける力が釣り合う位置を導体球 A との中心間距離 [m] で表したとき，その距離に最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。



(1) 0.095　(2) 0.105　(3) 0.115　(4) 0.124　(5) 0.135

R04下 問17

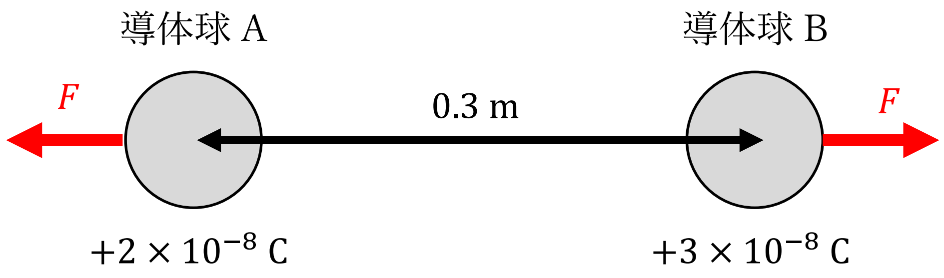
問 17　大きさが等しい二つの導体球 A，B がある。両導体球に電荷が蓄えられている場合，両導体球の間に働く力は，導体球に蓄えられている電荷の積に比例し，導体球間の距離の 2 乗に反比例する。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

ただし，両導体球の大きさは 0.3 m に比べて極めて小さいものとする。

(a) この場合の比例定数を求める目的で，導体球 A に $+2\times10^{-8}$ C，導体球 B に $+3\times10^{-8}$ C の電荷を与えて，導体球の中心間距離で 0.3 m 隔てて両導体球を置いたところ，両導体球間に 6×10^{-5} N の反発力が働いた。この結果から求められる比例定数 [N·m²/C²] 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，導体球 A，B の初期電荷は零とする。

(1) 3×10^{9}　(2) 6×10^{9}　(3) 8×10^{9}　(4) 9×10^{9}　(5) 15×10^{9}



クーロン力Fは

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow 6\times10^{-5} = k\frac{2\times10^{-8}\times3\times10^{-8}}{0.3^2}$$

$$k = 6\times10^{-5}\times\frac{0.3^2}{2\times10^{-8}\times3\times10^{-8}} = \frac{6\times0.3^2}{2\times3}\times10^{11}$$

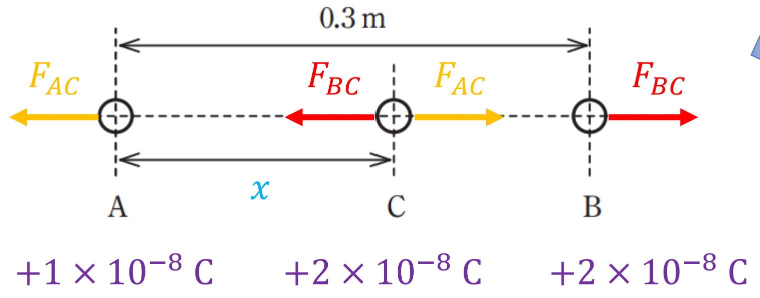
$$k = 9\times10^{9}\ \mathrm{N\cdot m^2/C^2}$$

R04下　問17

問 17　大きさが等しい二つの導体球 A，B がある。両導体球に電荷が蓄えられている場合，両導体球の間に働く力は，導体球に蓄えられている電荷の積に比例し，導体球間の距離の 2 乗に反比例する。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

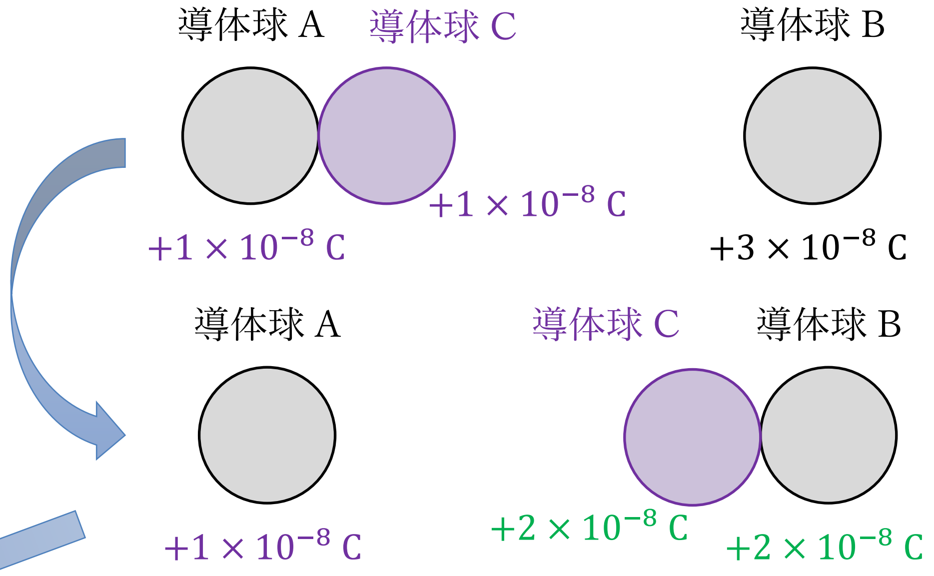
ただし，両導体球の大きさは 0.3 m に比べて極めて小さいものとする。

(b) 小問 (a) の導体球 A，B を，電荷を保持したままで 0.3 m の距離を隔てて固定した。ここで，導体球 A，B と大きさが等しく電荷を持たない導体球 C を用意し，導体球 C をまず導体球 A に接触させ，次に導体球 B に接触させた。この導体球 C を図のように導体球 A と導体球 B の間の直線上に置くとき，導体球 C が受ける力が釣り合う位置を導体球 A との中心間距離[m]で表したとき，その距離に最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。



(1) 0.095　(2) 0.105　(3) 0.115　(4) 0.124　(5) 0.135

導体球を接触させると、電気量は等分される



$$F_{AC}=F_{BC}\ \rightarrow\ k\frac{q_Aq_C}{x^2}=k\frac{q_Bq_C}{(0.3-x)^2}\ \rightarrow\ \frac{q_A}{x^2}=\frac{q_B}{(0.3-x)^2}$$

$$q_Bx^2=q_A(0.3-x)^2\ \rightarrow 2\times10^{-8}\times x=1\times10^{-8}\times\left(0.09-0.6x+x^2\right)$$

$$\rightarrow 2x^2=0.09-0.6x+x^2\ \rightarrow\ x^2+0.6x-0.09=0$$

$$x=\frac{-0.6\pm\sqrt{0.6^2+0.36}}{2}=\frac{-0.6\pm0.849}{2}=-0.724,+0.124$$

$$x=0.124\ \mathrm{m}$$

H30 問1

問１　次の文章は，帯電した導体球に関する記述である。

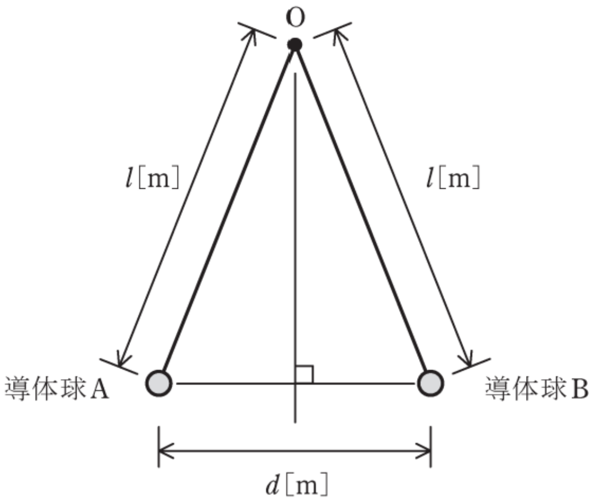
真空中で導体球 A 及び B が軽い絶縁体の糸で固定点 O からつり下げられている。真空の誘電率をε_0[F/m]，重力加速度を g[m/s²]とする。A 及び B は同じ大きさと質量 m[kg]をもつ。糸の長さは各導体球の中心点が点 O から距離 l[m]となる長さである。

まず，導体球 A 及び B にそれぞれ電荷 Q[C]，$3Q$[C]を与えて帯電させたところ，静電力による $\boxed{（ア）}$ が生じ，図のように A 及び B の中心点間が d[m]離れた状態で釣り合った。ただし，導体球の直径は d に比べて十分に小さいとする。このとき，個々の導体球において，静電力 $F = \boxed{（イ）}$ [N]，重力 mg [N]，糸の張力 T [N]，の三つの力が釣り合っている。三平方の定理より $F^2+(mg)^2=T^2$ が成り立ち，張力の方向を考えると $\frac{F}{T}$ は $\frac{d}{2l}$ に等しい。これらより T を消去し整理すると，d が満たす式として，

$$k\left(\frac{d}{2l}\right)^3=\sqrt{1-\left(\frac{d}{2l}\right)^2}$$

が導かれる。ただし，係数 $k = \boxed{（ウ）}$ である。

次に，A と B とを一旦接触させたところ AB 間で電荷が移動し，同電位となった。そして A と B とが力の釣合いの位置に戻った。接触前に比べ，距離 d は $\boxed{（エ）}$ した。



上記の記述中の空白箇所（ア），（イ），（ウ）及び（エ）に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
(1)	反発力	$\frac{3Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\frac{16\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{3Q^2}$	増加
(2)	吸引力	$\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\frac{4\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{Q^2}$	増加
(3)	反発力	$\frac{3Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\frac{4\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{Q^2}$	増加
(4)	反発力	$\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\frac{16\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{3Q^2}$	減少
(5)	吸引力	$\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\frac{4\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{Q^2}$	減少

H30 問1

問1　次の文章は，帯電した導体球に関する記述である。

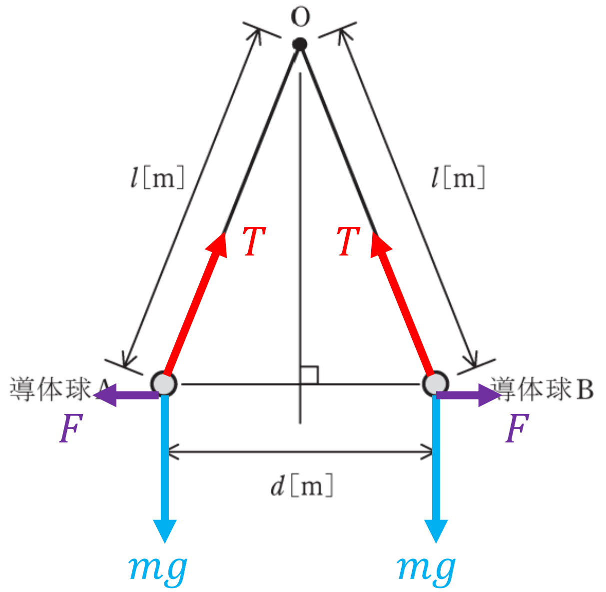
真空中で導体球A及びBが軽い絶縁体の糸で固定点Oからつり下げられている。真空の誘電率をε_0[F/m]，重力加速度をg[m/s^2]とする。A及びBは同じ大きさと質量m[kg]をもつ。糸の長さは各導体球の中心点が点Oから距離l[m]となる長さである。

まず，導体球A及びBにそれぞれ電荷Q[C]，$3Q$[C]を与えて帯電させたところ，静電力による **反発力** が生じ，図のようにA及びBの中心点間がd[m]離れた状態で釣り合った。ただし，導体球の直径はdに比べて十分に小さいとする。このとき，個々の導体球において，静電力$F=\dfrac{3Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$[N]，重力$mg$[N]，糸の張力$T$[N]，の三つの力が釣り合っている。三平方の定理より$F^2+(mg)^2=T^2$が成り立ち，張力の方向を考えると$\dfrac{F}{T}$は$\dfrac{d}{2l}$に等しい。これらよりTを消去し整理すると，dが満たす式として，

$$k\left(\frac{d}{2l}\right)^3=\sqrt{1-\left(\frac{d}{2l}\right)^2}$$

が導かれる。ただし，係数$k=\dfrac{16\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{3Q^2}$である。

次に，AとBとを一旦接触させたところAB間で電荷が移動し，同電位となった。そしてAとBとが力の釣合いの位置に戻った。接触前に比べ，距離dは **増加** した。



$$F=\frac{3Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$$

$$T^2=(mg)^2+F^2\ \rightarrow 1=\frac{(mg)^2}{T^2}+\frac{F^2}{T^2}=\frac{(mg)^2}{T^2}+\left(\frac{d}{2l}\right)^2$$

$$\frac{(mg)^2}{T^2}=1-\left(\frac{d}{2l}\right)^2\ \rightarrow\ \frac{mg}{T}=\sqrt{1-\left(\frac{d}{2l}\right)^2}$$

$$\frac{mg}{T}=mg\times\frac{d}{2l}\times\frac{1}{F}=mg\times\frac{d}{2l}\times\frac{4\pi\varepsilon_0 d^2}{3Q^2}=mg\times\frac{4\pi\varepsilon_0}{3Q^2}\times\frac{d^3}{2l}\times\left(\frac{2l}{2l}\right)^2$$

$$\frac{mg}{T}=\frac{4\pi\varepsilon_0 mg}{3Q^2}\times 4l^2\times\left(\frac{d}{2l}\right)^3=k\left(\frac{d}{2l}\right)^3$$

$$\rightarrow k=\frac{16\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{3Q^2}$$

接触後はそれぞれの電荷の大きさは等しくなるので

導体球A：$2Q$　**導体球B：**$2Q$

$$F=\frac{4Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d'^2}=\frac{3Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}\ \rightarrow d'>d$$

H30 問1

問１　次の文章は，帯電した導体球に関する記述である。

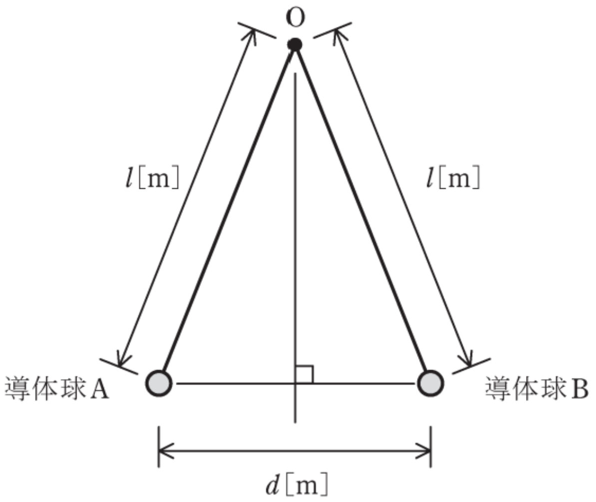
真空中で導体球 A 及び B が軽い絶縁体の糸で固定点 O からつり下げられている。真空の誘電率を ε_0 [F/m]，重力加速度を g [m/s²] とする。A 及び B は同じ大きさと質量 m [kg] をもつ。糸の長さは各導体球の中心点が点 O から距離 l [m] となる長さである。

まず，導体球 A 及び B にそれぞれ電荷 Q [C]，$3Q$ [C] を与えて帯電させたところ，静電力による [(ア) 反発力] が生じ，図のように A 及び B の中心点間が d [m] 離れた状態で釣り合った。ただし，導体球の直径は d に比べて十分に小さいとする。このとき，個々の導体球において，静電力 $F =$ [(イ) $\dfrac{3Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$] [N]，重力 mg [N]，糸の張力 T [N]，の三つの力が釣り合っている。三平方の定理より $F^2 + (mg)^2 = T^2$ が成り立ち，張力の方向を考えると $\dfrac{F}{T}$ は $\dfrac{d}{2l}$ に等しい。これらより T を消去し整理すると，d が満たす式として，

$$k\left(\frac{d}{2l}\right)^3 = \sqrt{1-\left(\frac{d}{2l}\right)^2}$$

が導かれる。ただし，係数 $k =$ [(ウ) $\dfrac{16\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{3Q^2}$] である。

次に，A と B とを一旦接触させたところ AB 間で電荷が移動し，同電位となった。そして A と B とが力の釣合いの位置に戻った。接触前に比べ，距離 d は [(エ) 増加] した。



上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	反発力	$\dfrac{3Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\dfrac{16\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{3Q^2}$	増加
(2)	吸引力	$\dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\dfrac{4\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{Q^2}$	増加
(3)	反発力	$\dfrac{3Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\dfrac{4\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{Q^2}$	増加
(4)	反発力	$\dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\dfrac{16\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{3Q^2}$	減少
(5)	吸引力	$\dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}$	$\dfrac{4\pi\varepsilon_0 l^2 mg}{Q^2}$	減少

R01 問1

問１　図のように，真空中に点 P，点 A，点 B が直線上に配置されている。点 P は Q[C]の点電荷を置いた点とし，A–B 間に生じる電位差の絶対値を $|V_{AB}|$[V]とする。次の(a)～(d)の四つの実験を個別に行ったとき，$|V_{AB}|$[V]の値が最小となるものと最大となるものの実験の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

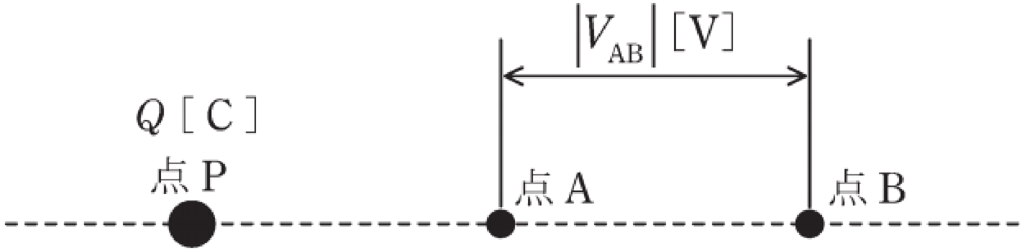
［実験内容］

(a) P–A 間の距離を 2 m，A–B 間の距離を 1 m とした。

(b) P–A 間の距離を 1 m，A–B 間の距離を 2 m とした。

(c) P–A 間の距離を 0.5 m，A–B 間の距離を 1 m とした。

(d) P–A 間の距離を 1 m，A–B 間の距離を 0.5 m とした。



(1) (a)と(b)　(2) (a)と(c)　(3) (a)と(d)　(4) (b)と(c)　(5) (c)と(d)

R01 問1

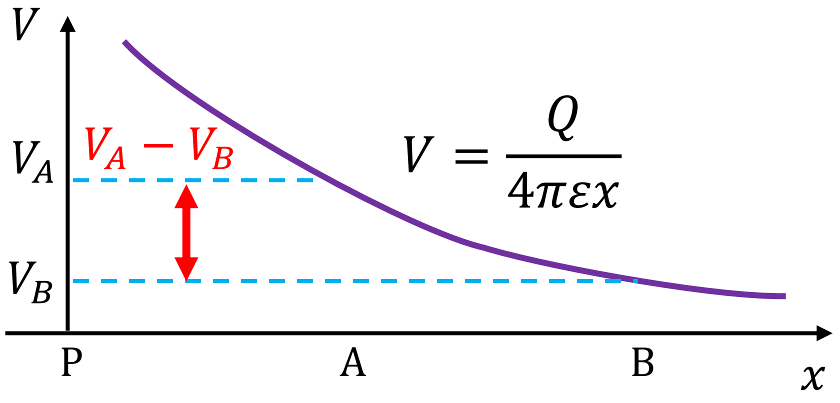
［実験内容］

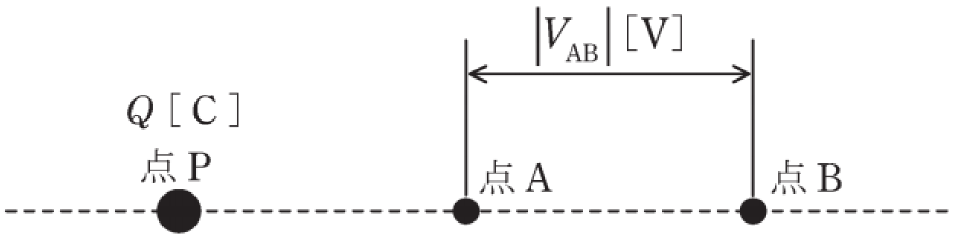
(a) P–A 間の距離を 2 m，A–B 間の距離を 1 m とした。

(b) P–A 間の距離を 1 m，A–B 間の距離を 2 m とした。

(c) P–A 間の距離を 0.5 m，A–B 間の距離を 1 m とした。

(d) P–A 間の距離を 1 m，A–B 間の距離を 0.5 m とした。





$$V_{AB}=V_A-V_B=\frac{Q}{4\pi\varepsilon x_A}-\frac{Q}{4\pi\varepsilon x_B}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{x_A}-\frac{1}{x_B}\right)$$

(a) P–A 間の距離を 2 m，A–B 間の距離を 1 m とした。

$$\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{x_A}-\frac{1}{x_B}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{2+1}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\times\frac{1}{6}$$

(b) P–A 間の距離を 1 m，A–B 間の距離を 2 m とした。

$$\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{x_A}-\frac{1}{x_B}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{1+2}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{3}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\times\frac{2}{3}$$

(c) P–A 間の距離を 0.5 m，A–B 間の距離を 1 m とした。

$$\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{x_A}-\frac{1}{x_B}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{0.5}-\frac{1}{1+0.5}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{0.5}-\frac{1}{1.5}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\times\frac{4}{3}$$

(d) P–A 間の距離を 1 m，A–B 間の距離を 0.5 m とした。

$$\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{x_A}-\frac{1}{x_B}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{1+0.5}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{1.5}\right)=\frac{Q}{4\pi\varepsilon}\times\frac{1}{3}$$

R01 問1

問１　図のように，真空中に点 P，点 A，点 B が直線上に配置されている。点 P は Q[C]の点電荷を置いた点とし，A–B 間に生じる電位差の絶対値を $|V_{AB}|$[V]とする。次の(a)～(d)の四つの実験を個別に行ったとき，$|V_{AB}|$[V]の値が最小となるものと最大となるものの実験の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

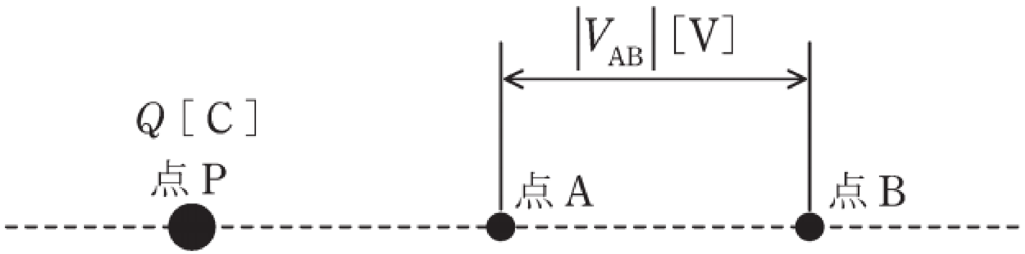
［実験内容］

(a) P–A 間の距離を 2 m，A–B 間の距離を 1 m とした。

(b) P–A 間の距離を 1 m，A–B 間の距離を 2 m とした。

(c) P–A 間の距離を 0.5 m，A–B 間の距離を 1 m とした。

(d) P–A 間の距離を 1 m，A–B 間の距離を 0.5 m とした。



(1) (a) と (b)　　(2) (a) と (c)　　(3) (a) と (d)　　(4) (b) と (c)　　(5) (c) と (d)

ご聴講ありがとうございました!!