

電験3種 過去問題

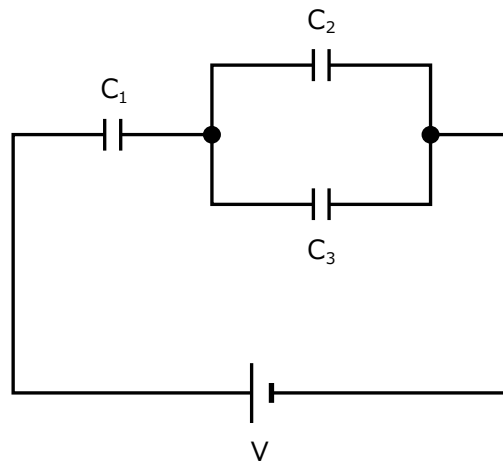


理論

5. 静電気&コンデンサ

H9.理論.問 1

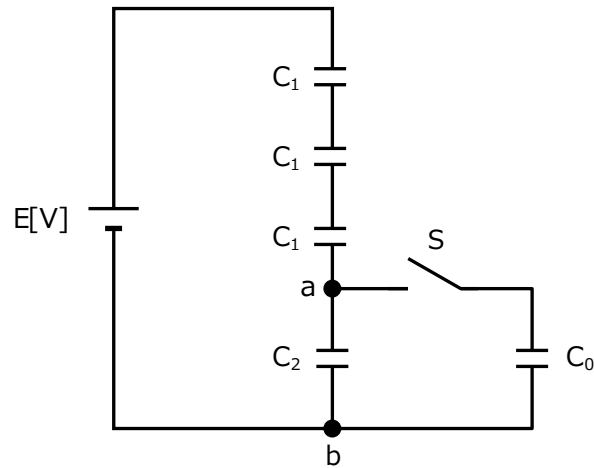
静電容量がそれぞれ C_1 [F]、 C_2 [F]及び C_3 [F]の3個のコンデンサを図のように接続し、直流電圧 V [V]を加えたとき、コンデンサ C_2 に蓄えられる電荷の値[C]として、正しいのは次のうちどれか。



- (1) $\frac{C_1(C_2+C_3)V}{C_1+C_2+C_3}$ (2) $\frac{C_2(C_1+C_3)V}{C_1+C_2+C_3}$ (3) $\frac{C_2C_3V}{C_1+C_2+C_3}$ (4) $\frac{C_1C_2V}{C_1+C_2+C_3}$
- (5) $\frac{C_1C_3V}{C_1+C_2+C_3}$

H11.理論.問 12

図の回路において、スイッチSを開いた状態では端子a、b間の電圧は、15[V]であった。スイッチSを閉じた状態における端子a、b間の電圧[V]の値として、正しいのは次のうちどれか。ただし、 $C_1=0.6[\mu\text{F}]$ 、 $C_2=1[\mu\text{F}]$ 、 $C_0=0.3[\mu\text{F}]$ とする。また、スイッチSを閉じる前の C_0 の電荷は零とする。

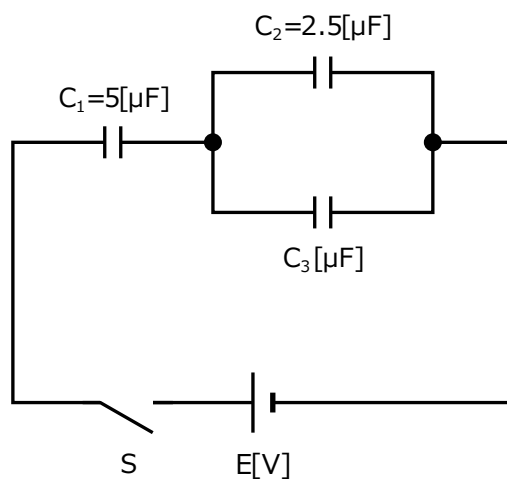


- (1) 8 (2) 9 (3) 10 (4) 11 (5) 12

H15.理論.問 1

図のように、静電容量 C_1 、 C_2 及び C_3 のコンデンサが接続されている回路がある。スイッチSが開いているとき、各コンデンサの電荷は、すべて零であった。スイッチSを閉じると、 $C_1=5[\mu\text{F}]$ のコンデンサには $3.5\times 10^{-4}[\text{C}]$ の電荷が、 $C_2=2.5[\mu\text{F}]$ のコンデンサには $0.5\times 10^{-4}[\text{C}]$ の電荷が充電された。

静電容量 $C_3[\mu\text{F}]$ の値として、正しいのは次のうちどれか。



- (1) 0.2 (2) 2.5 (3) 5 (4) 7.5 (5) 15

H10.理論.問 6

電圧 $V[V]$ に充電された静電容量 $C[F]$ のコンデンサと全く充電されていない静電容量 $\frac{1}{2}C[F]$ のコンデンサとがある。これら二つのコンデンサを並列に接続したとき、これらのコンデンサに蓄えられる全静電エネルギー $[J]$ の値として、正しいものは次のうちどれか。

- (1) $\frac{1}{9}CV^2$ (2) $\frac{1}{6}CV^2$ (3) $\frac{2}{9}CV^2$ (4) $\frac{1}{3}CV^2$ (5) $\frac{3}{8}CV^2$

H12.理論.問 3

静電容量 $2[\text{mF}]$ のコンデンサを充電し、その電荷をある抵抗を通してすべて放電させたところ、抵抗で消費されたエネルギーは $10[\text{J}]$ であった。放電を開始する直前、コンデンサに蓄えられていた電荷 $[\text{mC}]$ の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 100 (2) 124 (3) 141 (4) 173 (5) 200

H13.理論.問 8

静電容量がそれぞれ $20[\mu\text{F}]$ 及び $30[\mu\text{F}]$ の二つのコンデンサを図1のように直列に接続し、 $10[\text{V}]$ の直流電圧を加えて充電した。その後、これらのコンデンサを直流電源から切り離して、同じ極性の端子同士を図2のように接続した。このとき、二つのコンデンサの端子電圧 $E[\text{V}]$ の値として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、二つのコンデンサの初期電荷は零とする。



図1

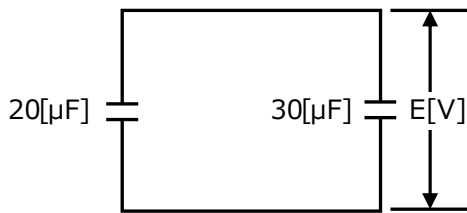
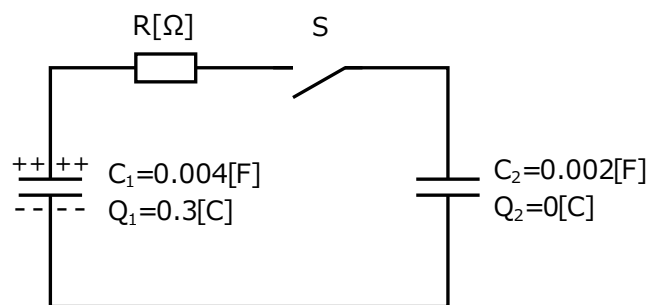


図2

- (1) 2.4 (2) 3.6 (3) 4.8 (4) 6.0 (5) 7.2

H14.理論.問9

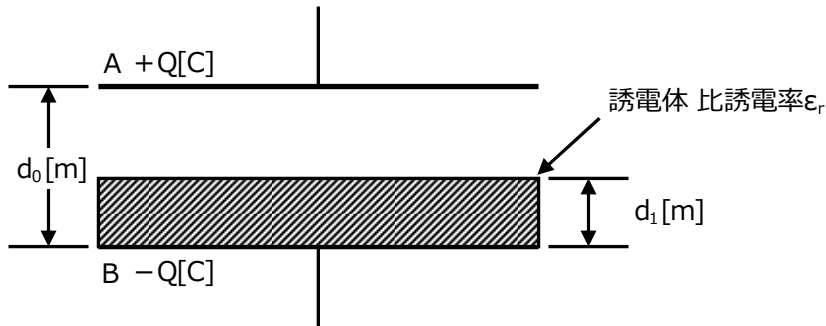
図の回路において、スイッチSが開いているとき、静電容量 $C_1=0.004[\text{F}]$ のコンデンサには電荷 $Q_1=0.3[\text{C}]$ が蓄積されており、静電容量 $C_2=0.002[\text{F}]$ のコンデンサの電荷は $Q_2=0[\text{C}]$ である。この状態でスイッチSを閉じて、それから時間が十分に経過して過渡現象が終了した。この間に抵抗 $R[\Omega]$ で消費された電気エネルギー $[\text{J}]$ の値として、正しいのは次のうちどれか。



- (1) 2.50 (2) 3.75 (3) 7.50 (4) 11.25 (5) 13.33

H17.理論.問 18

電極板の間隔が d_0 [m]、電極板面積が十分に広い平行板空気コンデンサがある。このコンデンサの電極板間にこれと同形、同面積の厚さ d_1 [m]、比誘電率 ϵ_r の誘電体を図のように挿入した。いま、このコンデンサの電極A、Bに $+Q$ [C]、 $-Q$ [C]の電荷を与えた。次の(a)及び(b)に答えよ。ただし、コンデンサの初期電荷は零とし、端効果は無視できるものとする。また、空気の比誘電率は1とする。



(a) 空げきの電界 E_1 [V/m]と誘電体中の電界 E_2 [V/m]の比 $\frac{E_1}{E_2}$ を表わす式として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) ϵ_r (2) $\frac{\epsilon_r d_1}{d_0 - d_1}$ (3) $\frac{\epsilon_r d_1^2}{(d_0 - d_1)^2}$ (4) $\frac{\epsilon(d_0 - d_1)}{d_1}$ (5) $\frac{\epsilon_r d_1}{d_0}$

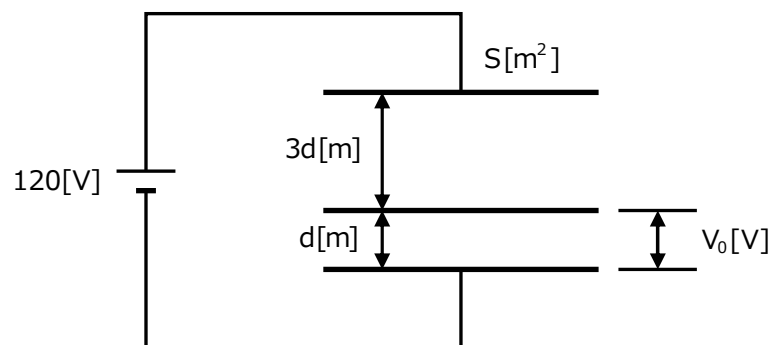
(b) 電極板の間隔 $d_0 = 1.0 \times 10^{-3}$ [m]、誘電体の厚さ $d_1 = 0.2 \times 10^{-3}$ [m]及び誘電体の比誘電率 $\epsilon_r = 5.0$ としたとき、空げきの電界 $E_1 = 7 \times 10^4$ [V/m]であった。コンデンサの充電電圧 V [V]の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) 100.8 (2) 70.0 (3) 67.2 (4) 58.8 (5) 56.7

H14.理論.問 1

図のように、面積 $S[\text{m}^2]$ の電極板からなる平行板コンデンサがある。この電極板と平行に同じ形の導体平板を図に示す間隔で入れ、このコンデンサの両端の電極に $120[\text{V}]$ の直流電圧を加えて充電した。このとき、図中の電圧 $V_0[\text{V}]$ の値として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、電極板間の誘電体の誘電率は同一とし、充電前の電極及び導体平板の初期電荷は零とする。また、電極板及び導体平板の厚さ並びにこれらの端効果は、無視できるものとする。

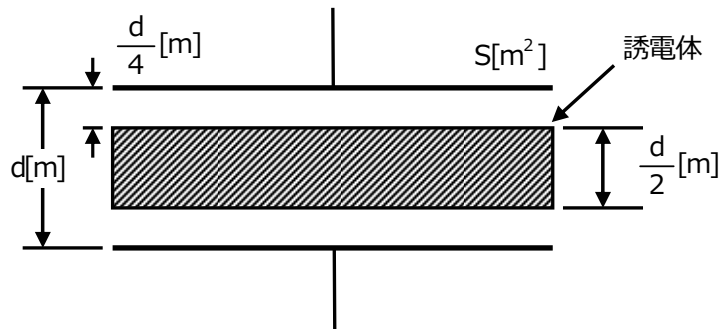


- (1) 0 (2) 30 (3) 60 (4) 90 (5) 120

H16.理論.問 1

真空中において、面積 $S[\text{m}^2]$ の電極板を間隔 $d[\text{m}]$ で配置した平行板コンデンサがある。この電極板と同じ形をした厚さ $\frac{d}{2}[\text{m}]$ 、比誘電率2の誘電体を図に示す間隔で平行に挿入した。このとき、誘電体を挿入する前と比較してコンデンサの静電容量 $[F]$ は何倍になるか。その倍率として最も近いのは次のうちどれか。

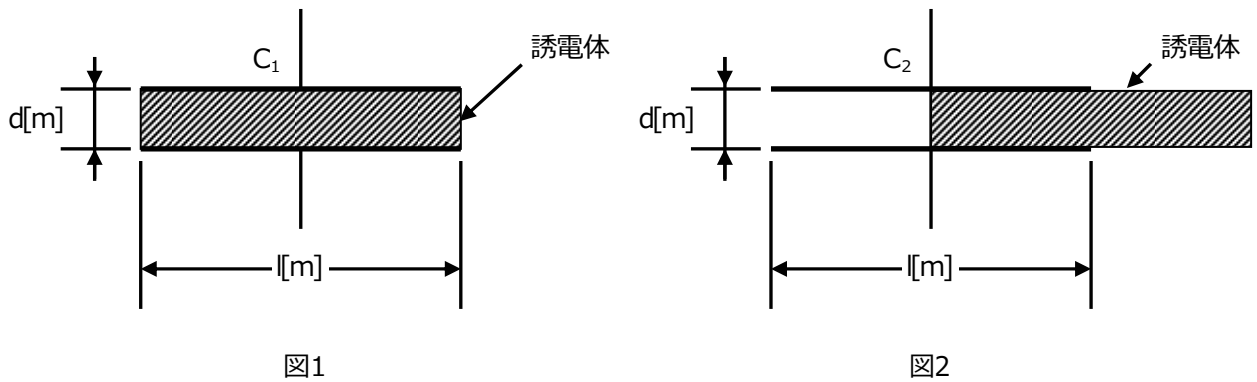
ただし、電極板の厚さ並びにコンデンサの端効果は、無視できるものとする。



- (1) 1.3 (2) 1.5 (3) 2.0 (4) 2.5 (4) 3.0

H15.理論.問 2

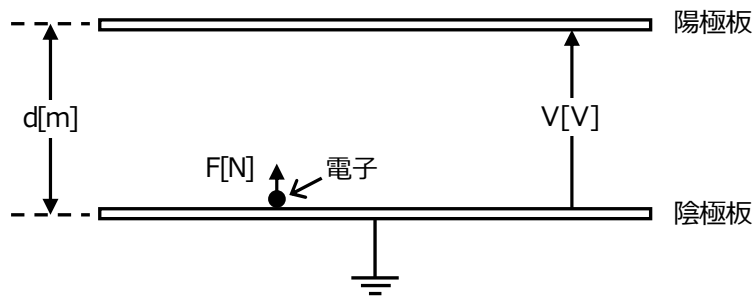
真空中において、一辺 l [m]の正方形電極を間隔 d [m]で配置した平行板コンデンサがある。図1はこのコンデンサの電極板間に比誘電率 $\epsilon_r = 3$ の誘電体を挿入した状態、図2は図1の誘電体を電極面積の $\frac{1}{2}$ だけ引き出した状態を示している。図1及び図2の二つのコンデンサの静電容量 C_1 [F]及び C_2 [F]の比($C_1: C_2$)として、正しいのは次のうちどれか。
ただし、 $l \gg d$ であり、コンデンサの端効果は無視できるものとする。



- (1) 2:1 (2) 3:1 (3) 3:2 (4) 4:3 (5) 5:4

H15.理論.問 11

図のように、真空中に電極間隔 d [m]の平行板電極があり、陰極板上に電子を置いた。陽極板に電圧 V [V]を加えたとき、この電子に加わる力 F [N]の式として、正しいのは次のうちどれか。ただし、電子の質量を m [kg]、電荷の絶対値を e [C]とする。また、電極板の端効果は無視できるものとする。



- (1) $\frac{V^2}{d}e$ (2) $\frac{V}{d^2}em$ (3) $\frac{V}{d^2}\frac{m}{e}$ (4) $\frac{V}{d^2}e$ (5) $\frac{V}{d}e$

H9.理論.問9

真空中におかれた平行電極板間に、直流電圧 $V[V]$ を加えて平等電界 $E[V/m]$ を作り、この陰極板に電子をおいた場合、初速度零で出発した電子が陽極板に到達したときの速度は、 $v[m/s]$ となった。このときの電子の運動エネルギーは、電子が陽極板に到達するまでに得るエネルギーに等しいと考えられ、次の式が成立する。

$$\frac{1}{2}mv^2 = \boxed{\text{(ア)}}$$

ただし、電子の電荷を $e[C]$ 、電子の質量を $m[kg]$ とする。

したがって、この式から電子の速度 $v[m/s]$ は、 $\boxed{\text{(イ)}}$ で表わされる。

上記の記述中の空白箇所(ア)及び(イ)に記入する字句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

(1) (ア) eE (イ) $\sqrt{\frac{2eE}{m}}$ (2) (ア) eV (イ) $\sqrt{\frac{4eV}{m}}$ (3) (ア) $2eV$ (イ) $\sqrt{\frac{4eV}{m}}$

(4) (ア) eV (イ) $\sqrt{\frac{2eV}{m}}$ (5) (ア) eE (イ) $\sqrt{\frac{4eE}{m}}$

H18.理論.問 1

真空中に半径 6.37×10^6 [m]の導体球がある。これの静電容量[F]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、真空の誘電率を $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ [F/m]とする。

- (1) 7.08×10^{-4} (2) 4.45×10^{-3} (3) 4.51×10^3 (4) 5.67×10^4 (5) 1.78×10^5

H11.理論.問 5

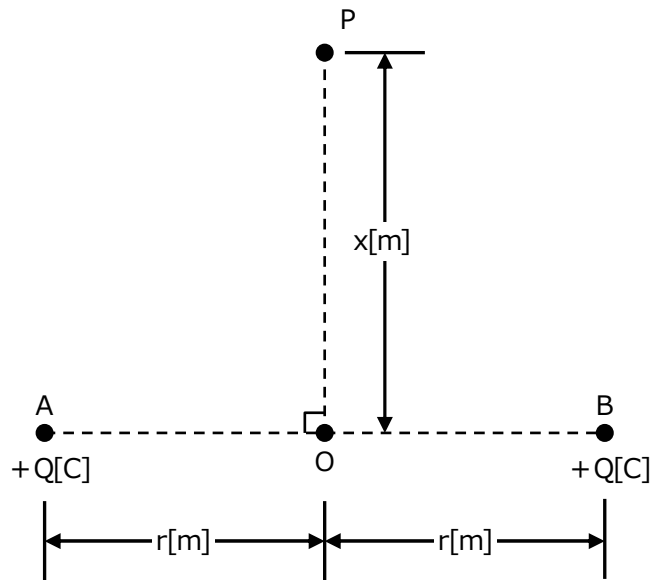
空気中に孤立した半径 a [m]の導体球に帯電できる最大の電荷[C]の値として、正しいのは次のうちどれか。

ただし、空気の絶縁耐力及び誘電率はそれぞれ E_m [V/m]及び ϵ_0 [F/m]とする。

(1) $\frac{E_m}{4\pi\epsilon_0 a^2}$ (2) $\frac{E_m}{4\pi\epsilon_0 a}$ (3) $4\pi\epsilon_0 a E_m$ (4) $4\pi\epsilon_0 a^2 E_m$ (5) $4\pi\epsilon_0 a^3 E_m$

H17.理論.問2

真空中において、図に示すように点Oを通る直線上の、点Oからそれぞれ r [m]離れた2点A、Bに Q [C]の正の点電荷が置かれている。この直線に垂直で、点Oから x [m]離れた点Pの電位 V [V]を表わす式として、正しいのは次のうちどれか。
ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]とする。

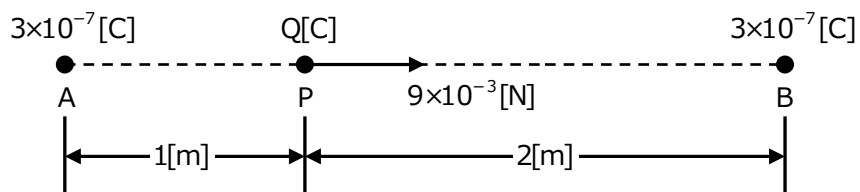


- (1) $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0\sqrt{r^2+x^2}}$ (2) $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0(r^2+x^2)}$ (3) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0\sqrt{r^2+x^2}}$ (4) $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0x^2}$
- (5) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0(r^2+x^2)}$

H14.理論.問2

図のように、真空中の3[m]離れた2点A、Bにそれぞれ 3×10^{-7} [C]の正の点電荷がある。A点とB点とを結ぶ直線上のA点から1[m]離れたP点にQ[C]の正の点電荷を置いたとき、その点電荷にB点の方向に 9×10^{-3} [N]の力が働いた。この点電荷Q[C]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、真空中の誘電率を $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9}$ [F/m]とする。

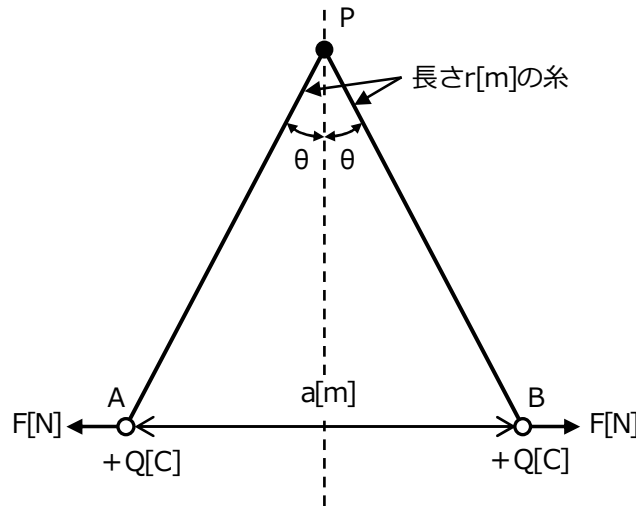


- (1) 1.2×10^{-9} (2) 1.8×10^{-8} (3) 2.7×10^{-7} (4) 4.4×10^{-6} (5) 7.3×10^{-5}

H15.理論.問 15

真空中において、それぞれ質量が m [kg]、電荷 $+Q$ [C]の小さな球の帯電体A及びBがある。これらの帯電体をそれぞれ長さ r [m]の糸で点Pからつるしたところ、図のように帯電体A、Bの間隔が a [m]となって静止した。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、真空中の誘電率 ϵ_0 [F/m]、重力加速度は g [m/s^2]とする。また、帯電体A及びBの直径は r [m]に比べて十分小さく、糸の質量は無視できるものとする。



(a) 帯電体A、Bの間に働く力 F [N]の大きさとして、正しいのは次のうちどれか。

- (1) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$ (2) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$ (3) $\frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 a}$ (4) $\frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 a^2}$ (5) $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$

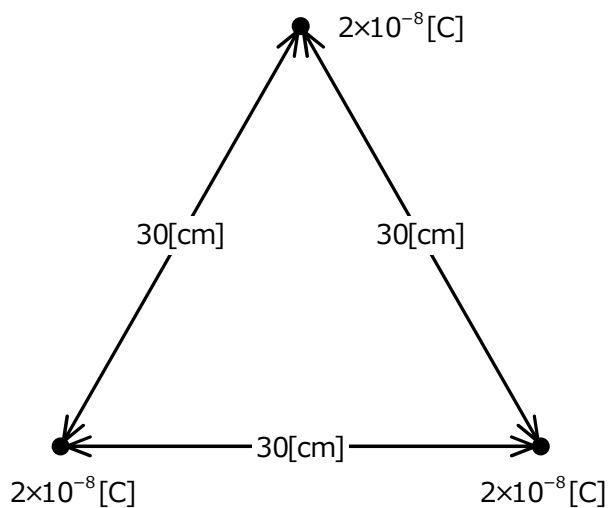
(b) 帯電体A、Bの静止状態において、糸の鉛直線に対する傾きが θ [$^\circ$]であったときに成立する式として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) $Q^2=16\pi\epsilon_0 mgr^2 \sin^2\theta \tan\theta$
 (2) $Q^2=\frac{16\pi\epsilon_0 mgr^2 \sin^2\theta}{\tan\theta}$
 (3) $Q^2=\frac{16\pi\epsilon_0 mgr^2 \cos^3\theta}{\sin\theta}$
 (4) $Q^2=8\pi\epsilon_0 mgr^2 \sin^2\theta \tan\theta$
 (5) $Q^2=8\pi\epsilon_0 mgr^2 \sin\theta \cos\theta$

H17.理論.問 1

真空中において、図に示すように一辺の長さが30[cm]の正三角形の各頂点に 2×10^{-8} [C]の正の点電荷がある。この場合、各点電荷に働く力の大きさF[N]の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、真空の誘電率を $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9}$ [F/m]とする。



- (1) 6.92×10^{-5} (2) 4.00×10^{-5} (3) 3.46×10^{-5} (4) 2.08×10^{-5} (5) 1.20×10^{-5}

解答手順を <http://denken3.sakuraweb.com> で公開しています。

問題	解答
H9.問 1	(4)
H11.問 12	(5)
H15.問 1	(5)
H10.問 6	(4)
H12.問 3	(5)
H13.問 8	(3)
H14.問 9	(2)
H17.問 18	(a)-(1) (b)-(4)
H14.問 1	(2)
H16.問 1	(1)
H15.問 2	(3)
H15.問 11	(5)
H9.問 9	(4)
H18.問 1	(1)
H11.問 5	(4)
H17.問 2	(1)

問題	解答
H14.問 2	(4)
H15.問 15	(a)-(5) (b)-(1)
H17.問 1	(1)