

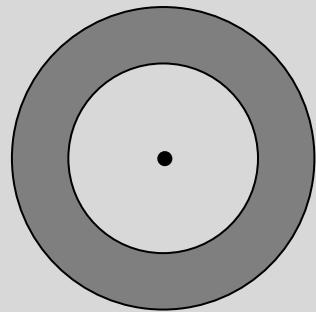
# 大学入試攻略のための良問(実戦編)

## [電磁気学 36 題] (冊子①)

### [ガウスの法則]

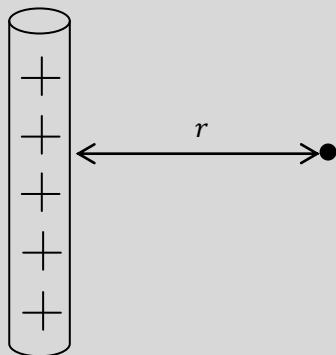
#### 例題 1

図は、中空で電荷を持たない導体球の断面を表す。この導体球の中心に点電荷  $Q (>0)$  が固定されている。このときに空間にできる電気力線を描け。また、導体球をアースしたときの電気力線も描け。



## 例題 2

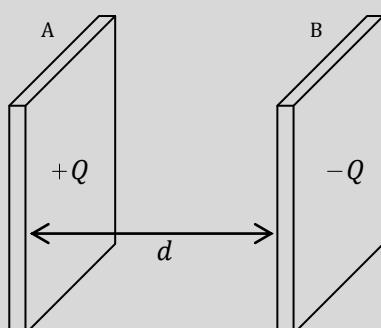
単位長さあたりに正の電荷  $Q$  を持つ、棒状の帯電体がある。この帯電体から距離  $r$  だけ離れた位置の電場の強さを求めよ。ただし、真空の誘電率を  $\epsilon$  とし、また帯電体は十分長いものとする。



## 例題 3

下図のように、面積  $S$  の 2 枚の極板 A、B が距離  $d$  だけ離れて平行に置かれている。A に正の電荷  $Q$ 、B に負の電荷  $-Q$  を与えたとき、次の各問いに答えよ。真空の誘電率を  $\epsilon$  とする。また、極板の端の影響は無視する。

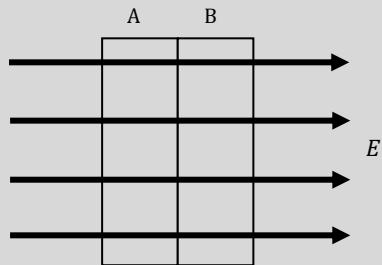
- (1) 極板間の電場の強さを求めよ。
- (2) 極板 B が受ける力の大きさを求めよ。
- (3) 極板をゆっくり動かして極板間の距離を  $2d$  にするのに必要な仕事を求めよ。
- (4) 極板をゆっくり動かして 2 枚を接触させるのに必要な仕事を求めよ。
- (5) 極板間に誘電率  $\epsilon'$  の誘電体で満たしたときの、極板間の電場の強さを求めよ。
- (6) 極板間のちょうど真ん中に、面積  $S$ 、厚さ  $\frac{d}{2}$  の導体を平行に置いたとき、極板間の電位差は何倍になるか求めよ。



## 例題 4

帯電していない 2 枚の同じ形の金属板 A、B を接触させ、図のように一様な電場  $E$  をかけた。これについて以下の各問い合わせよ。金属板の面積を  $S$ 、空気の誘電率を  $\epsilon$  とする。

- (1) 金属板 A の図の左側表面に現れる電荷を求めよ。
- (2) (1)で求めた電荷に働く静電気力の向きと大きさを求めよ。
- (3) 一様な電場  $E$  をかけたまま、金属板 A をゆっくり動かして金属板の距離を  $d$  とする。この間に必要な外力による仕事を求めよ。



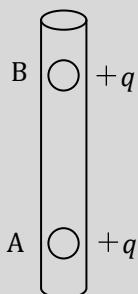
# [静電気力のエネルギー]

## 例題 1

ともに電荷  $Q$ 、質量  $m$  である 2 つの物体 A、B とが、距離  $L$  だけ離れて静止するように手で押さえられている。この状態から静かに手を離すと 2 つはそれぞれ遠ざかるように運動を始める。2 つの物体の距離が無限大になったときのそれぞれの速さを求めよ。クーロンの法則の比例定数を  $k$  とする。

## 例題 2

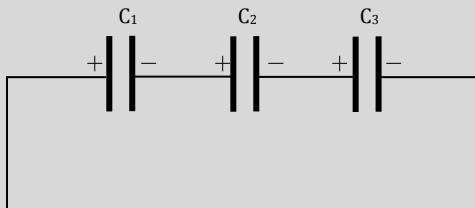
不導体でできたパイプを鉛直に置き、電荷  $+q$  の球 A をパイプ中のある位置に固定し、もう 1 つの同じ電荷  $+q$  を持つ質量  $m$  の球 B を準備する。球 B には重力と球 A からの静電気力が働く。この 2 つの力がつりあう位置よりほんのわずかだけずれた位置で球 B を静かにはなすと、球 B はどのような運動をするか。クーロンの法則の比例定数を  $k$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。なお、 $x \ll 1$  のとき、 $(1+x)^n \approx 1+nx$  という近似式を用いてよい。



## [コンデンサー]

### 例題 1

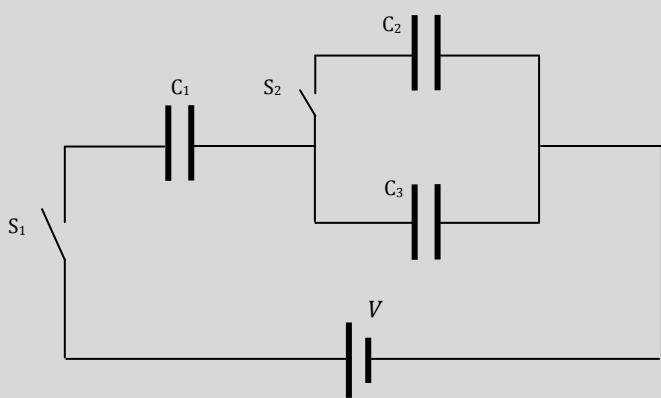
電気容量が  $10 \mu\text{F}$  のコンデンサー  $C_1$ 、 $20 \mu\text{F}$  のコンデンサー  $C_2$ 、 $30 \mu\text{F}$  のコンデンサー  $C_3$  にそれぞれ  $10 \text{ C}$ 、 $20 \text{ C}$ 、 $30 \text{ C}$  の電荷を充電した。その後、この 3 つのコンデンサーを下図のように接続した。接続してから十分時間が経過したとき、 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  それぞれの電荷はいくらになるか(答えは分数のまま求めてよい)。



### 例題 2

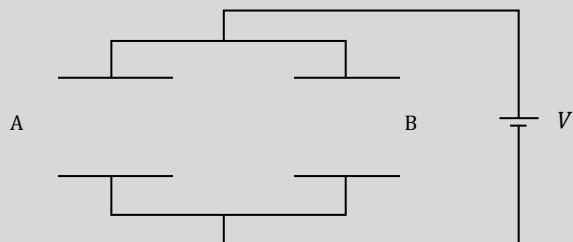
電気容量が  $C_1$  のコンデンサー  $C_1$ 、 $C_2$  のコンデンサー  $C_2$ 、 $C_3$  のコンデンサー  $C_3$  と電圧  $V$  の電源を下図のように接続し、スイッチ  $S_1$  と  $S_2$  を同時に入れた。十分時間が経過したときの  $C_3$  の電荷を求めよ。

次に、スイッチ  $S_2$  を切り、さらにコンデンサー  $C_3$  の極板間を比誘電率  $\epsilon_r$  の誘電体で満たした。十分時間が経過したときの  $C_3$  の電荷を求めよ。



### 例題 3

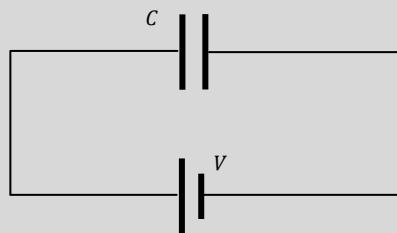
図のように、ともに電気容量  $C$  の 2 つのコンデンサー A、B が並列に接続され、ともに電圧  $V$  で充電されている。このあと、電源を切り離してからコンデンサー A に比誘電率  $\epsilon_r$  の誘電体を充分ゆっくり挿入し、極板間を誘電体で満たした。このとき、コンデンサー A の電圧はいくらになるか。



### 例題 4

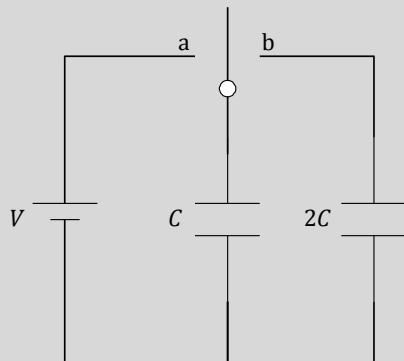
下図のように電圧  $V$  の電源と、極板間隔  $d$  で電気容量  $C$  のコンデンサーを接続し、コンデンサーを充電する。これについて以下の各問い合わせよ。

- (1) コンデンサーを電源と切り離してから、コンデンサーの極板間隔を  $3d$  にするのに必要な仕事を求めよ。
- (2) コンデンサーを電源と接続したまま、コンデンサーの極板間隔を  $3d$  にするのに必要な仕事を求めよ。
- (3) コンデンサーを電源と切り離してから、コンデンサーの極板間を比誘電率  $\epsilon_r$  の誘電体で満たした。誘電体を挿入するのに必要な仕事を求めよ。
- (4) コンデンサーを電源と接続したまま、コンデンサーの極板間を比誘電率  $\epsilon_r$  の誘電体で満たした。誘電体を挿入するのに必要な仕事を求めよ。



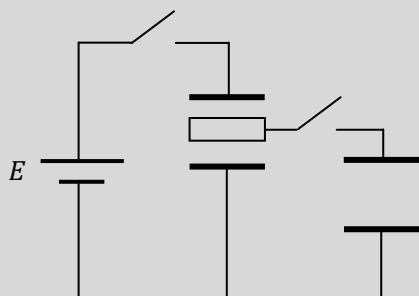
## 例題 5

下図のように、電圧  $V$  の電源、電気容量  $C$  のコンデンサー、電気容量  $2C$  のコンデンサーを接続する。最初にスイッチを a につないだあと、b につなぐ。この操作を無限に繰り返したとき、各コンデンサーに蓄えられる電荷を求めよ。



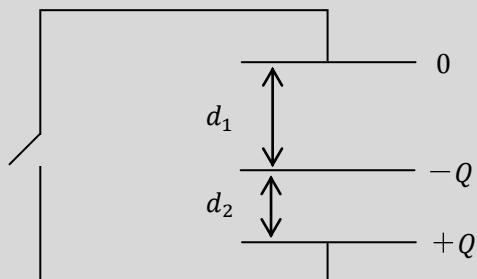
## 例題 6

下図のように、電圧  $E$  の電源、電気容量  $C$  のコンデンサー、ちょうど真ん中の位置に極板間隔の 3 分の 1 の厚さの導体を挿入した電気容量  $C$  のコンデンサー、2つのスイッチを接続する。片方のスイッチを入れ、それを切ってからもう片方のスイッチを入れる、という操作を無限に繰り返したあとの、導体を挿入していないコンデンサーの電圧を求めよ。



## 例題 7

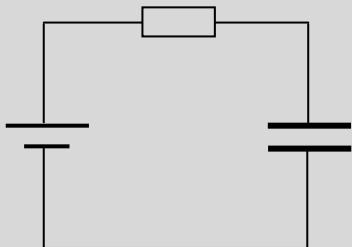
それぞれ図に示すように帯電した面積  $S$  の金属板を、図のような間隔で平行に置く。その後、図のスイッチを閉じてから十分に時間が経った。このとき、図の一番上側の極板の電荷を求めよ。



# [直流回路]

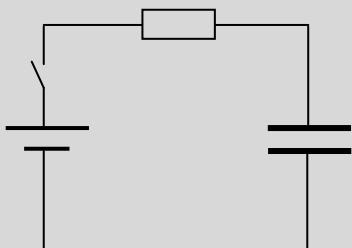
## 例題 1

下図の回路で、時間  $\Delta t$  の間にコンデンサーの電荷が  $\Delta Q$  だけ増加した。 $\Delta t$  の間は電流の値が一定だったとみなして、電流値を求めよ。



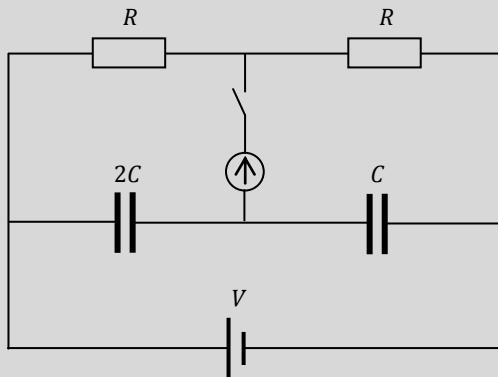
## 例題 2

極板間隔  $d$ 、面積  $S$ 、極板間の誘電率  $\epsilon$  のコンデンサーを充電する過程を考える。時間  $\Delta t$  の間に電荷  $\Delta Q$  がコンデンサーに蓄えられるとする。このとき、コンデンサーの極板間には本当は電流は流れていらないが、回路に流れる電流がそのまま極板間にも流れているとみなすことができる(これを「変位電流」という)。つまり、変位電流とは変化する電場を電流のようにみなしたもののことである。変位電流  $I$  を、時間  $\Delta t$  の間の極板間の電場の変化  $\Delta E$  を使って表せ。



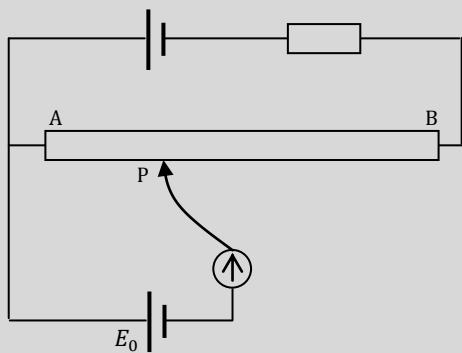
### 例題 3

下図のように電圧  $V$  の電源、電気容量がそれぞれ  $2C$ 、 $C$  のコンデンサー、抵抗値  $R$  の抵抗 2 つを接続した。スイッチははじめ開いている。ここからスイッチを開じたとき、検流計に流れる電流の向きを答えよ。また、十分時間が経過すると検流計には電流が流れなくなった。十分時間が経過するまでの間に検流計に流れた電荷量を求めよ。



### 例題 4

下図のような回路を組む。AB は太さが一様な抵抗線であり、接点 P は AB 上をすべることができる。このとき、P を動かして  $AP = L$  とすると、検流計に電流が流れなくなった。次に起電力  $E_0$  (起電力既知) の電池を、起電力未知の電池と取り替えると、 $AP = 2L$  としたときに検流計に電流が流れなくなった。未知の起電力の値を求めよ。



## 例題 5

電圧  $V$ 、 $2V$  の電源、抵抗値  $R$  の抵抗、可変抵抗およびダイオードを図のように接続する。このとき、ダイオードに電流が流れるときの可変抵抗の抵抗値の範囲を求めよ。

