

コンデンサー 場のエネルギー

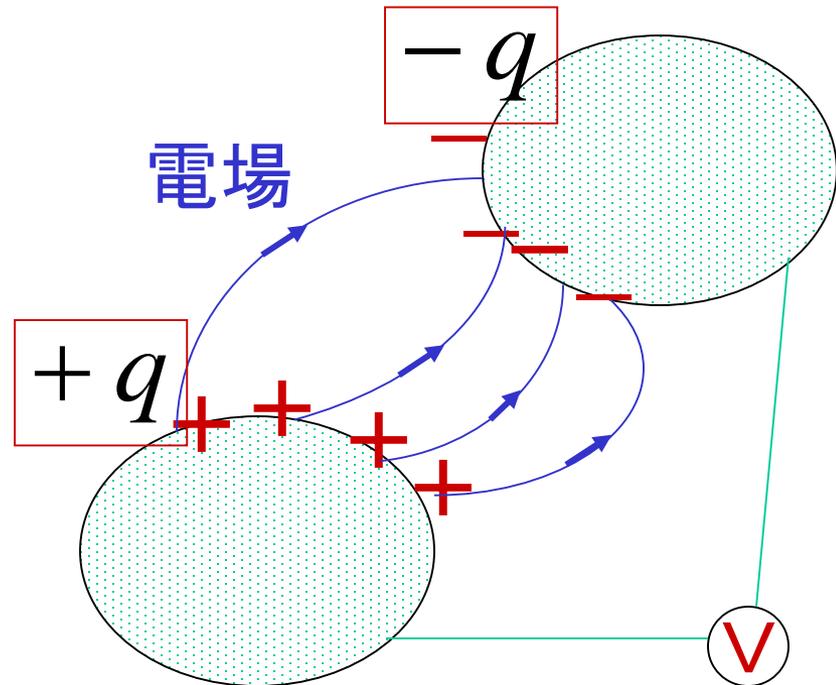
情報物理学A

No. 3

コンデンサー

2つの導体に電位差を与えると電荷を貯えることができる

→ コンデンサー
(キャパシタ、
蓄電器)



コンデンサー の写真

フィルム・コンデンサー
0.47 μ F 630V

メタライズドフィルムコンデンサー
100V 0.022 μ F

電解二重層コンデンサー
大きい方が2.3V56F、小さい方が2.3V10F

電荷 q と電位差 V は比例する

$$q = CV$$

比例定数... 電気容量（静電容量，キャパシタンス）

単位 [F] ファラド

C はコンデンサーの形状、材質で決まる

電流と電位差の関係

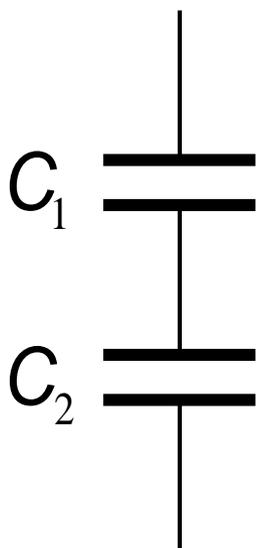
$$\text{電流 } I = \frac{dq}{dt}$$

$$q = CV \text{ を時間で微分すると } I = C \frac{dV}{dt}$$

電気回路の学習で利用する関係式

コンデンサーの合成

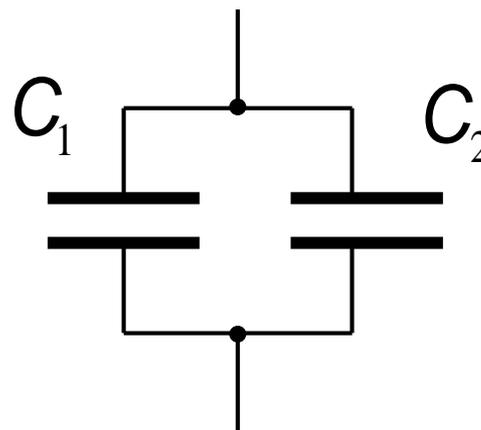
直列



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

合成
容量

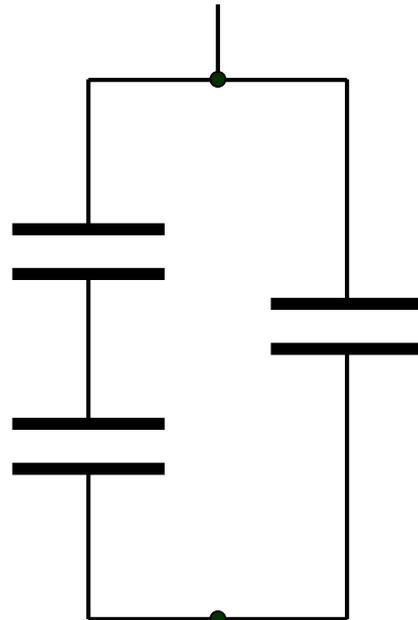
並列



$$C = C_1 + C_2$$

練習一1

図で、コンデンサーはすべて 4mF の電気容量である。全体の電気容量はいくらか。

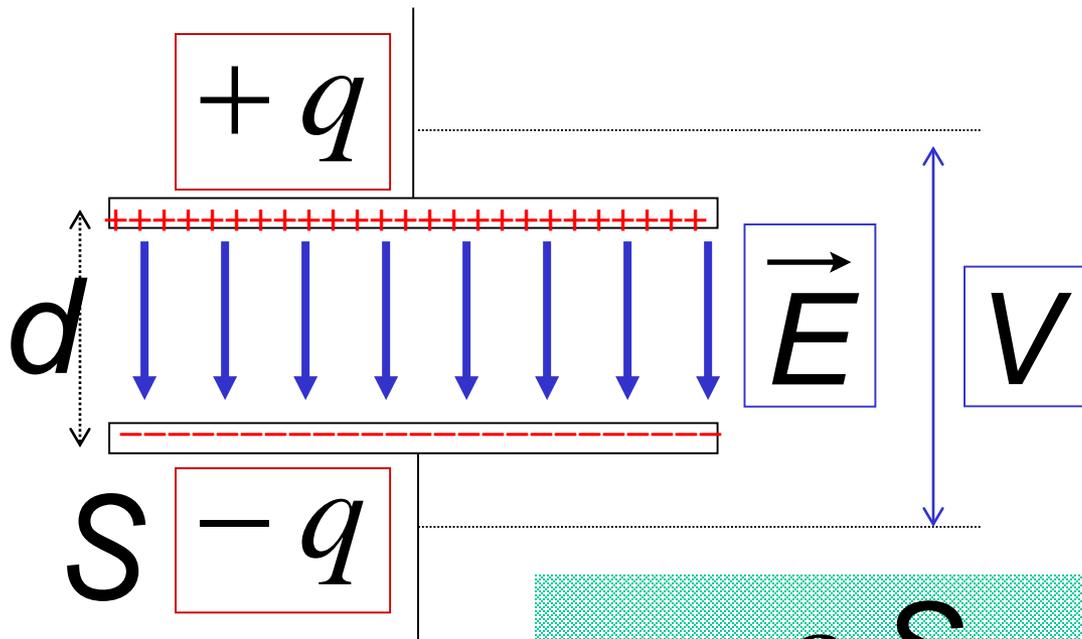


練習一2

電気容量 $4\mu\text{F}$ のコンデンサーが多数ある。
組み合わせて全体で $7\mu\text{F}$ の電気容量のものを
作れ。(図を描け)

平行平板コンデンサー

ガウスの法則 (1回目)
から出てくる



$$E = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

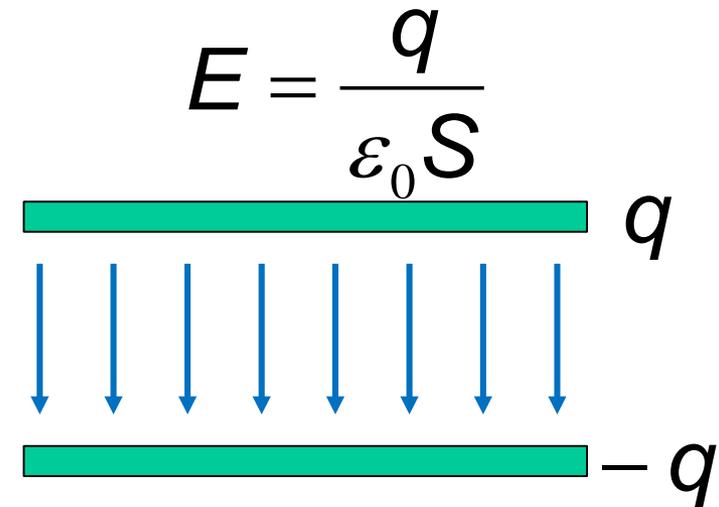
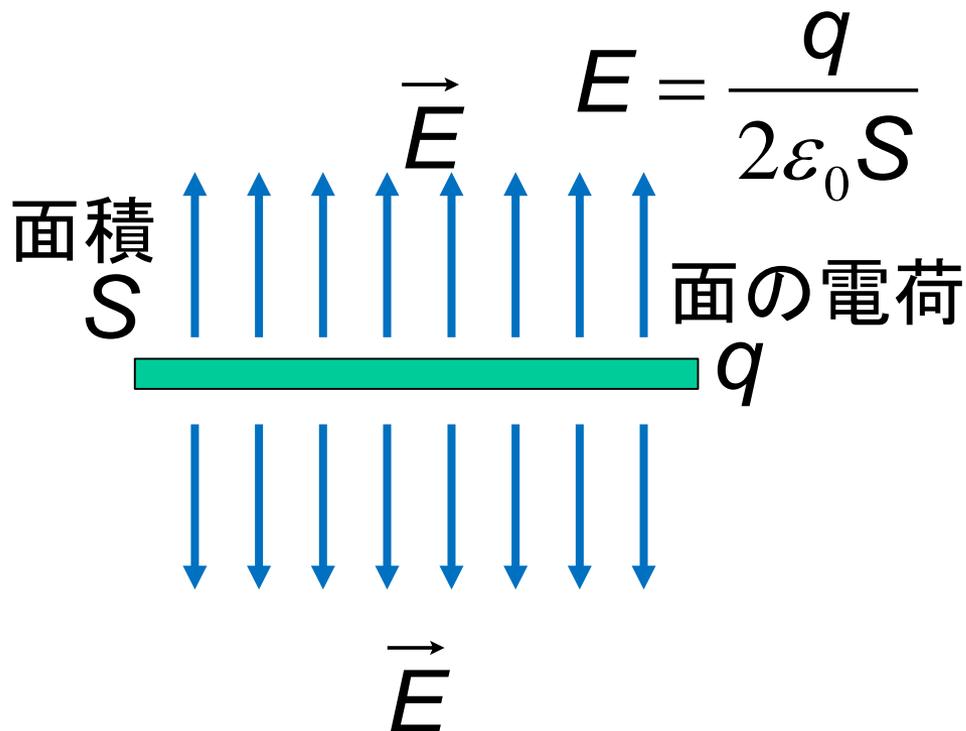
$$V = Ed$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \Leftarrow$$

$$q = \frac{\epsilon_0 S}{d} V$$

ガウスの法則による電場の決定

教科書 9. 4 節 (p.165-166) を見よ



コンデンサーの容量

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

容量を大きくする

- ・ S を大きくする (d を小さく)
- ・ 間に大きい誘電率物質を入れる

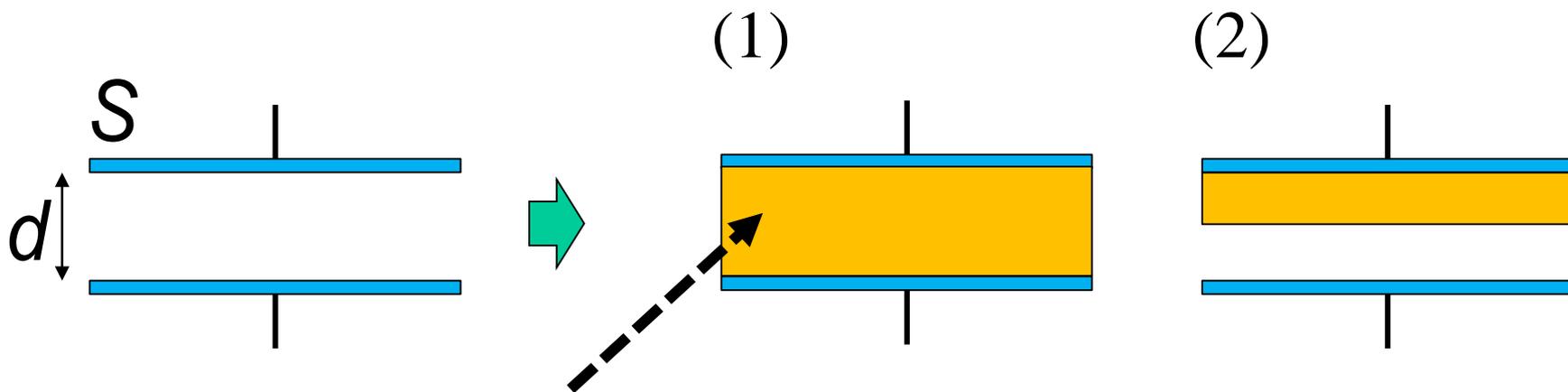
テキストp.197

写真

$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$$

練習一3

左のコンデンサーがある。ここで $\epsilon_r = 3$ の物質を
(1)のように完全に極板間に入れた場合、
(2)のように半分だけ極板間に入れた場合、
の電気容量ははじめの何倍か。

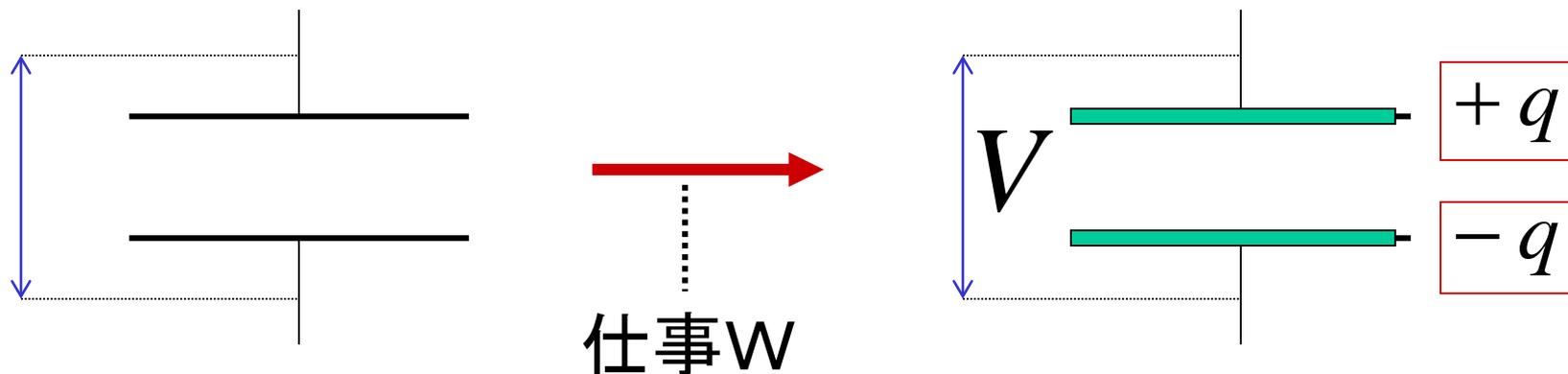


電場のエネルギー

コンデンサーを充電するときの仕事を求める

$$W = \sum V \cdot \Delta q$$

$$= \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2} CV^2$$



電場のエネルギー

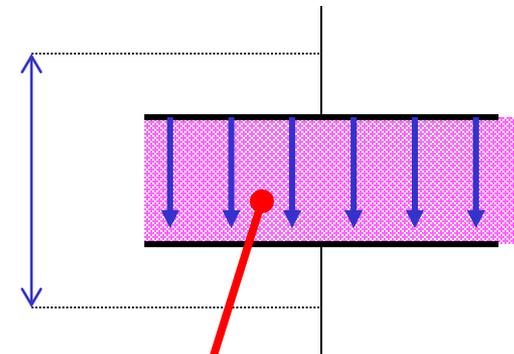
$$E = \frac{q}{\varepsilon_0 S}, \quad C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

平行平板コンデンサーのときの式を使う

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{(\varepsilon_0 S E)^2}{2(\varepsilon_0 S / d)}$$

$$W = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 \cdot Sd$$

電場の存在する空間の体積



電場のエネルギー

電場のある空間には「もの」はないが、エネルギーが貯えられている。

→ **場の実在性**の1つの例

電場のエネルギー密度

$$\text{エネルギー密度} = \frac{\text{エネルギー量}}{\text{体積}}$$

$$\frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$$