$$V = \int_a^\infty E\,dr - \int_b^\infty E\,dr = \int_a^b E\,dr$$
$$= \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 l}\int_a^b \frac{1}{r}\,dr$$
$$= \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 l}\left[\ln r\right]_a^b$$

$$\therefore V = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 l}\ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

$$\therefore C = \frac{Q}{V} = 2\pi\varepsilon_0 l\left\{\ln\left(\frac{b}{a}\right)\right\}^{-1}$$

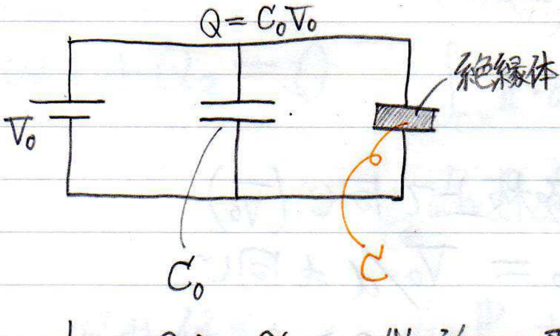
ここで、
$$\ln\left(\frac{b}{a}\right) = \ln\left\{\frac{a+(b-a)}{a}\right\} = \ln\left\{\frac{a+d}{a}\right\} = \ln\left\{1+\frac{d}{a}\right\}$$
$$\simeq \frac{d}{a} \quad \text{if } d \ll a$$

$$\therefore C = 2\pi\varepsilon_0 l\frac{a}{d} = \frac{\underbrace{2\pi a l}_{=S}}{d}\varepsilon_0 = \varepsilon_0\frac{S}{d}$$

平行平板コンデンサー like

(例3) 物質中の電場

- 物質に対する電場の効果：(電気)分極　(配布プリント)



$C > C_0$ (Farady)

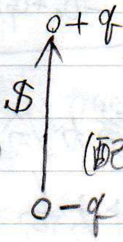
$$\boxed{\frac{C}{C_0} \equiv \varepsilon_r}$$

比誘電率 (MKSA)
誘電率 (cgs)

- why $C > C_0$：物質が電場によって分極する。

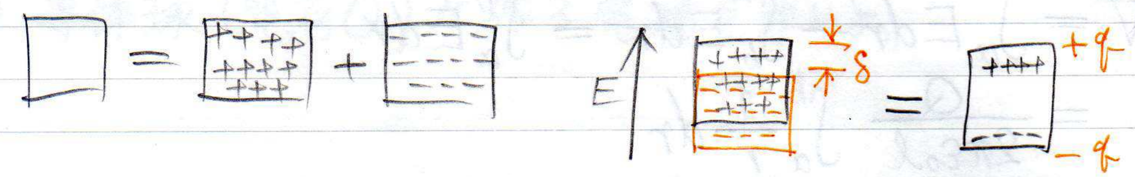
- 原子…電気的に中性

電場によって dipole moment をもつ。(電荷分布がずれる)　(配布プリント)

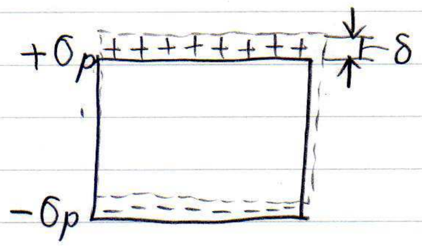


$$p = q\cdot\delta$$

物質は原子の集まり ⟹ 全体として、端に電荷があらわれる。



分極する (polarize) polarization



単位体積中の原子の数：n

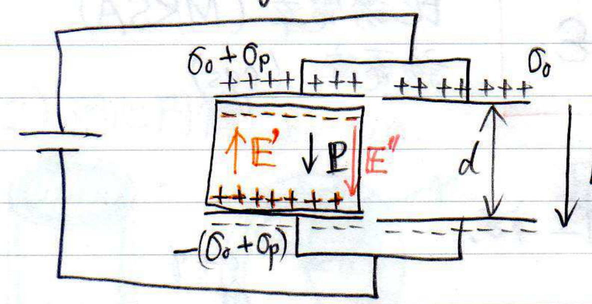
表面の単位面積あたりにあらわれる電荷：$\pm\sigma_p$

$$\sigma_p = n(\delta \times 1) \times q = n\delta q$$
$$\equiv np$$
$$p = \delta q \quad \text{(双極子モーメント)}$$

$\boxed{\mathbb{P} \equiv np \ \text{: 分極}}$ $\qquad \sigma_p = |\mathbb{P}|$

分極 $\mathbb{P}$
- (1) 単位体積あたりの dipole moment
- (2) $\mathbb{P}$と垂直な単位断面積を通ってずれる電気量 (単位面積あたりの表面電荷)

o back to "why $C > C_0$" (Figure 7-4)



電圧は極板上で同じ (V_0)

電場 $E_0 = V_0/d$ も同じ

$C = Q/V$ なので、$C > C_0$ だとすると、

$Q > Q_0$ でなければならない。

物質が分極することでできた表面電荷 σ_p が作る

反対方向の電場 E' を補って余りあるよう。