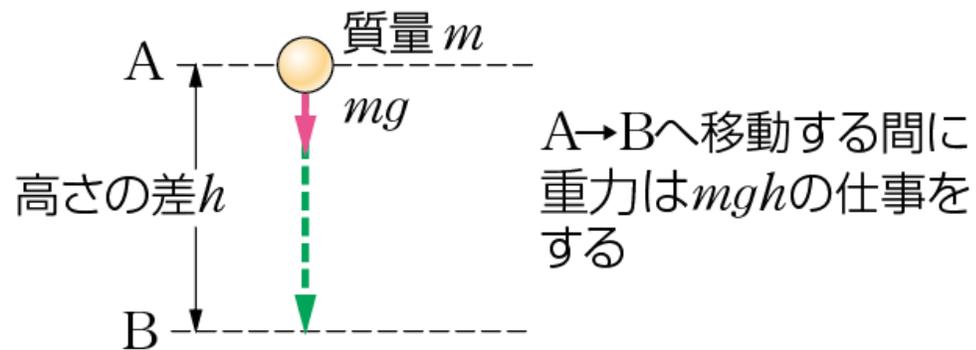


専門物理 ノートプリント No. 37

p. 251 3. 電位 A. 静電気力による位置エネルギー

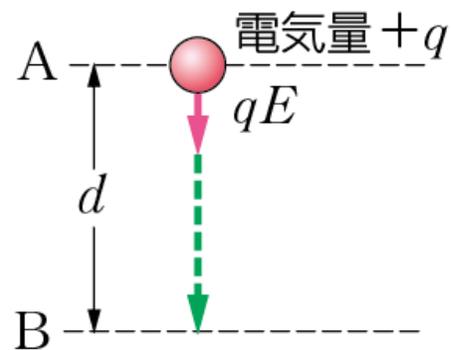
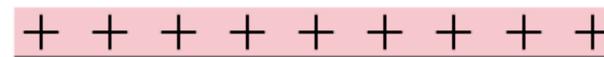


重力の場合

重力に逆らって
する仕事 (B → A)

$$mgh$$

重力による
位置エネルギー



静電気力の場合

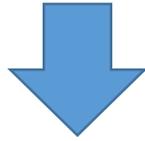
静電気力に逆らって
する仕事 (B → A)

$$qEd$$

静電気力による
位置エネルギー

ここで、

1Cあたりの静電気力による位置エネルギー = 「電位」

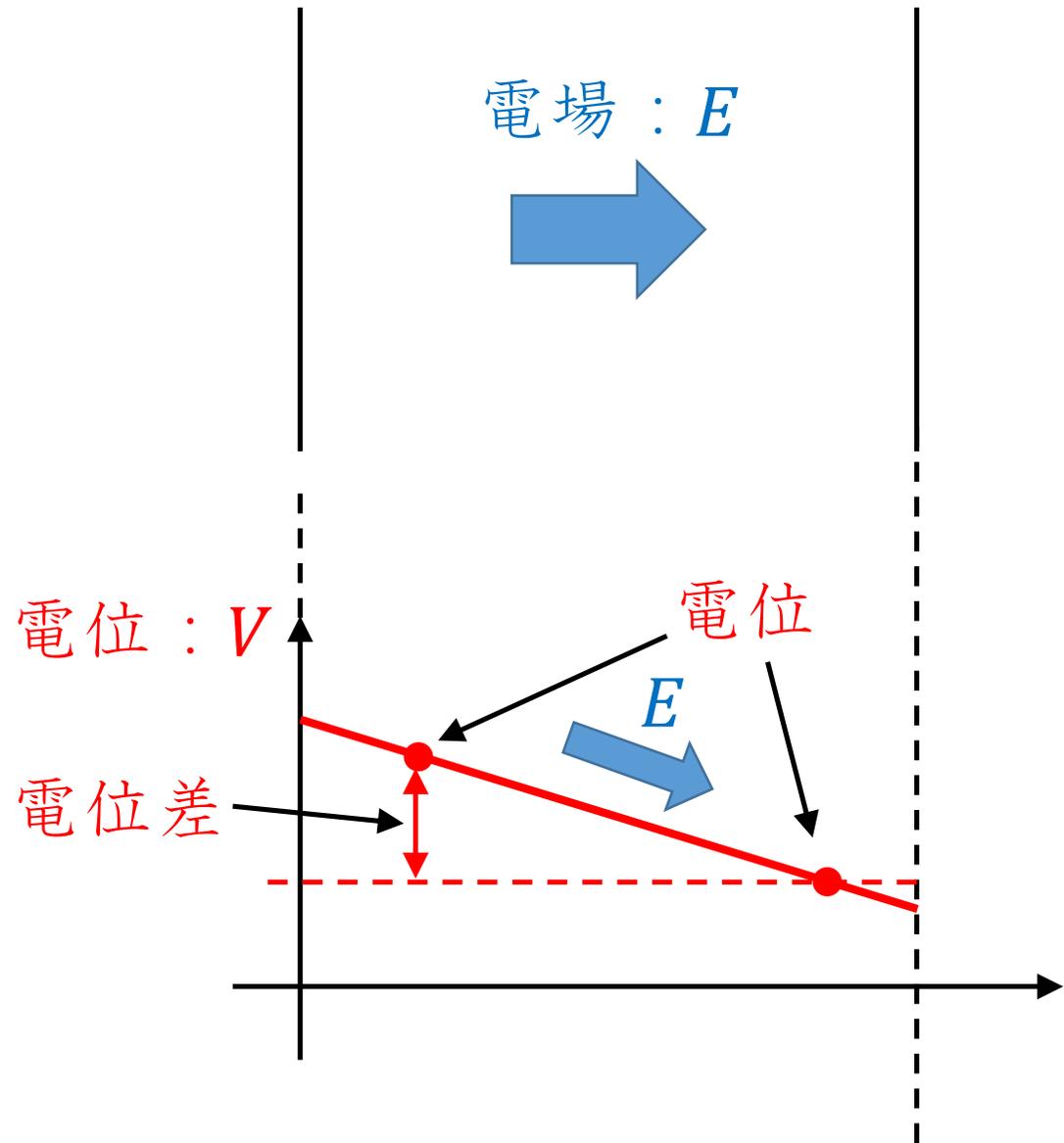


$$\frac{qEd}{q} = Ed = V$$

電位

と定義すると、

すなわち、 $W = qV$



$$V = Ed \text{ より、 } E = \frac{V}{d}$$

これは、「傾き」を示す

電位・・・(電氣的な) 山の高さ

電場・・・斜面の傾き (川の流れ)

< 電場について (様々な表し方) >

$$k \cdot \frac{Q}{r^2} \quad [\text{N/C}]$$

($F = qE$ より)

$$\frac{4\pi kQ \text{ (本数)}}{S \text{ (面積)}} \quad [\text{本}/\text{m}^2]$$

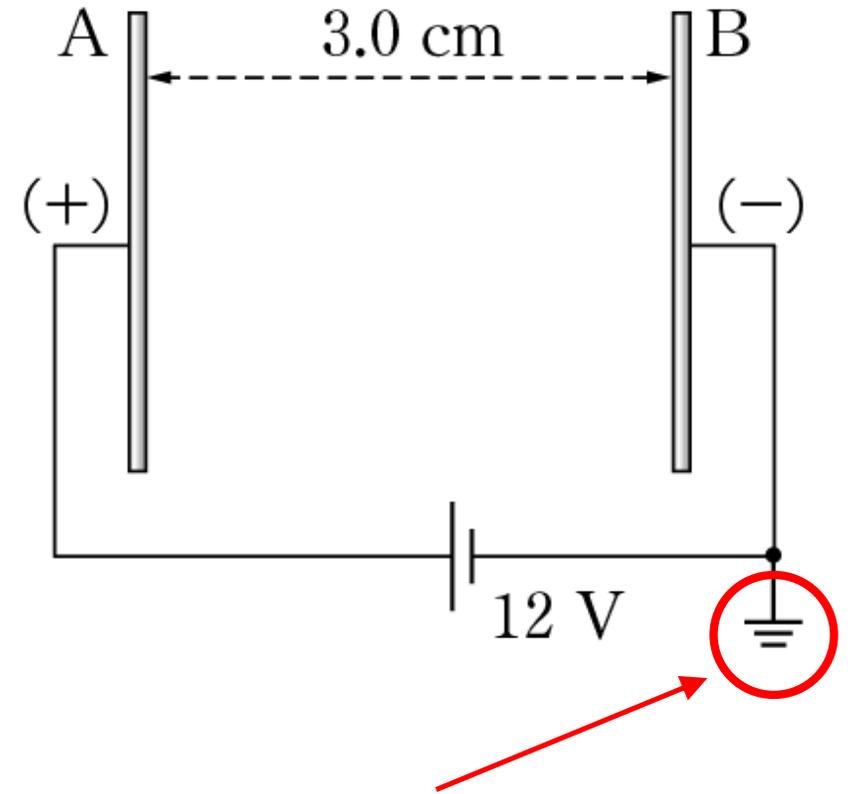
$$\frac{V}{d} \quad [\text{V}/\text{m}] \quad \dots \text{ただし、一様な電場}$$

例題⑤+問題3 (改)

広い金属板A, Bを $d = 3.0 \text{ cm}$ の間隔で平行に置き, 直流電源につないで金属板の電位差を $V = 12 \text{ V}$ に保った。

(1) 金属板間の一様な電界の強さ E はいくらか。

$$E = \frac{V}{d} = \frac{12}{3 \times 10^{-2}} = 4.0 \times 10^2 \text{ V/m}$$



この場所の電位が「0」の意味

(2) 金属板B付近で電子を静かに放すと、負電荷をもつ電子は電界と逆向きの静電気力を受けて加速される。金属板Aに達する直前の電子の速さ v を求めよ。~~電子の電気量を $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、質量を $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ とする。~~

電荷がされる仕事は、 $W = eV$

エネルギーと仕事の関係式より、 $0 + eV = \frac{1}{2}mv^2$ $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$

【別解】

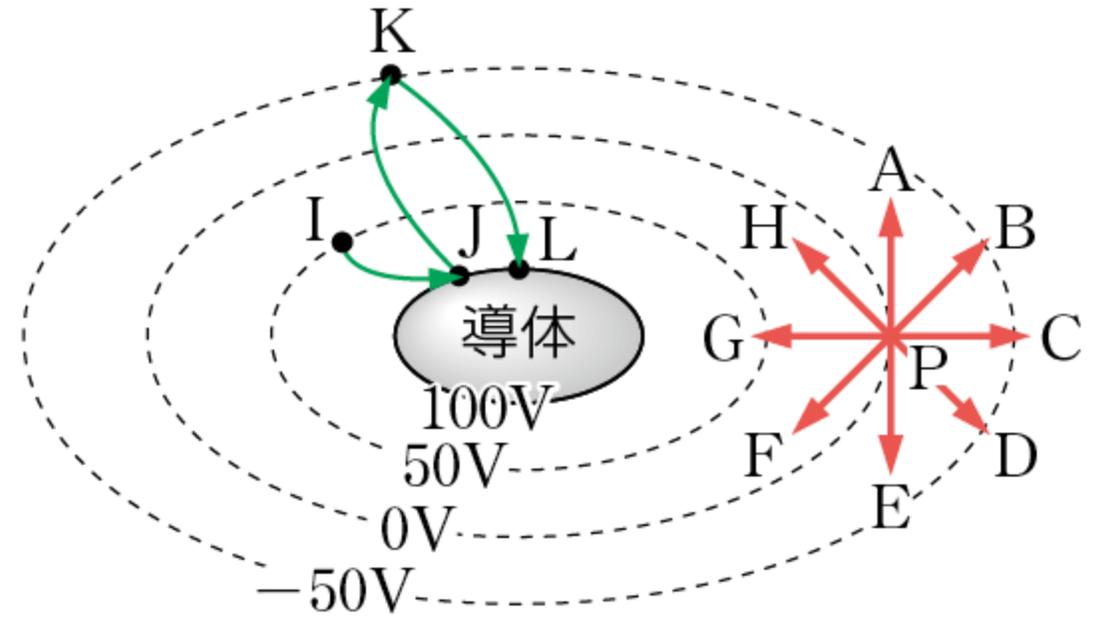
運動方程式より、 $ma = eE$ $a = \frac{eE}{m}$

$$v^2 - 0^2 = 2 \cdot \left(\frac{eE}{m}\right) \cdot d \quad v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

練習⑦ 図は100 Vの電位にある導体のまわりの等電位面の断面を50 V間隔で示したものである。

(1) 点Pにおける電界の向きは図のA~Hのうちのどれか。

(2) $2.5 \times 10^{-6} \text{ C}$ の電荷を図に示した経路I→J→K→Lにそって運ぶとき、各区間で電界に逆らって外力がする仕事はそれぞれいくらか。

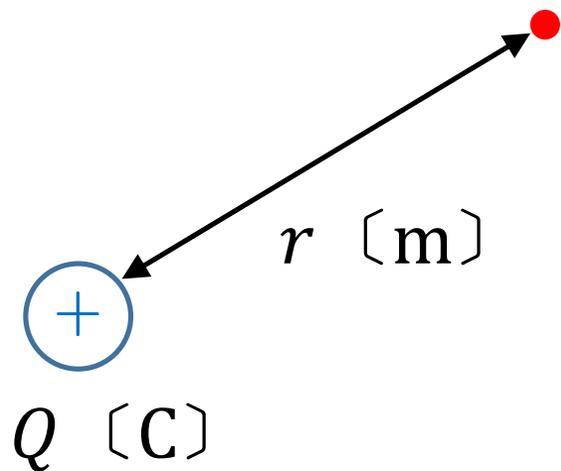


(1) 電場の向き ⊥ 等電位面 (傾斜の向き ⊥ 等高線) なので、「C」

(2) $W = qV$ より、 $q \cdot (100 - 50) + q \cdot (-50 - 100) + q \cdot \{100 - (-50)\}$
 $= \underline{q \cdot (100 - 50)} = 2.5 \times 10^{-6} \times 50 = 1.0 \times 10^{-4} \text{ J}$

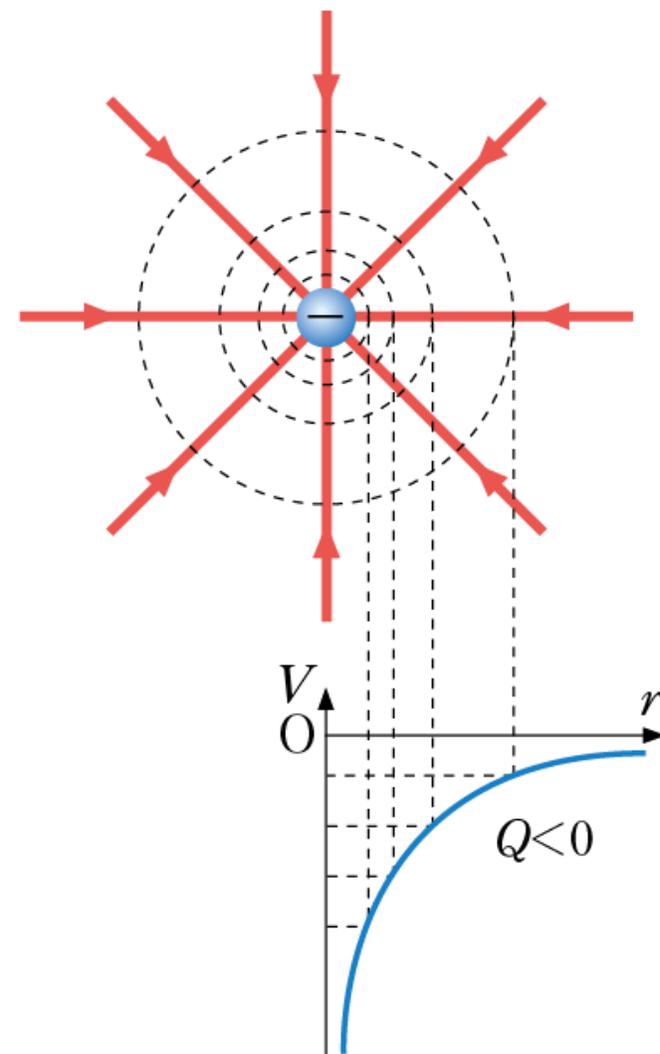
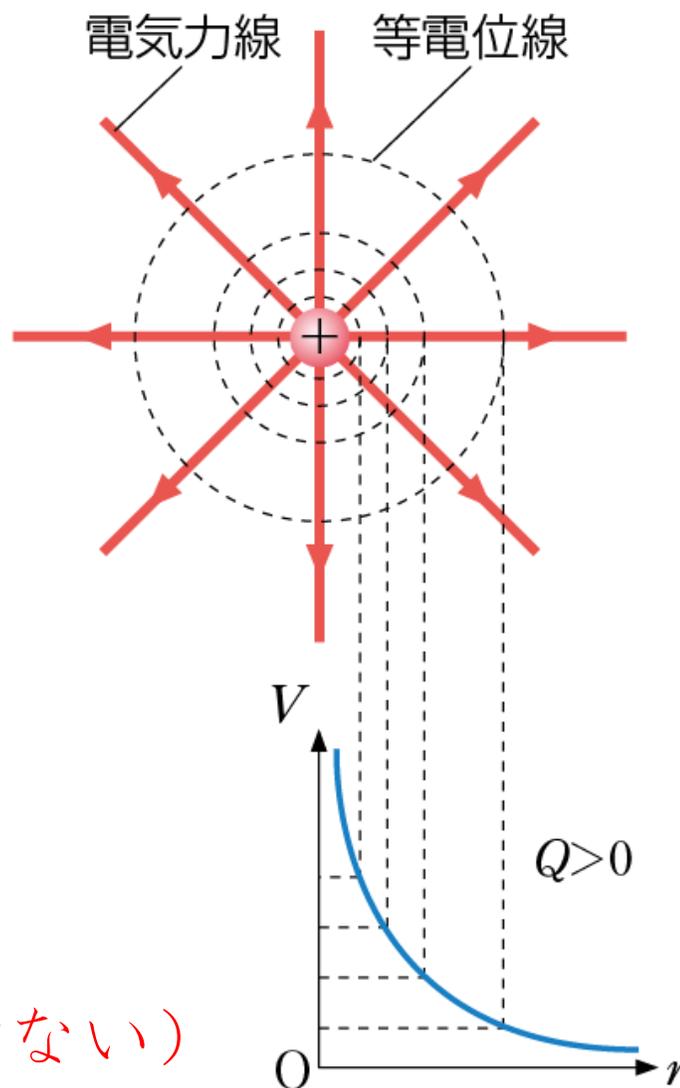
I → Lを直接考えればよい

C. 点電荷の周囲の電位



$$V = k \cdot \frac{Q}{r}$$

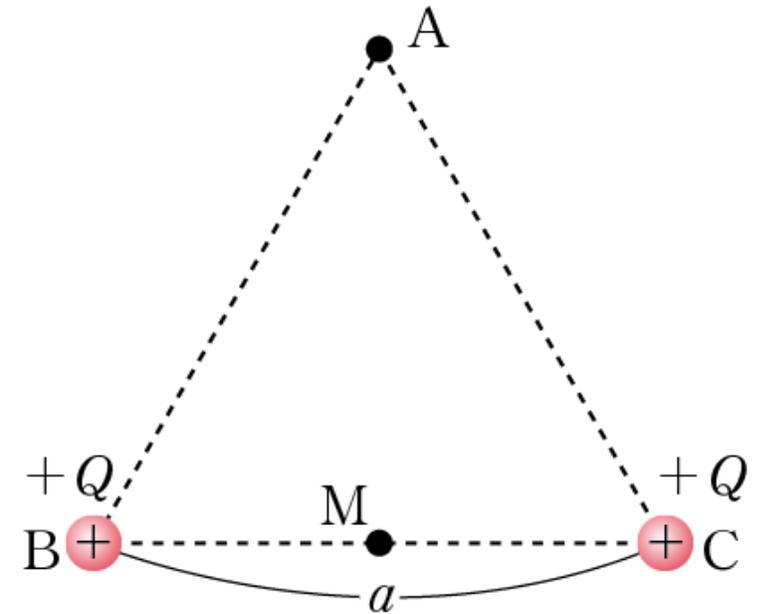
覚える (証明は簡単でない)



例題⑦

1辺の長さが a の正三角形ABCの頂点B, Cに、ともに電気量 $+Q$ の点電荷がある。クーロンの法則の比例定数を k とする。

- (1) 頂点A及び、BCの中点Mの電位を求めよ。
ただし、無限遠を基準とする。



A点について

$$k \cdot \frac{Q}{a} + k \cdot \frac{Q}{a} = \frac{2kQ}{a}$$

M点について

$$k \cdot \frac{Q}{\frac{a}{2}} + k \cdot \frac{Q}{\frac{a}{2}} = \frac{2kQ}{\frac{a}{2}} = \frac{4kQ}{a}$$

電場と違い、
「足す」か、「引く」かでよい
(電位は、「+」、「-」しかない為)

(2) 電気量 $+q$ の点電荷をAからMまでゆっくり移動するのに必要な仕事を求めよ。

$$W = q \cdot (V_M - V_A) = q \cdot \left(\frac{4kQ}{a} - \frac{2kQ}{a} \right) = \frac{2kQq}{a}$$

問題⑤

例題⑦で、荷電粒子（質量 m ，電気量 $+q$ ）を点Mで静かに放すと、やがて点Aに達した。点Aを通過するときの速さはいくらか。

静電気力によって、(2)と同じ大きさの仕事をされるので、

エネルギーと仕事の関係式より、

$$0 + \frac{2kQq}{a} = \frac{1}{2}mv^2 \quad v^2 = \frac{4kQq}{ma} \quad v = 2\sqrt{\frac{kQq}{ma}}$$