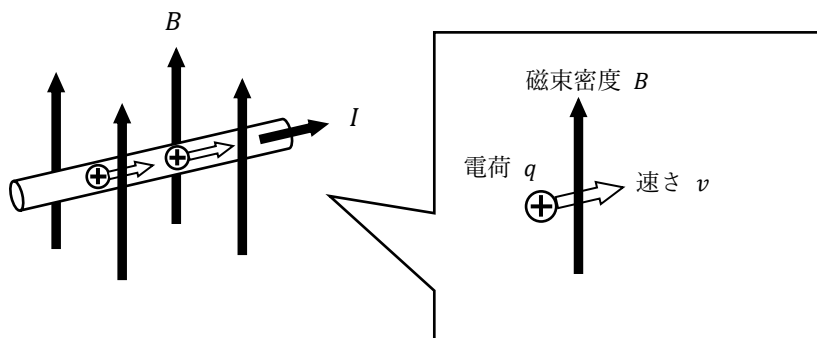


○ローレンツ力

電流が磁界から受ける力 = \_\_\_\_\_ が磁界から受ける力の合力

… 荷電粒子が磁界から受ける力 = ローレンツ力



※ ローレンツ力の向きは、フレミングの左手の法則を使って求められる。

荷電粒子の電荷  $> 0$  の場合：電流の向き = 荷電粒子の速度の向き  
 荷電粒子の電荷  $< 0$  の場合：電流の向き = 荷電粒子の速度と逆向き

○ローレンツ力と電流が磁界から受ける力

断面積  $S$ 、長さ  $l$  の導線の中には、自由電子が \_\_\_\_\_ 個ある  
 (単位体積あたりの電子の個数を  $n$  とする)。

自由電子の速さを  $v$  とすると、1個の自由電子(電気量  $e$ ) が磁界  $B$  から受けるローレンツ力の大きさは \_\_\_\_\_ である。

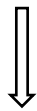
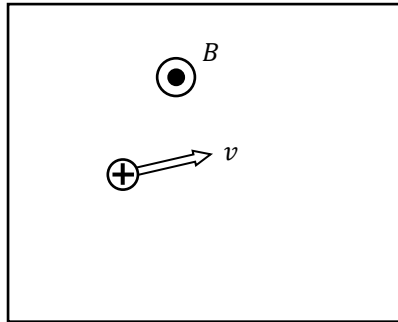
よって、長さ  $l$  の部分にある自由電子が受ける力の合力  $F$  は

$$F = \text{_____} = \text{_____}$$

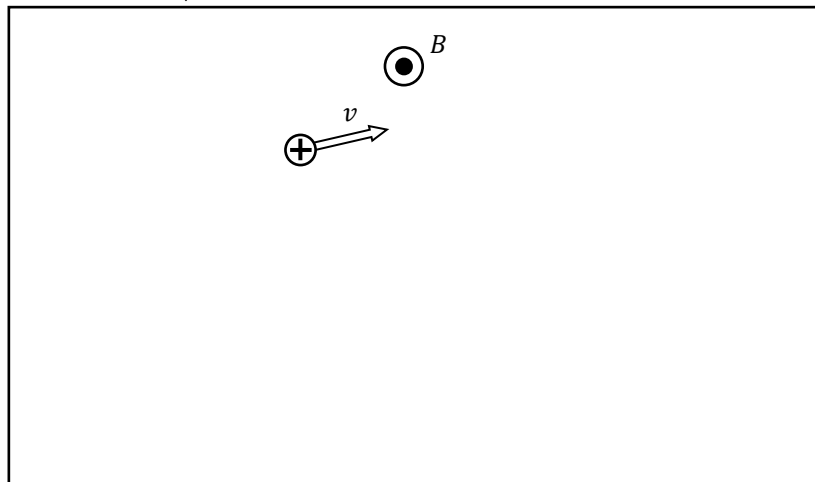
と求められる。

○磁界中の荷電粒子の運動

・荷電粒子の速度  $v$  が磁界  $B$  に垂直な場合



このようにローレンツ力を受ける結果



荷電粒子は \_\_\_\_\_ をする。

運動方程式 \_\_\_\_\_ より、

円運動の半径  $r =$  \_\_\_\_\_ :  $v$  が大きいほど \_\_\_\_\_。

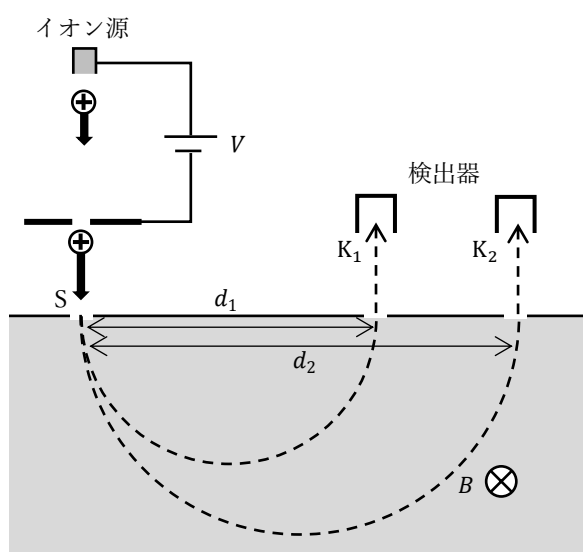


円運動の周期  $T =$  \_\_\_\_\_ :  $v$  によらず \_\_\_\_\_ である。

(練習) 真空中に置かれた図のような装置で、イオン源から初速度 0 で出た、電気量が  $q$  で質量の異なる 2 種類の陽イオン  $K_1$  (質量  $m_1$ )、 $K_2$  (質量  $m_2$ ) を電位差  $V$  で加速し、スリット S から入射させる。装置の着色部分には紙面に垂直に表から裏へ向かう向きの一様な磁束密度  $B$  の磁界がかけられている。 $K_1$ 、 $K_2$  は磁界中で円軌道を描き、半周した後にそれぞれ S から  $d_1$ 、 $d_2$  の距離のスリットを通過し、検出器で検出された。

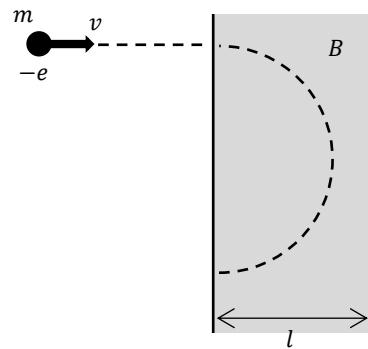
(1) 陽イオン  $K_1$  がスリット S に入射するときの速さを、 $q$ 、 $m_1$ 、 $V$  で表せ。

(2) 陽イオン  $K_1$ 、 $K_2$  の質量の比の値  $\frac{m_1}{m_2}$  を  $d_1$ 、 $d_2$  で表せ。



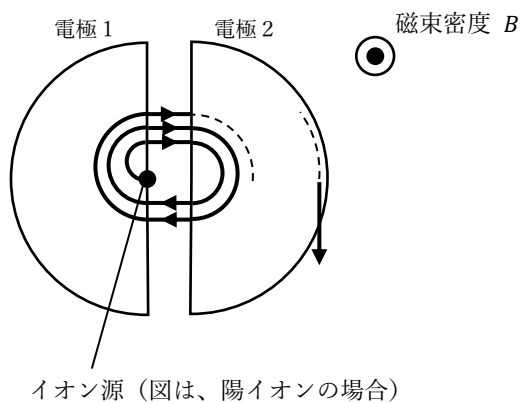
(練習) 図の着色部分に、磁束密度  $B$  の一様な磁界が紙面に垂直にかけられている。電子 (質量  $m$ 、電気量  $-e$  ( $e > 0$ )) が図のように、右向きに磁界中に入射して円運動をした。

- (1) 磁界の向きはどちら向きにかけられているか。
- (2) 電子が着色部分 (長さ  $l$ ) より右側の領域に行かないためには、入射速度の大きさ  $v$  はいくら以下でなければならないか。
- (3) 電子が磁界内を半周して、着色部分の領域から出てくるまでに要する時間はいくらか。



○サイクロトロン

サイクロトロン：加速器（荷電粒子を加速する装置）の一種



荷電粒子は磁界中を円運動する：この間、速さは \_\_\_\_\_ である。

↓

電極 1 と 2 の間には電界がかけられているので、荷電粒子は片方の電極を飛び出してからもう片方の電極に達するまでの間、 \_\_\_\_\_ される。

↓

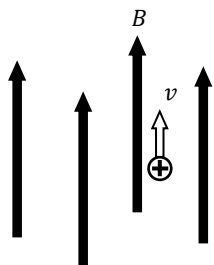
円運動の半径は、次第に \_\_\_\_\_ になっていく。

↓

円運動の周期は \_\_\_\_\_ ので、一定の周期で 2 つの電極の + と - を反転させれば、荷電粒子を加速させつづけられる。

○磁界中の荷電粒子の運動

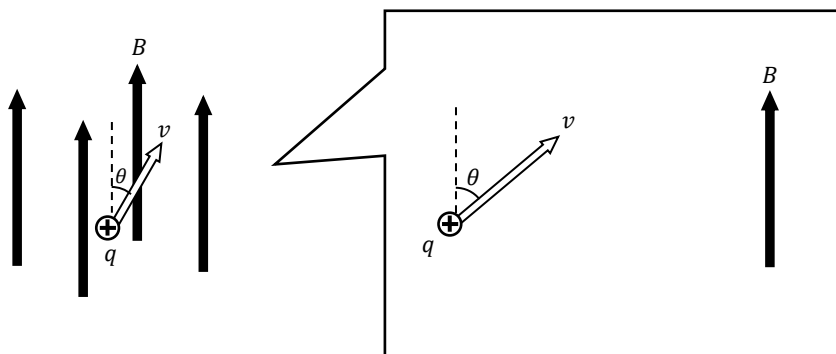
・荷電粒子の速度  $v$  が磁界  $B$  に平行な場合



荷電粒子は磁界から力を \_\_\_\_\_ ので、

荷電粒子は \_\_\_\_\_ をする。

・荷電粒子の速度  $v$  が磁界  $B$  に斜めの場合



荷電粒子は、

- ・磁界  $B$  に平行な方向には、速さ \_\_\_\_\_ の等速度運動をする。
- ・磁界  $B$  に垂直な方向には、\_\_\_\_\_ をする。

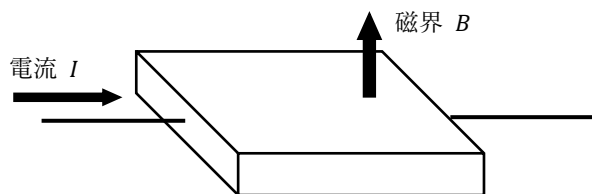


半径  $r =$  \_\_\_\_\_

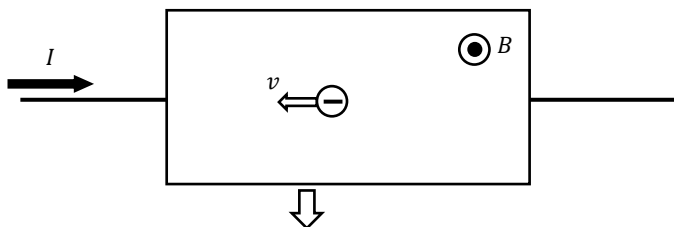
実際の運動は、この組み合わせ（\_\_\_\_\_ 運動）になる。

○ホール効果

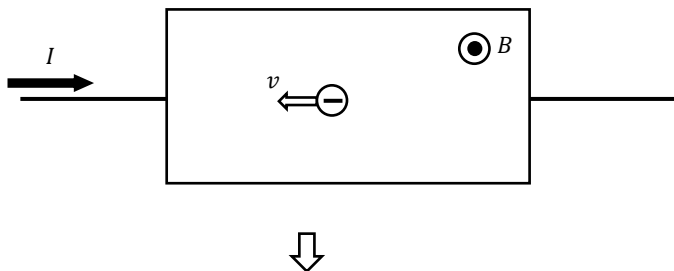
ホール効果 = 電流が流れているところへ磁界をかけると、  
電流と磁界に垂直な向きに電圧が生じる現象



金属 (or 半導体) を流れる自由電子は、磁界からローレンツ力を受ける。



自由電子が図の \_\_\_\_\_ 側の面に集まるために \_\_\_\_\_ が生じ、  
そこからも自由電子は力を受けるようになる。



自由電子にはたらく力のつりあい

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

が成り立つようになると、自由電子は直進するようになり、それ以上電界は  
強くならなくなる。このとき、

電界の強さ  $E = \underline{\hspace{2cm}}$

であり、金属 (or 半導体) の幅を  $d$  とすると、生じる電圧  $V$  は

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

となる。

(練習) 同じ向きに電流が流れる p 型半導体と n 型半導体に、図のように同じ向きに磁界をかけた。このとき、ホール効果によって生じる電圧の向きにはどのような違いがあるか。

