

問題 1

電荷 $-e$ ($e > 0$), 質量 m のひとつの電子が, 図 1 の(a)(b)のような十分大きな平行平板電極の間で加速される. $t=0$ で平板電極(a)の位置で, 初期速度 v_0 は 0 であったとする. 電極(a)の電位は $-U < 0$ である. この電子が電位 0 の電極(b)にあけられた小さな穴を通過し, まっすぐに(b)(c)間の領域を通過後, z 方向に一樣な磁束密度 $\mathbf{B} = (0, 0, B)$ (ただし $B \geq 0$) の存在する領域(c)(d)間に入る. この一樣磁束が存在する領域は y 方向に無限に広く, x 方向には長さ l の領域にのみ存在するものとする. これらの装置はすべて真空中にある. 電子の運動に抵抗力は働かない. また磁束密度は電子の運動によって乱されることはない.

- (1) この電子が電極(b)を通過する時刻と速さを求めよ.
- (2) この電子が境界(d)の右側の領域に達する条件を求めよ.
- (3) この電子が境界(d)を通過する時点での速さを求めよ.
- (4) この電子が境界(d)を通過する際の軌跡が x 軸となす角を計算せよ.
- (5) この電子が境界(d)を通過する時刻を求めよ. 解答には逆三角関数を用いてよい.
- (6) (c)(d)間の磁束密度が問(2)で求めた条件を満たさない場合, 何が起こるか説明せよ.
- (7) 磁束密度 B が様々な値をとると, 問(6)の場合も含め電子の軌跡は様々に変化する. しかし, 電子が到達できない領域がある. この領域を図示せよ.

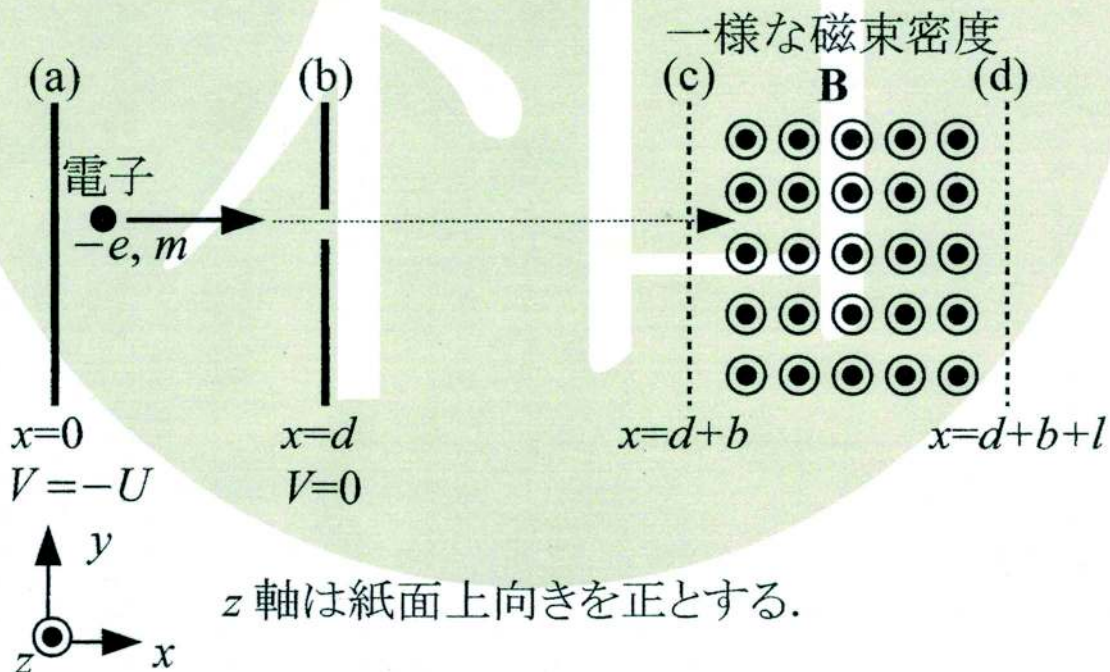


図 1

Problem 1

An electron, whose electric charge and mass are $-e$ ($e > 0$) and m , respectively, is accelerated between a pair of sufficiently large parallel plate electrodes (a) and (b) in Fig. 1. The initial position of the electron is at (a) and the initial velocity v_0 of the electron is zero at $t=0$. The electric potential of the plate electrode (a) is $-U < 0$. This electron passes through a small hole at the plate electrode (b), whose voltage is 0, runs straight in the region between (b) and (c), and enters the region between (c) and (d), where homogeneous magnetic flux density $\mathbf{B} = (0, 0, B)$, where $B \geq 0$, is applied in z -direction. This region of homogeneous magnetic flux is infinitely large in y -direction and has a length of l in x -direction. The whole setup is placed in a vacuum. No resistance force is applied on the moving electron. Effects caused by the moving electron on the magnetic flux density are negligible.

- (1) Find the time and the speed of the electron when it passes through the electrode (b).
- (2) Find the condition that the electron reaches the right-hand side of the boundary (d).
- (3) Find the speed of the electron at the time when it passes through the boundary (d).
- (4) Find the angle of the electron trajectory to the x -axis when the electron passes through the boundary (d).
- (5) Find the time when the electron passes through the boundary (d). You can use inverse trigonometric functions here.
- (6) Explain what happens when the magnetic flux density between the boundaries (c) and (d) does not meet the condition obtained in Question (2).
- (7) The trajectory of the electron varies depending on the magnetic flux density B . However, there is a region(s) where the electron can never pass. Illustrate the region(s) graphically.

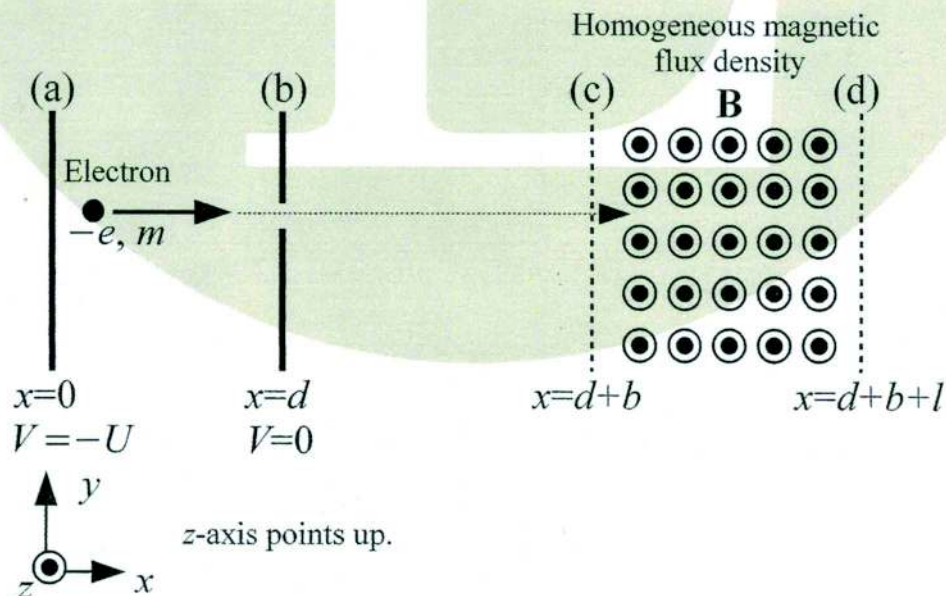


Fig. 1