

[物理学基礎]

図1のように、紙面に垂直に印加した一様な磁場（磁束密度  $B$ ）中に、片側に電圧計と抵抗（大きさ  $R$ ）を取り付けたレール状の電線（レール幅  $b$ ）がある。この電線の上には、糸を取り付けた質量  $m$  の導体  $A$  が、電線と接触するように置かれており、閉回路を形成している。導体  $A$  は、回転することなく、スムーズに  $x$  方向にのみ動くことができる。電線、導体  $A$ 、およびそれらの接触部分の抵抗は、 $R$  と比べて十分小さく無視できる。電線の末端（電圧計、抵抗がない側）は開いている。導体  $A$  は電線の末端から十分離れており、導体が電線から外れることは考慮しなくてよい。導体および電線は、レール幅  $b$  に対して十分細い。このとき、以下の問（1）～（6）に答えよ。

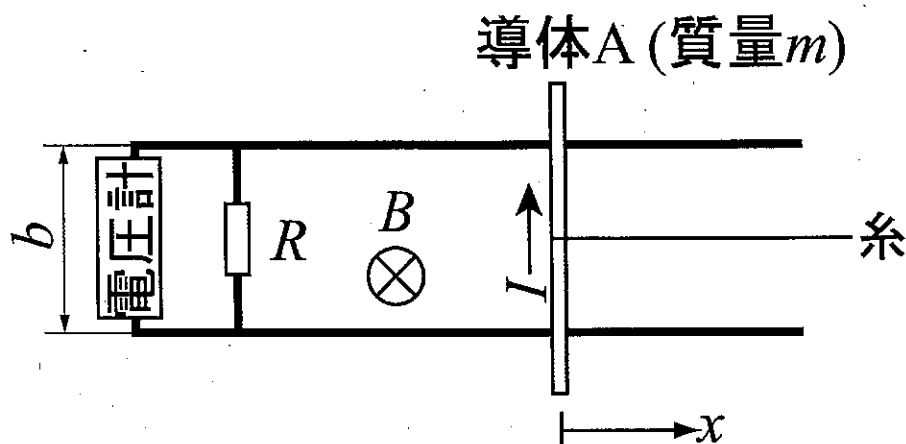


図1

- (1) 導体  $A$  に流れる電流を  $I$  とするとき、磁場により  $A$  が受ける力の大きさを求めよ。
- (2) 導体  $A$  が速度  $v$  で  $x$  方向に動くとき、電圧計で観測される電圧の大きさ、および  $A$  を流れる電流  $I$  の大きさを求めよ。
- (3) 静止していた導体  $A$  を、糸を使って張力  $T$  で  $x$  方向に引っ張るとき、 $A$  が従う運動方程式を書け。
- (4) (3) の運動方程式を解き、導体  $A$  の速度  $v$  および電流  $I$  の時間依存性を求めよ。ただし、糸を引っ張り始めたときの  $A$  の位置、時刻をそれぞれ  $x=0$ 、 $t=0$  とする。
- (5) (4) に関して、十分長い時間が経過したときの導体  $A$  の速度  $v_{\infty}$ 、電流  $I_{\infty}$  の大きさを求めよ。
- (6) (5) の結果に関して、エネルギー保存則が満たされていることを示せ。