

理 科（物 理）

解答用紙に計算も記入せよ。

1 図 1 のように、高さ h の崖のふちから水平距離 L だけ離れた水平な地面から、小物体が、時刻 0 に初速度の大きさ v_0 で水平となす角が θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{4}$) の向きに投げ出された。小物体は、最高点に到達した後、地面に着地することなく崖のふちを通り過ぎ、その後、崖の上面に着地した。崖の上面は水平である。以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気の抵抗は無視する。

- (1) 小物体が崖のふちを通り過ぎる時刻を求めよ。
- (2) 小物体が最高点に到達する時刻と最高点の高さを求めよ。
- (3) 小物体が崖の上面に着地する時刻を求めよ。
- (4) (1), (2), (3) より, L が満たすべき条件を示せ。

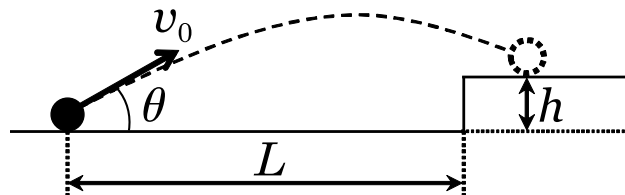


図 1

2 図 2 のように、紙面上に xy 平面をとり、原点 O から距離 r 離れた x 軸上の点 A , C および y 軸上の点 B , D をそれぞれ通る十分長い 4 本の細い平行導線が紙面に垂直に配置されている。そのうち、点 A と点 C を通る導線には紙面の裏から表へ、点 B と点 D を通る導線には紙面の表から裏へ向かってそれぞれ電流 I が流れている。透磁率を μ として、以下の問いに答えよ。ただし、 $\odot$ は紙面の裏から表へ向かって流れる電流を表し、 $\otimes$ は紙面の表から裏へ向かって流れる電流を表している。

- (1) 原点 O において、点 A を通る導線に流れる電流のみにより発生する磁場の大きさと向きを求めよ。
- (2) 原点 O における磁場の大きさを求めよ。
- (3) 点 C を通る導線が、点 A を通る導線に流れる電流のみにより発生する磁場から長さ L あたりに受ける力の大きさと向きを求めよ。
- (4) 点 $P\left(0, \frac{r}{2}\right)$ を紙面に垂直に通過するように、電気量 $-e$ の電子を紙面の表から裏の方向へ速さ v で移動させた場合、点 P において電子が受ける力の大きさと向きを求めよ。

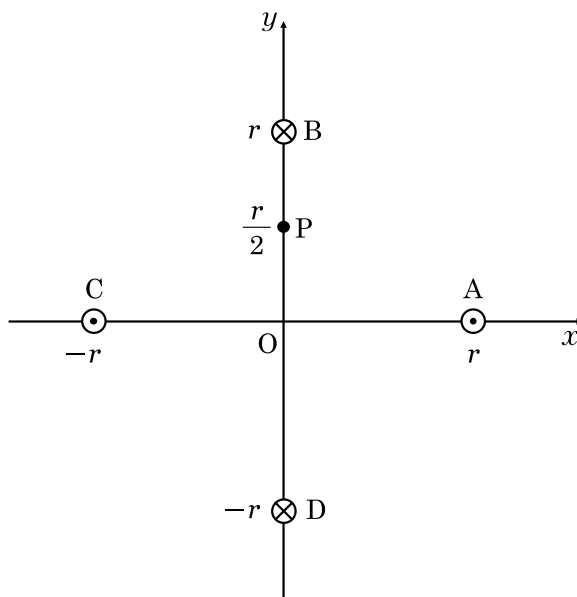


図 2

3 なめらかに動くピストンのついた円筒容器に単原子分子理想気体を入れ，図 3 のように圧力が p_0 で体積が V_0 の状態 A から状態 B，状態 C を経て再び状態 A に戻るよう気体の状態を変化させた。すべての区間は直線に沿った変化である。以下の問いに答えよ。

- (1) $A \rightarrow B$ の過程で気体が吸収した熱量を求めよ。
- (2) $B \rightarrow C$ の過程で気体が外部にした仕事を求めよ。
- (3) $B \rightarrow C$ の過程で気体が吸収した熱量を求めよ。
- (4) $C \rightarrow A$ の過程で気体が放出した熱量を求めよ。
- (5) この装置を熱機関として利用したときの熱効率を求めよ。

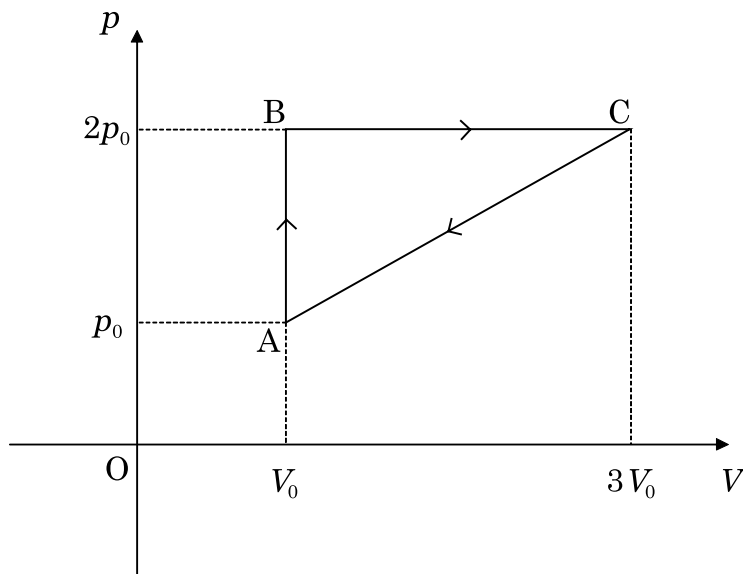


図 3