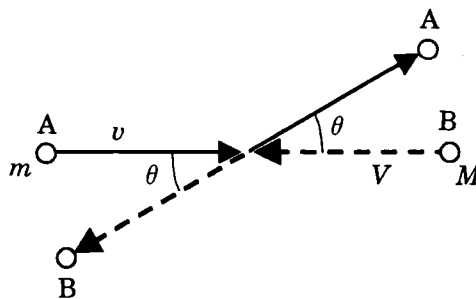


物 理

- 1 二つの粒子 A, B が互いに反対向きに動き、衝突する場合を考える。以下の問いに答えよ。
ただし、重力や空気の抵抗は無視できるものとする。

A の質量を m 、衝突前の速さを v 、B の質量を M 、衝突前の速さを V とする。衝突後、それぞれの粒子が図のように入射方向に対して角度 θ の方向に進行した。このとき、衝突前後で運動エネルギーは保存されるとする。



問〔1〕 衝突前の速さの比 $\frac{v}{V}$ はいくらか。 m 、 M を用いて表せ。

問〔2〕 衝突後の粒子 A の運動量の大きさを求めよ。

問〔3〕 衝突によって粒子 B が粒子 A におよぼす力積の大きさを m 、 v 、 θ を用いて表せ。

次に、粒子 A の代わりに一つの光子を、速さ V の粒子 B に衝突させた。衝突後、B は止まり、光子は B に吸収されずに進行方向とは逆向きに動いたとする。

問〔4〕 光子の運動量の大きさを p 、光の速さを c とすると、光子のエネルギーはいくらか。
 p 、 c を用いて表せ。

問〔5〕 衝突後の光子の波長はいくらか。 M 、 V 、 h 、 c を用いて表せ。ただし、衝突前後でエネルギーは保存されるとする。ここで、 h はプランク定数である。

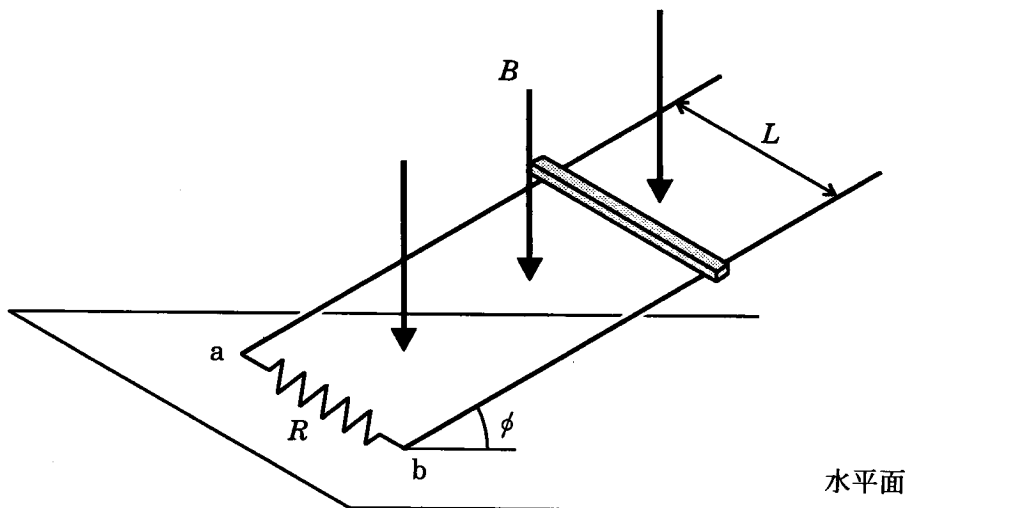
2 図のように、電気抵抗が無視できる金属棒を間隔 L [m] で平行に並べてレールをつくり、水平面に対して傾斜角 ϕ で設置した。レールの下端 a, b は電気抵抗値 R [Ω] の抵抗でつないである。ここで、レールと抵抗は動かないものとする。一様な磁束密度 B [T] の磁界を鉛直下向きに印加した状態で、電気抵抗が無視できる質量 m [kg] の金属棒をレールの上に水平に静かに置いた。棒とレールとの摩擦は無視でき、棒はレールに対して常に直交しているものとする。重力加速度を g [m/s^2] として、以下の問いに答えよ。

問〔1〕 棒が動き始めたとき、抵抗に流れる電流の向きは図中の $a \rightarrow b$ と $b \rightarrow a$ のどちらか。理由をつけて答えよ。

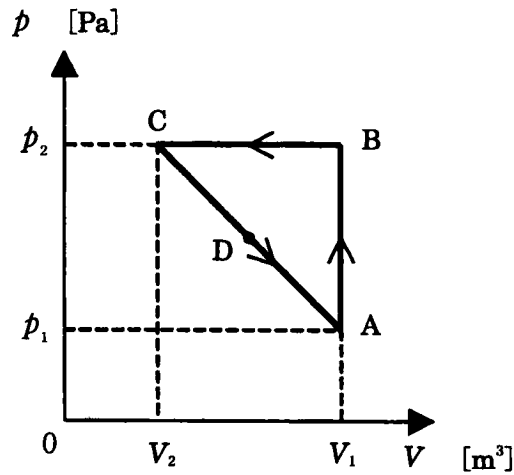
問〔2〕 棒が速さ v [m/s] で動いているとき、抵抗に流れる電流の大きさを求めよ。

問〔3〕 十分に時間が経過した後の棒の速さを求めよ。このとき、棒はレール上にあるものとする。

問〔4〕 問〔3〕の状態のとき、抵抗で単位時間あたり発生する熱エネルギー Q と重力が棒にする仕事率 P との比 $\frac{Q}{P}$ を求めよ。



- 3 分子の数が一定の単原子分子理想気体の体積 V [m^3] と圧力 p [Pa] を下図の三角形 ABC にそって $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させる。ここで、A は体積 V_1 [m^3]、圧力 p_1 [Pa] の状態、B は体積 V_1 [m^3]、圧力 p_2 [Pa] の状態、C は体積 V_2 [m^3]、圧力 p_2 [Pa] の状態である。 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ とし、以下の問いに答えよ。問〔1〕から問〔3〕については、 p_1 、 V_1 、 p_2 、 V_2 から必要なものを使って答えよ。



- 問〔1〕 過程 $A \rightarrow B$ で気体が外部からされる仕事と気体が吸収する熱量はそれぞれいくらか。
- 問〔2〕 過程 $B \rightarrow C$ で気体が外部からされる仕事と気体が放出する熱量はそれぞれいくらか。
- 問〔3〕 全過程 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ で気体が外部からされる仕事と気体が吸収する熱量はそれぞれいくらか。
- 問〔4〕 図中の AC の中点を D とし、状態 C、D、A でのそれぞれの温度を T_C 、 T_D 、 T_A とする。これらの温度の間を正しく示すように の中に =, >, < のいずれかを入れよ。

$$T_C \quad \boxed{} \quad T_D$$

$$T_C \quad \boxed{} \quad T_A$$

$$T_D \quad \boxed{} \quad T_A$$