

# 物

1

図1のように、直方体の導体試料を水平に置き、磁束密度の大きさが  $B$  である一様な磁界を鉛直上向きに加え、大きさ  $I$  の電流を左から右へ流した。すると、手前の面  $X$  と奥の面  $Y$  の間に電位差が生じ、十分に時間が経過した後、電位差は一定の大きさ  $V$  となった。この試料を流れる電流のキャリアを自由電子のみとし、その速さを  $v$ 、電荷の大きさを  $e$ 、単位体積あたりの数（個数密度）を  $n$  とする。また、電流に垂直な試料の断面の高さを  $h$ 、幅を  $d$  とする。以下の問いに答えよ。

A. 次の文はこの現象の説明である。文中（1）～（5）の選択肢から適切な語句を選び、その記号で答えよ。

試料中を流れる自由電子は、磁界によって {(1) イ. 静電気力, ロ. ローレンツ力} を受ける。自由電子は負の電荷を持っているので、この力の向きは、自由電子の速度の向きから磁界の向きへ右ねじを回したときにねじが進む向きと {(2) イ. 同じ, ロ. 逆} である。また、自由電子は電流と {(3) イ. 同じ, ロ. 逆} 向きに流れているので、この力を受けて試料の {(4) イ. 面  $X$ , ロ. 面  $Y$ } に集まり蓄積されていく。その結果、帯電した面  $X$  と面  $Y$  の間に電界が発生し、電位差が生じ始める。この電界から自由電子が受ける力と（1）の力が釣り合うと自由電子の蓄積が止まり、電位差は一定となる。この現象を {(5) イ. フレミング, ロ. ホール, ハ. マクスウェル} 効果と呼ぶ。

B. Aの説明文に基づいて、以下のように面  $X$  と面  $Y$  の間に発生する電位差の大きさ  $V$  を求めることができる。

(6) (1) の力の大きさを  $B, e, v$  を用いて表せ。

(7) 面  $X$  と面  $Y$  の間に生じた電界から自由電子が受ける力と（1）の力が釣り合っているとき、この電界の大きさを  $B, v$  を用いて表せ。

(8) 電流は単位時間に試料断面を通過する電気量である。このことから自由電子の速さ  $v$  を  $d, e, h, I, n$  を用いて表せ。

(9) (7) と (8) の結果から電位差の大きさ  $V$  を  $B, e, h, I, n$  を用いて表せ。

C. この現象を応用して磁束密度の大きさを求めよう。

(10)  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C,  $h = 1.0 \times 10^{-3}$  m,  $n = 1.0 \times 10^{23}$  個/m<sup>3</sup> とし、 $I = 1.6 \times 10^{-1}$  A の電流を流したとき  $V = 1.0 \times 10^{-2}$  V の電圧が測定されたとすると、磁束密度の大きさ  $B$  は何テスラ [T] か。

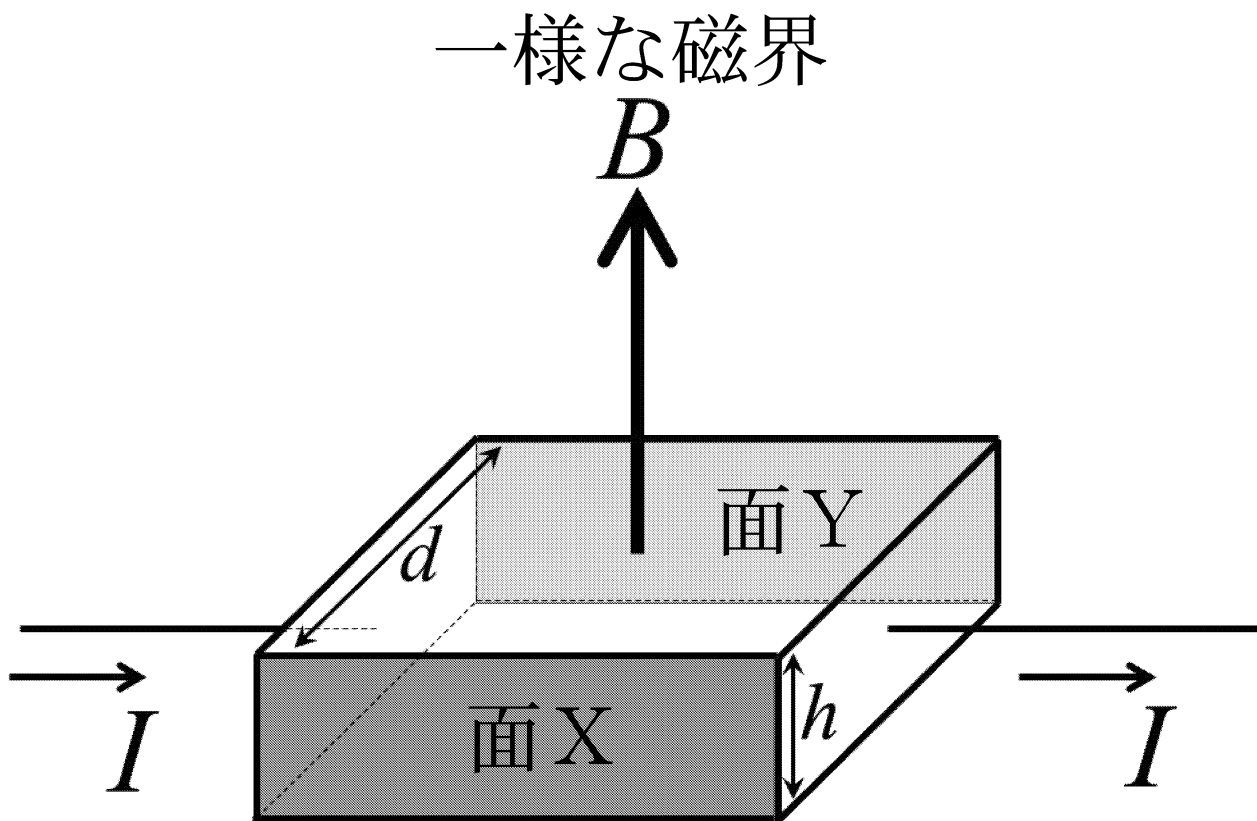


図1

物

2

1. 以下の文中の空欄を適切な数式で埋めよ。ただし、音源の振動数を  $f$ 、風がないときの音の速さを  $V$  とする。

A. 図 2 - a のように風がない状態で、観測者、音源、反射板が一直線上に並んでいる。観測者と音源は静止しており、反射板は速さ  $v_R$  で音源に近づいている。音源から観測者へ直接届く音の振動数は  $\square(1)$  である。一方、反射板が受け取る音の振動数は  $\square(2)$  である。したがって、反射板によって反射してから観測者に届く音の振動数は  $\square(3)$  である。ただし、 $v_R < V$  とする。

B. 次に図 2 - b のように反射板を取り去り、静止している音源から速さ  $v_0$  で観測者が遠ざかっている状況において観測者が観測する音について考える。音源から観測者の方向へ一定の速さ  $v_W$  の風が吹いているとき、地面に静止している立場からは、音は風と同じ向きには速さ  $\square(4)$  で伝わるように見える。したがって、この場合において観測者が観測する音の振動数は  $\square(5)$  である。ただし、 $v_0 < V + v_W$  とする。



図 2 - a

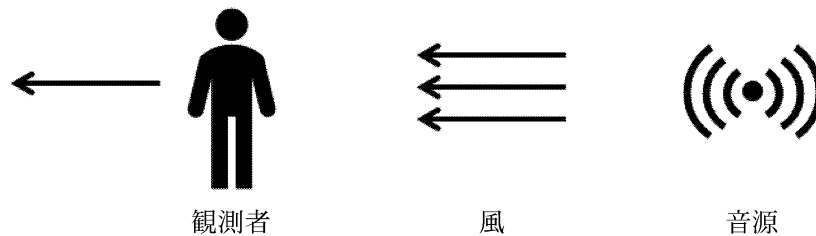


図 2 - b

2. 図2-cのように2枚のガラス板 S, T を重ねて, 片方の端 O を接触させ, そこからガラス板 T 上で  $L$  だけ離れた位置に厚さ  $D$  の金属箔をはさむ。真上から波長  $\lambda$  の単色光をあてて上から見ると, 明暗の縞模様が見えた。以下の文中の空欄を適切な語句や数式で埋めよ。また, 選択肢がある場合はその記号で答えよ。

A. 明暗の縞模様が生じるのは, 真上からあてた光がガラス板 S の下面で反射する光 I とガラス板 T の上面で反射する光 II が (6) するためである。

B. 点 O からガラス板 T 上で  $x$  だけ離れた位置において, 2枚のガラス板の間の空気層の厚さ  $d$  を  $x, L, D$  を用いて表すと (7) である。

C. ガラス板 T の上面で反射する光 II は, 屈折率の小さい媒質 (空気) から入射し, 屈折率の大きい媒質 (ガラス) との境界面で反射するので, 位相は (8) イ. 変わらない, ロ.  $\pi$  ずれる, ハ.  $\frac{\pi}{2}$  進む}。

D. 位置  $x$  において, 光 I と II の経路差を  $x, L, D$  を用いて表すと (9) である。これが  $(2m + 1) \frac{\lambda}{2}$  であるときに明線が生じる。ここで,  $m = 0, 1, 2, \dots$  である。明線の間隔を  $L, D, \lambda$  を用いて表すと (10) である。

E. 2枚のガラス板の間を水で満たした。このとき明線の間隔は (11) イ. 広がる, ロ. せまくなる, ハ. 変わらない}。ただし, 水の屈折率はガラスよりも小さい。

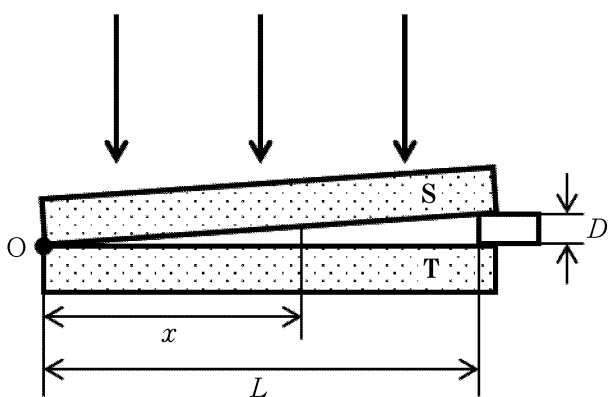


図2-c