

(この線から上には、何も記入してはならない)

[問 1] 図 1 のように、 x 、 y 、 z 軸に対する長さがそれぞれ w 、 l 、 h の直方体の n 型半導体がある。 y 軸の正の向きに大きさ I の電流を流し、 z 軸の正の向きに磁束密度の大きさ B の磁場を加えた。 n 型半導体中の単位体積あたりの電子の個数を n 、電子の速さを v 、電子の電気量を $-e$ とし、次の各問いに答えよ。すべての電子は同じ速度で移動していると仮定する。導出過程が必要なものは導出過程も簡潔に記すこと。

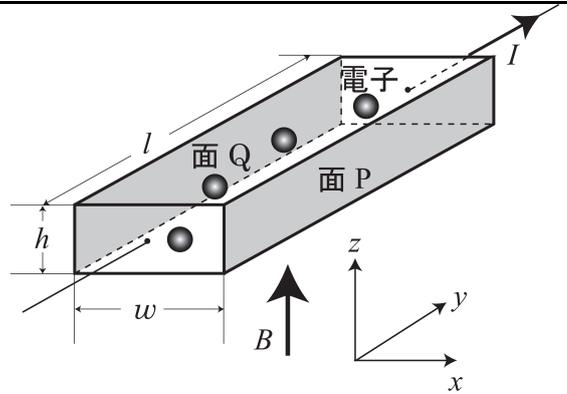


図 1

(1) n 型半導体中の電子に働くローレンツ力の大きさを求めよ。

(1) 答	
----------	--

(2) (1)のローレンツ力の向きは次のうちどれか。記号で答えよ。

- a. x 軸の正の向き b. x 軸の負の向き c. y 軸の正の向き
d. y 軸の負の向き e. z 軸の正の向き f. z 軸の負の向き

(2) 答	
----------	--

(3) 面 P および面 Q が帯電する電荷のうち、正しい組み合わせは次のうちどれか。記号で答えよ。

	面 P	面 Q
a.	正の電荷	正の電荷
b.	正の電荷	負の電荷
c.	負の電荷	正の電荷
d.	負の電荷	負の電荷

(3) 答	
----------	--

(4) (3)の電荷により、発生する電場の大きさを求めよ。

[導出過程]

(4) 答	
----------	--

(5) 電子の速さ v を w 、 l 、 h 、 n 、 e 、 B 、 I から必要なものを用いて表せ。

[導出過程]

(5) 答	
----------	--

物 1

小計	
----	--

(この線から上には、何も記入してはならない)

[問1 続き]

(6) PQ間の電圧の大きさを、 w 、 l 、 h 、 n 、 e 、 B 、 I から必要なものを用いて表わせ。

[導出過程]

(6) 答	
----------	--

(7) $B=1.0\text{ T}$ 、 $I=0.80\text{ mA}$ 、 $e=1.6\times 10^{-19}\text{ C}$ 、 $w=2.5\text{ mm}$ 、 $l=8.0\text{ mm}$ 、 $h=1.0\text{ mm}$ のとき、(6)の電圧が 2.0 mV であった。単位体積中の電子数 n を有効数字2桁で求めよ。単位を付して解答すること。

[導出過程]

(7) 答	
----------	--

次に、n型半導体のかわりに、p型半導体を用いて、磁場及び電流の向きと大きさは変えずに同じ実験を行った。その結果、PQ間に大きさ V の電圧が生じた。

(8) 面Pおよび面Qが帯電する電荷のうち、正しい組み合わせは次のうちどれか。記号で答えよ。

	面P	面Q
a.	正の電荷	正の電荷
b.	正の電荷	負の電荷
c.	負の電荷	正の電荷
d.	負の電荷	負の電荷

(8) 答	
----------	--

(9) 単位体積中のホール数を、ホールの電気量を e として、 w 、 l 、 h 、 e 、 B 、 V 、 I から必要なものを用いて表わせ。

(9) 答	
----------	--

小計	
----	--

(この線から上には、何も記入してはならない)

[問2] 図2のように、水平から角度 θ の斜面上で、質量 m の小物体が運動する。斜面上の点 A と点 B の間はなめらかで、小物体と斜面の間に摩擦はない。一方、斜面上の点 B と点 C の間はあらく、小物体と斜面の間に摩擦がある。点 A および点 B の水平面からの高さはそれぞれ a および b である。小物体を点 A で静かに離したところ、AB 間では加速したが、BC 間では一定の速度で滑った。重力加速度の大きさを g として、次の各問いに答えよ。小物体の大きさや空気抵抗の影響は考えないものとする。導出過程も簡潔に記すこと。

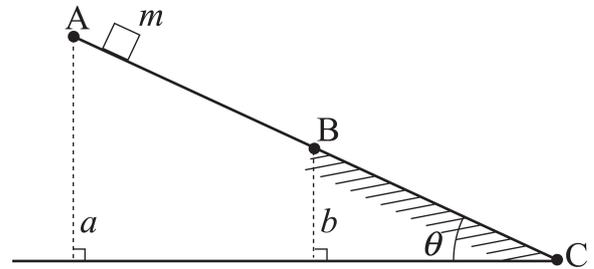


図2

(10) BC 間での小物体の速さを求めよ。

[導出過程]

(10) 答	
-----------	--

(11) 小物体が BC 間を通過するとき、小物体にはたらく垂直抗力の大きさを求めよ。

[導出過程]

(11) 答	
-----------	--

(12) BC 間での小物体と斜面の間の動摩擦係数を求めよ。

[導出過程]

(12) 答	
-----------	--

(13) 小物体が点 A から点 C に移動する間に、摩擦力がした仕事を、符号を含めて求めよ。

[導出過程]

(13) 答	
-----------	--

(この線から上には、何も記入してはならない)

[問3] 図3のように、半径 r の球形の中空容器内に、質量 m の分子 N 個から成る理想気体を入れた。気体分子は容器の壁と弾性衝突をする。分子と分子の間にはたらく力や分子の大きさは考えないものとする。次の各問いに答えよ。導出過程も簡潔に記すこと。

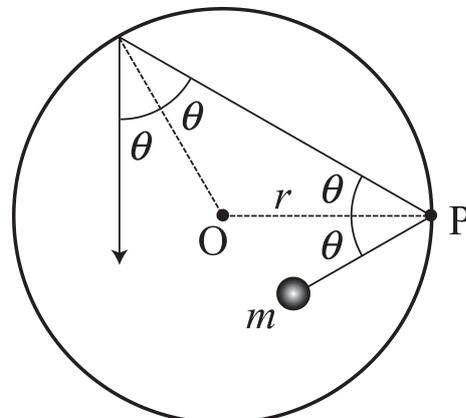


図3

(14) 1 個の分子が、速さ v で、器壁の点 P において、点 P と球の中心 O とを結ぶ線と角度 θ をなして衝突した。衝突による気体分子の運動量の変化の大きさを求めよ。

[導出過程]

(14) 答	
-----------	--

(15) 気体分子が単位時間に器壁に衝突する回数を求めよ。

[導出過程]

(15) 答	
-----------	--

(16) 気体分子の速さがすべて v であるとして、気体全体が器壁に与える力の大きさを求めよ。

[導出過程]

(16) 答	
-----------	--

(17) 容器内の圧力を、容器の体積 V を用いて、 r を用いずに求めよ。

[導出過程]

(17) 答	
-----------	--

物4

小計	
----	--

(この線から上には、何も記入してはならない)

[問 4] 図 4 のように、空気中で、波長 λ の平面波の単色光が、厚さ d の薄膜に入射角 i で入射した。点 A で薄膜に入射し、屈折角 r で進み、点 C で反射して点 D を透過した光と、薄膜に入らず点 D で反射した光との干渉を考える。空気の屈折率を 1、薄膜の屈折率を n ($n > 1$) とし、次の各問いに答えよ。導出過程も簡潔に記すこと。

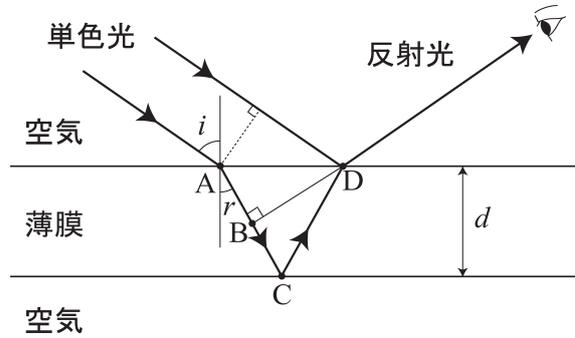


図 4

(18) 薄膜中での光の波長を求めよ。

[導出過程]

(18) 答	
-----------	--

(19) 薄膜の屈折率 n を、 i および r を用いて表せ。

[導出過程]

(19) 答	
-----------	--

(20) 図 4 の BD は入射光の波面を表している。経路 BCD の長さを求めよ。

[導出過程]

(20) 答	
-----------	--

(21) 反射光が強め合う条件を、負でない整数 m を用いて表せ。

[導出過程]

(21) 答	
-----------	--

(この線から上には、何も記入してはならない)

[問 5] 図 5 は、ある原子の構造をモデル化したものである。次の各問いに答えよ。

(22) 図の●は、正の電荷を持っている粒子である。これを何というか。

(22) 答	
-----------	--

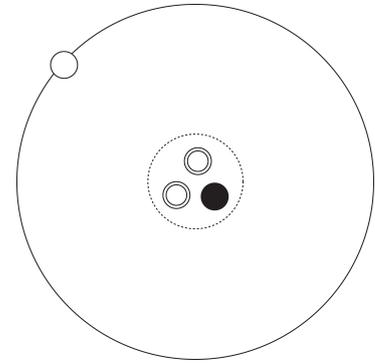


図 5

(23) 図の○は、電荷を持たない粒子である。これを何というか。

(23) 答	
-----------	--

(24) 図の●と○が一体となったものを何というか。

(24) 答	
-----------	--

(25) この原子の原子番号はいくつか。

(25) 答	
-----------	--

(26) この原子の質量数はいくつか。

(26) 答	
-----------	--

(27) この物質は半減期約 12 年でベータ線を出して放射性崩壊する。64 g のこの物質が 1 g になるまでに何年かかるか。

(27) 答	
-----------	--

(28) 放射線は電離作用を持つため、人体に有害である。この影響を最小限にし、人体を放射線から守るために、取るべき対策を 3 つあげて記述せよ。

(28) 答	
-----------	--