令 和 8 年 度 入 校

（ページ数）
8ページ

試験問題 ― 物 理

受験地本名	番 号

受 験 心 得

1．この試験問題は、指示があるまで開かないこと。

2．試験問題には、受験地本名と番号を試験係官の指示に従って記入すること。

3．試験時間は、理科の選択科目２科目を合わせて、１４時４５分から１６時４５分までの１２０分間である。

4．携帯電話等は、電源を切り、使用できない状態にすること。

5．受験番号や解答が正しくマークされていない場合や、解答を訂正するときの消しゴムのカスなどで、採点されない場合があるので、注意すること。

6．解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。

7．問題 Ⅰ ～ Ⅲ の解答はマークシートにマークし、Ⅳ ～ Ⅴ の解答は記述式の解答用紙に記入すること。

8．マークシートには、解答欄以外に次の記入欄があるので、試験係官の指示に従って、それぞれ正確に記入しマークすること。

① 氏名欄、受験番号欄

氏名、受験番号をマークシートの氏名欄、受験番号欄に記入すること。

② 受験地本名欄

受験票の受験番号欄に記載されている受験地本名を、受験地本名欄から選び、正確にマークすること。

（例）受験地本名が札幌の場合

受 験 地 本 名				
札 幌 ●	茨 城 (11)	静 岡 (21)	兵 庫 (31)	愛 媛 (41)
函 館 (02)	栃 木 (12)	富 山 (22)	奈 良 (32)	高 知 (42)

③ 番号欄

受験票の受験番号欄に記載されている４桁の数字を正確にマークすること。

（例）４桁の数字が１０１２の場合

番 号			
(0)	●	(0)	(0)
●	(1)	●	(1)
(2)	(2)	(2)	●

④ 科目欄

物理を選び、正確にマークすること。

⑤ 性別欄

性別をマークシートの性別欄に正確にマークすること。

9．マークシートの解答欄について次の注意事項に従い、マークすること。

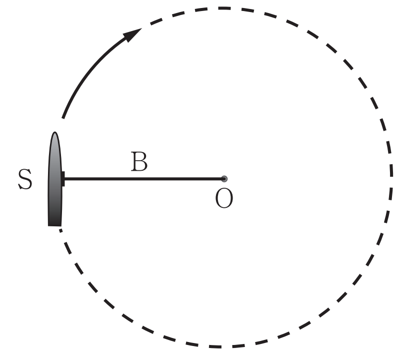
① 解答は、マークシートの解答番号に対応した解答欄にマークすること。

② 問題の文中の $\boxed{1}$、$\boxed{2}\boxed{3}$ などには、符号（－，＋）又は数字（０～９）が入ります。$\boxed{1}$，$\boxed{2}$，$\boxed{3}$，…の１つ１つは、符号又は数字のいずれか１つに対応します。それらを解答用紙の１，２，３，…で示された解答欄にマークすること。

受験心得は、問題冊子の裏表紙にも続きます。必ず、問題冊子を裏返して読むこと。

Ⅰ 次の文章を読んで，問い（問１～５）に答えよ。

図のように固定された点Ｏに右端が接続され，それを中心に回転することが可能な軽い支持体（剛体）Ｂの左端に人工衛星Ｓを取り付ける。ＳはＯを中心としてＢを回すモーターにより鉛直面内をＢの長さ（50 m）を半径として周回するようになっている。Ｓは周回中に切り離すことができ，鉛直方向にのみ投げ上げることができる。Ｂに比べてＳは十分小さく質点と考えられ，重力加速度の大きさ g は 9.8 m/s^2 とする。空気抵抗は考えなくてもよいものとして，以下の問いに答えよ。なお計算の結果は有効数字２桁を確保すること。



解答方法：例えば真空の透磁率 $\mu = 1.26\times10^{-6}$ N/A^2 を解答対象とするなら，有効数字を２桁とするので，$+1.3\times10^{-6}$ N/A^2 を各解答欄に当てはめる。実数部先頭の欄（下の例だと１の欄）と指数部先頭の欄（下の例だと４の欄）は必ず＋または－を選択し，その他の欄は数字を選択すること。全体をまとめると欄１：＋，欄２：1，欄３：3，欄４：－，欄５：6をそれぞれ選択することになる。

$\boxed{1}\boxed{2}.\boxed{3}\times10^{\boxed{4}\boxed{5}}$ N/A^2

（解答欄例）

解答番号	−	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	−	●	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	−	+	0	●	2	3	4	5	6	7	8	9
3	−	+	0	1	2	●	4	5	6	7	8	9
4	●	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	−	+	0	1	2	3	4	5	●	7	8	9

問１　Ｓの質量は 1.0×10^2 kg，右上図のようにＢが水平な状態で固定されているときＢの左端に作用する力について，Ｂの右端のまわりの力のモーメントの大きさはいくらか。

$\boxed{1}\boxed{2}.\boxed{3}\times10^{\boxed{4}\boxed{5}}$ N･m

問２　Ｓが周回をはじめ，その角速度の大きさが 2.0 rad/s で一定になったとき，Ｓの速さはいくらか。

$\boxed{6}\boxed{7}.\boxed{8}\times10^{\boxed{9}\boxed{10}}$ m/s

問３　問２においてＳが周回の最高点に達したときＳの加速度の大きさはいくらか。

$\boxed{11}\boxed{12}.\boxed{13}\times10^{\boxed{14}\boxed{15}}$ m/s^2

問４　Ｓに生じる向心加速度の大きさが $1.0\times10^2 g$ であった。投げ上げられたＳの，切り離された位置からの到達高度はいくらか。

$\boxed{16}\boxed{17}.\boxed{18}\times10^{\boxed{19}\boxed{20}}$ m

問５　Ｓを第１宇宙速度の大きさ 7.9 km/s の初速で投げ上げるときＳに加わる向心加速度の大きさは重力加速度の大きさ g の何倍となるか。

$\boxed{21}\boxed{22}.\boxed{23}\times10^{\boxed{24}\boxed{25}}$

Ⅱ　次の文章を読んで，問い（問１～５）に答えよ。

問１　図１のように，抵抗値がそれぞれ r_1，r_2，r_3，r_4 の４つの抵抗と検流計Ｇおよび電圧が $V_1(>0\,\mathrm{V})$ の内部抵抗が無視できる直流電源を接続した。検流計に流れる電流が０になるように調整したとき，４つの抵抗の抵抗値の関係はどのように表されるか。最も適当なものを，次の⑴～⑸のうちから一つ選べ。 26

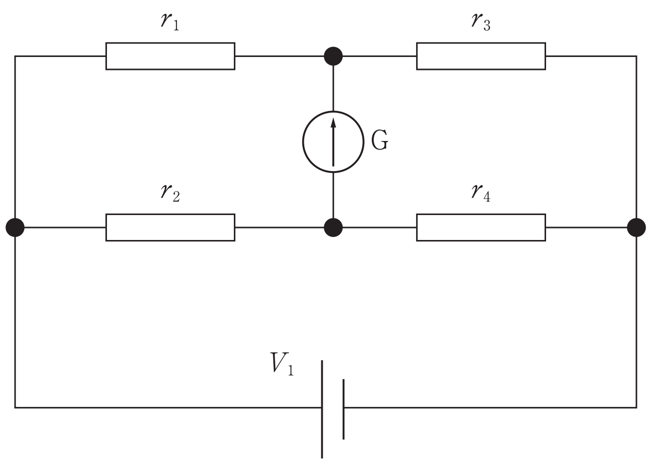


図１

⑴　$r_1 r_4 = r_2 r_3$
⑵　$r_1 r_2 = r_3 r_4$
⑶　$r_1 r_3 = r_2 r_4$
⑷　$r_1 + r_4 = r_2 + r_3$
⑸　$r_1 - r_4 = r_2 - r_3$

問２　図２のような順方向の電流 I - 電圧 V 特性を持つ半導体ダイオードＤがある。このダイオードの順方向に電圧 1.10 V を加えたとき，流れる電流はいくらであるか。最も適当なものを，次の⑴～⑸のうちから一つ選べ。 27 A

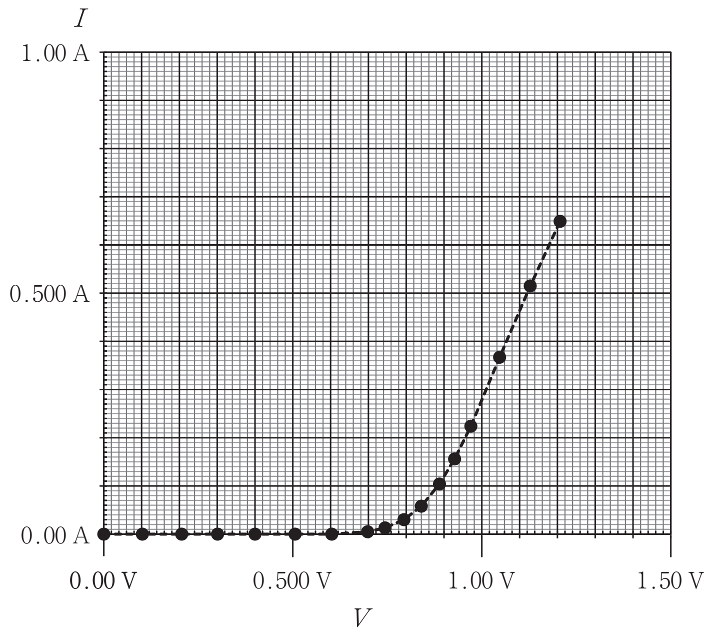


図２

⑴　3.50×10^{-2}
⑵　1.20×10^{-1}
⑶　2.80×10^{-1}
⑷　4.63×10^{-1}
⑸　5.64×10^{-1}

問３　図３のように，問２のダイオードＤ，抵抗値が 2.00 Ω の抵抗 $\mathrm{R_S}$ と内部抵抗を無視できる電圧が 1.40 V の直流電源 $\mathrm{E_S}$ からなる直列回路を考える。この回路に流れる電流はいくらであるか。最も適当なものを，次の⑴～⑸のうちから一つ選べ。 28 A

⑴　1.00×10^{-2}
⑵　1.20×10^{-1}
⑶　2.20×10^{-1}
⑷　3.75×10^{-1}
⑸　4.20×10^{-1}

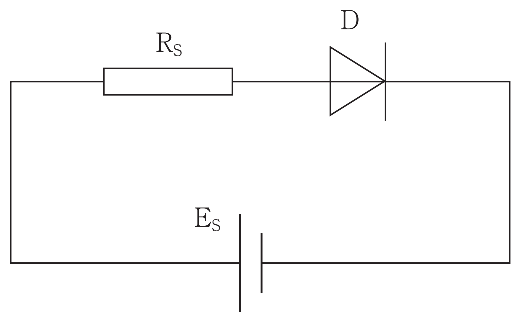


図３

問４　図４のように，問２のダイオードＤと抵抗値がそれぞれ $2.00\,\Omega$，$1.00\times10^2\,\Omega$，$1.00\times10^2\,\Omega$ の３つの抵抗 R_1，R_2，R_3 と検流計Ｇおよび内部抵抗が無視できる直流電源 E_P を接続した。直流電源 E_P の電圧が $V_P(>0\,\mathrm{V})$ のとき検流計Ｇに流れる電流が０になった。この電源の電圧 V_P はいくらであるか。最も適当なものを，次の⑴～⑸のうちから一つ選べ。 29 V

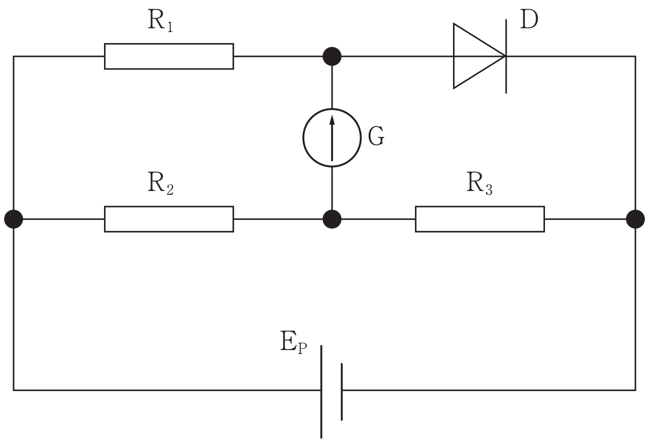


図４

⑴　0.70

⑵　0.90

⑶　1.1

⑷　1.9

⑸　2.3

問５　図５のようにセ氏温度 t によって抵抗値 r_X が変化する抵抗 R_X を使って温度を計測する。図６のように可動接点Ｐのある抵抗線 AB，検流計Ｇ，内部抵抗を無視できる直流電源Ｅ，温度に依存しない抵抗値が $102.00\,\Omega$ の抵抗 R_r と温度によって抵抗値が変化する抵抗 R_X を接続した。この抵抗線 AB は，長さが $1.0000\,\mathrm{m}$ で，単位長さ当たりの抵抗が一定である。抵抗 R_X がセ氏温度 t_0 のときに，AP の長さが $0.5014\,\mathrm{m}$ で検流計Ｇに流れる電流が０になった。このときの t_0 はいくらであるか。最も適当なものを，次の⑴～⑸のうちから一つ選べ。 30 ℃

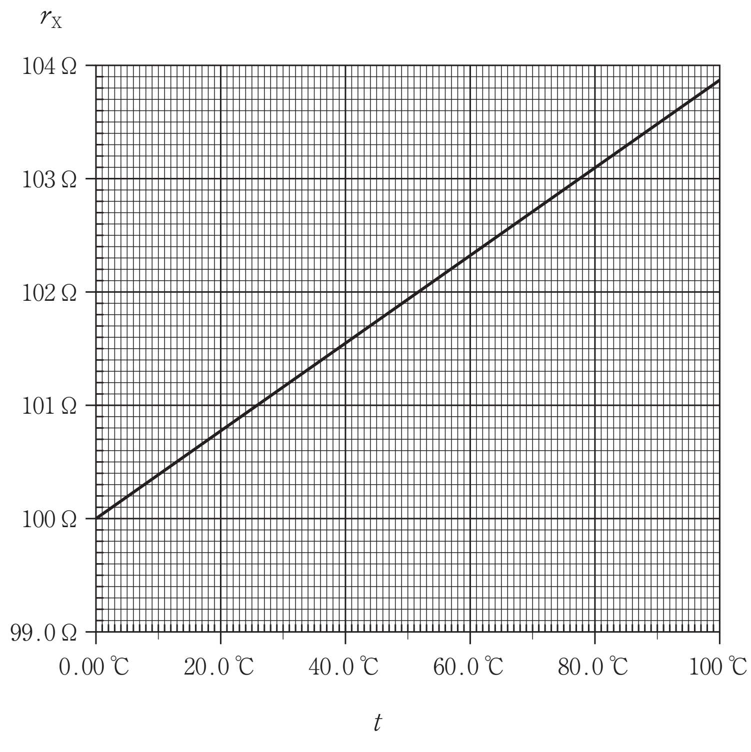


図５

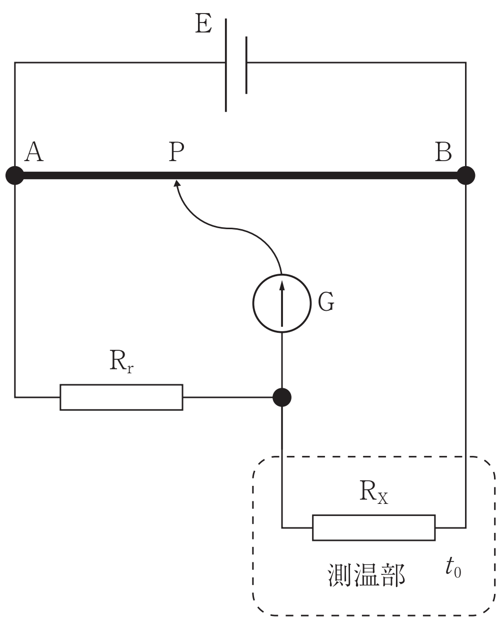


図６

⑴　20

⑵　37

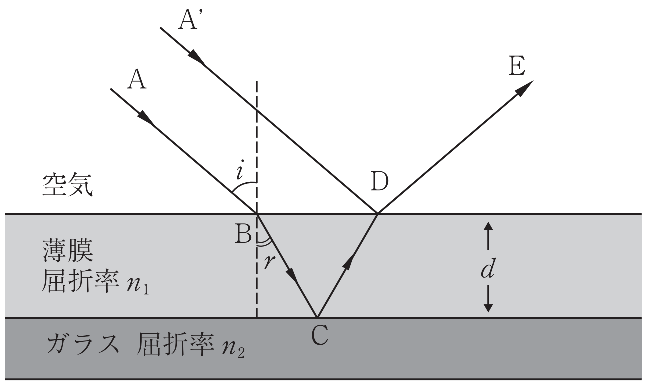
⑶　45

⑷　63

⑸　85

Ⅲ 次の文章を読んで，問い（問１～５）に答えよ。

右図のように，屈折率 n_1 で厚さ d の薄膜が，屈折率 $n_2(> n_1)$ のガラス板上に密着している状態を用意した。空気中から波長 λ の光が，薄膜に入射角 i で斜めに入射する場合を考える。空気の屈折率は 1.00 とし，入射角も屈折角も $\pi/2$ を超えないとして，以下の問に答えよ。



問１　点Ｂで屈折した光の屈折角 r と入射角 i の関係はどうなるか。最も適当なものを，次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。 $\boxed{31}$

(1)　$\sin r = n_1 \sin i$

(2)　$\sin r = \dfrac{\sin i}{n_2}$

(3)　$\cos r = \sqrt{1-(n_1 \sin i)^2}$

(4)　$\cos r = \sqrt{1-\left(\dfrac{\sin i}{n_2}\right)^2}$

(5)　$\cos r = \sqrt{1-\left(\dfrac{\sin i}{n_1}\right)^2}$

問２　A'→D→Eのように空気と薄膜の境界で反射した光とA→B→C→D→Eのように薄膜とガラスの境界で反射した光の光路差は屈折角 r を用いずに表すとどうなるか。最も適当なものを，次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。 $\boxed{32}$

(1)　$2d\sqrt{n_1^2-(\sin i)^2}$

(2)　$2d\sqrt{n_2^2-(\sin i)^2}$

(3)　$2n_1 d\sqrt{1-(n_1 \sin i)^2}$

(4)　$2d \sin i$

(5)　$2n_1^2 d \sin i$

問３　Ｅでの光が暗くなる（弱めあう）条件は，負でない整数 $m(=0,\ 1,\ 2,\cdots)$ を用いてどのように表されるか。最も適当なものを，次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。 $\boxed{33}$

(1)　$2d\sqrt{n_1^2-(\sin i)^2} = \left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

(2)　$2d\sqrt{n_2^2-(\sin i)^2} = \left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

(3)　$2d\sqrt{n_1^2-(\sin i)^2} = m\lambda$

(4)　$2n_1 d\sqrt{1-(n_1 \sin i)^2} = m\lambda$

(5)　$2n_1 d\sqrt{1-\left(\dfrac{\sin i}{n_2}\right)^2} = m\lambda$

問4　屈折率1.500のガラス板に密着した薄膜の屈折率が$\sqrt{2}$で厚さが$\sqrt{6}\times10^{-7}$ m である場合，入射角45°で光を入射させると，Eの位置で暗くなる（弱めあう）可視光の波長はいくらであるか。最も適当なものを，次の(1)〜(5)のうちから一つ選べ。なお，必要なら$\sqrt{2}=1.4142$，$\sqrt{3}=1.7321$とすること。$\boxed{34}$ m

(1)　3.800×10^{-7}

(2)　4.000×10^{-7}

(3)　5.000×10^{-7}

(4)　6.000×10^{-7}

(5)　7.700×10^{-7}

問5　屈折率1.65のガラス板に密着した屈折率1.40の薄膜に波長560 nmの平行光線を垂直に入射させた。この場合，一度も反射しないで薄膜からガラスへ透過した光Aと空気から薄膜へは透過し，薄膜からガラスへの境界では反射し，その後薄膜から空気へも反射して，薄膜からガラスへは透過した光Bとが強めあうための，薄膜の最小の厚さはいくらであるか。最も適当なものを，次の(1)〜(5)のうちから一つ選べ。$\boxed{35}$ nm

(1)　100

(2)　200

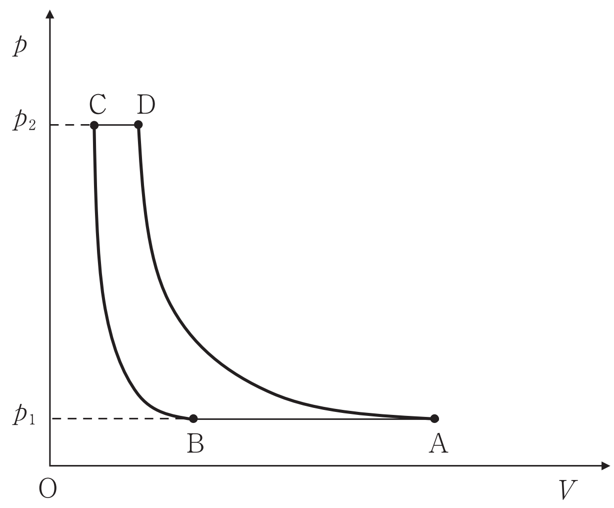
(3)　300

(4)　400

(5)　500

Ⅳ 以下の文章中の空欄に入る記号を，問題文中の記号を用いて答えよ。

現代の航空機の推進器として用いられているターボジェット，ターボファンなどのジェット機関や発電に利用されているガスタービン機関は，理想化して考えると，大気中から空気を取り入れてわずかな燃料と混合させながら圧力が大気圧のまま体積を収縮する定圧変化を経て，その主に空気である気体を外部と熱のやり取りなしに圧縮する断熱変化を経た後に，圧縮された気体の圧力を変化させずに燃料を燃焼させて気体の温度を上昇させる定圧変化を行い，その気体を外部と熱のやり取りなしに膨張させる変化で羽付きのタービンを回転させる断熱変化を行わせ，最後に気圧が一定な大気中に気体を排出させて大気と同じ温度まで戻す変化を行うと同時に前述の大気中の空気を取り入れる定圧変化に戻ることで，サイクルとなる熱機関である。このサイクルを p-V グラフにすると右図のように表される。状態 A から B への変化が大気中へエンジン後方から空気を排出すると同時に前方から取り入れ，燃料と混合させる定圧変化であり，状態 B から C への変化が外部と熱のやり取りなしに圧縮する断熱変化である。状態 C から D への変化が圧力を変化させずに燃焼させて気体の温度を上昇させる定圧変化であり，状態 D から A への変化がタービンを回転させる断熱変化である。燃料と混合された気体を空気とみなし，これを物質量 n の理想気体と仮定し，その定積モル比熱を C_V，定圧モル比熱を C_p，比熱比を γ とすれば，状態 B から C への変化と状態 D から A への変化は断熱変化であるので，温度 T と圧力 p に対するポアソンの式



$$Tp^{\boxed{\text{1)}\quad}} = 一定 \quad（\boxed{\text{1)}\quad} は p の指数部）$$

が成立する。この関係から状態 B の絶対温度が T_1 の場合，状態 C の絶対温度は，状態 B と C の圧力の比 $h = p_2/p_1$ を用いて，$T_1 h^{(\gamma-1)/\gamma}$ と表される。また，状態 A の温度を T_0 とすると，状態 D の温度は圧力の比 h を用いて $\boxed{\text{2)}\quad}$ と表される。

これらの温度を用いると，状態 A から B への変化で気体が外部とやり取りする熱量の大きさは，温度を用いて表すと

$$nC_p(T_0 - T_1)$$

であり，状態 C から D への変化で気体が外部とやり取りする熱量の大きさは，温度と圧力の比 h を用いて表すと

$$nC_p \boxed{\text{3)}\quad}$$

である。また，この熱機関が 1 サイクルの間に外部にする仕事の大きさは，温度と圧力の比 h を用いて表すと

$$nC_p(\boxed{\text{4)}\quad})(T_0 - T_1)$$

である。したがって，この熱機関の熱効率 e は，圧力の比 h を用いて表すと，

$$e = 1 - \boxed{\text{5)}\quad}$$

となる。この熱機関を実際に運用する場合，圧力は大気圧 p_0 とこの熱機関内で気体を燃焼させる場合の圧力 p であるから，その熱効率 e_R は

$$e_R = 1 - \boxed{\text{6)}\quad}$$

となる。この結果から，この熱機関に供給した熱量（熱エネルギー）を可能な限り仕事に変換するには，大気圧 p_0 を下げるか，熱機関内で燃焼させる場合の圧力 p を可能な限り上昇させる必要があることが示される。

V　次の文章（A・B）を読み，下の問い（問１～５）に答えよ。

図１のように，断面の幅が d，高さが h である十分に長い導体を用意し，その長さ l の部分について考える。この各辺の長さが l，d，h である面P，Q，R，S，T，Uからなる直方体の一様な電気抵抗率を ρ，その自由電子の単位体積当たりの個数を n_0 とする。また，電気素量 $e(>0)$ を用いて自由電子の電気量を $-e$ とする。
なお，$l = 3.00\times10^{-2}$ m，$d = 1.00\times10^{-4}$ m，
$h = 1.00\times10^{-5}$ m，電気素量 $e = 1.60\times10^{-19}$ C
とする。

この導体の面Pの法線方向で面Pから面Qへ向かう向きを x 軸の正の向き，面Uの法線方向で面Uから面Tへ向かう向きを y 軸の正の向き，面Sの法線方向で面Sから面Rへ向かう向きを z 軸の正の向きとする。

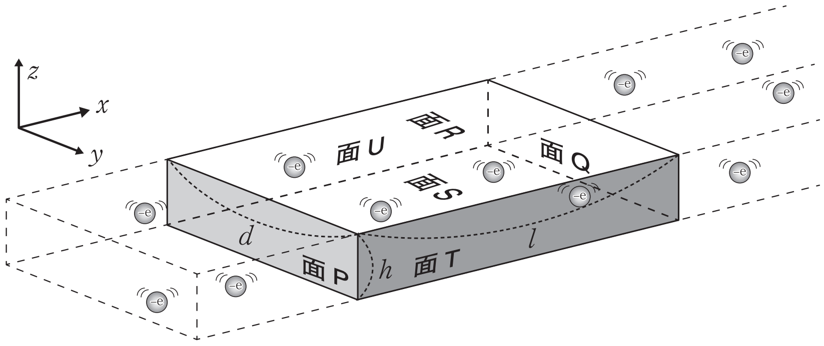


図１

A　導体の面Pを正極，面Qを負極とみなして x 軸の方向に電圧 V_x を与えると，導体の内部に電場が生じる。この時，１個の自由電子に着目すると，大きさ F_E の静電気力が作用して等加速度運動が始まる。一方で，自由電子は陽イオンなどから抵抗力を受けているとみなせる。この抵抗力は空気中の落下運動における空気抵抗と同様に，自由電子に作用する抵抗力の大きさ F_F が自由電子の平均の速さ v に比例すると考えて，

$$F_F = kv \qquad (k\text{ は比例定数}) \qquad (1)$$

と表される。これらの力が作用した結果，自由電子の平均の速さ v は一定となる。従って，この導体における電流の大きさも一定な状態となる。

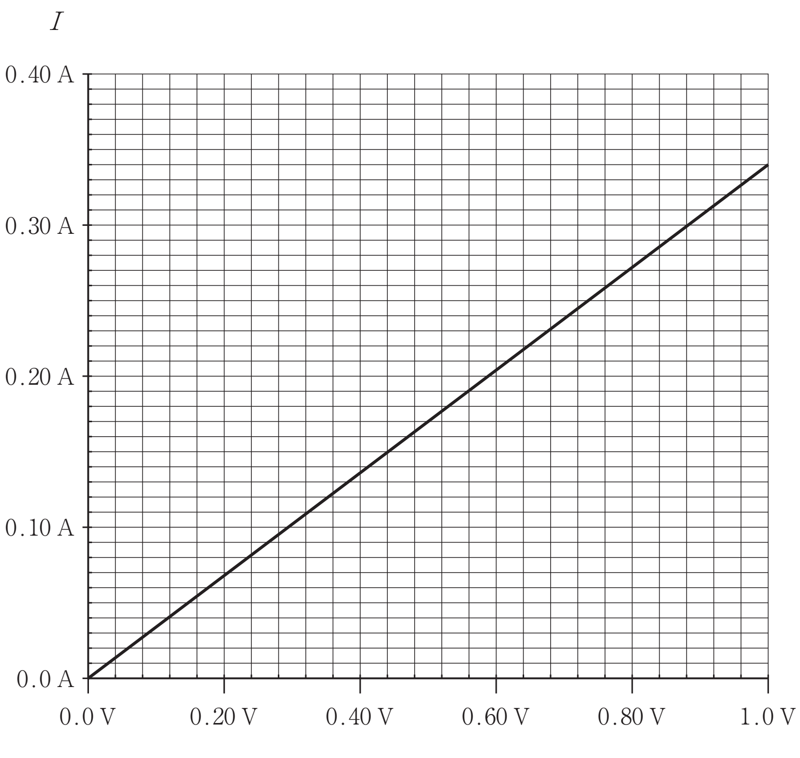


図２

問１　電気抵抗率と電気抵抗の関係及び自由電子の平均の速さ v と電流の関係を使って，この比例定数 k を，記号 d，h，l，ρ，n_0，e から必要なものを用いて，記号で表せ。

問２　面P－Q間の電圧 V_x－電流 I 特性を測定したところ図２が得られた。この導体の電気抵抗率 ρ を単位を含めて有効数字２桁まで答えよ。

B　次に図３のように，この導体に一定な電流 I を x 軸正の向きに流している状態で z 軸の正の向きに一様で一定な大きさ B の磁束密度であらわされる磁場をかけた。このときローレンツ力の作用により導体中で自由電子の分布が偏り，y 軸方向に大きさ E_y の電場が生じ，面Ｕと面Ｔの間に定常なホール電圧 V_y が生じた。

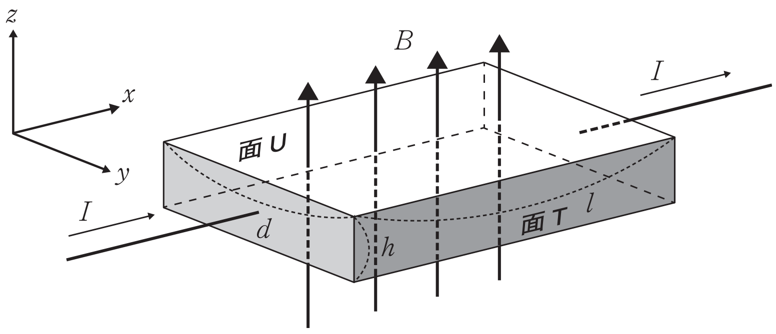


図３

問３　この電圧 V_y の大きさを，記号 I，B，d，h，l，n_0，e から必要なものを用いて，記号で表せ。

問４　一定な電流 $I = 1.00 \times 10^{-1}$ A のもとで，定常なホール電圧 V_y の磁束密度 B に対する依存性を測定したところ，図４が得られた。この導体の自由電子の単位体積当たりの個数 n_0 はいくらか，単位を含めて有効数字２桁まで答えよ。

問５　この導体の式(1)における比例定数 k はいくらか，単位を含めて有効数字２桁まで答えよ。

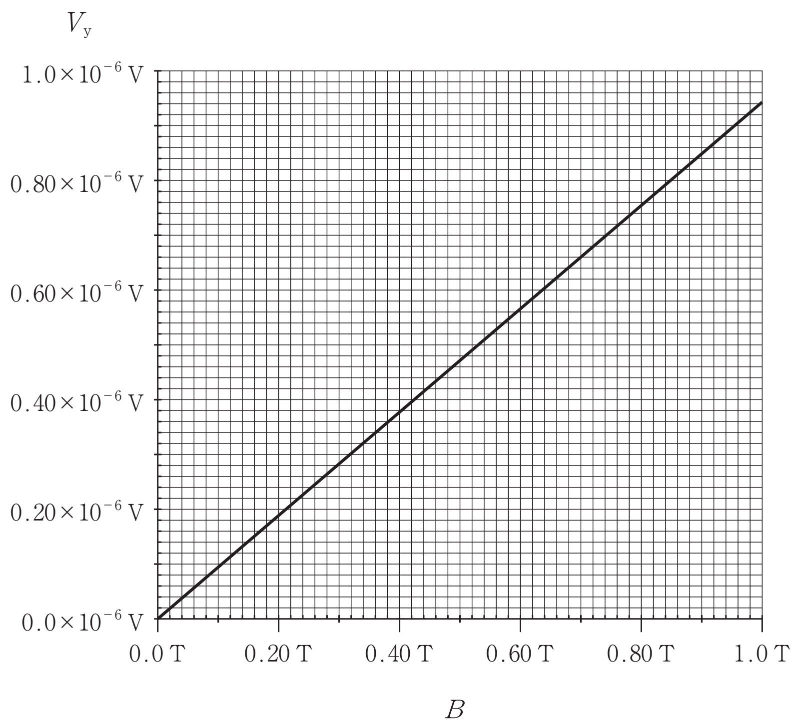


図４

（例）$\boxed{1}\boxed{2}\boxed{3}$ に－83と解答する。

解答番号	解答欄											
	－	＋	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	●	＋	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	－	＋	0	1	2	3	4	5	6	7	●	9
3	－	＋	0	1	2	●	4	5	6	7	8	9

③　分数の形で解答する場合、分数の符号は分子につけ、分母につけてはいけません。

例えば、$\dfrac{\boxed{4}\boxed{5}}{\boxed{6}}$ に $-\dfrac{4}{5}$ と解答したいときは、$\dfrac{-4}{5}$ として解答すること。

また、それ以上約分できない形で解答すること。

例えば、$\dfrac{3}{4}$ と解答するところを、$\dfrac{6}{8}$ のように解答しないこと。

④　小数の形で解答する場合、指定された桁数の一つ下の桁を四捨五入して解答すること。また、必要に応じて、指定された桁まで ⓪ にマークすること。

例えば、$\boxed{7}.\boxed{8}\boxed{9}$ に2.5と解答したいときは、2.50として解答すること。

⑤　根号を含む形で解答する場合、根号の中に現れる自然数が最小となる形で解答すること。

例えば、$\boxed{10}\sqrt{\boxed{11}}$ に $4\sqrt{2}$ と解答するところを、$2\sqrt{8}$ のように解答しないこと。

⑥　根号を含む分数の形で解答する場合、例えば、$\dfrac{\boxed{12}+\boxed{13}\sqrt{\boxed{14}}}{\boxed{15}}$ に $\dfrac{3+2\sqrt{2}}{2}$ と解答するところを、$\dfrac{6+4\sqrt{2}}{4}$ や $\dfrac{6+2\sqrt{8}}{4}$ のように解答しないこと。

⑦　選択肢から選ぶ問題については、適切な解答を１つ選択し、マークすること。

（例）$\boxed{16}$ と表示のある問いに対して(3)と解答する。

解答番号	解答欄											
	－	＋	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	－	＋	0	1	2	●	4	5	6	7	8	9

10. 記述式の解答用紙には、解答欄以外に受験地本名欄、番号欄、氏名欄があるので、試験係官の指示に従って記入すること。
11. 試験問題、解答用紙は全て回収するので、絶対に持ち帰らないこと。