

千葉大学 一般 前期

平成 23 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 21 ページ

化 学 22 ページ～ 34 ページ

生 物 35 ページ～ 63 ページ

地 学 64 ページ～ 71 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初にかいてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあったら申し出なさい。

物 理

注意 1. 志望学部・学科により、以下に示す番号の問題に解答すること。

志 望 す る 学 部 ・ 学 科	解 答 す る 問 題 番 号
教 育 学 部 志望者のうち物理を選択する者	☐ 2 ☐ 4 ☐ 5
理 学 部 物理学科志望者	☐ 2 ☐ 3 ☐ 6 ☐ 8
理 学 部 地球科学科志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 5 ☐ 7
医 学 部 志望者のうち物理を選択する者	☐ 2 ☐ 4 ☐ 8
	私費外国人留学生 ☐ 2 ☐ 7
看 護 学 部 志望者のうち物理を選択する者	☐ 2 ☐ 3 ☐ 5
工 学 部 志望者のうち物理を必須とされている者および選択する者	☐ 1 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 7
園 芸 学 部 志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 5
先 進 科 学 プログラム (方式Ⅱ) 物理学分野志望者	☐ 2 ☐ 3 ☐ 6 ☐ 8
先 進 科 学 プログラム (方式Ⅱ) 物理化学分野志望者のうち物理を選択する者	☐ 2 ☐ 3 ☐ 6 ☐ 8
先 進 科 学 プログラム (方式Ⅱ) 電気電子工学分野および情報画像分野志望者	☐ 1 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 7
先 進 科 学 プログラム (方式Ⅱ) ナノサイエンス分野および画像科学分野志望者のうち物理を選択する者	☐ 1 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 7

2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。
3. 問題文中に特に指示がない限り、結果のみを解答用紙の該当する欄に記入すること。

2 図のように、床の上に鉛直に取り付けられたばねの上に小球 A を付けて静止させた。その後に、天井から小球 B を糸で吊り下げ、徐々に糸の長さを伸ばして小球 A と丁度接触する長さにして静止させた。このとき、糸の長さは L になった。小球 A と小球 B の質量はともに m で、重力加速度の大きさは g である。ばねの自然の長さは L_0 で、ばね定数は k である。以下の問いに答えなさい。ただし、ばねは鉛直方向にのみ運動し、糸の伸縮はないものとし、ばねの質量、糸の質量、空気抵抗、および小球の大きさは無視できるものとする。以下の問いに、 m , g , L_0 , k および問 2 で与える d のうち、必要な記号を用いて答えなさい。

問 1 小球 A が静止しているときのばねの長さ L_1 を求めなさい。

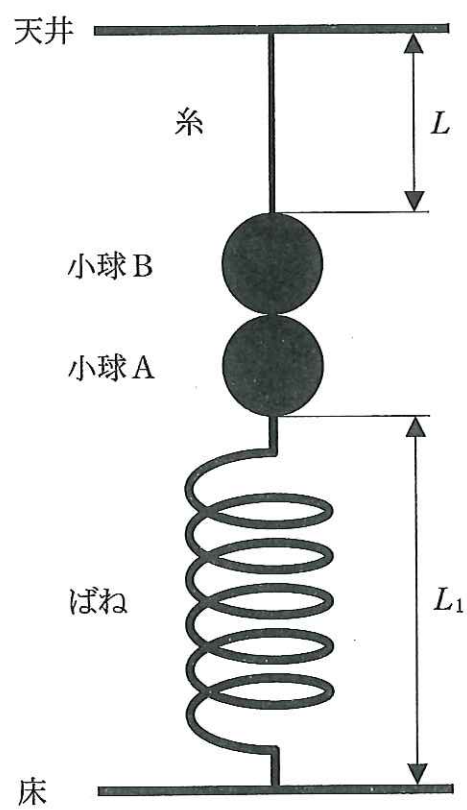
問 2 小球 A を、図の位置から d (ただし、 $d < L$, $d < L_1$) だけ押し下げ静止させ、静かに手を離したところ、小球 A は上昇して小球 B と衝突した。衝突直前の小球 A の速さ v_0 を求めなさい。

問 3 小球 A と小球 B は完全非弾性衝突して、一体となって上昇した。小球 A と小球 B が一体となった直後の速さ v_1 を求めなさい。

問 4 小球 A と小球 B は一体となったまま、最も高い位置に達した。このときのばねの長さ L_2 を求めなさい。

問 5 最も高い位置に達した後、小球 A と小球 B は一体となったまま下降し、最初に衝突した位置で小球 A と小球 B は離れた。小球 A と小球 B が衝突してから離れるまでの時間 T を求めなさい。ただし、この問いにおいてのみ、 $d = \sqrt{6} \frac{mg}{k}$ が成り立つとして、 d を用いずに答えなさい。

問 6 小球 B と離れた小球 A はさらに下降して、最も低い位置にきた。そのときのばねの長さ L_3 を求めなさい。



図

4 次の文章を読み、以下の問い(問1 および問2)に答えなさい。

図1のように $+z$ 方向を向いた磁束密度の大きさが $B_z[\text{T}]$ の一様な磁場の存在する空間がある。この中を電荷 $-e[\text{C}]$ 、質量 $m[\text{kg}]$ の電子が磁場に垂直な平面内で等速円運動をしており、ある時刻で電子の速度 $\vec{v}$ は $(v_1, 0, 0)[\text{m/s}]$ であった。但し、 $B_z > 0$ 、 $e > 0$ 、 $v_1 > 0$ である。この電子の等速円運動の半径は ア $[\text{m}]$ 、周期は イ $[\text{s}]$ である。電子の円運動は $+z$ 方向から見て[ウ：時計回り・反時計回り]となる。

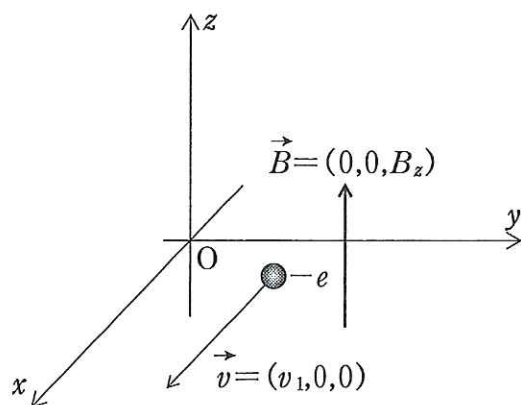


図1

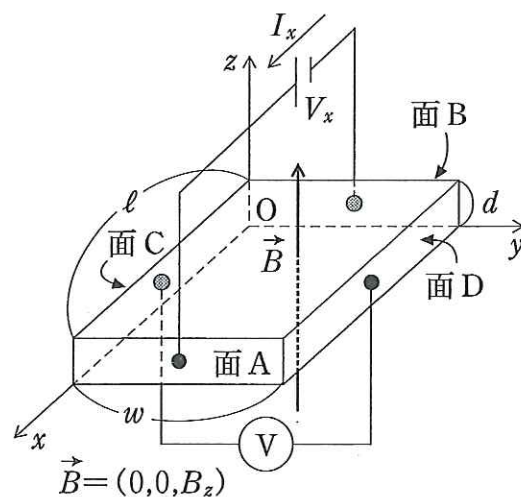


図2

次に図2のような幅 $w[\text{m}]$ 、長さ $l[\text{m}]$ 、厚さ $d[\text{m}]$ の直方体の導体をこの磁場の中に置いたときの、その導体内の自由電子の運動について考える。導体の長さ l は、幅 w および厚さ d に比べて十分長いとする。この面Aと面Bの間に図のような正の電圧 $V_x[\text{V}]$ をかけ、 y 方向の面Cと面Dの対向する点の電圧差 V を図のように電圧計で測定したところ、 $V_y[\text{V}]$ となった。導体内を $-x$ 方向に流れる電流を $I_x[\text{A}]$ とすると、 I_x と V_y の関係は図3のように磁束密度の大きさに依存して変化した。

導体内を流れる電子の単位体積あたりの個数 $n[\text{個}/\text{m}^3]$ は一定として、各電子が x 方向に一定の速さ $v_x[\text{m/s}]$ で移動すると仮定し、 I_x を n 、 v_x を含んだ式で表

すと $I_x = \boxed{\text{エ}}$ [A] となる。 V の大きさが一定値 V_y であるとき, v_x を用いて V_y を表すと $V_y = \boxed{\text{オ}}$ [V] となる。ここで, v_x を用いることなく I_x を用いて V_y を表すと $V_y = \boxed{\text{カ}}$ [V] となる。いま, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ [C], $d = 1.0 \times 10^{-6}$ [m], $m = 9.1 \times 10^{-31}$ [kg] として, 図 3 のグラフを用いて n を有効数字 2 桁で求めると, $n = \boxed{\text{キ}}$ [個/m³] となる。

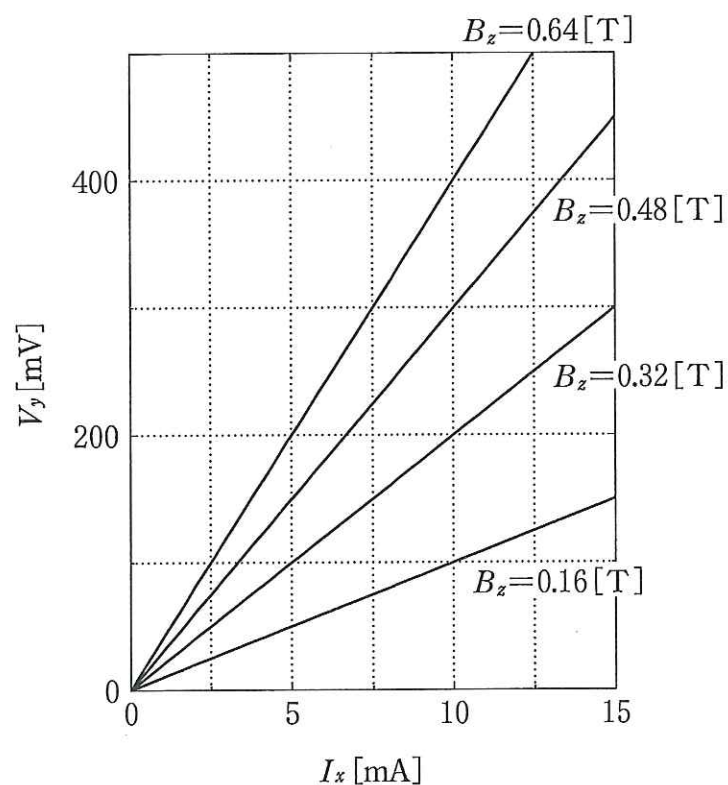


図 3

現実の導体中には電子の運動を妨害する粒子が多く存在する。この様子を次のモデルで考える。 $B_z = 0$ [T] のとき電子は $\Delta\tau$ [s] の時間間隔でこの妨害粒子に衝突し、運動量を完全に失って $v_x = 0$ となり、次いで電場により加速され、 $\Delta\tau$ [s] 後に再び妨害粒子と衝突して $v_x = 0$ となる。この過程が導体中で繰り返されるとする。このとき、 $v_x = 0$ となる時刻 $t = 0$ から微小時間 Δt [s] 後(ただし、 $0 \leq \Delta t \leq \Delta\tau$) の速さ v_x は [m/s] となる。 x 方向の平均速度 v_m は、衝突と衝突の間に x 方向に動く距離を $\Delta\tau$ で割って求められ、 [m/s] となる。そして導体の抵抗率 ρ は [Ωm] となる。一般に温度が上昇すると衝突時間 $\Delta\tau$ は減少する。磁場が存在する場合にも上記のモデルが成り立つとすると、 V_x を一定にして V_y を測定したとき、導体の温度上昇によって V_y の値は[サ：大きく・小さく]なることが予測される。ここで V_y の値が温度上昇前と変わらないようにするには、 B_z の大きさを[シ：大きく・小さく]しなければならない。

問 1 , , ~ および ~ にあてはまる適切な文字式を、 にあてはまる適切な数値を答えなさい。また、[ウ：時計回り・反時計回り], [サ：大きく・小さく]および[シ：大きく・小さく]では、2つの語のうち適切なものを選びなさい。

問 2 下線部の現象に関して、どのようにして V_y の値が決まるかを、電子にはたらく力のつり合いや面 C と面 D の電位の関係を含めて 80~120 字で述べなさい。

- 7 大気中に、図 1 のように x 軸上に振動数 f_0 の音源 S と観測者 O が存在し、音源 S は x 軸正方向に速さ v で移動している。観測者 O は $x = x_0$ ($x_0 > 0$) の位置で静止している。大気中の音速は V で、音源 S の速さ v は音速 V より小さいとする。以下の問いで音源 S は、時刻 $t = 0$ に $x = 0$ の位置にあるとし、時間が経過しても観測者 O の位置にまだ到達していないものとする。

はじめは無風状態で、大気は静止している。

問 1 以下の問いに答えなさい。解答は、 f_0 , v , V および x_0 のうち必要な記号を用いなさい。

- (1) 時刻 $t = 0$ に音源 S が発した音が観測者 O に伝わる時刻 t_1 を求めなさい。
- (2) 時刻 $t = t_1$ における、音源 S と観測者 O の間に存在する音波の波の数 n (1 波長分を 1 個とする) を求めなさい。
- (3) 時刻 $t = t_1$ において音源 S が発した音が、観測者 O に伝わる時刻 t_2 を求めなさい。
- (4) 観測者 O が聞く音の振動数 f_1 を求めなさい。



図 1

次に、速度 U の風が一様に吹いている場合を考える。ただし、 U は音速 V より小さいとする。音波は大気中を速度 V で伝わる波である。そのために、媒質である大気が移動する場合、音波の伝わる速度は「媒質(大気)中を伝わる速度」と「媒質(大気)の移動する速度」の合成になる。以下の問いに答えなさい。解答は、 f_0 , v , V , x_0 および U のうち必要な記号を用いなさい。

問 2 図 2 のように、 x 軸の正方向に速さ U の風が一樣に吹いている場合を考える。

- (1) 音源 S から観測者 O に音が伝わる速さを求めなさい。
- (2) 時刻 $t = 0$ に音源 S が発した音が観測者 O に伝わる時刻 t_3 を求めなさい。
- (3) 時刻 $t = t_3$ において音源 S が発した音が、観測者 O に伝わる時刻 t_4 を求めなさい。
- (4) 観測者 O が聞く音の振動数 f_2 を求めなさい。

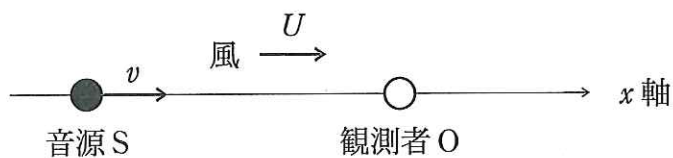


図 2

- 8 大気中に、図1のように x 軸上に振動数 f_0 の音源 S と観測者 O が存在し、音源 S は x 軸正方向に速さ v で移動している。観測者 O は $x = x_0 (x_0 > 0)$ の位置で静止している。大気中の音速は V で、音源 S の速さ v は音速 V より小さいとする。以下の問いで音源 S は、時刻 $t = 0$ に $x = 0$ の位置にあるとし、時間が経過しても観測者 O の位置にまだ到達していないものとする。

はじめは無風状態で、大気は静止している。

問 1 以下の問いに答えなさい。解答は、 f_0 、 v 、 V および x_0 のうち必要な記号を用いなさい。

- (1) 時刻 $t = 0$ に音源 S が発した音が観測者 O に伝わる時刻 t_1 を求めなさい。
- (2) 時刻 $t = t_1$ における、音源 S と観測者 O の間に存在する音波の波の数 n (1 波長分を 1 個とする) を求めなさい。
- (3) 時刻 $t = t_1$ において音源 S が発した音が、観測者 O に伝わる時刻 t_2 を求めなさい。
- (4) 観測者 O が聞く音の振動数 f_1 を求めなさい。



図 1

次に、速度 U の風が一様に吹いている場合を考える。ただし、 U は音速 V より小さいとする。音波は大気中を速度 V で伝わる波である。そのために、媒質である大気が移動する場合、音波の伝わる速度は「媒質(大気)中を伝わる速度」と「媒質(大気)の移動する速度」の合成になる。以下の問いに答えなさい。解答は、特に指定がない問いでは、 f_0 、 v 、 V 、 x_0 および U のうち必要な記号を用いなさい。

問 2 図 2 のように、 x 軸の正方向に速さ U の風が一様に吹いている場合を考える。

- (1) 音源 S から観測者 O に音が伝わる速さを求めなさい。
- (2) 時刻 $t = 0$ に音源 S が発した音が観測者 O に伝わる時刻 t_3 を求めなさい。
- (3) 時刻 $t = t_3$ において音源 S が発した音が、観測者 O に伝わる時刻 t_4 を求めなさい。
- (4) 観測者 O が聞く音の振動数 f_2 を求めなさい。

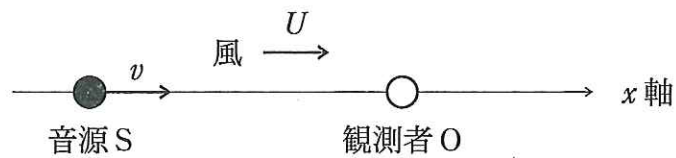


図 2

問 3 図 3 のように, x 軸と垂直方向に速さ U の風が一様に吹いている場合を考える。

- (1) 時刻 $t = 0$ に音源が発した音波の波面が, 時刻 t_f に x 軸を横切る場所の x 座標 x_f を求めなさい。ただし $x_f > 0$ とし, 解答には, t_f も用いてよい。
- (2) 音源 S から観測者 O に音が伝わる速さを求めなさい。
- (3) 観測者 O が聞く音の振動数 f_3 を求めなさい。
- (4) 風の速さ U と音源 S の速さ v が, それぞれ, 音速 V の 25 %, 10 % の速さであったとする。このときに観測される音の振動数は, f_0 から $\Delta f_3 = f_3 - f_0$ だけずれた。 Δf_3 の値は, f_0 の何 % になるか, 有効数字 2 桁で答えなさい。必要ならば, x の絶対値が 1 より十分に小さい場合に成り立つ, $\sqrt{1+x} \doteq 1 + \frac{1}{2}x$ の近似を用いても良い。

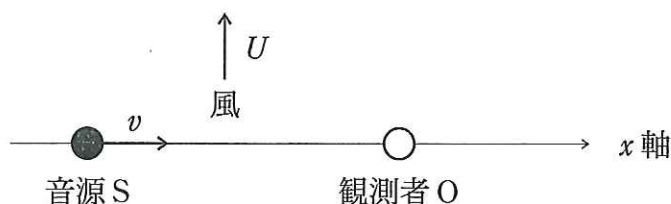


図 3