

## 平成 21 年度入学試験問題(前期)

# 理 科

物 理	1～10ページ	化 学	11～20ページ
生 物	21～36ページ	地 学	37～44ページ

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから下に表示する。

#### (1) 物理を選択した受験者

教育学部

医学部医学科

医学部保健学科

理工学部

農学生命科学部

#### (2) 化学を選択した受験者

教育学部

医学部医学科

医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻

医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻

理工学部

農学生命科学部

#### (3) 生物を選択した受験者

教育学部      ならびに  または  の 4 問

医学部医学科

医学部保健学科

理工学部      ならびに  または  の 5 問

農学生命科学部      ならびに  または  の 4 問

と  は選択問題である。教育学部，理工学部，農学生命科学部の受験者は  または  のいずれかを選択のこと。

#### (4) 地学を選択した受験者

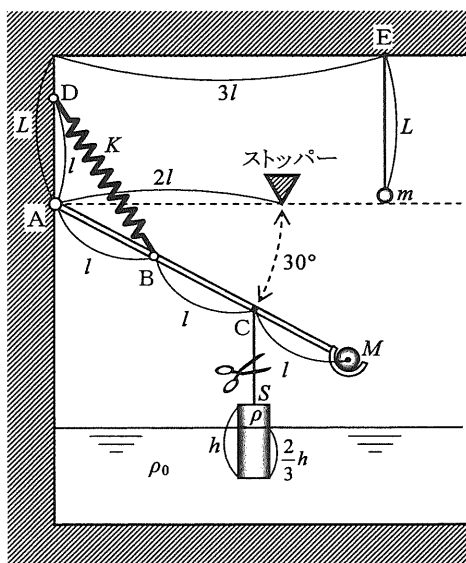
理工学部

農学生命科学部

6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

## 物 理

- 1 図のように、鉛直な壁面上の支点 A で摩擦なく回転する棒が水平線となす角  $30^\circ$  で静止している。支点 A から距離  $l$  の棒上の点 B ではばね定数  $K$  のばねが取り付けられており、ばねの他端は点 A の上方  $l$  の点 D に取り付けられている。ばねの両端の接合点 D と B はいずれも摩擦なく回転できる。点 B からさらに距離  $l$  の点 C では円柱物体(断面積  $S$ 、高さ  $h$ 、密度  $\rho$ )が糸でつるされており、円柱物体は糸が張った状態で下から  $\frac{2}{3}h$  の高さまで密度  $\rho_0$ (ただし、 $\rho_0 < \rho$ )の液体中に沈んでいる。さらに点 C から距離  $l$  の位置では大きさの無視できる皿の上に乗った質量  $M$  で大きさの無視できる物体が置かれている。このとき次の問(1)~(3)に答えよ。なお、空気密度と、棒、ばね、皿、糸の質量は無視し、棒は変形しないものとする。また重力加速度を  $g$  とせよ。



- (1) 液体中に沈んでいる円柱物体が点 C に及ぼす力の向きと大きさはいくらか。
- (2) 円柱物体と質量  $M$  の物体によって棒に働く点 A のまわりの力のモーメントの和は、時計回りを正としていくらか。
- (3) ばねの自然長からの伸びはいくらか。

次いで、点 A から  $L$  の高さにある水平な天井内で壁から  $3l$  離れた点 E において、図のように質量の無視できる長さ  $L$  の糸で大きさの無視できる質量  $m$  の物体をつり下げた。その後、点 C と円柱物体をつなぐ糸を切断したら、棒は反時計回りに回転し、点 A と同じ高さで壁から  $2l$  離れた位置にあるストッパーと衝突して、皿に置いてあった質量  $M$  の物体が真上に飛び出した。ストッパーには棒上の点 C が  $v_0$  の速さで衝突した。真上に飛び出した質量  $M$  の物体は直ちに質量  $m$  の物体と弾性衝突し、質量  $m$  の物体は真上に飛行した。このとき次の問 (4)~(6) に  $v_0$  を用いて答えよ。

- (4) 質量  $M$  の物体が皿から飛び出した瞬間の速さはいくらか。
- (5) 質量  $m$  の物体の衝突直後の速さはいくらか。
- (6) 質量  $m$  の物体が天井に衝突しないために  $L$  が満たさなければならない条件式を求めよ。

2

問 1 次の文章の (A) から (H) に、最もふさわしい式、語句または数値を、次のページの語群の中から1つずつ選べ。ただし、同一記号の [ ] 内には同一の式、語句または数値が入るものとする。

図1のように、抵抗に交流電源(電圧  $V = V_0 \sin \omega t$ )を接続した。ここで、 $V_0$ は電圧の最大値、 $\omega$ は角周波数である。このとき、抵抗を流れる電流は、最大値を  $I_0$ とすると  $I =$  (A) と表される。抵抗で消費される電力は、 $P =$  (A)  $\times V$ である。 $P$ の1周期にわたる平均値  $\bar{P}$ は (B) であるから、 $I_0$ と  $V_0$ を等しく (C) 倍した値をそれぞれ  $I_e$ 、 $V_e$ とすると  $\bar{P} = I_e V_e$ となり、直流の場合と同じ形の式で表すことができる。 $I_e$ と  $V_e$ を (D) ,  $I$ と  $V$ を (E) と呼ぶ。

日本の一般家庭のコンセントの場合、電圧の (D) は (F) [V] である。一方、周波数は東日本と西日本で異なり、東日本では (G) [Hz]、西日本では (H) [Hz]である。

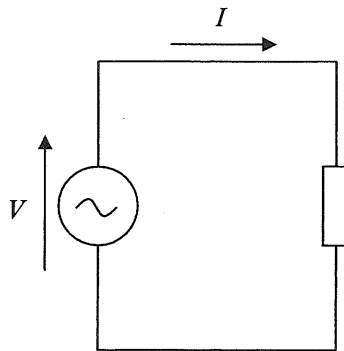


図 1

語 群

$$I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right), I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right), I_0 \sin \omega t, I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right),$$

$$I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right), \frac{I_0 V_0}{2\sqrt{2}}, \frac{I_0 V_0}{2}, I_0 V_0, 2I_0 V_0, 2\sqrt{2} I_0 V_0,$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}, 1, \sqrt{2}, \sqrt{2}\sqrt{2}, 0, 1.5, 9, 50, 60, 100,$$

141, 200, 平均値, 瞬時値, 最大値, 実効値

問 2 電気容量  $C$  のコンデンサーを複数個用いて作製した回路について、以下の各問いに答えよ。

- (1) 図 2 の回路の AB 間の合成容量  $C_1$  を求めよ。
- (2) 図 2 の回路を 2 個つないで図 3 の回路を作製した。CD 間の合成容量  $C_2$  を求めよ。
- (3) 図 2 の回路を無限につないで図 4 の回路を作製したとする。EF 間の合成容量  $C_\infty$  を求めよ。必要ならば、図 4 の回路に図 2 の回路をさらにもう 1 個つないでも合成容量は変わらないことを利用せよ。

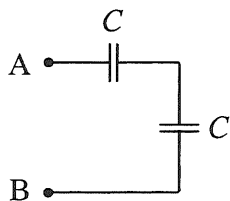


図 2

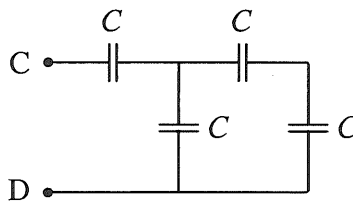


図 3

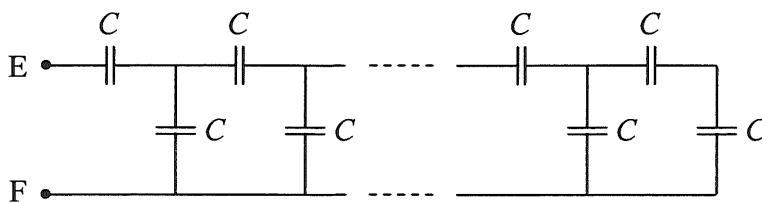


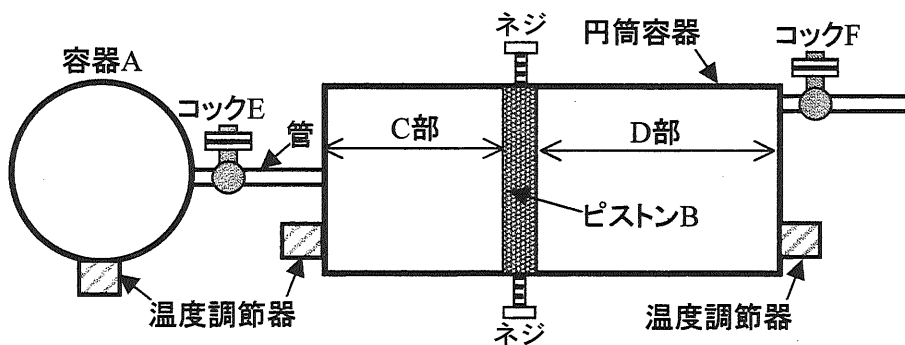
図 4

3 容器 A と円筒容器が細い管でつながれている。円筒容器の中にはピストン B があり、さらに C 部と D 部に分けられている。管にはコック E が、円筒容器の D 部にはコック F がそれぞれ取り付けられている。容器 A と円筒容器の C 部と D 部には温度調節器が取り付けられており、それぞれの内部の気体を一定の温度に保てるようになっている。円筒容器には、ピストン B と連動し、ピストンを固定できるネジが取り付けられている。ピストン B とネジ、並びに円筒容器はそれぞれ熱の出入りがなく、またピストン B と円筒容器は気密であるが摩擦は少なく滑らかに動くものとする。容器 A の体積を  $V_A$  [cm<sup>3</sup>]、円筒容器の断面積を  $S$  [cm<sup>2</sup>] として以下の問いに答えよ。ただし、気体は理想気体であるとし、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とする。また、細い管内の体積は無視できるものとし、各容器は熱による体積の変化がないものとする。有効数字は 2 桁とすること。

(1) 最初、ピストン B をネジで固定してコック E を閉じたまま、容器 A には圧力  $P_1$  [Pa]、温度  $T_1$  [°C] の気体を、C 部には圧力  $P_2$  [Pa]、温度  $T_2$  [°C] の気体をそれぞれ入れておく。また D 部へは、コック F を開いて圧力  $P_3$  [Pa]、温度  $T_3$  [°C] の室内の気体を満たしておく。このときの C 部の長さは  $L_1$  [cm]、ならびに D 部の長さは  $L_2$  [cm] であった。その後、コック E を開いて容器間をつなげてから容器 A と C 部を  $T'$  [°C] に保温する。十分な時間が経過した後、容器 A と C 部の圧力が等しくなったときの圧力を  $P'$  [Pa] とする。コック E を開く前の、容器 A と C 部内それぞれの気体の状態方程式はどのように表されるか。ただし、コック E を開く前の容器 A 内の気体の物質量を  $n_A$  [mol]、C 部内の気体の物質量を  $n_C$  [mol] とする。

(2) (1)における圧力  $P'$  [Pa] を求めよ。ただし、 $V_A = 400$  cm<sup>3</sup>、 $S = 40$  cm<sup>2</sup>、 $T_1 = 27$  °C、 $P_1 = 1.2 \times 10^5$  Pa、 $T_2 = 47$  °C、 $P_2 = 1.5 \times 10^5$  Pa、 $T_3 = 17$  °C、 $P_3 = 1.0 \times 10^5$  Pa、 $L_1 = 20$  cm、 $L_2 = 40$  cm、および  $T' = 127$  °C とする。

- (3) 容器AとC部の圧力が $P'$  [Pa]で等しくなった(1)の後、コックEを閉じる。コックFを開いておきC部の温度を $T'$  [°C]に保ったままピストンBを固定していたネジをゆるめる。ピストンBはもとの位置からどれだけ離れた場所で停止するか。なお、必要な数値は(2)と同じものを用い、答えは「C部、あるいはD部側に何cm離れた位置で停止した」とすること。
- (4) (3)の後、ピストンBをネジで固定してからD部のコックFを閉じた。コックEは閉じたままC部だけのある温度で一定に保った。ピストンBを固定していたネジをゆるめて十分時間が経った後、ピストンBはC部側に4.0cm動いた場所で停止した。そのときのC部の圧力と温度はいくらか。なお、D部の温度は一定で変化しないものとする。必要な数値は(2)と同じものを用いること。



- 4 次の文章は光と音について記述したものである。(ア)から(ソ)の空欄には次のページの語句欄から最もふさわしいものを1つ選びその語句または数値を書きなさい。また(A)から(E)の空欄には次のページの現象欄から最も適切なものを1つ選びその番号を書きなさい。ただし、同一記号には同じ語句または数値が入るものとする。

光と音はどちらも波としての性質を持つ。光は電磁波であり電場と磁場が進行方向と垂直に振動することから (ア) である。このことは、(A) という現象からわかるが、これは (イ) とよばれる。一方、音は空気や水などの媒体中を粗密波として伝わることから、(ウ) である。このことは (B) と (C) という現象から確かめられる。これらの波の波長を比較すると、音の波長は光の波長より (エ) ことが、(D) という現象からわかる。これは波の (オ) に関連する。また、これらの波の速さを比較すると、光の速さの方が音の速さより (カ) 。このことは (E) ということからわかり、この現象は (キ) と呼ばれる。実際には、空気中の音の速さは約 (ク) m/s であり、光の速さは約 (ケ) m/s である。この音と光の速さの大きな違いを利用すると、雷の発生した地点からそれを観測した地点までの距離を簡単に計算することができる。たとえば、稲妻が光ってから5秒後に雷音を聞いた場合、その距離は約 (コ) m である。雨上がりに日がさした場合などには虹が見ることがある。これは、雨滴により太陽の光が (サ) および (シ) することから起こる。(サ) 率が赤色よりも紫色の方がわずかに (ス) ために、1次の虹(主虹)を見るときには (セ) が赤色に、(ソ) が紫色に見える。

語句欄〔(ア)から(ソ)に入る語句または数値を選び記入せよ。〕

大きい, 小さい, 長い, 短い, 速い, 遅い, 等しい, 縦波, 横波,  
定常波, 屈折, 回折, 散乱, 反射, 偏光, ドップラー効果, 屈折の法則,  
キルヒホッフの法則, ホール効果, 外側, 内側, 中央,  $3 \times 10^2$ ,  
 $1.5 \times 10^3$ ,  $3 \times 10^4$ ,  $1.5 \times 10^5$ ,  $3 \times 10^6$ ,  $1.5 \times 10^7$ ,  $3 \times 10^8$

現象欄〔(A)から(E)に当てはまる現象を番号で答えよ。〕

- (1) 「救急車が近づく場合と遠ざかる場合のサイレンの音は違って聞こえるが, 警報灯の赤色はほとんど同じ色に見える」
- (2) 「近くで鳴った大きな花火の音とともに窓ガラスが振動した」
- (3) 「2枚の偏光板を通して見える景色が, 片方の偏光板を回すことにより見えなくなる」
- (4) 「コンクリートの壁の向こうの電車は見えないが, その電車の走行音は聞こえる」
- (5) 「目覚まし時計をガラスの容器に入れ, その中の空気を抜くと, 時計の針は見えるが, 音は外部には聞こえない」

5 次の電気現象および磁気現象に関する研究の発展についての文章を読んで後の問いに答えなさい。

I 電気現象にはじめて注目したのは、BC 6 世紀の古代ギリシャの自然哲学者ターレスであるといわれている。琥珀(コハク)を摩擦するとほこりや羽毛などを  ことに気づいたのである。またそのころ、小アジアのマグネシアから産出された天然の磁石(磁鉄鉱)による  作用も知られていた。

II 磁石(磁針)の示す指向性は東洋(中国)で発見され 12 世紀には西洋に伝わっていたようである。その後に磁針を航海に利用するため  の研究がさかんになった。

III 電気現象が本格的に研究されるようになったのは 16 世紀末ころからである。(a)硫黄を手で摩擦して帯電させる起電機の発明(1640 年ゲーリック)と改良、(b)導体と不導体の発見(1729 年グレイ)、(c)電気のプラスマイナスの発見(1733 年デュフェイ)、(d)大量の電気を蓄えることのできるライデン<sup>ビン</sup>瓶の発明(1746 年ムッセンブルック)、(e)電気量を測定する検電器の発明(1750 年代)など定性的な(\*)研究が蓄積されていった。

IV 電磁気学の定量的な(\*)研究は 1785 年にクーロンが発表したクーロンの法則によって始められた。それぞれ電荷  $q$  [C] と  $Q$  [C] を持つ 2 個の点電荷の間の距離を  $R$  [m] としたときそれらの間に作用する力を  $F$  [N] と書くと、クーロンの法則は、比例定数を  $k$  として、

で表される。ここで  $q \cdot Q > 0$  のときは  が、 $q \cdot Q < 0$  のときは  が働く。

V 充電したライデン<sup>ビン</sup>瓶やコンデンサーの両極をつなぐと、両極間に電流が流れる。しかしその放電は一瞬のうちに終わってしまう。1800 年ごろボルタは電池を発明した。これにより初めて一定の強さで持続する電流を得ることができるようになった。電位の異なる 2 点間を導線をつなぐと電流が流れる。定義では  が高電位の点から低電位の点に移動するのが電流であるが、実際には導線内を流れるのは  を持った電子であるから、電流の方向と電子の流れの方向とは  である。

VI 1820年コペンハーゲン大学のエルステッドは学生に対する実験講義をしているときに、電流の流れている導線のそばの磁針が動くことを発見した。ここに初めて電氣的現象と磁氣的現象の関係が発見されたのである。ビオとサバルによれば、直線電流が作る磁場は、電流に垂直な平面内に電流を中心として (ケ) の方向に同心円状に生じ、その磁束密度  $B$  は電流  $I$  に (コ) し電流からの距離  $R$  に反比例する。

VII ファラデーは逆に磁氣的現象から電流を発生させることができると考えて実験を始め、1831年電磁誘導現象を発見した。誘導起電力は誘導電流の作る磁場がコイルを貫く磁束の時間的な変化を (サ) 方向に働き(レンツの法則)、その起電力  $V$  はコイルを貫く磁束  $\phi$  の単位時間当たりの (シ) ( $\Delta\phi/\Delta t$ ) に比例し、次のように表わされる。

式 2

ただし、時間を  $t$  で表し、正の比例定数を  $k'$  とする。

(\*) 定性的、定量的

例えば、エルステッドは電流が磁場を作ることを発見したが、この段階では電流と磁場の数量的な関係はわかっていないので定性的な発見といえる。これに対しビオとサバルによる法則は、電流とこれが作る磁場の方向と強さの数量的な関係をとらえたものであり定量的な法則であるといえる。

問 1 空欄(ア)~(シ)にあてはまる適当な語句を書きなさい。

問 2 式 1, 式 2 に適当な式を書きなさい。

問 3 文章 III の中の 1600 年代, 1700 年代になされた発明発見(a)~(e)のうちクーロンの法則の発見に最も寄与したと思われるものを 3 つ選びなさい。

問 4 電気学および磁気学の定量的な研究にはある発明が不可欠であった。この発明は何か。文章 I ~ VII を参照して述べなさい。

問 5 電氣的現象と磁氣的な現象は、現在では電磁場という形で統一的に記述されている(1873年マクスウェル)。このように電氣的現象と磁氣的現象を不可分なものとして説明するほうが都合がよいことを文章 I ~ VII を参照して説明しなさい。