

## 平成 20 年度入学試験問題(前期)

# 理 科

物 理 1～12ページ      化 学 13～24ページ  
生 物 25～40ページ      地 学 41～49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 水平な床の上に、図1のように斜面とそれに滑らかにつながる水平面をもつ質量  $M$  の台車  $S$  が置かれている。台車  $S$  は左右に自由に動けるようになっており、右端には、質量の無視できる自然の長さのばね(ばね定数  $k$ )が固定されている。

今、台車  $S$  が静止している状態で、水平面から高さ  $h$  のところに大きさの無視できる質量  $m$  の物体  $P$  を置き、そっと手を放すと物体  $P$  が斜面をすべり降りはじめ、同時に、台車  $S$  も動きはじめた。重力加速度の大きさを  $g$  とし、床と台車  $S$  との間、台車  $S$  と物体  $P$  との間の摩擦はすべて無視できるものとして、以下の各問いに答えよ。

問 1 物体  $P$  はやがて台車  $S$  の水平面上を移動して、ばねに衝突した。今後は、この事象を「衝突」と呼ぶことにする。

- (1) 衝突直前の床に対する物体  $P$  と台車  $S$  の速度をそれぞれ  $v$ 、 $V$  としたとき、力学的エネルギー保存の式、および運動量保存の式を書け。ただし、速度は右向きを正とする。
- (2) 速度の向きに注意して  $v$  および  $V$  を求めよ。

問 2 衝突後、物体  $P$  はばねと接続され、物体  $P$  と台車  $S$  はそれぞれ単振動をした。

- (1) 床に平行に右向きを正とする座標軸をとり、衝突直前の物体  $P$  および台車  $S$  の重心の座標をそれぞれ  $x_G$ 、 $X_G$  とおく。衝突直前の物体  $P$  と台車  $S$  全体の重心の座標を求めよ。
- (2) 衝突直前の位置を基準にして、衝突後の物体  $P$  の右向きの変位を  $x$ 、台車  $S$  の左向きの変位を  $X$  とおいたとき(図2)、衝突後の物体  $P$  と台車  $S$  全体の重心の座標を求めよ。

- (3) 水平方向の外力は存在しないので、運動を通して物体Pと台車S全体の重心は不変である。このことを利用し、 $x$ と $X$ の間に成立する関係式を求めよ。
- (4) 物体Pがばねから受ける力 $F$ を $k$ 、 $m$ 、 $M$ 、 $x$ で表せ。ただし、右向きを正とする。
- (5) 物体Pと台車Sの単振動の周期と振幅をそれぞれ求めよ。なお、台車Sの水平面は十分な広さがあり、振動の途中で物体Pが斜面にかかることはないものとする。

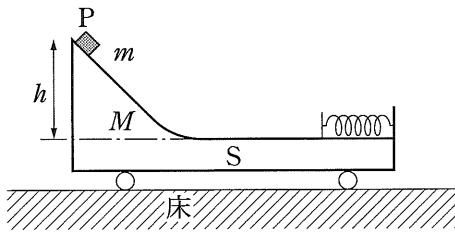


図 1

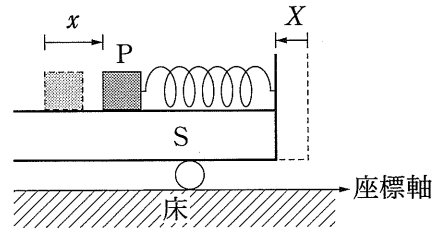
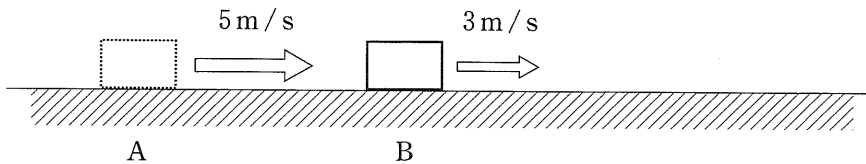


図 2

2 質量  $2 \text{ kg}$  の物体が水平なあらい面の上を直線運動している。物体の速さは A 点では  $5 \text{ m/s}$ 、B 点では  $3 \text{ m/s}$  であった。重力加速度を  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  とし以下各問いに答えよ。

- (1) A 点から B 点まで移動する間に物体から失われた運動エネルギーはいくらか。
- (2) A 点と B 点との距離が  $2 \text{ m}$  のとき、物体と面との間の動摩擦力はいくらか。
- (3) 物体が停止するのは、B 点より何  $\text{m}$  先か。
- (4) 物体と面との間の動摩擦係数はいくらか。



3 以下の各問いに答えなさい。

問 1 音は進行方向に対して  に振動する  波であるが、光は進行方向に対して  に振動する  波である。音や光は  ,  ,  やドップラー効果などといった波動の特徴的な性質をもつ。

ところで、可聴音とは一般に人間に聞こえる空気の疎密波であり、この周波数は約  Hz から約  Hz である。これより高い周波数の音は超音波と呼ばれている。

(1) 空欄(ア)~(ケ)に入るもっとも適切なものを番号で選びなさい。ただし、解答の重複はないものとする。また、(オ)~(キ)は順序不同とする。

- ① 平行    ② 垂直    ③ 横    ④ 縦    ⑤ 定常  
 ⑥ 干渉    ⑦ 屈折    ⑧ 振幅    ⑨ 波長    ⑩ 回折  
 ⑪ 2    ⑫ 20    ⑬ 2000    ⑭ 20000    ⑮ 200000

(2) 図 1—1 は、ばねの自然長の様子(上)とばねの伸縮により疎密波が伝わる様子(下)を示したものである。また図 1—2 は、つり合いの状態にあるばね上の点の位置を  $x$  軸(波の進行方向を正)に、ばねの伸縮による変位(波の進行方向を正)を  $y$  軸として表したグラフである。ばねの密および疎に対応する点は図 1—2 の A~E のどこか、すべて選びなさい。

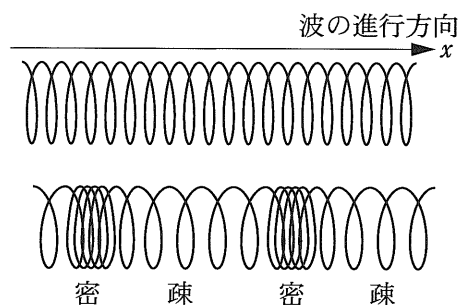


図 1—1

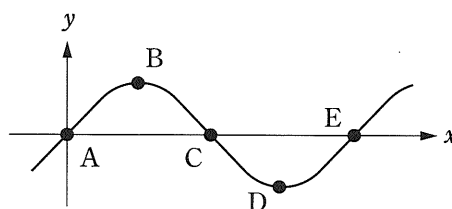


図 1—2

問 2 図 2 のように静止した音源(周波数  $f_0$  [Hz])から、音源に対して速さ  $v$  [m/s] で近づく壁に向けて音を発射すると、観測者(静止している)はドップラー効果により発射した音とは異なる反射音(周波数  $f_d$  [Hz])を観測する。なお、音速を  $V$  [m/s] とする。

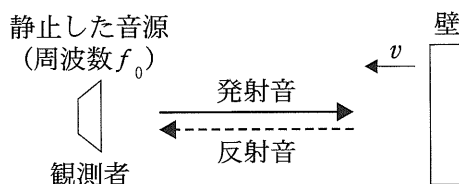


図 2

- (1) 壁に測定器を取り付けたとき観測される周波数  $f_1$  [Hz] を、 $f_0$ 、 $v$  および  $V$  で表しなさい。
- (2) 観測者が観測する反射音の周波数  $f_d$  を、 $f_0$ 、 $v$  および  $V$  で表しなさい。ただし、壁は  $f_1$  の音源と見なすことができる。

問 3 医療における画像診断装置のひとつに超音波診断装置がある。この装置は超音波を用いて体内の断面を画像化するものである。原理は以下の通りである。プローブから超音波を一定の時間間隔のパルス波(極めて短時間だけ継続する波)として体内に発射する。超音波は直進し、体内の臓器などの密度が異なる境界に達すると反射する。この反射音をプローブで測定することにより、到達するまでの時間から臓器などの位置情報を得ることができる(図 3-1)。また、ドップラー効果により、血液の速さなども知ることができる。

- (1) 超音波を発射する時間間隔により、測定できる最長の距離が決まる。いま最大 50 cm までの距離を測定したい場合、この時間間隔は何秒以上にしなければならないか、条件式を示し有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、超音波の体内での速さは 1500 m/s とし、パルス波の継続時間は無視できるものとする。

- (2) 図3-2のように発射音と血管との角度が $\theta$ 、血液の速さが $v$ の時、超音波の発射音と反射音の周波数の差( $\Delta f = f_d - f_0$ )を問2の結果を用いて求めなさい。

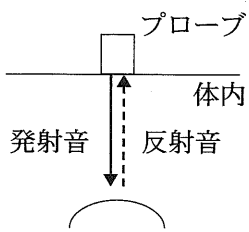


図3-1

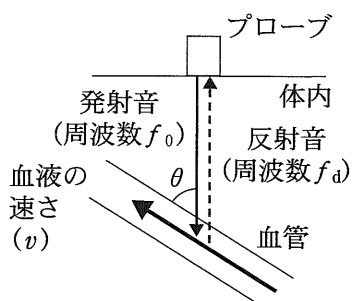


図3-2

4 以下の各問いに答えよ。

(1) 下の語群の中から、次の文章および図1の、〔 A 〕から〔 F 〕に最もふさわしい語句を1つずつ選べ。ただし、同一記号の〔 〕内には同一語句が入るものとする。

白熱電球の光や太陽光のように、いろいろな波長の光を含んでいる光を〔 A 〕光という。図1のように、〔 A 〕光を石英ガラス製プリズムに入射すると、スクリーン上には〔 B 〕と呼ばれる光の色の帯が現れる。この現象は光の〔 C 〕と呼ばれ、石英ガラスの〔 D 〕が光の波長により異なるために生じる。可視光の波長範囲における石英ガラスの〔 D 〕は、光の波長が長いほど小さいため、スクリーン上では〔 E 〕が一番上に見え、〔 F 〕が一番下に見える。

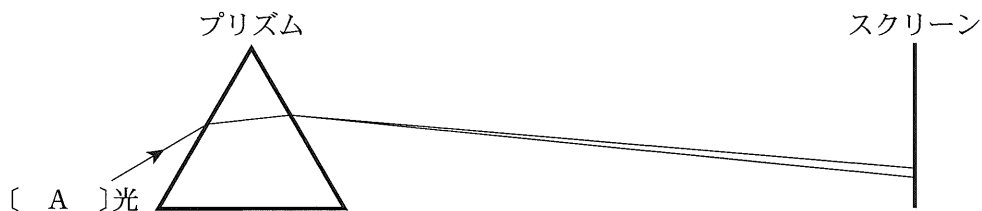


図1

語 群

回折, 反射, 分散, 散乱, 干渉, 単色, 白色, 赤色, 緑色, 青色, 紫色, 黄色, 連続スペクトル, 線スペクトル, 仕事率, 倍率, 屈折率

- (2) 波長  $\lambda_0$  の可視光に対する焦点距離が  $f$  である石英ガラス製の凸レンズがある。図 2 の点 A から出た波長  $\lambda_0$  の 3 つの光線(図 2 の①, ②, ③)が進む経路の続きを, 解答欄の図に描き加えよ。ただし, 光線①は凸レンズの光軸( $x$  軸)と平行であり, レンズの中心は原点  $O$  と一致しているものとする。

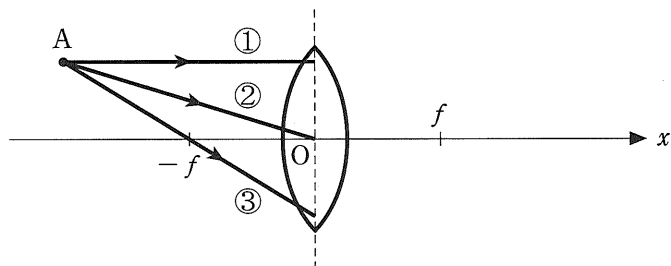


図 2

- (3) (2)の凸レンズに,  $\lambda_0$  より長い波長の可視光を入射した場合, 焦点距離は  $f$  と比べてどうなるか。理由をつけて答えよ。

5 以下の文章を読み、各問いに答えなさい。

ピストン付きの容器の中に、2 mol の理想気体が入れている。容器は熱源によって加熱および冷却することができ、気体の温度を変化させることができる。容器、ピストンの質量や熱容量は無視できるものとし、熱源以外との熱の出入りは無視してよい。また、気体定数を  $R$  [J/mol·K] とすると、気体の定積モル比熱  $c_v = \frac{3}{2} R$ 、定圧モル比熱  $c_p = c_v + R$  である。

まず、気体の体積を  $V_A$  [m<sup>3</sup>]、圧力を  $p_A$  [Pa]、温度を  $T_A$  [K] に保持した(状態 A)。この状態でピストンを固定し、温度が  $T_B = T_A + \Delta T_{AB}$  [K] になるまでゆっくり加熱した後、一定温度に保持した(状態 B)。

- (1) 状態 B の気体の圧力  $p_B$  [Pa] を  $T_A$  [K] と必要な記号を用いて答えなさい。
- (2) 状態 A から状態 B に移る間に、熱源が供給した熱量  $Q_{AB}$  [J] を  $\Delta T_{AB}$  [K] と必要な記号を用いて答えなさい。

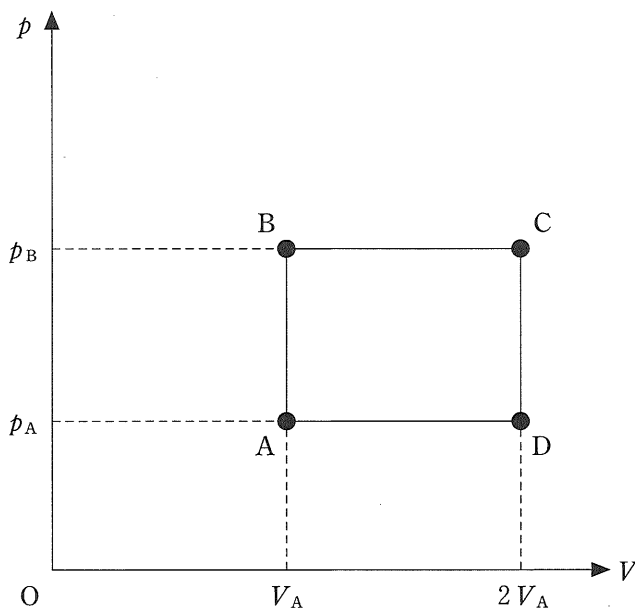
状態 B から、圧力を一定に保ったまま、気体の体積が  $V_C = 2 V_A$  [m<sup>3</sup>] になるまでゆっくりと加熱した後、一定温度に保持した(状態 C)。

- (3) 状態 C の気体の温度  $T_C$  [K] を  $T_A$  と必要な記号を用いて答えなさい。
- (4) 状態 B から状態 C に移る間に、熱源が供給した熱量  $Q_{BC}$  [J] を  $T_A$  と必要な記号を用いて答えなさい。
- (5) 状態 B から状態 C に移る間に、気体がピストンによって外部になした仕事  $W_{BC}$  [J] を  $T_A$  と必要な記号を用いて答えなさい。

状態 C から、ピストンを固定したまま、気体の圧力が  $p_A$  になるまでゆっくり冷却した(状態 D)。さらに状態 D から、気体の体積が  $V_A$  になるまで、圧力を  $p_A$  に保持したままゆっくり冷却して状態 A に戻した。

状態A—B—C—D—Aの1サイクルを考えると、気体は熱源から熱としてエネルギーを得てピストンを動かし仕事をし、エネルギーの一部を熱として放出してもとの状態Aに戻る。

- (6) 状態A—B—C—D—Aの1サイクルで、気体がピストンによって外部に対してなした仕事の合計  $W_{ABCD}$  [J] を  $\Delta T_{AB}$  と必要な記号を用いて答えなさい。
- (7) 状態Aから状態Cに移る間に熱源が供給した熱量  $Q_{ABC}$  [J] を  $T_A$  と必要な記号を用いて答えなさい。
- (8)  $Q_{ABC}$  に対する  $W_{ABCD}$  の比  $e = \frac{W_{ABCD}}{Q_{ABC}}$  を  $T_A$  と必要な記号を用いて答えなさい。



6 極板間隔  $d$  [m], 極板面積  $S$  [m<sup>2</sup>] の平行板コンデンサー, 自己インダクタンス  $L$  [H] のコイル, 抵抗  $R$  [Ω] の抵抗, スイッチ  $S_1, S_2$  及び起電力  $V$  [V] の電池を用いて図のような回路を組み立てて, コンデンサーの両端電圧をオシロスコープで観察する実験を行った。但し, オシロスコープの内部抵抗は無視すること。また, 空気の誘電率は真空の誘電率  $\epsilon_0$  [F/m] に等しいとする。次の各問いに答えよ。

問 1 スイッチ  $S_2$  を開いた状態でスイッチ  $S_1$  を閉じ, コンデンサーを充電した。

- (1) スイッチ  $S_1$  を閉じた瞬間に流れる電流の大きさを求めよ。
- (2) スイッチ  $S_1$  を閉じてしばらく時間が経ったあとに, コンデンサーに蓄積される静電エネルギーを求めよ。
- (3) その後, スイッチ  $S_1$  を開いた。コンデンサーの極板間に作用する力の大きさ及び向きを求めよ。

問 2 次に, スイッチ  $S_1$  を開いた状態でスイッチ  $S_2$  を閉じて, オシロスコープにてコンデンサーの両端電圧を観測した。その結果, 振幅が変化しない持続する正弦波電圧を観測した。

- (1) 観測された電圧の周波数を求めよ。
- (2) この回路を流れる電流の実効値を求めよ。

