

平成 23 年度 入学試験問題 (前期日程)

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	6 ページまで
化 学	7 ページから	9 ページまで
生 物	10 ページから	12 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

物 理

1 次の文章中の に最も適切な語句・数式または選択肢の記号を記入せよ。(20点)

問 1 図 1-I のような二つの固定された斜面 A, B の上を小物体が同時に初速度 0 で滑り降り始めた。ただし、摩擦はまったくなく、出発点と到着点の高さはどちらの斜面も同じであり、斜面にそって測った出発点と到着点の距離は同じであるとする。

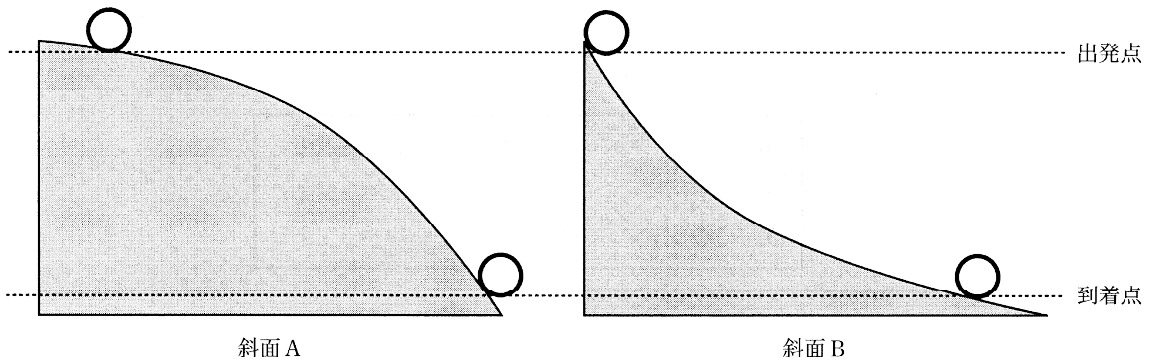


図 1-I

このとき、到着点での小物体の速さは、

- (ア) 同じである。

1 (イ) 斜面 A の場合の方が速い。

(ウ) 斜面 B の場合の方が速い。

到着点に小物体が到着するのは、

- (ア) 同じ時刻である。

2 (イ) 斜面 A の場合の方が早い。

(ウ) 斜面 B の場合の方が早い。

問 2 理想気体の絶対温度が T であるとき、その気体分子一個あたりの運動エネルギーの平均は、 k をボルツマン定数として、 3 となる。よって、同じ温度なら、水素分子の二乗平均速度 $\sqrt{v^2}$ は酸素分子の二乗平均速度 $\sqrt{v'^2}$ の 4 倍になると考えられる(酸素分子は水素分子の 16 倍の質量を持つとする)。

問 3 おんさの出す音の波長を測定しようと、以下のような実験を行った。

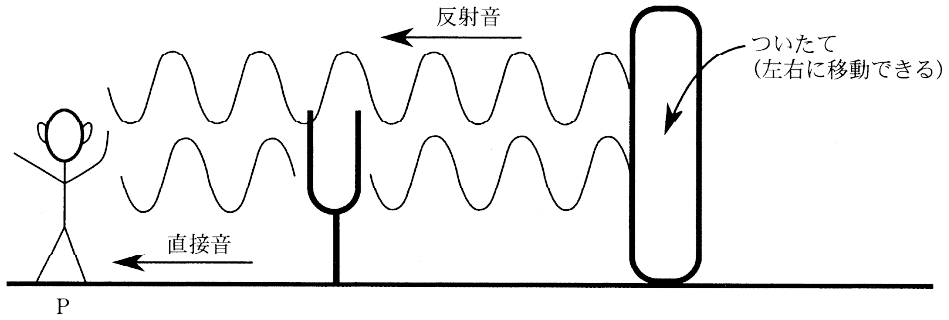


図 1—II

図 1—II のように、ついたてが少しずつ動かせるようになっている。点 P で音を聞いたところ、ついたてが距離 l 動くごとに音の大きさが大きくなるのが観測された。音の波長は である。

問 4 図 1—III は、互いに異なる屈折率を持つ媒質へと光が入射した時の波面の様子である。

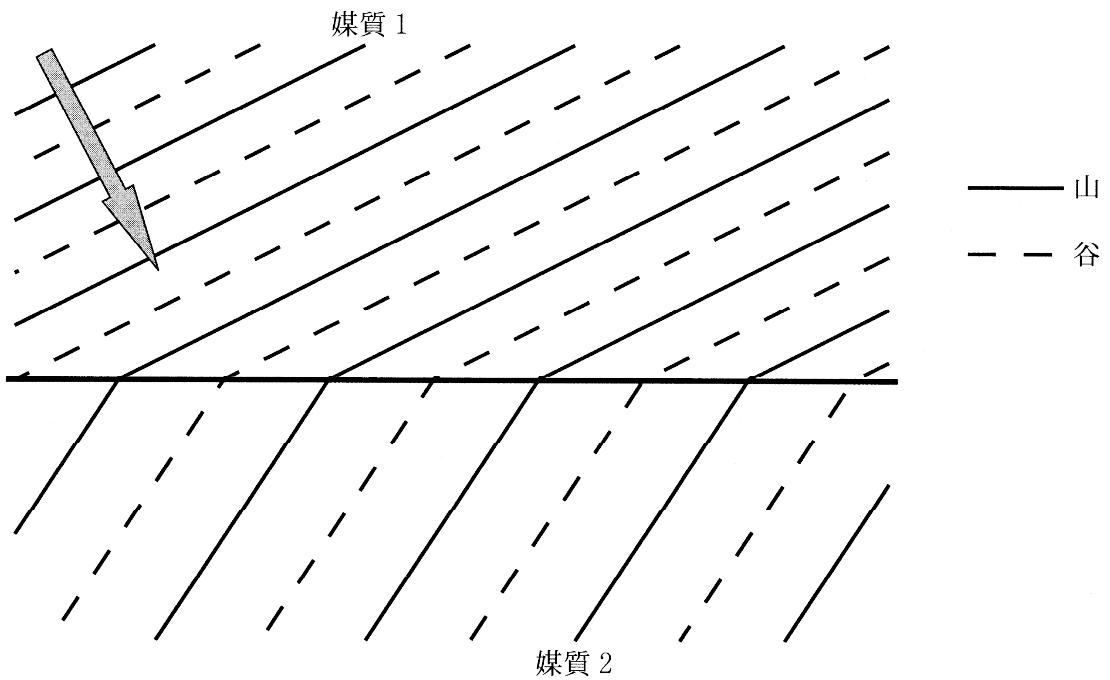


図 1—III

このとき、

- 6
- (ア) 媒質 1 と媒質 2 で光の振動数は同じで、速さは媒質 1 での方が速い。
 - (イ) 媒質 1 と媒質 2 で光の振動数は同じで、速さは媒質 2 での方が速い。
 - (ウ) 媒質 1 と媒質 2 で光の速さは同じで、振動数は媒質 1 での方が大きい。
 - (エ) 媒質 1 と媒質 2 で光の速さは同じで、振動数は媒質 2 での方が大きい。

問 5 図 1—IV の(ア)~(ウ)のように、電荷 q の整数倍の電荷を 3 通りの仕方で $x - y$ 平面の原点 O から等距離の位置に配置した。

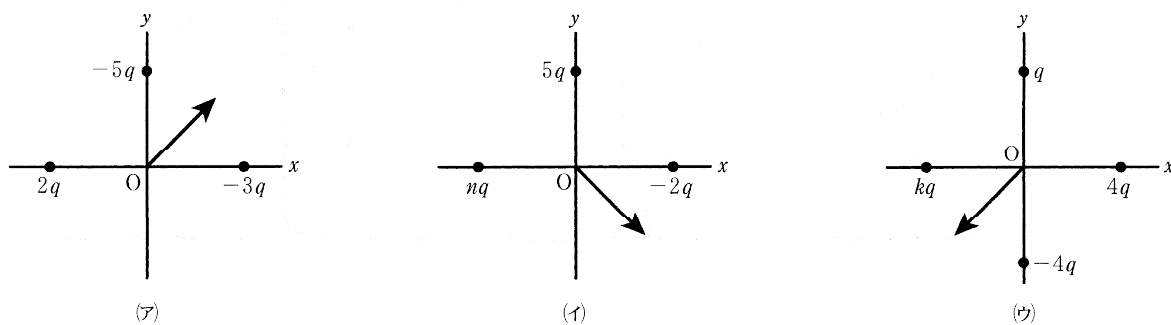


図 1—IV

上図中に矢印で示しているように、3 通りの配置における原点での電場(電界)の大きさは全て同じ値であったが、電場の向きはそれぞれ、 x 軸からの角度が(ア)の場合 45° 、(イ)の場合 315° 、(ウ)の場合 225° であった。(イ)の配置で n の値は である。(ウ)の配置で k の値は である。

問 6 図 1—V の(ア)~(ウ)のように、紙面に垂直な方向に真っ直ぐにのびる 4 本の導線を配置した。

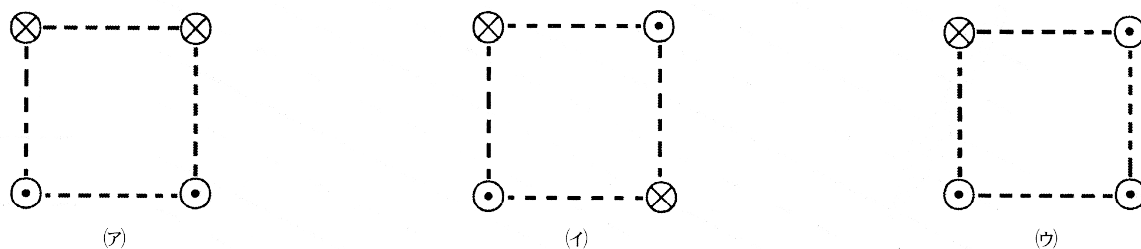


図 1—V

4 本の導線には、同じ大きさの電流が紙面に入る向き(⊗)または出る向き(⊙)に流れている。正方形の中心での磁場(磁界)の大きさが最も大きい配置は で、最も小さい配置は である。

- 2 図2—Iのように、水平面AB上に傾きの角 θ のなめらかな斜面CDをもつ質量 M の台Pを置く。その斜面に軽くてのびない糸をつけた質量 m の小物体Qをのせ、糸の他端を斜面の頂点に固定する。また、台の斜面CDは水平面となめらかにつながっている。小物体Qの水平面からの高さは h であり、台Pと水平面との静止摩擦係数は μ である。小物体Qに働く摩擦や空気抵抗は無視できる。重力加速度の大きさを g として、以下の各問に答えよ。(15点)

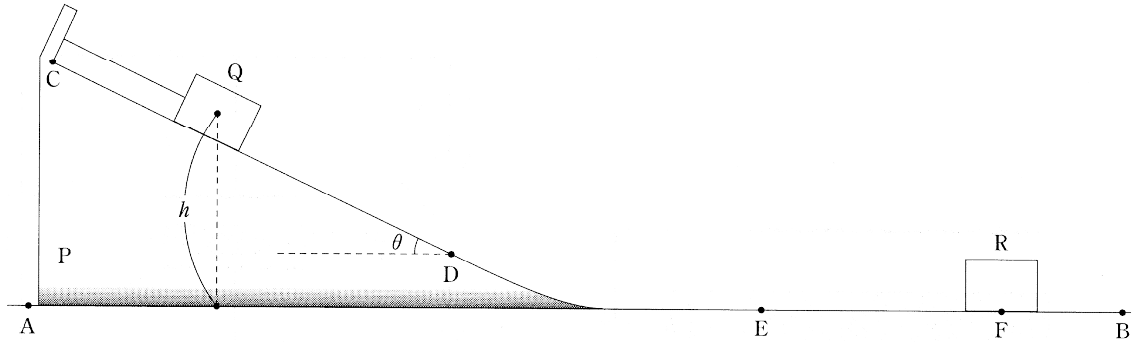


図2—I

問1 糸の張力の大きさを求めよ。

問2 台Pが水平面から受ける摩擦力の大きさを求めよ。

次に、小物体Qについた糸を静かに切ると、小物体Qは斜面CD上をすべり始めた。以下の各問で、台Pは常に静止したままである。

問3 小物体Qが斜面CD上をすべっているとき、台Pが水平面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

問4 そのとき、台Pが静止するために、静止摩擦係数 μ が満たす条件式を求めよ。

小物体Qが、台をすべり下りた後、水平面AB上の点Eを通過した。

問5 小物体Qの点Eにおける速度 v を求めよ。ただし、速度はAからBへの向きを正とする。

問6 図2—IIのように、水平面AB上の点Fに静止している質量 m_0 の小物体Rに、速度 v の小物体Qが衝突する。衝突直後の小物体Qの速度は w であった。小物体Rに働く摩擦や空気抵抗は無視できる。この衝突のはねかえり係数(反発係数)を e とするとき、この衝突で小物体Qの速度 w の向きが v と逆になる条件を、 e と m 、 m_0 を用いて答えよ。

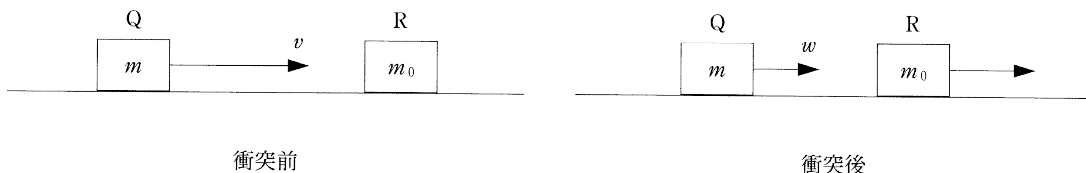


図2—II

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(15点)

A 極板の面積が S 、極板間の距離が d 、電気容量が C の平行板コンデンサーがある。図3—Iのように、面積が極板と同じく S で、厚さが h ($h < d$)の金属板を極板と平行に挿入し、図3—IIのように、内部抵抗の無視できる電圧 V の電池と抵抗値 R の抵抗を接続して回路を作った。金属板と極板の間隔を x とする。

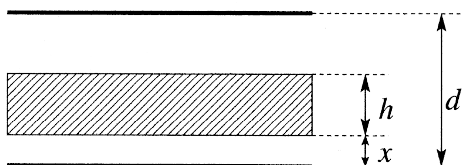


図3—I

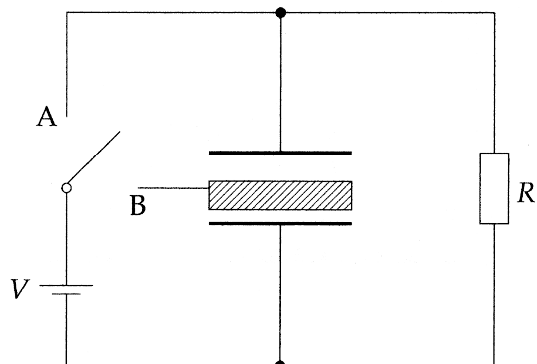


図3—II

問1 スイッチをAに接続し、じゅうぶん時間がたった。

- 1 金属板が挿入されたコンデンサーに蓄えられる全電荷 q を C 、 d 、 h 、 V を用いて表せ。ただし、 C は金属板を挿入する前のコンデンサーの電気容量である。
- 2 その後、スイッチを切断した。コンデンサーに蓄えられた電荷が半分の $\frac{q}{2}$ になったとき、抵抗値 R の抵抗に流れている電流の大きさ I を求めよ。また、スイッチを切断した直後から抵抗に電流が流れなくなるまでの間に抵抗で発生するジュール熱 U を求めよ。解答は、それぞれ C 、 d 、 h 、 V 、 R のうち必要なものを用いて表せ。

問2 次に、スイッチをBに接続し、じゅうぶん時間がたった。

- 1 金属板に蓄えられる全電荷 Q を C 、 d 、 h 、 x 、 V を用いて表せ。
- 2 その後、スイッチを切断した。続いて、金属板と極板を平行に保ったまま、金属板と極板の間隔を x から $2x$ に変化させた。ただし、 $h + 2x < d$ であったとする。このとき、金属板と極板間の電位差 V' を d 、 h 、 x 、 V を用いて表せ。

B 図3—Ⅲのように、質量 m 、長さ ℓ の導体棒 bc を、軽くてたるみや折れ曲がりのない導線 ab 、 cd で水平につるした。導線 ab 、 cd は、それぞれ固定端 a 、 d のまわりに自由に動けるものとする。導体棒 bc から水平方向に距離 r だけ離れた無限に長い導線 e を bc に平行に固定して設置する。最初、すべての導線には電流が流れていない。鉛直上向きの磁束密度 B の一様な磁場(磁界)中で、スイッチ S を接続して、回路 $abcd$ に電流 I_1 を流すと、導体棒 bc をつるした導線 ab 、 cd は鉛直方向から角度 θ だけ傾いて静止した。以下の各問に答えよ。ただし、すべて真空中にあるものとして、真空の透磁率を μ_0 、重力加速度の大きさを g とする。また、図3—Ⅲのように、鉛直方向を z 軸、導体棒 bc に平行な方向を y 軸、それらに垂直な方向を x 軸とし、それぞれ矢印の向きを正の向きとする。

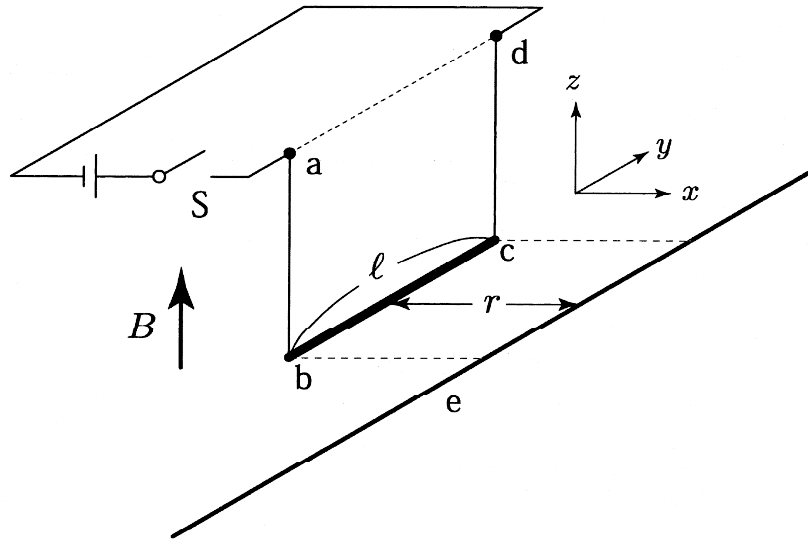


図3—Ⅲ

問3 磁束密度 B の大きさを m 、 ℓ 、 g 、 θ 、 I_1 を用いて表せ。

問4 導線 e に電流 I_2 を流すと、導体棒 bc は電流 I_1 を流す前の位置に戻った。電流 I_2 の向きを、以下の選択肢の中から選び、記号で答えよ。また、電流 I_2 の大きさを答えよ。

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| (ア) x 軸の正の向き | (イ) x 軸の負の向き | (ウ) y 軸の正の向き |
| (エ) y 軸の負の向き | (オ) z 軸の正の向き | (カ) z 軸の負の向き |