

平成 23 年度

## 新潟大学理学部推薦入学試験

### 物 理 学 科

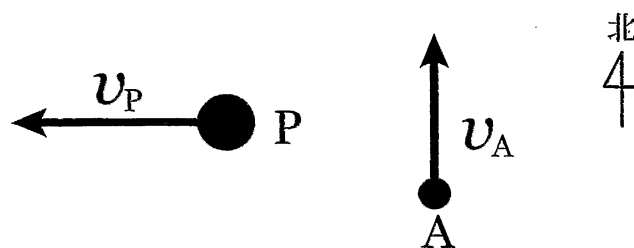
### 基礎学力試験問題

#### 注 意 事 項

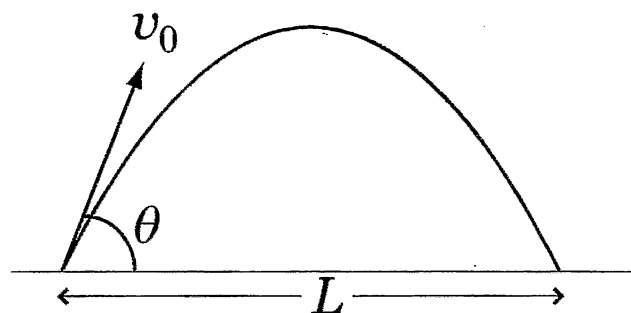
1. 開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 受験番号は、すべての解答用紙の受験番号欄に記入してください。
3. 印刷の不鮮明な箇所などがある場合は、申し出てください。
4. 解答時間は、120分です。途中で退席することはできません。
5. 問題冊子1部と解答用紙5枚が配布されています。
6. 問題冊子は、表紙を含めて6ページです。5問すべて解答してください。
7. 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入してください。
8. 下書きは、問題冊子の余白を使用してください。
9. 問題冊子は、各自持ち帰ってください。

I.

1. 平らな地面を車Pと観測者Aが運動している。観測者Aは地面に対して北に向かって  $v_A = 12 \text{ m/s}$  の一定の速度で進んでいる。
- 車Pが地面に対して西向きに  $v_P = 16 \text{ m/s}$  の速度で進んでいるとき、観測者Aから見た車Pの相対速度の大きさ  $v'_P$  を求めよ。
  - 車Pがブレーキをかけて5.0秒間一定の加速度で減速し、地面に対して静止したとする。地面に静止している人から見た車Pの加速度の大きさ  $a$  を求めよ。
  - 車Pにブレーキがかかっている間、観測者Aから見た車Pの加速度の大きさ  $a'$  はいくらか。



2. 水平な地面から、仰角  $\theta$ 、初速度の大きさ  $v_0$  で小さな物体を発射した。重力加速度を  $g$  とし、空気抵抗はないものとして以下の問いに答えよ。

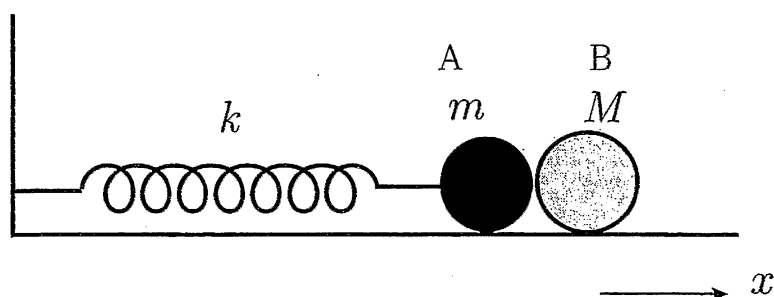


- 物体が再び地面に落下する地点までの距離  $L$  を求めよ。
- 物体が地面に落下する瞬間の物体の速度の大きさはいくらか。
- 物体を仰角  $\theta = 53^\circ$  で発射してから0.50秒後に地面から高さ5.6mの地点に達した。 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ,  $\sin 53^\circ = 0.80$ ,  $\cos 53^\circ = 0.60$  として、このときの初速度の大きさ  $v_0$  を求めよ。

## II.

図のように、なめらかな水平面上で、質量  $m$  の小球 A をばね定数  $k$  のばねにつなげ、ばねの他端を壁に固定する。ばねが自然長にあるとき、質量  $M$  の小球 B を小球 A に接触するようにばねと反対の位置に置く。小球 A, B の大きさは無視でき、ともに  $x$  軸上のみを運動するものとし、ばねが自然長のときの小球の位置を  $x$  軸の原点にとる。いま、ばねを縮めて小球 A を  $x = -d$  ( $d > 0$ ) の位置まで移動し静かに放した。このとき以下の問いに答えよ。

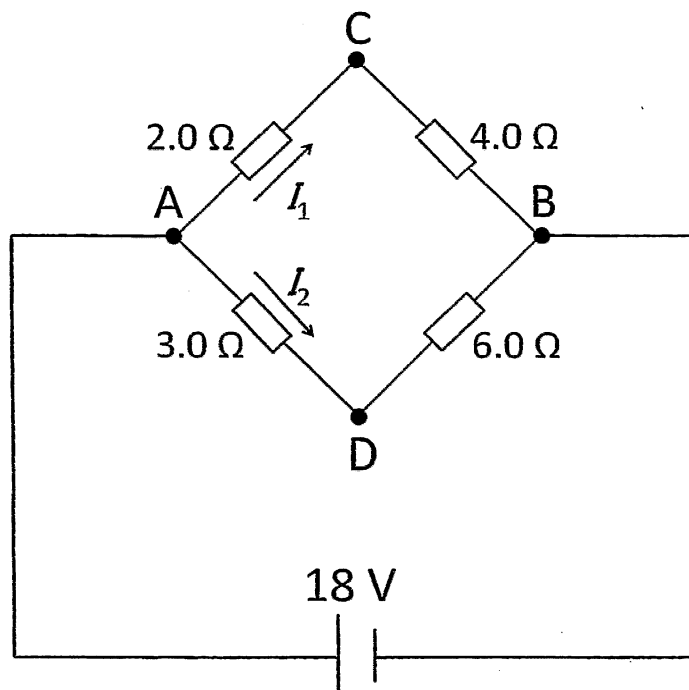
1. 小球 A が小球 B に衝突するまでの時間を求めよ。
2. 小球 A が小球 B に衝突する直前の速度を求めよ。
3. 小球 A が小球 B に弾性衝突するとき、衝突直後の小球 A, B の速度を求めよ。
4. いま、小球 A が小球 B に衝突した瞬間に両者が一体になったとする。このとき、この物体の衝突直後の速度を求めよ。
5. 問4のとき、小球 A, B が衝突した瞬間からの時間  $t$  の関数として、この物体の位置  $x(t)$  を求めよ。



## III.

それぞれ抵抗値  $2.0 \Omega$ ,  $3.0 \Omega$ ,  $4.0 \Omega$ ,  $6.0 \Omega$  を持つ4つの抵抗と  $18 \text{ V}$  の電圧を持つ電池を下図のようにつなぐ。このような回路に対して、以下の問いに答えよ。

1. A C間を流れる電流  $I_1$  および A D間を流れる電流  $I_2$  を求めよ。
2. A C間の電圧, A D間の電圧, C B間の電圧, D B間の電圧をそれぞれ求めよ。
3. A B間の合成抵抗を求めよ。
4. この回路で消費される電力を求めよ。
5. この後, C D間を導線でつないだ。そのときに C D間を流れる電流を求めよ。



## IV.

1. 電磁波は真空中を光速  $c$  で伝わり、空気中でもほぼ同じ速さである。携帯電話で用いられる代表的な周波数（振動数）は約  $1.5 \times 10^9$  Hz (1.5 GHz) である。1.5 GHz の電磁波の波長はいくらか。ただし  $c = 3.0 \times 10^8$  m/s とする。
2. 音波が空気中からエタノール中へ入射するとき、臨界角  $\theta_c$  の正弦  $\sin \theta_c$  を求め、 $\theta_c$  が  $30^\circ$  より大きいか小さいかを判定せよ。ただし、空気中での音速を 340 m/s, エタノール中での音速を 1200 m/s とする。
3. 回折格子に垂直に波長  $0.5 \times 10^{-6}$  m の単色光をあてたところ、入射方向と  $30^\circ$  の方向に最初の明るい線が観測された。回折格子に平行に引かれたすじ（スリット）は 1 cm あたり何本か。
4. 440 Hz の音叉とギター弦を同時に鳴らしたら 3 Hz のうなりが聞こえた。ギター弦の張力を少しだけ減少させると、うなりの振動数は増加した。はじめの弦の振動数はいくらか。

## V.

1. イギリスの物理学者ジュールは、熱の正体が原子や分子のもつエネルギーであることを実験的に明らかにし、人間に関係が深い水の温度変化を基準にした熱量の単位カロリー[cal]と、仕事の単位ジュール[J]との関係を求めた。これは熱の仕事当量とよばれ、おおよそ  $1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$  である。いま、熱量  $200 \text{ kcal}$  のケーキを食べた体重  $50 \text{ kg}$  の人が、階段を上ってそのエネルギーを消費したとするとどのくらいの高さまで上る必要があるか求めよ。ただし、ケーキの熱量の  $50\%$  が人の位置エネルギーに変換するものとし、重力加速度を簡単のため  $10 \text{ m/s}^2$  として計算せよ。
2. 質量  $100 \text{ g}$  の金属片を  $97.0 \text{ }^\circ\text{C}$  に加熱し、 $20.0 \text{ }^\circ\text{C}$  の水  $400 \text{ g}$  を入れた容器の中に静かに投入した。ただし外部との熱の出入りはないものとし、水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$ 、比熱は  $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$  とする。
  - a. しばらくして熱平衡に達したときの温度が  $22.0 \text{ }^\circ\text{C}$  であるとき、金属片を冷却するのに水が吸収した熱量はいくらか。
  - b. この金属片の比熱はいくらか。
3. 物体を構成している原子や分子は、熱振動による運動エネルギーや、原子、分子間にはたらく位置エネルギーをもっており、これらの和を物体の内部エネルギーとよぶ。
  - a. 物体の内部エネルギーは、物体がされる仕事や物体に入る熱量によって変化する。内部エネルギーの変化量  $\Delta U$ 、物体がされる仕事  $W$ 、物体に入る熱量  $Q$  の関係式を書け。この関係式は熱力学第一法則とよばれる。
  - b. 気体をピストンに閉じ込め、熱の出入りを遮断した状態で膨張させた。この過程で  $\Delta U$ 、 $W$ 、 $Q$  はそれぞれ正、負、ゼロのどの値をもつか答えよ。また、気体の温度はどうなるか答えよ。