

平成 24 年度

新潟大学理学部推薦入学試験

物 理 学 科

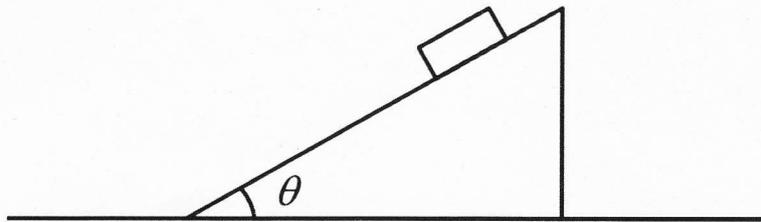
基礎学力試験問題

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. 問題は5問あります。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.

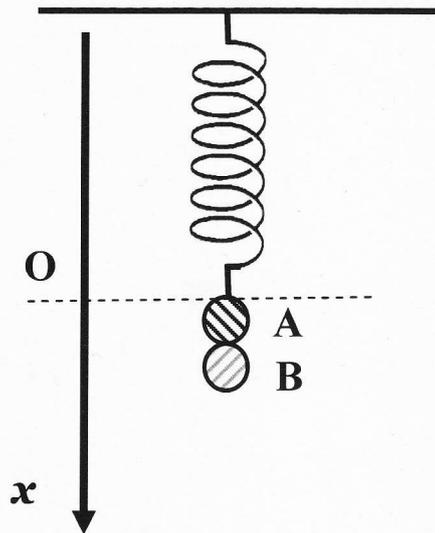
図のように、水平となす角が θ の斜面上に、質量 M の小物体が置かれている。この小物体が、静止した状態から斜面上を距離 L だけすべり下りる運動をした。重力加速度を g 、小物体と斜面の間の動摩擦係数を μ として以下の問いに答えよ。



1. 斜面が小物体におよぼす垂直抗力の大きさを求めよ。
2. 小物体が斜面をすべり下りるときの加速度の大きさを求めよ。
3. 小物体が斜面上を距離 L だけすべり下りたときの速さを求めよ。
4. この運動で、重力と摩擦力が小物体に対してした仕事の大きさをそれぞれ求めよ。

II.

図のように、ばね定数 k の軽いばねの先に、同じ質量 M の小球 A と B が連結してつながれて、天井からつるされている。つりあいの位置 O を原点として、鉛直下向きに x 座標をとる。ここで、小球 A と B の大きさ、ばねの質量は無視できるものとする。重力加速度を g として以下の問いに答えよ。



つりあいの位置 O から、2つの小球を鉛直下向きに L だけ動かして静かに手をはなすと、小球は鉛直方向に単振動を始めた。

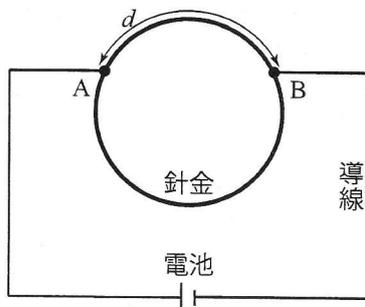
1. 小球の加速度を、 x の関数として表せ。
2. 手をはなしてから、小球が最初に最大の速さに達するまでの時間を求めよ。
3. 小球の最大の速さを求めよ。

小球が最も低い位置に来たときに、下側の小球 B が外れた。その後、残った小球 A は単振動を続けた。

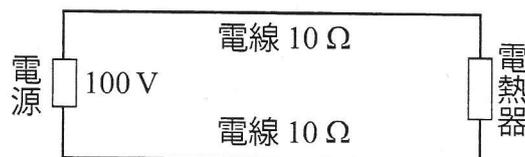
4. 単振動で、小球 A が到達する最も高い位置を、 O を基準として求めよ。
5. 小球の最大の速さを求めよ。

III.

- 消費電力 5 W の LED 電球を 1 時間点灯したときに消費されるエネルギーは何 J か。
- 長さ L で、抵抗 R の細い針金の両端を付けて円形にする。図のように、円周上の点 A, B のところで、導線を用いて起電力 E の電池をつないだ。なお、針金の太さは一様で、導線の抵抗と電池の内部抵抗は無視できるものとする。答えは、 L, R, E のうち必要なものを用いて記述すること。



- 導線を通る電流がもっとも小さくなるのは、円周に沿った A と B の距離 d がいくらのときか。
 - このとき、導線を通る電流の大きさを求めよ。
- 熱損失のない理想的な変圧器がある。1 次コイルの巻数は 3000 で、2 次コイルの巻数は 50 とする。
 - 1 次コイルに 6000 V の交流電圧をかけると 2 次コイルに生じる交流電圧はいくらか。
 - 1 次コイル側の交流電流の周波数が 50 Hz のとき、2 次コイル側の交流電流の周波数はいくらか。
 - 1 次コイルに流れる交流電流が 2 A のとき、2 次コイルに流れる交流電流はいくらか。
 - 図のように、電熱器に抵抗 $10\ \Omega$ の電線 2 本を用いて出力電圧 100 V の電源をつないだ。



- 電熱器の抵抗が R_1 のときも R_2 のときも、電熱器の消費電力は、いずれも 80 W であった。 R_1, R_2 を求めよ。ただし、 $R_1 < R_2$ とする。
- 電熱器の抵抗が R_1, R_2 のとき、電源の出力電力はそれぞれ何 W になるか。

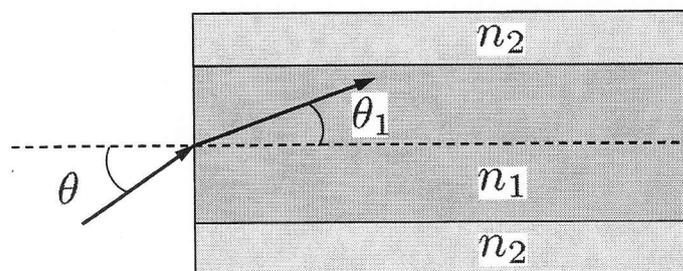
IV.

1. 振動数 440 Hz の音を出す音源が、速さ 2.0 m/s で、静止した観測者から遠ざかっている。この音源の前方には音源の進行方向と垂直に壁が立っており、音は壁で反射している。音速を 340 m/s として以下の問いに答えよ。答えは小数第 1 位まで求めよ。
 - a. 音源から観測者に直接とどく音の振動数を求めよ。
 - b. 観測者に直接とどく音と壁からの反射音との干渉で生じるうなりの振動数を求めよ。

2. スリットを通して白色光をプリズムに入射させると分散という現象が起きる。分散とは何か、また、それが起きる理由を説明せよ。

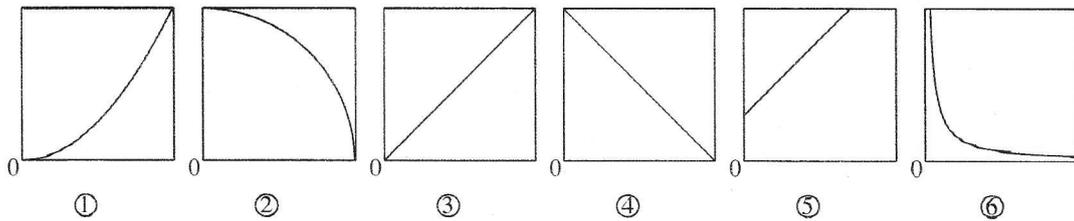
3. 焦点距離 10 cm の凸レンズで小さな文字を見た。レンズを文字から 6 cm 離れたところに置き、レンズの手前 3 cm のところに目を置いて見ると、文字は目から何 cm 離れたところに、何倍に拡大されて見えるか答えよ。答えは小数第 1 位まで求めよ。

4. 下図のように、屈折率 n_2 の物質で囲まれた屈折率 n_1 ($n_1 > n_2 > 1$) の透明なプラスチックの円柱が真空中に置かれている。いま、この円柱の左端面から入射角 θ で光を入射する。図に示されたような円柱の中心軸を含む平面内を進む光について、以下の問いに答えよ。
 - a. 円柱の左端面での屈折角を θ_1 とするとき $\sin \theta_1$ を θ と n_1 を用いて表せ。
 - b. 入射した光がすべて屈折率 n_1 のプラスチックの円柱内を進んでいくために必要な θ に対する条件を求めよ。ただし、円柱は非常に長いとする。



V.

1. 以下の問いに答えよ。外部との熱の出入りは無いものとする。
 - a. 金属で作られた容器 A を断熱容器の中に納めた。このとき、容器 A の温度は T_1 であった。熱量 Q を与えると、容器 A の温度は T_A となった。容器 A の熱容量を求めよ。
 - b. 容器 A の質量が M であるとき、この金属の比熱 c_A を求めよ。
 - c. 比熱が c_A 、温度が T_A である容器 A の中に、温度 T_B の金属ブロック B を入れた。金属ブロック B は比熱 c_B 、質量 M である。しばらく時間が経過すると、容器 A と金属ブロック B は同じ温度 T となった。 $T_A > T > T_B$ であるとして、温度 T を c_A 、 c_B 、 T_A 、 T_B を用いて表せ。
 - d. このように、温度 T となった状態をなんと呼ぶか答えよ。
 - e. $0.4 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ の比熱である金属が、質量で 0.3 kg だけあったとき、その温度を 10°C 上げるには、毎秒 1.0 J の熱を与え続けるとすると何分かかかるか。比熱は温度によらず一定であるとする。
2. 次に示す現象における関係を、[] 内の単位を用いて表したグラフとしてもっとも適切なものを①～⑥ のなかから選べ。
 - a. 温度一定の状態ではじめに閉じ込めた注射器のピストンを力をかけて押し込んだときの、圧力 $[\text{Pa}]$ を縦軸、体積 $[\text{m}^3]$ を横軸にしたときの関係。
 - b. 気体を閉じ込めた割れない風船をお湯で暖めたときの、体積 $[\text{m}^3]$ を縦軸、温度 $[\text{C}]$ を横軸にしたときの関係。



3. 口をふさいだ注射器に気体を入れて熱量を加えた。ピストンを動くようにしたときと固定したときでは内部エネルギーの増加はどちらが大きいか。