

平成 29 年度

新潟大学理学部推薦入学試験

物理学プログラム

基礎学力試験問題

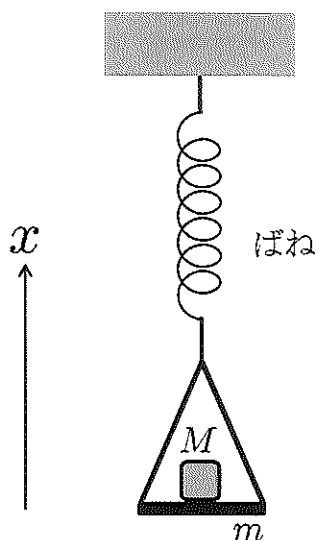
注意事項

1. 開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、次のものが配布されているか確認してください。
問題冊子 1 部， 解答用紙 4 枚
3. 問題は全部で 4 題あります。4 題すべて解答してください。
各解答用紙に受験番号を記入してください。
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. 試験終了後，問題冊子は各自持ち帰ってください。
6. 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。
7. 下書きは，問題冊子の余白を使用してください。

I.

図のように、質量 m の台を天井から軽いばねでつるし、台の上に質量 M のおもりをのせたところ、ばねは自然長から長さ d だけ伸びた状態でつりあった。この状態での台の位置を原点 ($x = 0$) とし、鉛直上向きに x 軸をとる。次に、この状態から台を $x = -3d$ の位置まで手で引き下げて、静かに手をはなした。ばね、台、おもりの運動はすべて同一直線上で起こるとし、重力加速度を g として、以下の問いに答えよ。

1. このばねのばね定数を求めよ。
2. 台とおもりが一体のまま台が位置 x にあるとき、台とおもりの加速度を求めよ。
3. 問2のとき、おもりが台から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
4. おもりが台から最初にはなれる瞬間の台の位置を求めよ。
5. 問4の瞬間におけるおもりの速さを求めよ。



図

II. 次の1と2の問いに答えよ。

1. 図1のように、十分に長い直線状の導線L, Mが, xy 平面に垂直に置かれている。導線Lは原点Oを通り, 導線Mは x 軸上 $x = 2a$ [m] の位置を通る。それぞれの導線には, 紙面の裏から表へ I [A] の電流が流れている。これらの導線は真空中にあるとして, 以下の問いに答えよ。ただし, 真空の透磁率を μ_0 [N/A²] とする。

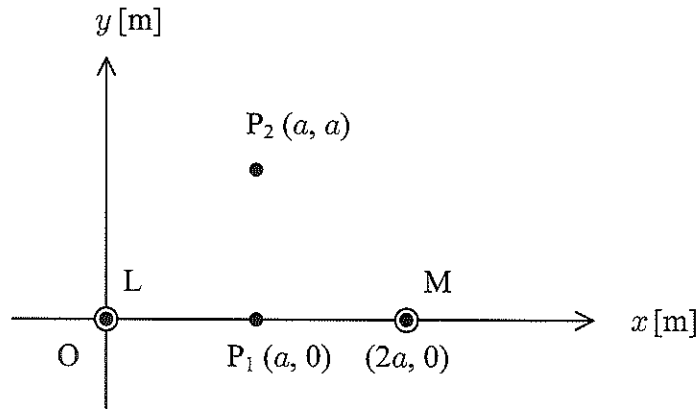


図1

- 導線Lの電流が点 $P_1(a, 0)$ につくる磁界の強さと向きを求めよ。
- 点 $P_2(a, a)$ における合成された磁界の強さと向きを求めよ。
- 導線が1 mあたりに受ける力の大きさと向きを, 導線L, Mに対してそれぞれ求めよ。

2. 図2のように、電圧 V [V] の直流電源 E 、スイッチ S 、抵抗値 r [Ω] の抵抗 R_1 、抵抗値 $2r$ [Ω] の抵抗 R_2 と R_3 、電気容量 C [F] のコンデンサー C で構成された回路がある。以下の問いに答えよ。

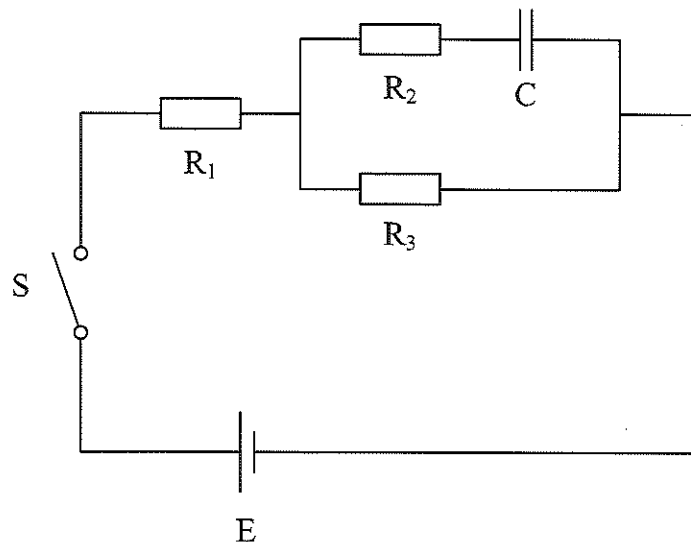


図 2

はじめ、スイッチ S は開いておりコンデンサー C は充電されていないとする。

- a. スイッチ S を閉じた直後に抵抗 R_2 と R_3 を流れる電流をそれぞれ求めよ。

次に、スイッチ S を閉じてから十分に時間が経過した後を考える。

- b. 抵抗 R_2 と R_3 を流れる電流をそれぞれ求めよ。
 c. 5分間電流を流したときに抵抗 R_3 で発生するジュール熱を求めよ。
 d. コンデンサー C に蓄えられている静電エネルギーを求めよ。

III. 次の1と2の問いに答えよ。

1. 図1のように、振動数 f の音を発生する音源が、静止している観測者に向かって速さ U で進んでいる。音速を v 、音源と観測者は常に一直線上にあるとし、以下の問いに答えよ。

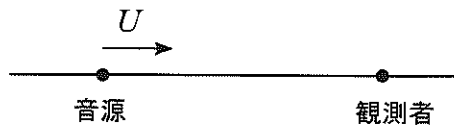


図1

- 音源の発する音の周期 T と波長を求めよ。
 - 時刻 $t = 0$ に音源より音波が発生した。時刻 $t = T$ となったとき、音波の先端部と音源の間の距離を求めよ。
 - 問bの結果が観測者の聞く音の波長と等しくなることから、観測者の聞く音の振動数を求めよ。
 - $f = 380 \text{ Hz}$ 、 $v = 340 \text{ m/s}$ のとき、観測者の聞いた音の振動数が 400 Hz であった。音源の速さ U を求めよ。
2. 図2のように、十分に長い管とピストンからなる閉管があり、その管口付近でおんさを鳴らして、管から聞こえる音を聞いた。音速を 340 m/s とし、以下の問いに答えよ。ただし、開口端補正は無視できるとする。

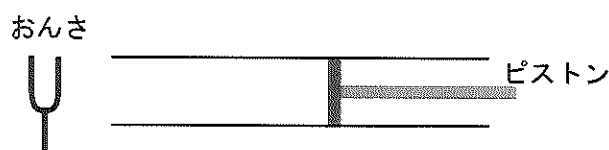
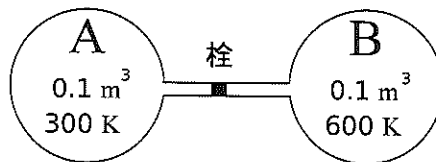


図2

- ピストンを管口からゆっくりと右側に動かすと、その位置が管口から 85 cm のときはじめて音が大きくなり、次に 255 cm のとき大きくなった。おんさの振動数を求めよ。
- おんさを振動数が2倍のおんさに取り換え、ピストンを管口から 255 cm の位置からゆっくりと左側に押し戻した。ピストンが動き出したあと管口に到達するまでに、閉管から聞こえる音が何回大きくなるか答えよ。

IV. 次の1と2の問いに答えよ。

1. 図のように、容積 0.1 m^3 の容器 A, B が体積や熱伝導の無視できる細い管でつながれている。管には栓が取り付けられており、その栓は閉じられている。はじめ、容器 A に 1 mol 、容器 B に 2 mol の理想気体を閉じ込めた。気体定数を $8.3 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とし、以下の問いに有効数字2桁で答えよ。



図

- a. 容器 A, B のそれぞれの温度を測定すると、 300 K と 600 K であった。容器 A, B 中の気体の圧力をそれぞれ求めよ。
- b. 栓を開けた後、容器 A, B のそれぞれの温度を 300 K と 600 K のままに保ち、十分に時間がたった。容器中の気体の圧力を求めよ。
2. なめらかに動くピストンで単原子分子理想気体 1 mol をシリンダー内に閉じ込めた。このときの気体の体積は V 、温度は T であった。この状態を状態 A とする。気体定数を R とし、以下の問いに答えよ。
- a. 状態 A から体積一定のまま気体を加熱すると、温度が $2T$ になった。この状態を状態 B とする。状態 B の圧力と加えた熱量を求めよ。
- b. 状態 A から圧力一定のまま気体を加熱すると、気体の体積が $2V$ となった。この状態を状態 C とする。気体のした仕事と加えた熱量を求めよ。
- c. 状態 C から温度を一定に保ちながら圧力を加えると状態 B に到達した。このときの気体の変化の様子を、縦軸を圧力、横軸を体積にとったグラフに表せ。なお、グラフの軸の目盛り等は自分で設定すること。