

平成 30 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.

1. 質量 m の物体が粗い水平面上に置かれている。図 1 のように斜め下向きに大きさ F の力を物体に加える。この力と水平面がなす角度は θ である。物体と水平面の間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。

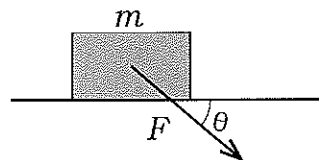


図 1

- 物体が水平面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
 - この状態で物体が静止し続けているとき、物体が受ける静止摩擦力の大きさを求めよ。
 - θ をある値で一定にして、 F を大きくしていくと、ある大きさになったところで物体は動き出した。このときの F を求めよ。
2. 滑らかな水平面上で、 x 軸に沿って、力を受けながら運動する質量 3.0 kg の物体がある。時刻 $t = 0\text{ s}$ に原点 ($x = 0\text{ m}$) から動き始めた物体の速度 v の時間変化が図 2 で表されている。また、時刻 $t = 3.0\text{ s}$ での物体の位置は $x = 4.6\text{ m}$ であった。なお、物体にかかる力は、 $t = 0\text{ s}$ から $t = 3.0\text{ s}$ の間は時間とともに変化しているが、 $t = 3.0\text{ s}$ から $t = 8.0\text{ s}$ の間は一定とする。

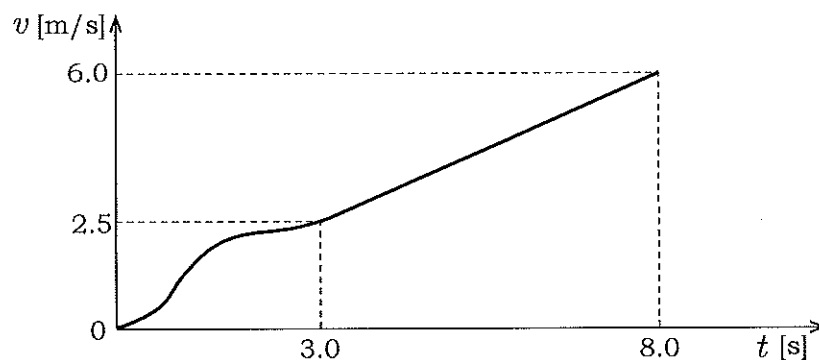


図 2

- $t = 0\text{ s}$ から $t = 3.0\text{ s}$ の間の平均の速度を求めよ。
- $t = 3.0\text{ s}$ から $t = 8.0\text{ s}$ の間に、物体にかかる力を求めよ。
- $t = 0\text{ s}$ から $t = 8.0\text{ s}$ の間に、物体が動いた距離を求めよ。
- $t = 0\text{ s}$ から $t = 8.0\text{ s}$ の間に、物体がされた仕事を求めよ。
- $t = 0\text{ s}$ から $t = 8.0\text{ s}$ の間に、物体が受けた力積を求めよ。
- $t = 0\text{ s}$ から $t = 8.0\text{ s}$ の間に、物体が受けた平均の力を求めよ。

II.

1. 電荷 q の点電荷を x 軸上で座標が $(3a, 0, 0)$ の点に置いた。また y 軸上で座標が $(0, 4a, 0)$ の点を P 点とする。クーロンの法則の比例定数を k として以下の問いに答えよ。ただし、無限遠の電位を 0 とする。

- P 点における電位 V を求めよ。
- P 点における電場（電界）の強さ E を求めよ。
- P 点における電場ベクトルの 3 成分 (E_x, E_y, E_z) をそれぞれ求めよ。

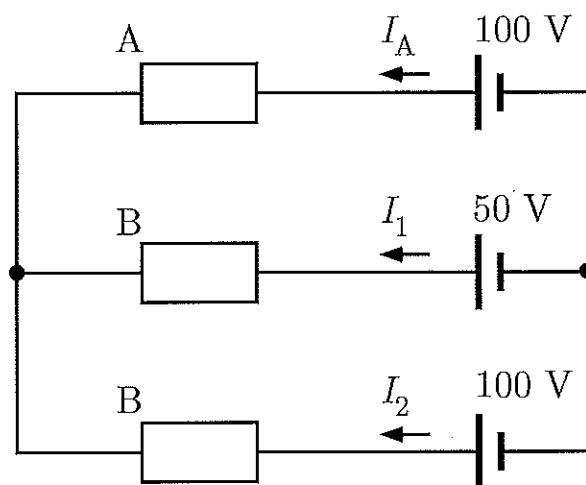
2. 全く同じ素材でできた均一な円柱状の抵抗 A と B を考える。A の電気抵抗は 20Ω で、B の電気抵抗は 10Ω である。また B の長さは A の 2 倍であった。

- B の半径は A の半径の何倍かを求めよ。

図に示すような 1 個の抵抗 A, 2 個の抵抗 B, 3 個の直流電源からなる回路を考える。これらの直流電源の内部抵抗は無視できる。また電流 I_A, I_1, I_2 を図のように定義する。

- 電流 I_A, I_1, I_2 をそれぞれ求めよ。ただし、直流電源の起電力は電流の向きによらないとする。

- 抵抗 A での消費電力を求めよ。



III.

1. 図1のように、スリット間隔 d の2つのスリットに対して波長 λ のレーザー光を垂直に入射した。スクリーンは、複スリットから距離 L の位置に平行に置かれている。スリットをそれぞれ S_1 , S_2 としたときの線分 S_1S_2 の垂直二等分線と、スクリーンの交点 O から距離 x の点を P とする。 d は L に比べて十分小さいとして $|PS_1 - PS_2| \doteq \frac{xd}{L}$ が成り立つ。以下の問いに答えよ。

- スクリーン上の隣り合う明線の間隔はいくらか。
- 複スリットとスクリーンの間を屈折率 n の液体で満たした。このときスクリーン上の隣り合う明線の間隔は、液体を満たす前に比べて何倍になるか。

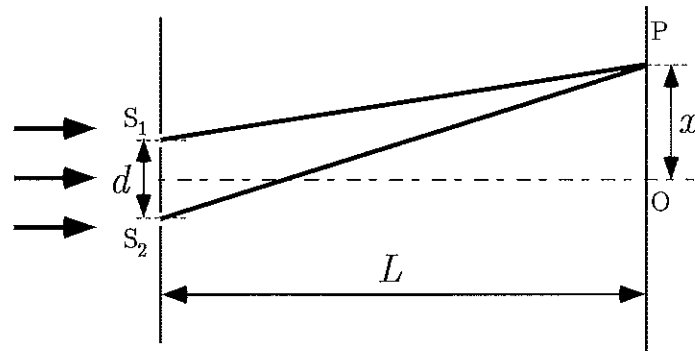


図1

2. 1つの角が 30° の直角三角形のプリズムを考える。図2のようにこのプリズムの面 AB に対して入射角度 60° で単色光を入射した。プリズムの絶対屈折率を $\sqrt{3}$ とし、以下の問いに答えよ。ただしプリズムは真空中に置かれている。

- 入射した光の屈折角 θ_1 を求めよ。
- 単色光が面 BC に達したとき、面 BC に対する入射角 θ_2 を求めよ。
- 面 BC に達した単色光がその点で全反射を起こすことを示せ。

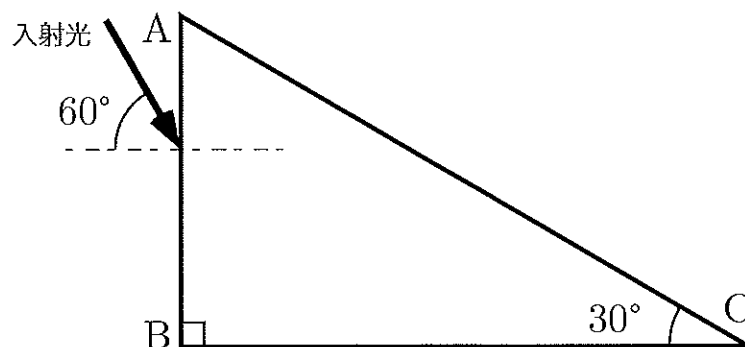


図2

IV.

1. なめらかに動くピストンのついたシリンダーの中に、単原子分子からなる理想気体 n [mol] を入れ、絶対温度 T_0 の状態から圧力一定でゆっくりと温めた結果、体積は 5 倍になった。気体定数を R として以下の問いに答えよ。
 - a. T_0 からの気体の温度変化を求めよ。
 - b. 気体が外部にした仕事を求めよ。
 - c. 気体が吸収した熱量を求めよ。
 - d. 以上の結果を用いて、定圧モル比熱を求めよ。

2. 体積 V の容器内に質量 m の気体分子が N 個入っているとす。このとき、気体の圧力 p は、気体分子の速さの 2 乗の平均 $\overline{v^2}$ を用いて、

$$p = \frac{Nm\overline{v^2}}{3V}$$

と表される。このとき気体分子の 2 乗平均速度 $\sqrt{\overline{v^2}}$ を気体分子の平均の速さとして以下の問いに答えよ。絶対温度 T 、気体定数 R 、アボガドロ定数 N_A とする。ただし理想気体としてよい。

- a. 気体分子の運動エネルギーの平均値を求めよ。
- b. 気体の分子量を M としたとき、2 乗平均速度 $\sqrt{\overline{v^2}}$ を、 T 、 R 、 M を用いて表せ。
- c. 実験装置を用いて、温度 408 K において気体分子の速さの分布を測定し、2 乗平均速度 $\sqrt{\overline{v^2}} = 6.0 \times 10^2$ m/s を得た。この気体分子の分子量 M を計算せよ。また、この気体分子として考えられるものを一つ答えよ。ただし、気体定数を $R = 8.3$ J/(mol·K) とする。