

平成30年度 理学部物理学科 推薦入試

1. 試験開始の合図があるまで、この試験問題冊子を開かないこと。
2. この中には問題用紙6枚、解答用紙5枚、下書き用紙1枚が折りこまれている。試験開始の合図があってから確認すること。なお、文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 試験開始後に、解答用紙の指定欄に受験番号を算用数字で記入すること。氏名を書いてはいけない。
4. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
5. 試験終了後、解答用紙の5枚のみを提出し、表紙・問題用紙・下書き用紙は持ち帰ること。

実施年月日
29.11.29
富山大学

下書き用紙

- 1 路上を走行している救急車が発するサイレンの音を聞いていると音の変化に気づく。サイレンの「ピーポー、ピーポー」という繰り返し音に用いられる二種類の音自体の振動数は 770 Hz と 960 Hz とされている。走行中の救急車のサイレンの音の変化が生じる原因および人の耳にはどの程度の音の変化として聞こえるか、自分の考えを [] 内の語群すべてを使い、また説明に適した数式も用いて数値的に解答欄に詳しく記述しなさい。さらに図などを加えてもよい。ただし、音の伝わる速さは 340 m/s とし、上の二種類の音の振動数に近い振動数を持つ音階の「ドレミファソラシド」のファ、ソ、ラ、シはそれぞれ 698, 784, 880, 988 Hz である。

[音の速さ 振動数 救急車の速さ 静止 近づく 遠ざかる]

2 以下の文章の空欄（ア）～（オ）にもっとも適切な語句や数式を入れよ。

氷上のスポーツ「カーリング」は、ストーンと呼ばれる同じ質量 m と同じ半径 r を持つ、角の丸い平らな円筒状の石を水平で一様な状態の氷面上で滑らせ、二つのチームの間で、半径 R の円の内部の中心からより近い位置にストーンを静止させることを競う。円内に静止している相手チームのストーンは、別のストーンを衝突させることで円の外にはじき出すことができる。これを物理の問題として単純化して考えてみる。ただし、ストーンを剛体と仮定し、その回転運動は考慮せず、空気抵抗も無視する。また、重力加速度を g とする。

相手チームがストーン A を滑らせ、図 1 に示すように A の中心が円のちょうど中心と重なる位置で静止させた。味方チームの選手は、A に対してまっすぐ正面の向きに向けてストーン B を滑らせ、A にちょうど接する位置で止まるような初速度の大きさ v_0 をまず考えた。B を滑らせる直前の、A の中心から B の中心までの距離を L とし、ストーンと氷面の間の変摩擦係数を μ とする。B が A にちょうど接する位置で止まるまでに B に生じた運動エネルギーの変化と、B と氷面の間が生じた摩擦力がする仕事には（ア）＝（イ）の関係があるので、 $v_0 =$ （ウ）となる。

A と B が衝突する際には、生じる熱などでエネルギーの一部が失われるため、はじき出される A の初速度の大きさは、B が A に衝突する直前の速さより（エ）小さくなることが予想される。そこで次に、A を円の外へはじき出すのに必要な B の初速度を考え、A に向けて B を滑らせ真正面から衝突させたところ、A は静止していた位置から v_A の速さで動き出した。その後、A の中心が円の中心から $\frac{R}{2}$ 離れた位置に到達したときの A の速さは、 v_A の a 倍 ($a < 1$) にまで減速していた。このままでは A を円の外に出すことができない可能性があるため、急ぎよ予測される進路上の氷面をブラシでこすって動摩擦係数を小さくすることにした。計算を簡単にするため、ここでは A の大きさを考えずその中心に全質量 m が集まっている（質点）とする。図 2 に示すように、円の中心から $\frac{R}{2}$ 以上離れた、予測される進路上の氷面では動摩擦係数が一様に μ' にまで小さくなったと仮定すると、A を円の外に出すためには μ と a を使って表して、少なくとも $\mu' =$ （オ） μ になるまで動摩擦係数を下げてやる必要がある。

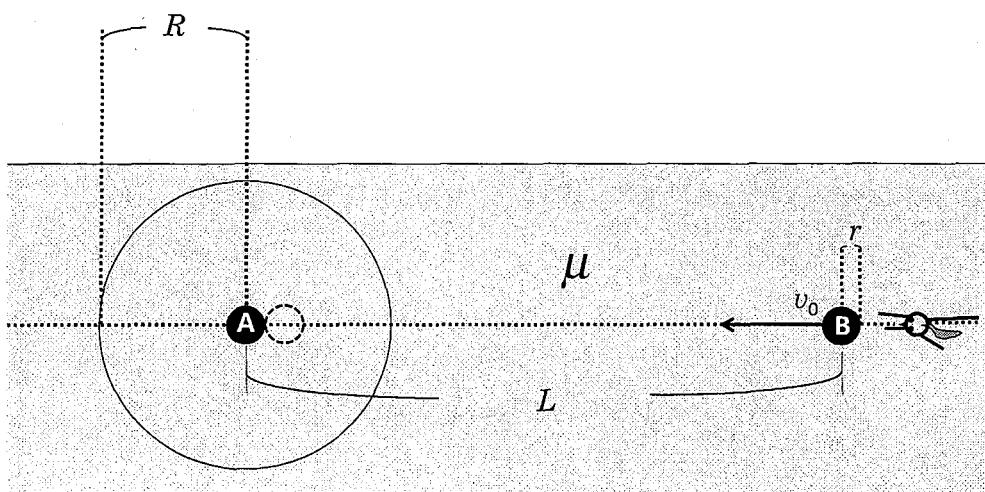


図 1

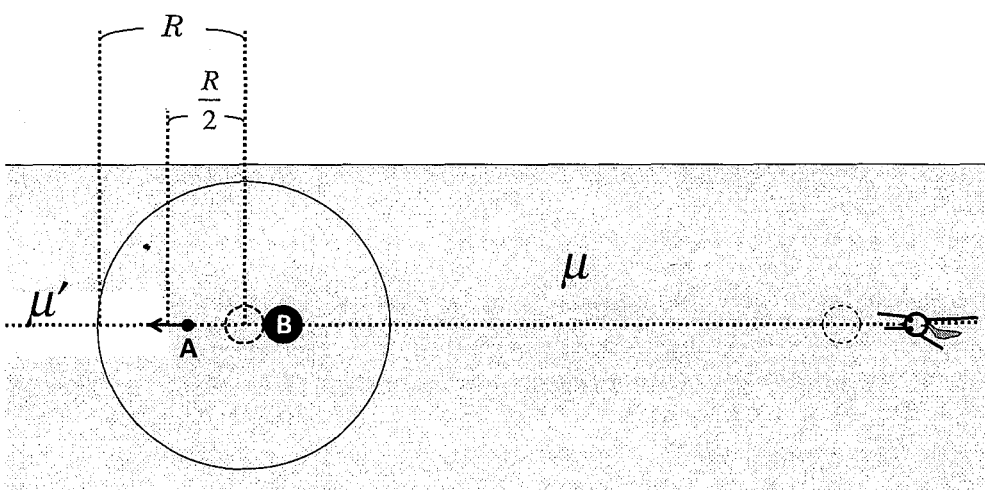


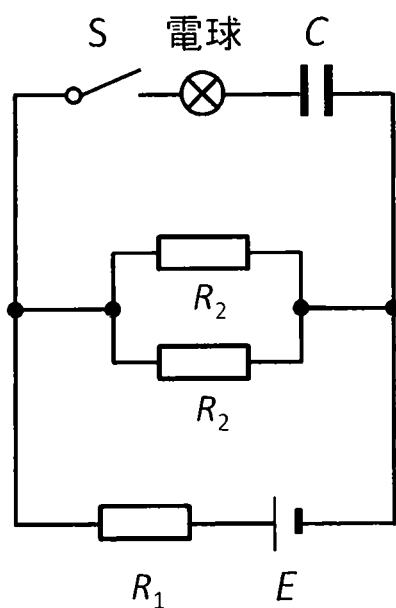
図 2

- 3 図のように、電位差が E の電源、 R_1 の抵抗値をもつ電気抵抗 1 つと、 R_2 の抵抗値をもつ電気抵抗 2 つ、電気容量が C のコンデンサー、電球とスイッチ S からなる回路がある。はじめに S は開いており、コンデンサーの極板間の電位差は 0 である。また、電源の内部抵抗と導線の抵抗は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

- (1) 図に示した回路全体の合成抵抗 R を求めよ。
- (2) 抵抗値が R_1 の電気抵抗に流れる電流 I_1 、および抵抗値が R_2 の 2 つの電気抵抗のうち図の上側のものに加わる電圧 V_2 を求めよ。

次に S を閉じた。

- (3) S を閉じた直後の I_1 と、および抵抗値が R_2 の 2 つの電気抵抗のうち図の上側のものに流れる電流 I_2 を求めよ。
- (4) S を閉じた直後から十分に時間が経過するまでの間に電球の明るさがどのように変化するかを簡単に説明せよ。グラフを描いて説明してもよい。ただし、電球の抵抗値は温度によって変化しないものとする。



図

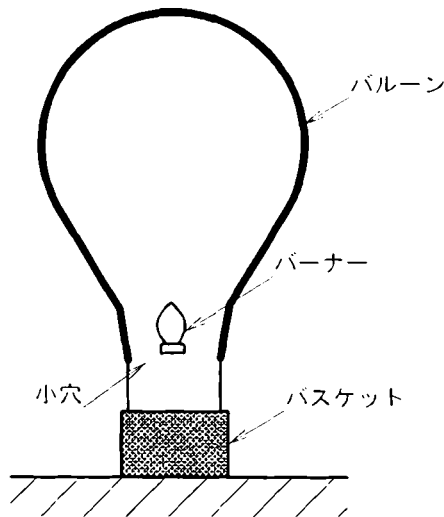
- 4 図のように、地面に接して静止している熱気球がある。この熱気球はその下端に小さな穴のあいた、のび縮みすることなく膨らんでいるバルーンとその内部の空気を一様に加熱できるバーナー、さらに人が乗り込むためのバスケットで構成されている。空気はバルーン下端の小穴を通じて自由に出入りでき、バルーン内の空気の体積は一定の V_0 [m³] で、バルーン内の空気以外の熱気球全体の質量は M [kg] である。空気は理想気体であるとし、バルーン外部の空気の温度、圧力および密度は、それぞれ T_0 [K]、 p_0 [Pa] および ρ_0 [kg/m³] であり、はじめバルーン内部の空気は、これと同じであったとする。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、バーナーの体積は小さく無視できて、かつそれを使用しても M は変化しないものとする。以下の問いに答えよ。

- (1) バルーン内の空気がある温度 T [K]、圧力 p [Pa]、密度 ρ [kg/m³] のとき、

$$\frac{p}{\rho T} = \text{一定}$$

の関係が成り立つことを導け。必要であれば、空気 1 モルの質量を m_0 [kg] とおけ。

- (2) 図の状態のとき、熱気球にはたらいっている浮力の大きさを求めよ。
 (3) バルーン内の空気が T [K] のとき、バルーン内の空気にはたらく重力の大きさを求めよ。
 (4) 次に、バーナーでバルーン内の空気を T_1 [K] まで熱すると熱気球はゆっくり上昇を始めた。 T_1 [K] を ρ_0, V_0, T_0, M を用いて表せ。
 (5) $\rho_0 = 1.30$ kg/m³、 $V_0 = 2000$ m³、 $M = 300$ kg、 $T_0 = 300$ K のときの T_1 [K] を、有効数字第 3 桁で答えよ。



図

5 以下の問いに答えよ。解答欄には答えだけでなく、計算過程も示せ。

(1) 次の関数

$$y = 5 \left(\frac{x}{x^2+1} + \frac{1}{2} \right) \quad (-3 \leq x \leq 3)$$

のグラフを描け。増減表を作成し、極値や、変曲点の x の値なども記入せよ。

(2) 次の不等式

$$3 \sin \theta - 2 \cos^2 \theta \geq 0$$

をみたす θ の範囲を求めよ。ただし、 $0 \leq \theta \leq \pi$ とする。

物理学科

受験番号

1

物理学科

受験番号

2

(ア)	
(イ)	
(ウ)	
(エ)	
(オ)	

物理学科

受験番号

3

(1)		
(2)	$I_1 :$	$V_2 :$
(3)	$I_1 :$	$I_2 :$
(4)		

物理学科

受験番号

4

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	

物理学科

受験番号

5

(1)

増減表

(2)