

令和 7 (2025) 年度

前期 一般選抜 A1

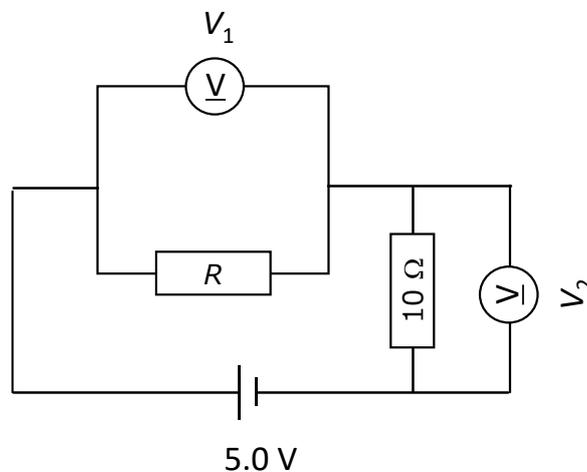
物 理

【注 意 事 項】

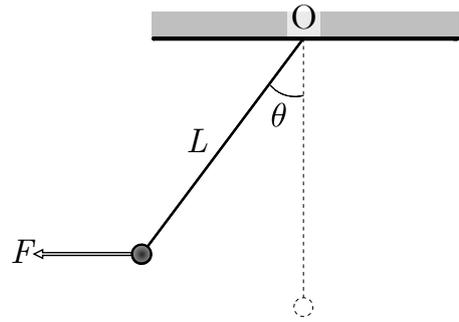
1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 落丁、乱丁または印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 解答には黒色の鉛筆 (または黒色のシャープペンシル) を使用してください。
4. 解答用紙は 1 枚です。解答用紙の指定欄に受験番号を記入してください。
5. 解答は、解答用紙の指定された解答欄に記入してください。また、解答用紙には解答以外何も書いてはいけません。
6. 問題用紙の余白と裏面は計算等に使用しても構いません。
7. 試験終了後、解答用紙のみ回収します。問題冊子は持ち帰ってください。

〔 I 〕 文章の空欄に入る適切な数値を記入せよ。また、問 (1) ③ は指示に従い解答用紙に図を描け。ただし、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。

- (1) 天井に固定された長さ 10 cm の軽いバネがある。このバネの他端に質量 0.5 kg のおもりを吊り下げたところ、バネの長さが 25 cm でつり合った。このときおもりにはたらく重力の大きさは N であり、バネ定数は N/m である。また、このバネに質量 $0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 \text{ kg}$ のおもりを吊り下げたときの質量とバネの長さの関係を解答欄の図 ③ に描け。(データ間を線でつなぐ必要はない)
- (2) 80°C の金属ブロック 2 kg が入った断熱水槽に 20°C の水 1 kg を入れて、しばらくすると温度は $^\circ\text{C}$ の熱平衡状態になった。ただし、水の蒸発や容器の熱容量は無視できるものとする。また、この金属の比熱を $0.4 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、水の比熱を $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。
- (3) 内部抵抗無限大の理想的電圧計を用いて下図のような回路を作った。この回路を用いて、未知の抵抗体 R [Ω] の値を求めたい。回路に 5.0 V の電源をつなぐと $V_1 =$ V 、 $V_2 = 2.0 \text{ V}$ であった。このとき抵抗体 R に流れる電流は A なので、 $R =$ Ω となる。また、抵抗 R で消費される電力は W となる。ここで、抵抗体の温度は変わらず、オームの法則が成り立つものとする。



〔Ⅱ〕 右図のように、長さ L [m] の軽くて伸びない丈夫な糸の端を天井の O 点に固定し、他端に質量 m [kg] の小球を取り付け、振り子を作った。この小球を手で引っ張り 水平方向に力 F を加えると、糸が鉛直軸となす角 θ の位置でつりあった。重力加速度の大きさを g [m/s²]、小球の最下点を位置エネルギーの基準とし、糸はたるまないとして以下の問いに答えよ。

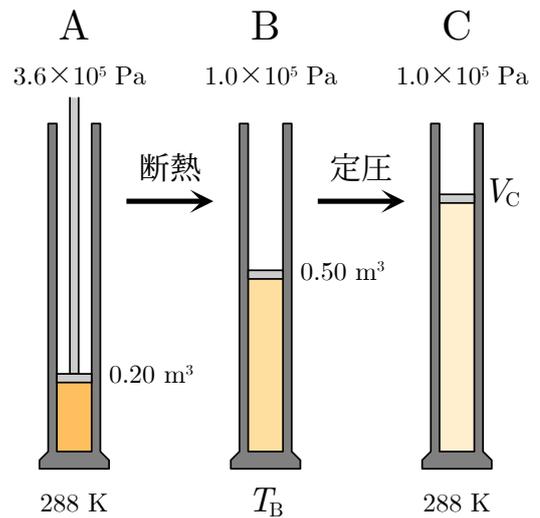


- (1) 力 F を加えつりあった状態で、小球にはたらく (A) 重力 f_G と (B) 糸の張力 f_T を矢印で解答欄の図に示せ。ただし、力の大きさを矢印の長さで表し、作図の過程が分かるように補助線などは残しておくこと。
- (2) この状態で、小球にはたらく (A) f_G 、(B) f_T の大きさはいくらか。 L, m, g, θ のうち必要なものを用いて表し、単位を含めて答えよ。
- (3) この状態での小球の位置エネルギーと運動エネルギーはいくらになるか。 L, m, g, θ のうち必要なものを用いて表し、単位を含めて答えよ。

次に、手を離し小球に力 F を加えるのをやめたところ、小球は運動をはじめた。

- (4) 小球が最下点に達したときの位置エネルギーと運動エネルギーはいくらか。 L, m, g, θ のうち必要なものを用いて表せ。
- (5) (4) のときまでに、(A) f_G と (B) f_T のそれぞれが小球にした仕事の大きさはいくらか、 L, m, g, θ のうち必要なものを用いて表し、理由とともに述べよ。
- (6) 小球が最下点を通過したときの速度の大きさ v はいくらか。 L, m, g, θ のうち必要なものを用いて表せ。
- (7) 重力加速度の大きさ g を表す式を、 v と L, m, θ のうち必要なものを用いて表せ。
- (8) とある惑星の上で、糸の長さを $L = 50.0$ cm、 O からおろした垂線と小球までの最短距離が 30.0 cm の位置で手を離したところ、小球は最下点を 0.86 m/s の速さで通過した。この実験から求められるこの惑星の g の値を有効数字 3 桁で答えよ。

〔Ⅲ〕 外気温が 288 K, 大気圧が 1.0×10^5 Pa のもとで一定量の理想気体をピストンに封入し, 図の A, B, C の順に状態を変化させる。まず, 気体の圧力を 3.6×10^5 Pa にして外気と同じ温度にしたところ体積が 0.20 m^3 になった。この状態を A とする。次に, 大気と同じ圧力になるまで気体を断熱変化させたところ体積が 0.50 m^3 になった。この状態を B とする。そのまま大気と同じ圧力を保ちつつ 7.7×10^4 J の熱量を気体に加えたところ外気と同じ温度に戻った。この状態を C とする。以下の問いに答えよ。



(1) 次の空欄 ① - ④ に入る適切な言葉または数式を記入せよ。

一定量の気体の体積 V は, 絶対温度 T に ① し, 圧力 P に ② する。 V, T, P の関係を式で表すと, ③ = 一定, となる。これを ④ の法則という。この法則が成り立つ気体が理想気体とされる。

(2) 状態 C における気体の体積 V_C [m^3] をもとめよ。

(3) 状態 B における気体の温度 T_B [K] をもとめよ。

(4) 次の空欄 ⑤ - ⑮ に入る正の数値, または, 適切な言葉を選択して答えよ。

熱力学 ⑤ 第 0 / 第 1 / 第 2 / 第 3 法則では, 物体の内部エネルギーの変化を「熱」と「仕事」に分けて考える。状態 B から C で気体の体積が ⑥ 収縮 / 膨張 するため, 仕事として ⑦ J が気体の ⑧ 外から内 / 内から外 へ移動する。熱量については, 状態 B から C で 7.7×10^4 J が気体の ⑨ 外から内 / 内から外 へ移動しているので, 内部エネルギーの ⑩ 増加 / 減少 量は ⑪ J になる。理想気体の内部エネルギーは ⑫ 圧力 / 体積 / 温度 だけで決まるので, 状態 B から C の内部エネルギーの変化から, 状態 A から B での内部エネルギーの ⑬ 増加 / 減少 量をもとめると ⑭ J になる。断熱変化のエネルギー収支から, 状態 A から B で気体が行う仕事をもとめると ⑮ J になる。

(5) この気体の定圧熱容量 C_P [J/K] と定積熱容量 C_V [J/K] の値をもとめよ。

〔IV〕 2つの500回巻コイルAとBを、
 図1のように0.32 mほど離してx軸上に
 ならべ、直列に配線する。断面が0.01 m
 角の角柱型の棒磁石をx軸に沿って一定の
 速度 v 〔m/s〕で移動させたときに観測さ
 れた電圧の時間変化を、図2に示す。コイ
 ル面がx軸に直交し、コイルの厚さを無視
 できるものとして、次の文の空欄①-⑰
 に入る言葉・式・数値を答えよ。選択肢が
 ある場合は、そこから選べ。

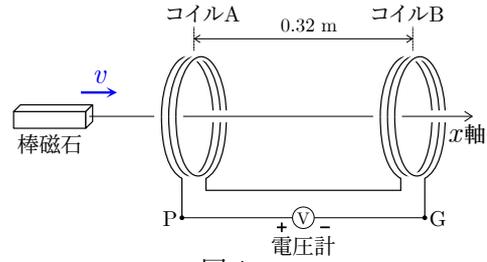


図1

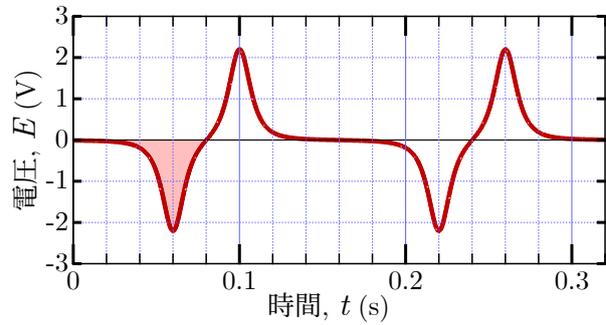


図2

一般に、コイルを貫く磁束 Φ 〔Wb〕が
 変化するとき、コイルの両端に電圧 E 〔V〕

が生じる。このような現象を ① 静電誘導 / 電磁誘導 / 相互誘導 / 誘導放出 という。
 ここで E の大きさは、単位時間あたりの磁束変化に ② 比例 / 反比例 し、コイルの巻
 数 N に ③ 比例 / 反比例 する。したがって、時間 Δt 〔s〕の間における磁束変化を
 $\Delta\Phi$ 〔Wb〕として、①で生じる電圧 E との関係を式で表すと

$$E = -N \times \frac{\text{④}}{\text{⑤}} \dots\dots\dots (*)$$

となる。(*)式の右辺の負号は、磁束の増減を ⑥ 妨げる / 助長する 向きに電圧が生
 じるとする ⑦ オーム / アンペール / レンツ / キルヒホッフ の法則を表している。

図1の実験配置で考えると、x軸の正の向きの磁束が増加するとき、⑦の法則により、
 G点に対するP点の電圧は ⑧ 正 / 負 になる。これを図2と比較すると、図1の棒
 磁石はコイル側が ⑨ N / S 極だとわかる。また、棒磁石の中心がコイルAとBを通
 過する時間はそれぞれ $t_A = \text{⑩}$ s、 $t_B = \text{⑪}$ s になることが図2から読み取れ
 て、移動速度をもとめると $v = \text{⑫}$ m/s になる。

また(*)式より、 $\Phi-t$ グラフの ⑬ 傾き / 面積 / 最大値 / 最小値 が E に比例し、
 $E-t$ グラフの ⑭ 傾き / 面積 / 最大値 / 最小値 が Φ に比例する。図2の薄い赤色の
 領域の面積を概算すると $4.0 \times 10^{\text{⑮}}$ Wb くらいになるので、巻数の効果を考慮して棒
 磁石が保持する磁束 Φ_0 〔Wb〕をもとめると、 $\Phi_0 = \text{⑯}$ Wb になる。さらに、棒磁
 石の中心部の断面で磁束密度 B_0 〔T〕が一定とみなすと、 $B_0 = \text{⑰}$ T と評価できる。