

平成 28 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

物 理

学類によって解答する問題が異なります。

指定された問題だけに解答しなさい。

学 域	学 類	解 答 す る 問 題
人間社会学域	学 校 教 育 学 類	I, II, III (3 問)
理 工 学 域	数 物 科 学 類 機 械 工 学 類 電 子 情 報 学 類 環 境 デ ザ イ ン 学 類 自 然 シ ス テ ム 学 類	I, II, III, IV, V (5 問)
医薬保健学域	医 学 類 薬学類・創薬科学類	III, IV, V (3 問)
	保 健 学 類	I, II, III (3 問)

(注 意)

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題紙は本文 10 ページです。答案用紙は、学校教育学類、保健学類は I, II, III の 3 枚、数物科学類、機械工学類、電子情報学類、環境デザイン学類、自然システム学類は I, II, III, IV, V の 5 枚、医学類、薬学類・創薬科学類は III, IV, V の 3 枚あります。
- 3 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰ってください。

Ⅲ [学校教育学類, 数物科学類, 機械工学類, 電子情報学類, 環境デザイン学類,
自然システム学類, 保健学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類]

図3のように, 抵抗値が R_x , $2R_0$, $R_0[\Omega]$ の3つの抵抗器, 電気容量が C_0 , $C_x[F]$ の2つのコンデンサー, 可変抵抗器, 内部抵抗 $r[\Omega]$ を持つ電池, 2つのスイッチ SW_1 , SW_2 , 電圧計を接続する。電圧計の内部抵抗はじゅうぶん大きいとし, はじめはコンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。

問1 可変抵抗器の抵抗値を $R[\Omega]$ とする。 SW_1 , SW_2 が開いているとき, AB間の抵抗値 $R_{AB}[\Omega]$ を答えなさい。

問2 SW_1 を閉じてじゅうぶん時間が経過したとき, AB間の電位差は $V[V]$ であった。電気容量が C_0 のコンデンサーに蓄えられる電気量を答えなさい。

問3 問2のとき, V と電池の起電力との差が, 電池の起電力の1%以内となる内部抵抗 r の条件を, R_{AB} を用いて答えなさい。

次に, SW_1 を閉じたまま可変抵抗器の抵抗値をゆっくりと変化させた。 R_x および C_x を未知の値としたとき, 以下の問いに答えなさい。

問4 可変抵抗器の抵抗値が $3R_0[\Omega]$ のとき, AB間の電位差は $V_0[V]$, 電圧計の示す値は0であった。このときの抵抗値 R_x を R_0 , V_0 , C_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

問5 問4の状態のまま SW_2 を閉じ, じゅうぶん時間が経過したとき, 電気容量が C_0 のコンデンサーに蓄えられる電気量を答えなさい。

問6 R_x が問4の値から $\Delta R[\Omega]$ 増加するとAB間の電位差は $V_1[V]$, 電圧計の示す値は $V_2[V]$ となった。このときの ΔR を答えなさい。

問7 SW_2 を閉じた状態で可変抵抗器の抵抗値が $R_c[\Omega]$ のとき, 2つのコンデンサーに蓄えられる電気量が等しくなった。このときの電気容量 C_x を R_0 , R_c , V_0 , C_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

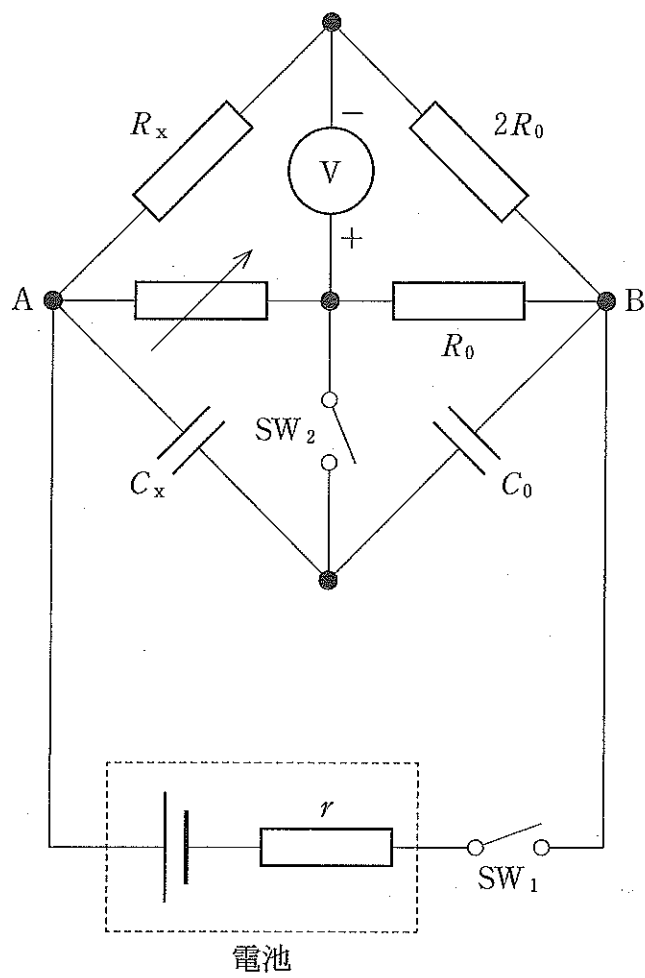


图 3

Ⅳ [数物科学類, 機械工学類, 電子情報学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類]

図4に示すように、水平な地面から高さ h [m] にある x 軸と平行なレールに、質量の無視できるばねが取り付けられている。ばねは、左端が固定されていて、右端が原点 O の直上にあるときに自然長であり、レールから離れることなく滑らかに伸び縮みできる。そのばねを使って、猿が地面の x 軸上の $-x_0 < x < x_0$ [m] に広がる池を飛び越えようとしている。ばねの先端をつかんだ質量 m [kg] の猿が、 $x = -x_0$ [m] の位置までばねを縮めた状態でレールをつかんで待機している。猿が時刻 $t = 0$ [s] に初速度が 0 となるようにレールから手を離すと、猿はばねとともに単振動をはじめた。ばね定数を k [N/m]、重力加速度の大きさを g [m/s²] として以下の問いに答えなさい。ただし、猿は質点とみなせるとする。

問 1 単振動の周期を答えなさい。

問 2 猿が単振動している間の x 座標を時刻 t の関数として表しなさい。

問 3 猿が単振動している間の速さの最大値を答えなさい。

猿は単振動をしている最中に、時刻 t_1 [s] にばねからそつと離れたところ、放物線を描きながら落下した。

問 4 猿がばねから離れた瞬間の x 方向の速度を答えなさい。

問 5 猿が地面に着地したときの x 座標を答えなさい。

問 6 猿が地面に着地したときの x 座標の最大値を答えなさい。必要であれば下記の公式を用いなさい。

$$\text{公式: } A \sin \alpha + B \cos \alpha = \sqrt{A^2 + B^2} \sin(\alpha + \beta) \text{ (ただし, } \tan \beta = \frac{B}{A} \text{)}$$

猿が最初の1周期のうちにばねから離れた。以下の問いでは、ばね定数を $k = \frac{mg}{6h}$ [N/m] とする。

問 7 着地点の x 座標が最大値になるとき、ばねから離れた時刻を答えなさい。

問 8 猿は池に落ちずに地面の $x \geq x_0$ に着地した。猿がばねから離れた時刻 t の範囲を答えなさい。

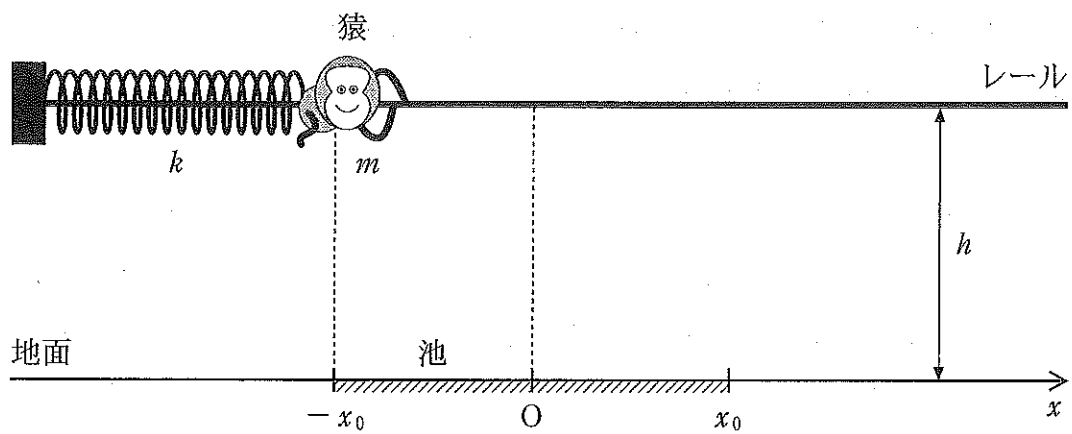


図 4

V [数物科学類, 機械工学類, 電子情報学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類]

図 5 a のように断面積 $S[\text{m}^2]$, 高さ $L[\text{m}]$ の鉛直円筒容器と, 滑らかに動くことができ質量および厚みを無視できるピストンが, $n[\text{mol}]$ の単原子分子の理想気体を密封している。気体には熱を加えることができるようになっている。円筒容器とピストンはいずれも断熱材でできており, また気体が密封されている部分以外の空間は真空である。はじめに質量 $m[\text{kg}]$, 高さ $\frac{L}{2}$ のおもりがピストンに載せられており, ピストンは円筒容器の底から $\frac{L}{3}$ の高さで静止している。また円筒容器の上部にはピストン上のおもりが通り抜けられる大きさの穴が開いており, 質量 m のもう一つのおもりが載せられている(状態 A, 図 5 a)。重力加速度を $g[\text{m/s}^2]$, 気体定数を $R[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ とする。

理想気体を以下のような過程で状態変化させた。

(過程 I) ゆっくりと気体を加熱すると気体の体積が増加していき, やがてピストン上のおもりが円筒容器上のおもりに接した(状態 B)。

(過程 II) ピストンが 2 つのおもりを載せたまま上昇を開始する直前まで, 気体を加熱し続けた。

(過程 III) 気体をさらに加熱するとピストンが上昇を開始した(状態 C)。ピストンが円筒容器上部に接したところで加熱を止めた(状態 D)。図 5 b は過程 III の途中の状態を示している。

(過程 IV) ピストンに外力を加えて気体を状態 B と同じ体積になるまでゆっくりと圧縮した(状態 E)。

問 1 状態 A の気体の圧力を答えなさい。

問 2 状態 A の気体の温度を答えなさい。

問 3 過程 I の変化を何というか答えなさい。

問 4 過程 I で気体がした仕事を答えなさい。

問 5 過程 I で気体に加えられた熱量を答えなさい。

問 6 過程 I での気体の内部エネルギーの増加分を答えなさい。

問 7 過程 II の変化を何というか答えなさい。

問 8 過程Ⅱでの気体の内部エネルギーの増加分を答えなさい。

問 9 円筒容器の底からのピストンの高さを横軸に，気体の圧力を縦軸にとった図に，状態 B, C, D を表す黒点と記号 B, C, D, および過程Ⅰ, Ⅱ, Ⅲの経路を表す実線を図示しなさい。なお，答案用紙の図には状態 A を表す黒点と記号 A が記してある。

問10 状態 E の気体の圧力を答えなさい。必要であれば $2^{\frac{7}{5}} \doteq 2.6$ または $2^{\frac{5}{3}} \doteq 3.2$ を用いなさい。

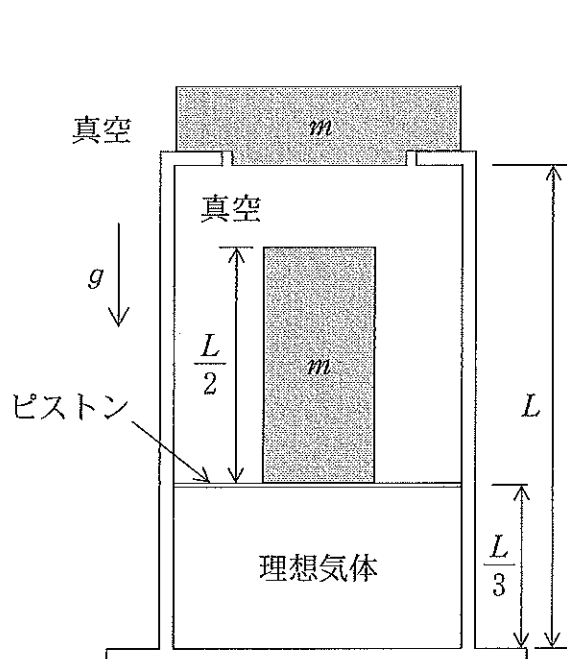


図 5 a

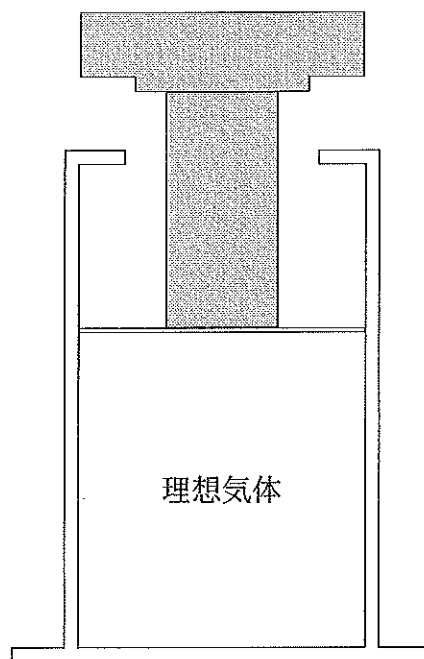


図 5 b