

平成 19 年度学力検査問題

理 科

	ページ	ページ	(解答用紙枚数)
物 理	1	～ 10	2 枚
化 学	11	～ 20	6 枚
生 物	21	～ 32	2 枚

○志望学部別，科目選択方法及び解答時間

志望学部	科 目 等 選 択 方 法	解答時間
医 学 部	物理，化学，生物から 2 科目選択すること。	2 時間 30 分
工 学 部	物理，化学から 1 科目選択すること。	1 時間 30 分
生物資源学部	物理，化学，生物から 1 科目選択すること。	1 時間 30 分

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 本冊子のページ数は，上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの解答欄に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(物理の場合は計 4 箇所，化学の場合は計 12 箇所，生物の場合は 4 箇所)に，忘れずに，本学の受験番号を記入すること。
6. 化学の問題 5 は，〔選択問題〕1 か〔選択問題〕2 のいずれか一題を選択し，解答用紙には選択した問題に☑を記入してから答えること。
7. 試験場内で配布された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

物 理

1 内部抵抗を無視できる起電力 V [V] の電池に R [Ω] の抵抗を接続する。抵抗に流れる電流と抵抗の両端の電位差を同時に測定しようとする、電流計 A と電圧計 V を接続する方法には図 1 と図 2 に示す二つがある。図 1 では V は 9.756 [V]、 A は 24.4 [mA] を、図 2 では V は 10.000 [V]、 A は 19.6 [mA] を示した。

~ に適切な数値を、, に図の番号を、, , に式を、 に語句を入れなさい。数値の答えは有効数字 2 桁で示しなさい。

問 1 電池の起電力はいくらか。 [V]

問 2 電流計の内部抵抗 r_a はいくらか。 [Ω]

問 3 R はいくらか。 [Ω]

問 4 電圧計の内部抵抗 r_v はいくらか。 [Ω]

問 5 電流計と電圧計の内部抵抗を考慮しないで測定値から抵抗値を求めると、図 1 の回路では [Ω]、図 2 の回路では [Ω] となり、問 3 で求めた R の値とは異なる。

問 6 図 の回路では抵抗の両端の電位差を測定できるが、抵抗だけに流れる電流は測定できない。電流計の指示は抵抗に流れる電流の 倍となる。図 の回路では抵抗に流れる電流を測定できるが、抵抗の両端だけの電位差は測定できない。電圧計の指示は抵抗に加わる電位差の 倍となる。

問 7 ここで、どちらの回路を用いると抵抗での真の消費電力と測定値から算出される消費電力の差、すなわち、誤差をより小さく測定できるかについて考察する。 $\text{⑧} < \text{⑩}$ の時には図 ⑦ の回路を用いる方がより誤差が小さくなる。この不等式は $R < \text{⑪}$ と書き換えることができる。したがって、 R の値が r_a と r_v の値の ⑫ よりも小さい場合には図 ⑦ の回路を用いるとより小さな誤差で測定でき、 ⑫ よりも大きい場合には図 ⑨ の回路を用いるとより小さな誤差で測定できる。

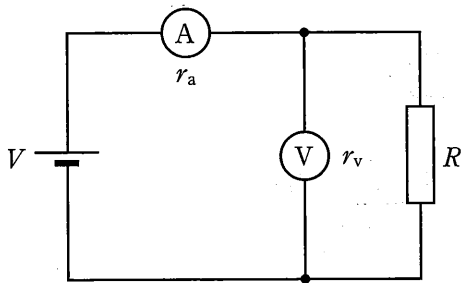


図1

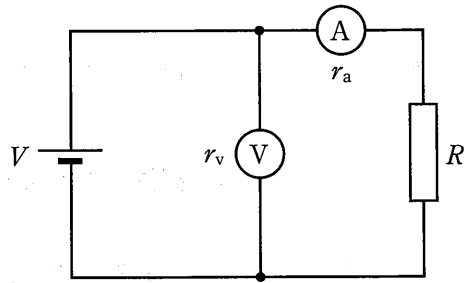


図2

2 次の文章の に適切な式を記入しなさい。

図1に示すように観測者O、音源S、壁Wがある。周波数 f [Hz]の音波を出す音源Sが速さ u [m/s]で観測者Oから遠ざかる。また、壁Wは速さ w [m/s]で音源Sと観測者Oに近づく。観測者Oは音源Sの後方(壁Wから遠い地点)に静止している。時刻 $t=0$ において、音源Sと観測者Oとの距離が L_1 [m]、音源Sと壁Wとの距離が L_2 [m]である。音の速さを V [m/s]とし、 $u < V$ 、 $w < V$ であるとする。また、 $0 \leq t \leq 1$ において $(u+w)t < L_2$ であるとする。

時刻 $t=0$ に音源Sを出た音波は時刻 あ [s]に壁Wに当たり、反射した音波(反射音)が時刻 い [s]に観測者Oに届く。一方、時刻 $t=0$ に音源Sから後方に出た音波(直接音)は時刻 う [s]に観測者Oに届く。

次に、時刻 $t=1$ [s]に音源Sを出た音波は時刻 え [s]に壁Wに当たり、反射した音波(反射音)が時刻 お [s]に観測者Oに届く。時刻 $t=1$ [s]に音源Sから後方に出た音波(直接音)は時刻 か [s]に観測者Oに届く。

これらの時刻から、観測者Oが聞く反射音の周波数は き [Hz]であり、観測者Oが聞く直接音の周波数は く [Hz]であることがわかる。したがって、観測者Oが聞くうなりは毎秒 け 回である。

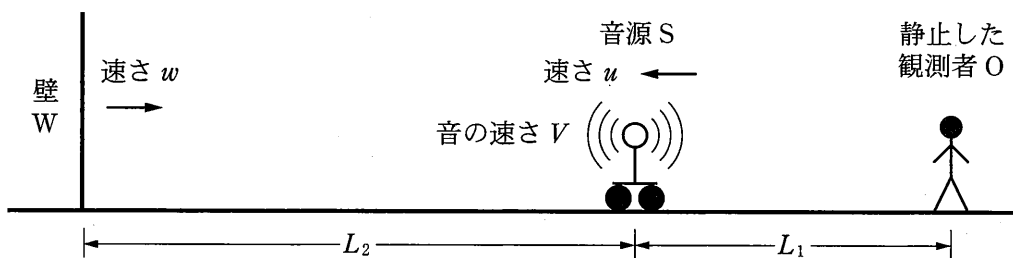


図1 時刻 $t=0$ における壁W、音源S、観測者Oの位置

③は次頁につづく

3

図1に示すように赤道上空(東経135度)の静止円軌道をまわる放送用の人工衛星(放送衛星)がある。放送衛星が地球をまわる周期が地球の自転の周期と等しいとき、地上から見れば放送衛星は静止しているように見える。いま、放送衛星の軌道半径を $r = 4.2 \times 10^7$ [m]、地上の重力加速度の大きさを $g = 9.8$ [m/s²] とし、以下の文章中の **ア**、**カ**、**キ** に適切な数値を、**イ**、**ウ**、**エ**、**オ** に式を入れなさい。数値の答えは有効数字2桁で示しなさい。なお、 $\pi = 3.1$ 、 $\cos 35^\circ = 0.82$ 、電波の伝わる速さは 3.0×10^8 [m/s] とする。

*必要があれば以下の数値を使用しなさい。

$$\begin{aligned} \sqrt{4.1} &= 2.0, & \sqrt{4.2} &= 2.0, & \sqrt{4.3} &= 2.1, & \sqrt{4.4} &= 2.1, & \sqrt{4.5} &= 2.1, \\ \sqrt{9.8} &= 3.1, & \sqrt{11} &= 3.3, & \sqrt{12} &= 3.5, & \sqrt{13} &= 3.6, & \sqrt{14} &= 3.7, \\ \sqrt{15} &= 3.9, & \sqrt{38} &= 6.2, & \sqrt{39} &= 6.2, & \sqrt{40} &= 6.3, & \sqrt{41} &= 6.4, & \sqrt{42} &= 6.5 \end{aligned}$$

問1 放送衛星の速さ v は **ア** [m/s] である。

問2 いま、万有引力定数を G 、地球および衛星の質量を M および m 、地球の半径および放送衛星の軌道半径を R および r とすると、打ち上げ前の衛星にはたらく重力は万有引力に等しいので、

$$\mathbf{イ} = \mathbf{ウ}$$

一方、衛星が静止円軌道に乗ったとき衛星にはたらく向心力は万有引力に等しいので

$$\mathbf{エ} = \mathbf{オ}$$

これらの関係より、地球の半径 R を計算すると **カ** [m] となる。

問3 いま東経135度、北緯35度の地点で、同一番組が同時に地上波と、衛星を介して放送された場合、地上波放送に比べて衛星放送は **キ** [s] 遅れて受信される。なお、放送地点と受信地点は近接し、その間の距離ならびに地上波での受信遅れは無視する。

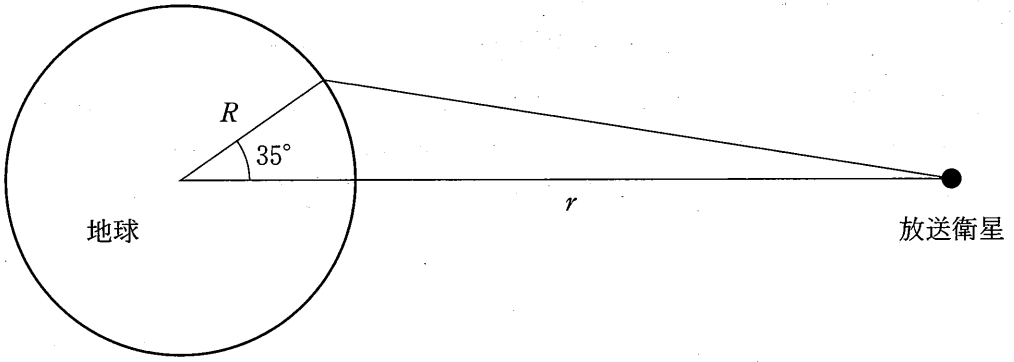


图 1

4 図1のように、容器が板によりA, Bの2室に仕切られている。この板は、熱を伝えず、なめらかに左右に移動できる。各室には絶対温度 T_1 [K] の単原子分子の理想気体がそれぞれ n [mol] 入っており、気体の温度は電気ヒーターまたは冷水により個々の室で制御できる。以下の問の に適切な式を記入しなさい。気体定数を R [J/(mol·K)] とする。ただし、問7については解答用紙のグラフに図示しなさい。

最初、各室の気体の体積は V_1 [m³] であった(状態1とする)。

問1 状態1のときのA室の気体の圧力は ① [Pa] である。

その後、両室の気体を同じ温度に保ちながらゆっくり $2T_1$ [K] まで上昇させた(状態2)。

問2 状態2のときのA室の気体の体積は ② [m³]、圧力は ③ [Pa] である。

問3 状態1から2への過程で、A室の気体が受け取る熱量は ④ [J] である。

さらにその後、B室の気体の温度を $2T_1$ [K] に保ちながら、A室の温度をゆっくり最初の温度 T_1 [K] まで下げた(状態3)。

問4 状態3のとき、A室の体積は ⑤ [m³] となる。

問5 状態2から3への過程について、A室の気体の圧力 P_A [Pa] をA室の気体の体積 V_A [m³] の関数として表すと、 $P_A =$ ⑥ [Pa] となる。

最後に、A室の気体の温度を T_1 [K] に保ちながら、B室の温度をゆっくり最初の温度 T_1 [K] まで下げた。

問 6 状態 3 から 1 への過程について、A 室の気体の圧力 P_A [Pa] を A 室の気体の体積 V_A [m³] の関数として表すと、 $P_A = \boxed{\text{⑦}}$ [Pa] となる。

問 7 状態 1 → 2 → 3 → 1 の過程について、A 室の気体の圧力と体積の関係を解答用紙のグラフに明瞭な線で示しなさい。ただし、グラフの目盛および補助線を活用し、状態 1 の圧力および体積の大きさに対応するように示しなさい。グラフの中に状態の番号も示しなさい。

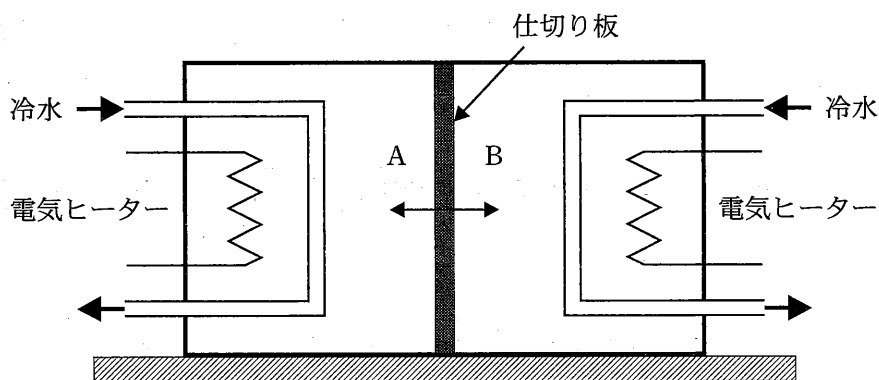


図 1

5 図1に示すように、あらい水平なテーブルの上に、質量 $m_A = 0.8$ [kg] の物体 A を置く。この物体 A から摩擦のない滑車に軽いひもを水平にかけ、このひもの先に質量 $m_B = 0.1$ [kg] の物体 B を吊り下げると、物体 B は Y_1 の位置に静止した。いま、質量 $m_C = 0.1$ [kg] の物体 C を物体 B の上に静かに載せたところ、物体 B と物体 C は下降し始めた。物体 B と物体 C が距離 $h_1 = 0.5$ [m] だけ下降して位置 Y_2 に達したとき、物体 C だけが円環 D に引っ掛かって円環上に止まったが、物体 B はさらに距離 $h_2 = 0.3$ [m] だけ下降して、位置 Y_3 に止まった。図中の A'、B' および C' はそれぞれ物体 A、物体 B および物体 C が運動後に停止した位置を示している。ここで、重力加速度を g [m/s²] とする。

次の文章の中の 、、、 に適切な式を、 に適切な数値を入れなさい。

問 1 物体 A とテーブル表面との動摩擦係数を μ とした場合、次の設問に答えなさい。

- (1) 物体 B と物体 C が区間 Y_1Y_2 を通過している間の加速度の大きさは、与えられた記号を用いて表わすと、 [m/s²] となる。
- (2) 物体 C が円環 D に引っ掛かる直前の物体 B の速さは、与えられた記号を用いて表わすと、 [m/s] である。
- (3) 物体 B が区間 Y_2Y_3 を通過している間の加速度の大きさは、与えられた記号を用いて表わすと、 [m/s²] となる。

問 2 物体 A とテーブル表面との動摩擦係数 μ を、記号 m_A 、 m_B 、 m_C 、 h_1 、 h_2 を用いて表わすと、 となり、その値は である。

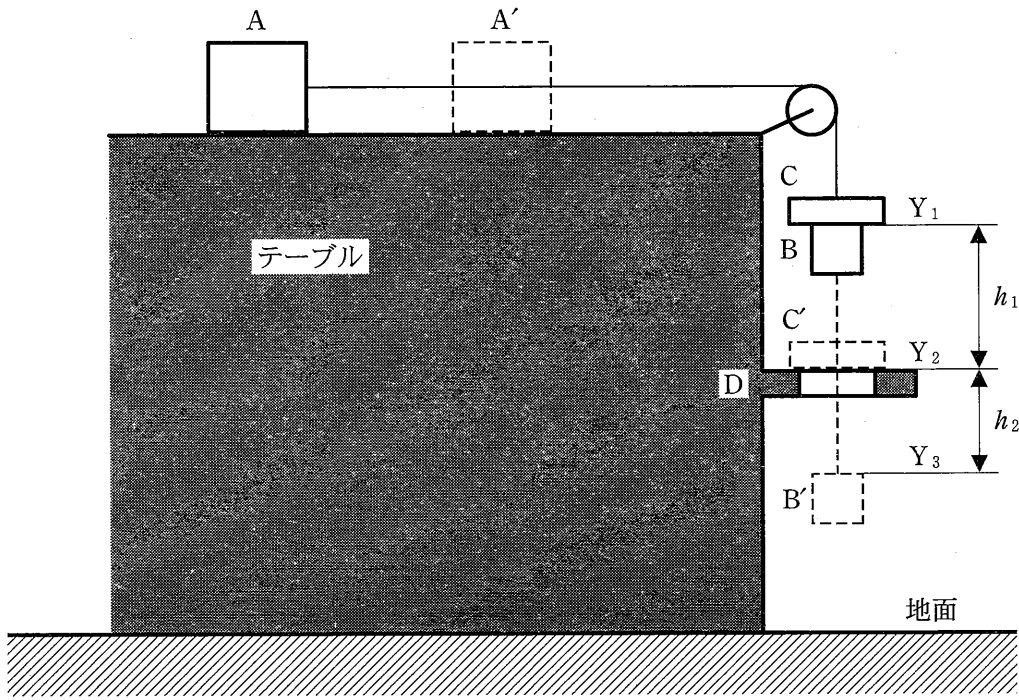


図 1