

# 平成 24 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 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 10 ページであり、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 枚である。
- 3 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

I [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]

以下の文章が正しい記述となるように(1)~(8)の  の中に適切な語句を記入しなさい。(9)と(10)の  には適切な式を記入しなさい。

国際単位系では、エネルギーの単位に  (1) (記号 J) が用いられている。その名前は、英国の物理学者ジェームズ・  (1) に因んでいる。19 世紀中頃に彼が行った実験のなかで特に有名なものが羽根車の実験である(図 1)。当時はまだ熱の正体をはっきりしておらず、熱を熱素という物質であると理解する説が有力であった。彼は、水そうの水が羽根車によってかき回されるときに生じる水の温度変化を精密に測定した。彼の実験によって、水の温度の上昇は羽根車と水の間の  (2) によって生じる熱によるものであることが確かめられ、水に熱素が移って水温を上げたとする説を否定することができたのである。

羽根車が水に対してした仕事をおもりの  (3) エネルギーの変化に等しいとして置き換えることにより、熱量と力学的仕事の関係(熱の  (4) )を決めることができたのである。もしこの関係が普遍的なものであれば、熱はエネルギーの形態の一つであり、おもりの  (3) エネルギーが  (5) エネルギーに変換されたと考えることができる。

(1) の実験は、  (6) 法則が確立されるために極めて重要な実験であった。おもりの  (3) エネルギーが  (5) エネルギーに変換される変化は  (7) 変化であり、この逆過程である水の温度が自然に冷え、おもりが上がるという変化は起こらないことは  (8) 法則で保証されている。  (5) エネルギーを仕事に変換する装置を熱機関と呼ぶ。熱機関が高温部分から受けた熱量を  $Q_1$  [J]、低温部分に放出した熱量を  $Q_2$  [J] とすると、この熱機関のした仕事は  (9) であり、効率は  (10) である。

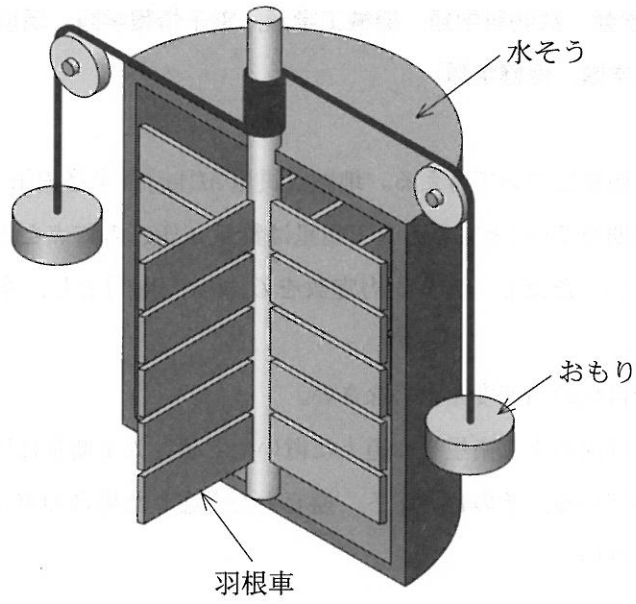


図 1

## II [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]

地球と人工衛星について考える。地球は質量  $M$  [kg], 半径  $R$  [m] の球体とし, 地球の自転の周期を  $T$  [s] とする。人工衛星は質量  $m$  [kg] の質点とみなし, 以下の問いに答えなさい。ただし, 万有引力定数を  $G$  [ $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ] とし, 空気による抵抗は無視してよい。

問 1 地球の自転の角速度を求めなさい。

問 2 打ち上げ前の人工衛星を赤道上に置いたとき, 人工衛星には万有引力と遠心力が働いている。その合力から, 遠心力を考慮した場合の重力加速度の大きさを求めなさい。

図 2 のように, 人工衛星が, 赤道上空で地表から高さ  $h$  [m] の円軌道を, 地球の自転と同じ向きに周回している。

問 3 人工衛星の速さと周回の周期を求めなさい。

問 4 地球から無限遠方の点を万有引力による位置エネルギーの基準点として, この人工衛星がもつ力学的エネルギーを求めなさい。

問 5 人工衛星が, 地球の自転周期より短い周期で周回する場合を考える。このとき, 人工衛星がある時刻に赤道上の点 P 上空を通過してから, 再び点 P 上空を通過するまでの時間を求めなさい。

問 6 次に, 人工衛星が地球の自転と同じ周期で周回する場合を考える。地表から人工衛星の軌道までの高さを求めなさい。

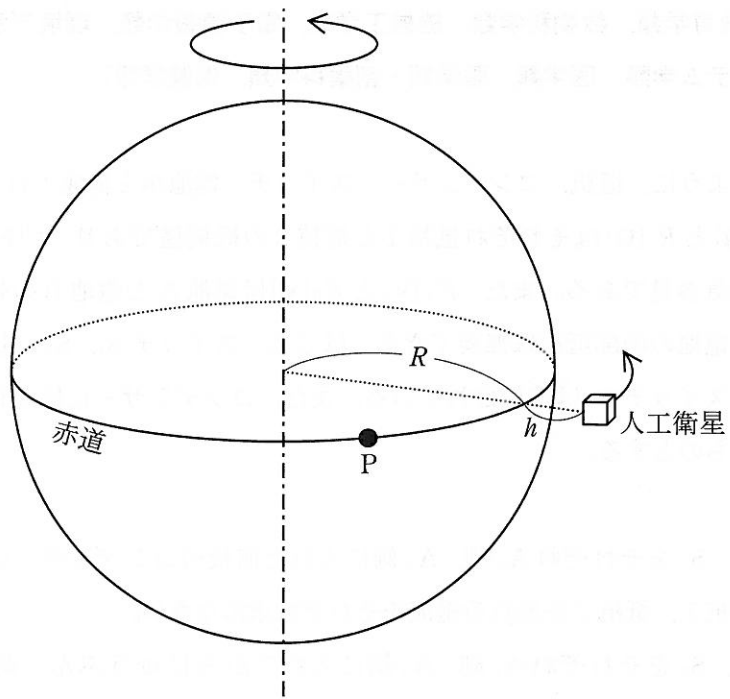


图 2

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, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

図3のように, 抵抗, コンデンサー, スイッチ, 電池から構成される回路を考える。 $R_1[\Omega]$ と $R_2[\Omega]$ はそれぞれ抵抗1と抵抗2の抵抗値であり,  $C[F]$ はコンデンサーの電気容量である。また,  $E_A[V]$ と $E_B[V]$ は電池Aと電池Bの起電力を表しており, 電池の内部抵抗は無視できる。はじめ, スイッチ $S_1, S_2$ は接続されていないが, スイッチ $S_3$ は接続されている。また, 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  $S_1, S_2$ をそれぞれ $A_1$ 側,  $A_2$ 側に入れた直後のコンデンサーの両端の電圧と抵抗1, 抵抗2を流れる電流をそれぞれ求めなさい。

問2  $S_1, S_2$ をそれぞれ $A_1$ 側,  $A_2$ 側に入れてからじゅうぶんに時間が経過した。このときの抵抗1, 抵抗2を流れる電流をそれぞれ求めなさい。

問3 このときのコンデンサーに蓄えられた電気量とエネルギーを求めなさい。

問4  $S_1, S_2$ を切ると, コンデンサーに蓄えられていた電荷の移動が生じた。じゅうぶんに時間が経過し電荷の移動がなくなるまでに, 抵抗1と抵抗2で消費されたエネルギーをそれぞれ求めなさい。

問5 その後,  $S_1, S_2$ をそれぞれ $B_1$ 側,  $B_2$ 側に入れた。じゅうぶんに時間が経過したのちのコンデンサーに蓄えられたエネルギーを求めなさい。

問6  $S_3$ を切ると, コンデンサーに蓄えられていた電荷の移動が生じた。じゅうぶんに時間が経過し電荷の移動がなくなるまでに, 抵抗1と抵抗2で消費されたエネルギーをそれぞれ求めなさい。

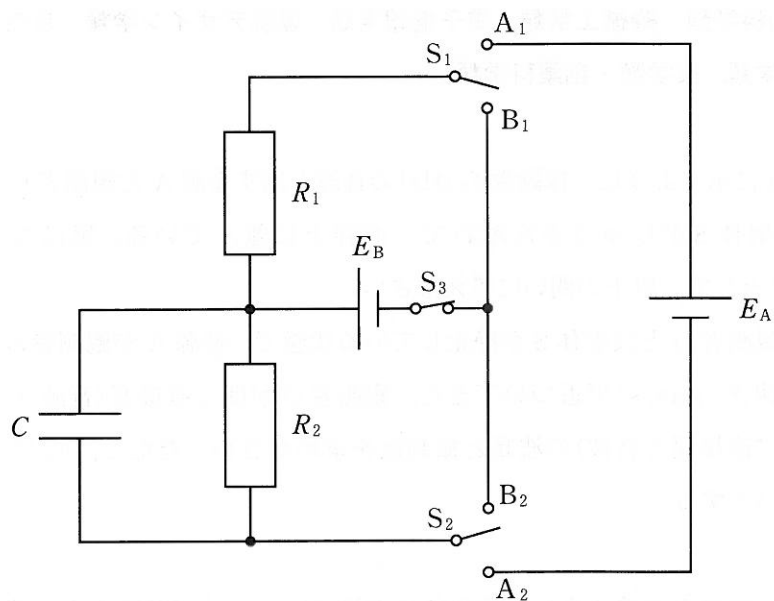


图 3

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4aに示すように, 振動数 $f_A$ [Hz]の音波を出す音源Aと観測者Oと音を反射する反射体Sがじゅうぶん離れて一直線上に並んでいる。風はなく, 音速は $V$ [m/s]として, 以下の問いに答えなさい。

問1 観測者Oと反射体Sが静止している状態で, 音源Aが観測者の方向へ一定の速さ $v_A$ [m/s]で近づいてきた。観測者Oが聞く直接音(音源Aから観測者Oに直接届く音波)の波長と振動数を求めなさい。ただし,  $v_A$ は $V$ よりも小さいとする。

次に, 音源Aを静止させ, 観測者Oが速さ $v_O$ [m/s]で音源Aから遠ざかる場合を考える。ただし,  $v_O$ は $V$ よりも小さいとする。このとき音源Aは静止しているので, 音源Aから発せられる音波の波長は変化しないが, 観測者Oが移動するため単位時間に観測者Oを通過する直接音の波の数は変化する。

問2 観測者Oが聞く直接音の振動数を求めなさい。

次は, 音源Aを静止させ, 観測者Oと反射体Sがそれぞれ速さ $v_O$ [m/s],  $v_S$ [m/s] ( $v_S > v_O$ )で音源Aから同じ方向へ遠ざかるとする。ただし,  $v_O$ と $v_S$ は $V$ よりも小さいとする。

問3 観測者Oが聞く反射体Sからの反射音の振動数を求めなさい。

問4 観測者Oが聞くうなりの回数は毎秒何回か答えなさい。

図4bのように, 音源A, Bをじゅうぶん離して設置し, その中央に観測者Oが立つ。以下では, 音速を $V = 340$ [m/s]として問いに答えなさい。

問5 静止させた音源A, Bから振動数400[Hz]で振幅が等しい音波を同時に出した。観測者Oが音源Bに向かって一定の速さ $u$ [m/s]で移動したところ, 1.50[s]おきに音が大きくなる場所が現れた。観測者Oの速さ $u$ を有効数字3桁で求めなさい。



問 6 音源 A, B がそれぞれ振動数 400 [Hz], 360 [Hz] の音を出しながら, 静止している観測者 O に近づいている。A の速さを音速の  $\frac{1}{30}$  にしたとき, 観測者 O は, うなりのない単一の振動数の音を聞いた。このときの音源 B の速さは音速の何倍であるか有効数字 3 桁で答えなさい。

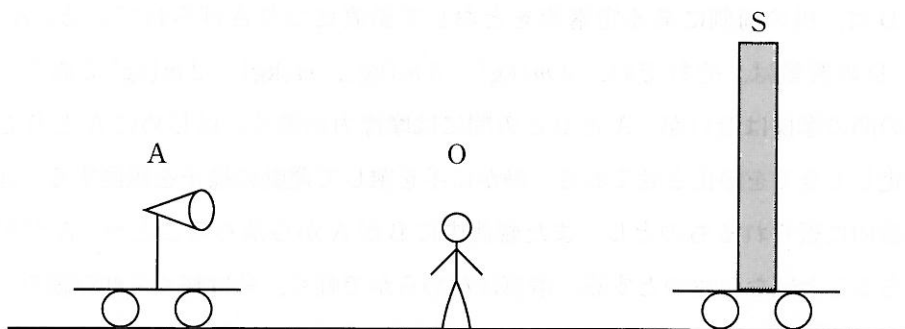


図 4 a

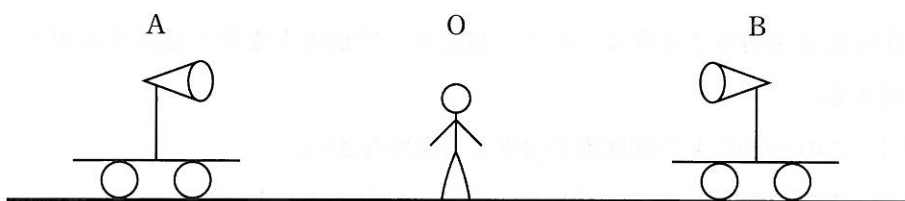


図 4 b

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のように、水平な机の上に直方体の物体Aを置き、その上に直方体の物体Bをのせる。Bには物体Cが、Aには物体Dが、それぞれ糸でつながれており、CとDは、机の両側にある定滑車をとおして鉛直につりさげられている。A、B、C、Dの質量は、それぞれ、 $2m$  [kg]、 $3m$  [kg]、 $m$  [kg]、 $2m$  [kg]である。机とAの間の摩擦は無いが、AとBの間には摩擦力が働く。はじめにAとBを手で固定して全てを静止させておき、静かに手を離して運動の様子を観測する。運動は紙面内に限られるものとし、また観測中にBがAから落ちることや、Aが机から落ちることはないものとする。滑車はなめらかで軽く、糸は軽くて伸び縮みせず、たるむことはないものとする。空気抵抗は無視し、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]として以下の問いに答えなさい。

BはA上を滑ることなく、Aと一緒に机の上を左へ運動する場合について考える。

問1 このときのAの加速度の大きさを求めなさい。

問2 このときのAとBの間に働く摩擦力の大きさを求めなさい。

問3 Dが  $h$  [m]だけ落下したときの、A、B、C、Dの運動エネルギーの総和を求めなさい。

次に、Bは机の上の同じ場所に静止したままで、Aが左に運動する場合を考える。

問4 この場合の、AとBの間の動摩擦係数を求めなさい。

問5 Dが  $h$ だけ落下したときの、A、B、C、Dの運動エネルギーの総和を求めなさい。

最後に、A は左へ運動し B が右へ運動する場合を考える。ただし、このときの A と B の間の動摩擦係数を  $\frac{1}{6}$  として、以下の問いに答えなさい。

問 6 A と B、それぞれの加速度の大きさを求めなさい。

問 7 D が  $h$  だけ落下するまでの間に、C が落下する距離を求めなさい。

問 8 D が  $h$  だけ落下するまでの間に失われた、A、B、C、D の力学的エネルギーの総和を求めなさい。

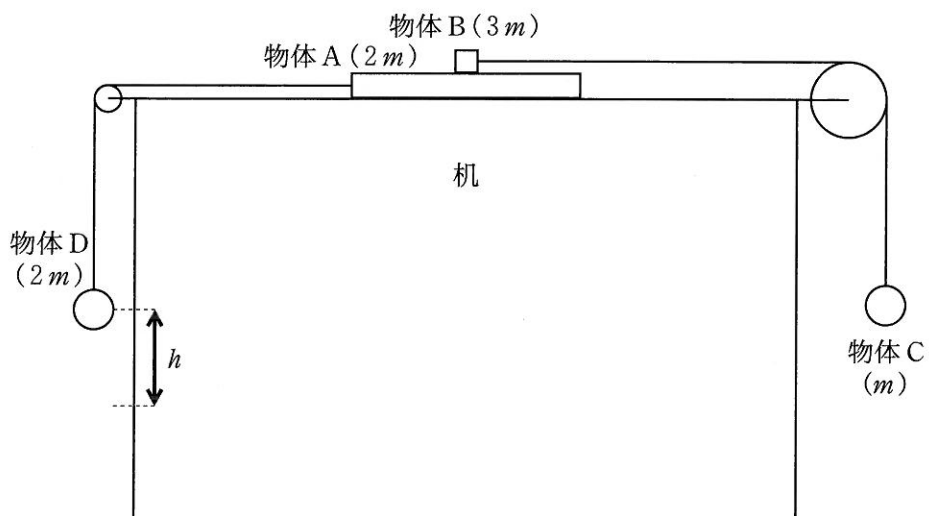


図 5









