

平成 26 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]

図1 aのように, 滑らかに動くピストンがついた容器に理想気体を閉じ込めてある。この容器は閉じ込めた気体を加熱・冷却できるようになっている。はじめ, 理想気体は圧力 p [Pa], 体積 V [m³], 温度 T [K] であり, この状態を状態 A とする。状態 A から, 以下に示す過程 1 から 3 により気体の状態を変化させ, 再び状態 A に戻した。

問 1 以下の文章が正しい記述になるように に式または数値, _____ に適切な語句, _____ には「加熱」または「冷却」のどちらか適切な語句を記入しなさい。

- ・過程 1 : 状態 A から温度を一定に保ったまま, ピストンの上にゆっくりとおもりをのせると, 体積は $\frac{V}{2}$ となった。これを状態 B とする。この状態 B の圧力は (1) である。状態 A から状態 B への過程は (2) 変化といい, そのときの気体の内部エネルギーの変化は (3) である。
- ・過程 2 : 次に, おもりをのせたまま気体を _____ (4) し, 体積をゆっくりと V に戻した。これを状態 C とする。状態 C の温度は (5) である。状態 B から状態 C への過程は (6) 変化という。この過程で, 気体が外部へおこなう仕事は (7) である。
- ・過程 3 : 状態 C で, ピストンが動かないように固定してから, おもりを取り除いた。次に, ピストンを固定したまま圧力が p になるまで気体を _____ (8) して状態 A に戻した。この過程を (9) 変化という。

問 2 図 1 b は圧力と体積の関係を表す p - V 図, 図 1 c は体積と温度の関係を表す V - T 図である。各図にはすでに状態 A の座標を黒点で示してある。同じように, 状態 B と状態 C の座標がわかるように黒点で示し, 状態を示す記号 B, C を記入しなさい。また, 各過程を示す経路を実線で記入し, 図 1 a に対応する p - V 図および V - T 図を作図しなさい。

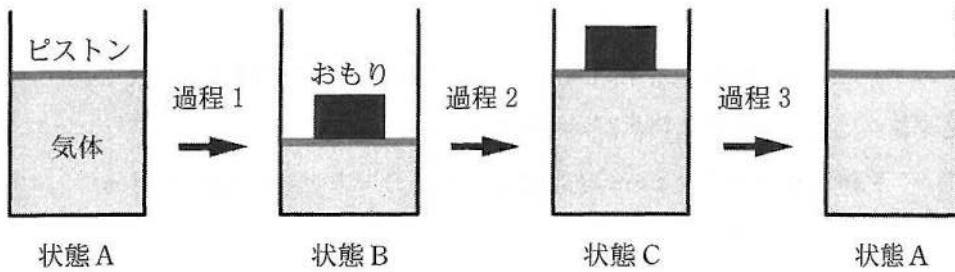


図 1 a

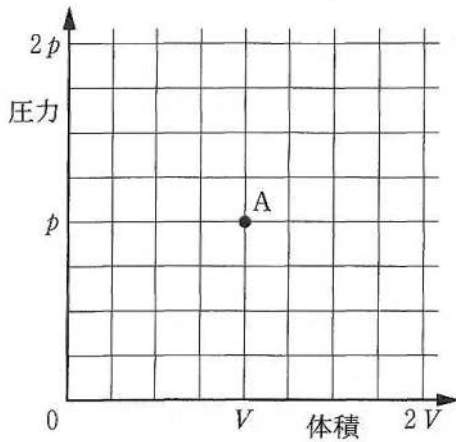


図 1 b

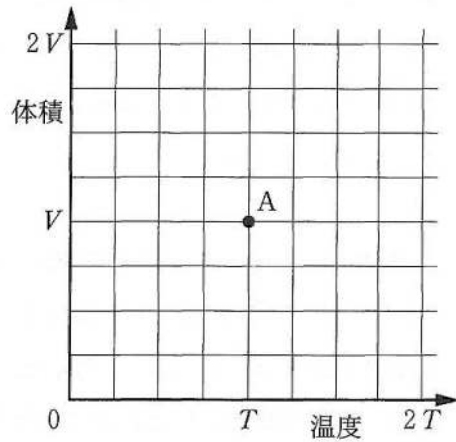


図 1 c

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]

一辺が a [m] で質量が m [kg] の一様な立方体形の物体が水平面上に置かれている。物体と水平面の間の静止摩擦係数を μ とし, 重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。図 2 a, 図 2 b, 図 2 c は物体の重心を通る鉛直断面を表している。

図 2 a のように物体の右下の角 A に水平方向右向きの力を加え, その力の大きさを徐々に大きくすると物体が滑り始めた。

問 1 物体が滑り始めたときの右向きに加えた力の大きさを求めなさい。

次に, 図 2 b のように物体の右上の角 B に水平方向右向きの力を加え, その力を徐々に大きくしたところ, 物体は滑ることなく傾き始めた。

問 2 重力による角 A まわりの力のモーメントの大きさを求めなさい。

問 3 物体が傾き始めたときの右向きに加えた力の大きさを求めなさい。

問 4 物体が水平面上を滑ることなく傾き始める場合の, 静止摩擦係数 μ の条件を求めなさい。

今度は, 図 2 c のように物体の左上の角 C に水平方向からの角度 θ [rad] ($0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$) の向きに力を加えた。その力を徐々に大きくしたところ, 加えた力の大きさが F [N] のときに, 物体は滑ることなく傾き始めた。

問 5 物体が傾き始めたときに, 物体が水平面から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。

問 6 物体が傾き始めたときの力の大きさ F を求めなさい。

問 7 θ を変えると, 物体が傾き始める力の大きさ F を最小にすることができる。

その角度 θ_m [rad] を求めなさい。

問 8 θ_m の方向に力を加えるとき, 物体が水平面上を滑ることなく傾き始める場合の, 静止摩擦係数 μ の条件を求めなさい。

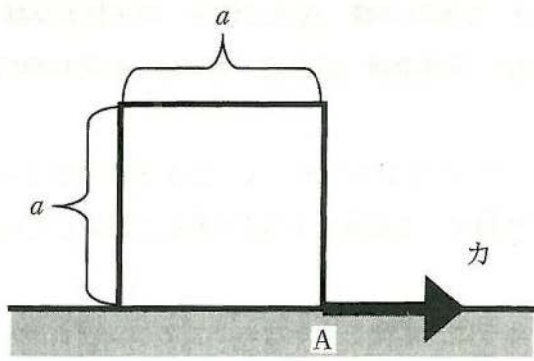


图 2 a

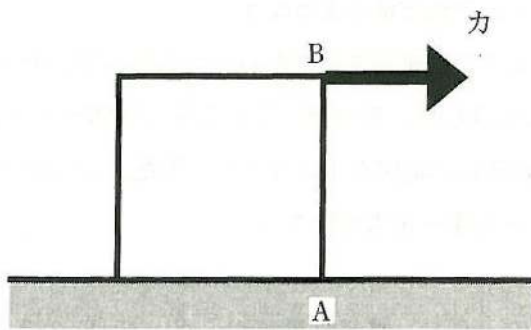


图 2 b

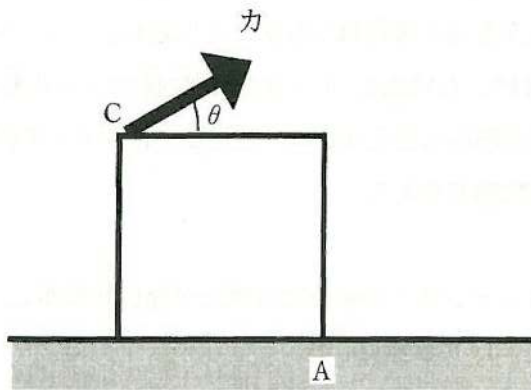


图 2 c

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]

電気容量が C_A [F] のコンデンサー C_A と電気容量が C_B [F] のコンデンサー C_B を, 内部抵抗が無視できる起電力 V [V] の電池に接続した回路について, 以下の問いに答えなさい。

問 1 図 3 a のように, 電荷を持たない 2 つのコンデンサー C_A , C_B を並列に接続し, 電池に接続した。その後, じゅうぶん時間がたったとき, 2 つのコンデンサーに蓄えられた全電気量と全静電エネルギーを求めなさい。また, コンデンサー C_A , C_B の合成容量を求めなさい。

問 2 図 3 b のように, 電荷を持たない 2 つのコンデンサー C_A , C_B を直列に接続し, 電池に接続した。その後, じゅうぶん時間がたったとき, コンデンサー C_A , C_B それぞれの電圧を求めなさい。また, 2 つのコンデンサーに蓄えられた全静電エネルギーを求めなさい。

次に, 図 3 c のような, 電気容量が C_0 , C_1 , C_2 [F] の 3 つのコンデンサー C_0 , C_1 , C_2 と内部抵抗が無視できる起電力 V [V] の電池, スイッチ S_0 , S_1 , S_2 からなる回路を考える。回路図中の黒丸は, そこで導線がつながっていることを表しており, 黒丸のない交差点の導線はつながっていない。スイッチ S_1 , S_2 は, 電池の正極側 (S_0 側) に接続した状態を“1”, 負極側に接続した状態を“0”と呼ぶ。この回路について以下の問いに答えなさい。ただし, 各スイッチの操作の後でじゅうぶんに時間がたった状態を考える。

はじめに各コンデンサーの極板には電荷がない状態から, スイッチ S_0 を閉じ, S_1 を“1”, S_2 を“1”の状態にした。

問 3 C_1 , C_2 は一方の極板が C_0 に接続され, もう一方の極板は電池の正極か負極のどちらかに接続される。 C_0 , C_1 , C_2 を, 一方の極板が電池の正極に接続されているものと, 負極に接続されているものとに分けなさい。

問 4 回路全体のコンデンサーの合成容量を求めなさい。

問 5 コンデンサー C_0 の電圧を求めなさい。

次に、スイッチ S_0 を閉じ、スイッチ S_1 を“1”，スイッチ S_2 を“1”にした状態から、スイッチ S_0 を開き、続いて S_1 を“1”のまま、 S_2 を“0”にした。

問 6 コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量を求めなさい。

問 7 コンデンサー C_0 の電圧を求めなさい。

問 8 再びスイッチ S_0 を閉じた。このときのコンデンサー C_0 の電圧を求めなさい。

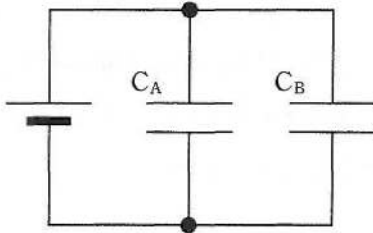


図 3 a

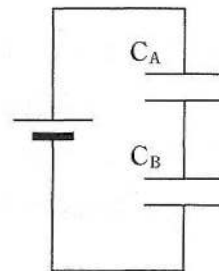


図 3 b

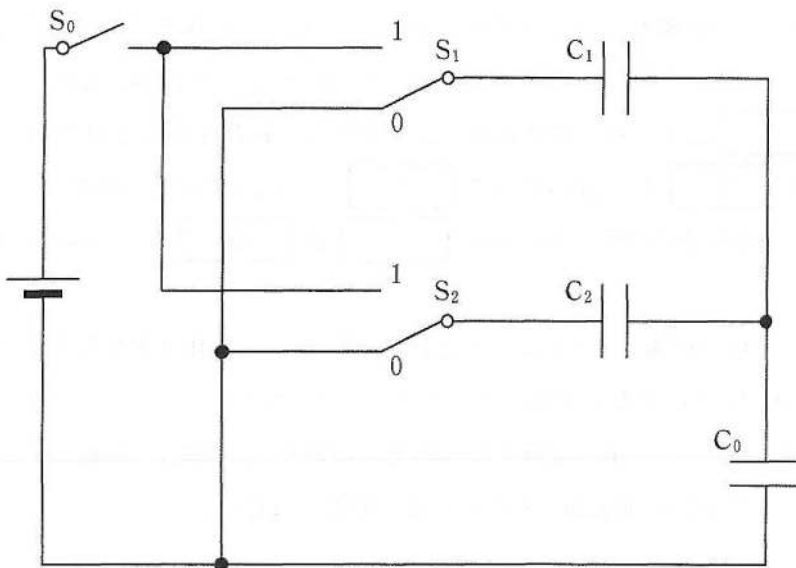


図 3 c

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のように, スリットSをもつ板X, 間隔が d [m]である2つのスリットAとBをもつ板Y, およびスクリーンを, 板Xと板Yの距離が h [m], 板Yとスクリーンの距離が L [m]になるように, 線分OPに垂直に置く。

はじめ, スリットSを位置Oに, スリットAとBの中心O'を線分OP上に配置し, 波長 λ [m]の平行な光線を板Xに垂直に照射したところ, スクリーン上に明暗の縞が現れた。板Xと板Yの厚さは無視でき, スリットAとBの間隔 d は照射した光の波長に比べてじゅうぶん大きいとして, 以下の問いに答えなさい。

問1 板Xと板Yの間の領域でのスリットを通過した光, 板Yの右側の領域では各スリットを通過した光, それぞれについて光の波面の概略を書きなさい。

問2 以下の文章中の に最も適切な語句または式を入れ, スクリーン上に現れる明暗の縞についての説明文を完成させなさい。

スクリーン上の明暗の縞は, 波に特有の性質である光の (1) の結果生じる。スリットSを通過した光の波面のうち, スリットAを経由した波面がスクリーン上の位置Qに達した時刻において, スリットBを経由した波面はBQ上のある位置に達している。この位置からQまでの距離は, AQとBQを使うと (2) と表せる。これより, 2つの異なる経路を通過してQに到達する光の波面の (3) が一致し互いに (4) ことにより現れる明線は, 経路OAQとOBQを通る光の経路差が, 光の (5) の (6) となる場所に現れる。

問3 PQの距離を x [m]としたとき, 経路OAQとOBQを通る光の経路差を d , h , L , x の中から必要なものを用いて表しなさい。

問4 スクリーン上の位置Pに現れるのは何か, 「明線」, 「暗線」, 「どちらでもない」の中から最も適切なものを選んで答えなさい。

以下、スリットの間隔 d や PQ の距離 x に比べ、板 X と板 Y の距離 h および板 Y とスクリーンとの距離 L がじゅうぶん大きい場合について考える。したがって、 a が b に比べじゅうぶん大きい場合に成立する以下の近似公式を用いなさい。

$$\sqrt{a^2 + b^2} \approx a + \frac{b^2}{2a}$$

問 5 スクリーン上に現れる明線の間隔を求めなさい。

スリット S の位置が O から y [m] の位置になるように、板 X を線分 OP に対して垂直に移動させたところ、線分 OP より上側のスクリーン上で P に最も近い位置にあった明線が P まで移動した。 h は d や y の大きさに比べじゅうぶん大きいとして、以下の問いに答えなさい。

問 6 板 X の移動方向は、線分 OP の「上方向」、「下方向」のどちらか答えなさい。

問 7 スリット S を移動させたあとに現れている明線の間隔を求めなさい。

問 8 スリット S の移動距離 y の大きさを求めなさい。

スリット S が位置 O になるように板 X を戻した後、今度はスリット S の中心は変わらずに、スリット S の幅を y 程度になるまで徐々に広くしていった。

問 9 このとき、スクリーン上の明暗の縞がどうなるか 5 字から 15 字で述べなさい。

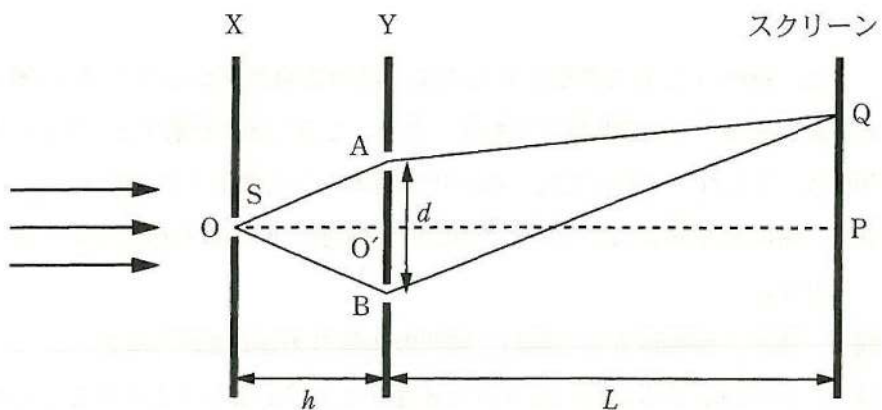


図 4

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のように, 水平面から θ [rad]傾いた斜面にばね定数 k [N/m]のばねを置く。ばねの下端は斜面に垂直な面に固定されており, 上端には質量 m [kg]の物体Aが取り付けられている。

物体Aの上に質量 M [kg]の物体Bを静かにおき, つり合いの位置で静止させる。重力加速度の大きさを g [m/s²]とする。物体A, Bの大きさ, 斜面と物体との摩擦, ばねの質量は無視でき, 斜面はじゅうぶんに長いとする。

物体AとBを接触させたまま, ばねをつり合いの状態からわずかに縮めて手を離すと, 物体AとBは一体になり単振動を始めた。

問1 つり合いの状態での, 自然長からのばねの縮みの大きさを求めなさい。

問2 ばねが自然長から長さ x [m]だけ縮んでいるときの物体AとBの加速度の大きさを a [m/s²]とする。物体Aが物体Bに及ぼす抗力の大きさを R [N]とするとき, 物体Aと物体Bの斜面方向の運動方程式をそれぞれ求めなさい。

問3 自然長からのばねの縮みの大きさが x のときに, 物体Aが物体Bに及ぼす抗力の大きさ R と加速度の大きさ a を, x を用いて表しなさい。

問4 単振動の周期を求めなさい。

次に, 物体AとBを接触させたまま, ばねを自然長から長さ d [m]縮めて, ばねの長さをつり合いの状態よりも短くする。このとき手を離すと, 少しの間2つの物体は一体になって動いた後, 物体Bは物体Aから離れて斜面を上った。

問5 物体Bが物体Aから離れた瞬間の自然長からのばねの縮みの大きさを求めなさい。

問6 物体Bが物体Aから離れた瞬間の物体Bの速さを求めなさい。

問7 自然長からのばねの縮みの大きさ d を d_0 [m]より小さくすると物体Bは物体Aから離れなかった。 d_0 を求めなさい。

今度は、物体 A と B を接触させたまま、ばねを自然長から長さ $2d_0$ だけ縮めて手を離すと、物体 B は物体 A から離れて斜面を上った後、斜面に沿って落下して物体 A と衝突した。物体 B が物体 A から離れて再び衝突するまでの間に、物体 A はばねにより 1 周期だけ単振動した。

問 8 2つの物体の質量の比 $\frac{M}{m}$ を求めなさい。

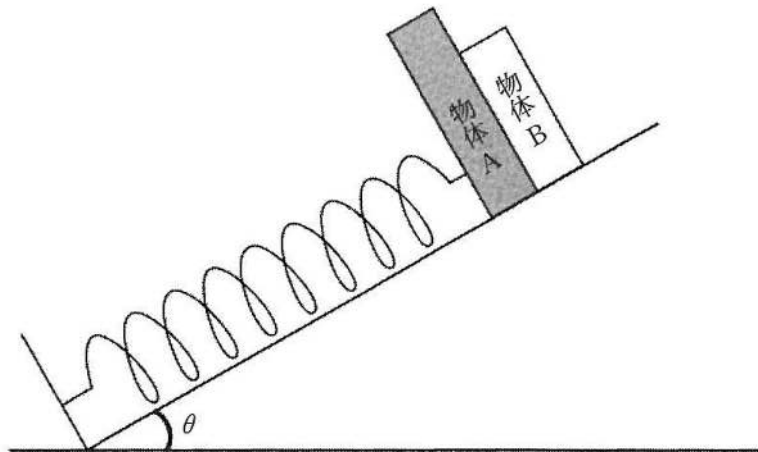


図 5

