

平成19年度入学試験問題

理 科

物理Ⅰ・物理Ⅱ 化学Ⅰ・化学Ⅱ
生物Ⅰ・生物Ⅱ 地学Ⅰ・地学Ⅱ

注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理Ⅰ・物理Ⅱ4枚，化学Ⅰ・化学Ⅱ5枚，生物Ⅰ・生物Ⅱ4枚，地学Ⅰ・地学Ⅱ5枚，下書き用紙は3枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1～8	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（1または2）の科目を選択し，解答しなさい。
化学Ⅰ・化学Ⅱ	9～19	
生物Ⅰ・生物Ⅱ	20～31	
地学Ⅰ・地学Ⅱ	32～41	

- 3 選択する科目のすべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は，すべて解答用紙の指定されたところ書きなさい。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙を試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして機の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

物理 I ・ 物理 II

各問の（ ）の中に入れるべき適当な数値，数式または字句などを解答用紙の指定されたところに記入せよ。その他の設問に対する解答は，指示にしたがって解答欄に書け。問題に単位の指定がない場合，用いられる記号は SI（国際単位系）単位にしたがっているものとする。

第 1 問

図 1 のように，角度 θ の斜面上にある質量 M の小物体 A が，斜面上端に取り付けた滑車をとおした伸び縮みのないひもによって，質量 m の小物体 B と結ばれている。ひもの質量，滑車の摩擦は無視できるものとする。斜面は上端から途中までなめらかで，途中から下はあらく，小物体 A と斜面との動摩擦係数は μ' である。重力加速度の大きさを g とする。各問に対する解答は，{ } 内に示されている記号のうち，必要なものを用いて記せ。

はじめに，小物体 B に下向きに力を加え，小物体 A をなめらかな斜面上で静止させる。このときの力の大きさは（ ア ） $\{M, m, \theta, g\}$ である。小物体 B に加えた力を静かに取りのぞくと，小物体 A はなめらかな斜面上を下向きにすべり始めた。ひもの張力を T ，小物体 A の斜面に沿って下向きの加速度の大きさを a として，なめらかな斜面上をすべっているときの小物体 A の運動方程式は（ イ ） $\{M, m, \theta, g, T, a\}$ と表される。小物体 A と小物体 B の運動方程式より， $a =$ （ ウ ） $\{M, m, \theta, g\}$ となる。

小物体 A はなめらかな斜面上を距離 l_1 すべった後，摩擦のあるあらい斜面に侵入した。小物体 A があらい斜面に侵入するときも，ひもはたるまなかった。小物体 A があらい斜面をすべっているときの，ひもの張力は（ エ ） $\{M, m, \theta, g, \mu'\}$ となる。小物体 A はあらい斜面上を距離 l_2 すべり，小物体 B が滑車にぶつかる前に，停止した。 $l_2 =$ （ オ ） $\{M, m, \theta, g, \mu', l_1\}$ である。

小物体 A と小物体 B をまとめて一つの系と考える。はじめ静止していたときから最後に停止するまでの間に、この系の力学的エネルギーは(力) $\{M, m, \theta, g, l_1, l_2\}$ 増加する。これは摩擦力が小物体 A にした仕事 (キ) $\{M, \theta, g, \mu', l_2\}$ に等しい。

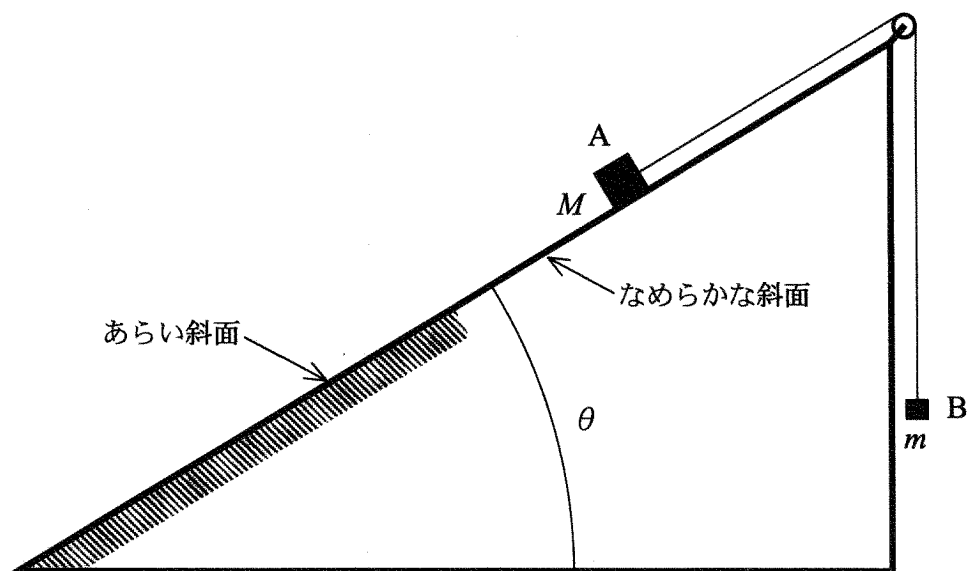


図 1

第2問

図2のように、同じ面積 S [m²] を持つ2枚の十分に広い金属板が、真空中に距離 d [m] をへだてて平行に固定されている。2つの金属板には V [V] の直流電圧がかけられ、金属板間には一様な電界が作られている。また、この空間は無重力とする。

(1) 金属板間の電界の強さは(ク) [V/m] である。この平行板コンデンサーにたくわえられている電気量は(ケ) [C] である。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

(2) 長さ r [m] ($r < d$) の伸び縮みしない絶縁体の糸の一端を左の金属板の中心 A に固定した。他端に質量 m [kg] の金属小球を取り付け、点 A から金属板に垂直方向にある点 B に糸がたるまないようにして置いた。次に、この金属小球を点 B に固定したまま、正電荷 q [C] を与えた。この金属小球に働く静電気力の大きさは(コ) [N] である。外力によりこの金属小球を点 B から糸がたるまないようにして図の点 C ($\angle BAC = 60^\circ$) までゆっくり運ぶとき、静電気力が金属小球に対してする仕事は(サ) [J] である。ただし、金属小球に与えられた正電荷による金属板間の電界の乱れは無視できるとし、電界による糸の分極も無視できるとする。

次に、この金属小球を点 C で静かに放した。その金属小球が AB 線を横切る時の速さは(シ) [m/s] であり、その時の糸の張力の大きさは(ス) [N] である。ただし、(ス)の解答については導出過程も記述せよ。絶縁体の糸の質量は無視できるとする。

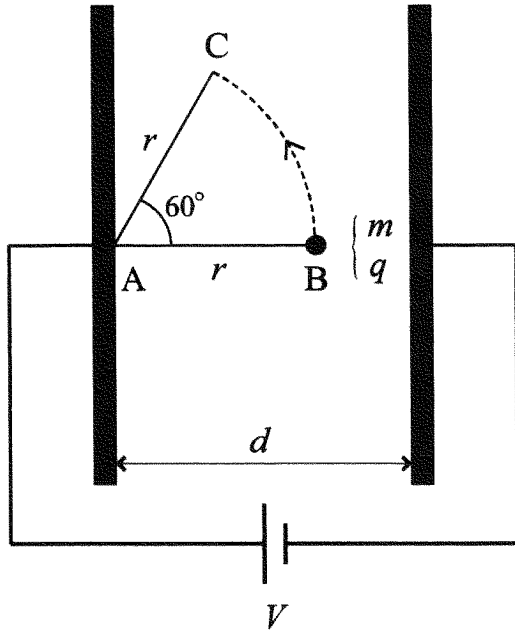


图 2

第3問

図3 (a)のように、円筒形で片側の閉じたシリンダー内に、単原子分子の理想気体がピストンで閉じ込められている。ピストンをなめらかに上下させることで気体の体積 V [m^3] を変化させる。また、シリンダーの側面とピストンは熱を通さず、シリンダーの底を通じてのみ熱源から気体に熱を出入りさせ、気体の温度 T [K] を制御する。この気体の圧力を P [Pa] とし、図3 (b)のグラフに気体の状態を記す。解答の数値は有効数字2桁で答えよ。

- (1) 図3 (b)のグラフ上の状態 A ($V=1.0\times 10^{-4}$ [m^3], $P=1.2\times 10^5$ [Pa], $T=300$ [K]) から、ゆっくりと状態 A→状態 B→状態 C と気体を等温変化させるとき、途中経路はどのようになるか。解答欄のグラフの中に記せ。また、この過程で気体と熱源との間の熱の出入りは、気体が熱を受けとる場合を正とすると、(セ)となる。正か負かゼロかで答えよ。
- (2) この気体が状態 D をとるときの気体の温度は (ソ) [K] である。
- (3) 気体の温度と体積を制御し、この気体をグラフに示す状態 D→状態 C の経路でゆっくり変化させる。そのとき気体が外部にする仕事は (タ) [J] である。
- (4) 気体の温度と体積を制御し、この気体をグラフに示す状態 D→状態 B の経路でゆっくり変化させる。そのとき気体が外部にする仕事 W は (チ) [J] であり、気体が受け取る熱量 Q は (ツ) [J] である。また、この経路をたどるために、体積 V [m^3] に対して温度 T [K] を $T=(テ)$ の関係式で制御する。(テ) は V を使って表せ。また、(チ), (ツ), (テ) の導出過程も記述せよ。

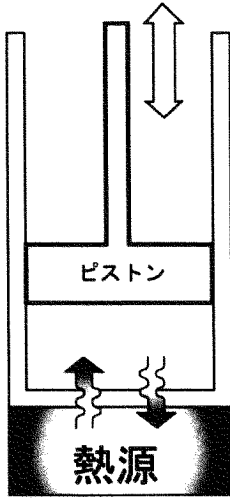


図 3 (a)

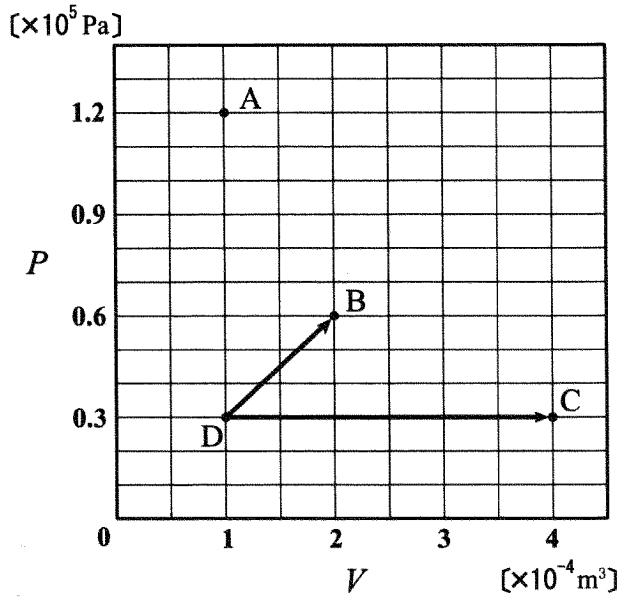


図 3 (b)

第4問

- (1) 空気中を伝わる音波は、空気の変位と圧力変化が互いに作用しながら進んでいく縦波（疎密波）である。図4 (a) は、 x 軸の正の方向へ進む振動数 9.0×10^2 [Hz] の音波に対して、ある時刻における場所ごとの空気の変位を表したグラフである。空気の右向きの変位を縦軸の正の値として示している。この音波の波長は（ト）[m] であり、速さは（ナ）[m/s] である。図の点A～Hのうち、空気の密度が最大の場所は点（ニ）であり、空気の変位の時間変化が右向きに最大になる場所は点（ヌ）である。
- (2) 上記の音波を出す2つの音源 S_1 と S_2 を図4 (b) のように配置し、音源の右側の点Oで観測する。 S_1 を固定し、 S_2 を一定の速さで右側に移動したとき、点Oで1秒間あたり 1.8×10^2 回のうなりを観測した。このとき、 S_2 の速さは（ネ）[m/s] である。ただし、（ネ）の解答については導出過程も記述せよ。

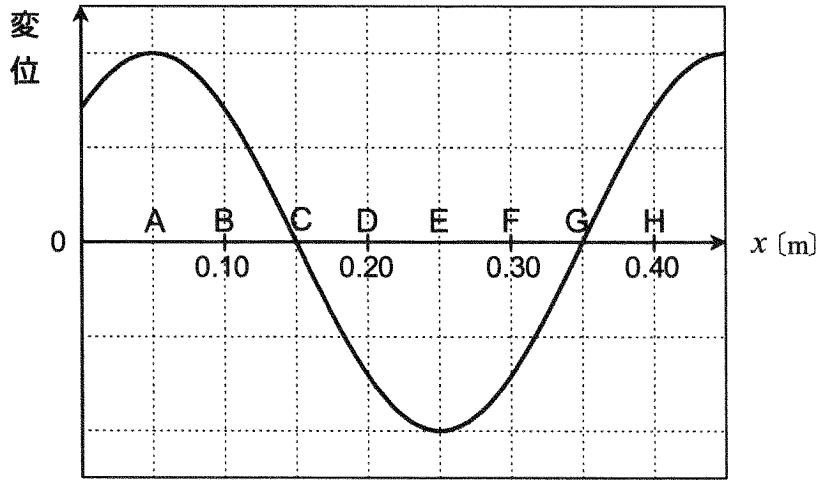


図 4 (a)



図 4 (b)