

平成 31 年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(物理基礎・物理)

教育学部：学校教育教員養成課程(科学技術教育コース)

理工学部：数学物理学科(理科受験)，情報科学科，生物科学科，化学生命理工学科，  
地球環境防災学科

医 学 部：医学科

問題冊子                      問題…… 1 ～ 3      ページ…… 1～5

解答用紙…… 7 枚(白紙を除く。)

下書用紙…… 1 枚

教育学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 0.5 倍とする。

理工学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

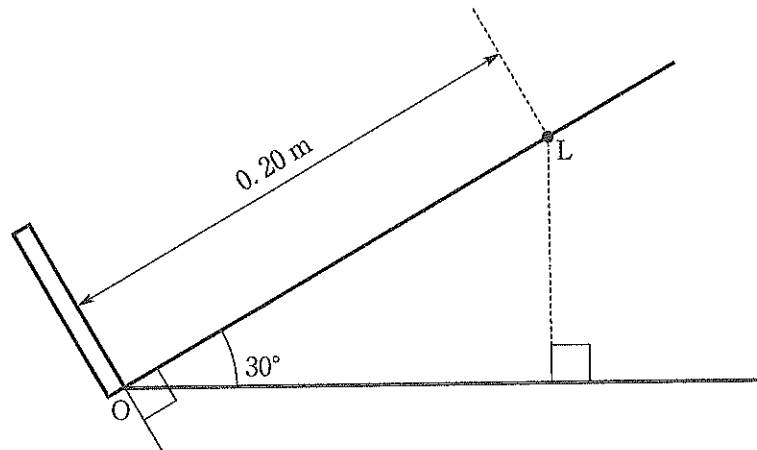
医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示の 0.75 倍とする。

注 意 事 項

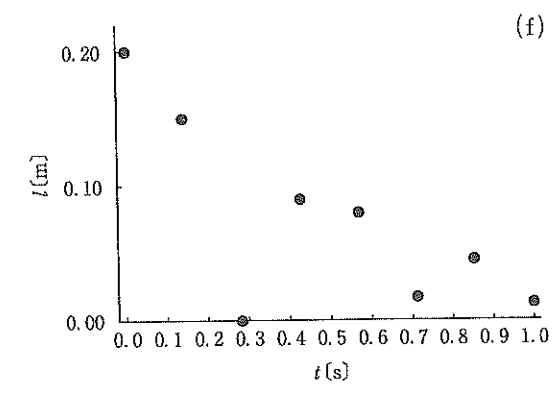
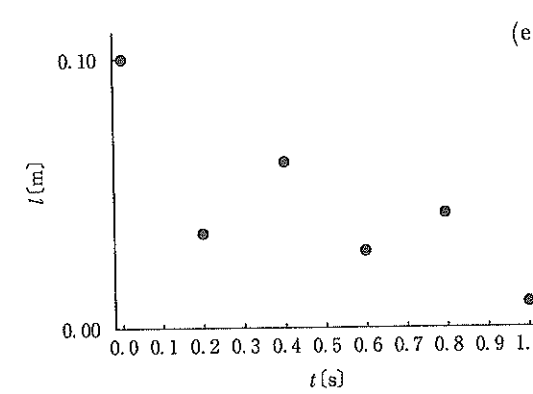
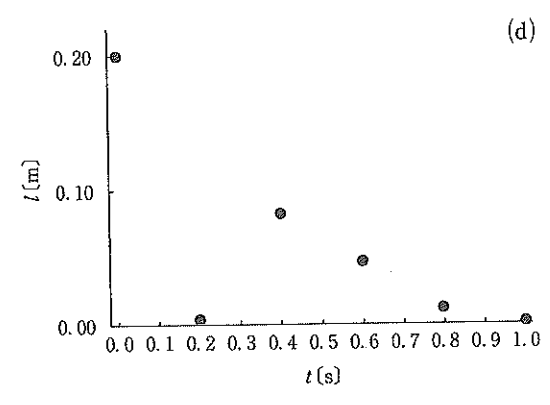
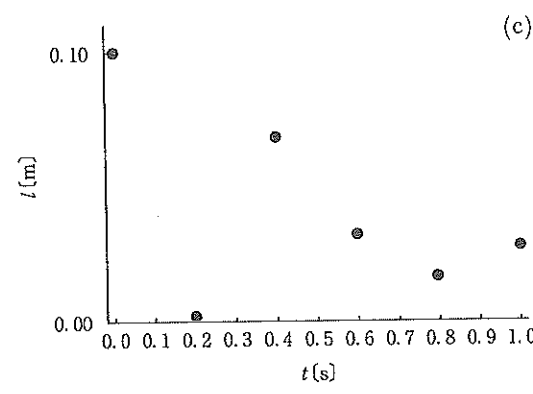
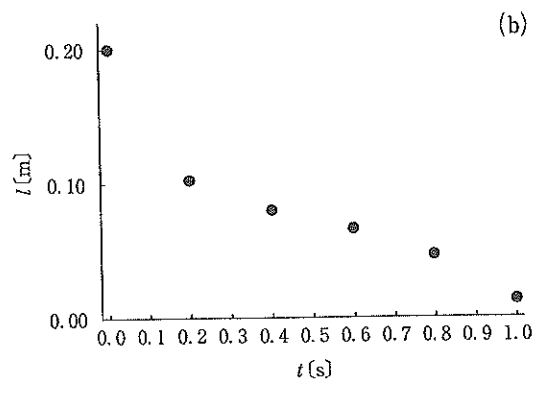
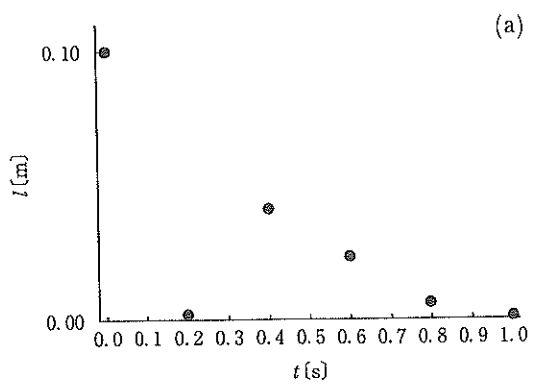
1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。  
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

1

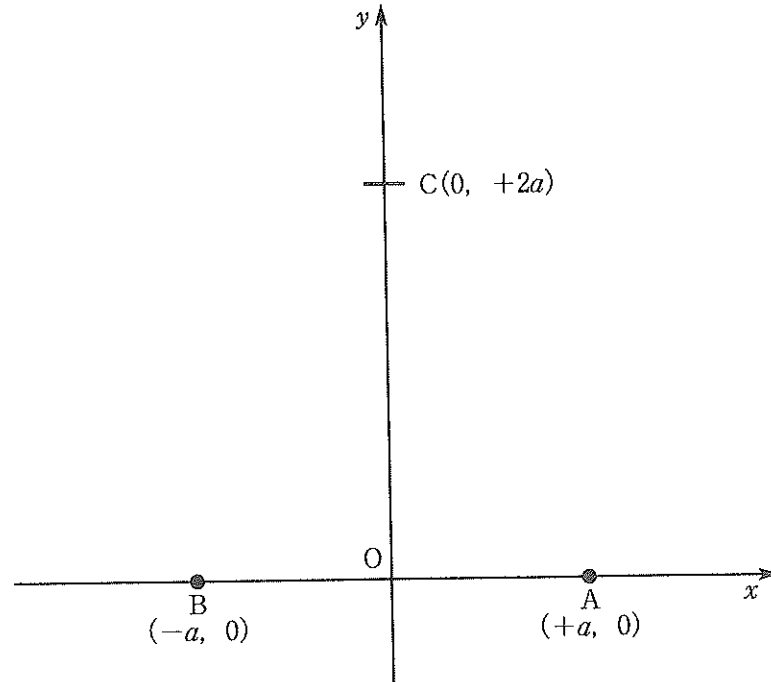
図のように、水平面と角度  $30^\circ$  をなす斜面があり、下端  $O$  には固定された壁がある。斜面は摩擦を無視できる滑らかな面である。下端  $O$  から斜面に沿って上方に距離  $0.20 \text{ m}$  離れた位置  $L$  から質量  $1.0 \text{ kg}$  の小物体を静かに滑らせた。小物体の大きさ、小物体に働く空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度を  $9.8 \text{ m/s}^2$ 、小物体と斜面下端の壁の反発係数  $e$  を  $0.70$  とし、以下の問いに計算過程も含めて答えよ。(70 点)



- 問 1. 小物体が最初に下端  $O$  に到達するときの速さ  $V_0 [\text{m/s}]$  と、運動を始めた時刻からの時間  $t_0 [\text{s}]$  を求めよ。 $t_0$  は分数を用いて表してもよい。
- 問 2. 小物体は初めて下端  $O$  の壁ではねかえた後、斜面を上っていった。このとき、下端  $O$  から斜面に沿って計測した小物体の最大到達距離  $l' [\text{m}]$  を求めよ。
- 問 3. 小物体はくり返し下端  $O$  の壁ではねかえた後、下端  $O$  で静止した。小物体が位置  $L$  で運動を開始してから静止するまでに損失したエネルギー  $E [\text{J}]$  を求めよ。
- 問 4. 小物体が  $L$  から運動を始めた時刻からの時間経過  $t [\text{s}]$  を横軸、下端  $O$  から斜面に沿って計測した  $0.2$  秒ごとの小物体の位置  $l [\text{m}]$  を縦軸としてグラフを図示した。以下のどのグラフが適切かを選択し、その理由を述べよ。



- 2 図のように、 $x$ - $y$  平面上の原点  $O$  から距離  $a$  [m] だけ離れた  $x$  軸上の点  $A$  と点  $B$  に正の電荷量  $q$  [C] を持つ点電荷が固定されている。以下の設問に計算過程を含めて答えよ。クーロンの法則の比例定数を  $k$  [ $\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ] とする。(60 点)



- 問 1. 原点  $O$  での電位  $V_0$  [V] を求めよ。ただし、電位の基準を無限遠とする。
- 問 2. 図のように点  $C$  は  $y$  軸上にあり原点  $O$  から距離  $2a$  [m] にある。点  $C$  での電位  $V_C$  [V] を求めよ。ただし、電位の基準を無限遠とする。
- 問 3. 点  $C$  から、質量  $m$  [kg]、正電荷  $q$  [C] を持つ小球を  $y$  軸上に沿って原点の方向に向かって速さ  $v_0$  [m/s] で投げたとする。このとき小球が原点  $O$  に到達するために必要な最小の  $v_0$  [m/s] を求めよ。ただし、重力や空気抵抗の影響は無視できるとする。
- 問 4. 問 3 で投げた小球を取り除いた後に、原点  $O$  に電荷  $Q$  [C] を置いた。すると、点  $A$  と点  $B$  の電荷を固定しなくても 3 つの電荷に働く力はつりあった。このときの電荷  $Q$  [C] を求めよ。

3

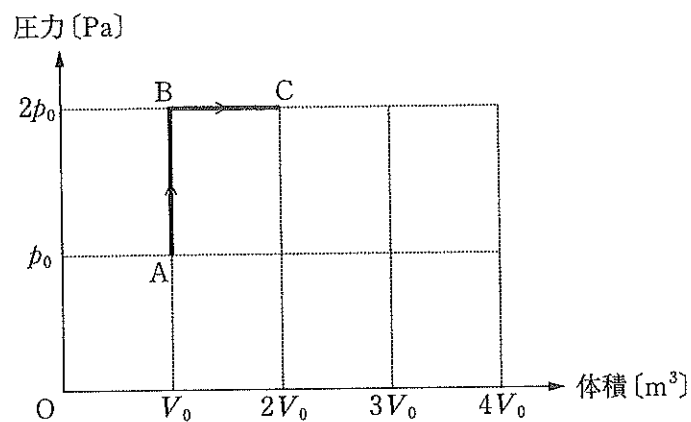
以下の各問いに答えよ。気体定数を  $R$  [J/(mol · K)] とする。(70 点)

[I] シリンダーに  $n$  [mol] の単原子分子理想気体(以下では理想気体と言う)を閉じ込め、この理想気体の状態を、滑らかに動くピストンを使って下図のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C$  とゆっくり変化させた。A からは体積を変えないで B まで変化させ、B からは圧力一定のまま C まで変化させた。

問 1. A ではシリンダー内の理想気体の圧力は  $p_0$  [Pa]、体積は  $V_0$  [m<sup>3</sup>] であった。A での温度  $T_A$  [K] を、 $p_0$ 、 $V_0$ 、 $n$  及び気体定数  $R$  を用いて表せ。

問 2. B ではシリンダー内の理想気体の圧力は  $2p_0$  [Pa]、体積は  $V_0$  [m<sup>3</sup>] であった。A から B への状態変化で、理想気体が吸収した熱量  $Q_{AB}$  [J] を、 $p_0$ 、 $V_0$  を用いて表せ。

問 3. C ではシリンダー内の理想気体の圧力は  $2p_0$  [Pa]、体積は  $2V_0$  [m<sup>3</sup>] であった。B から C への状態変化で、理想気体が外部にした仕事  $W'_{BC}$  [J]、及び外部から吸収した熱量  $Q_{BC}$  [J] を、 $p_0$ 、 $V_0$  を用いて表せ。



[II] 引き続き、Cから等温変化で圧力 $p_0$ まで変化させた。このときの変化後の状態をDとする。その後、Dから圧力一定のままAまで変化させた。

問 4. Dでの理想気体の体積 $V_D$  [ $\text{m}^3$ ]を $V_0$ を用いて表せ。また、CからDへ向かう等温曲線の概略、及びDからAまでの状態変化を解答用紙の図中に示し、あわせてそのように描いた理由を記せ。

問 5. CからDへの等温変化で理想気体が外部にした仕事 $W'_{CD}$  [J]は、 $W'_{CD} = 2.77 p_0 V_0$ であった。A $\rightarrow$ B $\rightarrow$ C $\rightarrow$ D $\rightarrow$ Aの1サイクルで理想気体がした仕事 $W'$  [J]、及び外部から吸収した熱量 $Q$  [J]を、 $p_0$ 、 $V_0$ を用いて表せ。ここで、「理想気体がした仕事 $W'$ 」においては、外部からされた仕事は「理想気体が負の仕事をした」と考えなさい。また、「外部から吸収した熱量」とは、実際に吸収した熱量のことであり、放出した熱量は考慮しないこと。

[III] 今度は、Cから断熱変化のもとで理想気体を膨張させ、圧力 $p_0$ まで変化させた。

問 6. 変化後の体積 $V_{\text{断熱}}$  [ $\text{m}^3$ ]は、Dでの体積 $V_D$ より大きい小さいか、理由を付けて答えよ。ただし、理想気体は単原子分子理想気体であるので、その比熱比 $\gamma$  (定圧モル比熱 $C_p$  [J/(mol $\cdot$ K)]と定積モル比熱 $C_v$  [J/(mol $\cdot$ K)]の比)は、 $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$ である。