

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。

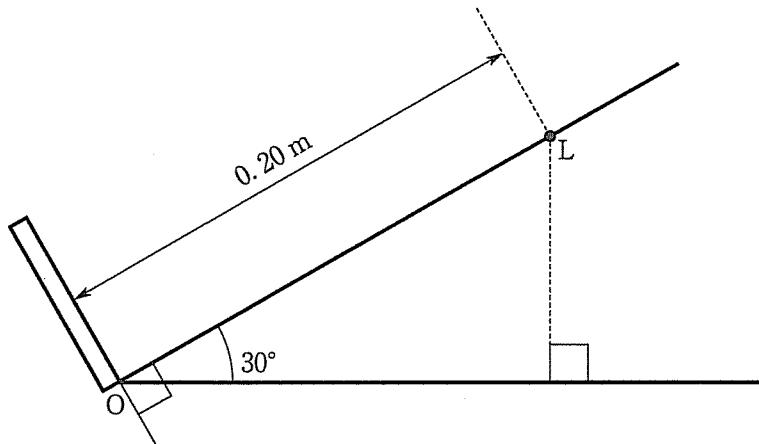
医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示の 0.75 倍とする。

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° 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 m 離れた位置 L から質量 1.0 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 m/s^2 、小物体と斜面下端の壁の反発係数 e を 0.70 とし、以下の問い合わせに計算過程も含めて答えよ。(70 点)

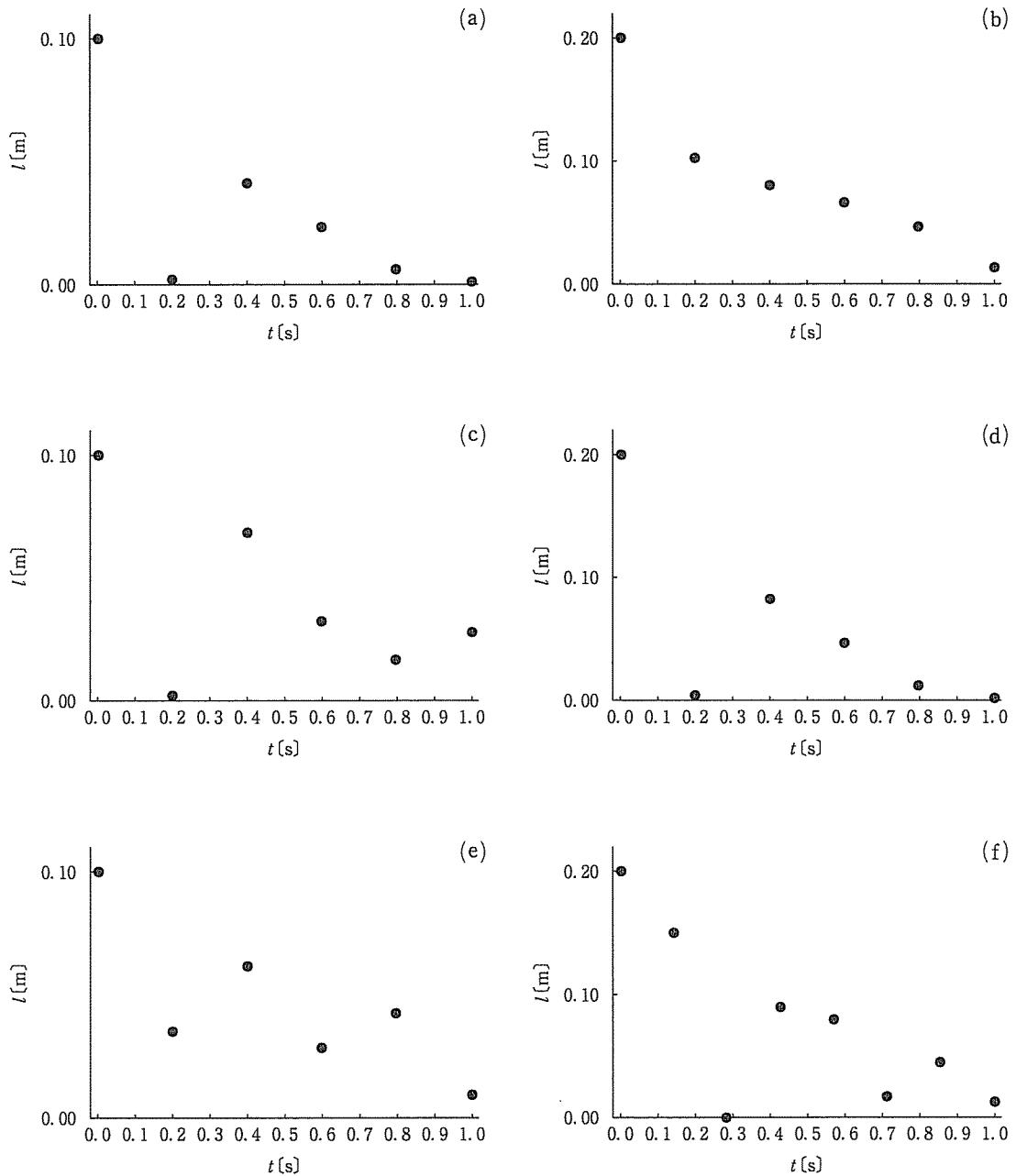


問 1. 小物体が最初に下端 O に到達するときの速さ $V_0[\text{m/s}]$ と、運動を始めた時刻からの時間 $t_0[\text{s}]$ を求めよ。 t_0 は分数を用いて表してもよい。

問 2. 小物体は初めて下端 O の壁ではねかえった後、斜面を上つていった。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。

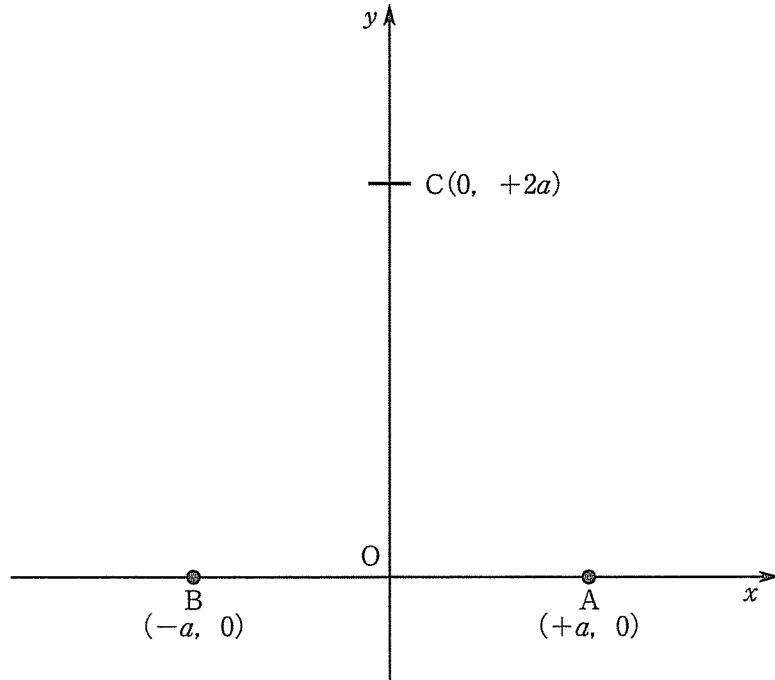
問 3. 小物体はくり返し下端 O の壁ではねかえった後、下端 O で静止した。小物体が位置 L で運動を開始してから静止するまでに損失したエネルギー $E[\text{J}]$ を求めよ。

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 [$N \cdot m^2/C^2$] 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] で投じたとする。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 で投じ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。

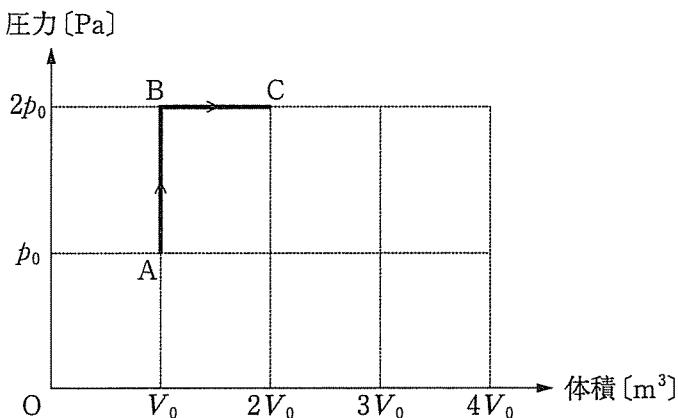
3 以下の各問いに答えよ。気体定数を R [J/(mol · K)]とする。(70 点)

[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 → B → 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で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^3] 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^3] 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^3] 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 $V_D [m^3]$ 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 → B → C → D → 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 $V_{\text{断熱}} [m^3]$ は、D での体積 V_D より大きいか小さいか、理由を付けて答えよ。ただし、理想気体は单原子分子理想気体であるので、その比熱比 γ (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。

