

近畿大学

令和4年度
入学試験問題

理 科

注 意 事 項

(1) 出題科目およびページは、下表のとおりです。次のいずれか2つを選択すること。

科 目	頁	科 目	頁	科 目	頁
物 理	1～8	化 学	1～11	生 物	1～9

(2) 問題は、指示があるまで開かない。

(3) 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること。

(4) 物理、化学、生物の中から2科目のみ解答すること。

医

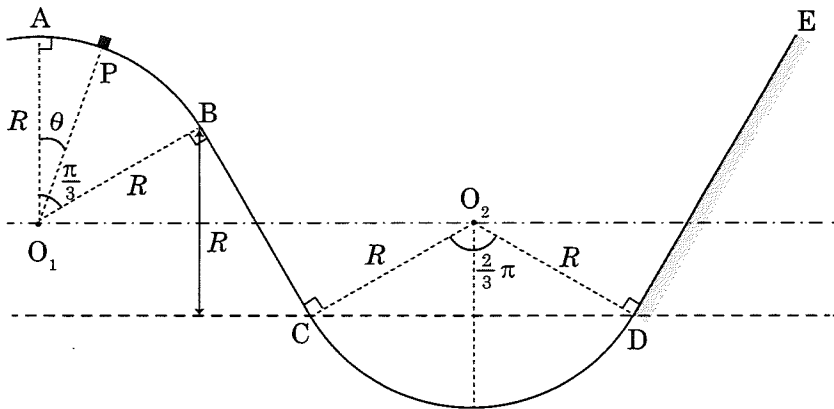
(令和4年1月30日 一般入試・前期)

(問題は次ページから始まる)

物 理

I 以下の 1 から 8 にあてはまる最も適切な答えを解答用紙の指定されたところに書きなさい。

2つの円筒面 AB と CD, なめらかな斜面 BC, あらい斜面 DE がなめらかに接続された面 ABCDE があり, 図はその断面を表している。曲線 AB と CD はそれぞれ点 O_1 と点 O_2 を中心とする半径 R の円弧であり, 点 O_1 と点 O_2 は同一水平面上にある。点 C と点 D は同一水平面上にあり, 点 C を通る水平面を基準としたときの点 B の高さは R である。点 A は点 O_1 を通る鉛直線上にあり, $\angle AO_1B = \frac{\pi}{3}$, $\angle CO_2D = \frac{2}{3}\pi$ である。斜面 DE は十分長く, 静止摩擦係数は μ , 動摩擦係数は μ' である。今, 面 ABCDE 上における質量 m の小物体の運動について考える。重力加速度の大きさを g とし, 空気抵抗は無視できるものとする。なお, 小物体の運動は紙面内に限るとする。



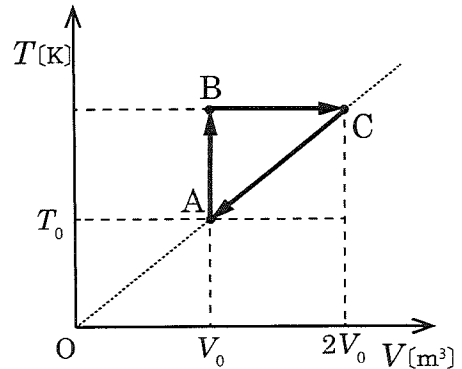
(1) 円筒面 AB 上の点 P に小物体を置いて静かに手を離すと, 小物体は曲線 AB 上を離れることなく進んだ。 $\angle AO_1P = \theta$ とすると, 小物体が点 B を通過する瞬間に小物体が面からうける垂直抗力の大きさは 1 である。小物体が曲線 AB から離れずに点 B を通過するための条件は, $\cos \theta \leq$ 2 である。

(2) 次に、小物体を $\cos \theta = \boxed{2}$ となる点に置いて静かに手を離すと、小物体は曲線 AB 上を離れることなく進んだ。このとき、小物体が点 B を通過する瞬間の速さ v_0 は、 $v_0 = \boxed{3}$ である。点 B を速さ v_0 で通過した小物体は斜面 BC から曲線 CD 上を進んで、点 D を通過したのちに斜面 DE を上った。点 D を通過した瞬間の小物体の速さ v_1 は、 $v_1 = \boxed{4} \times v_0$ である。そして、小物体が到達した最高到達点を点 Q_1 とすると、点 D を通過してから点 Q_1 に到達するまでにかかる時間は $\boxed{5} \times \frac{v_1}{g}$ であり、点 D を通る水平面を基準としたときの点 Q_1 の高さは $\boxed{6} \times \frac{v_1^2}{g}$ である。

点 Q_1 に達した後に、小物体は斜面 DE を下った。斜面 DE を下った小物体は点 D を通過して、曲線 CD 上を進んだ後に点 C を通過して斜面 BC を上った。そして、小物体が到達した最高到達点は点 B であった。このことより、斜面 DE の動摩擦係数 μ' は $\mu' = \boxed{7}$ であることがわかる。点 B に到達した小物体は再び斜面 BC を下り、曲線 CD 上を進んだ後に点 D を通過して斜面 DE を上った。このとき、斜面 DE を上った小物体が到達した最高到達点を点 Q_2 とする。点 D を通る水平面を高さの基準とすると、点 Q_2 の高さは点 Q_1 の高さの $\boxed{8}$ 倍である。

II 以下の問題に対する最も適切な答えを解答用紙の指定されたところに書きなさい。

1 molの単原子分子の理想気体が、気密を保ちながらなめらかに動くピストンをもつシリンダー内に閉じ込められている。図はシリンダー内の気体の状態変化を示し、横軸は体積 V [m^3]、縦軸は温度 T [K] である。なお、等温過程において、温度 T [K] の気体が体積 V_a [m^3] から V_b [m^3] まで変化したとき、この気体が外部にした仕事は、気体定数 R [$\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$] を用いて $RT \log \frac{V_b}{V_a}$ [J] で与えられる。ここで \log は自然対数である。



(1) 各過程 $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow A$ における気体が外部にした仕事，気体が吸収した熱量，気体の内部エネルギーの変化を求めて，解答欄の該当箇所に書きなさい。

(2) 状態 A の圧力 p_0 [Pa] を求めなさい。また，サイクル $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ を表す図を，横軸に体積 V [m^3]，縦軸に圧力 p [Pa] として描き，気体が外部にした正味の仕事に等しい面積を図の中に斜線で表しなさい（図の中に状態 B, C を，状態 A と同様に点で記すこと）。

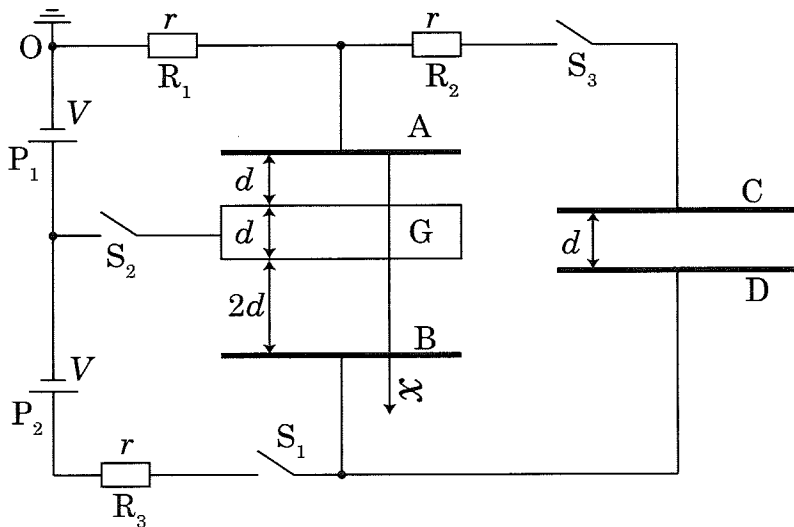
(3) サイクル $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の熱効率を， $\log 2 = 0.69$ を用いて小数第 2 位まで計算しなさい。

【 大問 III は，次頁からはじまる。 】

III 以下の 1 から 10 にあてはまる最も適切な答えを解答用紙の指定されたところに書きなさい。

図のように、極板 A, B, C, D, 導体板 G, 内部抵抗が無視できる起電力 V の 2つの電池 P_1, P_2 , スイッチ S_1, S_2, S_3 , 抵抗値 r の抵抗 R_1, R_2, R_3 で構成された回路が真空中にある。極板 A, B, C, D の面は同じ形で面積が S であり、極板の厚さは無視できる。導体板 G の面は極板と同じ形で面積も同じであるが、導体板の厚さは d である。A と B と G はそれぞれ互いに平行で向かい合って置かれており、A と G との距離は d , B と G との距離は $2d$ である。また、C と D も距離 d だけ離れて平行に向かい合って置かれており、C と D からなる平行板コンデンサー CD の電気容量を C_0 とする。なお、 d は十分小さく、面積 S は十分広く、極板の端での電場のみだれは無視できる。この回路は点 O で接地されており、点 O を電位の基準とする。

ここで、初めの状態とは、全てのスイッチが開いていて、全ての極板と導体には電荷がない状態である。



(1) 初めの状態で、A と B の間に G が挿入されている平行板コンデンサー AB の電気容量を C_0 を用いて表すと $\boxed{1} \times C_0$ である。初めの状態から S_1 だけを閉じて十分時間が経過した後、AG 間の電場の大きさは $\boxed{2}$ で、G の電位は $\boxed{3} \times V$ である。ここで、図に示したように A の位置を原点として A に対して垂直で B に向かう向きを x 軸の正の向きとしたときの、AB 間の x 軸上の位置 ($0 \leq x \leq 4d$) における電位と電場を考える。電位を表すグラフを描くと $\boxed{4}$ となり、電場の大きさを表すグラフを描くと $\boxed{5}$ となる。

(2) 初めの状態から S_1 だけを閉じて十分時間が経過した後に、 S_2 を閉じた。 S_2 を閉じてから十分時間が経過した後に G に蓄えられている電気量は、 $\boxed{6} \times C_0 V$ である。また、 S_2 を閉じた後にコンデンサー AB に蓄えられている静電エネルギーは、 S_2 を閉じる前にコンデンサー AB に蓄えられていた静電エネルギーの $\boxed{7}$ 倍である。

(3) 初めの状態から S_1, S_2, S_3 を全て閉じて十分時間が経過した後に、 S_1 だけ開いた。 S_1 を開いてから十分時間が経過した後の CD 間の電圧の大きさは $\boxed{8} \times V$ であり、AG 間と GB 間に蓄えられている静電エネルギーの和は $\boxed{9} \times C_0 V^2$ である。また、このときに GB 間と CD 間に蓄えられている静電エネルギーの和は、初めの状態から S_2 と S_3 だけを閉じて十分時間が経過した後に GB 間と CD 間に蓄えられている静電エネルギーの和の $\boxed{10}$ 倍である。

(計算用紙)

(計算用紙)

