

# 鳥取大学

## 物理

### 問題

#### 2019年度入試

- 【学部】 医学部、工学部、農学部
- 【入試名】 前期日程
- 【試験日】 2月25日
- 【試験時間】 工・農は90分, 医は2科目で180分

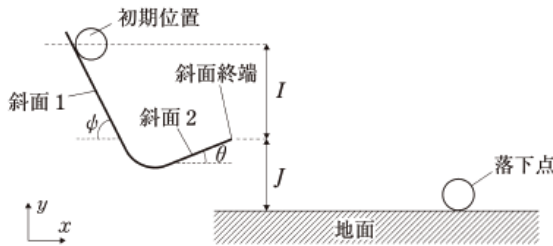


「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

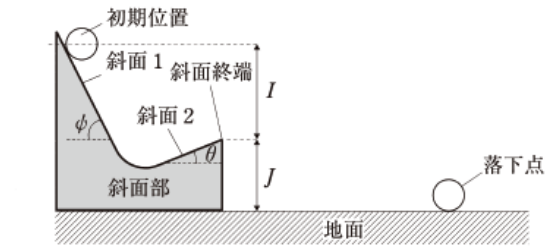
裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

**1** 問1 図I-1に示すように、斜面1上の初期位置に静止していた質量  $m$  [kg] の玉が斜面1を滑り落ち、その後斜面2を登って斜面終端（地面から  $J$  [m] 高く、初期位置よりも  $I$  [m] だけ低い）より飛び出す運動を考える。図中の斜面は固定されており、斜面1と斜面2はその接合部も含めて全て滑らかであって摩擦抵抗はないものとする。2つの斜面1と斜面2が水平方向（ $x$ 方向）と成す角度は図I-1に示すようにそれぞれ  $\phi$  [°] と  $\theta$  [°] とする。いずれも  $0^\circ$  よりも大きく  $90^\circ$  より小さい。また、玉が斜面上を移動する際にはパウンドのような現象は起こらず、玉は斜面2の終端から飛び出す以外において斜面から離れることはないものとする。図中の地面は  $x$  方向に平行であるものとする。玉の大きさは考慮せず、質点として考えてよい。空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とするとき、以下の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 玉が斜面終端から飛び出した瞬間の  $x$  方向と  $y$  方向それぞれの玉の速度  $v_x$  [m/s],  $v_y$  [m/s] を求めよ。
- (2) 斜面終端より飛び出した後の玉の  $y$  方向の最高到達点における、斜面終端からの  $x$  方向の距離  $x_{\max}$  [m] と地面からの  $y$  方向の距離  $y_{\max}$  [m] をそれぞれ求めよ。
- (3) 玉が斜面終端より飛び出した後の落下点（一番最初に地面に落ちた点）における、斜面終端からの  $x$  方向の距離を求めよ。落下後の玉の運動は無視する。



図I-1

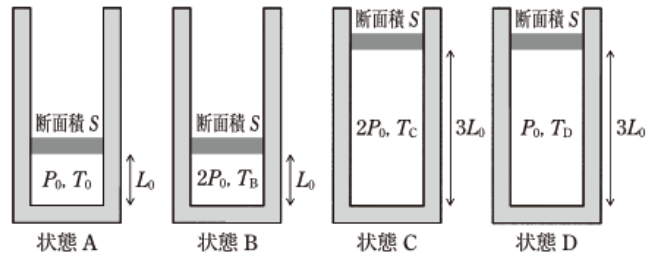


図I-2

問2 次に図I-2に示すように斜面部が質量  $M$  [kg] を有し、地面上を  $x$  方向に自由に動くことができる問題を考える。斜面部と地面の摩擦抵抗は考えず、地面は全面に渡って滑らかであるとする。また、斜面部が自由に動く以外は全て問1に同じとする。このとき、以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 玉が斜面終端より飛び出した瞬間の  $x$  方向の玉の速度を  $v'_x$  [m/s] とするとき、 $x$  方向の斜面部の速度  $V_x$  [m/s] を  $v'_x$ ,  $M$ ,  $m$  を用いて表せ。なお、いずれの速度においても地面上に固定されたある観測点を基準としたものとする（斜面部と玉との相対的な速度ではないので注意すること）。
- (2) 玉が斜面終端より飛び出した瞬間の  $x$  方向と  $y$  方向それぞれの玉の速度  $v'_x$  [m/s],  $v'_y$  [m/s] を求めよ。 $V_x$  を含まない形式にて解答すること。(1)と同様に地面上に固定されたある観測点を基準とした速度とする。

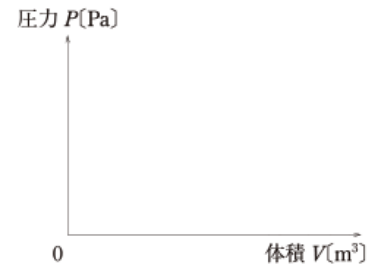
**2** 断面積  $S$  [m<sup>2</sup>] のピストンを備えたシリンダー内に、単原子分子からなる理想気体が入っている。ピストンの質量は零であり、ピストンはなめらかに動き、気体のもれはないものとする。またピストンとシリンダーの熱容量は無視できるものとする。図Ⅱに示す状態Aでは、シリンダーの底からピストンまでの距離が  $L_0$  [m]、圧力が  $P_0$  [Pa]、絶対温度が  $T_0$  [K]



図Ⅱ

であった。次にピストンの位置が  $L_0$  のまま、圧力が  $P_0$  から  $2P_0$  に上昇し状態Bとなった。その次に、圧力が  $2P_0$  のまま、ピストンが  $L_0$  から  $3L_0$  まで移動し状態Cとなった。さらにピストンの位置が  $3L_0$  のまま、圧力が  $2P_0$  から  $P_0$  に減少して状態Dとなった。最後に状態Dから状態Aに戻った。このような過程  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  について以下の問いに答えよ。なお気体定数  $R$  [J/(mol·K)] により、定積モル比熱  $C_V$  [J/(mol·K)] は  $\frac{3}{2}R$ 、定圧モル比熱  $C_P$  [J/(mol·K)] は  $\frac{5}{2}R$  と表される。

- (1) 状態 B, C, D における温度  $T_B$  [K],  $T_C$  [K],  $T_D$  [K] を  $T_0$  を用いて表せ。
- (2)  $A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow C$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $D \rightarrow A$  の各過程で気体に入出入りする熱量をそれぞれ  $Q_{AB}$  [J],  $Q_{BC}$  [J],  $Q_{CD}$  [J],  $Q_{DA}$  [J] とする。それぞれの熱量を  $S$ ,  $L_0$ ,  $P_0$  を用いて表せ。また、それぞれの過程で気体が熱を吸収する場合は“吸収”と、また放出する場合は“放出”と記せ。
- (3)  $A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow C$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $D \rightarrow A$  の各過程で気体が外部にした仕事をそれぞれ  $W_{AB}$  [J],  $W_{BC}$  [J],  $W_{CD}$  [J],  $W_{DA}$  [J] とする。それぞれの仕事を  $S$ ,  $L_0$ ,  $P_0$  を用いて表せ。
- (4)  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  を熱機関とみた場合、熱効率  $e$  を分数で表せ。
- (5) 同じシリンダーと気体を用いた別の過程を考える。状態Aから状態Bまでは上の問題と同じであるが、状態Bから温度が  $T_B$  のまま圧力が  $P_0$  に減少して状態Eとなり、最後に状態Eから状態Aに戻った。この過程  $A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow A$  において、圧力  $P$  [Pa] と体積  $V$  [m<sup>3</sup>] の関係を表すグラフの概形を右図に描け。各状態 A, B, E の位置を黒点 (●) で明記し、それらの圧力と体積の値を、 $P_0$ ,  $L_0$ ,  $S$  を用いて示すこと。



**3** 図Ⅲに示すように、地点 O、音源 S、反射板 R が一直線上に並んでおり、音源 S からは図の左右両側に振動数  $f_0$  [Hz] の音波が出ている。このとき、以下の問いに答えよ。



図Ⅲ

- (1) 時刻 0 [s] で音源 S が図Ⅲの右向きに速さ  $v_s$  [m/s] で移動し始めたとして、音源 S から直接地点 O に伝わる音波の波長  $\lambda_1$  [m] と振動数  $f_1$  [Hz] を以下のよう求める。□① から □⑥ にあてはまる適切な式を記せ。ただし、音速は  $V$  [m/s] で  $V > v_s$  とする。  
時刻 0 [s] で音源 S から出た音波は、 $t$  [s] 間に □① [m] の距離を進み、同じ時間で音源 S は反射板 R に向かって □② [m] 移動する。音源 S から  $t$  [s] 間に出る □③ 個の波が、距離 □④ [m] の間に存在することから、 $\lambda_1$  は □⑤ [m] で  $f_1$  は □⑥ [Hz] と表される。
- (2) (1)の条件のもとで、静止している反射板 R で受ける音波の波長  $\lambda_2$  [m] と振動数  $f_2$  [Hz] を、 $f_0$  [Hz] を用いて表せ。
- (3) (1)の条件のもとで、反射板 R が図Ⅲの右向きに速さ  $v_R$  [m/s] で移動するとき、反射板 R で受ける音波の振動数  $f_3$  [Hz] を、 $f_0$  [Hz] を用いて表せ。ただし、 $v_R < V$  とする。
- (4) (3)の条件のもとで、反射板 R で反射された音波が地点 O に届いているとき、地点 O で観測される音波の振動数  $f_4$  [Hz] を、 $f_0$  [Hz] を用いて表せ。また、地点 O で音源 S から直接伝わる音波と反射板 R で反射された音波によってうなりが発生するとき、1 [s] 間のうなりの回数を、 $f_0$  [Hz] を用いて表せ。

4 図Ⅳに示すように、電気容量  $C_1$  [F],  $3C_1$  [F],  $C_3$  [F] のコンデンサ、自己インダクタンス  $L$  [H] のコイル、抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗、スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , および交流電源が接続されている。交流電源の電圧の最大値を一定に保って電源の周波数を変化させ、回路に流れる電流が最大となる周波数が共振周波数である。スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  をともに開き、スイッチ  $S_3$  を閉じたときの共振周波数  $f_1$  は  $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}}$  [Hz]

となる。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、 $\pi$  は円周率である。

(1) スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  をともに閉じ、スイッチ  $S_3$  を閉じたときの AB 間の合成容量を  $C_A$  [F] とする。 $C_A$  [F] と  $C_1$  [F] との比  $\frac{C_A}{C_1}$  を求めよ。また、このときの共振周波数を  $f_A$  [Hz] とする。 $f_A$  [Hz] と  $f_1$  [Hz] の比  $\frac{f_A}{f_1}$  を求めよ。

(2) スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  をともに開き、スイッチ  $S_3$  を開いたときの AB 間の合成容量を  $C_B$  [F], 共振周波数を  $f_B$  [Hz] とする。 $f_B$  [Hz] が  $f_1$  [Hz] の 3 倍であったとき、 $C_B$  [F] と  $C_1$  [F] との比  $\frac{C_B}{C_1}$  を求めよ。また、電気容量  $C_3$  [F] と  $C_1$  [F] との比  $\frac{C_3}{C_1}$  を求めよ。

(3) スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  をともに閉じ、スイッチ  $S_3$  を開いたときの AB 間の合成容量を  $C_C$  [F], 共振周波数を  $f_C$  [Hz] とする。 $C_C$  [F] と  $C_1$  [F] との比  $\frac{C_C}{C_1}$  を求めよ。また、 $f_C$  [Hz] と  $f_1$  [Hz] の比  $\frac{f_C}{f_1}$  を求めよ。

