

2024 年度

佐賀大学総合型選抜 I 試験問題

理工学部理工学科
機械工学分野

適性検査

解答上の注意事項

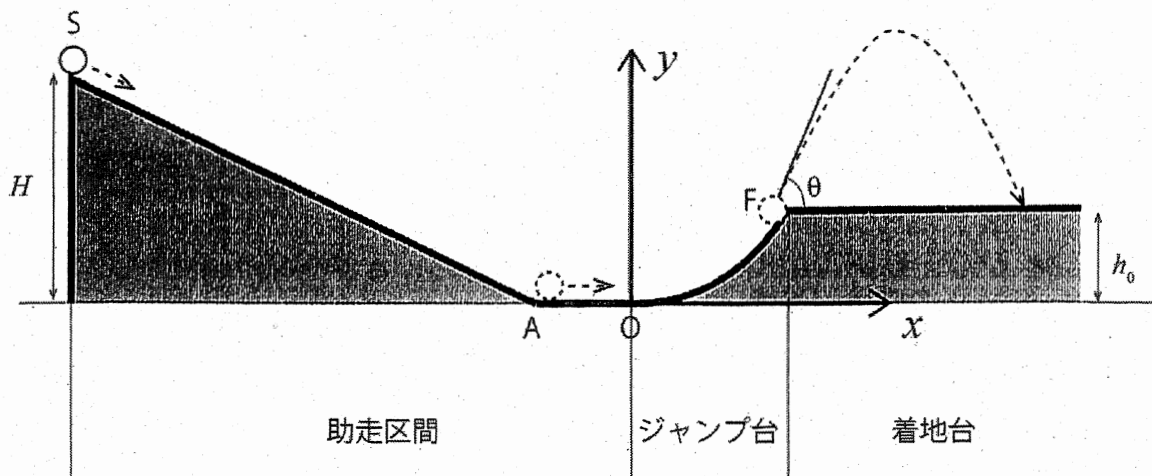
- 1 「解答始め」の合図があるまで問題を見てはならない。
- 2 「解答始め」の合図があったら、全ての解答紙・下書き用紙の所定欄に受験番号を記入すること。
- 3 試験時間中、試験問題の内容について質問がある場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
- 4 その他、監督者の指示に従うこと。

1. 図のように、地上から高さ H の斜面上の頂点 S から大きさの無視できる物体が斜面をすべり落ちていく。斜面をすべり落ちた後に地上からの高さが 0 となる点 A から点 O までの間は地面と平行に運動し、ここまでは助走区間と呼ぶ。点 O から先はジャンプ台になっていて、ジャンプ台は点 O を原点として図のように x - y 座標系をとると任意の関数で表すことができる形状をしているものとする。また、ジャンプ台の飛び出し位置 F から先は、 F と同じ高さの着地台がつづくものとする。ここで、斜面からジャンプ台までは、すべてなめらかに接続されているものとする。なお、すべり落ちる物体の質量を m 、重力加速度を g とする。ただし、空気抵抗と摩擦は無視して考えて良いものとする。以下の設問に答えよ。ただし解答に至る過程を詳しく記述すること。

- (1) 図に示すようにジャンプ台の飛び出し高さを h_0 としたとき、物体がジャンプして空中に飛び出す瞬間の物体の速さを求めよ。
- (2) h_0 の高さから物体がジャンプして着地台に到達するまでの飛行距離を考えたとき、ジャンプした瞬間の速さが同じであればジャンプ台から最も遠くにジャンプするためには、飛び出す角度 θ はどう決めるべきか導け。ただし $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ とする。

ジャンプ台の形状が、 $y = \frac{2x^2}{x+1}$ と表される場合について考える。

- (3) 前設問で求めた飛び出し角度（ジャンプ台の傾き）にするためには、ジャンプ台の x 方向の長さはいくつにすべきか求めよ。
- (4) ジャンプ台部分(点 O から点 F の区間)の x 方向の長さが無限に長いと仮定すると、 h_0 の高さと点 F でのジャンプ台の傾きはどうなるか答えよ。また、ジャンプ台からの飛距離はどうなるか具体的に説明せよ。



2. 図(a)のように、断熱性のある断面積 S のシリンダーの中央（原点 0 ）に、断熱性かつ磁性のある質量 m のピストンが設置されている。ピストンを挟んだシリンダー内の各部屋には、圧力 P_0 、体積 V_0 、温度 T_0 の同じ理想気体（ただし、単原子分子あるいは多原子分子に限定しない）がそれぞれ封入されており、ピストンはシリンダー内を滑らかに移動できるものとする。いま図(b)のように、シリンダーの外部から磁石を近づけたところ、ピストンが原点 0 から右にわずかに x ($\ll V_0/S$) だけ移動して静止した。理想気体の比熱比を γ (> 1)、一般気体定数を R として以下の問いに答えよ。ただし、解答には上記の文字のみを用い、導出過程あるいは考察をできるだけ詳しく記述すること。
- (1) マイヤーの関係式および比熱比の定義式から、定圧モル比熱 C_p および定積モル比熱 C_v をそれぞれ求めよ。
 - (2) 図(a)の状態において、左右の各部屋に封入されている気体の物質量 n を求めよ。
 - (3) 図(b)の状態において、左右の各部屋の圧力 P_L, P_R ならびに絶対温度 T_L, T_R をそれぞれ求めよ。ここで必要ならば、絶対値が十分に小さな実数 ε ($|\varepsilon| \ll 1$) に対して、 $(1 + \varepsilon)^\alpha \approx 1 + \alpha\varepsilon$ と近似できることを用いてよい。ただし、 α は任意の実数である。
 - (4) 図(a)の状態から図(b)の状態へ至る左右の各部屋の内部エネルギーの変化量をそれぞれ $\Delta U_L, \Delta U_R$ としたとき、これらの和 $\Delta U = \Delta U_L + \Delta U_R$ を求めよ。
 - (5) 図(b)の状態からシリンダー外部の磁石を瞬間的に取り除いたところ、ピストンは原点 0 を中心に単振動を始めた。このとき、ピストンの単振動周期 τ を求めよ。
 - (6) シリンダーおよびピストンを熱伝導性の良いものに変更することで上記の過程が等温的に行われる場合、ピストンの単振動周期はどのように変化するか考察せよ。

