

国際環境工学部 機械システム工学科
物理・数学

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時30分までの120分、配点は物理、数学それぞれ200点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に10ページあり、解答用紙は5枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 7ページから10ページまでの第4問は選択問題です。選択A、Bの中から1問を選択して解答してください。
6. 解答用紙には、解答箇所以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
 - ① 受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)
 - ② 氏名記入欄(各解答用紙1箇所)
 - ③ 選択問題識別欄(第4問選択Aおよび選択Bの各解答用紙1箇所)
選択した問題はこの欄に○を、選択していない問題はこの欄に×を記入してください。この記入が無い場合や全ての欄に○が記入されている場合には、採点において著しく不利になります。
7. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
8. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

第1問 (物理, 配点 100 点)

以下の文章の空欄 ~ に入れるのに適する数式を解答箇所
所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。
ただし、 は答えだけでなく、導出過程も記述せよ。

図 1.1 のような面上にある、質量 m の物体の運動を考える。A と E の部分はそれぞれ、水平面となす角が θ で下端の高さが H_2 の斜面である。C の部分は、高さ 0 の水平面である。B と D の部分はそれぞれ、A と C、および C と E の部分をなだらかにつなぐ曲面である。A, B, C、および D の面と物体との間には摩擦力ははたらかず、また E の面と物体との間には動摩擦係数 μ' の動摩擦力がはたらく。空気抵抗、および物体の大きさは無視できるとし、重力加速度の大きさは g とする。時刻 0 に、A の面上で高さが H_1 の位置から、物体を静かに離した。物体の速度と加速度、および物体にはたらく力は、そのときに物体がある面の接線方向で、図の左から右に向かう方向を正の向きとする。また、解答に使用できる記号は $g, H_1, H_2, H_3, m, \theta$ 、および μ' のみとする。

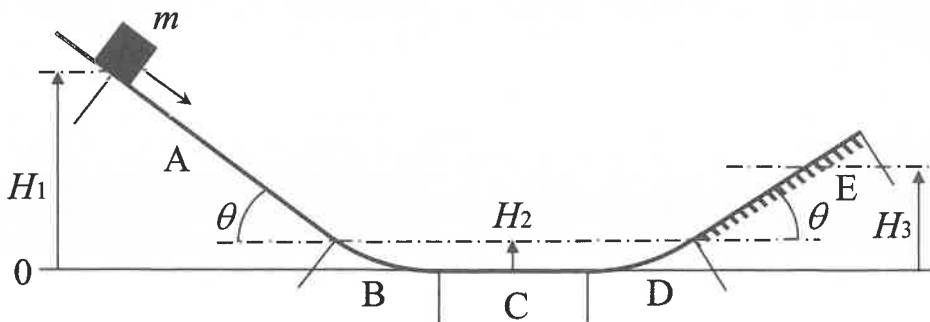


図 1.1

- (1) 物体が A の面上にあるとき、物体の加速度は である。
- (2) 物体が A と B の境界の位置に到達する時刻は である。

- (3) 物体が C の面上にあるとき、物体の速度は である。
- (4) 物体が D と E の境界の位置にあるとき、物体の速度は である。
- (5) 物体が E の面上にあるとき、物体にはたらく動摩擦力は である。
- (6) 物体が E の面上にあるとき、物体の加速度は である。
- (7) 物体が E の面上の高さ H_3 の位置に到達できるために、 μ' が満たさなければならない条件は である。

第2問 (物理, 配点 100 点)

以下の問題に対し、文章の空欄 ～ に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。ただし、解答箇所 には導出過程を含めて記述せよ。

問1 図2.1のように、固定された長さ L [m] のガラス管の端 B を閉じ、開口部 A の側にスピーカーを置いた。そして、スピーカーの振動数を 0 から徐々に大きくしていった。音速を V [m/s] とし、開口端補正は無視できるものとする。最初の共鳴が起こるのは、振動数が $f_0 =$ [Hz] になったときである。次に、ガラス管の端 B を開き、両端が開いた状態にして、スピーカーの振動数を f_0 から徐々に大きくしていくと、次の共鳴が起こった。このとき、スピーカーの振動数は、 $f_1 =$ $\times f_0$ [Hz] である。この状態から、振動数を f_1 のままでスピーカーを一定の速さ v [m/s] でガラス管の端 A に近づけていく。このときガラス管に入る音の振動数を V と v を用いて表すと、 $\times f_1$ [Hz] となる。次の共鳴が起こるのは、 $v =$ $\times V$ [m/s] のときである。なお、両端 A と B が開いた状態の基本振動の波長は $\times L$ [m] である。

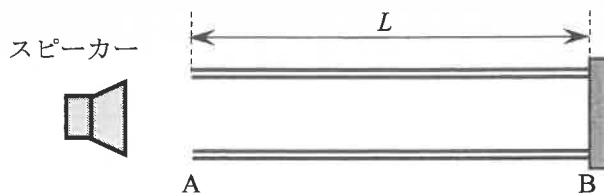


図 2.1

問2 図 2.2 のように、発振器から軽い弦を水平に張ってなめらかな滑車にかけ、おもりにより張力を与える。水平部分の弦の長さを L [m]、弦の線密度を ρ [kg/m]、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、弦にはたらく重力は無視できるとする。おもりの質量が M [kg] のとき、弦が共振して、弦の水平部分に 3 つの腹をもつ定常波が生じたとする。張力が T [N] のとき、弦を伝わる波の速さは $\sqrt{\frac{T}{\rho}}$ [m/s] となる。このとき、弦の張力は [N]、弦を伝わる定常波の波長は [m]、定常波の振動数は [Hz] である。同じ振動数で 4 つの腹をもつ定常波を生じさせるためには、おもりの質量を $\times M$ [kg] にすればよい。

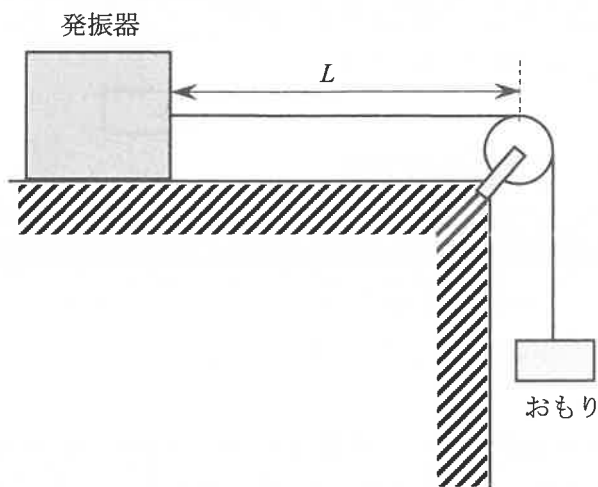


図 2.2

第3問 (数学, 配点100点)

関数 $f(x) = 2x\sqrt{9-5x^2}$ が座標平面上に描く曲線 $C: y = f(x)$ について、以下の問いに答えよ。問1については、空欄に入れるのに適する数値または数式を解答箇所に記せ。証明や説明は必要としない。問2と問3については、答えを導く過程を記すこと。

問1 まず、 $f(x)$ の定義域を求める。 $f(x)$ が実数となる条件 ≥ 0 より、 y の値が定まる x の値全体の範囲は

$$\text{イ} \leq x \leq \text{ウ}$$

となり、この区間において $f(x)$ は連続である。つぎに、 $y = f(x)$ が極値をとる可能性のある x の値を求める。区間 $< x <$ で $y = f(x)$ は微分可能であり、

$$y' = \text{エ}$$

となるので、 $y' = 0$ の解は

$$x = \text{オ}, \text{カ} \quad (\text{順不同})$$

となる。

問2 $f(x)$ の増減を調べ、グラフをかけ。

問3 $x \geq 0$ の範囲において、曲線 C と x 軸で囲まれた部分の面積を求めよ。

(計算用余白)

第4問（選択問題） 選択 A, B の中から 1 問を選んで解答しなさい。

どの問題を選択したかは、表紙の注意書きに従って解答用紙に明記すること。

配点は各選択問題に対して 100 点とする。

第4問 選択 A（数学、配点 100 点）

以下の問いに答えよ。空欄に入れるのに適する数値、数式、または語句を解答箇所に記せ。証明や説明は必要としない。

問 1 (1) $\cos 22.5^\circ$ の値は である。また、 $\tan 67.5^\circ$ の値は である。

(2) 夜に小さな光点が見えた。地点 A からは光点が北北東（北と北東の間）の方向に見えた。地点 A から東に 3 km 移動した地点 B からは光点が北西（北と西の間）の方向に見えた。各地点の観察位置は光点と同じ高さであり、各地点における北向きの単位ベクトルは等しいものとする。 $\tan 67.5^\circ = p$ として光点の位置を p を用いて表すと、光点は地点 A から東に km、北に km の位置にある。

問 2 2024 年はうるう年であり、2024 年 3 月 12 日は火曜日である。うるう年は 366 日あり、2 月が通常よりも 1 日だけ多い。1901 年から 2050 年までの期間において、うるう年は 4 年に 1 度巡ってくる。365 を 7 で割った余りは であることから、2025 年 3 月 12 日は 曜日とわかる。また、1924 年 3 月 12 日は 曜日である。

問 3 辺の長さが 1 の正五角形があり、その辺上を時計回りに周回するすごろくゲームを行う。正五角形の頂点には時計回りに順番に 0 から 4 までの番号が付けられている。最初に自分のコマの開始位置としていずれかの頂点を選ぶ。サイコロを 1 回投げて、出た目の数だけコマを進める。サイコロを投げてコマを進める操作を 2 回行った後にコマがある頂点の番号の得点がもらえるものとする。

(1) 開始位置として頂点 0 を選んだとき、2 回コマを進めた後に頂点 1 にコマがある確率は である。

- (2) このゲームでは、開始位置として頂点 を選ぶと、4点の得点
をもらえる確率がほかの得点をもらえる確率よりも だけ大き
くなる。

第4問 選択B (数学, 配点100点)

$\triangle ABC$ において、 $\angle A$ の二等分線上の点を P とし、この二等分線と辺 BC との交点を D とする。また、辺 BC 、辺 AC 、辺 AB の長さをそれぞれ a 、 b 、 c とし、 $\triangle ABC$ の面積を S とする。以下の問いに答えよ。問1と問2については、空欄に入れるのに適する数式を解答箇所に記せ。証明や説明は必要としない。問3と問4については、答えを導く過程を記すこと。

問1 \overrightarrow{AB} 、 \overrightarrow{AC} と同じ向き単位ベクトルをそれぞれ $\overrightarrow{AB'}$ 、 $\overrightarrow{AC'}$ とし、 $\overrightarrow{AP'} = \overrightarrow{AB'} + \overrightarrow{AC'}$ とすると、点 D は直線 AP' 上の点となる。したがって、 \overrightarrow{AD} は \overrightarrow{AB} 、 \overrightarrow{AC} 、 b 、 c および実数 k ($k \geq 0$)を用いて

$$\overrightarrow{AD} = k \overrightarrow{AP'} = \boxed{\quad \text{ナ} \quad}$$

と表される。また、点 D は辺 BC 上の点であるから

$$\boxed{\quad \text{ニ} \quad} = 1$$

を満足する。したがって、 k は

$$k = \boxed{\quad \text{ヌ} \quad}$$

と表される。

以下の問いでは、点 P が $a \overrightarrow{AP} + b \overrightarrow{BP} + c \overrightarrow{CP} = \vec{0}$ を満足するものとする。

問2 \overrightarrow{AP} は \overrightarrow{AB} 、 \overrightarrow{AC} 、 a 、 b および c を用いて

$$\overrightarrow{AP} = \boxed{\quad \text{ネ} \quad} \overrightarrow{AB} + \boxed{\quad \text{ノ} \quad} \overrightarrow{AC}$$

と表される。

問3 $\triangle ABP$ の面積を a 、 b 、 c および S を用いて表せ。

問4 点 P から辺 BC に下ろした垂線を PH とするとき、線分 PH の長さを a 、 b 、 c および S を用いて表せ。

(計算用余白)

2024 (令和 6) 年度 個別学力検査 (一般選抜・後期日程)

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

環境化学工学科 ・ 機械システム工学科
情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 環境生命工学科

問 題 訂 正

科目名：【 物理・数学 】

訂正内容

第2問 3 ページ 上から 3 行目

(誤) ただし、解答箇所 には導出過程を含めて記述せよ。

↓

(正) ただし、問2の解答では T を用いず、解答箇所 には導出過程を含めて記述せよ。

第2問 問1 3 ページ 下から 3 行目

(誤) 次の共鳴が起こるのは、 $v =$ $\times V$ [m/s] のときである。

↓

(正) 共鳴が起こる最も小さい $v (v > 0)$ は、 $v =$ $\times V$ [m/s] である。

2024（令和6）年度 個別学力検査（一般選抜・後期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

環境化学工学科 ・ 機械システム工学科
情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 環境生命工学科

問題訂正

科目名：【 物理・数学 】

訂正内容

第4問 選択B 問4 9ページ 下から2行目

(誤) 点Pから辺BCに下ろした垂線をPHとするとき・・・

↓

(正) 点Pから辺BCに下ろした垂線が辺BCと交わる点をHとするとき・・・