

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 1.1 に示すように、質量が無視できる 2 つの定滑車と 1 つの動滑車があり、3 つのおもり A, B, C が取り付けられている。おもりの質量を、それぞれ m_A, m_B, m_C [kg] とする。いま、3 つのおもりを糸がたるまない状態で水平な板に乗せて、瞬時に板を取り除いた。糸は伸び縮みせず、その質量は無視できるとする。また、重力加速度の大きさは g [m/s²] とする。

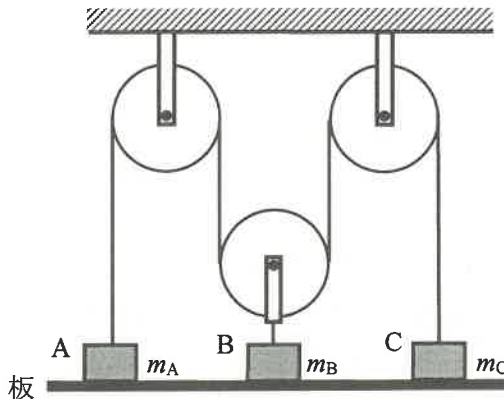


図 1.1

- (1) はじめに、おもり A の質量を $m_A = m$ とし、板を取り除いたところ、3 つのおもりは移動しなかった。このとき、おもり B の質量は $m_B =$ である。
- (2) 次に、3 つのおもりの質量を $m_A = 2m, m_B = m, m_C = m$ とした。おもり A に働く糸の張力を T [N] , おもり A, B, C の加速度を下向きを正としてそれぞれ a_A, a_B, a_C [m/s²] とし、各おもりの運動方程式を立てる。おもり B の運動方程式は m, T, g を用いて表すと、 $m_B a_B =$ となる。さらに、糸の長さが一定であることより、 m と T と g の間には関係式 が成り立つ。これらの式より、おもり B の加速度は g を用いて表すと、 $a_B =$ となる。

問 2 図 1.2 に示すように、断面積 S [m²] のシリンダー内をなめらかに動く質量 M [kg] のピストンがあり、長さ L [m] の中に一定量の理想気体が閉じ込められている。大気圧は P_0 [Pa] であり、最初のピストンの位置を原点 O として、図 1.2 のように x 軸を設定する。またシリンダーおよびピストンは熱をよく通すため、以後の操作により気体の温度は変わらないとする。

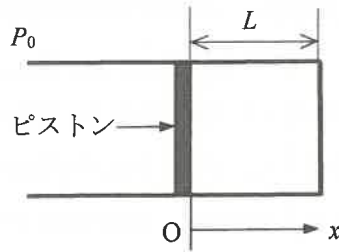


図 1.2

ピストンを x [m] だけ押し込んだときのシリンダー内部の気体の圧力は オ [Pa] であり、 x 軸の向きを正とすると、ピストンがシリンダー内部の気体から受ける力は カ [N] となる。いま、ピストンを x_0 [m] だけ押し込んで放すと、ピストンは振動を始めた。 x_0 が L に比べて十分に小さいとき、 $1 - \frac{x_0}{L} \doteq 1$ と近似でき、この振動は単振動と見なすことができる。ピストンを放した時刻を $t = 0$ s とすると、時刻 t [s] におけるピストンの位置 $x(t)$ [m] と速度 $v(t)$ [m/s] は、それぞれ $x(t) =$ キ , $v(t) =$ ク となる。また、振動の周期は ケ [s] である。

第2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、 と は文章で記入し、 の解答では、選択肢①～③の中から適するものを選択し、その番号を記入せよ。

図 2.1 のように 2 枚の透明な平面ガラス板を重ねて、左端から L の位置に厚さ D の薄い紙を挟んでくさび形の空気層を作った。 D は L に比べて十分小さく、上のガラスの上面を面 A、下面を面 B、下のガラスの上面を面 C、下面を面 D とする。また、光が屈折率の小さな媒質から大きな媒質へ向かう境界面で反射するとき、光の位相が逆転するものとし、上のガラスによる光の屈折の効果は無視できるものとする。

上のガラスの真上から、下のガラス板に垂直に波長 λ の可視光の単色光をあて、真上から見ると、光の干渉による縞模様が観察された。

この上から見える縞模様は、どのような経路をたどった光が干渉して、縞模様として見えるのかを解答欄 に記入せよ。

ガラス板の左端 (原点 O) から x の位置における空気層の厚さ d を記号 x, L, D を用いて表すと となり、このとき生じる光路差 p を記号 x, L, D を用いて表すと となる。

原点 O から x_a の位置で暗線が見えた。この位置で暗線になる条件を、記号 λ, p および整数 $m (m=0, 1, 2, \dots)$ を用いて表すと となる。また、この暗線のすぐ隣の x_b の位置で明線が見えた。この位置で明線になる条件を、記号 λ, m, p を用いて表すと となる。よって、縞の間隔 Δx を記号 λ, L, D を用いて表すと となる。

単色光をあてたまま、ガラス板の真下から見ても、光の干渉による縞模様が見られた。

この下から見える縞模様は、どのような経路をたどった光が干渉して、縞模様として見えるのかを解答欄 に記入せよ。

また、このとき生じる光路差 p' を記号 x, L, D を用いて表すと となる。
 Δx を求めたときと同様に縞の間隔 $\Delta x'$ を記号 λ, L, D を用いて表すと となる。よって、縞の間隔 $\Delta x'$ は間隔 Δx と比較して 。

の選択肢：

- ① 広がる
- ② 変わらない
- ③ 狭くなる

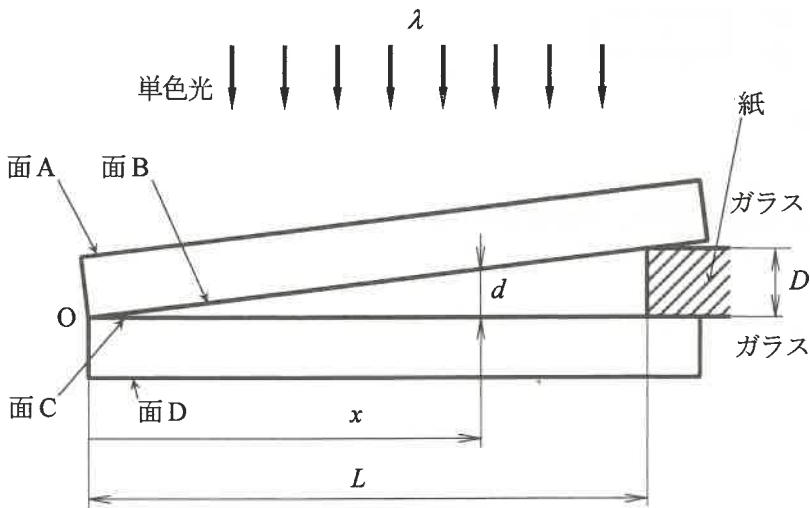


図 2.1

第3問 (数学, 配点100点)

円 $C: x^2 + y^2 = r^2$ ($r > 0$) があり, 点 $A(-r, 0), B(r, 0), P, Q$ は円 C 上にある。点 P および Q はそれぞれ第1象限および第2象限にあり, 直線 AB と直線 PQ は平行である。 $\angle POB = \theta$ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) とする。四角形 $ABPQ$ の面積を S とする。以下の問いに答えよ。問1, 問2, 問3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4については, 答えを導く過程も記すこと。

問1 点 P の座標は θ を用いると (,) である。

また, 点 Q の座標は θ を用いると (,) である。

問2 面積 S は である。

問3 S を θ で微分すると,

$$\frac{dS}{d\theta} = \text{ }$$

となる。

問4 面積 S の増減を調べ, 極値を求めよ。

(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1 a を正の定数とするとき、放物線 $C: y = x^2 + (4a+2)x + 4a+3$ が、異なる2点で x 軸と交わる条件は $a >$ である。

この条件を満たすとき、 C と x 軸との交点をそれぞれ A, B とすると、線分 AB の長さは となる。

C の頂点を P とするとき、三角形 APB の外接円の中心の座標は (,) であり、半径は である。

さらに、 $a =$ のとき、三角形 APB は正三角形である。

問2 箱の中に、1 から 6 までの数字が書いてあるカードが、2 枚ずつ合計 12 枚ある。この中から 3 枚のカードを同時に取り出す。取り出したカードの数字について考える。

(1) 3 枚の数字の和が 4 である確率は である。

(2) 3 枚の数字の和が 5 である確率は である。

(3) 3 枚の数字のうち最も大きい数が 2 である確率は である。

(4) 3 枚の数字のうち最も大きい数が 4 である確率は である。

(5) 3 枚の数字の積が偶数である確率は である。

(計算用余白)

第4問 選択B (数学, 配点100点)

点 O を原点とする座標平面において、点 $A(2,0)$, $B(0,1)$ が与えられており、 $\overrightarrow{OA} = \vec{a}$, $\overrightarrow{OB} = \vec{b}$ とする。また、2つのベクトル \vec{p}, \vec{q} を $\vec{p} = (1,1)$, $\vec{q} = (-1,1)$ により定める。 s, t, u, v を実数とする。

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、答えを導く過程も記すこと。

問1 $\overrightarrow{OC} = \vec{c} = \vec{b} + s\vec{p}$ で与えられる点 C を考える。このとき、 s を用いて $\vec{c} = (\square \text{ハ}, \square \text{ヒ})$ となる。ここで、 $\vec{e} = (1,0)$ と \vec{c} との内積が $\vec{e} \cdot \vec{c} = 3$ であるとする、 $s = \square \text{フ}$ であり、 $\triangle OAC$ の面積は $\square \text{ヘ}$ となる。さらにこのとき、四角形 $OACB$ の面積は $\square \text{ホ}$ となる。

問2 $t > 0$ とする。 $\overrightarrow{OD} = \vec{b} + t\vec{p}$, $\overrightarrow{OE} = \vec{b} + t\vec{q}$, $\overrightarrow{OF} = \overrightarrow{OD} + 2t\vec{q}$ で与えられる点 D, E, F に対し、四角形 $BDFE$ の面積が6であるとする。このときの t を求めよ。

問3 点 G を $\overrightarrow{OG} = u\vec{p} + v\vec{q}$ により定める。点 G が $\triangle OAB$ の周および内部にあるような u, v の範囲を求めよ。

(計算用余白)

2023（令和5）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。

エネルギー循環化学科 ・ 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1問 2ページ 上から7行目

(誤) ピストンがシリンダー内部の気体から受ける力は [N] となる。

↓

(正) ピストンを押し込むときに加えた力は [N] となる。

第2問 3ページ 上から15行目

(誤) このとき生じる光路差 p を記号 x, L, D を用いて・・・

↓

(正) 解答欄 で述べた2つの光の光路差 p を記号 x, L, D を用いて・・・

第2問 4ページ 上から4行目

(誤) このとき生じる光路差 p' を記号 x, L, D を用いて・・・

↓

(正) 解答欄 で述べた2つの光の光路差 p' を記号 x, L, D を用いて・・・

2023（令和5）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。

エネルギー循環化学科 ・ 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3 9ページ 問題文

(誤) 点Gが $\triangle OAB$ の周および内部にあるような u, v の範囲を求めよ。

↓

(正) 点Gが $\triangle OAB$ の周および内部にあるときに u, v が満たすべき条件を求めよ。