

国際環境工学部 物理

【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00分までの90分、配点は300点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に6ページあり、解答用紙は3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. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を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。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 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。
8. 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)

図 1.1 のように, なめらかな水平面上に, 水平台と垂直壁をもつ質量 M の台車が静止している。この台車にはブレーキがついており, ブレーキで水平方向の動きを拘束できるものとする。いま, 時刻 $t=0$ で台車上の水平台から質量 m の小球を角度 θ , 初速度 v で垂直壁に向かって打ち出したところ, 小球は垂直壁に対して水平に衝突した。この台車および小球を用いた実験について記述した以下の文章の空欄 ア ～ ケ に入れるのに適する数式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, 空欄 キ は, 数式の答えだけでなく, 導出過程も分かりやすく記述すること。なお, 小球と台車の垂直壁が衝突する際にはね返り係数 (反発係数) は e , 重力加速度の大きさは g とし, 空気抵抗および台車と水平面の間の摩擦は無視できるとする。また, 実験中は台車の車輪は常に水平面に接しており, 車輪が浮き上がることはないものとする。解答に使用してよい記号は, M, m, θ, v, e および g とする。

- (1) はじめ, 台車をブレーキで完全に固定した状態で実験を行った。小球が台車の垂直壁に衝突する際, 衝突の時刻は ア , 小球を打ち出した点から垂直壁までの水平台に沿う距離 L は, $L =$ イ , 衝突の際に垂直壁が小球に与えた力積の大きさは ウ , 衝突によって小球が失った力学的エネルギーの大きさは エ である。
- (2) 次の実験として, 小球を打ち出した直後に台車のブレーキを解除し, 台車が自由に動ける状態とした。この実験では, 小球が台車の垂直壁に衝突した直後の台車の速さは オ で, 水平面に立った人から見たときに衝突した小球が衝突後も紙面の右側に運動するためのはね返り係数 e の条件は カ となる。図 1.2 のように, 小球は垂直壁に衝突後, 台車の水平台に衝突した。このとき, 水平台に衝突した点と垂直壁との水平台に沿う距離 l は, $l =$ キ となる。また, 水平台に衝突する直前の小球の速さは, 水平面に立った人から見ると ク となり, 台車の水平台の上に立った人から見ると ケ となる。

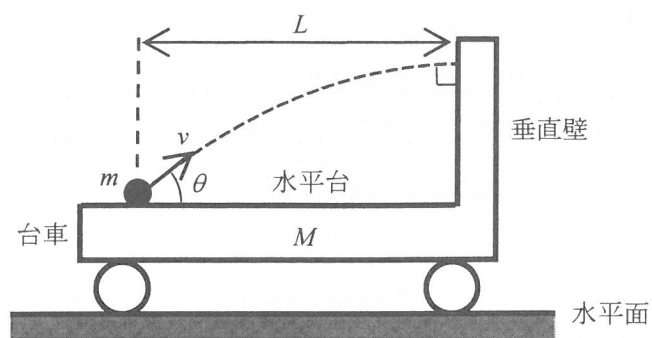


图 1.1

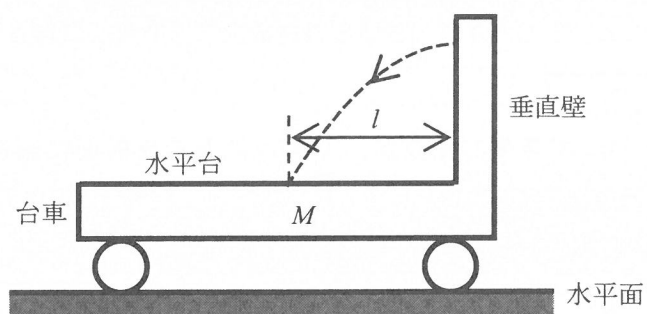


图 1.2

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語句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。

図 2.1 のように，原点を O とする x 軸を設定する。 $x=L$ の位置に反射面があり， x_1 は O と L の間にある点とする。いま，時刻 $t=0$ で，原点 O において x 軸の正方向に一定の速さ v で伝わる波を発生させた。時刻 t での原点 O における媒質の変位を $y_o(t) = A \sin \frac{2\pi}{T} t$ とする。ここで， A は波の振幅， T は周期である。

入射波が $x = x_1$ に到達した以降の時刻 t での， $x = x_1$ における入射波による媒質の変位は

$$y(t) = \text{サ}$$

と表される。 $t=0$ で発生した波が， $x=L$ にある反射面に到達する時刻は $t = \text{シ}$ である。

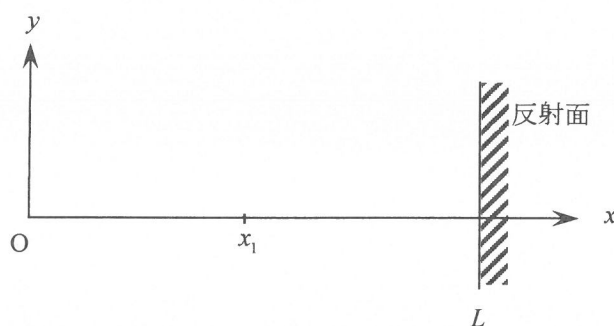


図 2.1

最初に、反射する波が固定端反射の場合を考える。 $x=L$ に入射波が到達した以降の時刻 t での、 $x=L$ における反射波による媒質の変位は

$$y(t) = \boxed{\text{ス}}$$

となる。反射した波が、再び $x=x_1$ に到達する時刻は $t=\boxed{\text{セ}}$ である。よって、時刻 t での $x=x_1$ における反射波による媒質の変位は、

$$y(t) = \boxed{\text{ソ}}$$

となる。このとき、三角関数の公式

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cos \frac{\alpha + \beta}{2}$$

を用いると、時刻 t での x における入射波と反射波の合成波による変位は、

$$y(t, x) = 2A \sin \boxed{\text{タ}} \times \cos \boxed{\text{チ}}$$

となる。この合成波は、定在波（定常波）となる。最も大きな振幅で振動する点を

$\boxed{\text{ツ}}$ といい、まったく振動しない点を $\boxed{\text{テ}}$ という。

次に、反射する波が自由端反射の場合を考える。反射波が $x=x_1$ に到達した以降の時刻 t での、 $x=x_1$ における反射波による媒質の変位は、

$$y(t) = \boxed{\text{ト}}$$

となる。

第3問 (物理, 配点 100 点)

問 1 以下の文章の空欄 ～ に入れるのに適する数式を解答箇所記入せよ。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。

図 3.1 のように、起電力が E [V] で内部抵抗が r [Ω] の電池に 4 個の抵抗器および 3 個のスイッチ S_1, S_2, S_3 を接続した。抵抗器の抵抗値はそれぞれ R [Ω], $2R$ [Ω], $3R$ [Ω], $4R$ [Ω] であった。抵抗値 R [Ω] の抵抗器を抵抗器①とする。

- (1) スイッチをすべて開くとき、抵抗器①を流れる電流は [A] であり、抵抗器①での消費電力は [W] である。スイッチ S_1 を閉じ、スイッチ S_2 と S_3 を開くとき、電池から流れ出す電流は [A] であり、抵抗器①を流れる電流は [A] である。スイッチ S_1 と S_2 を閉じ、スイッチ S_3 を開くとき、抵抗器①を流れる電流は [A] である。スイッチをすべて閉じるとき、抵抗器①を流れる電流は [A] である。
- (2) スイッチを再びすべて開いた。抵抗器①での消費電力は R [Ω] の値に依存する。消費電力が最大となるのは $R =$ [Ω] のときである。また、そのときの消費電力は [W] である。

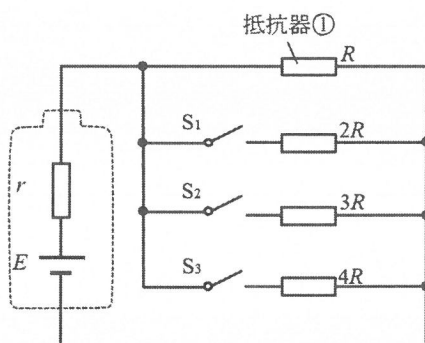


図 3.1

問2 以下の文章の空欄 に入れるのに適する語句を { 大きい, 小さい } から選んで解答箇所に記入せよ。また, 解答用紙の については, 端子 p1~p8 と電極 p9~p12 を適切に接続して, 図 3.2 に示す体脂肪計の配線図を完成させよ。ただし, 接続しない端子も含まれているので注意すること。

体脂肪計の原理について考えよう。人体の脂肪組織は電流をほとんど通さないが, 筋肉など脂肪以外の組織は電解質を多く含むため電流を通しやすい。したがって, 身長と体重が同じであっても, 体脂肪率が高い人の体はインピーダンスが 傾向がある。そこで, 例えば図 3.2 に示すように, 測定対象者の左右の足の前部(つま先側)に接触した電極 p9 と電極 p12 の間にわずかな交流電圧を加えて流れる電流を測定し, 左右の足の後部(かかと側)に接触した電極 p10 と電極 p11 の間の電圧を測定する。こうして測定された電流と電圧の値から人体のインピーダンスを計算する。これに加えて, 身長と体重, さらに年齢や性別などの情報も加味することにより体脂肪率を推定することができる。

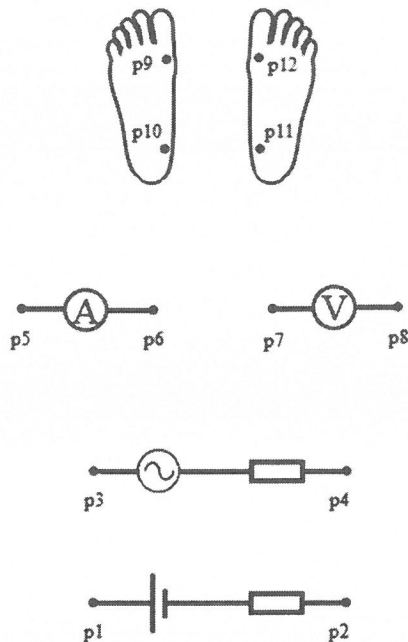


図 3.2

2025（令和7）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 ・ 生命工学科

問 題 訂 正

科目名：【 物理 】

訂正内容

第2問 4ページ 上から4行目

（誤） 反射した波が、再び $x = x_1$ に到達する時刻は $t =$ である。
よって、時刻 t での . . .

↓

（正） $t = 0$ で発生した波が $x = L$ において反射し、反射した波が再び $x = x_1$ に到達する時刻は $t_1 =$ である。よって、時刻 t ($t \geq t_1$) での . . .