

選 択 科 目

(医 学 部)

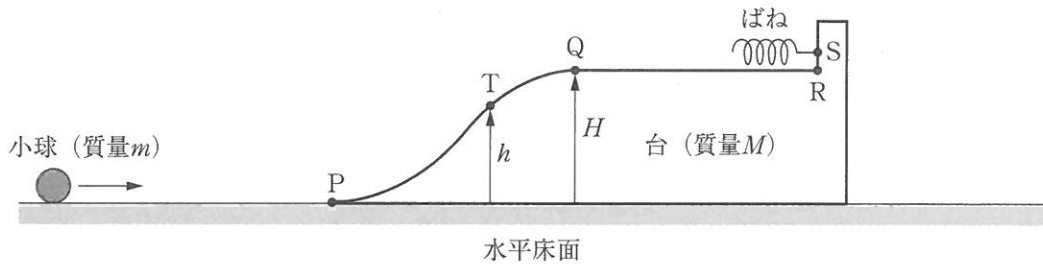
— 2 月 2 日 —

物 理 }
化 学 } この中から 1 科目を選択して解答しなさい。
生 物 }

科 目		問 題 の ペ ー ジ
物	理	1 ～ 6
化	学	7 ～ 11
生	物	12 ～ 20

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

- 1 図のように、なめらかな水平床面上に質量 M の台が静止している。台は左端の点 P から点 Q までのなめらかな斜面と、点 Q から点 R までのなめらかな水平面を有している。点 Q の床面からの高さは H である。また、点 R において水平面に対して垂直な壁があり、その壁面上の点 S に軽いばねの一端が固定されており、ばねは水平方向へ伸び縮みできる。このばねのばね定数は k である。台の左端 P と水平床面はなめらかにつながっている。いま、図のように床面上に置かれた質量 m ($m < M$) の小球をある初速で水平右向きに打ち出す。小球が台に達すると台も運動をはじめ。小球が台上を運動するとき、小球は台上から離れることはなく、台が傾くことはないものとする。また、小球とばねが衝突するとき力学的エネルギーは保存されるものとする。重力加速度の大きさを g として、以下の各問いに答えなさい。ただし、小球と台の上面、小球と床面および台の底面と床面の間に摩擦はなく、空気抵抗もないものとする。また、 PQR は紙面上にあり、小球と台の運動はすべて紙面を含む鉛直面内で行われるものとし、速度は右向きを正にとるものとする。



- (1) 小球をある初速 v_0 で打ち出したところ、小球は台の斜面をのぼり、ある最高点 T に到達した後、斜面をすべり降りて再び床面に達した。最高点に到達したときの、床面に対する台の水平方向の速度を求めなさい。答えは m , M , v_0 , g の中から適切な記号を用いて求めなさい。
- (2) (1)において、小球が到達した最高点の床面からの高さ h を求めなさい。答えは m , M , v_0 , g の中から適切な記号を用いて求めなさい。

次に、小球と台を最初の位置に戻してともに静止させた後に、小球を初速 v_1 で打ち出したところ、小球は台の斜面をのぼった後に点 Q を通過して右方向へ運動した。その後、小球はばねに正面衝突してばねを縮めた後にばねから離れた。

- (3) ばねが最も縮んだときの、床面に対する小球の速度を求めなさい。答えは m , M , v_1 , g の中から適切な記号を用いて求めなさい。
- (4) ばねが最も縮んだとき、ばねは自然長から長さ L だけ縮んだ。ばねが縮んだ長さ L を求めなさい。答えは m , M , v_1 , g , H , k の中から適切な記号を用いて求めなさい。
- (5) ばねから離れた小球は左方向へ運動し、点 Q を通過して斜面をすべり降りた後に台から離れ再び床面に達した。小球が台から離れた後の、床面に対する台の速度を求めなさい。答えは m , M , v_1 , g の中から適切な記号を用いて求めなさい。

- 2 図1のように、2つの音源 A と音源 B を 1.6 m の間隔で置いた。音速を 340 m/s とする。音源は十分小さくて、音の進行を妨げることはない。また、音波の振幅は音源からの距離によらず一定であるとしたとき、以下の各問いに答えなさい。

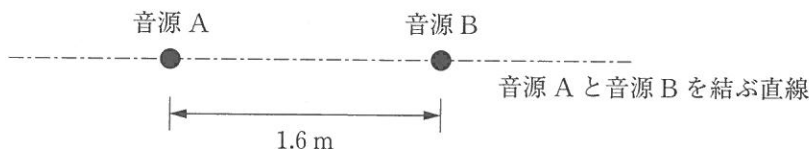


図1 音源 A と音源 B の最初の配置

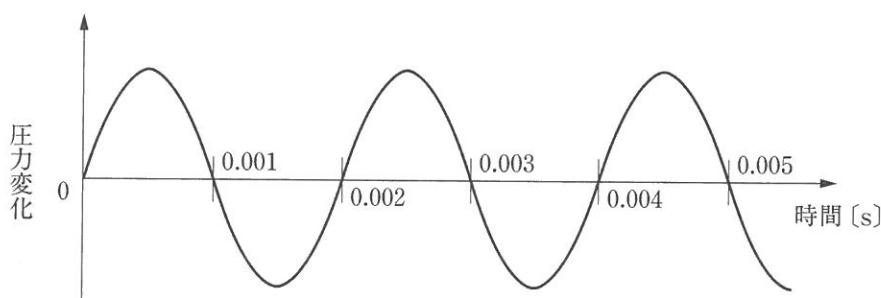
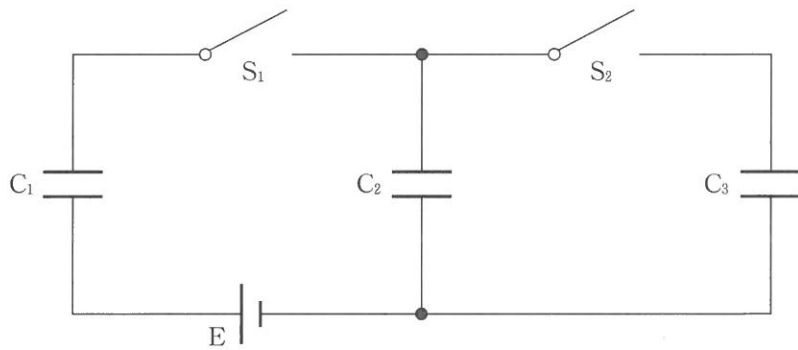


図2 音源 A による圧力変化

- (1) はじめに、音源 A のみから振動数 f_A [Hz] の音波を発生させた。このとき、ある観測点での音波による圧力変化を表すと図2となる。この音波の波長 λ は何 m か。
- (2) 続いて、音源 B から振動数 f_A [Hz] より高音の振動数 f_B [Hz] の音波を発生させたとき、2 Hz のうなりが生じた。振動数 f_B は何 Hz か。
- (3) 音源 B から出る音をうなりがなくなるように、音源 A と同じ振幅かつ振動数 f_A [Hz] に調整したとき、音源 A と音源 B 間では定常波が生じた。音源 A と音源 B からは同位相で音波が発生しているとする、干渉により音波が強めあっている場所は、音源 A から音源 B までの直線上 (図1中の音源 A と音源 B の間) に何カ所あるか。
- (4) 音源 A と音源 B から出る音波の振動数を f_A [Hz] の2倍の $2f_A$ [Hz] にすると、干渉により音波が強めあっている場所は、音源 A から音源 B までの直線上では何カ所になるか。ただし、音源 A と音源 B から出る音波の振幅と位相は(3)のときと変わらないものとする。
- (5) 音源 A と音源 B を、(4)の音波が強め合っている、それぞれの最も近い場所に移動し、かつ、(a) ところ、音源 A と音源 B の間では定常波が発生しているが、音源 A と音源 B を結ぶ直線上の外側 (図1中の音源 A の左外側と音源 B の右外側) では音がまったく聞こえなくなった。(a) に入れる語句として最も適切な項目を、下記のア～オの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。
 - ア. 音源 A と音源 B の音を逆位相で出した
 - イ. 音源 A からのみ音を出した
 - ウ. 音源 B の音の振幅を音源 A のその $\sqrt{2}$ 倍にした
 - エ. 音源 B の音の振動数を音源 A のその2倍にした
 - オ. 音源 B の音の振動数を音源 A のその $\sqrt{2}$ 倍にした

- 3 コンデンサーを含む直流回路を考えよう。起電力 V_0 [V] の電池 E 、電気容量 C_1 [F] のコンデンサー C_1 、電気容量 C_2 [F] のコンデンサー C_2 、電気容量 C_3 [F] のコンデンサー C_3 およびスイッチ S_1 、 S_2 を図のように接続した。導線の抵抗と電池の内部抵抗は無視できるものとする。最初、 S_1 、 S_2 は開いた状態で、各コンデンサーには電荷が蓄えられていない。以下の各問いに答えなさい。答えは各問いの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。



はじめに、 S_2 を開いた状態で S_1 を閉じ、じゅうぶんに時間が経過したとする。

- (1) C_1 の極板間の電位差は何 V か。
- (2) C_2 の極板間の電位差は何 V か。
- (3) C_2 に蓄えられる電気量は何 C か。

次に、閉じていた S_1 を開いた後に、開いていた S_2 を閉じてじゅうぶんに時間が経過したとする。

- (4) C_3 に蓄えられる電気量は何 C か。
- (5) C_3 が蓄える静電エネルギーは何 J か。

[解答群]

$$(1) \quad \text{ア. } \frac{C_1}{C_1+C_2} V_0 \quad \text{イ. } \frac{C_2}{C_1+C_2} V_0 \quad \text{ウ. } \frac{C_1+C_2}{C_1} V_0 \quad \text{エ. } \frac{C_1+C_2}{C_2} V_0$$

$$\text{オ. } \frac{C_1}{2(C_1+C_2)} V_0$$

$$(2) \quad \text{ア. } \frac{C_1}{C_1+C_2} V_0 \quad \text{イ. } \frac{C_2}{C_1+C_2} V_0 \quad \text{ウ. } \frac{C_1+C_2}{C_1} V_0 \quad \text{エ. } \frac{C_1+C_2}{C_2} V_0$$

$$\text{オ. } \frac{C_1}{2(C_1+C_2)} V_0$$

$$(3) \quad \text{ア. } \frac{C_1 C_2}{C_1+C_2} V_0 \quad \text{イ. } (C_1+C_2) V_0 \quad \text{ウ. } \frac{C_2(C_1+C_2)}{C_1} V_0 \quad \text{エ. } \frac{C_2^2}{C_1+C_2} V_0$$

$$\text{オ. } \frac{C_1 C_2}{2(C_1+C_2)} V_0$$

$$(4) \quad \text{ア. } \frac{C_1 C_2 C_3}{C_1+C_2} V_0 \quad \text{イ. } \frac{C_2 C_3}{C_1(C_1+C_2)} V_0 \quad \text{ウ. } \frac{(C_1+C_2)(C_2+C_3)}{2C_1 C_3} V_0$$

$$\text{エ. } \frac{C_1 C_2 C_3}{(C_1+C_2)(C_2+C_3)} V_0 \quad \text{オ. } \frac{C_1 C_2 C_3}{(C_1+C_2) V_0}$$

$$(5) \quad \text{ア. } \frac{(C_1 C_2 C_3)^2}{2(C_1+C_2)^2(C_2+C_3)^2} V_0 \quad \text{イ. } \frac{C_1^2 C_2^2 C_3}{(C_1+C_2)^2(C_2+C_3)^2} V_0^2 \quad \text{ウ. } \frac{(C_1 C_2 C_3)^2}{(C_1+C_2) V_0^2}$$

$$\text{エ. } \frac{2(C_1 C_2 C_3)^2}{(C_1+C_2)^2(C_2+C_3)^2} V_0^2 \quad \text{オ. } \frac{C_1^2 C_2^2 C_3}{2(C_1+C_2)^2(C_2+C_3)^2} V_0^2$$