平成 27 年度　　〔試験時間　80 分〕

Ｆ３　物理　　Ｆ４　化学　　Ｆ５　生物

この冊子は，物理，化学および生物の問題を１冊にまとめてあります。

物理学科は物理指定

応用生物科学科と経営工学科は，物理・化学・生物のいずれかを選択

物理の問題は，1 ページより 18 ページまであります。
化学の問題は，19 ページより 29 ページまであります。
生物の問題は，30 ページより 50 ページまであります。

〔注　意〕

(1) 試験開始の指示があるまで，この冊子を開いてはいけません。

(2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら，解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し，さらに受験番号と志望学科をマークしてください。

(3) 解答は，所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。

(4) 解答用マークシートについて

① 解答用マークシートは，絶対に折り曲げてはいけません。

② マークには黒鉛筆（ＨＢまたはＢ）を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合，採点できないことがあります。

③ 誤ってマークした場合は，消しゴムで丁寧に消し，消しくずを完全に取り除いたうえ，新たにマークしてください。

④ 解答欄のマークは，横１行について１箇所に限ります。２箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので，はっきりマークしてください。

⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を，必ず読んでから解答してください。

(5) 試験開始の指示があったら，初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁，印刷不鮮明等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

(6) 問題冊子は，試験終了後，持ち帰ってください。

物　　理

1 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。(同じ番号を何回用いてもよい。)　(40 点)

水平な床の端に段差 (高さ) が h [m] で奥行 (幅) が w [m] の階段が無限に続いている。高さ ℓ [m] の天井の一点 P から長さ ℓ [m] のひもが垂れ下がっており，その先には質量 M [kg] の小球 B が取り付けられている。P の鉛直真下の床の上には質量 m [kg] $(m < M)$ の小球 A が置かれている。ひもと鉛直線のなす角度が θ [rad] になるように小球 B を少しだけ引き上げた。状況を**図 1** に示している。

θ は微小で, ひもは伸び縮みせず, たるむこともないとする。また，ひもの質量, 小球の大きさ, および小球と床との摩擦は無視できるものとする。小球どうし, および小球と床のはねかえり係数（反発係数）を $e (0 < e < 1)$ とし，重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。水平方向を x 軸とし右向きを正方向にとり, 鉛直方向を y 軸とし上向きを正方向にとる。階段が始まる点を座標原点 O とし，小球は xy 平面のみで運動するものとする。必要であれば $|x| \ll 1$ のときの近似式 $\cos x \fallingdotseq 1 - \dfrac{1}{2}x^2$ を用いてもよい。

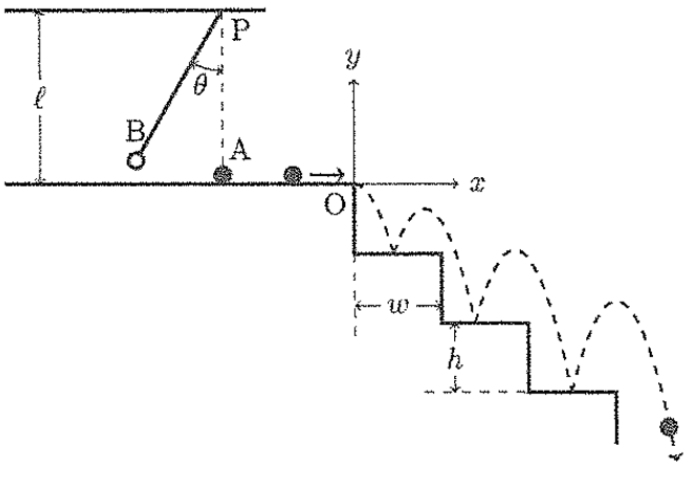

図 1

(1) 小球Bは, 引き上げていた手を離してから $\boxed{\text{(ア)}}$ [s] 後に床の上の小球Aと衝突する。衝突直前の小球Bの速さは $v_B = \boxed{\text{(イ)}}$ [m/s] である。小球Aと衝突した直後の小球Bの速さは, $\boxed{\text{(ウ)}} \times v_B$ [m/s] となる。小球Bと衝突した小球Aは速さ $v = \boxed{\text{(エ)}} \times v_B$ [m/s] で動き始め, 床の端で階段から落ちていく。

小球が階段を飛び跳ねながら落ちる光景は, お寺の境内などで見かけることがある。小球がどのように落下していくか考察してみよう。小球Aが階段を落ちていく際に, それぞれのステップ (段) での衝突後の運動には次の3つの場合が考えられる。

(a) 同じステップに衝突する。

(b) 次のステップに衝突する。

(c) 次のステップを飛び越えてそれ以降のステップに衝突する。

以下の設問では, 小球Aが床の端から落ちて最初に衝突するのが一段目のステップの場合についてのみ考える。

(ア) の解答群

⓪ $\sqrt{\frac{\ell}{g}}$　① $2\sqrt{\frac{\ell}{g}}$　② $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\ell}{g}}$　③ $\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

④ $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$　⑤ $\sqrt{\frac{g}{\ell}}$　⑥ $2\sqrt{\frac{g}{\ell}}$　⑦ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{g}{\ell}}$

⑧ $\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}}$　⑨ $2\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}}$

(イ) の解答群

⓪ $\sqrt{g\ell}\theta$　① $\sqrt{g\ell}\theta^2$　② $g\ell\theta$　③ $g\ell\theta^2$

(ウ) の解答群

⓪ $\frac{M}{M+m}$　① $\frac{eM}{M+m}$　② $\frac{m}{M+m}$　③ $\frac{em}{M+m}$

④ $\frac{M-m}{M+m}$　⑤ $\frac{M-em}{M+m}$　⑥ $\frac{M+em}{M+m}$　⑦ $\frac{eM-m}{M+m}$

⑧ $\frac{eM+m}{M+m}$

(エ) の解答群

⓪ $\frac{M}{M+m}$　① $\frac{eM}{M+m}$　② $\frac{m}{M+m}$　③ $\frac{em}{M+m}$

④ $\frac{(1-e)M}{M+m}$　⑤ $\frac{(1+e)M}{M+m}$　⑥ $\frac{(1-e)m}{M+m}$　⑦ $\frac{(1+e)m}{M+m}$

⑧ $\frac{M-em}{M+m}$　⑨ $\frac{eM-m}{M+m}$

左のページは白紙です。

(2) 小球 A が原点 O を通過する時刻を時間原点 $t = 0$ s とする。最初に衝突するまでの時間 T [s] は $T =$ $\boxed{\text{(オ)}}$ なので，その衝突点の x 座標は $\boxed{\text{(オ)}}$ × v [m] である。ここで，v は**小問** (1) で求めた小球 A の速さである。このとき，衝突直前の速度の y 成分 v_{y0} [m/s] は $v_{y0} =$ $\boxed{\text{(カ)}}$ である。

はね返った小球 A は放物線を描いて運動する。小球 A がこの放物線の頂点に達する時刻は $\boxed{\text{(キ)}}$ $\times T$ [s] であり，一段目のステップと同じ高さになる時刻は $\boxed{\text{(ク)}}$ $\times T$ [s] である。一段目のステップに再衝突せずに，二段目のステップと同じ高さになる時刻は $\boxed{\text{(ケ)}}$ $\times T$ [s] である。以上のことから，小球 A が一段目のステップに再衝突せずに二段目のステップに衝突するための条件は $\boxed{\text{(コ)}}$ × $\boxed{\text{(ケ)}}$ $\times vT \leqq w <$ $\boxed{\text{(ク)}}$ $\times vT$ [m] であることがわかる。また，二回目の衝突直前の小球 A の速度の y 成分は，$\boxed{\text{(サ)}}$ $\times v_{y0}$ [m/s] である。

二段目のステップで衝突した後の運動も放物線を描く。一段目の衝突後の運動と同じように考えると，二段目に再衝突せずに三段目のステップに衝突する場合の，衝突直前の速度の y 成分は $\boxed{\text{(シ)}}$ $\times v_{y0}$ [m/s] であることがわかる。

(オ) の解答群

⓪ $\sqrt{\dfrac{4h}{g}}$　① $\sqrt{\dfrac{3h}{g}}$　② $\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$　③ $\sqrt{\dfrac{h}{g}}$

④ $\sqrt{\dfrac{h}{2g}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{h}{3g}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{h}{4g}}$

(カ) の解答群

⓪ $-\sqrt{\dfrac{gh}{2}}$　① $-\sqrt{gh}$　② $-\sqrt{2gh}$　③ $-\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$

④ $-\sqrt{\dfrac{h}{g}}$　⑤ $-\sqrt{\dfrac{h}{2g}}$　⑥ $-\sqrt{\dfrac{2g}{h}}$　⑦ $-\sqrt{\dfrac{g}{h}}$

⑧ $-\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$

(キ), (ク), (ケ) の解答群

⓪ $(1-e)$　① $(1+e)$

② $(1+2e)$　③ $(1+\sqrt{1+e^2})$

④ $(1+\sqrt{1-e^2})$　⑤ $(1+e+\sqrt{1+e^2})$

⑥ $(1+2e+\sqrt{1+e^2})$　⑦ $(1+\sqrt{1+e^2+e^4})$

⑧ $(1+e+\sqrt{1+e^2+e^4})$　⑨ $(1+2e+\sqrt{1+e^2+e^4})$

(コ) の解答群

⓪ $\frac{1}{4}$　　① $\frac{1}{3}$　　② $\frac{1}{2}$

③ 1　　④ 2　　⑤ 3

⑥ 4

(サ), (シ) の解答群

⓪ $\sqrt{1-e}$　　① 1　　② $\sqrt{1+e}$

③ $\sqrt{1+2e}$　　④ $\sqrt{1+e+e^2}$　　⑤ $\sqrt{1+2e+2e^2}$

⑥ $\sqrt{1+e^2}$　　⑦ $\sqrt{1+2e^2}$　　⑧ $\sqrt{1+e^2+e^4}$

⑨ $\sqrt{1+2e^2+2e^4}$

左のページは白紙です。

(3) **小問** (2) でわかるように，衝突を繰り返すたびに，衝突直前の小球 A の速度の y 成分は $\boxed{\text{(ス)}}$ なっていく。

階段の一段目のステップの段差を調整するだけで，各ステップでの衝突直前の小球 A の速度の y 成分が常に同じになるようにできるか考えてみよう。一段目のステップでの衝突と二段目のステップでの衝突のそれぞれの衝突直前の速度の y 成分が同じになれば，その後の衝突でも衝突直前の速度の y 成分は同じになるはずである。

小問 (2) の解法を適用することで，上記の 2 つの y 成分を求めることができる。その 2 つが等しいという式から，最初の段差を h から $h' = \boxed{\text{(セ)}} \times h\,[\mathrm{m}]$ へ変更すればよいことがわかる。ステップの奥行 w が，2 つの衝突間の時間差に小球 A の速度の x 成分を掛けたものと等しければ，小球は各ステップに 1 回だけ衝突しながら落下する。その条件は，最初の段差を h' と変更したときの，一段目のステップでの衝突点の x 座標 $x_0\,[\mathrm{m}]$ を用いて，$w = \boxed{\text{(ソ)}} \times x_0$ と表すことができる。振り子の角度 θ を調整して，最初の衝突点が上記の条件を満たすようにすれば，小球はこの階段を場合分け (b) で落下し続ける。

(ス) の解答群

⓪ 小さく　　① 大きく

(セ), (ソ) の解答群

⓪ 1　　① $(1+e)$　　② $(1+e^2)$　　③ $\dfrac{1}{1-e}$

④ $\dfrac{1+e}{1-e}$　　⑤ $\dfrac{1}{1+e}$　　⑥ $\dfrac{1-e}{1+e}$　　⑦ $\dfrac{1}{1-e^2}$

⑧ $\dfrac{1+e^2}{1-e^2}$　　⑨ $\dfrac{1}{1+e^2}$

2 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。(同じ番号を何回用いてもよい。)　(40 点)

図 2-1 のような回路を考える。S はスイッチ，V は起電力 V [V] の電池である。A と B は平行板コンデンサーで，同じ面積の正方形の極板を持つ。A と B ともに極板間は空気でみたされている。

A の極板間隔は一定距離 a [m] に固定されており，その電気容量は C_0 [F] である。B の極板間の距離は変えることができ，片方の極板 B_1 は伸び縮みしない細い糸で，滑車を通じて質量 M [kg] のおもりにつながっている。重力加速度の大きさは g [m/s^2] とする。滑車および極板の動きはなめらかで摩擦はない。糸がたるむことはなく，滑車や導線が極板 B_1 の運動をさまたげることはないとする。滑車，極板の質量は小さく無視でき，極板の移動に伴って発生する電磁波のエネルギーは無視できるものとする。なお，極板間の距離は極板の辺の長さと比較してじゅうぶん小さいとする。

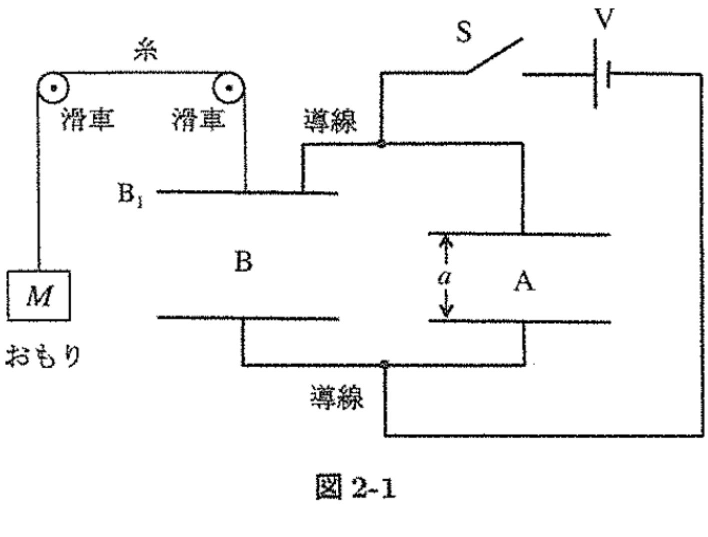

図 2-1

(1) コンデンサーBの極板間隔を a [m] に固定し，スイッチSを閉じる。このとき，コンデンサーBには電荷 $\boxed{\text{(ア)}}$ $\times C_0V$ [C] が蓄えられる。スイッチSを開いた後，Bの極板間隔を x [m] に変えて固定する。このとき，Bの電気容量は $\boxed{\text{(イ)}}$ $\times C_0$ [F] となる。コンデンサーBに蓄えられた電荷は $\boxed{\text{(ウ)}}$ $\times C_0V$ [C] となり，コンデンサーBの極板間の電位差は $\boxed{\text{(エ)}}$ $\times V$ [V] である。極板上の電荷は，もう一方の極板が作る電場から力を受ける。この電場の強さは，コンデンサー内の電場の強さの $\boxed{\text{(オ)}}$ 倍であるので，コンデンサーBの極板間に働く静電気力の大きさは $\boxed{\text{(カ)}}$ $\times C_0V^2$ [N] である。コンデンサーBに蓄えられた静電エネルギーは $\boxed{\text{(キ)}}$ $\times C_0V^2$ [J] である。

次に，Sを開いたまま極板 B_1 を手でゆっくりと移動させ，極板 B_1 に作用する静電気力と糸の張力のつりあいの位置を見つけた。このときの極板間隔は $\boxed{\text{(ク)}}$ [m] である。

さらに極板 B_1 を手でゆっくりと移動させ，極板間の距離が a [m] になったとき手を離したところ，おもりは落下しはじめた。手を離した直後のおもりの加速度は $\boxed{\text{(ケ)}}$ [m/s^2] である。ただし，加速度は鉛直下向きを正にとるものとする。極板間の距離が X [m] となったときのおもりの落下の速さを v_1 [m/s] とすると，$v_1 =$ $\boxed{\text{(コ)}}$ $\times \sqrt{X-a}$ である。

(ア), (イ), (ウ), (エ), (オ), (キ) の解答群

⓪ $\dfrac{1}{2}$　① 1　② $\dfrac{a}{x}$　③ $\dfrac{a}{2x}$

④ $\dfrac{a^2}{x^2}$　⑤ $\dfrac{a^2}{2x^2}$　⑥ $\dfrac{2a}{x+a}$　⑦ $\dfrac{2x}{x+a}$

⑧ $\dfrac{2a^2}{(x+a)^2}$　⑨ $\dfrac{2ax}{(x+a)^2}$

(カ) の解答群

⓪ $\dfrac{1}{x}$　① $\dfrac{1}{2x}$　② $\dfrac{a}{x^2}$　③ $\dfrac{a}{2x^2}$

④ $\dfrac{2}{x+a}$　⑤ $\dfrac{2x}{a(x+a)}$　⑥ $\dfrac{2a}{(x+a)^2}$　⑦ $\dfrac{2x}{(x+a)^2}$

(ク) の解答群

⓪ $a+\sqrt{\dfrac{C_0V^2a}{Mg}}$　① $a+\sqrt{\dfrac{2C_0V^2a}{Mg}}$　② $a-\sqrt{\dfrac{C_0V^2a}{Mg}}$

③ $a-\sqrt{\dfrac{2C_0V^2a}{Mg}}$　④ $\sqrt{\dfrac{C_0V^2a}{Mg}}-a$　⑤ $\sqrt{\dfrac{2C_0V^2a}{Mg}}-a$

(ケ) の解答群

⓪ $g + \dfrac{C_0V^2}{Ma}$　① $g + \dfrac{C_0V^2}{2Ma}$　② $g - \dfrac{C_0V^2}{Ma}$

③ $g - \dfrac{C_0V^2}{2Ma}$　④ $\dfrac{C_0V^2}{Ma} - g$　⑤ $\dfrac{C_0V^2}{2Ma} - g$

(コ) の解答群

⓪ $\sqrt{2g + \dfrac{2C_0V^2}{M(X+a)}}$　① $\sqrt{2g + \dfrac{4C_0V^2}{M(X+a)}}$　② $\sqrt{2g - \dfrac{2C_0V^2}{M(X+a)}}$

③ $\sqrt{2g - \dfrac{4C_0V^2}{M(X+a)}}$　④ $\sqrt{\dfrac{2C_0V^2}{M(X+a)} - 2g}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{4C_0V^2}{M(X+a)} - 2g}$

(2) コンデンサーBの極板間隔を a [m] に固定し，スイッチSを閉じる。スイッチSを閉じたまま，Bの極板間隔を x [m] に変えて固定する。コンデンサーBの極板間に働く静電気力の大きさは $\boxed{\quad(\text{サ})\quad}$ $\times C_0V^2$ [N] である。

次にスイッチSを閉じたまま極板 B_1 の固定をはずし，手でゆっくりと極板 B_1 を移動させて極板間の距離を a [m] とする。そして手を離したところ，おもりは落下しはじめた。手を離した直後のおもりの加速度は $\boxed{\quad(\text{シ})\quad}$ [m/s^2] である。ただし，加速度は鉛直下向きを正にとるものとする。極板間の距離が X [m] となったときのおもりの落下の速さを v_2 [m/s] とする。**小問** (1) の $v_1 = \boxed{\quad(\text{コ})\quad} \times \sqrt{X-a}$ とのあいだに，$\boxed{\quad(\text{ス})\quad}$ という関係がある。

(サ) の解答群

⓪ $\frac{1}{x}$　① $\frac{1}{2x}$　② $\frac{a}{x^2}$　③ $\frac{a}{2x^2}$

④ $\frac{2}{x+a}$　⑤ $\frac{2x}{a(x+a)}$　⑥ $\frac{2a}{(x+a)^2}$　⑦ $\frac{2x}{(x+a)^2}$

(シ) の解答群

⓪ $g+\frac{C_0V^2}{Ma}$　① $g+\frac{C_0V^2}{2Ma}$　② $g-\frac{C_0V^2}{Ma}$

③ $g-\frac{C_0V^2}{2Ma}$　④ $\frac{C_0V^2}{Ma}-g$　⑤ $\frac{C_0V^2}{2Ma}-g$

(ス) の解答群

⓪ $v_1 < v_2$　① $v_1 = v_2$　② $v_1 > v_2$

3 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。(同じ番号を何回用いてもよい。答えが数値となる場合は最も近い数値を選ぶこと。)　(20点)

ウェーブマシン（波動実験器）がある（**図 3-1** 参照）。**図 3-1**(a) は変位を与えていないときの図である。ウェーブマシンに沿って x 軸をとり，左端の位置を x 軸の原点 O とする。また，ウェーブマシン上の，左端から 1.5 m の位置を点 P，3 m の位置を点 Q とする。y 軸はウェーブマシンの変位の方向にとる。**図 3-1**(b) は，原点 O に正弦波として時間変化する変位を与えたときの，ある時刻におけるウェーブマシンの図である（ただし，この図は例示のためのもので，設問中で指定される条件のもとでの波とは関係しない)。なお，波の伝わる速さは 0.5 m/s であった。また一般に，ウェーブマシンを伝わる波の波長には装置の構造に由来する下限が存在するが，その下限は十分小さいと考えてよいものとする。

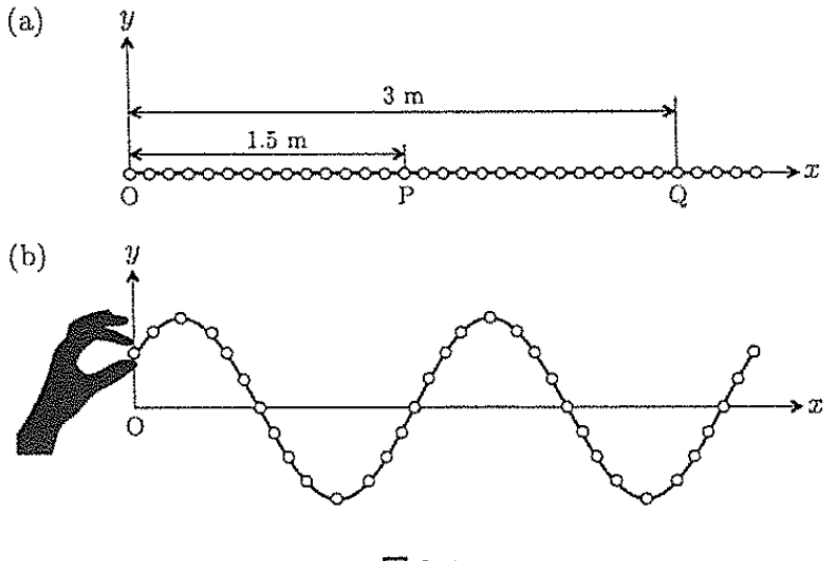

図 3-1

(1) ウェーブマシンの左端（原点 O）の変位 y_O [m] が，**図 3-2** に示すように，時刻 $t = 0$s から正弦波の時間変化をしたとする。この波の振幅を A [m]，周期を T [s] とすると，$A =$ $\boxed{\text{(ア)}}$ m，$T =$ $\boxed{\text{(イ)}}$ s であり，振動数は $\boxed{\text{(ウ)}}$ Hz，波長は $\boxed{\text{(エ)}}$ m である。

$x = 1.5$ m の点 P における変位について考えよう。点 O の振動は，x 軸の正の向きに速さ 0.5 m/s で伝わっていく。点 O から点 P の位置まで進むのに要する時間 t_1 [s] は $t_1 =$ $\boxed{\text{(オ)}}$ s である。時刻 t_1 以降の時刻 t [s] での点 P の変位 y_P [m] は

$$y_P = A \sin \frac{2\pi}{T}\left(t - \boxed{\text{(カ)}}\right)$$

である。

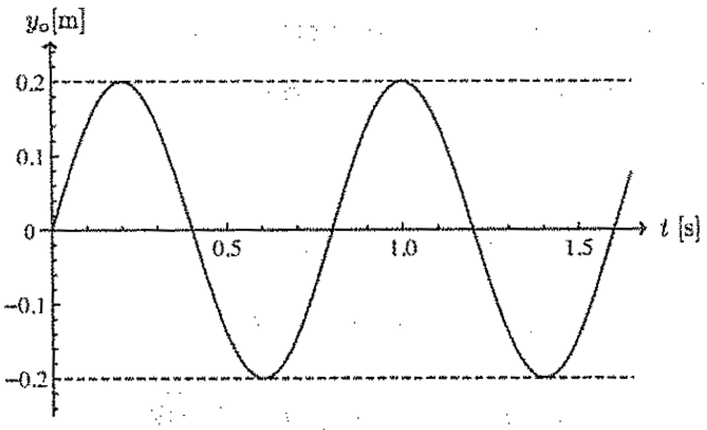

図 3-2

(ア), (イ), (ウ), (エ), (オ), (カ) の解答群

⓪ 0.2	① 0.4	② 0.5	③ 0.6	④ 0.8
⑤ 1	⑥ 1.25	⑦ 1.5	⑧ 2	⑨ 3

(2) 点Qおよびその右側の部分を動かないように固定する，すなわち，点Qを固定端とする。ウェーブマシンの左端（原点O）の変位 y_O [m] の時間変動は，時刻 $t \geqq 0$ s で**図 3-2** に示されている正弦波とする（$t < 0$ s では，全ての点の変位はゼロとする）。点Oの振動が点Pに到達するのに要する時間は $t_1 = \boxed{\text{(オ)}}$ s，点Qに到達するのに要する時間 t_2 [s] は $t_2 = 2t_1$ である。点Oの振動が点Qの固定端に到達し反射されて左方向に進み，点Pと点Oのそれぞれに到達するのに要する時間を t_3 [s]，t_4 [s] とすると，$t_3 = 3t_1$，$t_4 = 4t_1$ である。

以下において，点Pと点Qの間の位置 $x = X$ [m]（$1.5\,\text{m} \leqq X \leqq 3\,\text{m}$）の点の，時刻 t [s]（ただし，$t_3 < t < t_4$ とする）の変位 y [m] について考える。y [m] は，点Oから進行してきた入射波の変位 y' [m] と点Qから進行してきた反射波の変位 y'' [m] の重ね合わせとなり，$y = y' + y''$ で与えられる。

点Qで時刻 t [s] に生じる反射波について考える。点Qでの入射波，反射波の変位をそれぞれ y'_Q [m]，y''_Q [m] とすると，点Qでの全変位 y_Q [m] は $y_Q = y'_Q + y''_Q$ で与えられる。まず，点Qに固定端があるので $y_Q = 0$ m である。一方，点Oから**図 3-2** の正弦波が入射波として進行してくるので，点Qでの入射波の変位 y'_Q [m] は

$$y'_Q = A\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \boxed{\text{(キ)}}\right)$$

である。よって，点Qでの反射波の変位 y''_Q [m] は

$$y''_Q = -y'_Q = -A\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \boxed{\text{(キ)}}\right)$$

となる。このように，固定端では入射波による変位を打ち消すように反射波の変位が生じる。

反射波が点Qから位置 $x = X$ [m] に到達するのに要する時間は $\boxed{\text{(ク)}}$ [s] である。よって，位置 $x = X$ [m] の時刻 t [s] での反射波の変位は

$$y'' = -A\sin\frac{2\pi}{T}\left[t - \left(\boxed{\text{(ケ)}}\right)\right]$$

となる。ある時刻の反射波の変位を x の関数として表したグラフは，その時刻の入射波の変位のグラフを $x > 3$ m に延長し，$\boxed{\text{(コ)}}$ ことによって得られることになる。

入射波と反射波の重ね合わせにより定常波が得られる。三角関数の公式

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

を用いると，変位 $y = y' + y''$ を

$$y = 2A\cos\left[\frac{2\pi}{T}(t-6)\right]\sin\left[\frac{2\pi}{T}\times\left(\boxed{\text{(サ)}}\right)\right]$$

と書き表すことができる。点Pと点Qの間（1.5 m $\leqq X \leqq$ 3 m）に生ずる節の数は $\boxed{\text{(シ)}}$ 個である。(ただし，点Qの固定端も節の1つと数えるものとする。)

(キ) の解答群

⓪ 1　① 3　② 5　③ 6

④ 9　⑤ 10　⑥ 12　⑦ 15

(ク)，(ケ)，(サ) の解答群

⓪ X　① $2X$　② $3X$　③ $4X$　④ $3+X$

⑤ $6+2X$　⑥ $12+2X$　⑦ $3-X$　⑧ $6-2X$　⑨ $12-2X$

(コ) の解答群

⓪ 固定端Qを通る y 軸に平行な直線で線対称に折り返す

① 振幅を半分にしたのち，固定端Qを通る y 軸に平行な直線で線対称に折り返す

② 上下を反転させたのち，固定端Qを通る y 軸に平行な直線で線対称に折り返す

(シ) の解答群

⓪ 2　① 4　② 6　③ 8

④ 10　⑤ 12　⑥ 14　⑦ 16