

# Review Test

③

センター試験対策

# 物理Ⅰ [波動編]

単元別総復習 9回分 第3巻

このテストは、大学入試攻略の部屋で配布されている「Excelでセンター対策 [物理] with CAT on Excel」の印刷版です。

同じ問題がExcelの画面上で簡単に解くことができ、しかもその場で採点ができる「CATシステム」をなるべくご利用いただきたいのですが、それができない受験生の皆さんのために、印刷版を配布することにいたしました。

なお、解説等については、<http://bit.ly/133VfZ9>からご覧いただけますので、そちらもご利用ください。

## 目次

1. 波の基本(反射・干渉・グラフなど)	第1巻
2. 屈折 .....	第2巻
3. いろいろな鏡による反射	
4. 音の基本.....	2
5. 弦の共振・気柱の共鳴.....	8
6. ドップラー効果	第4巻
7. レンズ	
8. 光の干渉	第5巻
9. 小問集合	

## 大学入試攻略の部屋

<http://daigakunyuushikouryakunoheya.web.fc2.com/>

## 第4回 音の基本

① 次の文章中の空欄 [ 1 ] ~ [ 5 ] に入れるのに最も適当なものを、下の ① ~ ⑩のうちから1つずつ選べ。

人間に聞こえる音(可聴音)よりも [ 1 ] の大きな音波を超音波というが、可聴音に比べ [ 2 ] が短いので、厚いつい立ての向こう側で発した音がこちら側にまわり込む [ 3 ] 効果が小さく、物体で反射して戻ってくる際の音もはっきりしている。コウモリは 120 kHz までの超音波を発して、その反射からえさや障害物を判断している。

[ 3 ] 現象は、狭いスリットを通った光線がわずかに広がるように、光についても観測される。音と光でこのように共通の現象が観測されるのは、音も光も波動であることによる。しかし、例えばコウモリが発する超音波に比べ、可視光の [ 2 ] は非常に短いため [ 3 ] の程度も小さい。光と空気中を伝わる音とを比べたとき異なるもう1つの点として、光は [ 4 ] で、音は [ 5 ] であるということがあげられる。

- ① 定常波      ② 縦波      ③ 横波      ④ 干渉      ⑤ 反射  
⑥ 屈折      ⑦ 回折      ⑧ 振動数      ⑨ 波長

- ② いろいろな音をマイクロフォンで電気信号に変えてオシロスコープで観測したところ、図の A から F のような波形を得た。ただし、A から F の図は同じ目盛りで描かれている。



- (1) A と同じ高さの音はどれか。最も適当なものを、次の ①～⑤ のうちから 1 つ選べ。

① B    ② C    ③ D    ④ E    ⑤ F

- (2) うなりの現象を表す波形はどれか。最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。

① A    ② B    ③ C    ④ D    ⑤ E    ⑥ F

- (3) 振動数がしだいに大きくなる波形はどれか。最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。

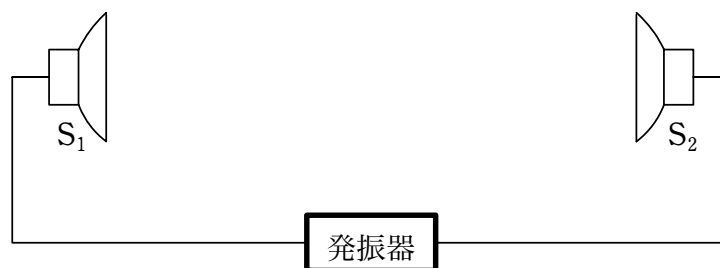
① A    ② B    ③ C    ④ D    ⑤ E    ⑥ F

(4) 音の性質についての記述として正しいものを，次の①～⑤のうちから1つ選べ。

4

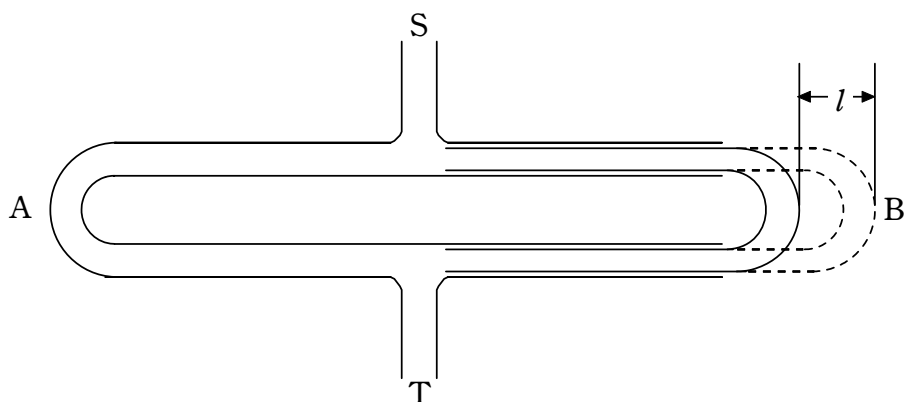
- ① 音は水中よりも空気中の方が速く伝わる。
- ② 空気中では，気温が変化しても音の伝わる速さは変わらない。
- ③ 大きい音ほど速く伝わる。
- ④ ドップラー効果は，音源が動いたときにのみ起こり，観測者が動いても起こらない。
- ⑤ 空気中の音は，空気の密度の変化が縦波として伝わる現象である。

- 3 図のように、向かい合わせに置かれた2つのスピーカー  $S_1$  と  $S_2$  が発振器に接続され同一の振動数  $f$  の音波を発している。ただし、風はなく、空気中の音速は  $V=342 \text{ m/s}$  とする。



- (1) スピーカー  $S_1$  と  $S_2$  を結ぶ直線上で音波を観測したところ、音の大きさが小さくなる場所が等間隔  $d$  で存在した。このことを説明する語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。
- ① 回折波    ② 屈折波    ③ 進行波    ④ 反射波    ⑤ 定常波
- (2) 音波の振動数が  $f=300 \text{ Hz}$  であったとき、(1)の間隔  $d$  は何  $\text{m}$  か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから1つ選べ。  $d =$    $\text{m}$
- ① 0.28    ② 0.57    ③ 1.14    ④ 2.28
- (3) 観測者が  $S_1$  から  $S_2$  に向かって一定の速さ  $v$  で歩くと、音の大きさがくり返し変化して聞こえる。音が大きく聞こえる回数は1秒あたりいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。
- ①  $f - \frac{v}{d}$     ②  $f$     ③  $f + \frac{v}{d}$     ④  $\frac{v}{2d}$     ⑤  $\frac{v}{d}$     ⑥  $\frac{2v}{d}$

- 4 図のような、入口 S から音を入れ、左右 2 つの経路 (SAT と SBT) を通った音を干渉させ、出口 T で音を聞くことができる装置がある。また、右側の経路の長さは、管 B を出し入れすることにより変化させることができる。図のように管 B を完全に入れた状態で、左右の経路の長さは等しくなっているとす。



- (1) 音源の振動数が  $f$  のとき、管 B を引き出していくと、出口 T で聞く音が次第に小さくなり、ちょうど  $l$  だけ引き出したとき、はじめて最小になった。音の速さを  $v$  とすると、振動数  $f$  はいくらか。正しいものを、次の ①～⑤ のうちから 1 つ選べ。

1

- ①  $\frac{v}{8l}$     ②  $\frac{v}{4l}$     ③  $\frac{v}{2l}$     ④  $\frac{v}{l}$     ⑤  $\frac{2v}{l}$

- (2) 次に、管 B を元にもどし、入口 S から振動数  $f$  の音と、 $f$  より少し低い振動数  $f'$  の音を同時に入れる。このとき、管 B を引き出すにつれて、出口 T で聞こえる音はどのように変化するか。最も適当なものを、次の ①～④ のうちから 1 つ選べ。

2

- ① はじめ、振動数  $f - f'$  のうなりが聞こえるが、 $l$  だけ引き出すと振動数  $f'$  の音だけが目立って聞こえる。
- ② はじめ、振動数  $f - f'$  のうなりが聞こえるが、 $l$  だけ引き出すと振動数  $f$  の音だけが目立って聞こえる。
- ③ はじめ、振動数  $\frac{f - f'}{2}$  のうなりが聞こえるが、 $l$  だけ引き出すと振動数  $f'$  の音だけが目立って聞こえる。
- ④ はじめ、振動数  $\frac{f - f'}{2}$  のうなりが聞こえるが、 $l$  だけ引き出すと振動数  $f$  の音だけが目立って聞こえる。

- (3) 室温を変えて(1)と同じ実験を行ったときの  $l$  [m] の値の変化を考える。はじめの室温は  $30^{\circ}\text{C}$  であり、次に室温を  $5^{\circ}\text{C}$  とした。ここで、温度  $t$  [ $^{\circ}\text{C}$ ] における音の速さ  $v$  [m/s] は次式で与えられる。

$$v = 331.5 + 0.6t$$

音の振動数を  $500\text{ Hz}$  とするとき、 $l$  の値の変化の大きさはおよそいくらか。最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから1つ選べ。   $\times 10^{-2}\text{ m}$

- ① 0.4    ② 0.8    ③ 1.2    ④ 1.6    ⑤ 2.0    ⑥ 2.4

## 第5回 弦の共振・気柱の共鳴

① ギターには第1弦から第6弦までの6本の弦がある。開放弦(どこも押さえない)で弾いた場合、第1弦と第5弦の基本振動の振動数が、

第1弦      330 Hz

第5弦      110 Hz

に調弦されたギターで、次のa)~d)の弾き方をして、音を比べてみる。

a) 第1弦を、どこも押さえずに弾く。

b) 第1弦を、振動部分がもとの長さの $\frac{1}{2}$ になるような場所を押さえて弾く。

c) 第5弦を、振動部分がもとの長さの $\frac{1}{2}$ になるような場所を押さえて弾く。

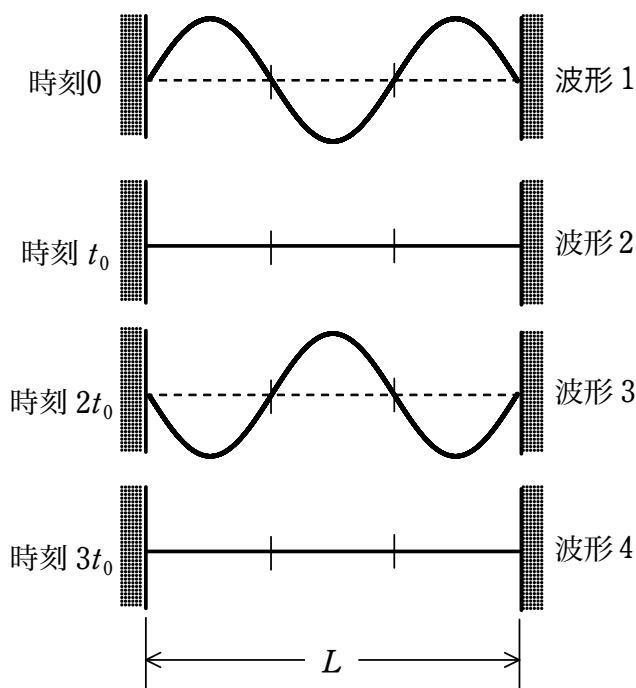
d) 第5弦を、振動部分がもとの長さの $\frac{1}{3}$ になるような場所を押さえて弾く。

これらの弾き方のうち、基本振動の振動数が同じになるのは、どれとどれか。正しいものを、次の①~④のうちから1つ選べ。

① aとc    ② aとd    ③ bとc    ④ bとd



- ② 両端を固定した長さ  $L$  の弦に、図のように 3 倍振動の定常波を発生させた。時刻  $0$ ,  $t_0$ ,  $2t_0$ ,  $3t_0$  に波形 1, 2, 3, 4 となり、時刻  $4t_0$  にはじめて波形 1 にもどって、その後、同じ振動をくりかえした。



- (a) この定常波の振動数  $f$  はいくらか。正しいものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。

①  $\frac{1}{t_0}$     ②  $\frac{1}{2t_0}$     ③  $\frac{1}{3t_0}$     ④  $\frac{1}{4t_0}$     ⑤  $\frac{1}{6t_0}$     ⑥  $\frac{1}{8t_0}$

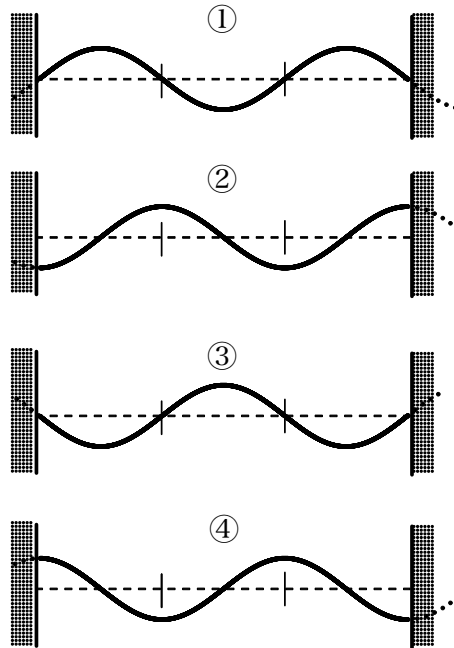
- (b) この定常波は、右と左へ進む、振幅、波長および速さが等しい 2 つの正弦波の重ね合わせと考えることができる。これらの波の速さはいくらか。正しいものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。

①  $\frac{1}{3}Lf$     ②  $\frac{2}{3}Lf$     ③  $Lf$     ④  $\frac{4}{3}Lf$     ⑤  $2Lf$     ⑥  $3Lf$

(c) 時刻  $5t_0$  における、右へ進む波と左へ進む波はそれぞれどれか。正しいものを、下の①～④のうちから1つずつ選べ。

右へ進む波の形

左へ進む波の形

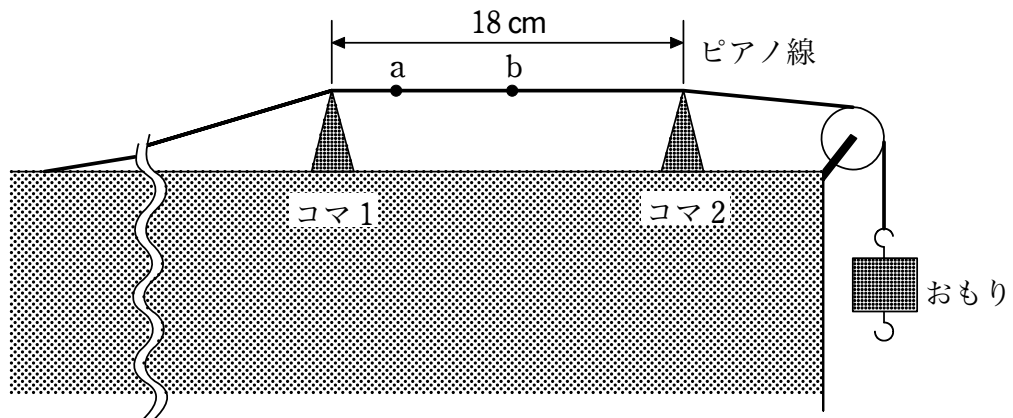


(d) こんどは、この弦に基本振動の定常波を発生させた。弦の長さ  $L$  が  $1\text{ m}$ 、周期が  $0.01$  秒のとき、左右へ進む波の速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。  m/s

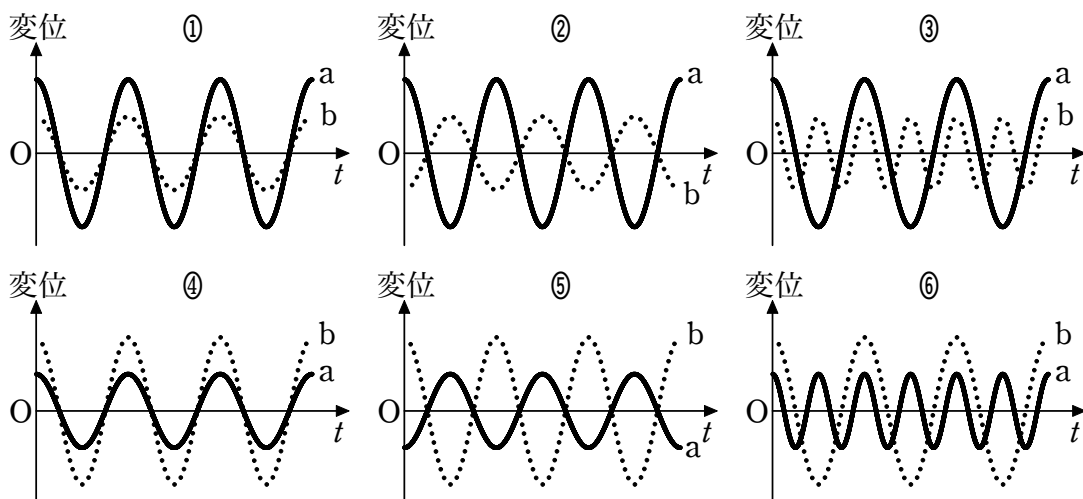
- ① 10    ② 20    ③ 50    ④ 100    ⑤ 200    ⑥ 500

- 3 図のように、端を台に固定したピアノ線の弦を間隔が18 cm あいたコマ1, コマ2で支え、滑車を通して他端におもりをつり下げた。1個あたり50 gのおもりの数を変えながら、ピアノ線の中央をはじいて上下に振動させ、弦の基本振動数を3桁(けた)の精度で測定したところ、次の結果を得た。

おもりの数	基本振動数 [Hz]
1 個	110
4 個	220
9 個	330
12 個	381



- (1) 弦が基本振動しているとき、図の点 a および点 b の上下方向の変位を時間  $t$  に対してそれぞれ実線——, 破線-----で示した。そのグラフとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。



- (2) おもりの数が1個の場合に、基本振動数を 330 Hz にするためにはコマ1 とコマ2 の間隔を何 cm にすればよいか。最も適当な数値を、次の ①～⑥ のうちから1つ選べ。

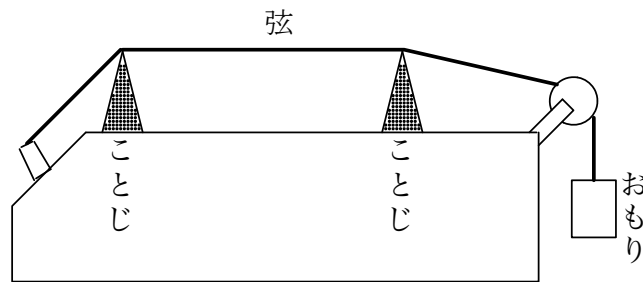
cm

- ① 6    ② 9    ③ 24    ④ 36    ⑤ 45    ⑥ 54

- (3) コマ1, コマ2 の間隔を 18 cm にしてピアノ線を振動させた。442 Hz で振動するおんさをもってきたところ、毎秒2回のうなりが聞こえた。このときのおもりの数はいくつか。最も適当な数値を、次の ①～⑥ のうちから1つ選べ。ただし、弦は基本振動しているものとする。  個

- ① 4    ② 9    ③ 16    ④ 25    ⑤ 36    ⑥ 49

- 4 花子さんと太郎君は、図のように2個のこことじ(琴柱)とおもりを用いて張った弦の中央付近をはじいて、音の性質を調べた。



- (a) 次の文章の  ~  に入れるのに最も適切な語を、下の ①~⑩のうちから1つずつ選べ。

花子さんは太郎君のはじく弦の音を聞いた。花子さんに弦の音が聞こえたのは、弦が空気を  させ、それが波として伝わって花子さんの耳に達したからである。

この波は  である。この音の性質を考えると  中では音は伝わらない。

- ① 振動      ② 振幅      ③ 膨張      ④ 横波      ⑤ 疎密波  
 ⑥ 定常波    ⑦ 気体      ⑧ 液体      ⑨ 真空      ⑩ 金属

- (b) 次の文章の  ~  に入れるのに最も適切な語を、下の ①~⑧のうちから1つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

太郎君がおもりを重くしたところ、花子さんに聞こえる音は、重くする前より

なった。次におもりを変えないまま右側のこことじの位置をおもり側に移動したところ、音は  なった。また、弦をはじいて振幅を大きくしたところ、音は

なった。最後に、おもりの重さとこことじの位置を変えないで、同じ材質でできた太い弦に取り替えたところ、音は  なった。

- ① 大きく      ② 小さく      ③ 高く      ④ 低く  
 ⑤ 柔らかく    ⑥ 固く      ⑦ 速く      ⑧ 遅く

(c) 弦を伝わる波と花子さんが聞く音に関して同じものは何か。最も適当なものを，次の①～④のうちから1つ選べ。

- ① 弦を伝わる波の振動数と音の振動数
- ② 弦を伝わる波の波長と音の波長
- ③ 弦を伝わる波の速さと音の速さ
- ④ 弦を伝わる波の振幅と音の振幅

(d) 弦の振動とそれから生じる音に関する記述として不適当なものを，次の①～④のうちから1つ選べ。

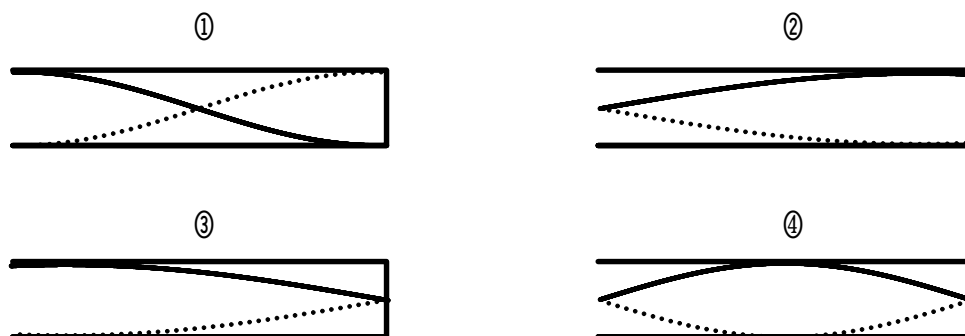
- ① 弦を伝わる波は横波である。
- ② 張られた弦の基本振動の波長は弦の長さに等しい。
- ③ 基本振動数がわずかに異なる弦を同時にはじくと，うなりが生じる。
- ④ 弦の midpoint を軽く押さえながらはじくと，倍振動の音が出る。

⑤ 直径が等しい管が2本ある。一方の管は片側が閉じてあり(閉管)、もう一方の管は両側とも開いている(開管)。両方の管の開口部にスピーカーを近づけて置いた。発振器をスピーカーにつなぎ、スピーカーからの音の振動数を0から徐々に上げていくと、ある振動数で同時に  が起こり、両方の管から大きな音が聞こえた。

(1) 上の文章中の空欄  に入れる語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

- ① 膨張    ② 回折    ③ 干渉    ④ 横波    ⑤ 共鳴

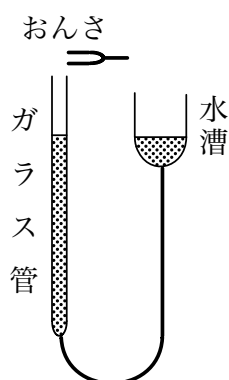
(2) 大きな音が聞こえたときの閉管の中の空気振動はどのようなであったか。このようすを表す図として最も適当なものを、次の①～④のうちから1つ選べ。ただし、図中の曲線は縦波である空気振動を横波の形で表したものである。



(3) 閉管と開管の長さの関係を述べた文として正しいものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

- ① 両方の管の長さはほぼ等しい。  
 ② 閉管は開管のほぼ2倍である。  
 ③ 閉管は開管のほぼ  $\frac{1}{2}$  倍である。  
 ④ 閉管は開管のほぼ3倍である。  
 ⑤ 閉管は開管のほぼ  $\frac{1}{3}$  倍である。

- ⑥ 図に示すように、ガラス管の水位を調節できる装置と、ある振動数のおんさをを用いて気柱共鳴の実験をした。おんさを鳴らしながら、水槽を動かして水面をガラス管の口から下げていくと、4か所で共鳴した。共鳴が起こったときのガラス管の上端から水面までの長さ  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$ ,  $l_4$  を測定した。その結果を表に示す。



気柱の長さ	測定値 (cm)
$l_1$	9.0
$l_2$	29.0
$l_3$	49.0
$l_4$	69.1

- (a) 次の文章中の  ・  に入れるのに最も適当なものを、それぞれの解答群のうちから1つずつ選べ。

共鳴が起こったときの気柱の振動は、 と考えられる。したがって、気柱の長さ  $l_2$ ,  $l_3$  を使って音波の波長を求めると、およそ  cm であることがわかる。

の解答群

- ① 水面で腹になり、管口付近で腹になる。
- ② 水面で腹になり、管口付近で節になる。
- ③ 水面で節になり、管口付近で腹になる。
- ④ 水面で節になり、管口付近で節になる。

の解答群

- ① 18    ② 20    ③ 29    ④ 36    ⑤ 40    ⑥ 60

- (b) 次の文章中の  ・  に入れるのに最も適当なものを、それぞれの解答群のうちから1つずつ選べ。

このような気柱の振動を利用するものに、管楽器がある。管楽器では、管にあけた穴を指でふさいだり、あるいは管の長さを長くしたりすることで、管内で共鳴する基本音の  を小さくし、 を出すことができる。

の解答群

- ① 波長    ② 振幅    ③ 屈折    ④ 速度    ⑤ 振動数

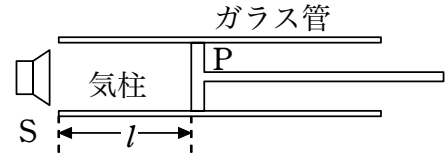
の解答群

- ① 高い音    ② 低い音    ③ 大きい音    ④ 小さい音



- 7 次の文の(1)~(5)に入れるのに最も適当な数、式を文末の解答群から選べ。ただし、同じものを2回以上用いてもよい。

図のように、ピストンPを移動させることで気柱の長さ $l$ を変化させることができるガラス管があり、ガラス管の開口近くに振動数 $f$ を変化させることができる音源Sを置く。



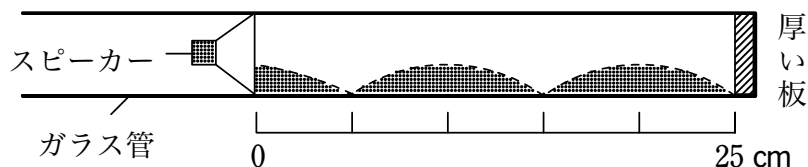
いま、音源Sの振動数を $f_0$ にして、気柱の長さ $l$ (開口端からピストンPまでの長さ)を、 $l=0$ から徐々に長くしていったところ、 $l=l_1$ で初めて共鳴し、 $l=l_2$ で2度目の共鳴が生じた。このとき、音源Sから出る音波の波長は  で、開口端補正(開口端から外部にできている定常波の腹の位置までの距離)は  である。また、3度目に共鳴するときの気柱の長さは  $l=$  である。

次に、3度目に共鳴する気柱の長さとなる位置でピストンを固定したのち、音源Sの振動数 $f$ を $f_0$ から徐々に大きくしていった。開口端補正は音波の振動数によらず一定とする。

振動数 $f_0$ の次に気柱が共鳴する振動数は  $f=$   $\times f_0$  である。音源Sの振動数をさらに $6f_0$ まで大きくしたとすると、振動数を $f_0$ から $6f_0$ にするまでの間に気柱が共鳴した回数は  回である。ただし、振動数が $f_0$ のときの共鳴は回数に含めないものとする。

- ①  $\frac{l_2-3l_1}{4}$       ②  $\frac{l_2-3l_1}{3}$       ③  $\frac{l_2-3l_1}{2}$       ④  $\frac{l_1+l_2}{2}$       ⑤  $2l_2-l_1$
- ⑥  $2(l_2-l_1)$       ⑦  $2l_1+l_2$       ⑧  $l_1+2l_2$       ⑨  $\frac{1}{5}$       ⑩  $\frac{1}{3}$
- ⑪  $\frac{7}{5}$       ⑫  $\frac{5}{3}$       ⑬  $\frac{7}{3}$       ⑭ 3      ⑮ 6
- ⑯ 9      ⑰ 12      ⑱ 15

- 8 一端を厚い板で閉じたガラス管を水平に置き管内に軽い小球を多数しきつめ、他端からは図のように薄い膜を前面に張ったスピーカーを差し入れて空気を閉じ込めた。スピーカーから出る音の振動数を調節したところ、管内の小球は図のように空気の振動の腹の位置を中心に集まった。



- (1) この音の波長はおよそいくらか。最も適当なものを、次の ①～④ のうちから1つ選べ。  cm
- ① 5    ② 10    ③ 20    ④ 25
- (2) スピーカーから出る音を1オクターブ高く(振動数を2倍に)した。スピーカーの位置を変え、同じ数の山ができるようにすると、小球の山の間隔はどのように変化するか。正しいものを、次の ①～⑤ のうちから1つ選べ。
- ① 4分の1になる。    ② 2分の1になる。    ③ 変わらない。  
④ 2倍になる。    ⑤ 4倍になる。
- (3) 管内の気体を空気に比べて音の速さの大きいヘリウムにし、スピーカーの位置を変え、同じ数の山ができるようにした。スピーカーから出る音の振動数が変わらないとき、小球の山の間隔は空気の場合に比べてどうなるか。正しいものを、次の ①～④ のうちから1つ選べ。
- ① 等間隔で狭くなる。    ② 等間隔で広くなる。  
③ 等間隔ではなくなる。    ④ 変わらない。

9 両端の開いた、長さ  $l_1, l_2 (l_1 > l_2)$  の 2 本のパイプがある。これらのパイプに上手に息を吹き込むと、そのパイプの長さに特有の振動数をもつ音(共鳴音)を鳴らすことができる。

(1) 両方のパイプに息を吹き込んで基本音を同時に鳴らすと、うなりが聞こえた。このときの 1 秒間のうなりの回数を  $f$ 、音速を  $v$  とする。 $f$  を  $l_1, l_2, v$  を使って表す式として最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。 1

①  $f = \frac{v}{4l_2} - \frac{v}{4l_1}$       ②  $f = \frac{v}{4(l_1 - l_2)}$

③  $f = \frac{v}{l_2} - \frac{v}{l_1}$       ④  $f = \frac{v}{l_1 - l_2}$

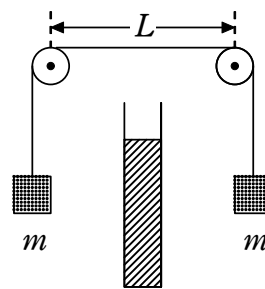
⑤  $f = \frac{v}{2l_2} - \frac{v}{2l_1}$       ⑥  $f = \frac{v}{2(l_1 - l_2)}$

(2) (1) と同じようにして基本音の次に高い共鳴音を同時に鳴らすと、やはり、うなりが聞こえた。このときの 1 秒間のうなりの回数を  $f'$  としたとき、 $f'$  と  $f$  との関係として正しいものを、次の ①～⑤ のうちから 1 つ選べ。 2

①  $f' = \frac{f}{3}$       ②  $f' = \frac{f}{2}$       ③  $f' = f$

④  $f' = 2f$       ⑤  $f' = 3f$

- 10 図のように、距離  $L$  [m] 離れた 2 つの滑車に弦をかけ、弦の両端にそれぞれ質量  $m$  [kg] のおもりをつるす。水平に張られた弦の下には水を満たした管を垂直に置く。弦をはじいて振動させてから、管内の水を少しずつ抜いていく。このとき、次の問いに答えよ。ただし、弦の振動は基本振動とし、開口端補正は無視できるものとする。また、空気中を伝わる音波の速さを  $V$  [m/s] とする。



- (1) 水面の位置が管の上端から測って  $a$  [m] になったとき、初めて管内の空気が共鳴した。管内に生じた音波の波長は   $\times a$  [m] で、振動数は   $\times \frac{V}{a}$  [Hz] である。さらに水を抜いていくと次に管内の空気が共鳴するのは、水面の位置が管の上端から測って   $\times a$  [m] のときである。この実験において弦に生じた定常波の波長は   $\times L$  [m] で、振動数は   $\times \frac{V}{a}$  [Hz] である。

弦を伝わる波の速さは弦の張力の平方根に比例し、弦の線密度の平方根に逆比例することが知られている。

- (2) 弦の両端につるすおもりの質量を  $2m$  [kg] にして、(1) と同じ実験を行う。弦の振動数は   $\times \frac{V}{a}$  [Hz] となるので、最初に管内の空気が共鳴するのは、水面の位置が管の上端から測って   $\times a$  [m] のときである。
- (3) 次に、弦の両端につるすおもりの質量を  $m$  [kg] にもどして、弦を線密度が今までの  $\frac{1}{4}$  のものに替える。このときの弦の振動数は   $\times \frac{V}{a}$  [Hz] となる。

- ①  $\frac{1}{4}$       ②  $\frac{1}{3}$       ③  $\frac{1}{2\sqrt{2}}$       ④  $\frac{1}{2}$       ⑤  $\frac{1}{\sqrt{2}}$       ⑥ 1
- ⑦  $\sqrt{2}$       ⑧ 2      ⑨  $2\sqrt{2}$       ⑩ 3      ⑪ 4      ⑫ 6