

## 令和6年度 物理基礎 (50分)

## 注意事項

- 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ない。
- この問題冊子は14ページである。  
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
- 試験開始の合図前に、監督者の指示に従って、解答用紙の該当欄に以下の内容をそれぞれ正しく記入し、マークすること。
  - ①氏名欄  
氏名を記入すること。
  - ②受験番号、③生年月日、④受験地欄  
受験番号、生年月日を記入し、さらにマーク欄に受験番号(数字)、生年月日(年号・数字)、受験地をマークすること。
- 受験番号、生年月日、受験地が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
- 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。例えば、



と表示のある解答番号に対して②と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の解答欄の②にマークすること。

(例)

解答番号	解 答 欄				
10	①	②	③	④	⑤

- 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってよい。

物 理 基 礎

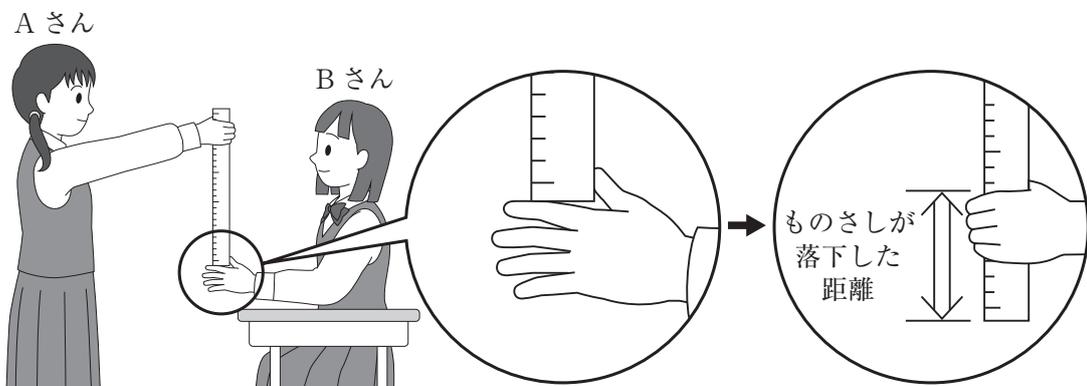
(解答番号  ~ )

**1** 問1～問6に答えよ。

問1 自動車Aが東向きに40 km/hで進み、自動車Bが東向きに30 km/hで進んでいる。自動車Aに対する自動車Bの相対速度の向きと大きさの組合せとして正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は  。

	向き	大きさ
①	東向き	10 km/h
②	東向き	70 km/h
③	西向き	10 km/h
④	西向き	70 km/h

問2 図のように、Aさんが長さ50 cmのものさしの上部を持ち、Bさんの親指と人差し指の間にもものさしの下端がくるようにする。Aさんが予告なしで、初速度0でものさしをはなす。それを見たBさんがものさしをつかむ。この間にもものさしが落下した距離を測定することで、AさんがものさしをはなしたのをBさんが見てから、つかむまでのBさんの反応時間を調べることができる。Bさんがつかんだ位置が、下端から45 cmだったとすると、Bさんの反応時間は何sか。下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $10 \text{ m/s}^2$  とする。解答番号は  。



- ① 0.1      ② 0.2      ③ 0.3      ④ 0.4      ⑤ 0.5

問 3 次の文中の **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして正しいものはどれか。下の①~④のうちから一つ選べ。解答番号は **3**。

図 1 のように、軽い棒の両端に質量の等しい二つの物体 A, B をつるす。棒の中心に糸を付け、持ち上げたところ、棒は水平を保った。次に、図 2 のように水を入れた水槽に物体 A, B を沈めると、B は水槽の底についた。これは、A にはたらく浮力が B にはたらく浮力より **ア** , 同じ質量でも、A の方が体積が **イ** , 密度が **ウ** ためである。

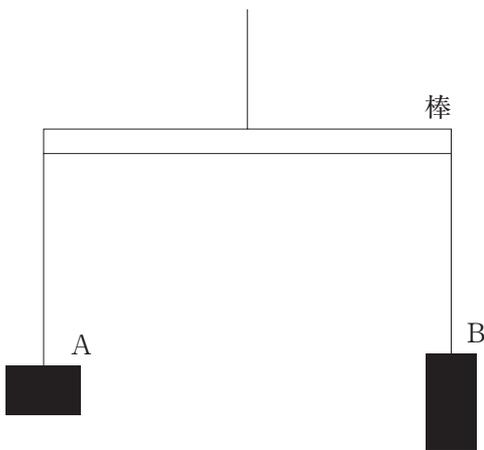


図 1

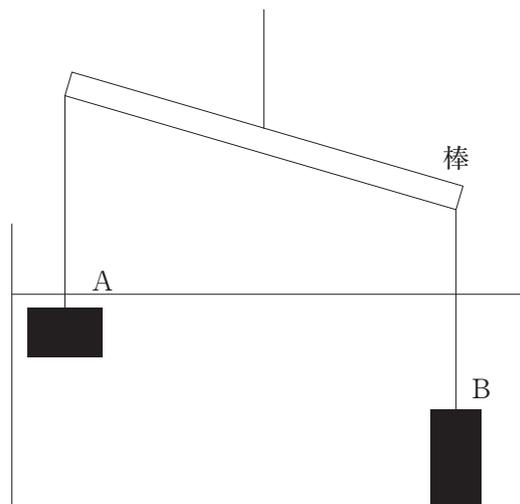
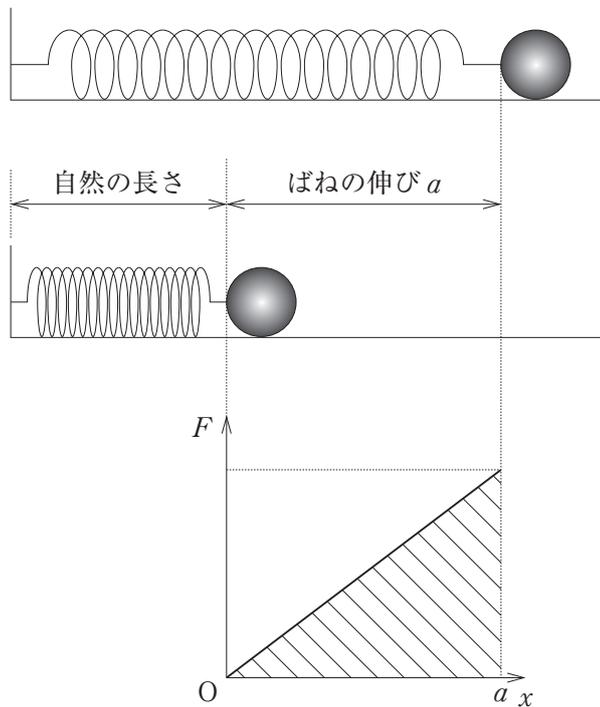


図 2

	ア	イ	ウ
①	大きく	大きく	大きい
②	大きく	大きく	小さい
③	小さく	小さく	大きい
④	小さく	小さく	小さい

問 4 次の文中の **ア** , **イ** にあてはまる語句と式の組合せとして正しいものはどれか。  
 下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **4** 。

ばね定数  $k$  のばねが伸びた状態から自然の長さにもどるとき、弾性力は物体に仕事を  
 する。図のように、ばねが自然の長さから  $a$  だけ伸びた位置から自然の長さにもどるまでに、  
 弾性力がする仕事は、縦軸を弾性力  $F$ 、横軸をばねの伸び  $x$  として描いた **ア** と等しく  
 なる。したがって、 $a$  だけ伸びたばねにつけられた物体は、弾性力による位置エネルギーを  
 たくわえていると考えることができる。このときの弾性力による位置エネルギーは **イ**  
 と表される。



	ア	イ
①	グラフの傾き	$ka$
②	グラフの傾き	$\frac{1}{2} ka^2$
③	グラフの斜線部分の面積	$ka$
④	グラフの斜線部分の面積	$\frac{1}{2} ka^2$



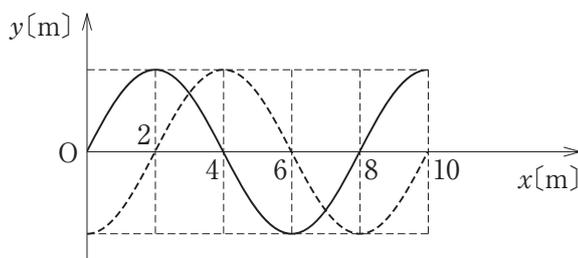
**2** 問1～問4に答えよ。

問1 波に関する次の文中の **ア** ～ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **7**。

波が伝わる方向と同じ方向に媒質が振動する波を **ア**，波が伝わる方向と直交する方向に媒質が振動する波を **イ** という。空气中を伝わる音波は **ウ** である。

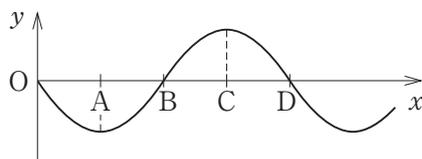
	ア	イ	ウ
①	縦波	横波	縦波
②	縦波	横波	横波
③	横波	縦波	縦波
④	横波	縦波	横波

問2 図のように、 $x$  軸の正の向きに進む波がある。実線は時刻  $t = 0$  s の波形であり、 $t = 0.05$  s にはじめて破線のような波形になった。この波の振動数は何 Hz か。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **8**。



- ① 5                      ② 10                      ③ 15                      ④ 20

問 3 図は、 $x$  軸の正の向きに進むある瞬間の縦波を横波のように表したもので、媒質の  $x$  軸の正の向きの変位を  $y$  軸の正の向きの変位として表している。この瞬間に、A～D の中で媒質が密集した部分(密部)はどこか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 9。



- ① A                      ② B                      ③ C                      ④ D

問 4 図 1 のように、弦の一端をおんさにつけ、滑車に通して他端におもりをつけた。おんさと滑車の距離を調整し、おんさを振動させて弦が基本振動で共振するようにした。次に、図 2 のようにおもりの質量を増やし、おんさと滑車の距離を調整して、再び弦が基本振動で共振するようになったところ、おんさと滑車の距離ははじめより大きくなった。下の文中の ア , イ にあてはまる語句の組合せとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 10。

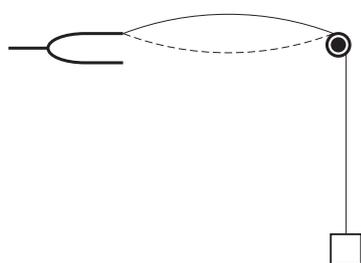


図 1

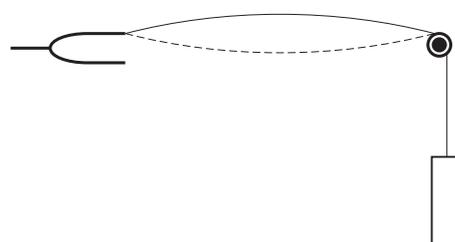


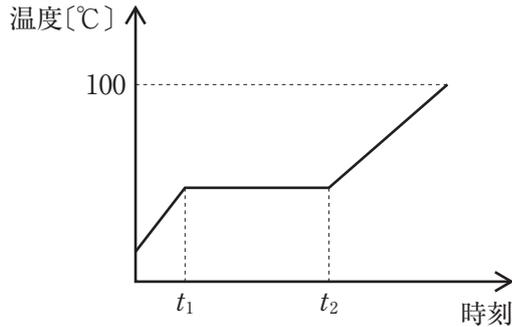
図 2

おもりの質量を増やすと基本振動の節と節の間隔が広がることから、おもりの質量を増やすと、弦を伝わる波の波長は ア。共振する振動数は変わらないので、おもりの質量を増やしたことにより、弦を伝わる波の速さが イ といえる。このことから、弦を伝わる波の速さは、弦の張力に関係していることがわかる。

	ア	イ
①	長くなる	速くなった
②	長くなる	遅くなった
③	短くなる	速くなった
④	短くなる	遅くなった

**3** 問1～問3に答えよ。

問1 冷凍庫から取り出した氷を容器に入れ、容器にヒーターで一定の熱を加え続け、 $100^{\circ}\text{C}$  になるまで熱した。そのときの温度変化は図のようなグラフとなり、温度が変化しない時間帯があった。温度上昇が止まった時刻を  $t_1$ 、再び温度が上昇し始めた時刻を  $t_2$  とする。(1)、(2) に答えよ。



(1) 温度が変化しない時間帯では、容器の中はどのような状態になっているか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **11**。

- ① 固体のみの状態
- ② 液体のみの状態
- ③ 固体と液体がある状態
- ④ 気体のみの状態

(2) 条件を変えて同様の実験を2つ行った。実験1は氷の質量のみを変えて実験し、実験2はヒーターの出力のみを変えて実験した。どちらの実験結果のグラフも  $t_1$  から  $t_2$  の間の時間が長くなった。このとき、実験1の氷の質量と実験2のヒーターの出力を、それぞれどのように変えて実験したのか。条件の変化の組合せとして正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **12**。

	実験1の氷の質量	実験2のヒーターの出力
①	増やした	大きくした
②	増やした	小さくした
③	減らした	大きくした
④	減らした	小さくした

問 2 同じ抵抗値  $R$  の抵抗 3 つと電圧  $V$  の電池を用いて、図 1 ～ 図 3 のように 3 通りの回路を作った。それぞれの回路の点 A, 点 B, 点 C を流れる電流  $I_A, I_B, I_C$  の大きさの関係を表しているものとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号は 13。

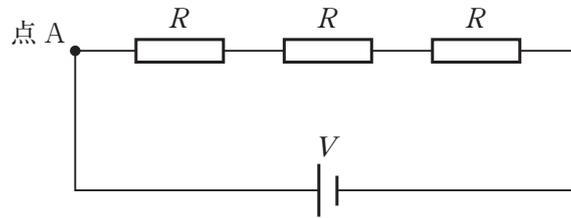


図 1

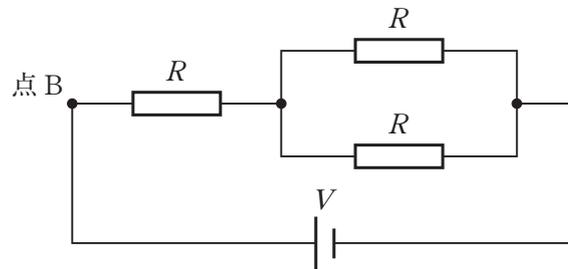


図 2

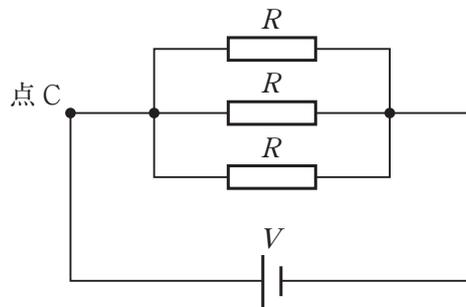


図 3

- ①  $I_A > I_B > I_C$
- ②  $I_B > I_C > I_A$
- ③  $I_C > I_A > I_B$
- ④  $I_C > I_B > I_A$

問 3 次の文は、放射線について述べた文である。文中の ア にあてはまる放射線は  $\alpha$  線、 $\beta$  線、 $\gamma$  線、X 線のうちのどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 14。

ア は電磁波ではなく粒子であり、電離作用は最も大きい、透過力は最も小さい。

①  $\alpha$  線

②  $\beta$  線

③  $\gamma$  線

④ X 線

— 計算用余白ページ —

4 図1は、気柱の共鳴実験の装置である。長いガラス管の左側の管口の近くに発振器をつないだスピーカーを置き、ガラス管の右側からピストンを差し込む。ピストンの位置やスピーカーから出る音の振動数を変えて、ガラス管内の空気を共鳴させる。下の文は、共鳴実験を行う生徒たちと先生の会話である。問1～問6に答えよ。

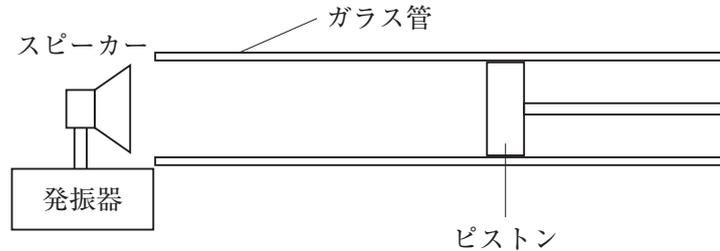


図1

生徒A：先生、この装置で気柱の共鳴が起こる理由を説明していただけますか。

先生：ピストン側では、空気分子が自由に振動できず、音波は **ア** 端による反射になります。スピーカー側では、空気分子が自由に振動でき、音波は **イ** 端による反射になります。このため、気柱の長さを変えて管内に **ウ** が生じると、音が大きくなります。この現象が共鳴です。管内に **ウ** が生じているとき、ピストン側には節が、スピーカー側には腹が生じています。

問1 上の文中の **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **15**。

	ア	イ	ウ
①	固定	自由	定在波(定常波)
②	固定	自由	パルス波
③	自由	固定	定在波(定常波)
④	自由	固定	パルス波

先生 : では, 実験してみましょう。ピストンの位置を管口から 11 cm に固定し, スピーカーから出る音の振動数を少しずつ大きくしていきましょう。

生徒B : 音が大きくなりました。発振器は 684 Hz を示しています。

先生 : これが基本振動です。

生徒A : 気温から音速は 342 m/s ですから, 波長は  cm になりますね。

先生 : ピストンの管口からの長さは 11 cm でしたね。このとき, 節から腹までの長さとしてピストンから管口までの長さを比較すると, 腹は管口の少し外側にあることがわかっています。管口から管の外の腹までの長さは開口端補正と呼ばれています。管口付近の波形を図で示すと, 図 2 のようになります。

生徒A : 管の長さと波長から計算すると, 開口端補正は  cm ですね。

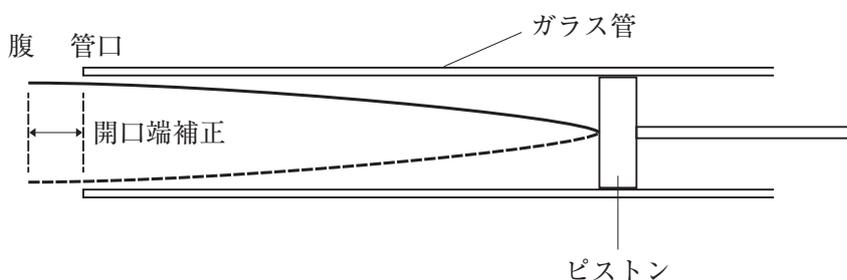


図 2

問 2 上の文中の  にあてはまる数値として正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は  。

- ① 2                      ② 5                      ③ 20                      ④ 50

問 3 上の文中の  にあてはまる数値として正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は  。

- ① 0.5                      ② 1                      ③ 1.5                      ④ 2

生徒B：先生，共鳴したときに音が大きくなり，波長と気柱の長さが説明の通りになる事がわかりました。このときの管内の空気に節と腹ができているのを確認することはできませんか。

先生：図1のピストンには，図3のようにピストンと独立して動く小さなマイクがついていて，ピストンを動かさずにマイクの位置だけを変える事ができます。共鳴しているとき，管内の場所によって音の大きさが変わることを確認できます。

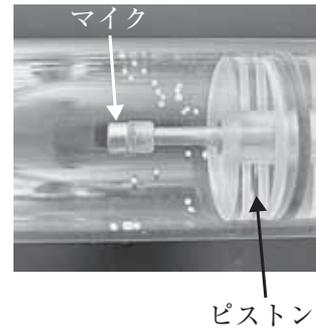


図3

生徒A：そのマイクを使えば，図2の腹ができている管口付近では空気の振動が大きいので音が大きく，節ができているピストン付近の空気は振動しないので，音が小さくなる事が確認できるのですね。

先生：それでは実験で確かめましょう。

AさんとBさんは実験を行い，縦軸に音の大きさを，横軸にマイクの位置を取り，破線をピストンの位置としてグラフを描くと図4のようになり，Aさんの予想とは異なるものになった。

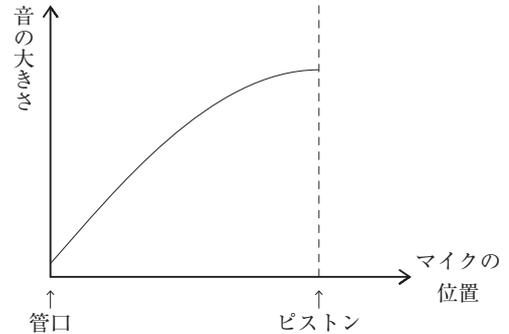


図4

生徒A：おかしいなあ。図4のグラフでは，節と腹の音の大きさが，予想とは逆になっている。

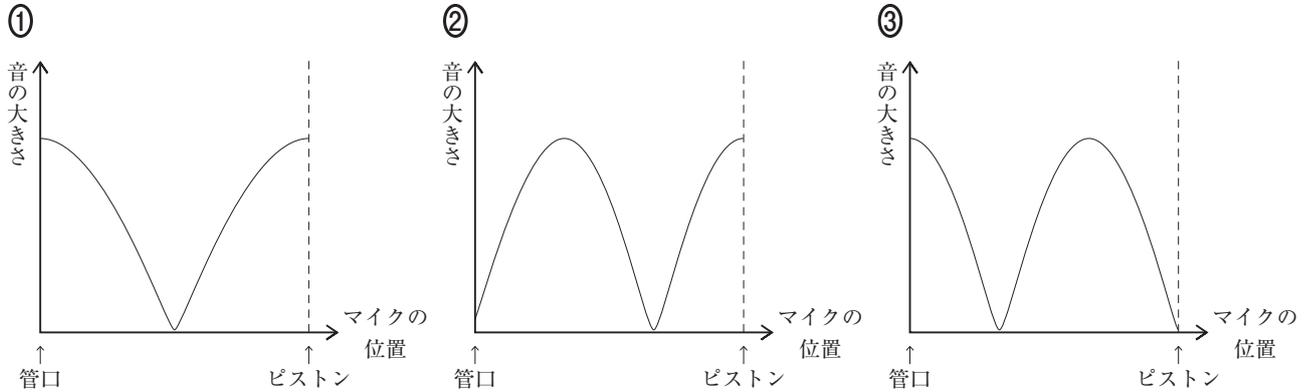
先生：Aさんの予想とは逆の結果ができましたね。

このマイクで調べると図4のように密度変化の大きい **力** の位置で音は大きくなります。実は人の耳もこのマイクと同じ性質であることがわかっています。ピストンの位置を変えずに，振動数を変えてさらに調べてみませんか。この装置は片方がピストンで閉じられた閉管なので，振動数を大きくすると次に共鳴するのは **キ** 倍振動の2052 Hzです。この場合のグラフも描きましょう。

問4 上の文中の **力**， **キ** にあてはまる語句と数値の組合せとして正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **18**。

	力	キ
①	節	2
②	腹	2
③	節	3
④	腹	3

問 5 AさんとBさんは振動数を2052 Hzとして実験を行い、図4と同様のグラフを描いた。描いたグラフとして適当なものはどれか。次の①～③のうちから一つ選べ。ただし、マイクによる音波への影響はないものとする。解答番号は 19。



生徒たちは放課後再び集まって実験をもう一度行い、結果を確かめることにしました。

生徒A：あれ、授業のときより音が小さくなったような気がするんだけど。

生徒B：日が沈んで急に冷え込んできたね。いつの間にかだいぶ気温が下がったみたい。共鳴の条件が変わったのかな。

先生：そうですね。管口にピストンを少し近づけたらどうでしょう。

生徒A：あ、音が大きくなりました。ピストンを近づけたら再び共鳴するようになりました。どうして近づけると再び共鳴するのかな。

生徒B：振動数を変えていないのに、ピストンの位置を管口に少し近づける必要があるのは、気温が下がったときは音速が ク なって、波長が ケ なるからだね。

先生：その通りです。

問 6 上の文中の ク , ケ にあてはまる語句の組合せとして正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 20。

	ク	ケ
①	大きく	短く
②	小さく	短く
③	大きく	長く
④	小さく	長く

