

物 理 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 16)

問 1 私たちはさまざまな発電方法を用いて電気エネルギーを得ているが、それぞれの発電方法には利点と問題点がある。三つの発電方法について代表的な利点と問題点を表 1 にまとめた。表 1 の中の ~ には、後の(a)~(c)のいずれかの文章が入る。その組合せとして最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。

表 1

発電方法	発電方法の利点と問題点
原子力発電	<input type="text" value="ア"/>
太陽光発電	<input type="text" value="イ"/>
火力発電	<input type="text" value="ウ"/>

- (a) { 利 点：エネルギー資源の枯渇の恐れがない。
 発電時に温暖化の原因の一つとされる二酸化炭素の排出がない。
 問題点：需要に応じた出力の調整が困難である。
- (b) { 利 点：需要に応じた出力の調整が容易である。
 問題点：発電時に温暖化の原因の一つとされる二酸化炭素の排出がある。
- (c) { 利 点：少量の燃料から大量のエネルギーを取り出すことができる。
 発電時に温暖化の原因の一つとされる二酸化炭素の排出がない。
 問題点：単一の事故でも長期間かつ広範囲に及ぶ被害がでる可能性がある。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	(a)	(a)	(b)	(b)	(c)	(c)
イ	(b)	(c)	(a)	(c)	(a)	(b)
ウ	(c)	(b)	(c)	(a)	(b)	(a)

問 2 次の文章中の空欄 **工** ・ **オ** に入れる式と数値の組合せとして最も
 適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 **102**

透明な空のペットボトルがある。ふたを含めたペットボトルの質量は 30 g
 であった。図 1 のように、ペットボトルのふたの内部に永久磁石 A を接着
 し、ペットボトル内の底面の中心に一端を固定した軽い糸の他端に永久磁石 B
 を取りつけた。磁石 A と B の質量はいずれも 30 g であった。糸が張って磁石
 B が浮いた状態で静止したとき、磁石 B が磁石 A から引かれる力の大きさは、
工 に等しい。この状態のペットボトルをはかりの上のにのせると、はかり
 の目盛りは **オ** g となる。

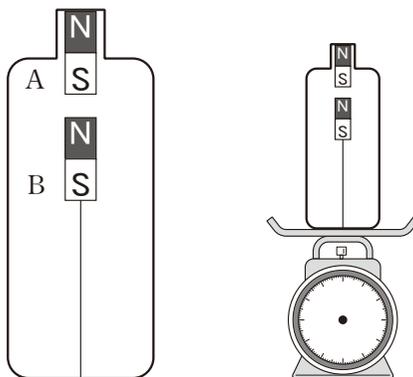


図 1

	工	オ
①	$W - T$	30
②	$W - T$	60
③	$W - T$	90
④	$W + T$	30
⑤	$W + T$	60
⑥	$W + T$	90

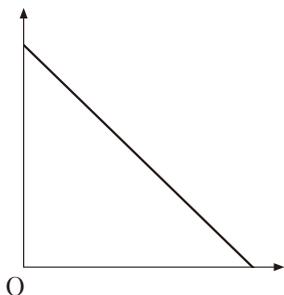
出題範囲：物理基礎

問 3 高さ 0 の地点から鉛直上向きに物体を投げ上げたとき、物体の運動エネルギーを縦軸、重力による位置エネルギーを横軸にとったグラフとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 103

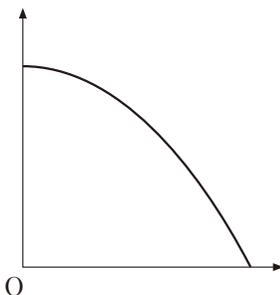
また、物体が投げ上げられてから最高点に到達するまでの間の、物体の運動エネルギーを縦軸、時間を横軸にとったグラフとして最も適当なものを、同じ①～④のうちから一つ選べ。 104

ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、高さ 0 のときの位置エネルギーを 0 とし、空気抵抗は無視できるものとする。

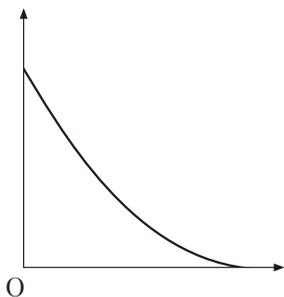
①



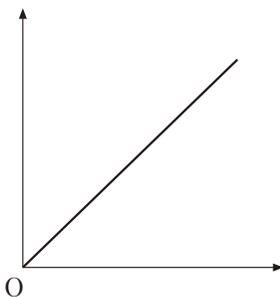
②



③



④



問 4 図 2(a)のように、軽いテニスボールに鉛の粒 500 g を入れ、図 2(b)のように 1.0 m の高さから床に落とす操作を 50 回繰り返す実験を行った。ボールはほとんど弾まなかった。鉛の粒の温度は、最初の温度より ΔT だけ上昇した。この実験中にボールの落下によって失われた位置エネルギーは、すべて鉛の粒の温度上昇に使われるものとする、 ΔT は何 K になるか。最も適当な値を、後の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 、鉛の比熱(比熱容量)は $0.130 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。また、空気抵抗は無視できるものとする。 $\Delta T =$

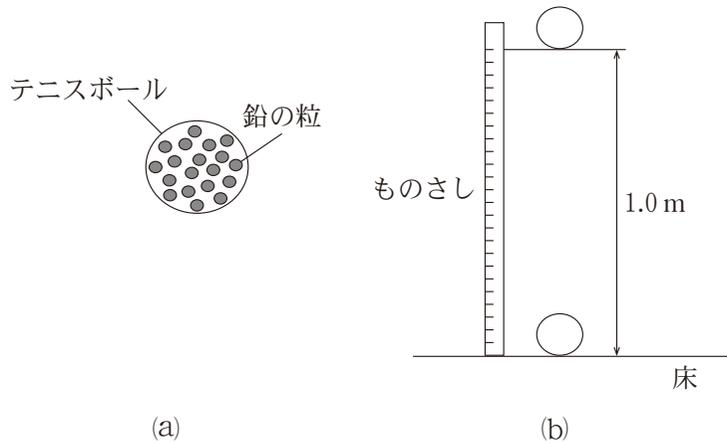


図 2

- | | | | |
|-----------|----------|---------|--------|
| ① 0.038 K | ② 0.38 K | ③ 3.8 K | ④ 38 K |
| ⑤ 0.019 K | ⑥ 0.19 K | ⑦ 1.9 K | ⑧ 19 K |

出題範囲：物理基礎

第2問 次の問い(問1～5)に答えよ。ただし、空気抵抗の影響は無視できるものとする。(配点 16)

問1 静止摩擦力に関する次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 **106**

水平面に置かれた物体に大きさ F の水平方向の力を加えても、 F が小さいと物体は動かない。これは、面が物体に及ぼす静止摩擦力の大きさが **ア** ためと考えられる。

静止摩擦力の大きさには最大値があり、そのときの力を最大摩擦力と呼ぶ。 F を徐々に大きくしていき、**イ** の F を測定することから、最大摩擦力が求められる。

	ア	イ
①	F より小さい	物体が動きだす直前
②	F より小さい	物体が動きだした後
③	F と等しい	物体が動きだす直前
④	F と等しい	物体が動きだした後
⑤	F より大きい	物体が動きだす直前
⑥	F より大きい	物体が動きだした後

出題範囲：物理基礎

図1のような装置を用いて、水平面に置かれた物体と面との摩擦を調べる実験を行った。あらい水平面上に伸び縮みしない軽い糸をつけたブロックを置き、糸の他端にはばねはかりを取りつけて水平右向きにゆっくり引きながら、ブロックが動き始める様子を観察した。続いてブロックを積み上げて同様の実験を行った。積み上げたブロックは互いに固定されており、一つの物体とみなせる。糸は水平面と常に平行になるようにする。この実験から求められる最大摩擦力の大きさと物体の質量の関係は図2に示すグラフのようになった。

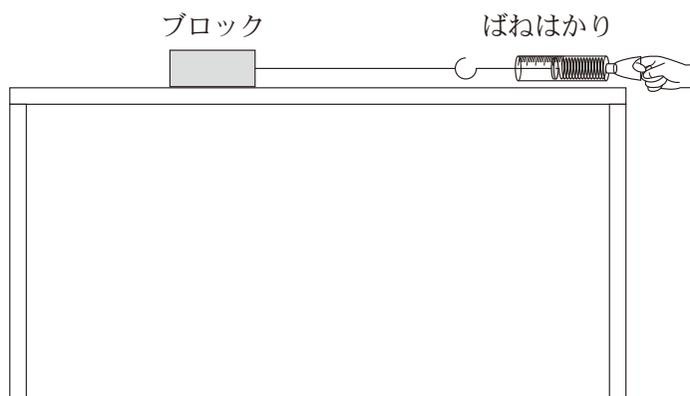


図 1

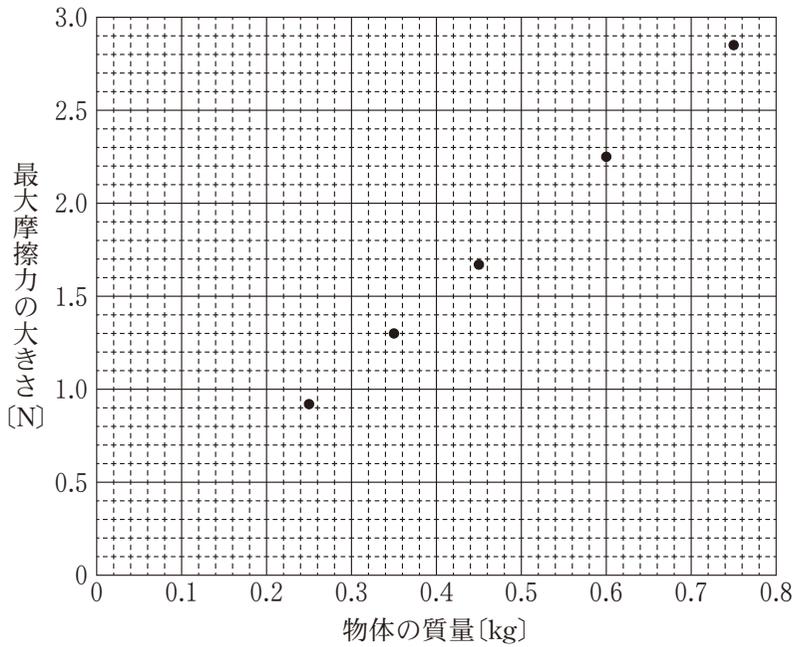


図 2

問 2 あらい水平面とブロックの間の静止摩擦係数の値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

107

- ① 0.27 ② 0.38 ③ 0.60 ④ 2.7 ⑤ 3.8 ⑥ 6.0

出題範囲：物理基礎

次に、ブロックが動いているときの動摩擦力を調べる実験を行った。図3のように、ブロックの左側に超音波センサーを置き、ブロックの位置を測定する。ばねはかりで引く代わりに、糸におもりをつけ、なめらかに回る軽い滑車に糸をかけて、おもりが落下できるようにしたところ、ブロックは右向きに動き始めた。ブロックが動き始めた時刻を0sとする。動き始めた点からブロックまでの距離は、表1に示すデータのように時間変化した。

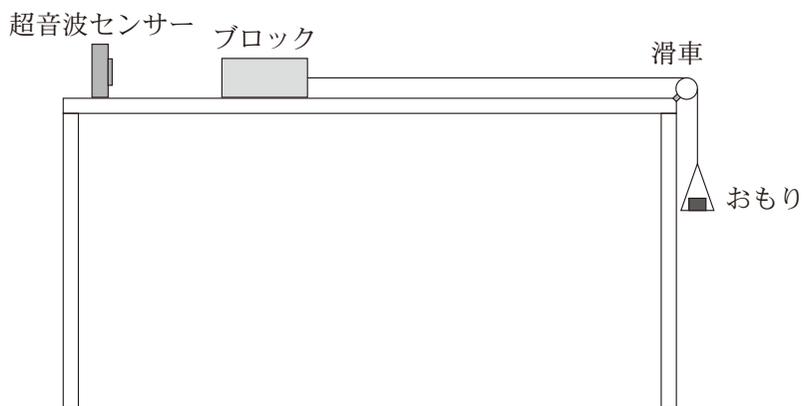


図 3

表 1

時刻 [s]	距離 [cm]
0.00	0.00
0.10	0.49
0.20	1.99
0.30	4.49
0.40	7.98
0.50	12.48
0.60	17.96
0.70	24.50
0.80	32.10
0.90	40.45
1.00	49.90
1.10	60.52
1.20	74.90

問 3 時刻 1.00 s のときの、ブロックの速さとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 108

- ① 0.40 m/s ② 0.50 m/s ③ 0.60 m/s
④ 0.70 m/s ⑤ 0.80 m/s ⑥ 1.0 m/s

問 4 表 1 のデータから各時刻でのブロックの速さを求め、グラフを描いたところ、等加速度運動であることがわかった。この結果から、ブロックと床の間にはたらく動摩擦力についてわかることは何か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 109

- ① 動摩擦力の大きさは、ブロックの速さによらず一定である。
② 動摩擦力は、ブロックが速く動くほど小さくなる。
③ 動摩擦力の大きさは、ブロックの加速度の大きさに比例する。
④ 動摩擦力の大きさは、常に最大摩擦力に等しい。

出題範囲：物理基礎

問 5 次に、図 3 の装置で、ブロックを質量の等しいなめらかに動く台車(力学台車)に置き換えて(図 4)、台車を固定する。図 3 の装置と同じおもりを用い、台車の固定を外す。台車が動き始めた時刻を 0 s とし、台車の位置を測定した。台車の場合とブロックの場合(図 3)の両方について、動き始めた点からの距離の時間変化を示すグラフを描いた。そのグラフとして最も適当なものを、後の①～⑦のうちから一つ選べ。 110

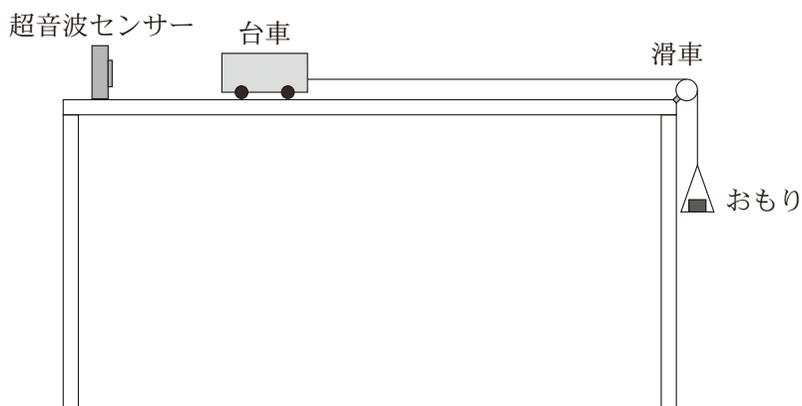
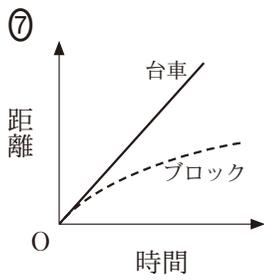
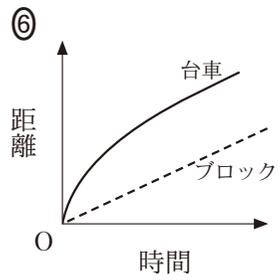
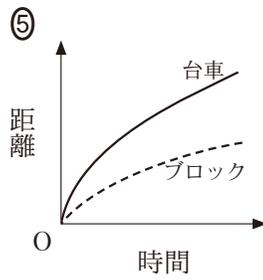
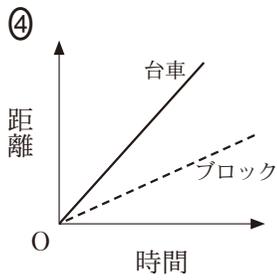
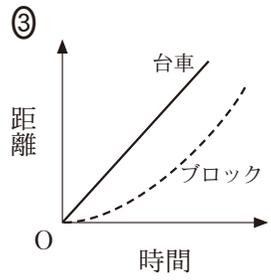
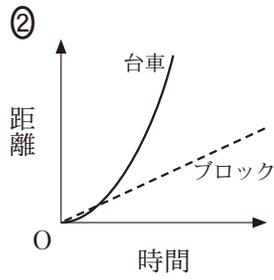
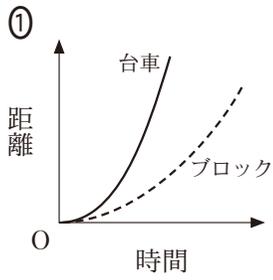


図 4



第3問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 18)

A 複数の乾電池を使う機器には、「新しい乾電池と古い乾電池を一緒に使わないでください」といった注意書きがよくあるが、ここではその理由を考える。

図1のように、電圧 V の電源と抵抗値 R の抵抗をつないで回路を作った。

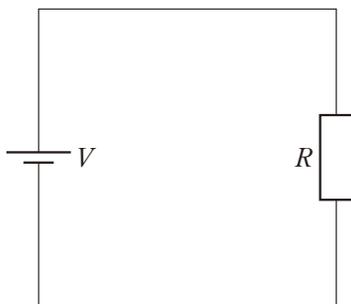


図 1

問1 図1の回路において、抵抗で消費される電力を表す式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 111

- | | | | |
|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| ① RV | ② RV^2 | ③ $\frac{V}{R}$ | ④ $\frac{V^2}{R}$ |
| ⑤ $\frac{RV}{2}$ | ⑥ $\frac{RV^2}{2}$ | ⑦ $\frac{V}{2R}$ | ⑧ $\frac{V^2}{2R}$ |

乾電池は内部に小さい値の抵抗をもっており、直流電源と抵抗が直列に接続されたものとみなせる。この直流電源の電圧を、以下では内部電圧と呼ぶことにする。図2(a)に示すような、内部電圧が V で抵抗値が r の抵抗をもつ乾電池を考える。

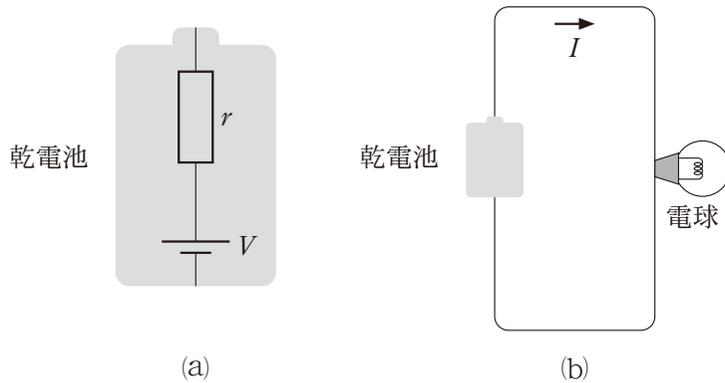


図 2

問 2 図2(b)に示すように、この乾電池に電球を接続したところ、 I の電流が流れた。そのときの電球の抵抗値を表す式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 112

- | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① r | ② $\frac{V}{I}$ | ③ $\frac{V}{r}$ | ④ $\frac{V}{rI}$ |
| ⑤ $\frac{V + rI}{I}$ | ⑥ $\frac{V - rI}{I}$ | ⑦ $\frac{Vr}{V + rI}$ | ⑧ $\frac{Vr}{V - rI}$ |

出題範囲：物理基礎

問 3 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** には、それぞれ直後の { } 内の値のいずれか一つが入る。入れる値を示す記号の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑨のうちから一つ選べ。 **113**

乾電池は長時間使用すると内部電圧が下がり、抵抗値が大きくなる。二つの乾電池を並列に接続する機器に、内部電圧が 1.50 V、抵抗値が 0.80Ω である新しい乾電池と、長時間使用し、内部電圧が 1.10 V、抵抗値が 1.20Ω となった古い乾電池をセットする。

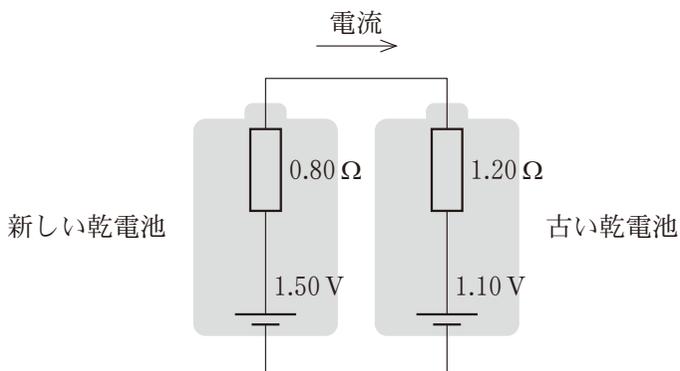


図 3

機器のスイッチが入っていないとき、図 3 で示す回路となる。この場合、二つの乾電池の電圧が異なるために、機器のスイッチが入ってなくても二つの乾電池の電圧の差 0.40 V によって電流が流れることになり、その大き

さは **ア** $\left\{ \begin{array}{l} \text{(a) } 0.20 \text{ A} \\ \text{(b) } 0.65 \text{ A} \\ \text{(c) } 0.83 \text{ A} \end{array} \right\}$ である。また、二つの乾電池内の抵抗で消費さ

れる電力は **イ** $\left\{ \begin{array}{l} \text{(d) } 0.080 \text{ W} \\ \text{(e) } 0.33 \text{ W} \\ \text{(f) } 0.85 \text{ W} \end{array} \right\}$ となる。

さらに、古い方の乾電池には単独で抵抗につないだときとは逆向きの電流が流れることになり、乾電池の急激な劣化、発熱、液漏れを引き起こして大変危険なのである。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	(a)	(a)	(a)	(b)	(b)	(b)	(c)	(c)	(c)
イ	(d)	(e)	(f)	(d)	(e)	(f)	(d)	(e)	(f)

出題範囲：物理基礎

B 気柱の共鳴現象について考えよう。ただし、開口端補正は考えないことにする。

問 4 次の文章中の空欄 **ウ** ・ **エ** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 **114**

図 4 のように開管の一端近くに発振器につないだスピーカーを置き、発生する音の **ウ** を 0 から徐々に大きくしていくと、ある値で最初の共鳴が起きた。そのときの音の **ウ** は、管の **エ**。

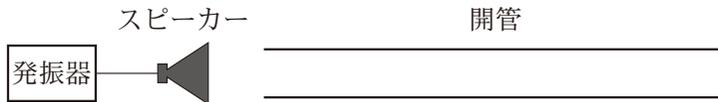


図 4

	ウ	エ
①	振 幅	長さが長いほど大きい
②	振 幅	長さが長いほど小さい
③	振 幅	長さによらない
④	振動数	長さが長いほど大きい
⑤	振動数	長さが長いほど小さい
⑥	振動数	長さによらない

問 5 次の文章中の空欄 **オ** ・ **カ** に入れる値の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 **115**

リコーダーを、開管と考えよう。吹き口近くにある窓が一方の開口端となる。図 5 (a)のようにリコーダーの指穴をすべて閉じると、吹いて出る基本振動の音の振動数が 360 Hz となった。音速を 340 m/s とすると、この振動数の音の波長は、約 **オ** と求められる。

次に、図 5 (b)のように右手の指で押さえていた指穴をすべて開くと、もう一方の開口端の位置が、リコーダーの先端から上がり、下から 4 番目の指穴の位置に移る。開管の長さは 16 cm 短くなることになり、この状態でリコーダーが出す基本振動の音の波長は約 **カ** となる。

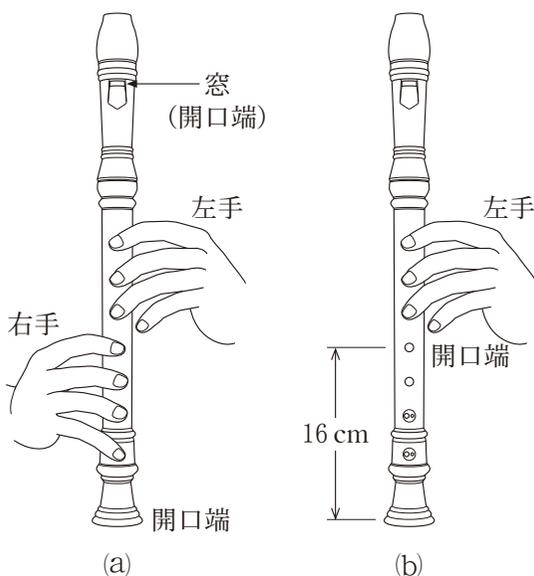


図 5

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
オ	47 cm	47 cm	53 cm	53 cm	94 cm	94 cm	106 cm	106 cm
カ	15 cm	31 cm	21 cm	37 cm	62 cm	78 cm	74 cm	90 cm