

1 全体像	2～4 光の進み方と反射	5～7 屈折	8～10 凸レンズ	11～14 音
-------	--------------	--------	-----------	---------

1 この単元の全体像 ― 光と音は、どんな決まりで進む？

このページのゴール
 この単元で学ぶ光の3つの性質（直進・反射・屈折）と、凸レンズ・音で調べること（像のでき方・音の伝わり方・大きさと高さ）を、ざっと言える

物が見える、鏡に顔がうつる、虫めがねで字が大きく見える、かみなりの音が少しおくて聞こえる。これらはみんな、光と音の進み方の決まりで説明できます。小学3年で学んだ「日光はまっすぐ進み、鏡ではね返り、虫めがねで集められる」「音が出ている物はふるえている」が、もっとくわしくなります。

① 光の進み方と反射
 直進・反射・鏡の像

くわしくは 2～4ページ

光がまっすぐ進むこと、鏡ではね返ること、物が見えるしくみ、鏡にうつる像の位置を学びます。

② 屈折
 水やガラスに出入りする光

くわしくは 5～7ページ

光が水やガラスに出入りするとき、折れ曲がるようすを学びます。水の中の物が浅く見えるわけも分かります。

③ 凸レンズ
 虫めがねのレンズ

くわしくは 8～10ページ

虫めがねのレンズを通った光の進み方と、できる像の大きさ・向きを学びます。

④ 音の伝わり方と速さ
 振動と、距離の計算

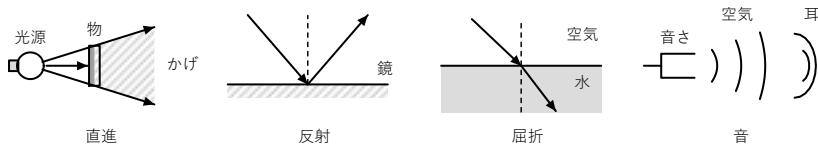
くわしくは 11・12ページ

音がどうやって耳まで届くか、どのくらいの速さを学びます。計算もします。

⑤ 音の大きさと高さ
 波の形と、弦

くわしくは 13・14ページ

音の大きさと高さが何で決まるかを、波の形から読み取ります。



学ぶ順番は、光の直進・反射 → 屈折 → 凸レンズ → 音です。前のページで学んだ決まりが、次のページで使われます。

光の3つの性質は「直進・反射・屈折」です。くわしくは各ページで1つずつ学びます。

この単元の解説記事（図と例題つき・かてきょノート（katekyo-note.com））：

光の反射と屈折 <https://katekyo-note.com/%e3%80%90%e4%b8%ad1%e7%90%86%e7%a7%91%e3%80%91%e5%85%89%e3%81%ae%e5%8f%8d%e5%b0%84%e3%81%a8%e5%b1%88%e6%8a%98%e3%81%ae%e8%a6%81%e>

音の性質 <https://katekyo-note.com/%e3%80%90%e4%b8%ad1%e7%90%86%e7%a7%91%e3%80%91%e9%9f%b3%e3%81%ae%e6%80%a7%e8%b3%aa%e3%81%ae%e8%a6%81%e7%82%b9%e3%81%be%e3%81%a8%e>

2 物が見えるのはなぜ？ 光はどう進む？

このページのゴール 光源、光の直進、物が見える2つのしくみ、光の3つの性質を言える

① 光源

夜、電灯をつけると部屋の物が見えます。まず、光を出す物から考えましょう。

太陽・電灯・ろうそくのほおのように、自分で光を出す物を光源という。

月や人、本は、光を反射して見えているだけで、光源ではありません。

② 光の直進

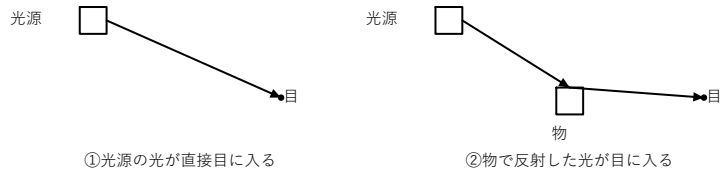
小学3年で、日光がまっすぐ進むことを学びました。かげができるのも、光がまっすぐ進み、物でさえぎられるからです。雲のすき間から差す光の筋も、まっすぐです。

光は、同じ物質の中ではまっすぐ進む。これを光の直進という。



光の筋（光はまっすぐ進む）
写真：Zolt Levay（パブリックドメイン）。Wikimedia Commons より、白黒にして名前を加えた

③ 物が見えるしくみ



物が見えるのは、光が目に入るときです。光の道すじは2通りあります。例：本が見えるのは、電灯の光が本に当たって反射し、その光が目に入るからです。

④ 光の3つの性質

性質	起こること	身近な例	くわしく
直進	同じ物質の中でまっすぐ進む	かげ・雲のすき間の光の筋	2ページ
反射	鏡などに当たってはね返る	鏡にうつる・物が見える	3・4ページ
屈折	種類のちがう物質の境目で折れ曲がる	水に入れた鉛筆が折れて見える	5～7ページ

合言葉 「光の3つの性質は、直進・反射・屈折」

注意 × 月は自分で光を出す光源 → ○ 月は、太陽の光を反射して見えている（光源ではない）

写真の出典：Zolt Levay「Crepuscular Rays (2020-58-4780)」(Public domain)、Wikimedia Commons ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crepuscular_Rays_\(2020-58-4780\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crepuscular_Rays_(2020-58-4780).png))。

3 光は、鏡でどのようににはね返る？

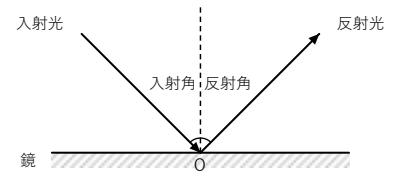
このページのゴール 入射角・反射角の測り方と反射の法則を言え、乱反射のわけを説明できる

① 反射の法則

小学3年では、鏡ではね返した日光を壁に当てました。このとき、光はどんな決まりではね返っているのでしょうか。

鏡に当たる前の光を入射光、はね返った光を反射光という。入射光と、鏡の面に垂直な線とがつくる角を入射角、反射光と、鏡の面に垂直な線とがつくる角を反射角という。

反射の法則：入射角＝反射角



② 角の測り方

- ① 鏡に光が当たった点で、鏡の面に垂直な線を引く。

なぜ：反射の法則は、この垂直な線から測った角で成り立つから。

- ② その線と光との間の角を測る。入射光との間の角が入射角、反射光との間の角が反射角。

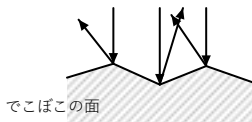
なぜ：どちらも同じ線から測るので、大きさをくらべられるから。

例 鏡の面と入射光の間の角が 40° のとき、入射角は $90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$ 。反射の法則より、反射角も 50° になります。

例 入射角が 30° のとき、反射角も 30° です。入射光と反射光の間の角は、入射角と反射角を足して $30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$ になります。

例 鏡に垂直に当たった光は、入射角が 0° なので、反射角も 0° です。光は同じ道すじを逆向きにもどります。

③ 乱反射



紙や布の表面には、細かい凸凹があります。凸凹の1つ1つでは反射の法則が成り立っていますが、面全体では光がいろいろな向きに反射します。これを乱反射といいます。2ページで学んだ「物で反射した光が目に入る」とき、乱反射のおかげで、紙や布はどの向きからでも見えます。

合言葉 「角は、鏡に垂直な線から測る」

注意 × 入射角は、入射光と鏡の面との間の角 → ○ 入射光と、鏡の面に垂直な線との間の角

4 鏡にうつる像はどこに見える？ 光の道すじはどうか？

このページのゴール 鏡にうつる像の位置を言え、方眼の上で光の道すじを作図できる

① 像の位置

鏡の前に立つと、鏡の向こうにもう1人の自分がいるように見えます。これを像といいます。

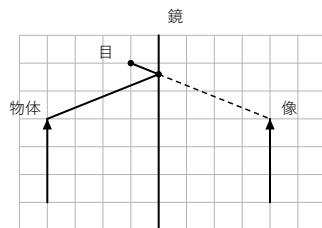
鏡にうつる像は、鏡をはさんで物体と線対称の位置（鏡までの距離が同じで、反対側）に見える。

目は、目に入った光をまっすぐ逆にのびた先に物があるように感じます。だから、鏡の奥に像が見えます。鏡の奥は、光が実際に通る所ではありません。

物体から鏡まで	鏡から像まで	物体と像の間
0.5m	0.5m	1m
1m	1m	2m
2m	2m	4m

物体と像の間の距離は、鏡までの距離の2倍です。鏡から1m離れて立つと、像は鏡の向こう1m、自分から2mの所に見えます。

② 光の道すじの作図



① 鏡をはさんで、物体と線対称の位置に像をかく。

なぜ：目には、そこに物があるように見えるから。

② 像と目を直線で結ぶ。鏡の中の部分は破線にする。

なぜ：鏡の中は、光が実際には通らないから。

③ その直線と鏡が交わる点が、光が反射する点。物体からその点へ、その点から目へ、実線で光の道すじをかく。

なぜ：光は、この点で反射して目に届くから。

かいた道すじは、反射する点で、入射角＝反射角になっています。

③ 光は、同じ道すじを逆向きにも進める

反射の法則は、入射光と反射光を入れかえても成り立ちます。だから、光は同じ道すじを、逆向きにも進むことができます。

例 Aさんが鏡でBさんの目を見ることができるとき、BさんもAさんの目を見ることができる。作図すると、AさんとBさんを入れかえても、鏡で反射する点は同じ場所になる。

なぜ：Aさん → 鏡 → Bさんの道すじを逆向きにたどると、Bさん → 鏡 → Aさんの道すじになるから。

この「逆向きにも進める」性質は、屈折（6ページ）や凸レンズ（8ページ）でも使います。

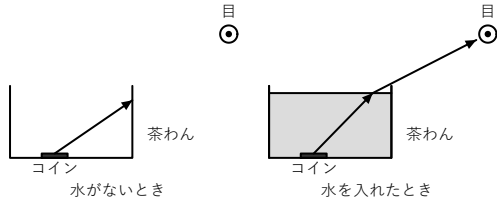
注意 × 像は鏡の面の上でできる → ○ 鏡の奥の、線対称の位置に見える

5 光が空気から水に入ると、どう曲がる？

このページのゴール 屈折と、空気から水に進む光の曲がり方（入射角>屈折角）を言え、向きを決められる

① 水に入れると、物はどう見える？

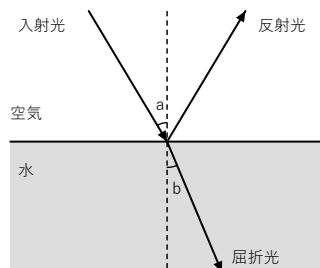
茶わんの底にコインを置いて、横から見ます（下の図）。水が無いと、光がふちにさえぎられて見えませんが、水を入れると見えてきます。わけは6ページで考えます。水に入れた鉛筆も、水面の所で折れ曲がって見えます（右の写真）。



水に入れた鉛筆（水面で折れて見える）
写真：Snehit Jamere (CC BY-SA 4.0)。
Wikimedia Commons より、
白黒にして名前を加えた

② 屈折

光が、種類のちがう物質の境目（境界面）をななめに進むとき、折れ曲がる。これを屈折という。境界面に垂直な線と、屈折した光とがつくる角を屈折角という。



- 空気 → 水・ガラスでは、**入射角>屈折角**（図では $a > b$ 。垂直な線に近づくように曲がる）
- 境界面に垂直に入った光は、曲がらずにまっすぐ進む
- 光の一部は、境界面で反射する

③ 屈折した光の向きを決める

- ① 境界面に垂直な線を引く。なぜ：屈折の角も、この線から測るから。
- ② どちらが空気を見て、屈折した光を、垂直な線をはさんで入射光と反対側へ曲げる。空気から水・ガラスなら近づくように、水・ガラスから空気なら離れるように。なぜ：空気側の角のほうが大きくなるから。

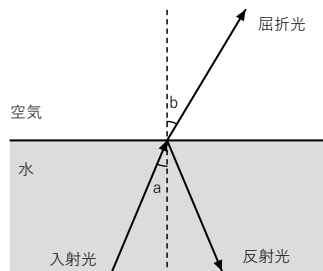
注意 × 屈折角は、屈折した光と境界面との間の角 → ○ 屈折した光と、境界面に垂直な線との間の角

写真の出典：Snehit Jamere 「Pencil in a glass of water」(CC BY-SA 4.0、<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ja>)、Wikimedia Commons
(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pencil_in_a_glass_of_water.jpg)。切り取り、白黒にして名前を加えました。加工した写真も同じ条件で利用できます。

6 光が水から空気に出ると？ 水の中の物が浅く見えるのはなぜ？

このページのゴール 水・ガラスから空気に進む光の曲がり方と、水の中の物が浅く見えるわけを言える

① 水・ガラス → 空気



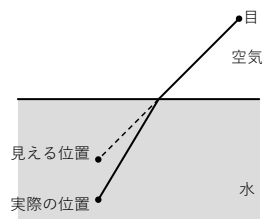
5ページとは逆に、水やガラスから空気へ進む光は、境界面に垂直な線から離れるように曲がります。**入射角<屈折角**（図では $a < b$ ）です。光は同じ道すじを逆向きにも進めるので、これは5ページの光を逆にたどった形です。ここでも、光の一部は境界面で反射します。

② 空気 → 水と、水 → 空気のくらべ

	空気 → 水・ガラス	水・ガラス → 空気
角の大小	入射角>屈折角	入射角<屈折角
垂直な線に対して	近づく	離れる
空気側の角	入射角（大きいほう）	屈折角（大きいほう）

例 水から空気へ進む光の屈折角が 40° のとき、入射角は 40° より小さい角です。空気側の角（この場合は屈折角）のほうが大きいからです。

③ 浮き上がって見える



- ① 物から出た光が、水面で屈折して目に入る。
- ② 目は、入った光をまっすぐ逆のぼした先に物があると感じる（4ページの鏡の像と同じ）。
- ③ だから、物は実際より浅い所にあるように見える。

5ページのコインは、水を入れると、水面で屈折した光が目が届くようになるので見えます。水そうの中の物が浅く見えるのも、同じしくみです。

合言葉 「空気側の角のほうが大きい」

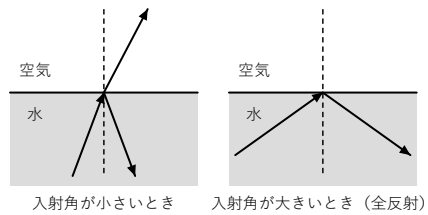
注意 × 空気から水に進むとき、屈折角のほうが大きい → ○ 屈折角のほうが小さい（空気側の入射角のほうが大きい）

7 光が水から出ていかないのは、どんなとき？ 白い光の正体は？

このページのゴール 全反射が起こる場合と起こらない場合、白色光がプリズムで分かれるわけを言える

① 全反射

6ページの、水から空気へ進む光で、入射角をどんどん大きくしていくと、どうなるでしょうか。

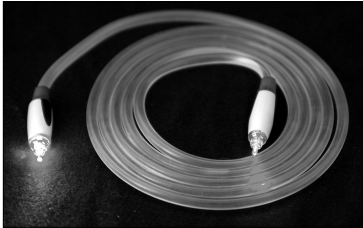


水・ガラスから空気へ進む光で、入射角がある大きさより大きくなると、光は空気中に出ていかず、境界面ですべて反射される。これを全反射という。

水の場合、入射角が約49°より大きいときに起こります。

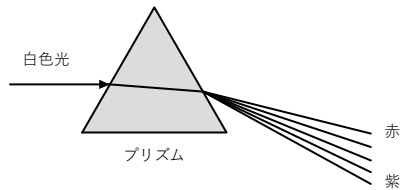
	入射角が小さいとき	入射角が大きいとき
水・ガラス → 空気	屈折して空気中へ出る（一部は反射）	全反射（すべて反射）
空気 → 水・ガラス	垂直な線に近づくように曲がるので、どんな入射角でも屈折して水・ガラスの中へ進む（全反射は起こらない）	

全反射を利用した道具に、**光ファイバー**があります。ガラスの細い線の中で光を全反射させて、通信に使う光を遠くまで届けます。



光ファイバー（先から光が出ている）
写真：Hustvedt (CC BY-SA 3.0)。Wikimedia Commons
より、白黒にして名前を加えた

② 白色光とプリズム



太陽や電灯の光（白く見える光）には、いろいろな色の光がまざっています。この光を**白色光**といいます。白色光を三角形のガラスの**プリズム**に通すと、色ごとに分かります。色によって屈折のしかたが少しずつちがうからです。雨上がりの空に見えるにじも、同じしくみです。

注意 × 全反射は、空気から水に進むときに起こる → ○ 水・ガラスから空気に進むときに、入射角が大きいときだけ起こる

写真の出典：Hustvedt「Fiber optic illuminated」(CC BY-SA 3.0、<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.ja>)、Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fiber_optic_illuminated.jpg)。切り取り、白黒にして名前を加えました。加工した写真も同じ条件で利用できます。

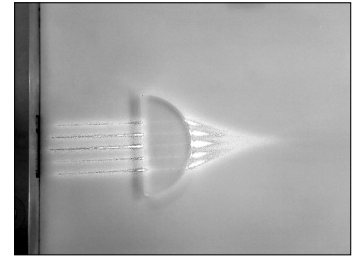
8 凸レンズを通った光は、どう進む？

このページのゴール 凸レンズの光軸・焦点・焦点距離を言え、3本の光の進み方を作図できる

① 凸レンズ

凸レンズは、まん中がふくらんだレンズです。小学3年で日光を集めた虫めがねのレンズも、凸レンズです。3つのはたらきがあります。

- 光を集める（日光を集めると、明るく熱くなる）
- 近くのを大きく見せる（10ページ）
- スクリーンに像をうつす（9ページ）



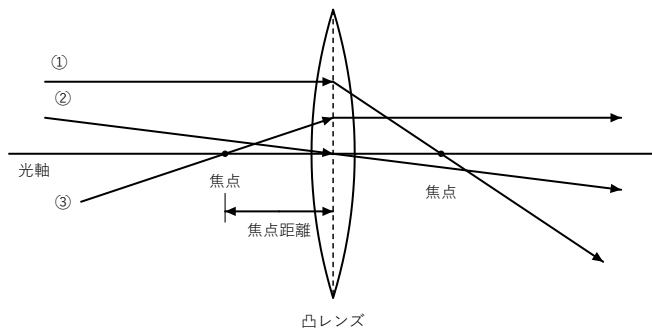
凸レンズを真上から見た所（光が1点に集まる）
写真：Bjoertvedt (CC BY 3.0). Wikimedia Commons
より、白黒にして名前を加えた

② 光軸・焦点・焦点距離

光軸…レンズの中心を通り、レンズの面に垂直な直線。光軸に平行な光は、凸レンズで屈折して1点に集まる。この点を**焦点**、レンズの中心から焦点までの距離を**焦点距離**という。焦点はレンズの両側に1つずつあり、焦点距離は両側とも同じ。

③ 3本の光の進み方（屈折は中心の縦の線で1回だけ曲げる）

- ① 光軸に平行な光 → 屈折して、反対側の焦点を通る。なぜ：焦点は、光軸に平行な光が集まる点と決めたから。
- ② レンズの中心を通る光 → そのまま直進する。なぜ：レンズのまん中は、光がほとんど曲がらない所だから。
- ③ 焦点を通過してレンズに入った光 → 屈折して、光軸に平行に進む。なぜ：①を逆向きにたどった形だから。



合言葉 「平行は焦点へ、中心はまっすぐ、焦点からは平行に」

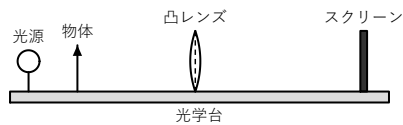
注意 × 焦点は、レンズの片側だけにある → ○ 焦点は、レンズの両側に1つずつある

写真の出典：Bjoertvedt「Prisme 02」（CC BY 3.0、<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.ja>）、Wikimedia Commons（https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prisme_02.jpg）。切り取り、白黒にして名前を加えました。

9 スクリーンにうつる像（実像）は、どこに、どんな向きでできる？

このページのゴール 実像のできる位置・大きさ・向きを、作図と物体の位置から言える

① 実験のしかた



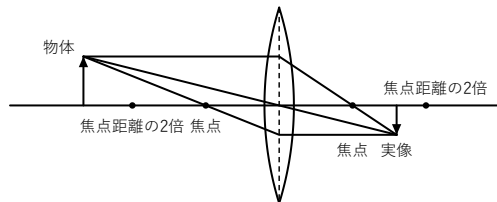
光学台の上に、光源・物体・凸レンズ・スクリーンを一直線に並べます。物体を焦点の外側に置き、スクリーンを前後に動かすと、はっきりした像がうつる位置が見つかります。

② 実像の作図

① 物体の先から、光軸に平行な光（→ 屈折して、反対側の焦点を通る）と、レンズの中心を通る光（→ そのまま直進する）を引く。

② 2本が交わった点が、像の先。

なぜ：物体の1点から出た光は、レンズを通して1点に集まるから。



物体が焦点の外側にあるとき、レンズを通った光が1点に集まってできる像を実像という。スクリーンにうつり、物体と上下左右が逆の向きになる。

③ 物体の位置と、できる像

物体の位置	像のできる位置	像の大きさ	像の向き
焦点距離の2倍より遠い	反対側の、焦点と焦点距離の2倍の間	物体より小さい	逆向き
焦点距離の2倍	反対側の、焦点距離の2倍	物体と同じ	逆向き
焦点と焦点距離の2倍の間	反対側の、焦点距離の2倍より遠く	物体より大きい	逆向き
焦点の上	像はできない	—	—

物体を焦点の外側でレンズに近づけるほど、実像はレンズから遠くにでき、大きくなります。

例 焦点距離10cmのレンズで、物体をレンズから20cm（焦点距離の2倍）に置くと、反対側20cmの所に、同じ大きさの実像がうつる。
逆に、同じ大きさの実像ができたとき（物体と実像が、レンズの両側で同じ距離のとき）は、物体とレンズの距離が焦点距離の2倍なので、 $20 \div 2 = 10\text{cm}$ と分かる。

合言葉 「焦点距離の2倍で、同じ大きさ」

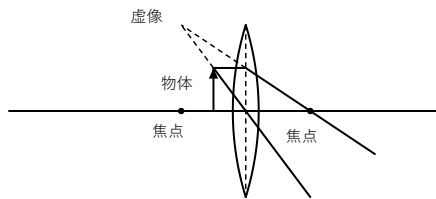
注意 × 実像は上下だけが逆 → ○ 実像は上下左右が逆

10 焦点の内側に物体を置くと？ レンズを半分かくすと？

このページのゴール 虚像のできかたと実像とのちがいを言え、レンズをかくしたときの像を言える

① 虚像

物体を焦点の上に置くと、光は平行になって集まらず、像はできません。内側に置くと？



物体が焦点の内側にあるとき、光は集まらず広がる。物体の反対側からのぞくと、光を逆にのばした先に、同じ向きで大きい像が見える。これを虚像という（スクリーンにはうつらない）。

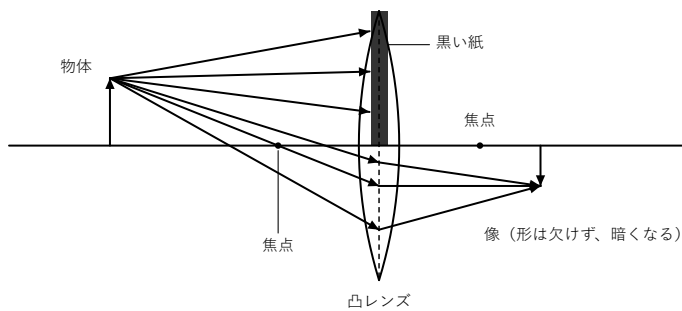
虫めがねで近くのを大きく見るときは、この虚像を見えています。

② 実像と虚像のくらべ

	実像	虚像
物体の位置	焦点の外側	焦点の内側
スクリーン	うつる	うつらない
向き	上下左右が逆	同じ向き
大きさ	位置で変わる	物体より大きい
使う物	カメラ	虫めがね・ルーペ

鏡の像は反射、光ファイバーは全反射の利用で、どちらも凸レンズの像ではありません。

③ レンズの一部をかくすと



上半分をかくしても、下半分を通った光が像の同じ点に集まるので、像は欠けず暗くなるだけです。

合言葉 「焦点の外なら実像（逆向き）、内なら虚像（同じ向き）」

注意 × レンズの上半分をかくすと、像の下半分が消える → ○ 像の形は変わらず、暗くなるだけ

11 音は、どうやって耳まで伝わる？

このページのゴール 音源と振動、波、音を伝える物と真空のことを言える

① 音は物体の振動で出る

音を出している物を音源（発音体）という。音は、物体の振動（ふるえ）で出る。

小学3年で、「音が出ている物はふるえている」ことを学びました。そのふるえが、どのように耳まで届くのでしょうか。

② 振動が伝わる

音源の振動が、まわりの空気を次々に振動させて伝わる。このように、振動が次々に伝わる現象を波という。

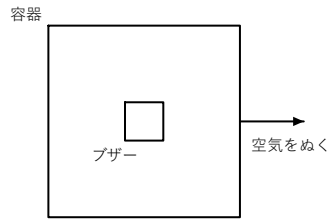
空気そのものが、音源から耳まで動いてくるわけではありません。振動だけが、次々に伝わります。
同じ高さの音を出す音さAとBを近くに置き、Aをたたくと、たたいていないBも鳴り出します。Aの振動が空気を通してBに伝わったからです。AとBの間に板を入れると、Bは鳴りにくくなります。



音さ（木の箱つき）
写真：Brian0918 at English Wikipedia (CC BY-SA 3.0)。Wikimedia Commons より、白黒にして名前を加えた

③ 音を伝える物

気体（空気）	液体（水）	固体（金属・木・糸電話の糸）	真空
伝わる	伝わる	伝わる	伝わらない



容器の中でブザーを鳴らしながら、容器の中の空気をぬいていくと、音はしだいに小さくなります。音を伝える空気が減っていくからです。空気を完全にぬいた真空中では、音を伝える物が無いので、音は伝わりません。

合言葉 「伝える物が無い真空中では、音は伝わらない」

注意 × 真空中でも音は伝わる → ○ 音を伝える物（空気など）が無いので伝わらない

写真の出典：Brian0918 at English Wikipedia 「Tuning fork on resonator」 (CC BY-SA 3.0、<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.ja>)、Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tuning_fork_on_resonator.jpg)。切り取り、白黒にして名前を加えました。加工した写真も同じ条件で利用できます。

12 音はどのくらいの速さで伝わる？ 距離はどう求める？

このページのゴール 音の速さ（約340m/s）を使って距離を求められ、やまびこでは往復なので時間を半分にすると言える

① 音の速さ

空気中を伝わる音の速さは、約**340m/s**（1秒間に約340m）です。光の速さは約30万km/s（1秒間に約30万km）で、音よりはるかに速いので、稲光が見えてから、少しおくれで雷鳴が聞こえます。遠くの花火も同じです。

水の中を伝わる音の速さは、空気中より速くなります。

② 距離の求め方

$$\text{距離(m)} = \text{音の速さ(m/s)} \times \text{時間(s)}$$

$$\text{時間(s)} = \frac{\text{距離(m)}}{\text{音の速さ(m/s)}}$$

例 稲光が見えてから5秒後に雷鳴が聞こえました。雷までの距離は？（音の速さを340m/sとし、光が届く時間は考えない）

式：距離(m) = 音の速さ(m/s) × 時間(s)

代入：= 340 × 5

計算：= 1700

答え：1700m



稲光（いなずま）

写真：Brandon Morgan littlepl85 (CC0)。Wikimedia Commons より、白黒にして名前を加えた

③ やまびこ



山に向かって声を出すと、音は山まで行って、返ってきます。つまり**往復**しています。だから、聞こえるまでの時間の**半分**が、片道の時間です。

例 山に向かって声を出し、3秒後にやまびこが聞こえた。山までの距離は？

片道の時間：3 ÷ 2 = 1.5秒

式：距離(m) = 340 × 1.5 計算：= 510

答え：510m

合言葉 「やまびこは往復、時間を半分に」

注意 ×やまびこが4秒後に聞こえたら、距離は340 × 4 → ○ 往復なので、片道の時間は2秒。340 × 2

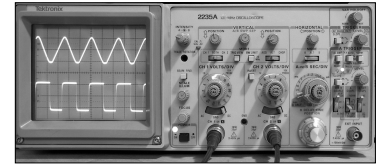
写真の出典：Brandon Morgan littlepl85 「Lightning Ground Storm (Unsplash)」 (CC0)、Wikimedia Commons ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lightning_Ground_Storm_\(Unsplash\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lightning_Ground_Storm_(Unsplash).jpg))。

13 音の大きさと高さは、何で決まる？

このページのゴール 振幅と振動数、オシロスコープの波形の読み方、振動数の求め方を言える

① オシロスコープ

オシロスコープは、音の振動のようすを、波の形で画面に表示する装置です。横軸が時間、縦軸が振動のふれはばを表します。写真では、画面の上の段になめらかな波が出ています。



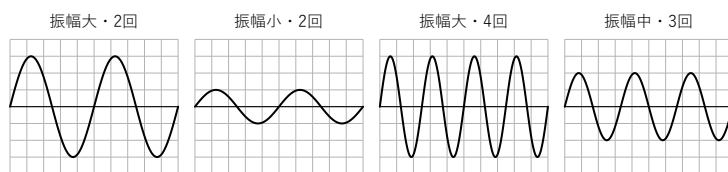
オシロスコープ

写真：Xato（パブリックドメイン）。Wikimedia Commons
より、白黒にして名前を加えた

② 振幅と振動数と、波形の読み方

振幅…振動のふれはば。振幅が大きいほど、**大きい音**になる。

振動数…音源が1秒間に振動する回数。単位は**ヘルツ（Hz）**。振動数が多いほど、**高い音**になる。

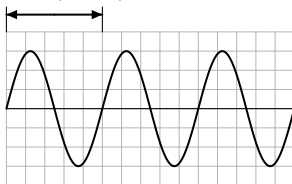


波形のどこを見るか	分かること	音の何か
縦のはば（山の高さ）	振幅	大きさ
同じ時間の中の波の数	振動数	高さ

③ 振動数の求め方（1秒間に何回振動するか）

例：0.5秒間に200回振動する音は、1秒間では $200 \div 0.5 = 400$ 回なので、400Hzです。

1回の振動（5目盛り）



横の1目盛り = 0.002秒

波形から求めるときは、1回の振動の時間を先に出します。1目盛りが0.002秒で、1回の振動が5目盛りなら、 $0.002 \times 5 = 0.01$ 秒。1秒間では $1 \div 0.01 = 100$ 回なので、100Hzです。

逆に、100Hzなら1回の振動は $1 \div 100 = 0.01$ 秒。5目盛りなら、1目盛りは $0.01 \div 5 = 0.002$ 秒です。

合言葉 「振幅は大きさ、振動数は高さ」

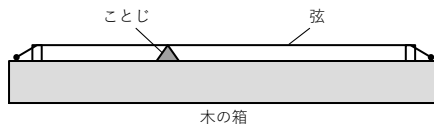
注意 × 振幅が大きいほど高い音 → ○ 振幅が大きいほど大きい音（高さは振動数で決まる）

写真の出典：Xato「Oscilloscope sine square」（Public domain）、Wikimedia Commons（https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oscilloscope_sine_square.jpg）。

14 弦の音を高くするには？2つの波形から何が分かる？

このページのゴール 弦の音を高くする方法と、条件を1つだけ変えてくらべるやり方、2つの波形の読み方を言える

① モノコード



モノコードは、木の箱に弦をはった道具です。弦をはじくと、弦が振動して音が出ます。**ことじ**を動かすと、振動する弦の長さが変わります。

② 弦の音の高さ

条件	変え方	振動数	音
弦の長さ	短くする	多くなる	高くなる
弦をはる強さ	強くはる	多くなる	高くなる
弦の太さ	細い弦にする	多くなる	高くなる
はじく強さ	強くはじく	変わらない	大きくなる（振幅が大きい）

③ 条件を1つだけ変えてくらべる

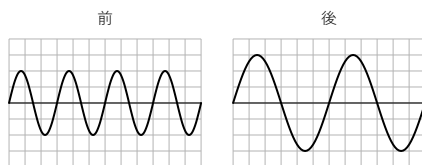
- ① 調べたい条件だけがちがう2本を選ぶ（弦の長さと言の高さなら、長さだけをちがえる）。
- ② ほかの条件（はる強さ・太さ・はじく強さ）は同じにして、はじく。
- ③ 高さのちがいは、ちがえた条件のせいだと言える。

なぜ：ほかの条件もちがうと、何で高さが変わったのか分からないから。

弦	長さ	太さ	はる強さ
X	60cm	細い	弱い
Y	30cm	細い	弱い
Z	30cm	太い	強い

長さと高さの関係は、長さだけがちがうXとYでくらべます。XとZは、長さも太さもはる強さもちがうので、くらべられません。

④ 2つの波形をくらべる



高さ（同じ時間の波の数）と大きさ（縦のはば）は、別々に読みます。「後」は「前」より、波の数が少なく、縦のはばが大きいのので、低く、大きい音になりました。はる強さと太さを変えていなければ、ことじを動かして弦を長くし、強くはじいたと考えられます。

合言葉 「高い音は「短く・強く・細く」」

注意 ×弦を強くはじくと、高い音になる → ○強くはじくと大きい音になる（高さは変わらない）

確認問題① 光の進み方と、反射・鏡の像

答えと解説は20～22ページ（10・11枚目の紙）にあります。【 】は、わからないときに読み直すページです。

1 光源と、光の進み方について答えなさい。【2・3ページ】

- (1) 次のうち、光源をすべて選びなさい。 ア 太陽 イ 月 ウ 電灯のあかり エ 鏡 _____
- (2) 光源から出た光が直接目に入る場合のほかに、物が見えるもう1つのしくみを書きなさい。

- (3) かげができるのは、光のどんな性質によるものですか。 _____
- (4) 光の3つの性質を、すべて答えなさい。 _____
- (5) 暗い部屋で電気を消すと、物が見えなくなるのはなぜですか。

- (6) 紙や布は、どの向きからでも見えます。その理由を書きなさい。

- (7) 月が光って見えるのは、なぜですか。

2 反射の法則と、鏡にうつる像について答えなさい。【3・4ページ】

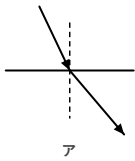
- (1) 鏡に当たる前の光を何といいますか。また、はね返った光を何といいますか。 _____
 - (2) 入射角は、鏡に当たる前の光と何がつくる角ですか。 _____
 - (3) 反射の法則を、式のような形で書きなさい。 _____
 - (4) 鏡の面と、鏡に当たる前の光の間の角が70° のとき、反射角は何度ですか。 _____
 - (5) 反射角が48° でした。入射角は何度ですか。 _____
 - (6) 鏡にうつる像は、鏡をはさんで物体とどんな位置にあるように見えますか。

 - (7) 鏡から1.5m離れて立つと、自分の像は鏡から何m離れた所に見えますか。 _____
 - (8) 鏡にうつる物体の像を見ると、目に届く光は、鏡のどこで反射していますか。 _____
 - (9) 右の図は、方眼の上に物体・鏡・目をかいたものです。次のことを、この図に直接かき入れなさい。
① 物体の像の位置に×をかく ② 鏡が光を反射する点に●をかく ③ 物体から目まで、光の道すじを実線と破線でかく（鏡の中は破線）
-
- (10) 物体の位置を変えずに、鏡を物体から遠ざけると、像は物体からどうなりますか。 _____
 - (11) 鏡の面と、はね返った光との間の角が25° のとき、入射角は何度ですか。 _____
 - (12) 鏡から3m離れて立つと、自分から像までの距離は何mに見えますか。 _____

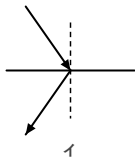
確認問題② 屈折・光の色と、凸レンズの光の進み方

3 屈折と、水の中の物の見え方について答えなさい。【5・6ページ】

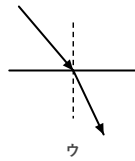
- (1) コップの水に鉛筆を入れると、水面の所で折れて見えます。これは光の反射・屈折のどちらによるものですか。 _____
- (2) 屈折角は、屈折した光と何がつくる角ですか。 _____
- (3) 空気から水へ光が進むとき、入射角と屈折角では、どちらが大きいですか。 _____
- (4) 水から空気へ光が進むとき、入射角と屈折角では、どちらが大きいですか。 _____
- (5) 光が境界面に垂直に入ったとき、光は屈折しますか。 _____
- (6) 次のア～エの図は、空気から水へ進む光の道すじです（上が空気、下が水）。正しいものを1つ選びなさい。 _____



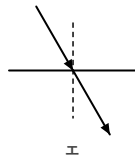
ア



イ



ウ



エ

- (7) 入射角と屈折角のどちらが大きくなるかについて、空気から水、水から空気のどちらにも成り立つ決まりを書きなさい。

- (8) 水を入れた茶わんの底のコインは、実際の位置より深い所・浅い所のどちらにあるように見えますか。 _____
- (9) 水の中の物が、実際より浅い所にあるように見える理由を書きなさい。

4 全反射と、光の色について答えなさい。【7ページ】

- (1) 水中から空気中へ向かう光で、入射角をだんだん大きくしていくと、やがて光が空気中に出ていかなくなりました。この現象は、屈折・全反射のどちらですか。 _____
- (2) 全反射が起こるのは、入射角が大きいときと小さいときのどちらですか。 _____
- (3) 全反射を利用した、通信に使われている道具は何ですか。 _____
- (4) プリズムと同じしくみで、太陽の光が色ごとに分かれて見える自然の現象を何といいますか。 _____
- (5) 太陽の光をプリズムに通すと、色ごとに分かれて見えるのはなぜですか。 _____
- (6) いろいろな色の光がまざった、太陽や電灯の光を何といいますか。 _____
- (7) 空気から水に進む光で、全反射は起こりますか。起こりませんか。 _____

5 凸レンズの名前と、光の進み方について答えなさい。(1)～(3) は【光軸・焦点・焦点距離】から選んで書きなさい。【8ページ】

- (1) レンズの真ん中を通り、レンズの面に垂直な直線を何といいますか。 _____
- (2) (1) の線に平行な光が屈折して集まる点を何といいますか。 _____
- (3) レンズの真ん中から (2) の点までの距離を何といいますか。 _____
- (4) (2) の点は、レンズの片側に1つですか、両側に1つずつですか。 _____
- (5) (1) の線に平行に入った光は、屈折後どこを通りますか。 _____
- (6) 屈折してもまがらず、そのまま直進する光は、レンズのどこを通った光ですか。 _____
- (7) (2) の点を通してレンズに入った光は、屈折後どのように進みますか。 _____

確認問題③ 凸レンズと、できる像

6 物体の位置と、できる像について答えなさい。【9・10ページ】

- (1) 物体を焦点距離の2倍の位置に置くと、実像はどこにできますか。 _____
- (2) (1) のときの実像の大きさは、物体と比べてどうですか。 _____
- (3) 物体をちょうど焦点の位置に置くと、像はできますか。 _____
- (4) 物体が焦点より内側にあるとき、できる像は実像・虚像のどちらですか。また、物体と比べてどんな向き・大きさですか。 _____
- (5) レンズから12cmの位置に物体を置くと、反対側の12cmの位置に実像ができました。このレンズの焦点距離は何cmですか。 _____
- (6) 物体が焦点距離の2倍より遠くにあるとき、できる実像の大きさは物体と比べてどうですか。 _____
- (7) 凸レンズの上半分を黒い紙でかくすと、スクリーンにできる実像はどうなりますか。 _____
- (8) スクリーンにうつった実像は、物体と比べて、上下・左右の向きがどうなっていますか。 _____
- (9) 物体を焦点の外側でレンズに近づけていくと、実像ができる位置と大きさはどうなりますか。 _____
- (10) 物体を焦点距離の2倍より遠くに置くと、実像は反対側のどのあたりにできますか。 _____
- (11) 物体を焦点と焦点距離の2倍の間に置くと、実像の大きさは物体と比べてどうなりますか。 _____
- (12) 虫めがねで近くの物を大きく見るとき、のぞいて見ているのは、実像・虚像のどちらですか。 _____
- (13) 虚像を見るとき、目はレンズをはさんで物体と同じ側・反対側のどちらに置きますか。 _____
- (14) 焦点距離10cmのレンズから5cmの位置に物体を置きました。できる像は実像・虚像のどちらですか。また、像の大きさは物体とくらべてどうですか。 _____
- (15) 物体をレンズから20cmの位置に置くと、物体の2倍の大きさの実像ができました。このレンズの焦点距離は、10cmより長いですか、短いですか。 _____
- (16) 焦点距離8cmのレンズで、実像の大きさを物体と等しくするには、物体をレンズから何cmの位置に置けばよいですか。 _____
- (17) 焦点距離10cmのレンズから15cmの位置に物体を置いたとき、できる像は、物体とくらべて大きいですか、小さいですか。 _____
- (18) 焦点距離15cmのレンズから45cmの位置に物体を置いたとき、できる実像は、物体とくらべて大きいですか、小さいですか。 _____
- (19) 実像の作図で、光軸に平行な光とレンズの中心を通る光が交わる点は、何の位置を表しますか。 _____
- (20) 物体を焦点より内側に置いたとき、スクリーンに像はうつりますか。 _____
- (21) 物体を焦点の外側で、レンズから遠ざけていくと、実像ができる位置は、レンズに近づきますか、遠ざかりますか。 _____
- (22) 物体を焦点距離の2倍の位置に置き、スクリーンに実像をうつしました。物体からスクリーンまでの距離は、焦点距離の何倍ですか。 _____
- (23) 物体を焦点距離の2倍の位置から遠ざけていくと、実像の大きさはどうなりますか。 _____
- (24) 物体を焦点の位置に置いたとき、物体の1点から出た光は、レンズを通った後、どうなりますか。 _____

確認問題④ 音の伝わり方・速さ・大きさと高さ

7 音の伝わり方と、速さについて答えなさい。(6)～(11)は、音の速さを340m/sとし、光が届くまでの時間は考えません。【11・12ページ】

- (1) 音を出している物を何といいますか。 _____
- (2) 音は物体の何によって発生しますか。 _____
- (3) 音は、気体・液体・固体のうち、どれを伝わるすることができますか。 _____
- (4) ブザーを鳴らしている容器の中の空気をぬいていくと、ブザーの音はどうなりますか。 _____
- (5) 音をたたくと、同じ高さの音を出すとなりの音さも鳴り出す理由を書きなさい。

- (6) 音が空気中を3.5秒間伝わると、何m進みますか。 _____
- (7) 花火が光ってから4秒後に音が聞こえました。花火までの距離は何mですか。

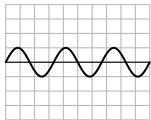
- (8) 稲光が見えてから6秒後に雷鳴が聞こえました。雷までの距離は何mですか。

- (9) 850m離れた場所で光った花火の音が、聞こえるまで何秒かかりますか。

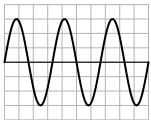
- (10) がけに向かって手をたたいたところ、2.5秒後に反射音が聞こえました。がけまでの距離は何mですか。 _____
- (11) トンネルの入口に向かって音を出すと、2.4秒後に反射音が返ってきました。トンネルの入口までの距離は何mですか。 _____
- (12) かみなりの光が見えてから、音が聞こえるまでに時間がかかる理由を書きなさい。

8 振幅と振動数について答えなさい。【13・14ページ】

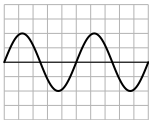
下のア～エは、オシロスコープに表示された音の波形です（横の1目盛りが表す時間は、どれも同じです）。



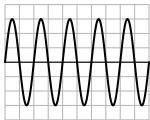
ア



イ



ウ



エ

- (1) アとイでは、振動数は同じです。大きい音を表しているのはどちらですか。 _____
- (2) イとエでは、振幅は同じです。高い音を表しているのはどちらですか。 _____
- (3) ア～エの中で、いちばん低い音を表しているのはどれですか。 _____
- (4) モノコードの弦をはじく強さを変えると、音の高さと大きさのどちらが変わりますか。 _____
- (5) モノコードの弦の長さを半分にすると、振動数と音の高さはそれぞれどうなりますか。 _____
- (6) モノコードの弦を強くはると、音の高さはどうなりますか。 _____
- (7) 0.25秒間に150回振動する音の振動数は何Hzですか。 _____
- (8) 1回の振動に0.005秒かかる音の振動数は何Hzですか。 _____
- (9) 弦A～Dで、弦の太さと音の高さの関係を調べたいとき、くらべる2本を選び、記号で答えなさい。

弦	A	B	C	D
長さ	40cm	40cm	20cm	40cm
太さ	細い	太い	太い	細い
はる強さ	強い	強い	強い	弱い

_____と _____

覚えることの一覧（何も見ずに書けるか、紙でかくして確かめよう）

光源・光の3つの性質（2ページ）

光源	太陽・電灯・ろうそくのほのおのように、自分で光を出す物（月・人・本は光源ではない）
光の3つの性質	直進（同じ物質の中でまっすぐ進む）・反射（はね返る）・屈折（種類のちがう物質の境目で折れ曲がる）

反射・鏡の像（3・4ページ）

反射の法則	入射角＝反射角（どちらも、鏡の面に垂直な線から測る）。鏡の面と光の間の角が40° なら、入射角は 90° －40° ＝50°
鏡の像	鏡をはさんで物体と線対称の位置（鏡までの距離が同じで反対側）。物体と像の間は、鏡までの距離の2倍
乱反射	表面のでこばこで、光がいろいろな向きに反射すること

屈折・全反射・白色光（5～7ページ）

	入射角と屈折角	垂直な線に対して
空気 → 水・ガラス	入射角 > 屈折角	近づく
水・ガラス → 空気	入射角 < 屈折角	離れる

合言葉：「空気側の角のほうが大きい」。垂直に入った光は曲がらない。**全反射**は水・ガラス→空気で、入射角が大きいときに起こる（空気→水・ガラスでは起こらない。水は約49° より大きいとき）。光ファイバーは全反射の利用。水中の物が浅く見えるのは、光が水面で屈折して目に入るため。**白色光**はいろいろな色の光がまざった光で、プリズムで色ごとに分かれる。

凸レンズ（8～10ページ）

光軸＝レンズの中心を通り面に垂直な直線。**焦点**＝光軸に平行な光が集まる点（両側に1つずつ）。**焦点距離**＝レンズの中心から焦点までの距離。光の進み方3本：①光軸に平行な光→反対側の焦点を通る ②中心を通る光→直進 ③焦点を通った光→光軸に平行に進む。凸レンズのはたらき：光を集める・近くのを大きく見せる・スクリーンに像をうつす。

物体の位置	像
焦点距離の2倍より遠い	物体より小さい実像・逆向き
焦点距離の2倍	物体と同じ大きさの実像・逆向き
焦点と焦点距離の2倍の間	物体より大きい実像・逆向き
焦点の上	像はできない
焦点より内側	物体より大きい虚像・同じ向き（レンズをのぞいて見る）

実像＝スクリーンにうつる（カメラ）。虚像＝スクリーンにうつらない（虫めがね）。焦点距離の2倍の位置に物体を置くと同じ大きさの実像 → 物体とレンズの距離÷2＝焦点距離。レンズの一部をかくしても、像の形は欠けず、暗くなるだけ。

音の伝わり方・速さ（11・12ページ）

音源（発音体）：音を出す物。音は**振動**で出て、**波**として伝わる。気体・液体・固体を伝わるが、**真空中は伝わらない**。音の速さ＝約**340m/s**（光は約30万km/sで、音よりはるかに速い）。距離(m)＝音の速さ(m/s)×時間(s)。**やまびこは往復**なので、聞こえた時間の半分が片道の時間。

音の大きさ・高さ（13・14ページ）

振幅＝大きさ（振幅が大きいほど大きい音）。**振動数**＝高さ（単位**Hz**。振動数が多いほど高い音）。1回の振動の時間(秒)＝1÷振動数(Hz)。モノコードの弦は、短く・強くはる・細くすると高い音。弦をはじく強さは、大きさ（振幅）に関係する。調べたい条件だけを変え、ほかの条件は同じにしてくるべ。

合言葉（2～14ページ）

「角は、鏡に垂直な線から測る」／「空気側の角のほうが大きい」／「平行は焦点へ、中心はまっすぐ、焦点からは平行に」／「焦点距離の2倍で、同じ大きさ」／「焦点の外なら実像（逆向き）、内なら虚像（同じ向き）」／「やまびこは往復、時間を半分に」／「振幅は大きさ、振動数は高さ」

確認問題の答えと解説

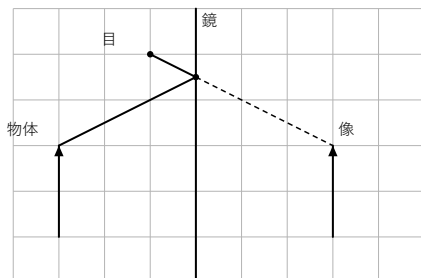
1【2・3ページ】

- (1) ア・ウ
- (2) 光源の光が物に当たって反射し、その反射した光が目に入る。
- (3) 直進 (4) 直進・反射・屈折
- (5) (例) 物に当たって反射する光が無くなるから。
- (6) (例) 表面の細かい凸凹で、光がいろいろな向きに反射する(乱反射する)ので、どの向きからも目に光が入るから。
- (7) (例) 太陽の光を反射して、その反射した光が目に入るから。

太陽・電灯のあかりは自分で光を出す光源。月は光源ではなく、太陽の光を反射して見えている。鏡は光を反射する物で、光源ではない。電気を消すと光源の光が無く、反射する光も無いので見えない。(7) 月は光源ではなく、太陽の光を反射して見えている。【2・3】

2【3・4ページ】

- (1) 入射光・反射光
- (2) 鏡の面に垂直な線 (3) 入射角＝反射角
- (4) 20° (5) 48°
- (6) 線対称の位置(鏡までの距離が同じで反対側)
- (7) 1.5m
- (8) 像と目を結ぶ直線と、鏡が交わる点
- (9) 下の図



- (10) 像も物体から遠くなる(鏡から像までの距離も、物体から鏡までと同じだけ増えるから)

(11) 65°

(12) 6m

入射角は鏡の面に垂直な線から測る。(4) 鏡の面との間の角が 70° なので、入射角は $90^\circ - 70^\circ = 20^\circ$ 。反射角も 20° 。(5) 反射角＝入射角なので 48° 。(6)(7) 像は鏡について線対称の位置にでき、鏡から像までの距離は、鏡から物体までと同じ1.5m。(8)(9) 反射する点は、像と目を結ぶ直線と鏡が交わる点。物体からその点、その点から目へ光が進む(鏡の中の部分は実際には光が通らないので破線)。(11) 反射角は $90^\circ - 25^\circ = 65^\circ$ 。入射角＝反射角なので 65° 。(12) 像は鏡から3mの所に見えるので、自分から像までは $3+3=6(\text{m})$ 。【3・4】

3【5・6ページ】

- (1) 屈折 (2) 境界面に垂直な線
- (3) 入射角 (4) 屈折角
- (5) 屈折しない(まっすぐ進む)
- (6) ウ
- (7) 空気側の角のほうが大きい
- (8) 浅い所
- (9) (例) 水の中の物から出た光が水面で屈折して目に入り、その光をまっすぐ逆にのぼした先に物があるように見えるため。

空気→水では入射角>屈折角、水→空気では入射角<屈折角で、どちらも空気側の角のほうが大きい。図はウだけが「空気側の角が大きい」に合う(アは屈折角のほうが大きい、イは光が水に入らず反射している、エは曲がらずにまっすぐ進んでいる)。入れる語: 屈折・浅い所・逆にのぼした先。【5・6】

4【7ページ】

- (1) 全反射 (2) 大きいとき
- (3) 光ファイバー (4) にじ
- (5) (例) 色によって光の屈折のしかたが少しずつちがうから。
- (6) 白色光
- (7) 起こらない

全反射は水・ガラス→空気で、入射角が大きいときだけ起こる。空気→水・ガラスでは、光は垂直な線に近づくように曲がるので、どんな入射角でも水・ガラスの中へ進み、全反射は起こらない。【7】

5【8ページ】

- (1) 光軸 (2) 焦点 (3) 焦点距離
- (4) 両側に1つずつ
- (5) 反対側の焦点を通る
- (6) レンズの中心 (を通った光)
- (7) 光軸に平行に進む

凸レンズの焦点は両側に1つずつあり、レンズの中心からの距離（焦点距離）は同じ。光の進み方3本は本文の①～③のとおり。【8】

6【9・10ページ】

- (1) 反対側の焦点距離の2倍の位置 (2) 同じ大きさ
- (3) できない
- (4) 虚像。物体と同じ向きで、物体より大きい。
- (5) 6cm
- (6) 物体より小さい
- (7) (例) 像の形は変わらず、暗くなるだけ。
- (8) 上下も左右も逆になっている
- (9) (例) レンズから遠くにでき、大きくなる。
- (10) (例) 反対側の、焦点と焦点距離の2倍の間にできる。
- (11) 物体より大きい
- (12) 虚像
- (13) 反対側
- (14) 虚像・物体より大きい
- (15) 長い
- (16) 16cm
- (17) 大きい
- (18) 小さい
- (19) 像の先 (像のできる位置)
- (20) うつらない
- (21) 近づく
- (22) 4倍
- (23) 小さくなる
- (24) (例) たがいに平行になって進み、集まらない。

(5) 物体と実像が、レンズの両側で同じ12cmなので、どちらも焦点距離の2倍の位置 → $12 \div 2 = 6(\text{cm})$ 。(6) 2倍より遠いと、実像は物体より小さい。(7) レンズのどこを通った光も像の同じ点に集まるので、形は欠けず暗くなる。(8) 実像は上下左右が逆。(9) 物体を焦点に近づけるほど、実像はレンズから遠くにでき、大きくなる。(10) 2倍より遠い物体の実像は、反対側の焦点と2倍の間にでき、小さい。(11) 焦点と2倍の間なので、実像は物体より大きい。(12)(13) 虫めがねは虚像を、レンズをはさんで物体の反対側からのぞいて見る。(14) 5cmは焦点(10cm)より内側なので、虚像ができ、物体より大きく見える。(15) 物体より大きい実像ができるのは、物体が焦点と焦点距離の2倍の間にあるとき。20cmは焦点距離の2倍より近いので、焦点距離の2倍は20cmより長く、焦点距離は $20 \div 2 = 10(\text{cm})$ より長い。(16) 焦点距離の2倍の位置なので、 $8 \times 2 = 16(\text{cm})$ 。(17) 15cmは、焦点10cmと2倍の20cmの間なので、実像は物体より大きい。(18) 45cmは、焦点距離15cmの2倍の30cmより遠いので、実像は物体より小さい。(19) 2本の光が交わる点、像の先。(20) 焦点より内側では光が集まらず、虚像になるので、スクリーンにはうつらない。(21) 物体を遠ざけるほど、実像はレンズに近づく。(22) 物体はレンズから焦点距離の2倍、実像は反対側の焦点距離の2倍にできるので、 $2 + 2 = 4(\text{倍})$ 。(23) 2倍より遠いと、実像は物体より小さくなり、遠ざけるほど小さくなる。(24) 焦点の上に置くと、物体の1点から出た光はたがいに平行になって集まらず、像はできない。【9・10】

7 【11・12ページ】

- (1) 音源（発音体） (2) 振動
(3) 気体・液体・固体のすべて
(4) (例) しだいに小さくなっていく（聞こえなくなる）
(5) (例) 音さの振動が空気を振動させ、その空気の振動がとなりの音さに伝わって、となりの音さも振動するから。
(6) 1190m
(7) 1360m
(8) 2040m
(9) 2.5秒
(10) 425m
(11) 408m
(12) (例) 光の速さ（約30万km/s）が音の速さ（約340m/s）よりはるかに速いため、光が届いてから音が届くまでに時間差ができる。
- 音は物体の振動で出て、波として気体・液体・固体を伝わるが、真空中は伝える物が無いので伝わらない。【11】 計算は、距離(m)=音の速さ(m/s)×時間(s)。 (6) $340 \times 3.5 = 1190$ (m)。 (7) $340 \times 4 = 1360$ (m)。 (8) $340 \times 6 = 2040$ (m)。 (9) 時間(s) = $850 \div 340 = 2.5$ (秒)。 (10)(11) 反射音は往復なので、聞こえた時間の半分が片道の時間。 (10) $2.5 \div 2 = 1.25$ 秒、 $340 \times 1.25 = 425$ (m)。 (11) $2.4 \div 2 = 1.2$ 秒、 $340 \times 1.2 = 408$ (m)。 (12) 入れる語：光の速さ・音の速さ・おそい。【12】

8 【13・14ページ】

- (1) イ (2) エ (3) ウ
(4) 大きさ（音の高さは変わらない）
(5) 振動数は多くなり、音は高くなる (6) 高くなる
(7) 600Hz
(8) 200Hz
(9) AとB
(1) 振幅が大きいほど大きい音。アは振幅が1目盛り、イは3目盛り。(2) 振動数が多い（同じ時間の波の数が多い）ほど高い音。エは5回、イは3回。(3) ウは波の数が最も少ないので、いちばん低い音。(4) はじく強さは高さに関係せず、大きさに関係する。(5)(6) 弦を短くする・強くはると振動数が多くなり、高い音になる。(7) 0.25秒間に150回なので、1秒間では $150 \div 0.25 = 600$ (回) → 600Hz。(8) 1回の振動が0.005秒なので、1秒間では $1 \div 0.005 = 200$ (回) → 200Hz。(9) 太さだけがちがいが、長さとはる強さが同じ組を選ぶ。AとBは、長さ40cm・はる強さ「強い」が同じで、太さだけがちがう。AとDははる強さだけ、BとCは長さだけがちがう。【13・14】