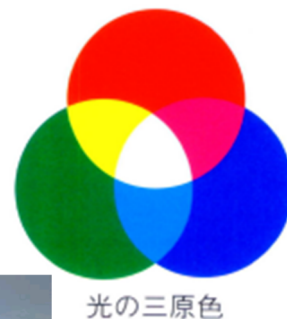
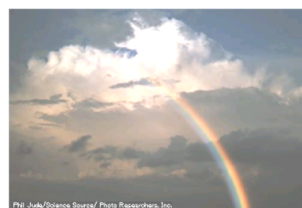
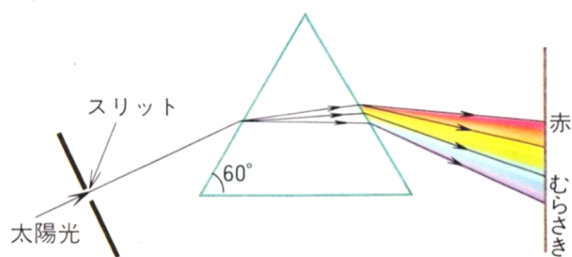


光の速さ

光は1秒間に約30万km進み、1日ではおよそ260億km進みます。これは^{じそく}時速100kmの自動車ですら約3万年もかかる道のりです。また、月の光が地球に届くのは1.3秒ほどで、太陽を出た光が地球に届くのには約500秒(8分20秒)もかかります。

可視光線

光には、^{しがいせん}紫外線や^{せきがいせん}赤外線のように人間の目には見えないものもふくまれています。そして、太陽光のような白い光を^{はくしよくこう}白色光といいます。



光の三原色

上のよう、^{たいようこう}太陽光はいろいろな色の光からできています。そして、それぞれの色によって^{くつせつ}屈折する割合の^{くつせつりつ}屈折率がちがっています。このときの^{くつせつ}屈折のちがいを一度に見ることができる自然現象が^{げんしょう}虹です。^{にじ}虹は、空気中の⁽¹⁾水滴がプリズムの^{やくめ}役目をしているため、丸く円を描くような形をしています。そのなかで、^{くつせつ}屈折する割合が最も小さい色が⁽²⁾紫色で、最も大きい色が⁽³⁾赤色です。夕日や月食の月が赤く見えるのはこれが原因です。また、赤色・緑色・青色を光の三原色といいます。

また、絵の具やインクを混ぜるときには、^{あかむらさきいろ}水色・赤紫色・黄色の3色を混ぜるといろいろな色をつくることができます。この3色を色の三原色といいます。このときは、3色が混ざったところは黒になります。



色の三原色

光の性質

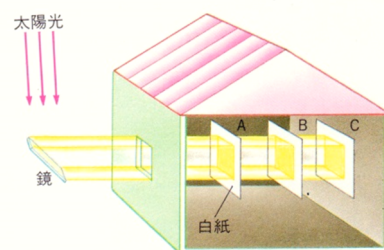
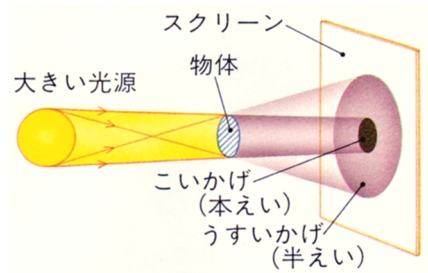
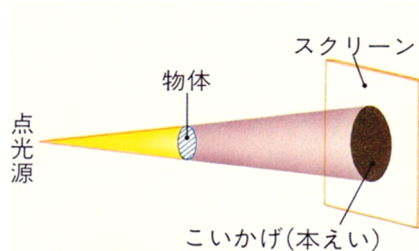
平行光線と面の明るさ

光が、真空中や気体や液体のようなものの中をまっすぐに進む性質を

光の⁽⁴⁾直進性(漢字で?性)といいます。

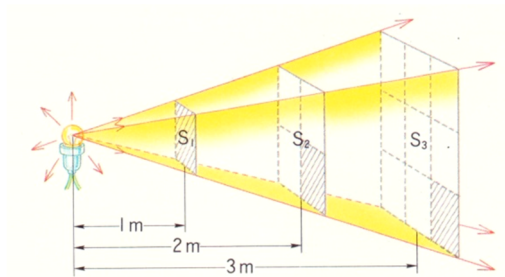
^{にっしょく}日食や^{げっしょく}月食は太陽光がつくる^{ほんえい}本影と^{はんえい}半影がおこす^{げんしょう}現象です。

また、無限に遠いところからやってくる^{たいようこう}太陽光はほぼ^{こうせん}平行光線で、^{きょり}距離に関係なくこの面の明るさも同じです。



かくさん
拡散光線と面の明るさ

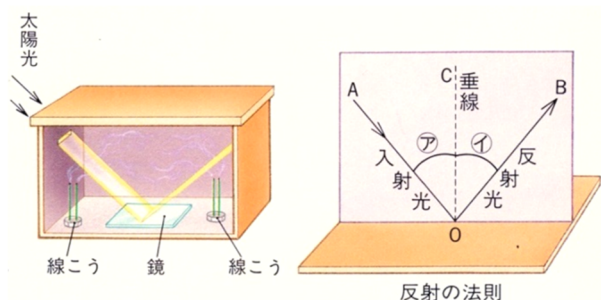
①光源と面の明るさ



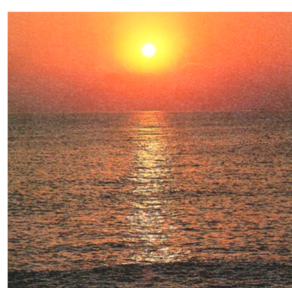
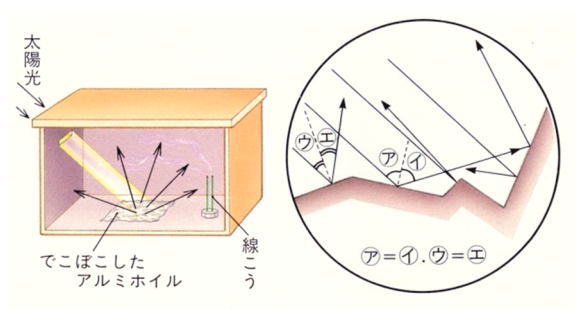
左のように、点光源からの距離が1倍、2倍、3倍になると、光の量は一定なのに対して、光が当たる面積は $S_1=1$ 倍として、 $S_2=(5)$ 倍、 $S_3=(6)$ 倍と広がるため、その明るさは S_1 の明るさ=1 とすると、 S_2 の明るさ=(7…分数で)、 S_3 の明るさ=(8…分数で)となります。

光の反射

光の反射には正反射と乱反射があり、どちらも、それぞれに入射角と反射角が等しい反射の法則が成り立っています。湖の水面に実物と同じ形の像が写る反射のしかたを(9…正反射か乱反射で)といいます。

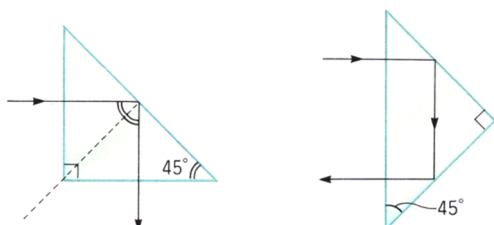


これに対し、でこぼこの面でのいろいろな方向に反射する反射のしかたを(10…正反射か乱反射で)といいます。しかし、このときもひとつひとつには反射の法則が成り立っており、海面の明るいところすべてに太陽が



写っているのです。

プリズム



光の性質を調べるために使う三角柱のガラスを(11…カタカナ)といます。これには、直角二等辺三角形のものと正三角形の形のものがあります。

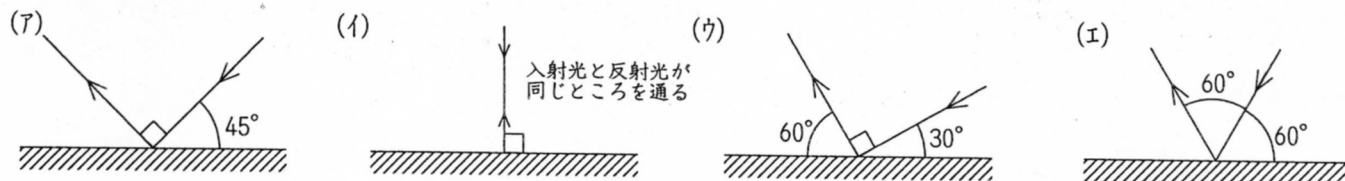
左のように光がガラスの外に出ていかないのは、光が(12…漢字で)という性質をもっているためです。入射角が42度よりも大きいと

きは空気中との境目のところすべて反射してしまうのです。プールの底の方から水面を見ると、水面が鏡の裏側のように外景色が見えません。これも光の(12)によるものです。

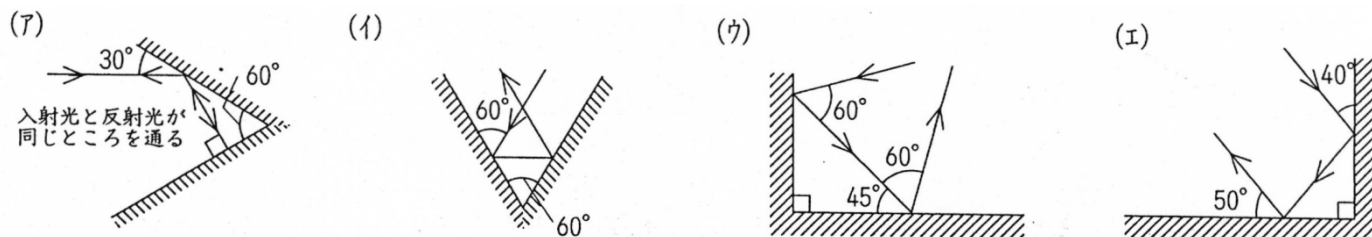
知識の確認

下の(1)～(2)で、光の進み方として正しくないものを選び、それぞれ記号で答えなさい。

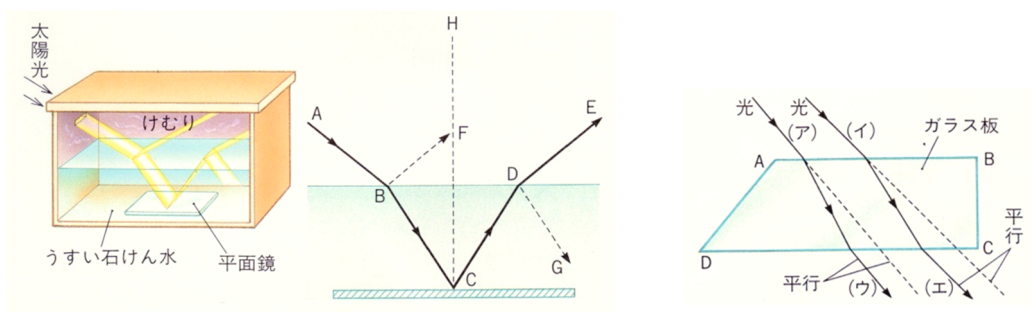
(1) 鏡に反射させるとき…(13)



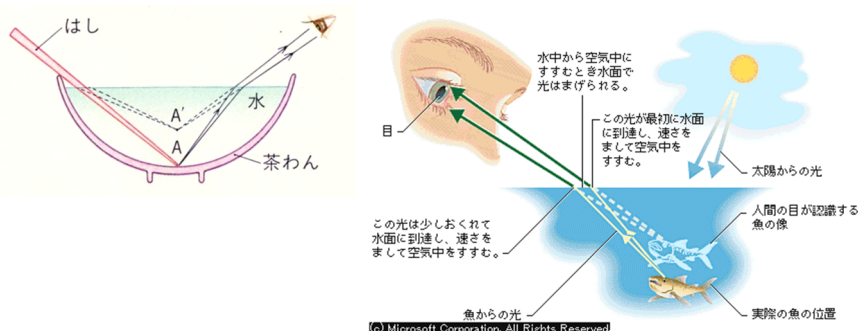
(2) 2枚の鏡を使って反射させるとき…(14)



光の屈折



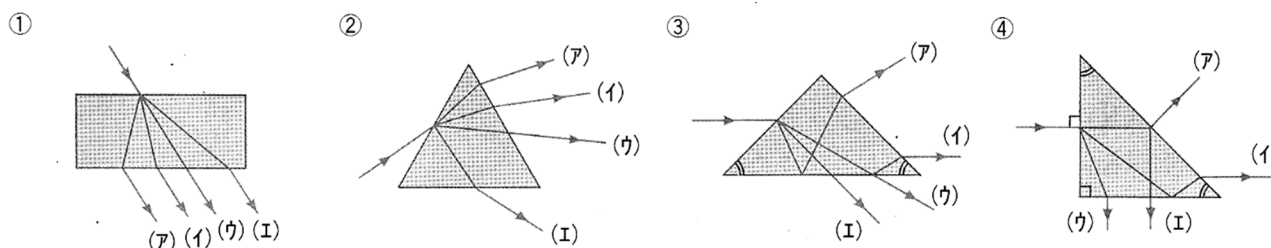
光は、異なる物質の中を通るときに折れ曲がって進みます。これを光の^{ひがひ}屈折といい、空気中から水中へ入るときは、もぐるように進みます。こうした進み方は、^{さいたんきより}光が最短距離を通ろうとしていると考ええると分かりやすくなります。水中から出るときは逆の道筋を通り、これを光の^{ぎやくしん}逆進といいます。



日常生活で、茶わんの中のはしが^お折れ曲がっているように見えたり^{じっさい}金魚が実際よりも上の方に見えるように見えたりするのはこのためです。そして、これを利用して光が一点に集まるようにつくってあるのが^{にちじょう}とつレンズです。

知識の確認

下の①～④のようなガラスに入った光の進み方をそれぞれ記号で答えなさい。



(15…記号で)

(16…記号で)

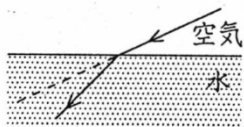
(17…記号で)

(18…記号で)

下の(3)～(5)で、光の進み方として正しくないものを選び、それぞれ記号で答えなさい。

(3) 光が空気中から水中に向かって進むとき…(19)

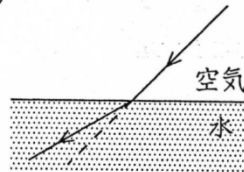
(ア)



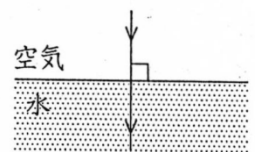
(イ)



(ウ)

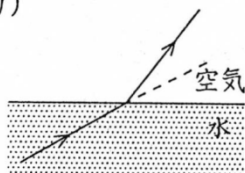


(エ)

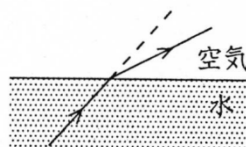


(4) 光が水中から空気中に向かって進むとき…(20)

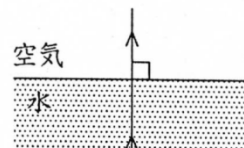
(ア)



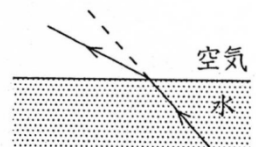
(イ)



(ウ)

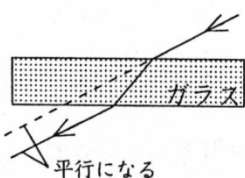


(エ)

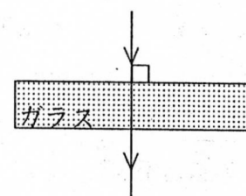


(5) ガラスでできた板の中を光が進むとき…(21)

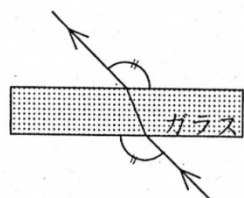
(ア)



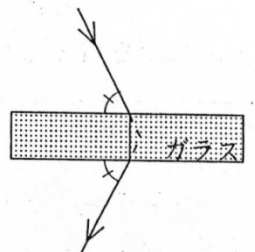
(イ)



(ウ)

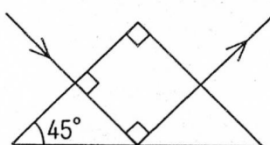


(エ)

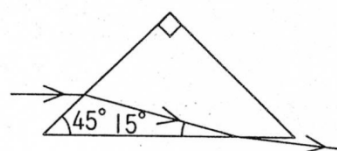


(6) 直角プリズムの中を光が進むとき…(22)

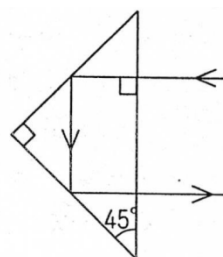
(ア)



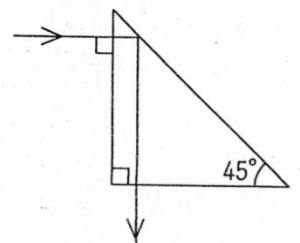
(イ)



(ウ)



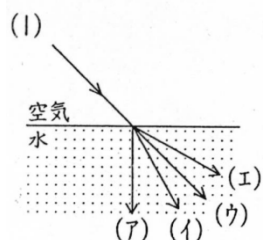
(エ)



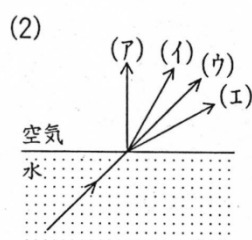
知識の確認(まとめ)

下の(1)～(5)のうち、光の進み方の正しいものを選び、それぞれ記号で答えなさい。

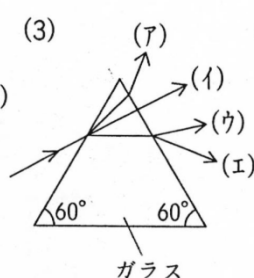
(23)



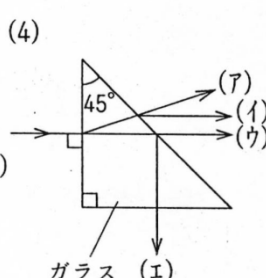
(24)



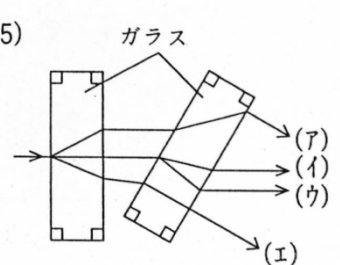
(25)



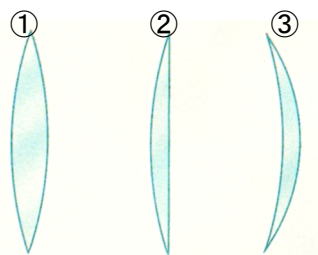
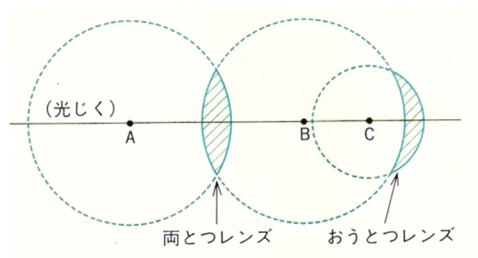
(26)



(27)

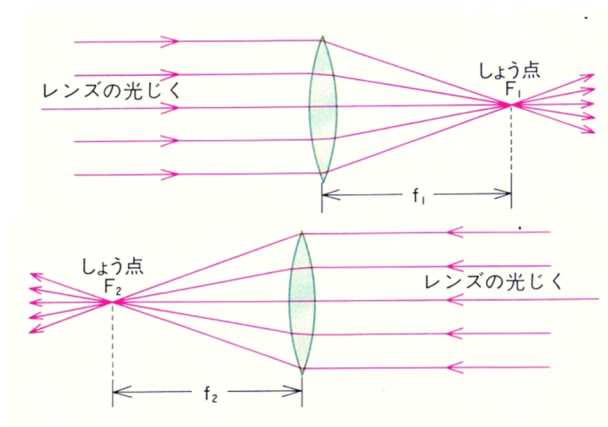


光とつレンズ



レンズのつくりのしくみは図のようになっています。ふくらみ(凸)があるのが**とつレンズ**、へこみ(凹)があるのを**おうレンズ**といいます。①は**両とつレンズ**、②は**平とつレンズ**、③は**おうとつレンズ**です。

とつレンズの焦点と焦点距離

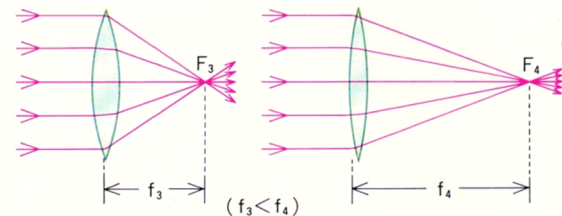


レンズの光じくに平行に進んだ光は、レンズで屈折して**全て(28…?点)**に集まるようにつくってあります。

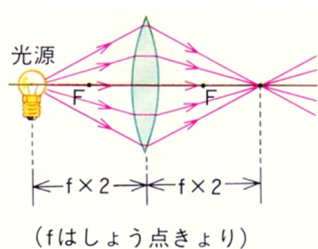
このとき、とつレンズのはしの部分に入った光線は屈折する割合が大きくなります。

また、レンズの反対側から同じように進んだ光も、レンズの反対側の**(28)**に集まります。

そして、レンズの中心から**焦点**までの距離(図の f_3 と f_4)を**(29…漢字で?距離)**といい、この距離はレンズの**ふくらみが大きいほど短**くなります。ふくらみが大きいほど大きく屈折するためです。

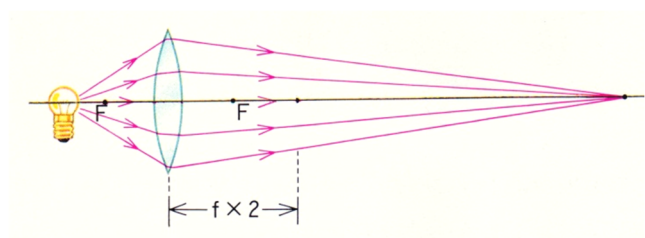


点光源の位置ととつレンズを通る光

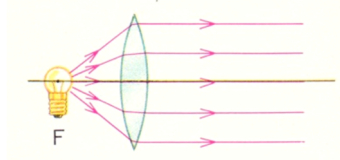


作図するときの基本になるのが左図です。

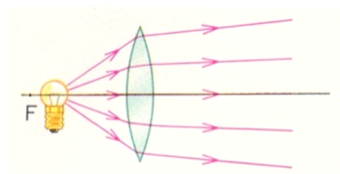
「**焦点距離の(30)倍のところ**」から出た光は、反対側の「**焦点距離の(30)倍のところ**」に集まる。



「**焦点距離の2倍のところ**」よりも**焦点**に近いところから出た光は、**焦点よりも(31…遠いか近いで)**ところに集まります。

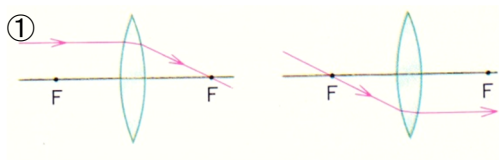


焦点の上に光源があるときのレンズを通ったあとの光は(32)光線になります。
遠くまで照らすことが必要な灯台などに利用されています。
日光と同じ平行光線は、距離に関係なく同じ明るさになるためです。

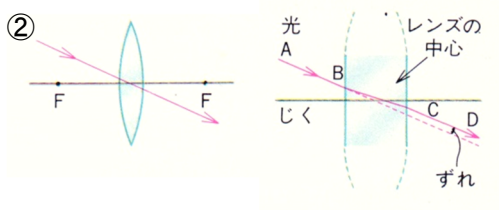


焦点よりも内側に光源があるときは、レンズを出たあとの光は図のような散光光線になり、光源から離れるほど暗くなっていきます。

とつレンズによってできる像…作図するときの光の進み方の基本は下の①と②だけです。

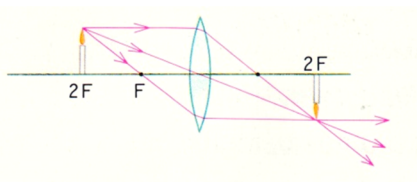


とつレンズの光じく平行にレンズに入った光は、すべて焦点に集まる。反対に焦点を通過してレンズに入った光は、とつレンズの光じく平行に出て行く。



とつレンズの中心を通った光は、屈折せずにそのまま真っすぐに進む。※レンズの中心を通った光は、実際には右のように2回屈折して少しずれます。しかし、このずれはとても小さいため、作図のときは無視してかまいません。

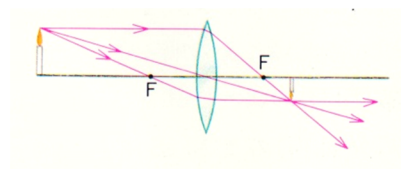
とつレンズと像



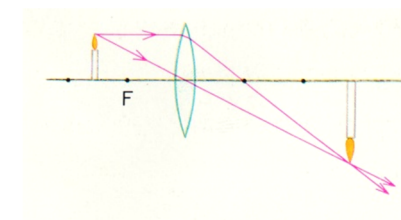
①作図のときの基本は、点光源のときと同じく焦点距離の2倍のところに実物を置いたときです。

向こう側の焦点距離の2倍のところに実物と同じ大きさの(33…ア.正立 イ.倒立で)の(34…ア.実像 イ.虚像で)ができます。

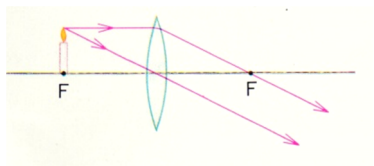
実物を置く位置を(焦点距離の2倍のところ)から遠ざけていくと、できる像は小さくなって焦点に近よってきます。



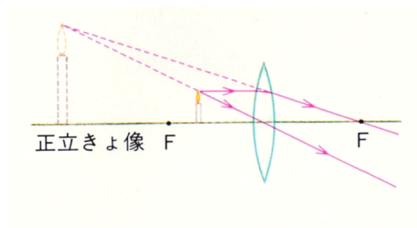
②実物を焦点距離の2倍のところよりも遠ざけたとき、
焦点に近いところに実物よりも小さい(35…ア.正立 イ.倒立で)の(36…ア.実像 イ.虚像で)ができます。実物をかなり遠くに置くと、焦点のところに小さい(35…ア.正立 イ.倒立で)の(36…ア.実像 イ.虚像で)がはっきりとできます。これがカメラのしくみです。



③実物を焦点距離の2倍のところと焦点の間に置いたとき、
反対側の焦点距離の2倍のところよりも遠いところに実物よりも大きい(37…ア.正立 イ.倒立で)の(38…ア.実像 イ.虚像で)ができます。



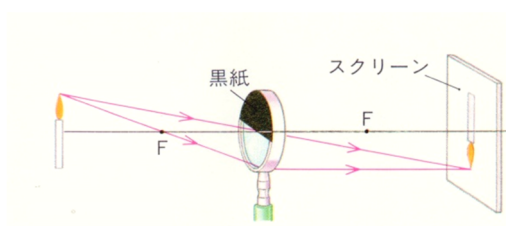
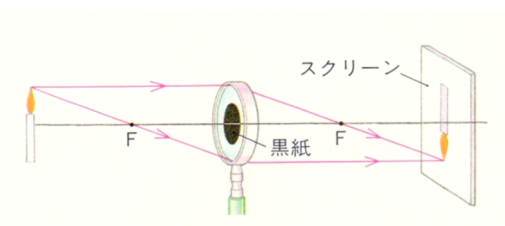
④ **焦点**の上に**実物**を置いたときは、レンズを通ったあとのそれぞれの光が平行になるため、**像**はできません。



⑤ **実物**を**焦点の内側**に置いたとき、**実像**はできませんが、**実物**と反対側からレンズをのぞくと、**実物よりも大きな**(39…ア.正立 イ.倒立で)の**(40…ア.実像 イ.虚像で)**を見ることができます。

つまり、虫眼鏡で拡大して見えるアリののように、実際には存在していないものが**像**として見えるのです。

スクリーンに写る**像**の明るさ



レンズを黒い紙でおおったとき、上図のどちらの場合にも**像**はできます。これは、黒い紙でおおっても、レンズにはあらゆる方向から光が入っているためです。しかし、レンズを通る光の量が減っているため、できる**像**は暗くなってしまいます。プロのカメラマンが大きいレンズを使うのはこのためです。

知識の確認

焦点距離が12cmの凸レンズに、図1から図4のように光をあてました。それぞれどのように進みますか。正しいものを記号で選びなさい。

図1 (41)

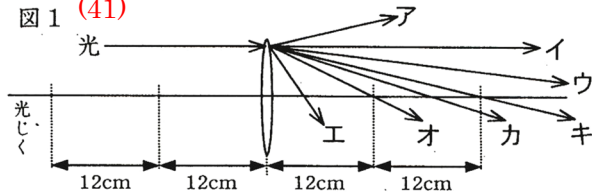


図2 (42)

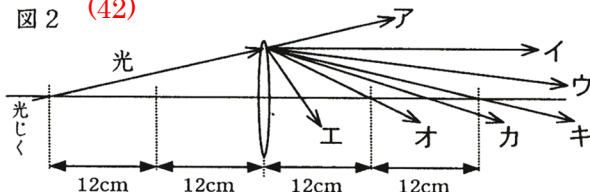


図3 (43)

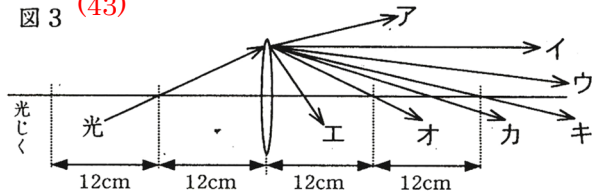
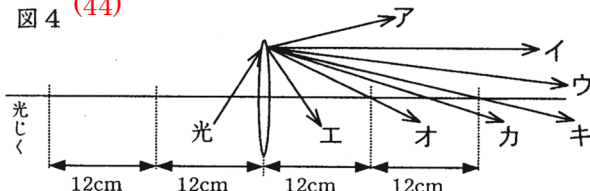
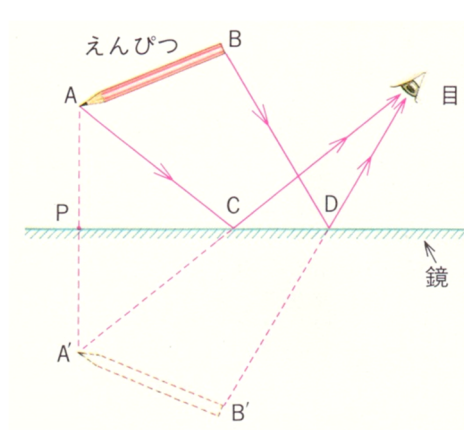


図4 (44)



鏡による物体の像

物体と像は鏡に対して線対称になります…自分で作図して確認。



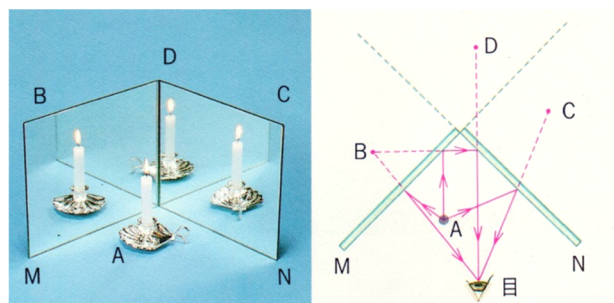
目は鏡の鉛筆を見ていますが、実際はC点とD点で反射してきた光が、目に入ってきています。実物では、鉛筆の先が左にありますが、鏡の中の像では(45…右か左で)に見えています。

鏡の前に自分のからだを置いたとき、ちょうど自分の体を180度だけ反対にしたときと同じ状態になっていることに気がつきます。自分の左手が、鏡の中では右手になっています。時計の針や数字も左右が反対になっています。



また、自分の真後ろをAにうつし、Aにうつった像をBにうつして自分の後ろを見ることができます。このときのBにうつった自分の後ろ姿は、左右が反対になっていません。

それは、自分の目に入ってくる光が、鏡によって(46)回反射しているためです。



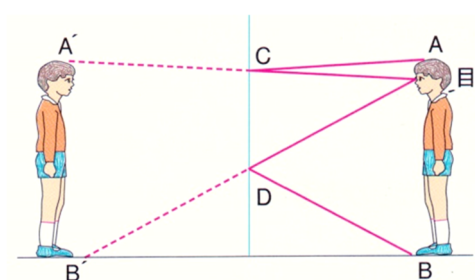
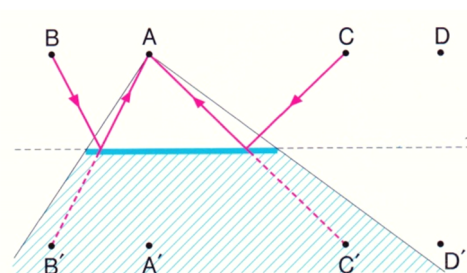
左のように直角にした合わせ鏡では、3つの像ができています。いずれも、鏡で反射した光が自分の目に入っているのです。このとき、BとCは(47)回の反射、Dは(48)回の反射でできた像です。

鏡で見える範囲

鏡に映ったA君を見ることができるのは、A君とB君と(49)君で、できないのが(50)君です。

見分け方は、A君(実物の)とB'君(鏡の中の)、A君(実物の)とD'君(鏡の中の)を直線で結んだとき、その直線が鏡の中を通るか

どうかです。直線が鏡の中を通るときは、A君(実物の)から出た光が鏡で反射できるためA'君(鏡の中の)を見ることができるのです。



身長(51…ことばで)の長さがあれば自分の全身がうつる

図のCDの長さは、全身の長さのちょうど(51)の長さになります。つまり、自分の全身を鏡にうつすためには、自分の身長の(51)以上のたての長さをもつ鏡を用意すればよいわけです。

音

音と光の現象には共通するところがありますが、本質的には異なったものです。

共通することから…音も光と同じように反射をし、物に吸収され、異なる物質の中を通るときには屈折をします。豆電球のような拡散光線と同じように音も遠くにいくほど弱くなっていきます。

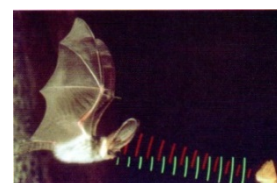
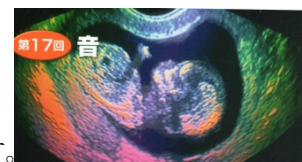
ちがうことから…音は真空中では伝わりませんが、光は真空中でも伝わります。また、光は透明な物体の中だけしか進めませんが、音は不透明な物体の中でも伝わっていきます。

音と振動

物が1秒間に振動する回数のことを振動数といい、これが空気中を伝わって人の耳に音として聞こえています。また、振動数の単位はヘルツといい、人の耳で聞けることができる範囲は、1秒間におよそ(53…ア.40～30000 イ.30～25000 ウ.20～20000)ヘルツです。これを超える音を超音波といい、これの直進や反射、屈折の性質を利用して、体の中のようすを画像処理することができます。

ヒト	20～2万	コマドリ	250～2.1万
イヌ	16～5万	アオガエル	50～1万
ネコ	60～6.5万	キリギリス	1000～9万
イルカ	150～15万	ガ	3000～15万
コウモリ	1200～12万	(単位：ヘルツ)	

また、動物たちが聞くことのできる音の範囲は人と違います。コウモリは、2万～12万ヘルツの数ミリ秒の短いさけび声(超音波)を1秒間に10～20回ほど出しています。そのはね返ってきた音を聞いて、障害物を避けたりエサをとらえたりしています。



音の振幅

右のようにふれ幅(ア)の半分の大きさを(54…漢字で)といい、これが音の強さ(大きさ)です。そのため、ふれ幅が小さければ音として聞こえません。音源から離れるにしたがって、聞えなくなるのはこのためです。

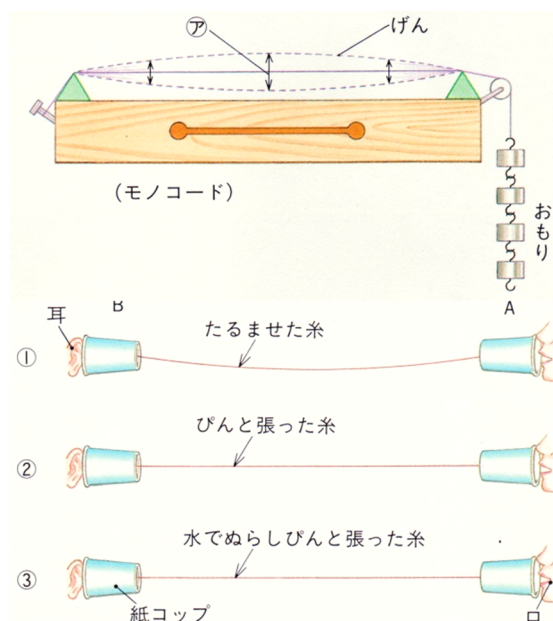
音の伝わり方

音は光とちがい、伝えるものがなければ伝わりません。

糸電話で調べてみるとよく分かります。

右の①・②・③の中で、音が伝わりやすい順は(55…記号で選ぶ)です。

ア.①→②→③ イ.③→②→① ウ.②→①→③



また、音は液体や固体の中も伝わっていき、その速さは密度の高い物質ほど速くなります。

そのため、気体・液体・固体の中を音が伝わる速さを速い順にならべると、(56…記号で選ぶ)になります。

ア.気体→液体→固体 イ.液体→固体→気体 ウ.固体→液体→気体

音の伝わる速さ

1.音が空気中を伝わる速さは、0℃のとき毎秒331mで、気温が1℃上がると毎秒0.6mずつ速くなります。

このことから、気温をt℃としたときの『音の速さ=(57)m+(58)m×t℃』で計算することができます。

つまり、気温が15℃のときの音の速さは毎秒(59)mになります。

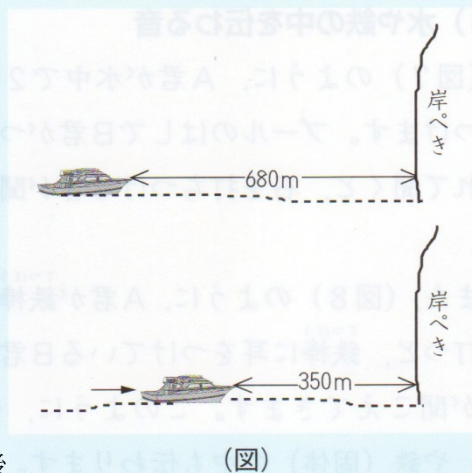
2.淡水の中を伝わる音の速さは水温が20℃のときで毎秒1500mで、海水中では20℃のときで毎秒1513mと淡水のときよりも速くなります。これを応用して、湖や海の深さを調べることができ、魚群探知器(ソナー)にも使われています。たとえば、水温が20℃のときの湖において、出した音が10秒後に、返ってきたとすると、調べたところの深さはおよそ(60)mであることが分かります。

また、光は真空中を進むときに比べて、空気中では約3%、水中では約25%、ガラス中では約33%おそくなります。

例題1 (図)のように、船が岩ぺきから680mはなれたところに止まっています。

(1) この船が、岸ぺきに向かって汽笛を1回鳴らすと、船の上の人は、反射音を4秒後に聞きました。このときの音の速さは毎秒何mですか。 毎秒(61)m

(2) この船が、初めの位置から毎秒10mの速さで岸ぺきに向かって進みながら、岸ぺきから350mはなれたところで汽笛を1回鳴らすと、船の上の人は何秒後に反射音を聞くことができますか。 (62)秒後



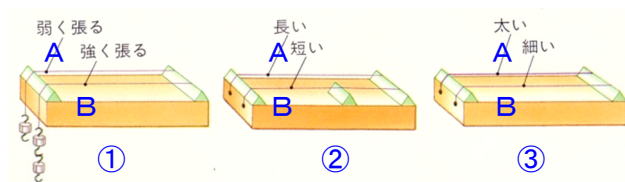
音の三要素

音の高低・強弱・音色を音の三要素といいます。

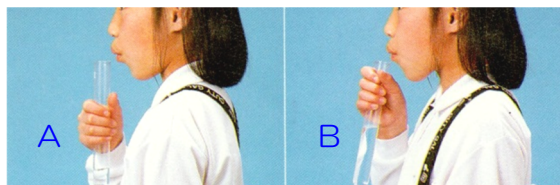
このうち、発音体の振動数によって決まるのが音の

高低で、振動数が多いほど(63…高いか低い)音になります。

高い音を出すためには、げんを強く張って琴柱の間隔をせまくして、細いげんを使うようにします。

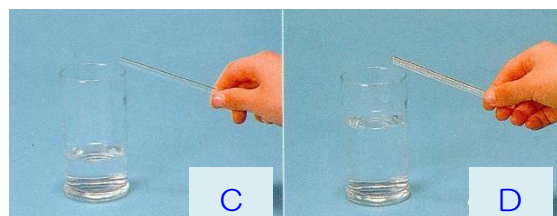


図の①で、高い音が出るのは(64…AかBで)の方で、②では(65…AかBで)、③では(66…AかBで)の方です。

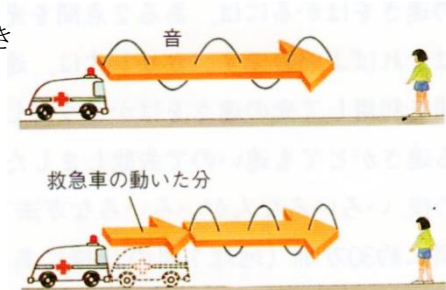


また、左写真のときに高い音が出るのは(67…AかBで)の方です。音を出しているのは水を入れた試験管の中の(68)だからです。

右で高い音が出るのは(69…CかDで)のコップの方です。
 たたいたときに振動するのはコップで、コップが空気を振動させます。そのため、水の量が(70…多いか少ないで)ときが高い音になるのです。

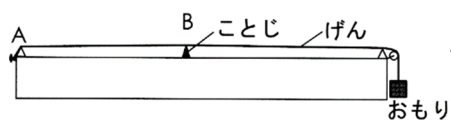


救急車のサイレンの音は、近づくときは高い音に聞こえ、遠ざかるときは低い音に聞こえます。これは、音の幅(山から山か谷から谷)が変化するためです。近づくときは、押されて長さが(71…せまくなかひろくで)なり、1秒間の振動数が多くなって高く聞こえるのです。
 これを(72…?効果)といいます。この現象については、確認演習で確認します。



確認演習

①モノコードで、げんの太さ・A B間の長さ・おもりの数を変えて、A B間を同じ強さではじき、1秒間のしん動数を調べたところ、表のようになりました。これについて、次の問いに答えなさい。ただし、げんは同じ材質の物を使い、A B間の長さはことじの位置を調整することで変えました。



	太さ(mm)	長さ(cm)	おもりの数(個)	振動数(回)
①	0.1	20	1	400
②	0.1	20	4	800
③	0.1	40	1	200
④	0.2	20	9	600
⑤	0.2	80	4	100
⑥	0.1	20	9	(5)

(1)①と②をくらべることで、おもりの個数が4倍になると振動数は(1)倍になることから、おもりの個数が9倍になると振動数は(2)倍になることが分かります。

(2)①と③をくらべることで、ことじの長さが2倍になると振動数は(3)倍になることから、長さが3倍になると振動数は(4)倍になることが分かります。

(3)太さと振動数の関係調べるために⑥をつくりました。

⑥の振動数は、①のおもりの個数の9倍になっていることから、(5)になることが分かります。

こうして、④と⑥をくらべることで、太さが2倍になると振動数は(6)倍になることが求められます。

これにより、太さが3倍になると振動数は(7)倍になることが分かります。

(4)これらのことから、太さは同じで長さを4倍、おもりの個数を4倍にすると振動数は(8)倍になることが求められます。

(5)太さが 0.2mm、長さが 40 cm、おもりの数が 4 個のときの振動数は(9)回になります。

(6)太さが 0.4mm、長さが 10 cm、おもりの数が 16 個のときの振動数は(10)回になります。

〔2〕 秒速 34m でまっすぐに走っている自動車があります。この自動車が走りながら、3740m 前方のがけに向けて 10 秒間クラクションを鳴らしました。これについて、次の問いに答えなさい。ただし、音速は毎秒 340m です。

[問 1] がけのところでクラクションを聞くと、最初にクラクションの音を聞くのは、自動車が鳴らしてから何秒後ですか。また、何秒間聞くことができますか。(11…?秒後・?秒間)

[問 2] 自動車に乗っている人が、クラクションの反射音を最初に聞くのは、最初に鳴らしてから何秒後ですか。また、クラクションの反射音を何秒間聞くことができますか。四捨五入して小数第 1 位までの数で答えなさい。(12…?秒後・?秒間)

実戦問題で確認

〔1〕 時速 61.2km で等速直線運動をしながら A 点から遠ざかっている車が、A 点から 850m はなれた P 点で音を出しはじめ、4 秒間音を出しました。これについて、次の問いに答えなさい。ただし、音速は毎秒 340m とし、風はないものとします。

問 1 車が P 点で出した音は、音を出してから何秒後に A 点で観測できますか。数字で答えなさい。(13)秒後

問 2 車が P 点を通過^{つうか}してから 4 秒後に音を出したとき、車は A 点から何 m はなれた地点を走っていますか。数字で答えなさい。(14)m

問 3 問 2 で答えた地点で出した音は、P 点で音を出してから何秒後に A 点で観測できますか。数字で答えなさい。(15)秒後

問 4 この車が出す音の振動数が毎秒 1260 回のとき、A 点で観測される音の振動数は毎秒何回になりますか。数字で答えなさい。また、A 点で観測される音の高さは、車が出す音に比べて高い音ですか、それとも低い音ですか。振動数…(16)回 音の高さ…(17)