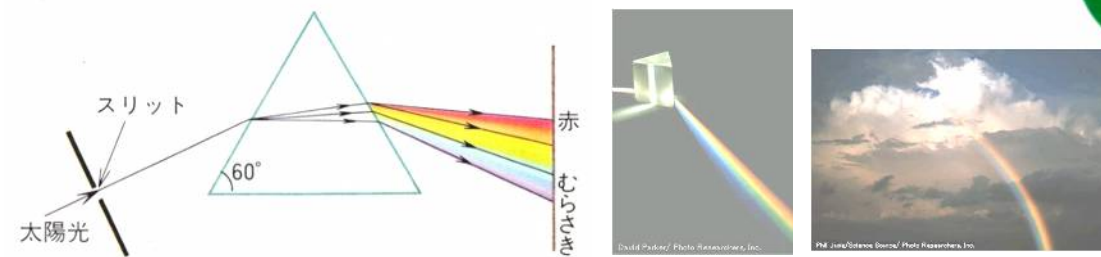


光の速さ

光は1秒間に約30万km進み、1日ではおよそ260億kmも進みます。これは時速100kmの自動車（時速）で約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、紫外線（しがいせん）や赤外線（せきがいせん）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白色光（はくしよくこう）といいます。



上のように、太陽光（たいようこう）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屈折する割合の屈折率（くっせつりつ）がちがっています。このときの屈折のちがいを一度に見ることができる自然現象（げんじょう）が虹（にじ）です。虹は、空気中の(1)がプリズムの役目（やくめ）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、屈折する割合が最も小さい色が(2)色で、最も大きい色が(3)です。夕日や月食の月が赤く見えるのはこれが原因です。

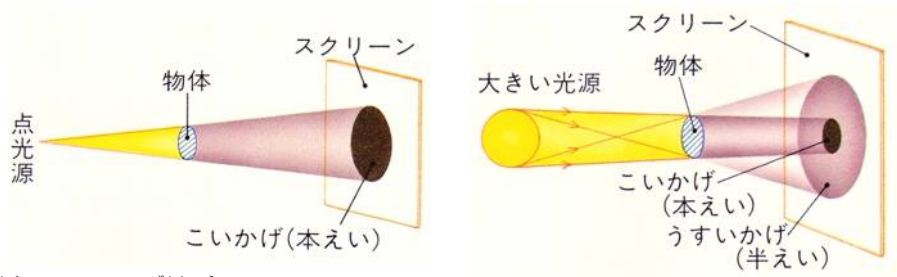


また、赤色・緑色・青色を光の三原色（さんげんしよく）といい、絵の具やインクを混ぜるときには、水色・赤紫色・黄色の3色を混ぜるといろいろな色をつくることができます。この3色は色の三原色（さんげんしよく）といいます。そして、3色が混ざったところは黒になります。

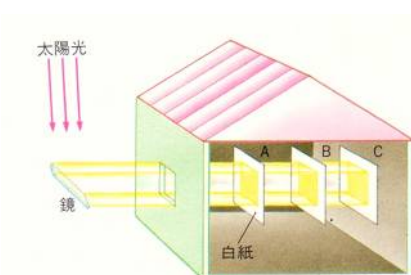
光の性質

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…漢字で?性)といいます。



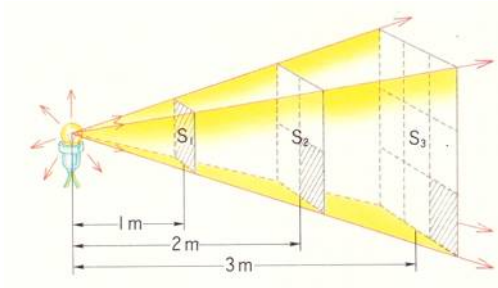
日食や月食は太陽光がつくる本影（ほんえい）と半影（はんえい）がおこす現象（げんじょう）です。



また、無限（むげん）に遠いところからやってくる太陽光はほぼ平行光線（たいようこう）で、距離（きょり）に関係なくどこの面の明るさも同じです。

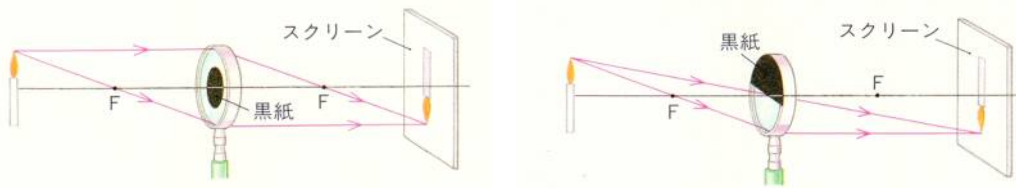
拡散光線と面の明るさ

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。

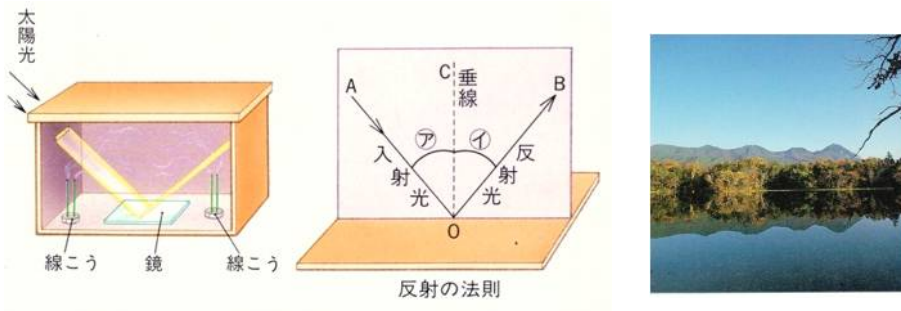
スクリーンに写る像の明るさ



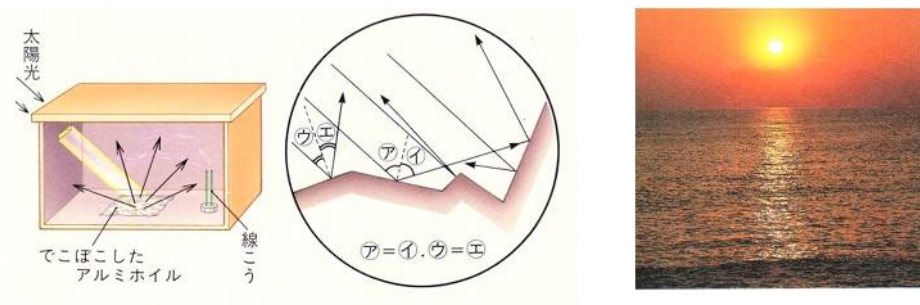
レンズを黒い紙でおおったとき、上図のどちらの場合にも像はできます。これは、黒い紙でおおっても、レンズにはあらゆる方向から光が入っているためです。しかし、レンズを通る光の量が減っているため、できる像は暗くなってしまいます。プロのカメラマンが大きいレンズを使うのはこのためです。

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。

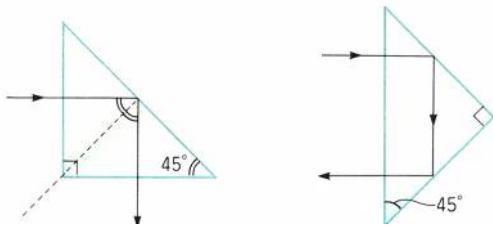


これに対し、でこぼこの面でのいろいろな方向に反射する反射のしかたを(10…正反射か乱反射で)といいます。しかし、このときもひとつひとつには反射の法則が成り立っており、海面の明るいところすべてに太陽が



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。

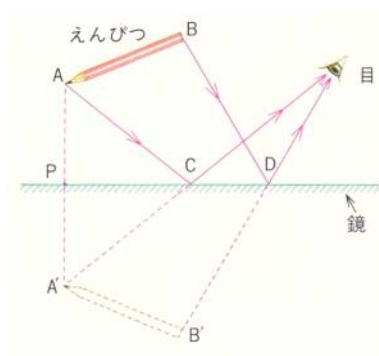
左のように光がガラスの外に出ていかないのは、光が(12…漢字で)
という性質をもっているためです。次のページのように、入射角が

48.6 度よりも大きいときは空気中との境目のところで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なって外の景色が見えませぬ。これも光の(12)によるものです。この性質は
光ファイバーなどに利用されています。



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。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。

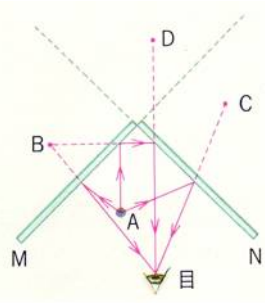
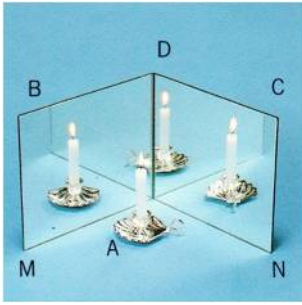
実物では、鉛筆の先が左にあります。鏡の中
の像では(13…右か左で)に見えています。

鏡の前に自分のからだを置いたとき、ちよう
ど自分の体を 180 度だけ反対にしたとき
同じ状態になっているわけです。

そのため、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
の後ろ姿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(14)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1回の反射、Dは2回の反射でできた像です。

また、合わせ鏡の中に見える像は「 $360^\circ \div \text{鏡の角度} - 1$ 」で求めることができます。ここでは3つの像を見ることができるわけです。

また、鏡を平行に向かい合わせに置いたときは、鏡と鏡との間に物体を置くと、その像が無数にできます。鏡Aにうつった像が鏡Bにうつり、その像がさらに鏡Aにうつり、また鏡Bにうつり、というように何回も反射するためです。



(図15) 平面鏡と凹面鏡



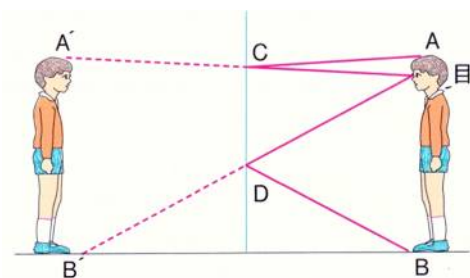
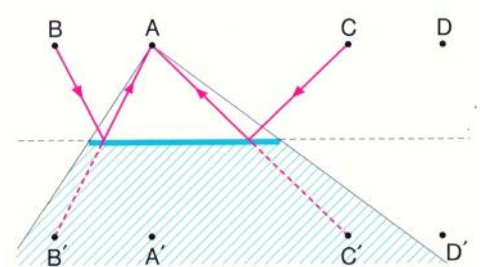
(図16) カーブミラー (凸面鏡)

さらに、反射面がへこんだ鏡を凹面鏡、反射面がふくらんだ鏡を凸面鏡といいます。

凹面鏡は光を集める性質があり、顕微鏡の反射鏡に利用されています。また、物を大きく見せることもできます。凸面鏡は広い範囲を見ることができ、カーブミラーや自動車のサイドミラーなどに使われています。

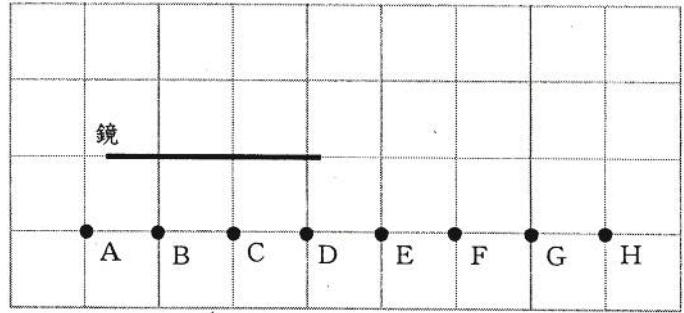
鏡で見える範囲

鏡に映ったA君を見ることができるのは(15...すべて)君で、できないのが(16)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がです。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。



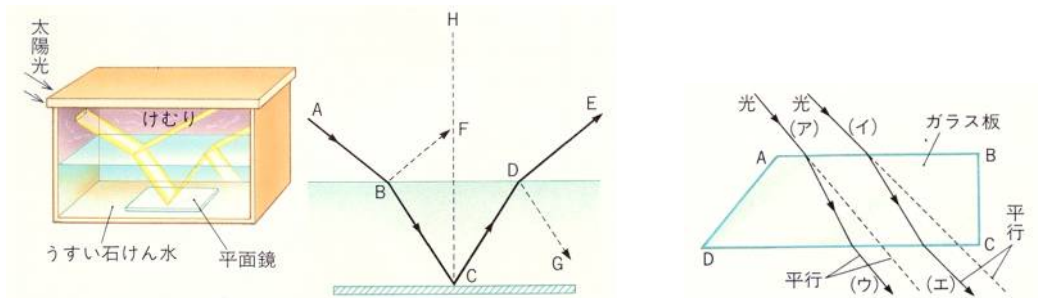
身長(17...ことばで)の長さがあれば自分の全身がうつる。図のCDの長さは、全身の長さのちょうど(17)の長さになります。つまり、自分の全身を鏡にうつすためには、自分の身長の(17)以上のたての長さの鏡を用意すればよいわけです。

1 右の図は、鏡の前、A～Hの8人が立っているようすを、上から見たものです。これについて、次の(1)～(5)に答えなさい。なお、図のマス目は1m四方になっています。

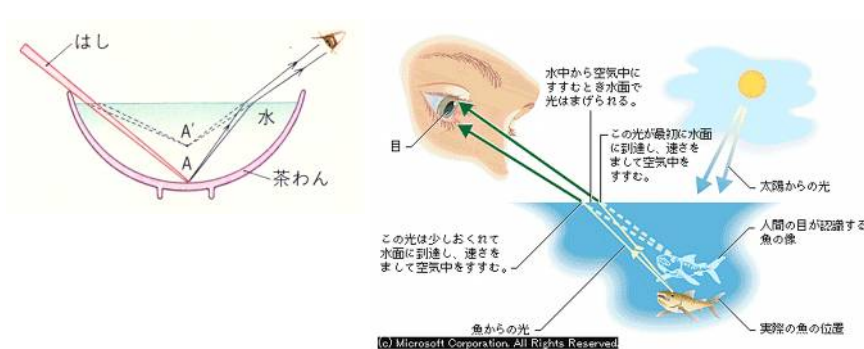


- (1) 鏡にものの像がうつるのは、光が鏡の面ではね返るからです。このような光の進み方を何といいますか。ことばで答えなさい。(18)
- (2) Bの人から見て、鏡にうつっていない人はだれですか。記号ですべて答えなさい。(19)
- (3) 鏡に自分のすがたがうつっているのはだれですか。記号ですべて答えなさい。(20)
- (4) Eの人から見て、鏡にうつっている人はだれですか。記号ですべて答えなさい。ただし、E本人がうつっているなら、この記号も答えなさい。(21)
- (5) 図のじょうたいから、Dの人が1m鏡から遠ざかりました。このとき、Dの人から見て鏡にうつっているのはだれですか。記号ですべて答えなさい。ただし、D本人がうつっているなら、この記号も答えなさい。(22)

光の屈折



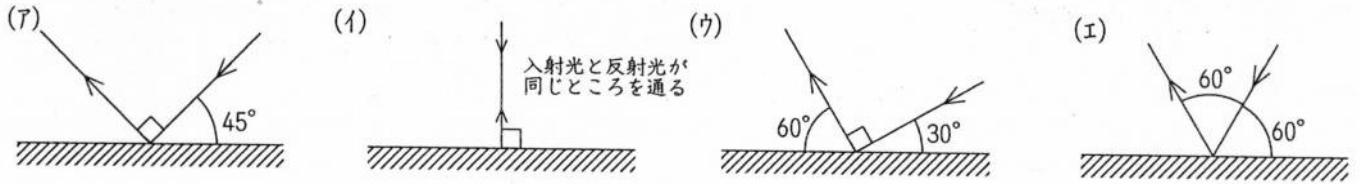
光は、異なる物質の中を通るときに折れ曲がって進みます。これを光の屈折といい、空気中から水中へ入るときは、もぐるように進みます。こうした進み方は、光が最短距離を通ろうとしていると考えれば分かりやすくなります。水中から出るときは逆の道筋を通り、これを光の逆進といいます。



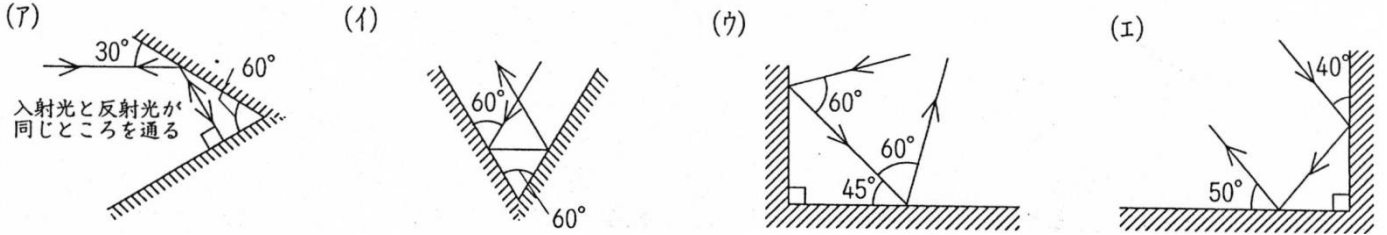
日常生活で、茶わんの中のはしが折れ曲がっているように見えたり金魚が実際よりも上の方に見えるのはこのためです。そして、これを利用して光が一点に集まるようにつくってあるのが凸レンズです。

2 下の(1)~(6)のうち、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。

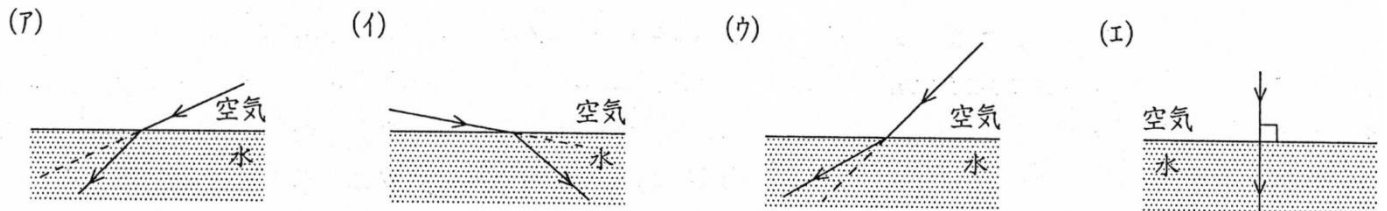
(1) 鏡に反射させるとき…(23)



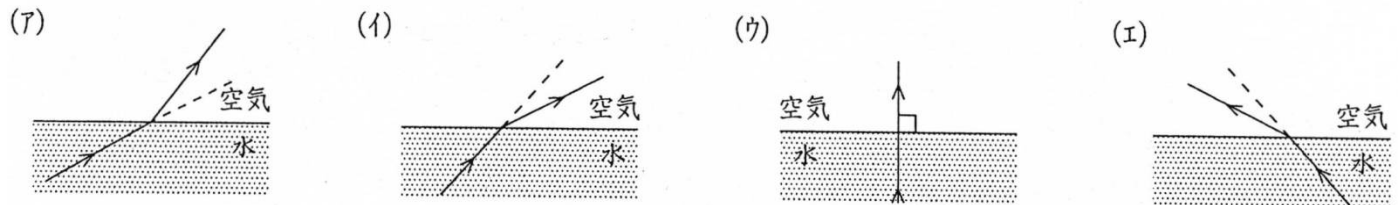
(2) 2枚の鏡を使って反射させるとき…(24)



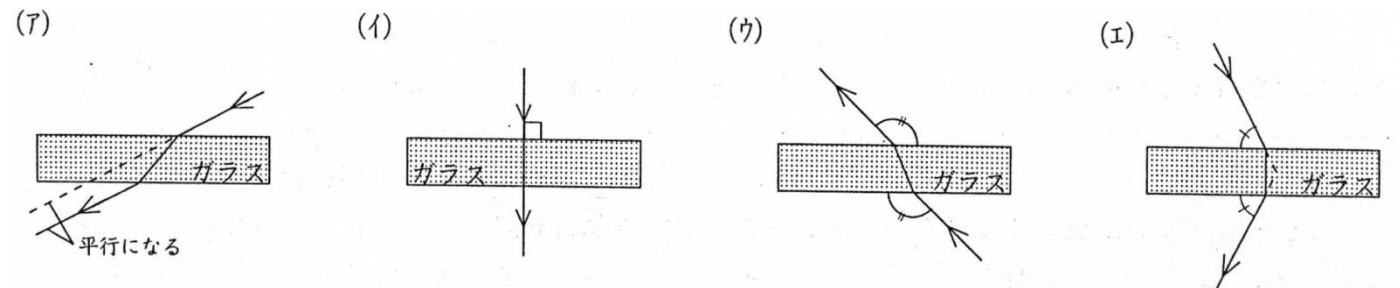
(3) 光が空気中から水中に向かって進むとき…(25)



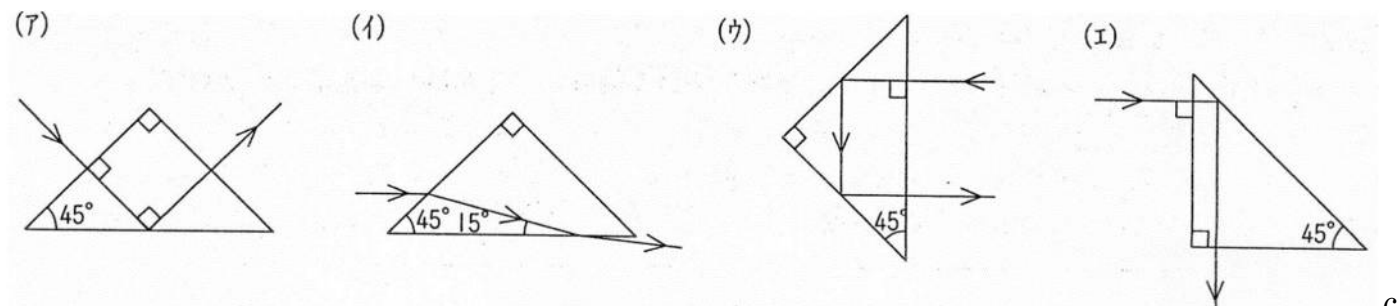
(4) 光が水中から空気中に向かって進むとき…(26)



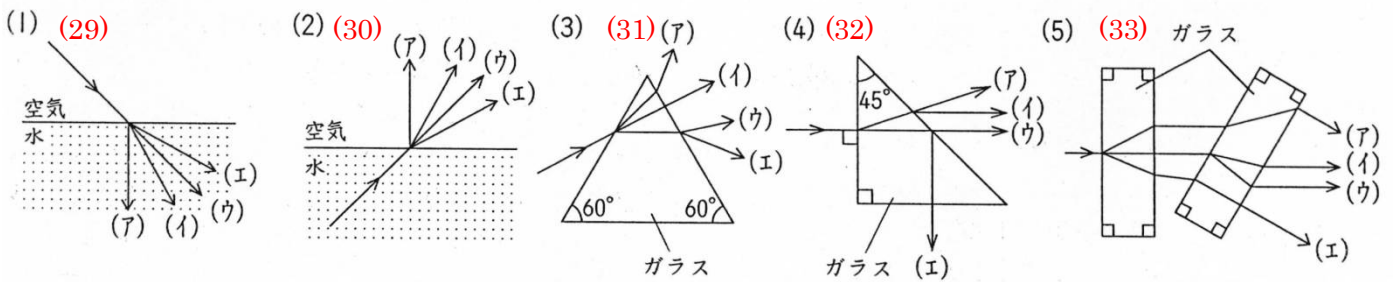
(5) ガラスでできた板の中を光が進むとき…(27)



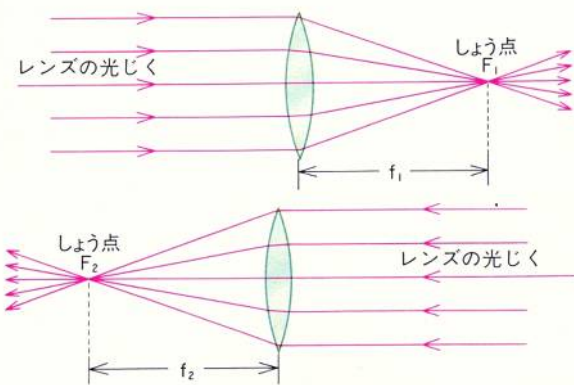
(6) 直角プリズムの中を光が進むとき…(28)



3 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。



とつレンズの焦点と焦点距離

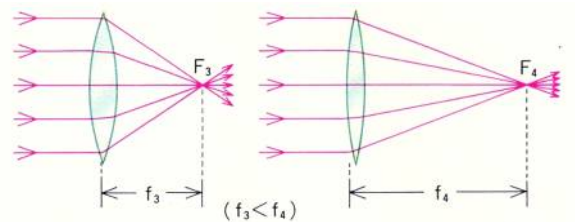


レンズの光じく^{こうじく}に平行に進んだ光は、レンズで屈折^{くつせつ}して
 全て^{すべ}焦点^{しやうてん}に集まるようにつくってあります。

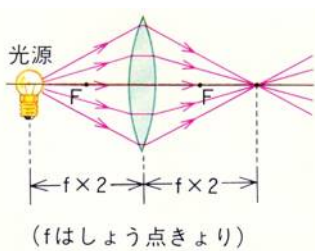
このとき、とつレンズのはしの部分に入った光線は屈折^{くつせつ}
 する割合^{わりあい}が大きくなります。

また、レンズの反対側から同じように進んだ光も、レンズ
 の反対側の焦点^{しやうてん}に集まります。

そして、レンズの中心から焦点^{しやうてん}までの距離^{きより}(図の f_3 と f_4)を
 焦点距離^{しやうてんきより}といい、この距離はレンズのふくらみ^{ふくらみ}が大きいほど
 短^{みじか}くなります。ふくらみ^{ふくらみ}が大きいほど大きく屈折^{くつせつ}
 するためです。

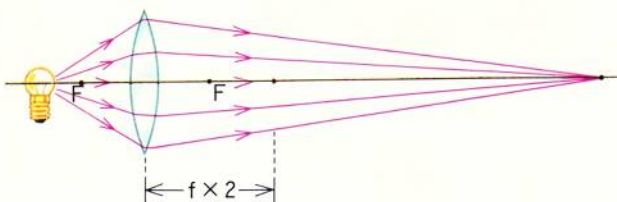


点光源^{てんこうげん}の位置ととつレンズを通る光

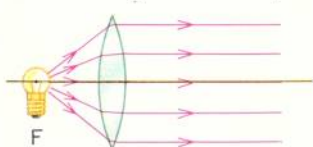


作図するときの基本になるのが左図です。

「焦点距離^{しやうてんきより}の(3)4倍のところ」から出た光は、反対側の「焦点距離^{しやうてんきより}の(3)4倍の
 ところ」に集まる。



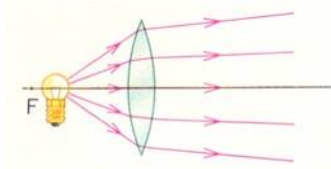
「焦点距離^{しやうてんきより}の 2 倍のところ」よりも焦点^{しやうてん}に近いところ
 から出た光は、反対側の焦点^{しやうてん}よりも遠いところ^{とおいところ}に集ま
 ります。



焦点^{しやうてん}の上^{こうげん}に光源があるときのレンズを通ったあとの光は(35)光線^{こうせん}になります。

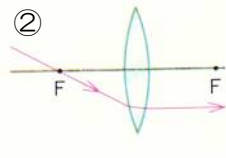
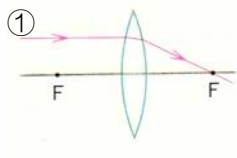
遠くまで照らすことが必要な灯台^{とうだい}などに利用されています。

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。



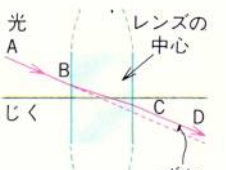
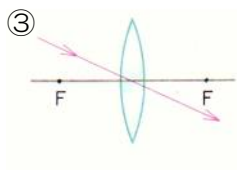
焦点よりも内側に光源があるときは、レンズを出たあとの光は図のような拡散光線になり、光源から離れるほど暗くなっていきます。

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3つです。



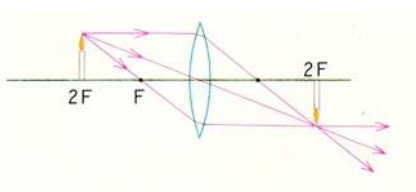
①とつレンズの光じくに平行にレンズに入った光は、すべて焦点に集まる。

②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に平行に出て行く。



③とつレンズの中心を通った光は、屈折せずにそのまままっすぐにむ。※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。

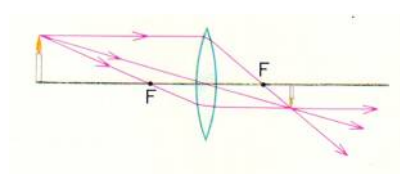
とつレンズと像



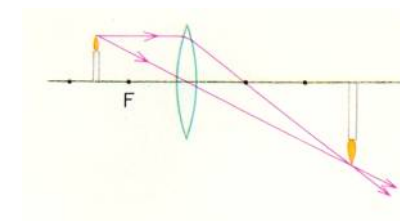
①基本になる作図は、点光源のときと同じく焦点距離の2倍のところに実物を置いたときです。

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(36…ア.正立 イ.倒立で)の(37…ア.実像 イ.虚像で)ができます。

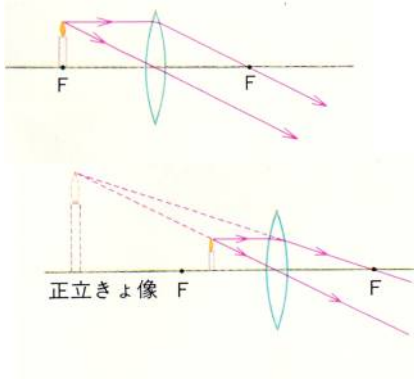
実物を置く位置を焦点距離の2倍のところから遠ざけていくと倒立の実像ができて、その像は小さくなって焦点に近よってきます。そして、焦点の上に置いたときは像ができません。さらに、焦点よりも内側に置いたときは正立の虚像が見えます。



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(38…ア.正立 イ.倒立で)の(39…ア.実像 イ.虚像で)ができます。実物をかなり遠くに置くと、焦点のところにも小さい(38…ア.正立 イ.倒立で)の(39…ア.実像 イ.虚像で)がはっきりとできます。



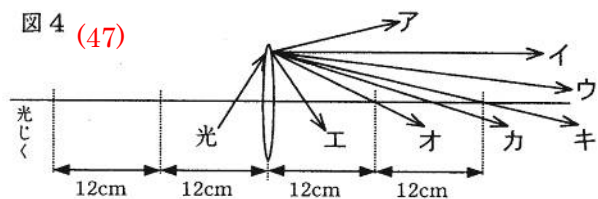
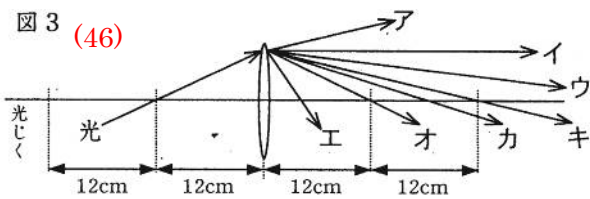
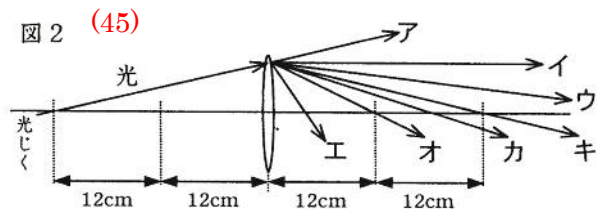
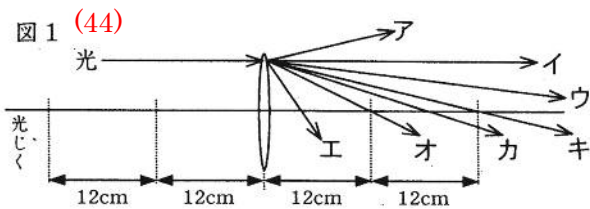
③実物を焦点距離の2倍のところと焦点の間に置いたとき、反対側の焦点距離の2倍のところよりも遠いところに実物よりも大きい(40…ア.正立 イ.倒立で)の(41…ア.実像 イ.虚像で)ができます。



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。

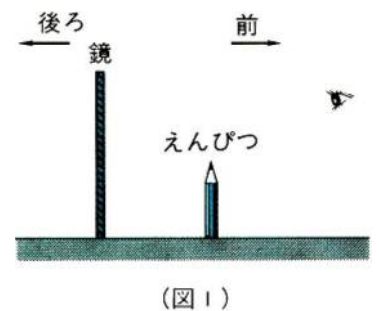
⑤ 実物を焦点の内側に置いたとき、実像はできませんが、実物と反対側からレンズをのぞくと、実物よりも大きな(42…ア.正立 イ.倒立で)の(43…ア.実像 イ.虚像で)を見ることができます。
つまり、虫眼鏡で拡大して見えるアリののように、実際には存在しない大きさのアリが見えるのです。

4 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。



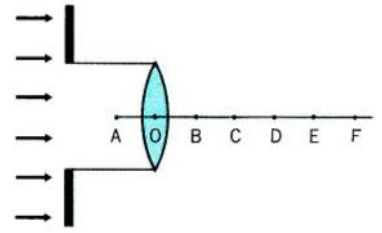
5 鏡やレンズを使って、光の進み方を調べる<実験 1>～<実験 6>を行いました。これについて、次の問いに答えなさい。

<実験 1>(図 1)のように、机の上に鏡と鉛筆を立て、鏡にうつった鉛筆の像を見ました。このとき、鉛筆を前の方向に毎秒 10cm の速さで動かし、鏡に写った像を観察しました。

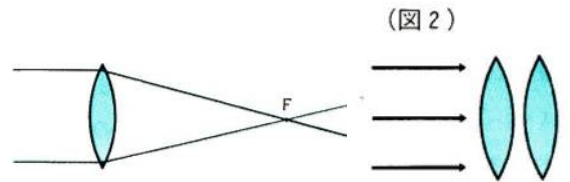


<実験 2>実験 1 の後、鉛筆は動かさずに鏡だけを後ろの方向に毎秒 10cm の速さで動かし、鏡に写った鉛筆の像を観察しました。

<実験3>(図2)のように、凸レンズと同じ大きさの穴をあけた厚紙を通して、レンズに垂直に太陽光線をあてました。Oはレンズの中心で、Fはレンズの焦点です。また、光軸上で $AO=OB=BC=\dots=EF$ となるように等間隔にA~Eの点を決めました。そして、A~Fの各点で、光軸に垂直に画用紙を置き、画用紙に写る明るい円の明るさを調べました。



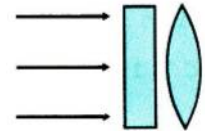
<実験4>(図3)のように、凸レンズに垂直に太陽光線をあてると、光は焦点Fに集まりました。同じ凸レンズを(図4)のようにレンズの前に重ねておき、太陽光線を当てて光の集まり方を調べました。



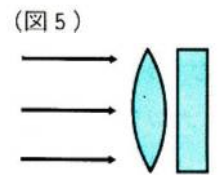
(図3)

(図4)

<実験5>実験4の凸レンズの前に、(図5)のように透明な厚いガラス板を置いて、同じように光の集まり方を調べました。



<実験6>実験5の後、凸レンズの後に(図6)のように透明な厚いガラス板を置いて、同じように光の集まり方を調べました。



(図6)

[問1] 実験1で、鏡に写った鉛筆の像はどのように見えますか。簡単に説明しなさい。
 答え…毎秒(48)cmの速さで(49…近づくか遠ざかるかで)ように見えた。

[問2] 実験2で、鏡に写った鉛筆の像はどのように見えますか。簡単に説明しなさい。
 答え…毎秒(50)cmの速さで(51…近づくか遠ざかるかで)ように見える。

[問3] 実験3で、A点上での画用紙の明るさを1とすると、C・D・E点での明るさはいくらになりますか。整数また分数でそれぞれ答えなさい。 C:(52)倍 D:(53)倍 E:(54)倍

[問4] 実験4~実験6のとき、光はどこに集まりますか。下から選び、それぞれ記号で答えなさい。

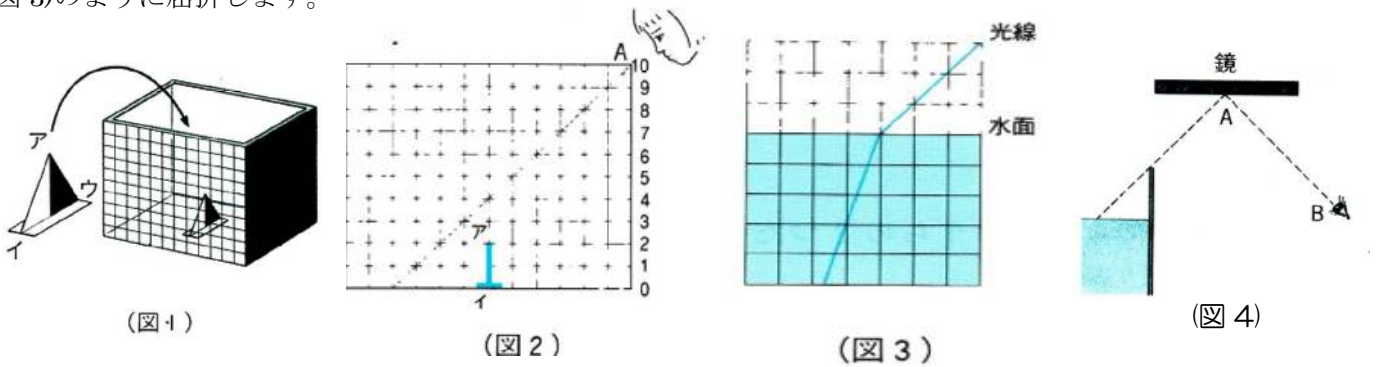
- (ア)焦点Fに集まる。
- (イ)焦点Fよりレンズに近い位置に集まる。
- (ウ)焦点Fより遠い位置に集まる。
- (エ)レンズを通った後、光は1点に集まらない。

実験4:(55) 実験5:(56) 実験6:(57)

応用問題

1

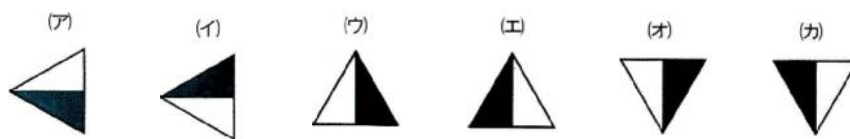
(図1)のように、三角形の^{おきもの}置物を表面に方眼のかいてある水そうの底に置きました。この水そうの右の面は黒くぬってあるので、(図2)のようにAの位置から見ても水そうの中の三角形は見えませんが、水そうに少しずつ水を入れていくと見えるようになりました。これについて、次の問いに答えなさい。ただし、光は水と空気の間で(図3)のように^{くっせつ}屈折します。



[問1] 水そうに水を入れていったとき、Aから見て三角形の頂点Aが見えるのは、水をどこまで入れたときですか。また、底辺イウが見えるのはどこまで入れたときですか。(図2)の1~10の番号で答えなさい。

Aが見える：(58) 底辺イウが見える：(59)

[問2] (図4)のように、Aに^{かがみ}鏡を置いてBの位置で見ると三角形はどのように見えますか。下から記号で答えなさい。



(60)

2 とつレンズを使って、いくつかの実験を行いました。これについて次の問いに答えなさい。

〈実験1〉(図1)のように、とつレンズとスクリーンを置き、とつレンズに太陽光をあてると、スクリーンにまわりより明るく見える円がうつった。その後、スクリーンを^{こうじく}光軸方向に動かし、とつレンズとスクリーンの間の距離を変化させると、とつレンズとスクリーンの間の距離が18cmになったところで、明るい部分は点になった。

〈実験2〉(図2)のように、とつレンズと大きさが6cmのろうそくを置き、スクリーンにろうそくの像がはっきりとうつる位置にスクリーンを置いた。このとき、ろうそくととつレンズの間の距離(X)とスクリーンととつレンズの間の距離(Y)を調べた。

図1

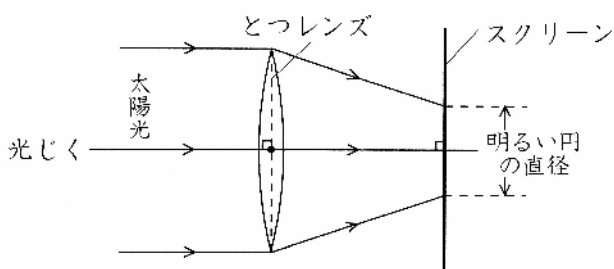
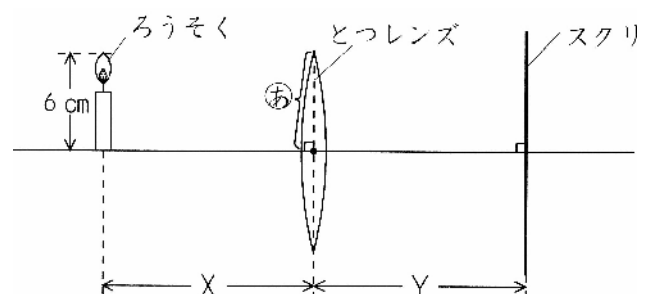


図2



問1 実験で使ったとつレンズのしょう点距離は何cmですか。数字で答えなさい。 (61)cm

問2 〈実験1〉で、スクリーンを動かしたとさの円の明るさの変化として、正しいものはどれですか。下から選び、記号で答えなさい。 (62)

- (ア) スクリーンをとつレンズに近づけるほど、明るい円は明るくなった。
- (イ) スクリーンをとつレンズから遠ざけるほど、明るい円は明るくなった。
- (ウ) スクリーンをしょう点に近づけるほど、明るい円は明るくなった。
- (エ) スクリーンをしょう点から遠ざけるほど、明るい円は明るくなった。

問3 〈実験2〉で、(図2)のXとYの長さが等しくなるときについて、下の問いに答えなさい。

(1) Xの長さは何cmですか。数字で答えなさい。 (63) cm

(2) スクリーンにうつった像の向きと大きさは実物と比べてどのようになっていますか。下から選び、それぞれ記号で答えなさい。 向き…(64) 大きさ…(65)

【向き】(ア) 実物と同じ向き (イ) 実物と上下が反対

【大きさ】(ウ) 実物と同じ大きさ (エ) 実物より大きい (オ) 実物より小さい

問4 とつレンズの上半分(図2の㊸)に黒い紙をはると、スクリーンにうつる像はどのように変化しますか。

下から選び、記号で答えなさい。 (66)

- (ア) 像の^{ほのお}炎の側が欠ける。 (イ) 像の^{ほのお}炎と反対側が欠ける。
- (ウ) 像は欠けずに暗くなる。 (エ) 像は欠けずに明るくなる。

問5 〈実験2〉で、Xをしょう点距離より短くすると、スクリーンにうつる像はどのようになりますか。

下から選び、記号で答えなさい。 (67)

- (ア) 実物より大きな像がうつる。 (イ) 実物より小さな像がうつる。
- (ウ) 実物と同じ大きさの像がうつる。 (エ) スクリーンをどう動かしても像がうつらなくなる。

問6 〈実験2〉で、Xが45cmのとき、Yは何cmになりますか。また、このとき、スクリーンにうつる像の大きさは何cmですか。それぞれ数字で答えなさい。

Y…(68) cm 像の大きさ…(69) cm

音

知識の確認

(1) 音の三要素(強弱・高低・音色)のうち、発音体の振動数によって決まるのが音の(1)、振幅によって決まるのが音の(2)、音の波の形によって決まるのを音の(3)といいます。

ア	固体→液体→気体
イ	気体→液体→固体
ウ	液体→気体→固体

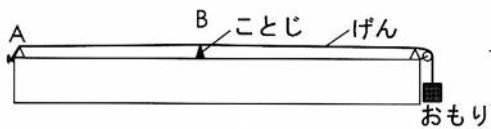
(2) 音が液体・固体・気体の中を伝わる速さを速い順にならべたものは(4)です。

(3) 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、気温が15℃のときの音の速さは(5…単位もつけること)と分かります。

(4) かみなりの光を見てから、5秒後に音が聞こえました。このとき、かみなりは(6)m離れた場所で発生しています。ただし、気温は15℃として(3)の数値で求めなさい。

標準問題

1



	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	(11)

図のようなモノコードで、弦の太さ・AB間の長さ・おもりの数を変えて、AB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、弦は同じ材質の物を使い、AB間の長さは琴柱の位置を調整することで変えました。

(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(7)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(8)倍になることが分かります。

(2) ①と③をくらべることで、**ABの長さが2倍になると振動数は(9)倍**になることから、長さが3倍になると振動数は(10)倍になることが分かります。

(3) 太さと振動数の関係を調べるため、④とくらべやすくするための⑥をつくりました。⑥のおもりの個数は①のおもりの個数の9倍になっていることから、⑥の振動数は、(11)になることが分かり、⑥と④をくらべることで、**太さが2倍になると振動数は(12)倍**になることが求められます。これを使って、太さが3倍になると振動数は(13)倍になることが分かります。

(4)これらのことから、長さを4倍、おもりの個数を4倍にすると振動数は(14)倍になると考えることができます。

(5)太さが0.2mm、長さが40cm、おもりの数が4個のときの振動数は(15)回になります。

(6)太さが0.4mm、長さが10cm、おもりの数が16個のときの振動数は(16)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。(17…?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。(18…?秒後・?秒間)

3

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。(19)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。(20)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。(21)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。そして、このような救急車などのピーポー音(音源)が、近づいてくるときは高い音になり、はなれるときは低い音になる現象を何といいますか。

振動数…(22)回 音の高さ…(23) 現象…(24…?効果)