

【】物の見え方

[解答 1]光源

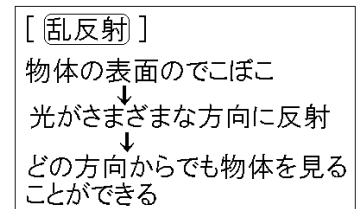
[解答 2](1) 反射 (2) テレビの映像, 電灯の光

[乱反射]

[解答 3]乱反射

[解説]

物体の表面に細かい凹凸<sup>おうとつ</sup>がある場合, 光はさまざまな方向に反射する。これを乱反射<sup>らんはんしゃ</sup>という。光源が1つでもどの方向からも物体が見えるのは, 物体の表面にある凹凸が, 光源からの光を乱反射しているからである。



[解答 4]エ

[解説]

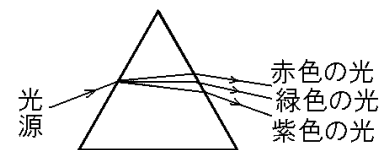
エは光の屈折が原因で起こる現象である。

[光と色]

[解答 5](1) 白色光 (2)① 赤 ② 黒

[解説]

太陽の光は複数の色の光が混ざり合っているために色合いを感じることはない(白色光<sup>はくしよくこう</sup>)。しかし, 太陽の光をプリズム(右図)というガラスに通すと, 光の色によって屈折率<sup>くっせつりつ</sup>が異なるために, 光が分かれて色が現れる。プリズムによって現れた連続した色の帯のように, 目に見える光を可視光線<sup>かしこうせん</sup>という。



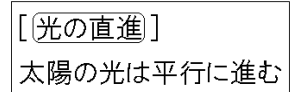
りんごが赤く見えるのは, りんごの表面が赤色の色の光を強く反射するからである。光をほとんど反射しない物体は, 黒色に見える。

[光の直進]

[解答 6]光の直進

[解説]

光源<sup>こうげん</sup>を出た光は, まっすぐに進むことがわかる。光がまっすぐに進むことを光の直進<sup>ちよくしん</sup>という。太陽の光が平行に進んでいるように見えるのは, 光源である太陽がはるか遠くにあるからである。



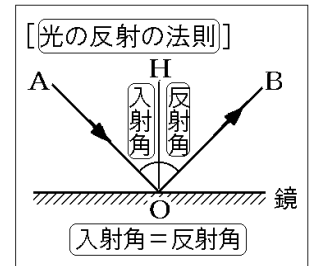
【】 光の反射

【】 光の反射

[解答 7]①入射角：B 反射角：C ② ウ

[解説]

鏡に光が当たると、光は、当たった点から鏡の面に垂直に引いた線(OH)で、折り返したように反射する(光の反射)。右図のようにAOと垂線OHのなす角を入射角といい、OBと垂線OHのなす角を反射角という。このとき、つねに、 $(\text{入射角}) = (\text{反射角})$ という関係が成り立つ。これを光の反射の法則という。

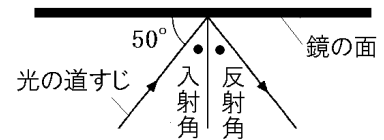


[解答 8]40°

[解説]

右図のように、入射角は、 $90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$  である。

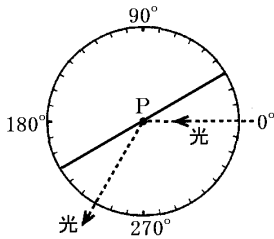
入射角=反射角 なので、反射角も  $40^\circ$  である。



[解答 9]60°

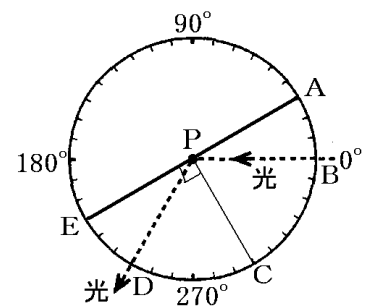
[解答 10]光が反射するとき入射角と反射角の大きさが等しくなる。

[解答 11]

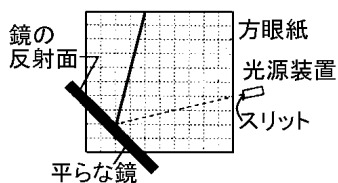


[解説]

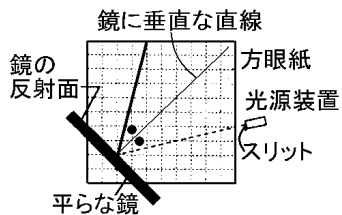
右図のように、入射光 BP と反射光 PD のなす角は  $120^\circ$  と読み取れる。入射角( $\angle BPC$ )=反射角( $\angle CPD$ )= $120^\circ \div 2 = 60^\circ$  になるので、 $\angle APB = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$  である。そこで、B から  $30^\circ$  反時計回りに A をとり、AP を結ぶ。



[解答 12]

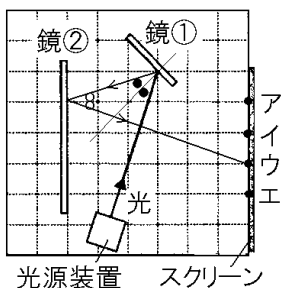


[解説]



[解答 13]ウ

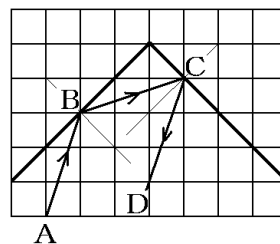
[解説]



[解答 14]エ

[解説]

例えば、右図のように  $A \rightarrow B$  と入ってきた光は、入射角＝反射角となるように  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$  と進む。右図より明らかなように、 $AB \parallel CD$  である。

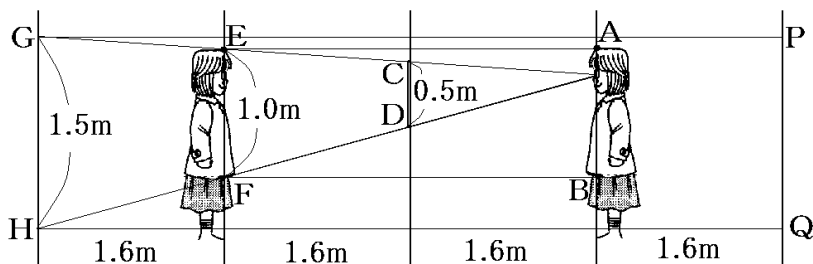


【】 鏡

[鏡に映る像]

[解答 15](1) 0.5m (2) 1.5m

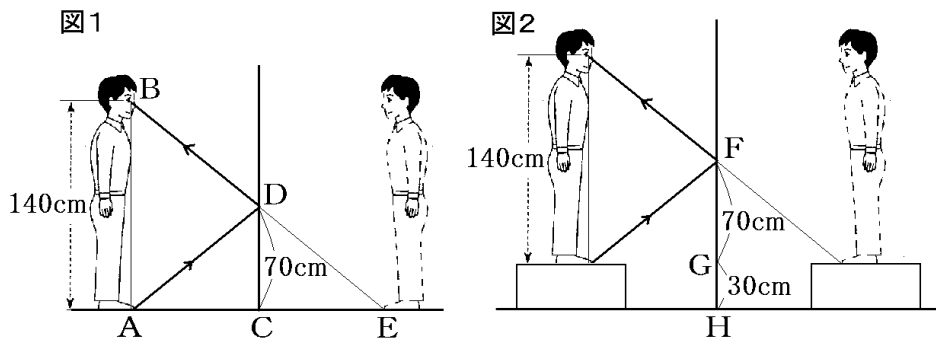
[解説]



- (1) 花子さんが鏡に映った自分の像を見ることができる範囲は  $EF$  の 1.0m である。上の図から明らかなように、 $CD : EF = 1 : 2$  で、 $EF = 1.0\text{m}$  なので、 $CD = 0.5\text{m}$  である。
- (2) 花子さんが鏡に映った壁の像を見ることができるのは、上図の  $GH$ (壁の  $PQ$  の部分の像) の範囲である。図より明らかなように、 $CD : EF : GH = 1 : 2 : 3$  なので  $GH = 1.5\text{m}$  である。

[解答 16](1) 70cm (2) 30cm (3) 4.0m

[解説]



(1) 図1のように、鏡にうつったつま先の位置は図のDである。AC=ECなので、CDはABの長さの半分の70cmになる。

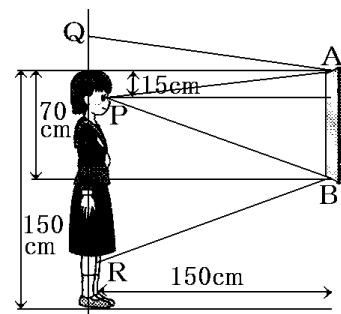
(2) 図2のように、30cmの台に乗っている場合、FHは70+30=100(cm)となる。

(3) (人と鏡の距離)=(像と鏡の距離)なので、鏡から2m離れた床に立って全身をうつした場合、(人と像の距離)=2+2=4(m)である。

[解答 17](1) エ (2) ウ

[解説]

(1)右図で、Qから出た光は鏡の上端Aで反射して目(P)に届く。Rから出た光は鏡の下端Bで反射して目(P)に届く。QRの間が鏡にうつるので、鏡にうつる自分の姿はエのようになる。



[鏡に映る像の範囲]

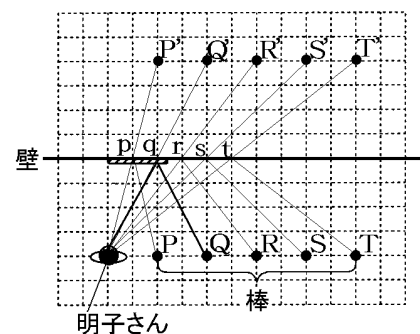
[解答 18]P, Q

[解説]

例えば、Qの像をQ'とすると、明子さんから見ると、「Q'→q→明子」と光が進んでくるように見えるが、実際には、「Q→q→明子」と光が進む。このとき、qは鏡の範囲にある。

もし、鏡が壁の左端から右端までであるとするなら、Rについても、「R→r→明子」と光が進んで、R'にあるように見えるはずである。しかし、rは鏡の範囲に入っていないので、「R→r→明子」と光が進むことはない。したがって、明子さんからRを見ることはできない。

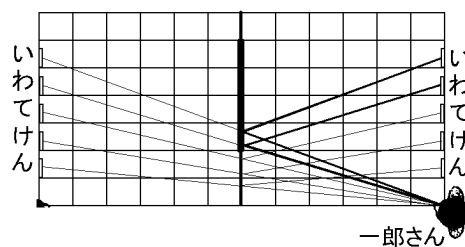
p~tのうち鏡の範囲に入っているのはpとqのみである。したがって、明さんが鏡に映った像を見ることができるのはPとQのみである。



[解答 19]ア

[解説]

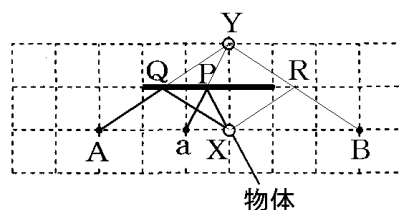
右図より、文字を書いた紙から出た光が鏡のある範囲で反射するのは、「い」と「わ」の場合だけである。したがって、一郎さんから見えるのは、「い」と「わ」だけである。



[解答 20]イ

[解説]

右図で、物体を X、物体の像を Y とする。点 a の位置から見ると光は  $X \rightarrow P \rightarrow A$  と進む。P は鏡の範囲にあるので、a から X の像 Y を見ることができる。点 A の位置から見ると光は  $X \rightarrow Q \rightarrow A$  と進む。Q は鏡の範囲にあるので、A から X の像 Y を見ることができる。同様に B から見る場合についても作図する。このとき R は鏡の範囲にはないので、B から X の像 Y を見ることはできない。

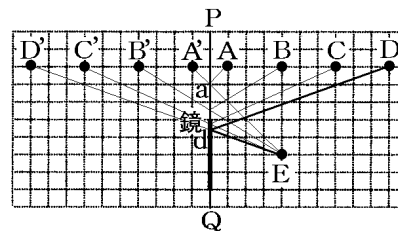


[解答 21]C, D

[解説]

右図で、E から見ると、D の像 D' から、 $D' \rightarrow d \rightarrow E$  と光が進んでくるように見えるが、実際には D から出た光が d で反射して、 $D \rightarrow d \rightarrow E$  と光が進む。

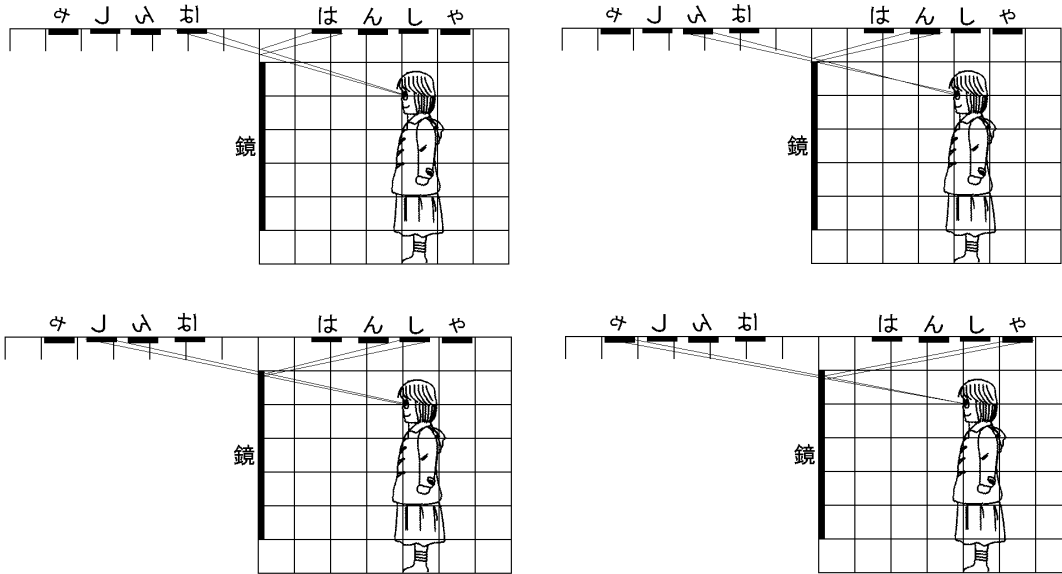
もし、鏡が右図の PQ の範囲全体にあるなら、A についても、 $A \rightarrow a \rightarrow E$  と光が進むので、A' に見えるはずである。しかし、実際には a の位置には鏡がないので、このようなことは起こらない。したがって、E から A の像を見ることはできない。図より、反射する点が鏡の範囲にあるのは C と D のみである。よって、E から鏡に映って見えるのは C と D のみである。



[解答 22]エ

[解説]

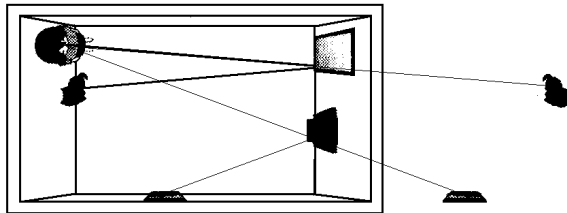
次の図より、鏡で見ることができるのは「し」と「や」の2文字である。



[解答 23]ア

[解説]

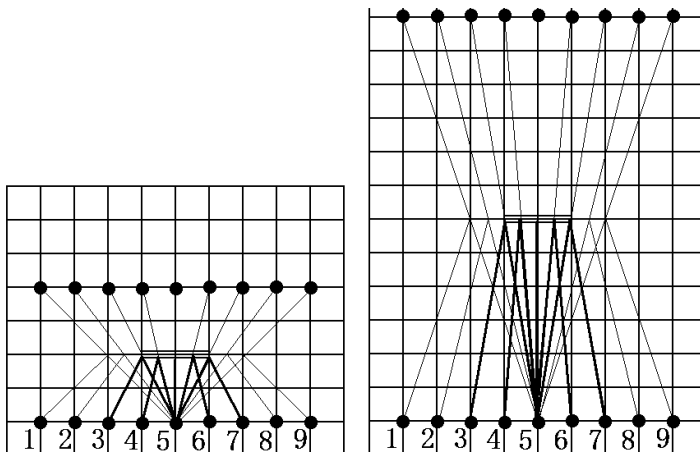
図より、鏡で見ることができるのはネコのみである。



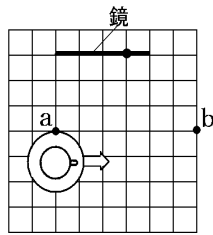
[解答 24](1) 5本 (2) 同じであった

[解説]

次の図より、①の場合も②の場合も、鏡のある範囲で反射して像が見えるのは3, 4, 5, 6, 7の5本のチョークである。



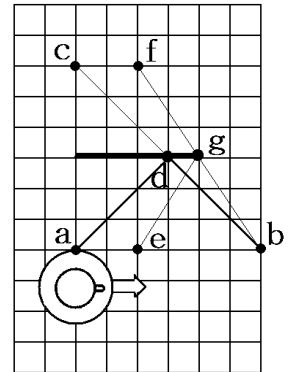
[解答 25](1) (2) ウ



[解説]

(1) a の像は右図の c で、a からの光は a→d→b と進むので像は鏡の d 点に映る。

(2) b 点から鏡を見る場合で考える。a 点が右図のように e 点に移動すると、像は f 点に移り、鏡上の像は d から右へ移動した g 点に来る。



[解答 26](1)① 小 さ ② 虚像 (2) 約 18m

[解説]

(1) 右の図 4 で、研一さんが A の位置にいるときの反射角は図の a である。研一さんが X の方向に進んで、B の位置に来ると、反射角は b になる。

図より、 $b < a$  ことがわかる。

(2) 右の図 5 を使って考える。柱の像がギリギリ見えるのは、柱からの光が、

Q で反射する場合である。このときの研一さんの位置は T で、ST の長さを求めればよい。

$\triangle STQ$  と  $\triangle RPQ$  は相似なので、 $ST : SQ = RP : RQ$  がなりたつ。

図より、 $SQ = 5(m)$ 、 $RP = 4(m)$ 、 $RQ = 1(m)$ なので、 $ST : 5 = 4 : 1$

比の内項の積は外項の積に等しいので、 $ST \times 1 = 5 \times 4$ 、 $ST = 20(m)$

よって、柱の像が見えなくなるのは、図 2 に示す研一さんの位置から、 $20 - 2 = 18(m)$ 移動した地点である。

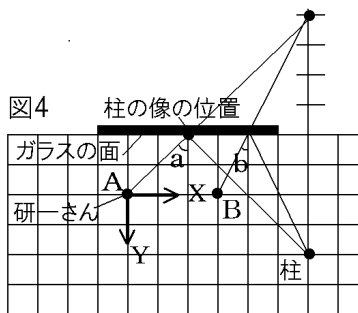
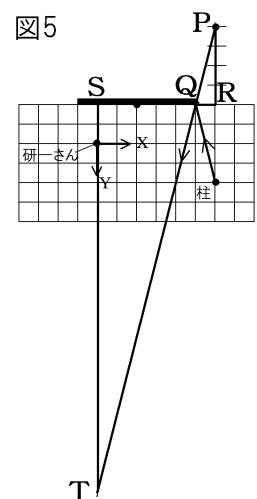


図5



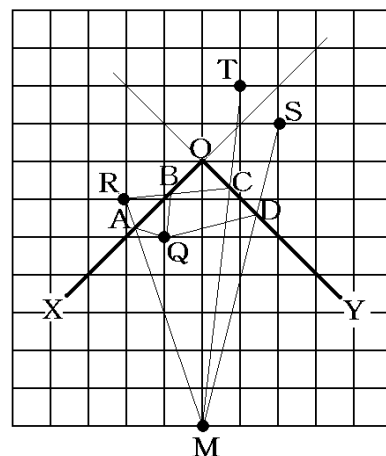
[2枚の鏡のときの像]

[解答 27]ア

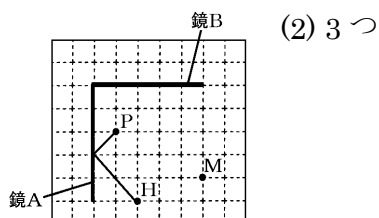
[解説]

Q の位置に鉛筆があるとき、M から見たときの鉛筆の像は 3 つである。第一は像 R で、鏡 OX に反射して  $Q \rightarrow A \rightarrow M$  と光が進む。第二は像 S で、鏡 OY に反射して  $Q \rightarrow D \rightarrow M$  と光が進む。第三は像 T で、鏡 OX と鏡 OY に反射して  $Q \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow M$  と光が進む。

R は OX について Q と線対称、S は OY について Q と線対称、T は点 O について Q と点対称の位置にある。(T は R と OY について線対称の位置で、かつ S と OX について線対称の位置にあるともいえる。)



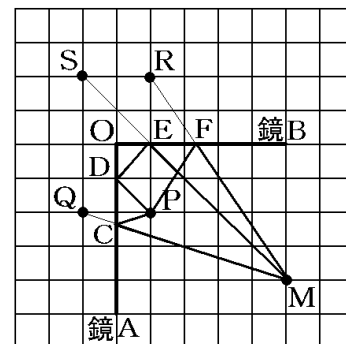
[解答 28](1)



(2) 3 つ

[解説]

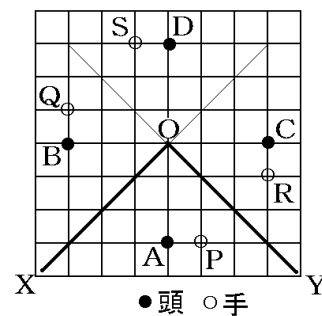
(2) P の位置にろうそくがあるとき、M から見たときのろうそくの像は 3 つである。鏡 A について P と線対称の位置に像 Q、鏡 B について P と線対称の位置に像 R、点 O について P と点対称の位置に像 S ができる。像 Q については、P から出た光は鏡 A に反射して  $P \rightarrow C \rightarrow M$  と進む。像 R については、P から出た光は鏡 B に反射して  $P \rightarrow F \rightarrow M$  と進む。像 S については、P から出た光は鏡 A と鏡 B の両方に反射して  $P \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow M$  と進む。



[解答 29]ア

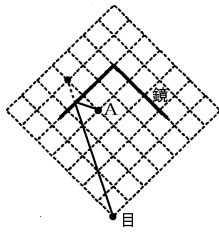
[解説]

頭を●、手を○で表す。像は OX と線対称の位置に 1 つ、OY と線対称の位置に 1 つ、点 O と点対称の位置に 1 つできるので、頭●の像は、右図のように B, C, D の 3 点にできる。また、手○の像は、右図のように Q, R, S の 3 点にできる。したがって、人形のうしろから見たとき、2 枚の鏡にうつる像はアようになる。





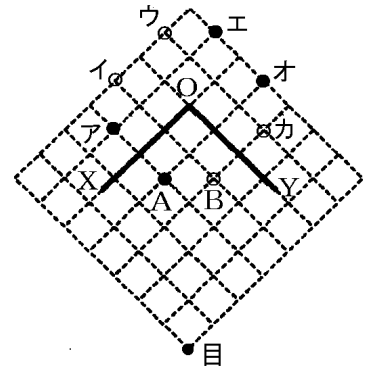
[解答 30](1)



(2) エ, オ

[解説]

A を●, B を○で表す。像は OX と線対称の位置に1つ, OY と線対称の位置に1つ, 点 O と点対称の位置に1つできる。鉛筆 A を●, 鉛筆 B を○で表すと, 右図のように, A の像は ア, エ, オの位置に, B の像はイ, ウ, カの位置にできる。



[解答 31](1) ア (2) イ

[解説]

(1) 右図のように, 図1の場合は鏡 XY に線対称に像が映るのでアの「7」のように見える。  
 (2) 右図のように, 図2の場合は点 O と点対称に像が映るのでイのように見える。

図1

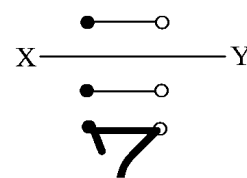
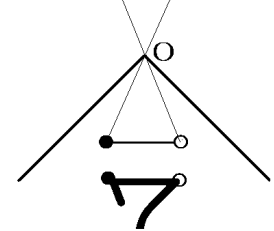


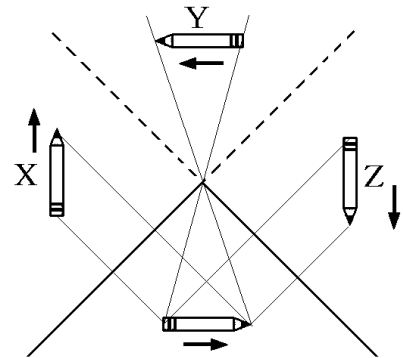
図2



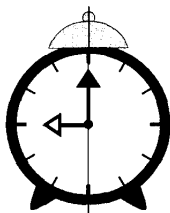
[解答 32](1) エ (2)① b ② d

[解説]

右図のように, X と Z の像は, 鉛筆の実物と線対称の位置にできる。これに対し, Y の像は鉛筆の実物と点対称の位置にできる。したがって, それぞれの像は右図のように見える。  
 鉛筆の実物を鉛筆の先端方向に動かすと, それぞれの像も, 先端方向に右図のように動く。

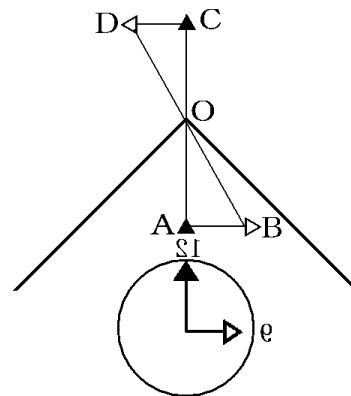


[解答 33]



[解説]

時計を背後から見ているので、9時のときの短針の先端は、右図のBの位置である。Bの像は点Oと点对称のDの位置に来る。したがって、鏡に映る短針の先端はDになる。



【】 光の屈折

【】 光の屈折

[解答 34] 屈折

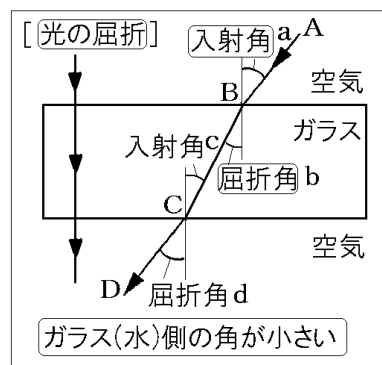
[解説]

透明な物体(ガラスや水など)に光が垂直に<sup>にゆうしゃ</sup>入射すると光はまっすぐ進むが、光が斜めに入ってくる場合は、境界面で進む向きが変わる。これを光の<sup>くっせつ</sup>屈折という。

右図のA→Bの光は、Bで屈折してB→Cと進む。境界面に垂直な直線となす角をそれぞれ、<sup>にゆうしゃかく</sup>入射角、<sup>くっせつかく</sup>屈折角というが、空気→ガラス(水)と光が進むとき、屈折角 $b <$ 入射角 $a$ という関係が成り立つ(ガラス(水)側の角が小さくなる)。

B→Cと進んだ光は、C点の境界面でふたたび屈折し、

B→C→Dと進む。ガラス(水)→空気と光が進むとき、屈折角 $d >$ 入射角 $c$ という関係が成り立つ(ガラス(水)側の角が小さくなる)。

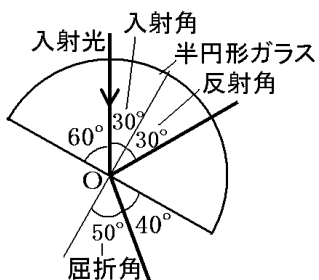


[解答 35] 屈折角

[解答 36] 屈折角：カ 反射角：ウ

[解答 37] 反射角： $30^\circ$  屈折角： $50^\circ$

[解説]

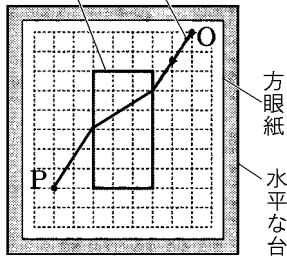


[解答 38] ① ア ② ウ

[解答 39] ア

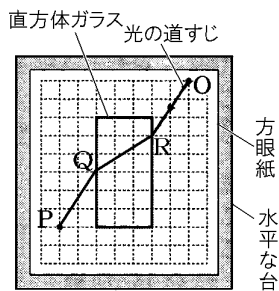
[解答 40] ウ

[解答 41] 直方体ガラス 光の道すじ



[解説]

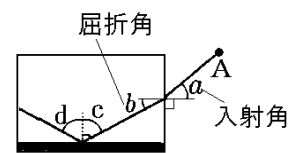
次の図で、OR と QP は平行になるので、Q の位置を定めることができる。



[解答 42] ウ

[解説]

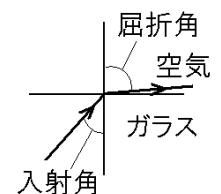
A から出た光がガラスに入るとき、光は空気中からガラスに入るので、右図のように、(屈折角  $b$ ) < (入射角  $a$ ) となる。光はさらに鏡面で反射するが、このとき、(入射角  $c$ ) = (反射角  $d$ ) となる。よって、光の道筋はウのようになる。



[解答 43] エ

[解説]

光がガラス→空気と進むときには、入射角 < 屈折角 となる(ガラス側の角が小さい)。したがって、光は右図のように進む。



[解答 44] (1) ウ (2) イ

[解答 45] 空気中を進む光 : ② 水中を進む光 : ④

[解答 46] イ, オ

[解説]

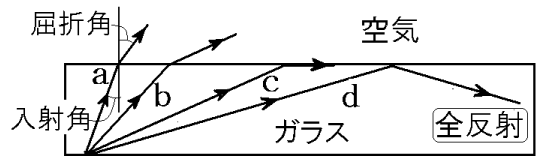
アは光の全反射, イは光の屈折, ウは光の反射, エは光の直進である。オのレンズは光の屈折を利用したものである。

【】 光の全反射

[解答 47]① ガラスから空気中に ② 大きく ③ 全反射

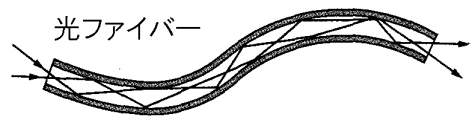
[解説]

光が、水やガラスなどの物体から、空気中へ進むとき、<sup>くっせつかく にゆうしゃかく</sup>屈折角は入射角より大きくなる。右図のa→b→cのように入射角を大きくしていくと、屈折した光が境界面に近づいていく。



入射角がcの場合より大きくなると、境界面を通りぬける光はなくなり、dのように、全ての光が反射する。

これを<sup>ぜんはんしゃ</sup>全反射という。通信ケーブルや医療用の<sup>ないし</sup>内視鏡きょうに使われている光ファイバーは全反射を利用している。



[解答 48](1) 全反射 (2) 光ファイバー

[解答 49](1) ウ, カ (2) 全反射がおこったから。

[解説]

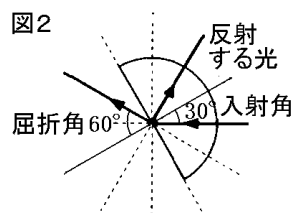
(1) 図の状態のとき、光源装置から出た光の一部は、O 点で屈折してウの方向に進む。光の一部はO 点で反射してカの方向へ進む。

(2) 半円形レンズをの向きに回転させると、入射角が大きくなっていく。入射角がある角度より大きくなると、光が境界面で全て反射して空気中に光が出なくなる全反射がおこる。

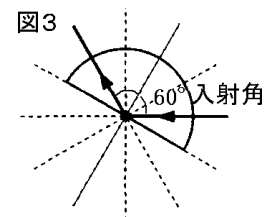
[解答 50](1) 60 度 (2) 全反射

[解説]

(1) 右の図 2 のように、入射角は 30°、屈折角は 60°である。

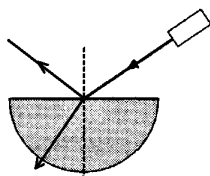


(2) 光がレンズ(ガラス)→空気へ進む場合、入射角が 43°を越えると、光がすべて境界面で反射される全反射が起こる。図 3 の場合の入射角は 60°なので、光は全反射する。



[解答 51](1) エ (2) 65°

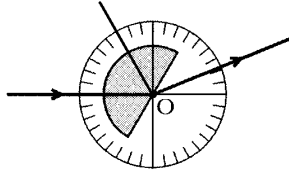
[解答 52](1) (2) a



【解説】

(2) 全反射が起こるのはレンズ(ガラス)→空気へ光が進む場合なので、cとdでは全反射は起こらない。a、bのうち、入射角が $43^\circ$ より大きいaの場合に全反射が起こる。

【解答 53】(1)

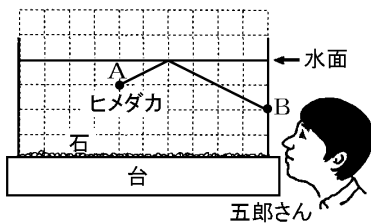


(2)  $90^\circ$  (3) 1) 全反射 2) 光ファイバーケーブル

(4) イ

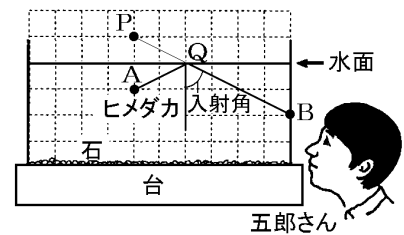
【解答 54】レーザー光が水面で全て反射する全反射がおこったから。

【解答 55】



【解説】

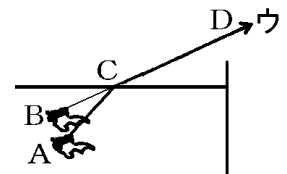
水→空気と光が進む場合、入射角が $49^\circ$ をこえると、全反射が起こる。この場合、水面は鏡のようなはたらきをし、右図のようにAの像はPの位置にできる。PとBを結んだとき、水面との交点をQとすると、Aから出た光は、 $A \rightarrow Q \rightarrow B$ と進む。



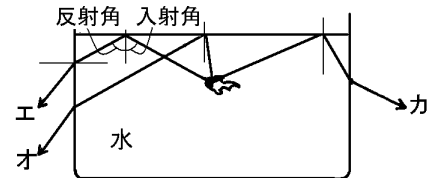
【解答 56】(1) ① ウ ② 屈折 (2) ① エ ② 全反射

【解説】

(1) Aから出た光は水面で屈折して $A \rightarrow C \rightarrow D$ と進む。Dから見ると、 $B \rightarrow C \rightarrow D$ と光が進んできたように見えるので、金魚は実際のAの位置よりも浮き上がったBの位置にいるように見える。



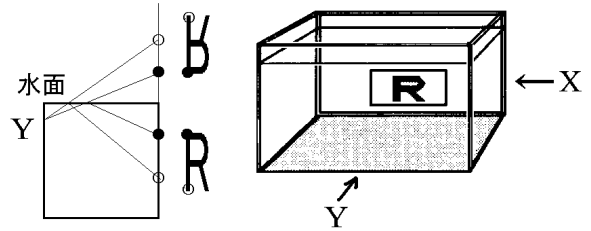
(2) 水面で光が反射しているのはエ、オ、カの3つである。オ、カでは入射角と反射角が等しくないなので、実際には、このように光が進むことはない。また、オでは入射角が $49^\circ$ より小さいので、そもそも全反射は起こらない。



[解答 57](1) **B** (2) 全反射 (3) 実際の位置より浮かび上がって見える。

[解説]

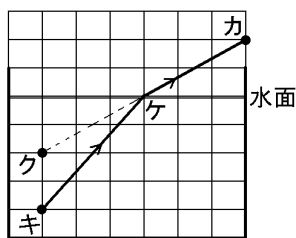
右図左は X 方向から見た図である。水そうを右図右の Y の方向から見ると、全反射によって水面が鏡のはたらきをし、右図左のような「R」の像ができる。



【】 屈折による見え方

[水中の物体が浮かび上がって見える現象]

[解答 58]



[解説]

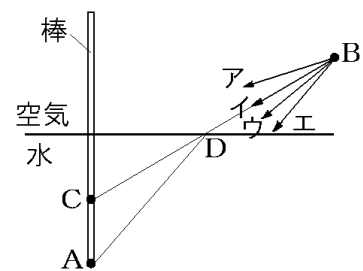
まずカとクを結び、水面と交わったところをケとする。次に、ケとキを結ぶ。

キから出た光はケで屈折し、ケ→カと進む。カから見るとカケの延長線上のクのように浮かび上がって見える。

[解答 59](1) 光の屈折 (2) イ

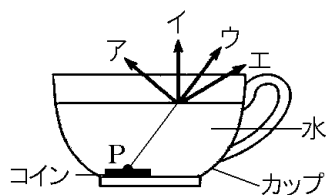
[解説]

右図のように B と C を直線で結び、直線 BC と水と空気の境界との交点を D とする。「水中にある棒の先 A を B から見ると、C に見えるように見えた」とあるので、光は C→D→B と進んだかのように見える。しかし、実際には A から光が出て、D で屈折して、A→D→B と進む。逆に、B から出て A に当たる光りは、B→D→A と進む。

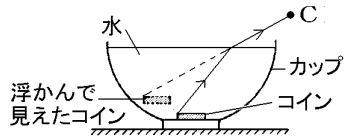


[解答 60]エ

[解説]



[解答 61]

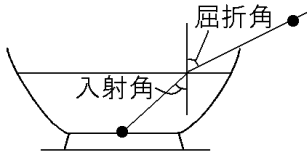


[解説]

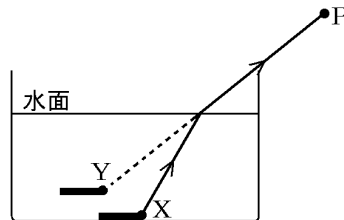
C と B を結び、CB が水面と交わった点と A を結ぶ。

[解答 62]イ

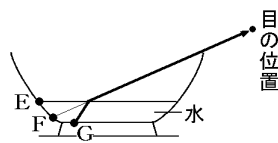
[解説]



[解答 63](1) 屈折 (2)



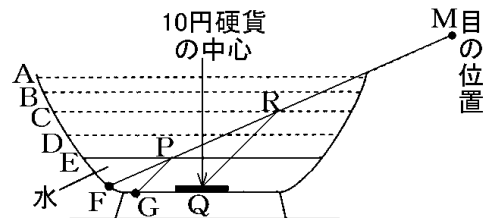
[解答 64](1) 屈折光 (2)



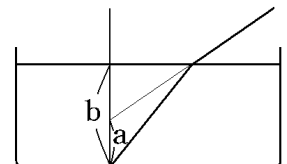
(3) C 点 (4) ア

[解説]

(3) 10円硬貨の中心が最初に見えたとき、10円硬貨は右図のMFの方向に見える。PGと平行になるようにQから直線を引き、MFとの交点をRとする。Qから出た光はQ→R→Mと進む。したがって、水面はCRである。



(4) 右図のように水の深さが  $b$  のとき、 $a$  だけ浮かび上がって見えるものとする。入射角が同じならば、 $a$  は  $b$  に比例するので、 $b$  が大きくなれば  $a$  も大きくなる。したがって、水を加えていくと10円硬貨はだんだん浮かび上がってくるように見える。



[解答 65]光の屈折により川底が浮き上がって見えるから。

[解答 66]① 光 ② 屈折

[解答 67]プールを斜め上から見ると、底が浮き上がって実際よりも浅く見える。

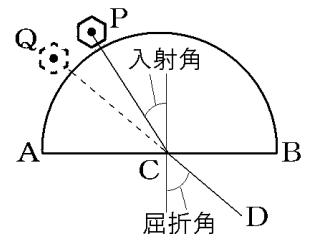
[ガラスを通して見たときの像のずれ]

[解答 68]ウ

[解説]

右図のように、 $P \rightarrow C$  と進んだ光は  $C$  点で屈折する。ガラス→空気と進む場合、(入射角) $<$ (屈折角)なので(ガラス側の角が小さい)、図のように、 $P \rightarrow C \rightarrow D$  と進む。

$D$  点からは  $Q \rightarrow C \rightarrow D$  と光が進んできたように見えるので。鉛筆は、 $P$  の左よりの  $Q$  点にあるように見える。

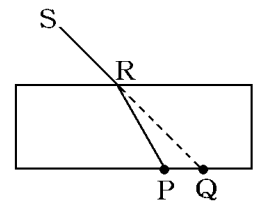


[解答 69]ア

[解答 70](1) ア (2) 光がガラスから空気中に出たところ。

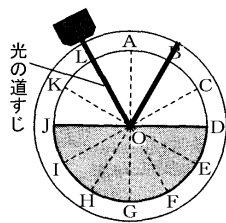
[解説]

右図のように、 $P$  から出た光はガラスと空気の境界面で屈折して、 $P \rightarrow R \rightarrow S$  と進むので、 $S$  から見ると  $SR$  の延長線上の  $Q$  に見える。



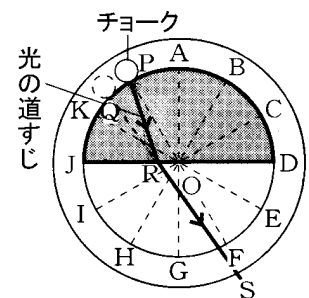
[解答 71](1)

(2) C (3) 光ファイバー (4) イ



[解説]

(4) 右図のようにチョーク  $P$  から出た光は屈折するので、 $P \rightarrow R \rightarrow S$  のように進む。観測者( $S$  の位置)からは  $SR$  の延長線上の  $Q$  の位置にチョークがあるように見える。





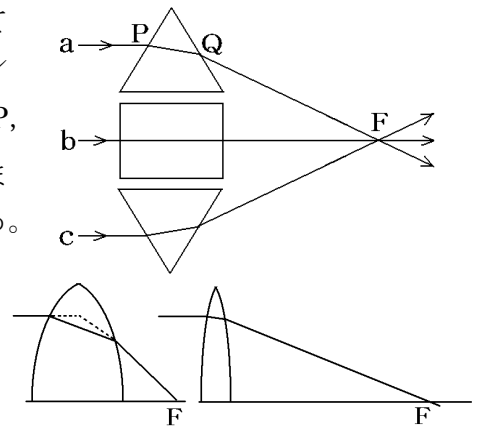
【1】 レンズ

【1】 凸レンズの焦点と光の進み方

[解答 72]焦点

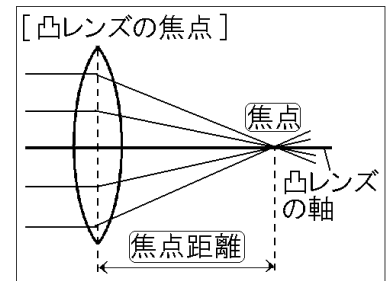
[解説]

凸<sup>とつ</sup>レンズは、凸<sup>じく</sup>レンズの軸に平行に入ってきた光がすべてある1点に集まるようにつくられている。右の図は凸レンズの簡単なモデルである。レンズのふち近くを通る光aはP、Qでそれぞれ屈折<sup>くつせつ</sup>し、P→Q→Fと進む。光cもFを通る。また、レンズの中央部を通る光bはまっすぐに進んでFを通る。軸に平行な光線が軸上に集まる点を<sup>しやうてん</sup>焦点<sup>しやうてん</sup>といい、レンズの左右に1つずつある。レンズから焦点までの<sup>きより</sup>距離<sup>きより</sup>を焦点距離という。



レンズにおける光の屈折は、正確には右の図のように入るときと出るときに2回屈折するが、作図のときは右図の点線のように中心部分で1回だけ屈折するようにかく。

また、図のように、レンズをうすくしたとき焦点距離は長くなる。



[解答 73](1) 焦点 (2) 短く

[解答 74]屈折して集まる

[解答 75]ウ、カ

[解説]

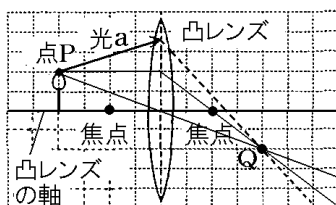
物体から凸レンズの軸に平行に進んだ光はレンズを通った後、カを通っている。また、ウを通る光はレンズを通った後、軸に平行に進んでいる。

[解答 76]F<sub>2</sub>点

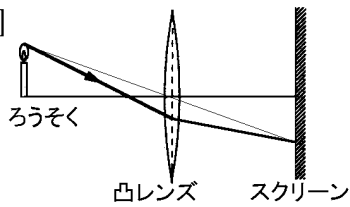
[解説]

凸レンズの軸と平行に進んできた光は、凸レンズで屈折した後、焦点(F<sub>2</sub>)を通る。

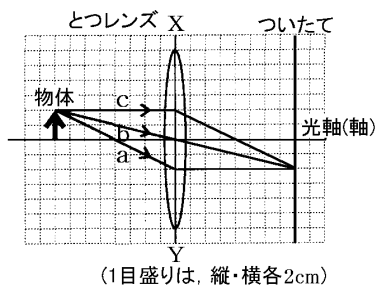
[解答 77]



[解答 78]



[解答 79](1)

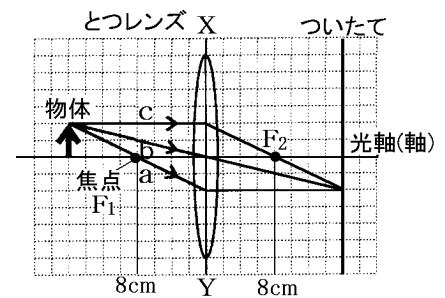


(2) 8cm

[解説]

a は凸レンズを通った後、光軸に平行に進んでいるので、凸レンズに入る前の位置で焦点  $F_1$  を通過していると考えられる。したがって、焦点距離は 8cm である。

c は光軸に平行に進んで凸レンズに入るのので、凸レンズで屈折した後は、焦点  $F_2$  を通る。b は凸レンズの中心を通るので、直進する。



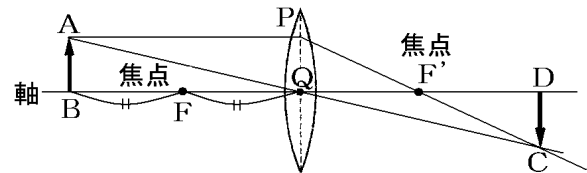
【】スクリーンに映る実像

[像の上下左右]

[解答 80]エ

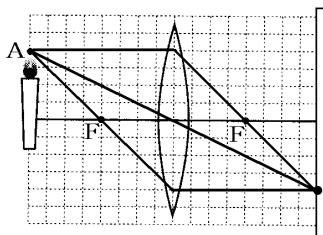
[解説]

右図のように、焦点距離の 2 倍の位置 B に物体 AB を置く。まず、A から出た光の集まる点を作図で求める。A を通って軸に平行な直線 AP をひく。軸に平行な光は焦点に集まるので



P で屈折した光は  $F'$  を通る。A とレンズの中心 Q を直線で結ぶと、線 APF' と直線 AQ が交わる点 C を求めることができる。B から出た光は軸上の点 D に集まる。したがって、AB の像は CD である。CD の位置にスクリーンを置くと AB の像 CD はスクリーン上に上下左右が逆になった像がはっきりと映る。このような像を **実像** という。

[解答 81]



[解答 82]エ



[解答 83]ア

[解答 84]ウ

[解答 85]ウ

[解説]

スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。

 を 180 度回転させると、 となる。




[解答 86]ウ

[解説]

スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。したがって、問題の図のスクリーンの右方向から見ると「**q**」のように見えるはずである。観察はスクリーンの左方向から行っているので、「**q**」の左右を逆にした「**p**」のように見える。

[解答 87]ウ

[解説]

観察者の位置からレンズを通さずに物体を見ると、 のように見える。スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。 を 180 度回転させると、 のようになる。

[レンズをおおったときの像の変化]

[解答 88]エ

[解説]

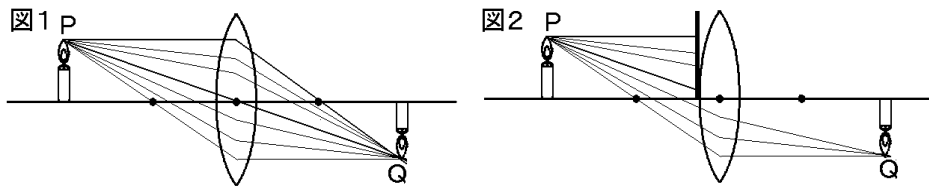


図 1 のように、P から出た光は、レンズのすべての面を通して Q に集まっている。図 2 のように、レンズの上半分を厚紙でおおった場合も、P 点から出た光はレンズの下半分を通して Q 点に集まるので、P 点の像 Q 自体はできる。ろうそくその他の点も同様にスクリーン上に像ができる。ただ、集まる光の量が少なくなるので、像は暗くなる。

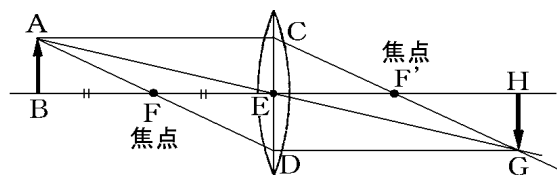
[解答 89]ア

[焦点距離を求める問題]

[解答 90]8cm

[解説]

物体と凸レンズの距離(BE)が焦点距離(FE)の2倍であるとき、スクリーン上にうつる像の大きさは物体と同じ大きさになる。このことを右図を使って説明する。 $\triangle ABF$ と $\triangle DEF$ において、



$BF = EF$ ,  $\angle AFB = \angle DFE$ ,  $\angle ABF = \angle DEF = 90^\circ$ なので1辺と両端の角がそれぞれ等しい。

したがって、 $\triangle ABF$ と $\triangle DEF$ は合同で、 $AB = DE$ となる。…①

また、 $DG \parallel EH$ なので、 $DE = GH$ である。…②

①、②より $AB = GH$ となり、像の大きさは物体と同じ大きさになる。

また、図より明らかなように、物体と凸レンズの距離と像と凸レンズの距離は等しくなる。

この問題で、物体とスクリーンの間の距離は32cmなので、物体と凸レンズの距離は、 $32(\text{cm}) \div 2 = 16(\text{cm})$ となる。したがって、焦点距離は、 $16(\text{cm}) \div 2 = 8(\text{cm})$ となる。

[解答 91](1) 10cm (2) ウ

[解説]

(1) 「スクリーンに物体 A と同じ大きさの実像ができた」とあるので、 $a$  は焦点距離の2倍である。 $a = 20\text{cm}$ なので、焦点距離は  $20 \div 2 = 10(\text{cm})$ である。

(2)  $a$  が焦点距離の10cmより大きいとき実像ができる。この範囲で、 $a$  が小さくなるほどスクリーンにできる物体 A の実像は大きくなる。したがって、ウのとき物体 A の実像が最も大きくなる。

[解答 92]90cm

[解説]

スクリーン上にできた像が物体と同じ大きさなので、

(物体と凸レンズの距離)=(スクリーンと凸レンズの距離)である。

物体と凸レンズの距離は  $50 - 10 = 40(\text{cm})$ なので、凸レンズとスクリーンの距離も40cmになる。したがって、 $X = 50 + 40 = 90(\text{cm})$ となる。

[解答 93]18cm

[解説]

結果 2 のとき、(物体と凸レンズの距離)=(スクリーンと凸レンズの距離)=36cmなので、スクリーン上には物体と同じ大きさの像ができる。

このとき、物体と凸レンズの距離は焦点距離の2倍である。

したがって、(焦点距離)= $36(\text{cm}) \div 2 = 18(\text{cm})$ である。

[解答 94]20cm

[解説]

凸レンズとスクリーンの距離が 20cm で焦点距離の 2 倍になっていることに注目する。このときは、スクリーンに映る像はろうそくの実物と同じ大きさで、ろうそくと凸レンズの距離は凸レンズとスクリーンの距離と等しい。

[解答 95]10cm

[解説]

右図で、 $\triangle ABC$  と  $\triangle GEC$  は相似で、

$AB : GE = a : 2a = 1 : 2$ ,  $BC = 15\text{cm}$  なので、  
 $CE = 30\text{cm}$  である。

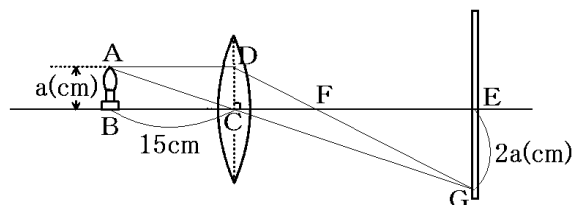
また、 $\triangle CDF$  と  $\triangle EGF$  も相似で、

$CD : EG = a : 2a = 1 : 2$  なので、

$CF : EF = 1 : 2$  である。よって、 $CF : CE = 1 : (1+2) = 1 : 3$  である。

$CE = 30\text{cm}$  なので、 $CF : 30 = 1 : 3$  したがって、 $CF = 10\text{cm}$  である。

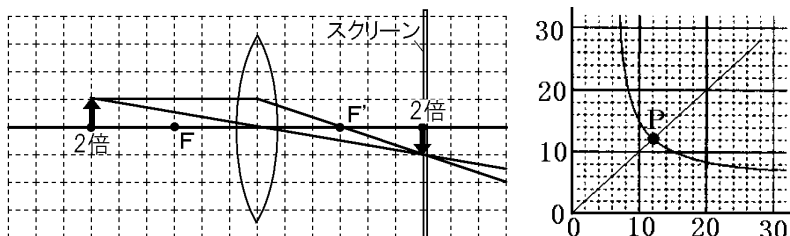
F は焦点なので、焦点距離は 10cm であることがわかる。



[解答 96]6cm

[解説]

右図のように、物体が焦点距離の 2 倍の位置にあるとき、凸レンズから物体までの距離と凸レンズからスクリーンまでの距離が等しくなる。問題



のグラフから、この 2 つの距離が等しくなるのは、12cm(グラフの P 点)のときである。このとき、(焦点距離) = (凸レンズから物体までの距離)  $\div$  2 =  $12 \div 2 = 6(\text{cm})$

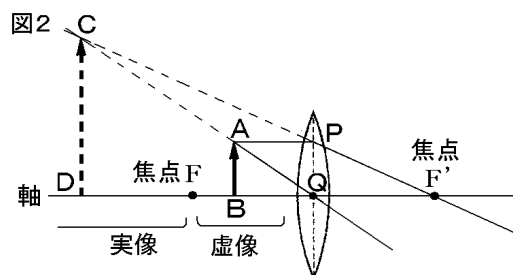
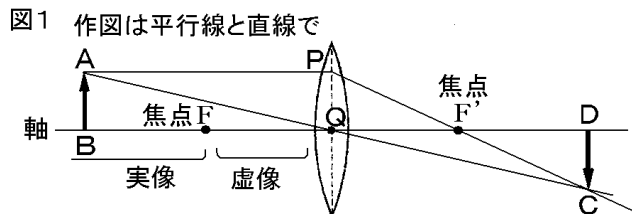
【】凸レンズによってできる虚像

[解答 97]虚像

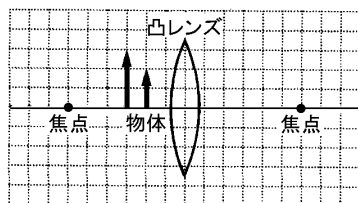
[解説]

物体が焦点より遠い位置にあるときは、右の図1のように、物体のある点からさまざまな方向に出た光は、凸レンズで屈折して、1点に集まる。この点上にスクリーンを置くと、物体の像がスクリーン上に映し出される。このような像を実像という。これに対し、物体が焦点より内側にあるときはスクリーン上に実像はできない。この場合の像(虚像)を作図で求めてみる。

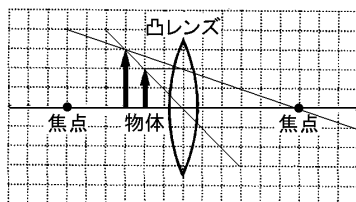
まずAを通過して軸に平行な直線APをひく。軸に平行な光は焦点に集まるのでPで屈折した光はF'を通る。次にAとレンズの中心Qを直線で結ぶ。PFとAQはレンズの右側では交わらない。そこで、それぞれ反対方向に直線を延長させると図のように点Cで交わる。このように焦点の内側に物体を置いた場合、レンズの右側のどこにスクリーンを置いてもスクリーンには何もうつらない。そこで、レンズの右側からのぞくと、あたかもCDの位置に像ができているかのように見える。このような像を虚像という。この虚像は物体と同じ向きで、物体よりも大きい。



[解答 98]



[解説]



[解答 99](1) 7 (2) 虚像

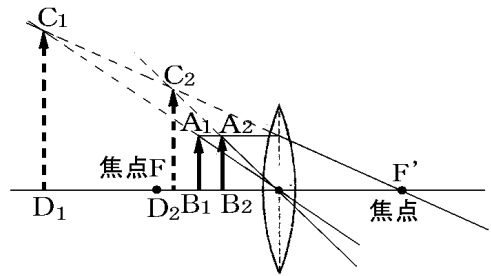
[解説]

この場合に見える像は虚像である。この虚像は物体と同じ向きなので、7を形どった針金の像は「7」のように見える。

[解答 100]エ

[解説]

最初に物体を置いた位置を右図の  $A_1B_1$  とする。  
右図のように作図すると、 $A_1B_1$  の像は  $C_1D_1$  となる。  
物体を凸レンズに近づけ  $A_2B_2$  の位置に置くと、その像は  $C_2D_2$  となる。像  $C_2D_2$  は像  $C_1D_1$  より凸レンズに近く、小さくなる。



[解答 101]イ

[解答 102]大きくなる

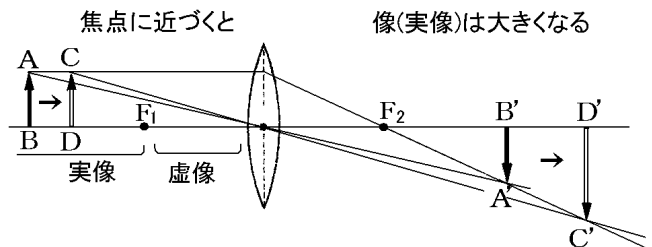
[解答 103]凸レンズと虫との距離を焦点距離よりも短くする。

【】物体の位置を変えたとき

[解答 104]① 長く ② 大きく

[解説]

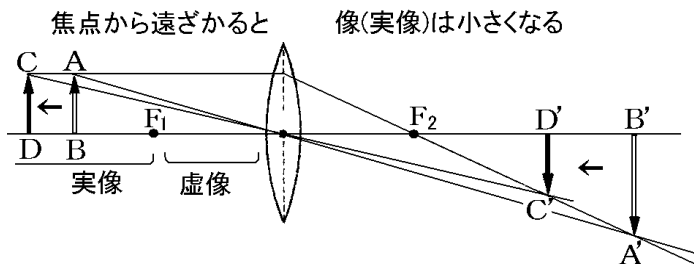
物体が焦点より外側にあるときは実像ができ、スクリーン上に像が映る。右図のように作図すると、物体  $AB$  の像は  $A'B'$  になる。スクリーンを  $A'B'$  の位置に置くとスクリーン上に鮮明な像ができる。この物体を凸レンズに近づけ、 $CD$  の位置



に置くと、像は  $C'D'$  になりもとの像  $A'B'$  より大きくなる。また、像が鮮明に写るスクリーンの位置は  $C'D'$  で、レンズから遠い位置になる。一般に、遠方から焦点( $F_1$ )まで物体を近づけていくと、鮮明に写るスクリーンの位置はレンズから遠くなり、像の大きさはだんだん大きくなる。物体が焦点( $F_1$ )の位置に来ると像はできなくなる。

[解答 105](1) 近づけた (2) 小さくなった

[解説]



[解答 106]イ

[解答 107]① 近く ② 小さく

[解答 108]像の向きは変わらず、像の大きさは小さくなる。

[解答 109](1)像(a) : ウ 像(b) : オ (2) イ (3) 虚像

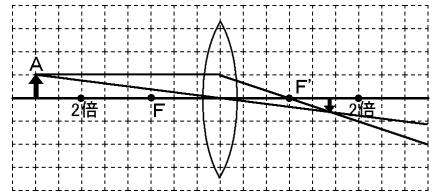
[解説]

① 焦点距離の2倍以上の位置(右図 A)に置いたとき  
像は実像で、像の向きは逆。

スクリーンにうつる。

像の大きさは実物より小さい。

像の位置は、 $F'$ と焦点の2倍の位置の間

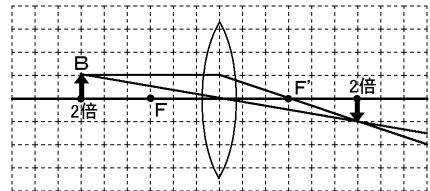


② 焦点距離の2倍の位置(右図 B)に置いたとき  
像は実像で、像の向きは逆。

スクリーンにうつる。

像の大きさは実物と同じ。

像の位置は、焦点の2倍の位置

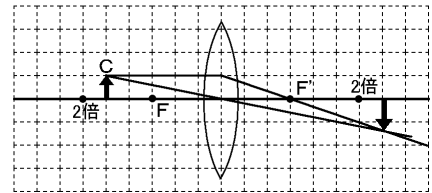


③ 焦点距離の2倍の位置～焦点(右図 C)に置いたとき  
像は実像で、像の向きは逆。

スクリーンにうつる。

像の大きさは実物より大きい。

像の位置は、2倍の位置より離れた位置

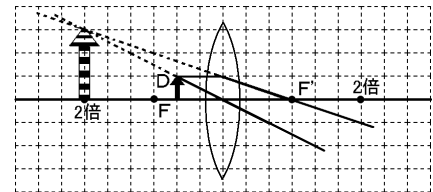


④ 焦点の内側の位置(右図 D)に置いたとき  
像は虚像で、像の向きは同じ。

スクリーンにはうつらない。

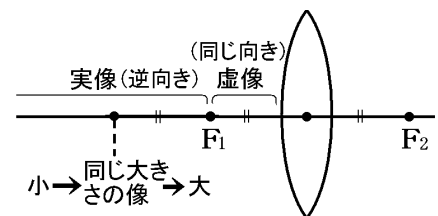
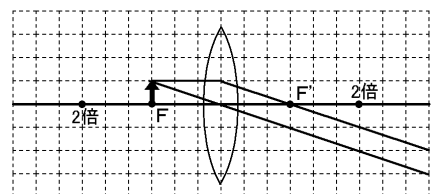
像の大きさは実物より大きい。

像の位置は物体の後方



\* 焦点の位置に置いたときは、2つの補助線が交わらないため、像はできない

以上をまとめると、焦点の位置より遠い位置にあるときには、スクリーン上にうつる実像ができる。その大きさは、遠い位置にあるほど小さく、レンズに近づくほど大きくなる。そして、焦点距離の2倍の位置に来たとき、実物と同じ大きさになる。これより焦点に近づくと、実物より大きくなる。なお、レンズに近づくほど、像を結ぶ位置(スクリーンを置くべき場所)はレンズから遠ざかる。物体がちょうど焦点上にあるときは像はできない。これより、さらに、レンズに近づくと、虚像ができる。虚像の大きさは、実物よりも大きい、レンズに近づくにつれて像はより小さくなる。



[解答 110]ウ

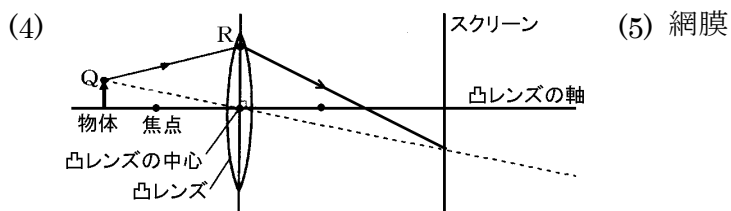


[解答 111]イ

[解答 112]① 大きな ② 大きな

【】凸レンズ：総合問題

[解答 113](1) エ (2)① 24cm ② 短く ③ 小さく (3) 虚像



[解説]

(1) スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。

**㊦**を 180 度回転させると**㊧**となる。

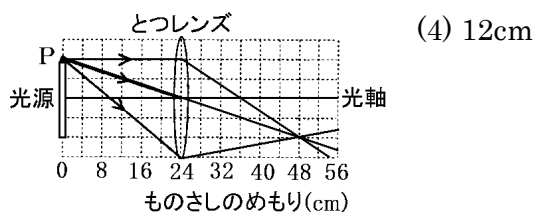
(2) スクリーンにできた像の大きさが、物体の大きさと同じになるのは物体と凸レンズの距離が焦点距離(12cm)の 2 倍の 24cm のときである。このとき、凸レンズとスクリーンの距離も 24cm になる。物体を凸レンズから遠ざけると、像は凸レンズにより近い位置になり、最初の像よりも小さくなる。

(3) 物体が焦点と凸レンズの間にあるときはスクリーン上にうつる実像はできない。この場合は、レンズの反対側から見える虚像ができる。

(4) スクリーン上に鮮明な物体の像ができるとき、物体上の点(Q)から出た光はスクリーン上の 1 点に集まる。

(5) スクリーンに相当するのは、ヒトの目では網膜とよばれる部分である。網膜上に像ができる。

[解答 114](1) 虚像 (2) エ (3)



(5)a 実物より大きい b 実物より小さい

[解説]

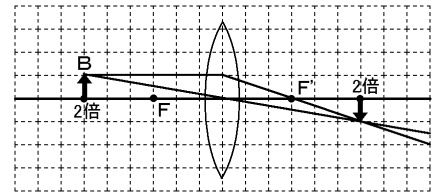
(1) ついたての方から凸レンズをのぞくと見える像は虚像である。虚像はついたてに像はできない。

(2) スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。ついたての右側から**㊦**を見ると、180 度回転した**㊧**のように見える。

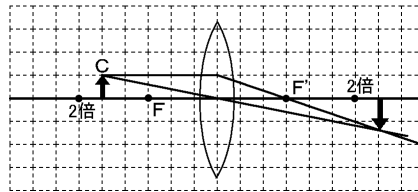
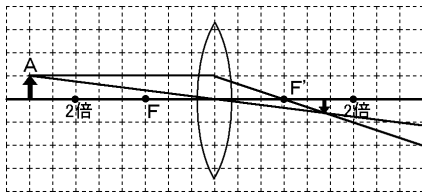
凸レンズの方から見ているので、**㊧**の左右を逆転させた**㊨**のように見える。

(3) ③のとき像は 48cm の位置にできる。P と凸レンズの中心を結ぶ直線を引き、直線上の 48cm の位置にある点をとる。P から出た光はすべてこの点を通る。

(4) 表の③より、とつレンズの位置が 24cm、ついたての位置が 48cm のとき像の大きさが実物の大きさと同じになっていることに注目する。像が実物と同じになるのは、右図のように物体と凸レンズの距離が焦点距離の 2 倍のときである。このとき、(物体と凸レンズの距離)=(像と凸レンズの距離)となる。とつレンズの位置が 24cm、ついたての位置が 48cm なので、像(ついたて)と凸レンズの距離は  $48(\text{cm}) - 24(\text{cm}) = 24(\text{cm})$  で、(焦点距離)  $= 24(\text{cm}) \div 2 = 12(\text{cm})$  となる。



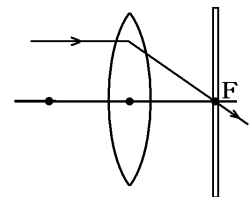
(5) 例えば下図のように物体の位置が焦点距離の 2 倍より遠いときは物体より小さい実像ができる。焦点距離の 2 倍と焦点距離の間にあるときは物体より大きい実像ができる。



[解答 115](1) 焦点距離 (2) イ

[解説]

(1) レンズの軸に平行に入ってきた光は、軸上の焦点 F を通る。図 3 の位置のとき「●」と「×」が重なっているのので、スクリーンがちょうど焦点の位置に置かれていることが分かる。このときの凸レンズとスクリーンの距離は 10cm なので、この凸レンズの焦点距離は 10cm である。



(2) スクリーン上の「×」と A の文字とレンズの距離は 5cm と焦点距離より短いので、このときにできる像は虚像である。虚像は実物と同じ方向で、実物よりも大きくなるので、イのように見える。

[解答 116](1) イ (2) 小さくなった。 (3) 植物の葉をとつレンズの焦点の内側に置く。

[解説]

(1) スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。したがってイのように見える。

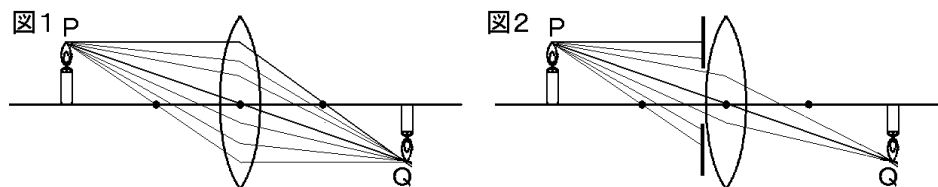
(2) 物体と凸レンズの距離が、焦点距離(12cm)より大きいときは実像ができるが、焦点から離れるほど像は小さくなる。

(3) 物体と凸レンズの距離が、焦点距離(12cm)より小さいときは虚像ができる。

[解答 117](1) 屈折 (2) 大きさ : イ 明るさ : ウ (3) A : 3cm B : 6cm

【解説】

(2) 図1のように、Pから出た光は、レンズのすべての面を通してQに集まっている。図2のように、レンズの一部を厚紙でおおった場合も、P点から出た光はレンズの中心付近を通過してQ点に集まるので、P点の像Q自体はできる(同じ大きさ)。ろうそくの他の点も同様にスクリーン上に像ができる。ただ、集まる光の量が少なくなるので、像は暗くなる。



(3) 凸レンズAを使ったとき、問題の図2のように、光軸に平行に入ってきた光は凸レンズからの距離が3cmのところまで光軸と交わるので、凸レンズAの焦点距離は3cmと分かる。実験2で、ろうそくと同じ大きさの像がスクリーンにうつるようにしたとき、凸レンズとスクリーンの距離は凸レンズAの焦点距離(3cm)の2倍の6cmになる。このとき、物体と凸レンズの距離も6cmになる。この状態でレンズをBに変えたところ、実像も虚像もできなかった。実像も虚像もできないのは、物体がちょうど焦点の位置にあるときである。したがって、凸レンズBの焦点距離は6cmと判断できる。