

【】 光の反射

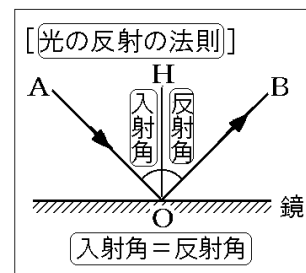
【】 光の反射

[解答 1] ①入射角：B 反射角：C ② ウ

[解説]

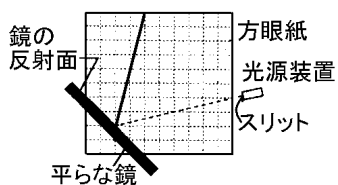
鏡に光が当たると、光は、当たった点から鏡の面に垂直に引いた線(OH)で、折り返したように反射する(光の反射)。右図のようにAOと垂線OHのなす角を入射角といい、OBと垂線OHのなす角を反射角という。

このとき、つねに、(入射角)=(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。

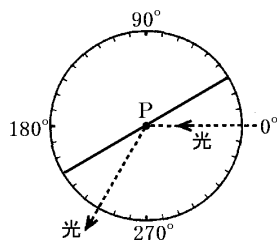


[解答 2] 光が反射するとき入射角と反射角の大きさが等しくなる。

[解答 3]

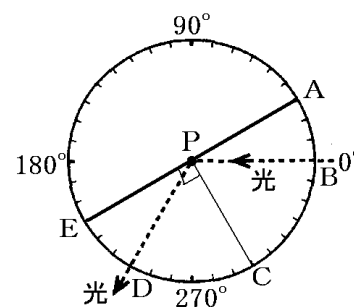


[解答 4]



[解説]

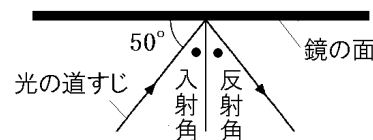
右図のように、入射光 BP と反射光 PD のなす角は  $120^\circ$  と読み取れる。入射角( $\angle BPC$ )=反射角( $\angle CPD$ )= $120^\circ \div 2 = 60^\circ$  になるので、 $\angle APB = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$  である。そこで、B から  $30^\circ$  反時計回りに A をとり、AP を結ぶ。



[解答 5]  $40^\circ$

[解説]

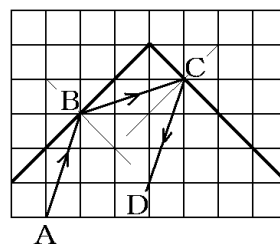
右図のように、入射角は、 $90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$  である。入射角=反射角 なので、反射角は  $40^\circ$  である。



[解答 6]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。



[光の直進]

[解答 7]光の直進

[解説]

光源を出た光は、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ちよくしんという。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。

[[光の直進]]  
太陽の光は平行に進む

[解答 8]エ

[解説]

エは光の屈折が原因で起こる現象である。

【】 反射による見え方

[鏡に映る像の範囲]

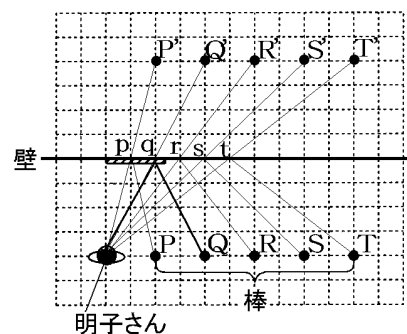
[解答 9]P, Q

[解説]

例えば、Q の像を Q' とすると、明子さんから見ると、「Q'  $\rightarrow$  q  $\rightarrow$  明子」と光が進んでくるように見えるが、実際には、「Q  $\rightarrow$  q  $\rightarrow$  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  $\rightarrow$  r  $\rightarrow$  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  $\rightarrow$  r  $\rightarrow$  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。

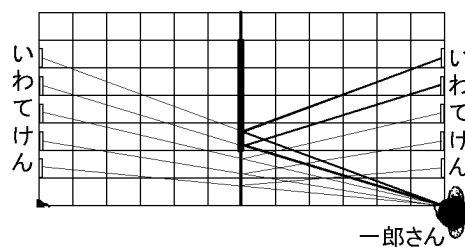
p ~ t のうち鏡の範囲に入っているのは p と q のみである。したがって、明子さんが鏡に映った像を見ることができるのは P と Q のみである。



[解答 10]ア

[解説]

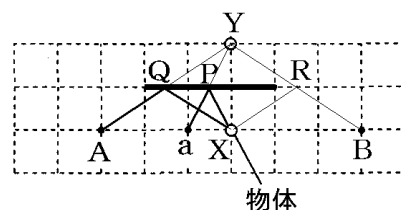
右図より、文字を書いた紙から出た光が鏡のある範囲で反射するのは、「い」と「わ」の場合だけである。したがって、一郎さんから見えるのは、「い」と「わ」だけである。



[解答 11]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。

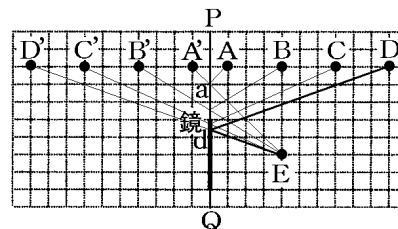


[解答 12]C, D

[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。

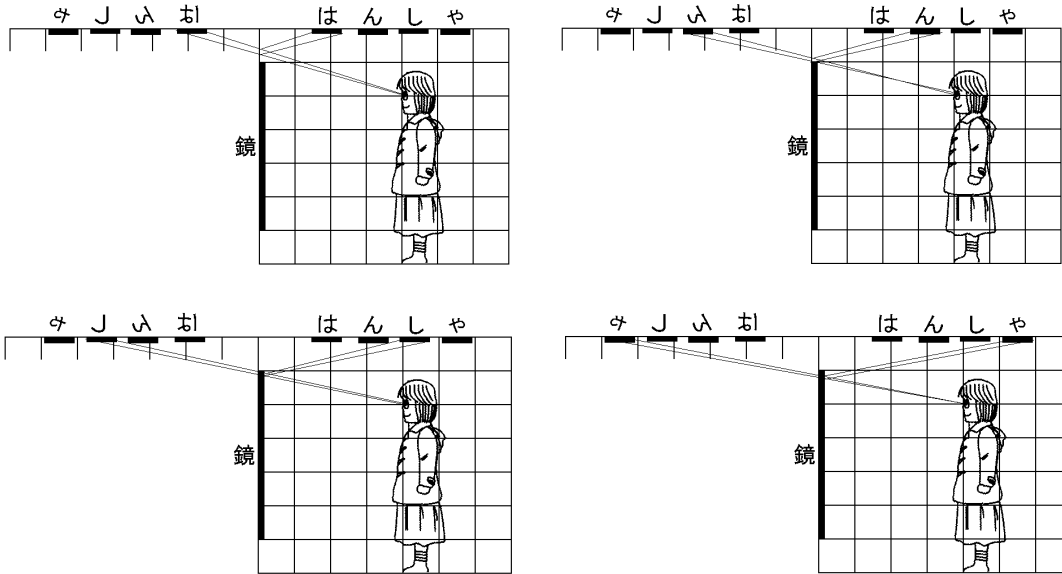
もし、鏡が右図の PQ の範囲全体にあるなら、A についても、 $A \rightarrow a \rightarrow E$  と光が進むので、A' に見えるはずである。しかし、実際には a の位置には鏡がないので、このようなことは起こらない。したがって、E から A の像を見ることはできない。図より、反射する点が鏡の範囲にあるのは C と D のみである。よって、E から鏡に映って見えるのは C と D のみである。



[解答 13]エ

[解説]

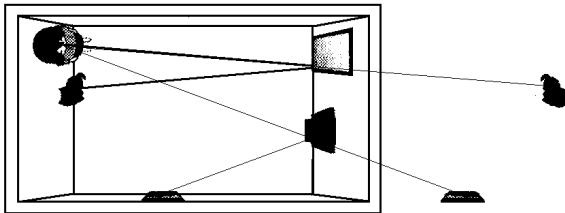
次の図より、鏡で見ることができるのは「し」と「や」の2文字である。



[解答 14]ア

[解説]

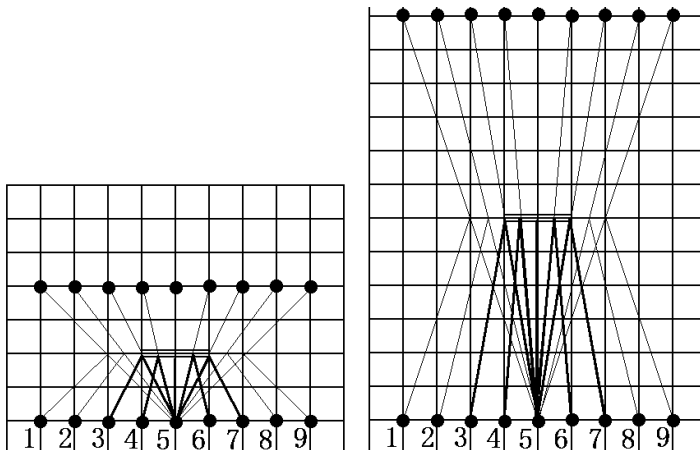
図より、鏡で見ることができるのはネコのみである。



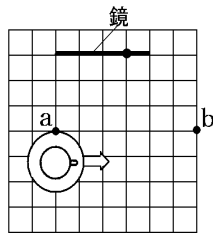
[解答 15](1) 5本 (2) 同じであった

[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。



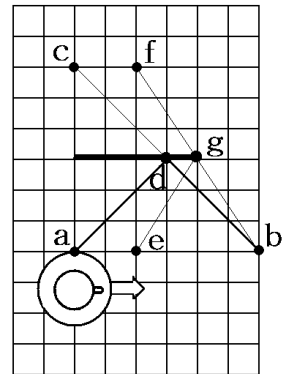
[解答 16](1) (2) ウ



[解説]

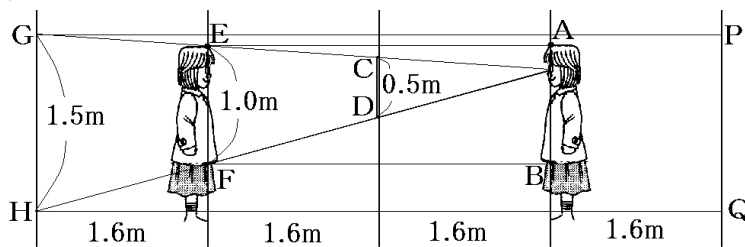
(1) a の像は右図の c で、a からの光は  $a \rightarrow d \rightarrow b$  と進むので像は鏡の d 点に映る。

(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 17](1) 0.5m (2) 1.5m

[解説]

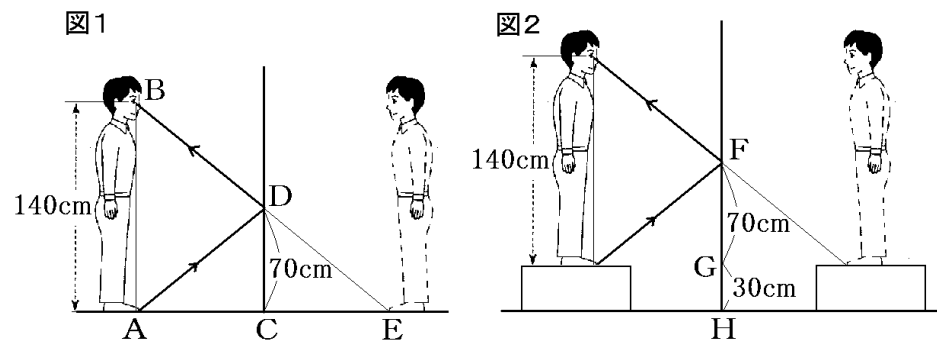


(1) 花子さんが鏡に映った自分の像を見ることができる範囲は EF の 1.0m である。上の図から明らかなように、 $CD : EF = 1 : 2$  で、 $EF = 1.0\text{m}$  なので、 $CD = 0.5\text{m}$  である。

(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 18](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。

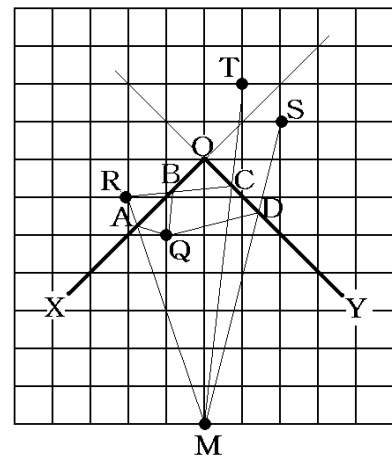
[2枚の鏡のときの像]

[解答 19]ア

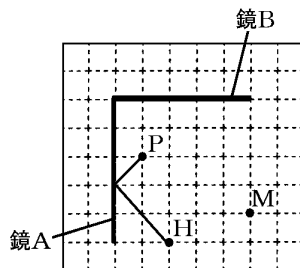
[解説]

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→A→Mと光が進む。第二は像Sで、鏡OYに反射してQ→D→Mと光が進む。第三は像Tで、鏡OXと鏡OYに反射してQ→B→C→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。)



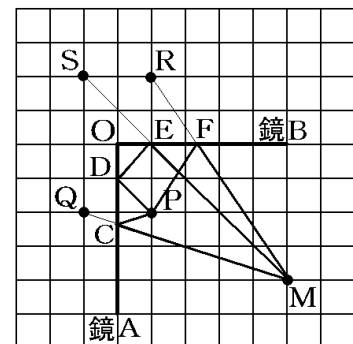
[解答 20](1)



(2) 3つ

[解説]

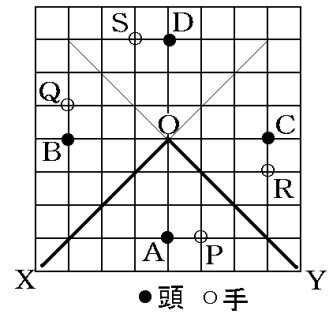
(2) Pの位置にろうそくがあるとき、Mから見たときのろうそくの像は3つである。鏡AについてPと線対称の位置に像Q、鏡BについてPと線対称の位置に像R、点OについてPと点対称の位置に像Sができる。像Qについては、Pから出た光は鏡Aに反射してP→C→Mと進む。像Rについては、Pから出た光は鏡Bに反射してP→F→Mと進む。像Sについては、Pから出た光は鏡Aと鏡Bの両方に反射してP→D→E→Mと進む。



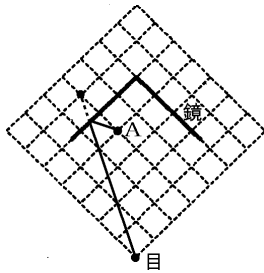
[解答 21]ア

[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のようになる。



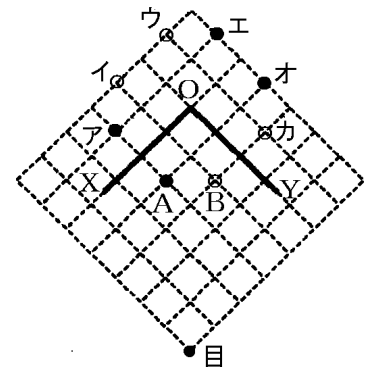
[解答 22](1)



(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 23](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

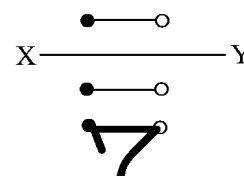
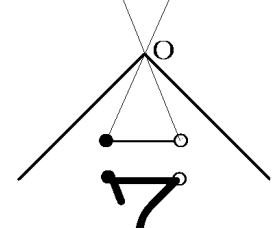


図2

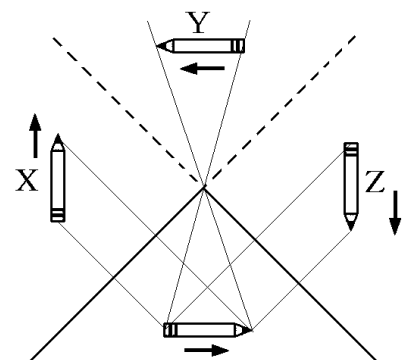


[解答 24](1) エ (2)① b ② d

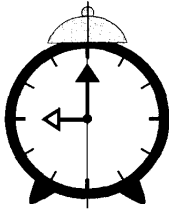
[解説]

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。

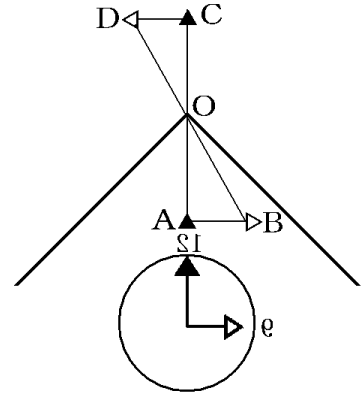


[解答 25]



[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と点対称の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

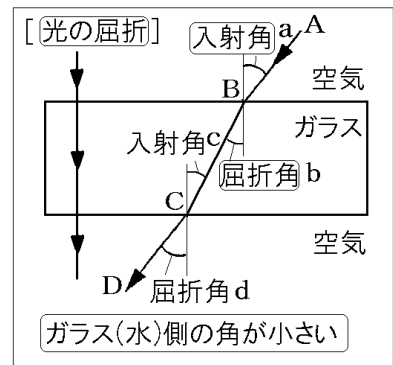
【】 光の屈折

[解答 26] 屈折

[解説]

透明な物体(ガラスや水など)に光が垂直に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、入射角、屈折角というが、空気→ガラス(水)と光が進むとき、屈折角c < 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)。

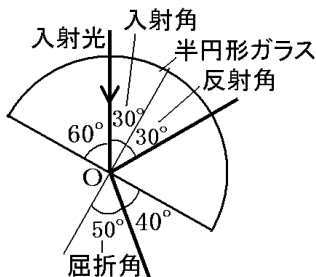


[解答 27] 屈折角

[解答 28] 屈折角：カ 反射角：ウ

[解答 29] 反射角：30° 屈折角：50°

[解説]





[解答 30]① ア ② ウ

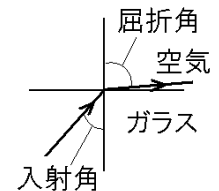
[解答 31]ア

[解答 32]ウ

[解答 33]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 34](1) ウ (2) イ

[解答 35]空気中を進む光：② 水中を進む光：④

[解答 36]イ，オ

[解説]

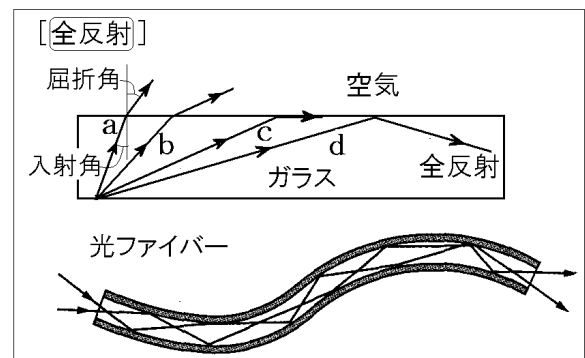
アは光の全反射，イは光の屈折，ウは光の反射，エは光の直進である。オのレンズは光の屈折を利用したものである。

### 【】 光の全反射

[解答 37]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>くつせつかく</sup>屈折角は<sup>にゆうしゃかく</sup>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>ぜんはんしや</sup>全反射という。通信ケーブルや医療用の<sup>ないしきよう</sup>内視鏡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 38](1) 全反射 (2) 光ファイバー

[解答 39](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 40](1) 60度 (2) 全反射

[解説]

(1) 右の図 2 のように、入射角は  $30^\circ$ 、屈折角は  $60^\circ$  である。

(2) 光がレンズ(ガラス)→空気へ進む場合、入射角が  $43^\circ$  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  $60^\circ$  なので、光は全反射する。

図2

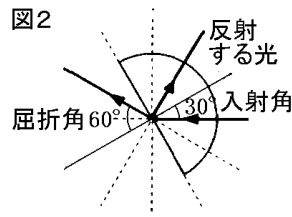
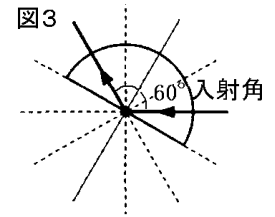


図3



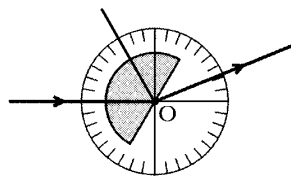
[解答 41](1) エ (2)  $65^\circ$

[解答 42](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 では全反射はおこらない。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 43](1)

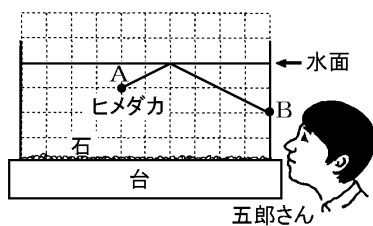


(2)  $90^\circ$  (3) 1) 全反射 2) 光ファイバーケーブル

(4) イ

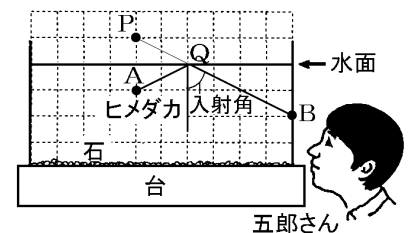
[解答 44] レーザー光が水面で全て反射する全反射がおこったから。

[解答 45]



[解説]

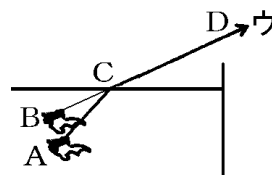
水→空気と光が進む場合、入射角が  $49^\circ$  をこえると、全反射が起こる。この場合、水面は鏡のようなはたらきをし、右図のように A の像は P の位置にできる。P と B を結んだとき、水面との交点を Q とすると、A から出た光は、 $A \rightarrow Q \rightarrow B$  と進む。



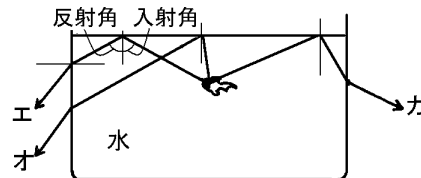
[解答 46](1)① ウ ② 屈折 (2)① エ ② 全反射

[解説]

(1) A から出た光は水面で屈折して A→C→D と進む。D から見ると、B→C→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。



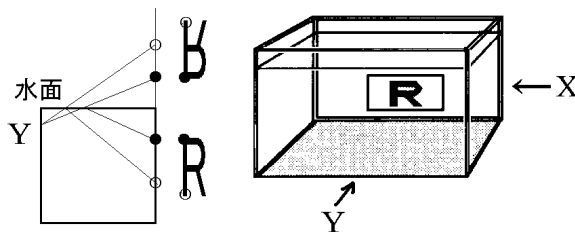
(2) 水面で光が反射しているのはエ、オ、カの 3 つである。オ、カでは入射角と反射角が等しくないので、実際には、このように光が進むことはない。また、オでは入射角が  $49^\circ$  より小さいので、そもそも全反射は起こらない。



[解答 47](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]

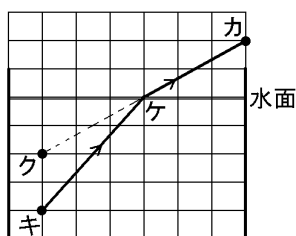
右図左は X 方向から見た図である。水そうを右図右の Y の方向から見ると、全反射によって水面が鏡のはたらきをし、右図左のような「R」の像ができる。



【】 屈折による見え方

[水中の物体が浮き上がって見える現象]

[解答 48]



[解説]

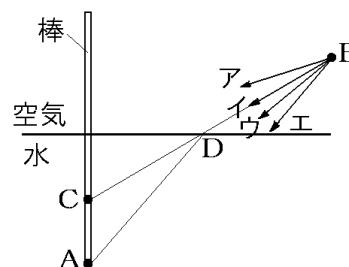
まずカとクを結び、水面と交わったところをケとする。次に、ケとキを結ぶ。

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的位置にあるように浮き上がって見える。

[解答 49](1) 光の屈折 (2) イ

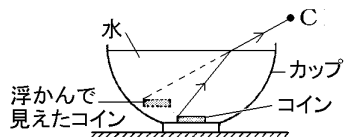
[解説]

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」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。

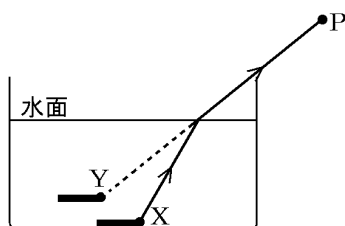
[解答 50]



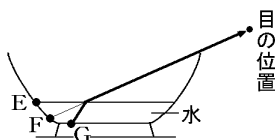
[解説]

C と B を結び、CB が水面と交わった点と A を結ぶ。

[解答 51](1) 屈折 (2)

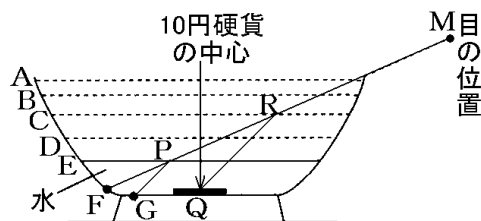


[解答 52](1) 屈折光 (2) (3) C 点 (4) ア

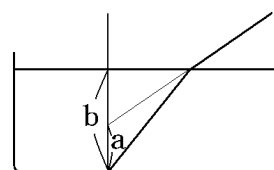


[解説]

(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 53] 光の屈折により川底が浮き上がって見えるから。

[解答 54] ① 光 ② 屈折

[解答 55] 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。

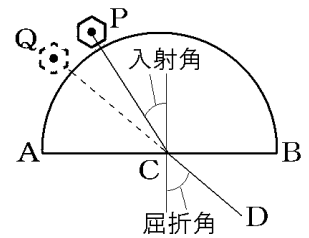
[ガラスを通して見たときの像のずれ]

[解答 56]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。

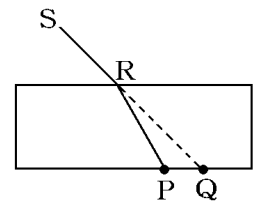


[解答 57]ア

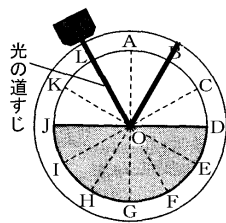
[解答 58](1) ア (2) 光がガラスから空気中に出たところ。

[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。



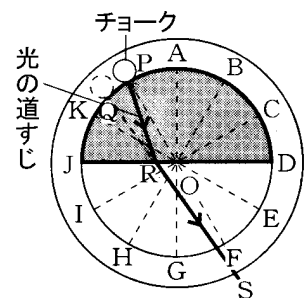
[解答 59](1)



(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。



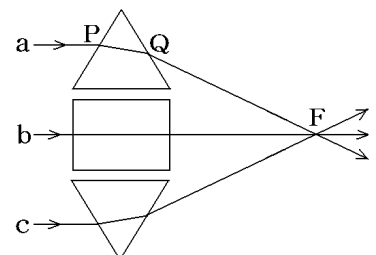
【】 レンズ

【】 凸レンズの焦点と光の進み方

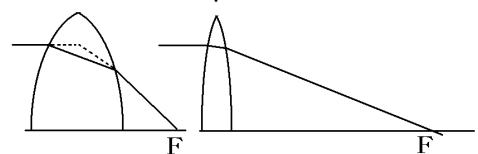
[解答 60]焦点

[解説]

凸レンズは、凸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でそれぞれ屈折し、 $P \rightarrow Q \rightarrow F$  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。

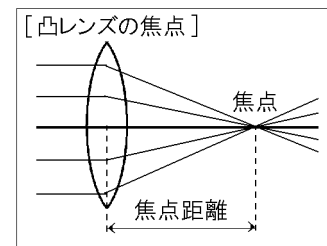


軸に平行な光線が軸上に集まる点を焦点といい、レン



ズの左右に1つずつある。レンズから焦点までの距離を<sup>きょり</sup>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、右上の図のように、レンズをうすくしたとき焦点距離は長くなる。



[解答 61](1) 焦点 (2) 短く

[解答 62]屈折して集まる

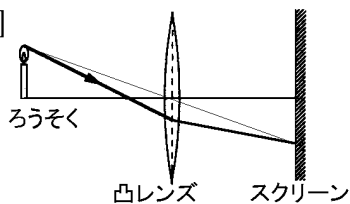
[解答 63]ウ, カ

[解答 64] $F_2$ 点

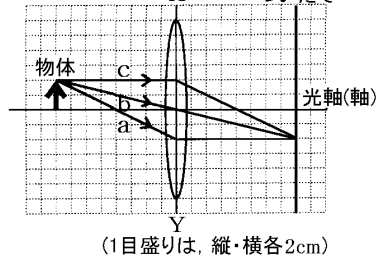
[解説]

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( $F_2$ )を通る。

[解答 65]



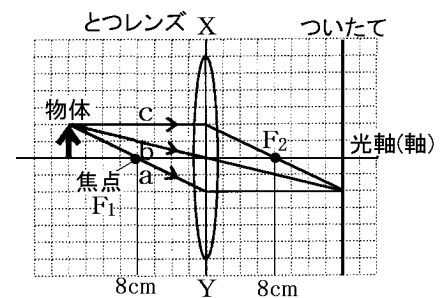
[解答 66](1) とつレンズ X ついたて (2) 8cm



[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。



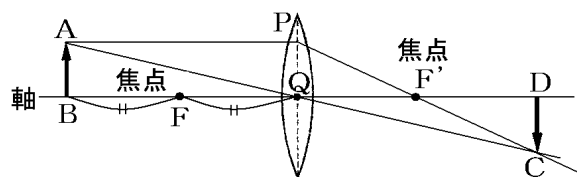
【】スクリーンに映る実像

[像の上下左右]

[解答 67]エ

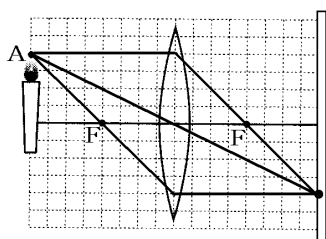
[解説]

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 68]



[解答 69]エ


[解答 70]ア

[解答 71]ウ

[解答 72]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 73]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ため、「**q**」の左右を逆にした「**p**」のように見える。

[解答 74]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 75]エ

[解説]

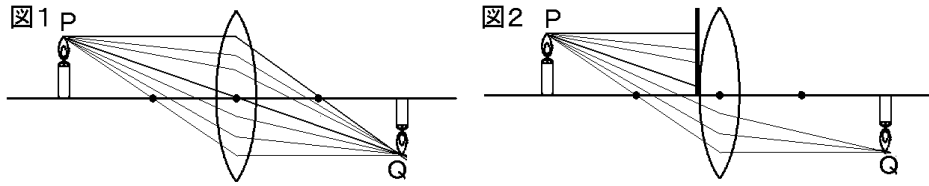


図1のように、Pから出た光は、レンズのすべての面を通してQに集まっている。図2のように、レンズの上半分を厚紙でおおった場合も、P点から出た光はレンズの下半分を通してQ点に集まるので、P点の像Q自体はできる。ろうそくの他の点も同様にスクリーン上に像ができる。ただ、集まる光の量が少なくなるので、像は暗くなる。

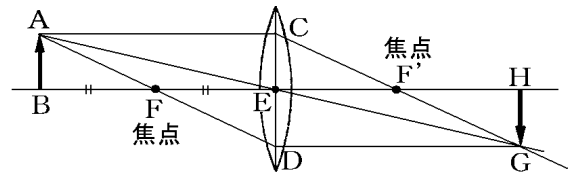
[解答 76]ア

[焦点距離を求める問題]

[解答 77]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、物体とスクリーンとの間の距離は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 78](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=20cm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 79]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  $40\text{cm}$  になる。したがって、 $X=50+40=90(\text{cm})$  となる。

[解答 80]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)= $36\text{cm}$  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 81]20cm

[解説]

凸レンズとスクリーンの距離が  $20\text{cm}$  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 82]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、

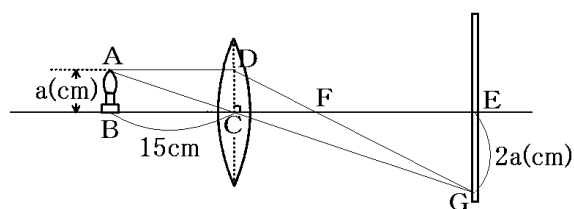
$CD : EG = a : 2a = 1 : 2$  なので、

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

$CE = 30\text{cm}$  なので、 $CF : 30 = 1 : 3$

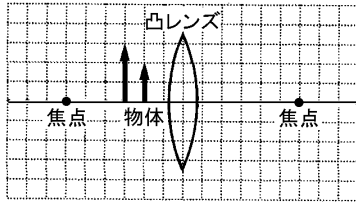
したがって、 $CF = 10\text{cm}$  である。

F は焦点なので、焦点距離は  $10\text{cm}$  であることがわかる。



【1】凸レンズによってできる虚像

[解答 83]



[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。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の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。

図1 作図は平行線と直線で

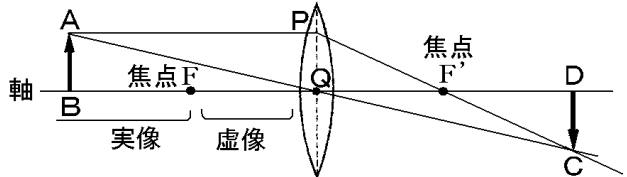
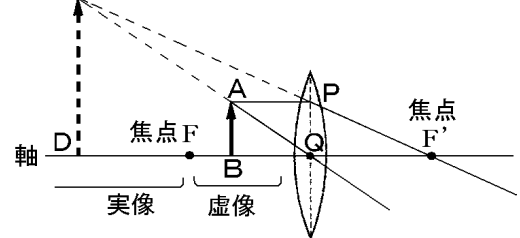


図2



[解答 84](1) 7 (2) 虚像

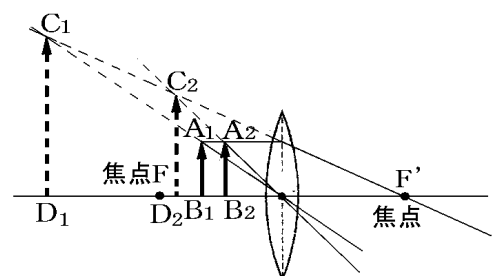
[解説]

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 85]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 86]大きくなる

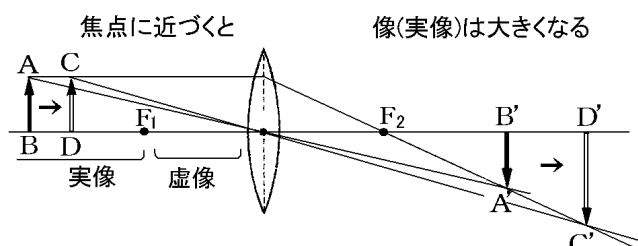
[解答 87]凸レンズと虫との距離を焦点距離よりも短くする。

【】物体の位置を変えたとき

[解答 88]① 長く ② 大きく

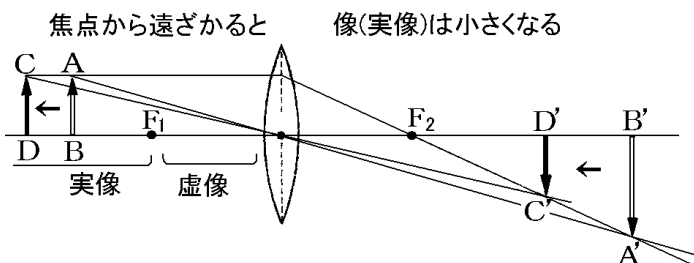
[解説]

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<sub>1</sub>)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<sub>1</sub>)の位置に来ると像はできなくなる。



[解答 89](1) 近づけた (2) 小さくなった

[解説]



[解答 90]イ

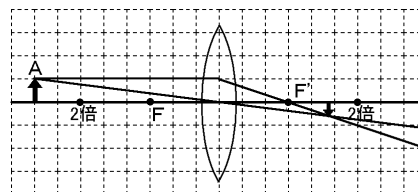
[解答 91]① 近く ② 小さく

[解答 92]像の向きは変わらず、像の大きさは小さくなる。

[解答 93](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



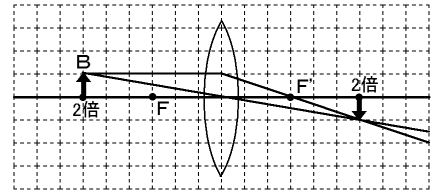
② 焦点距離の2倍の位置(右図 B)に置いたとき

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



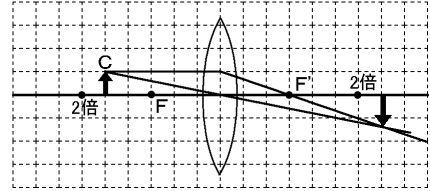
③ 焦点距離の2倍の位置～焦点(右図 C)に置いたとき

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



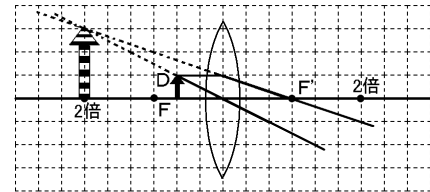
④ 焦点の内側の位置(右図 D)に置いたとき

像は虚像で、像の向きは同じ。

スクリーンにはうつらない。

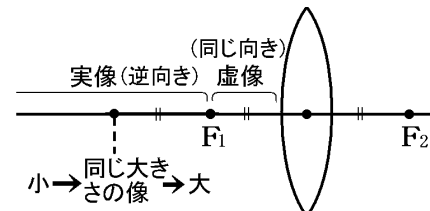
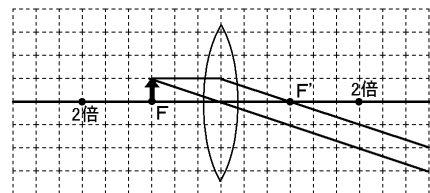
像の大きさは実物より大きい。

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、実物よりも大きいが、レンズに近づくにつれて像はより小さくなる。

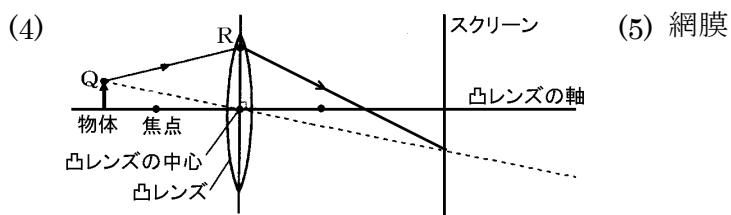


[解答 94]イ

[解答 95]① 大きな ② 大きな

【】 凸レンズ：総合問題

[解答 96](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。

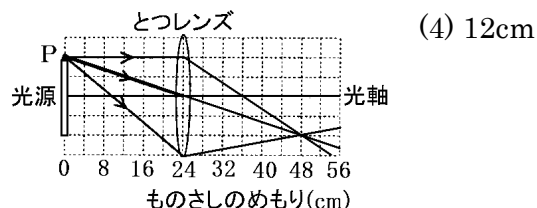
(2) スクリーンにできた像の大きさが、物体の大きさと同じになるのは物体と凸レンズの距離が焦点距離(12cm)の 2 倍の 24cm のときである。このとき、凸レンズとスクリーンの距離も 24cm になる。物体を凸レンズから遠ざけると、像は凸レンズにより近い位置になり、最初の像よりも小さくなる。

(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 97](1) 虚像 (2) エ (3)



(5)a 実物より大きい b 実物より小さい

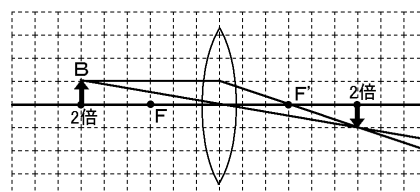
[解説]

(1) ついたての方からとつ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。

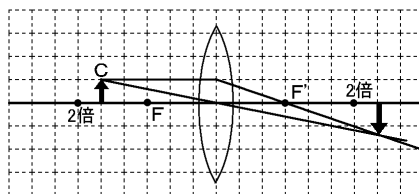
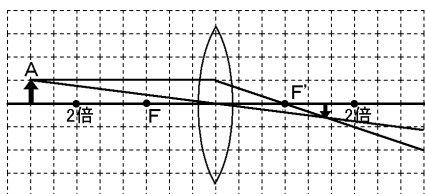
(2) スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。ついたての右側から □ を見ると、180 度回転した ▣ のように見える。とつレンズの方から見ているので、 ▣ の左右を逆転させた ▤ のように見える。

(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。



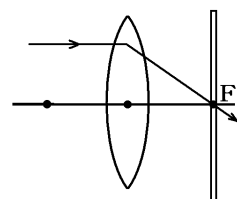
(5) 例えば下図のように物体の位置が焦点距離の 2 倍より遠いときは物体より小さい実像ができる。焦点距離の 2 倍と焦点距離の間にあるときは物体より大きい実像ができる。



[解答 98](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 99](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。

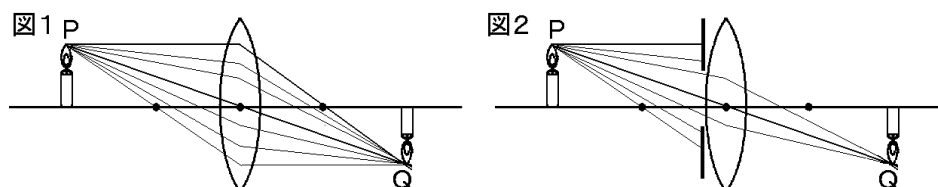
(2) 物体と凸レンズの距離が、焦点距離(12cm)より大きいときは実像ができるが、焦点から離れるほど像は小さくなる。

(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 100](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。

【Fd 教材開発】 <http://www.fdttext.com/dat/>