

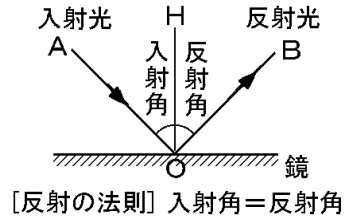
【】 光の性質

【】 光源と光の反射

[解答 1] 入射角 : B / 反射角 : C / ウ

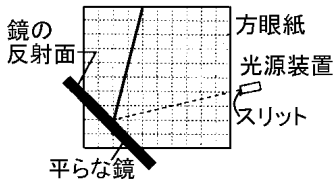
[解説]

鏡に光があたると、光は、当たった点から鏡の面に垂直に引いた線(右図の OH)で、折り返したように反射する(光の反射)。右図のように入射光 AO と垂線 OH のなす角を入射角といい、反射光 OB と垂線 OH のなす角を反射角という。問題の図では、B が入射角で C が反射角である。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。

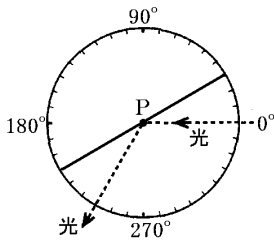


[解答 2] 光が反射するとき入射角と反射角の大きさが等しくなる。

[解答 3]

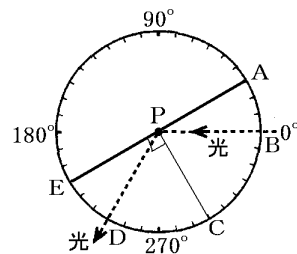


[解答 4]



[解説]

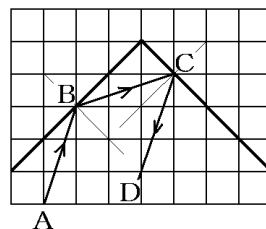
右図のように、入射光 BP と反射光 PD のなす角は 120° と読み取れる。入射角(BPC) = 反射角(CPD) = $120^\circ \div 2 = 60^\circ$ になるので、 $\text{APB} = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ である。そこで、B から 30° 反時計回りに A をとり、AP を結ぶ。



[解答 5]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。



[解答 6]光の直進

[解答 7]エ

[解説]

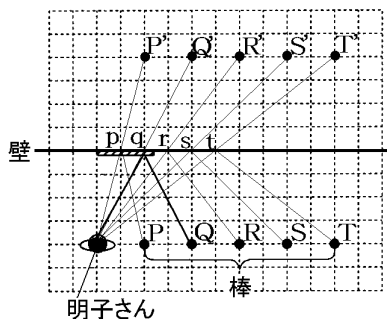
エは光の屈折が原因で起こる現象である。

【】鏡に映る像の範囲

[解答 8]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」と光が進んでくると見え、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。

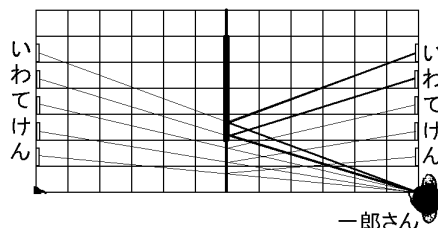


もし、鏡が壁の左端から右端までとするなら、R についても、「 $R \rightarrow r \rightarrow$ 明子」と光が進んで、R' に見えるはずである。しかし、 r は鏡の範囲に入っていないので、「 $R \rightarrow r \rightarrow$ 明子」と光が進むことはない。したがって、明子さんから R を見ることはできない。

$p \sim t$ 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。

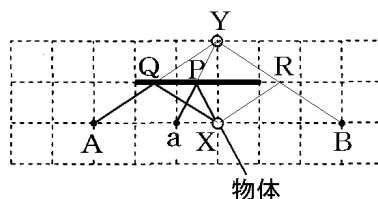
[解答 9]ア

[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 10]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 11]C, D

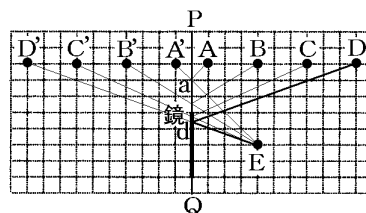
[解説]

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' にあるように見えるはず

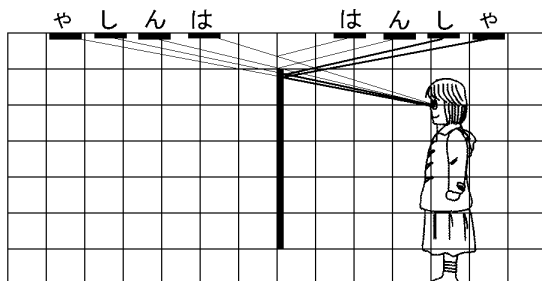
である。しかし、実際には a の位置には鏡がないので、このようなことは起こらない。したがって、E から A の像を見ることはできない。図より、反射する点が鏡の範囲にあるのは C と D のみである。よって、E から鏡に映って見えるのは C と D のみである。



[解答 12]エ

[解説]

図より、鏡で見ることができるのは「し」と「ゃ」。



[解答 13]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 14](1) 5本 (2) 同じであった

[解説]

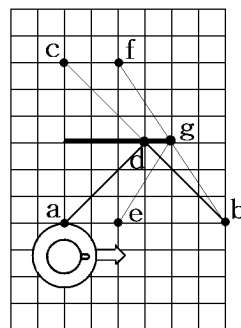
下図より、 の場合も の場合も、鏡のある範囲で反射して像が見えるのは 3, 4, 5, 6, 7 の 5本のチョークである。

[解答 15](1)  (2) ウ

[解説]

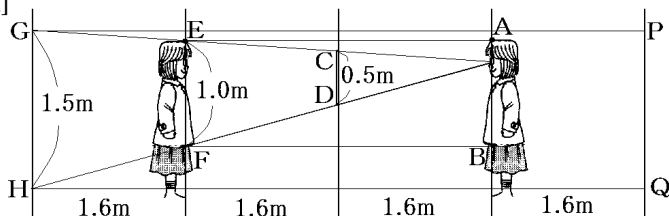
(1) a の像は右図の c で、a からの光は $a \rightarrow d \rightarrow b$ と進むので像は鏡の d 点に映る。

(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 16](1) 0.5m (2) 1.5m

[解説]

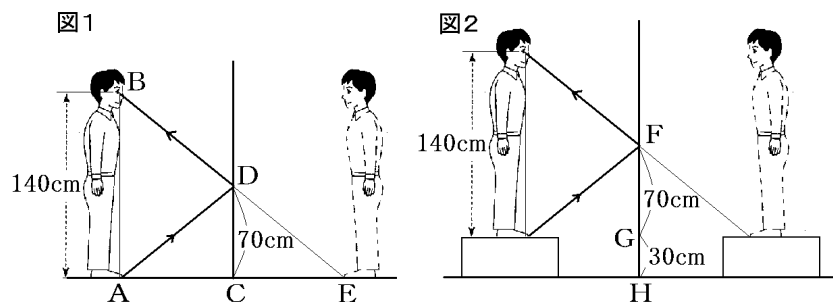


(1) 花子さんが鏡に映った自分の像を見ることができる範囲は EF の 1.0m である。上の図から明らかなように、 $CD : EF = 1 : 2$ で、 $EF = 1.0\text{m}$ なので、 $CD = 0.5\text{m}$ である。

(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 17](1) 70cm (2) 30cm (3) 4.0m

[解説]



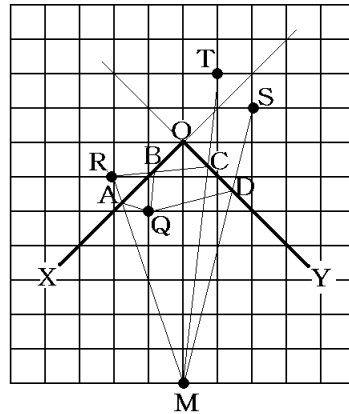
- (1) 図1のように、鏡にうつったつま先の位置は図のDである。AC = EC なので、CD はABの長さの半分の70cmになる。
- (2) 図2のように、30cmの台に乗っている場合、FHは70 + 30 = 100(cm)となる。
- (3) (人と鏡の距離) = (像と鏡の距離) なので、鏡から2m離れた床に立って全身をうつした場合、(人と像の距離) = 2 + 2 = 4(m)である。

【】2枚の鏡のときの像

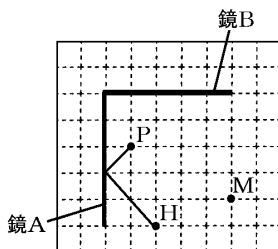
[解答 18]ア

[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。)



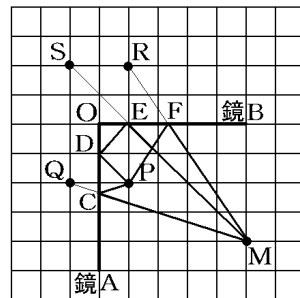
[解答 19](1)



(2) 3 つ

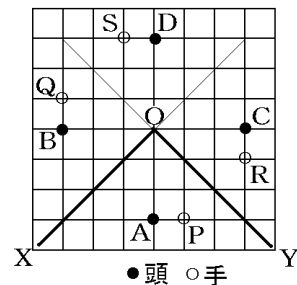
[解説]

(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。

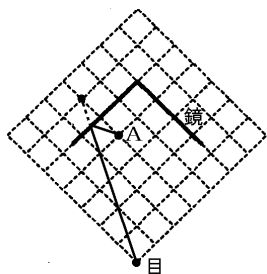


[解答 20]ア

[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なになる。



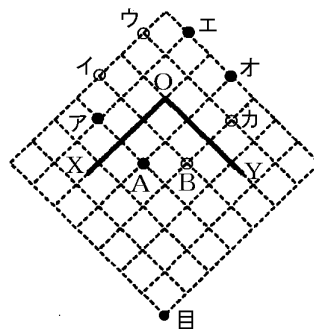
[解答 21](1)



(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。

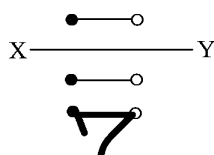


[解答 22](1) ア (2) イ

[解説]

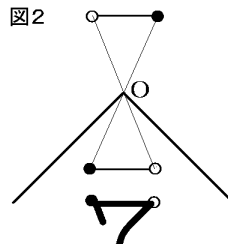
(1) 右図のように, 図1の場合は鏡 XY に線対称に像が映るのでアの「7」のように見える。

図1



(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2

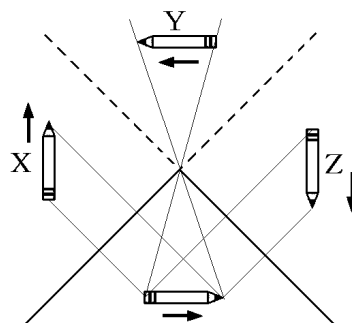


[解答 23](1) エ (2) b d

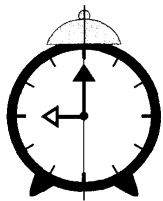
[解説]

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。

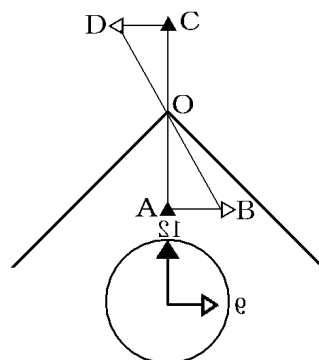


[解答 24]



[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。

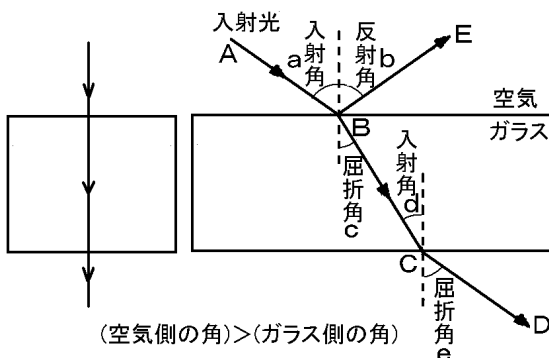


【】光の屈折

[解答 25]ウ

[解説]

透明な物体(ガラス・水など)に光が垂直に入射すると光はまっすぐ進むが、入射光が斜めの場合、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 の入射光は、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、このとき、入射角 $a >$ 屈折角 c という関係が成り立ち、ガラス側の角(c)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。このとき、



入射角 $d <$ 屈折角 e という関係が成り立ち、やはり、ガラス側の角(d)が小さくなる。

なお、A→B の光の一部は境界面で反射して B→E と進む。このとき、反射の法則によって、

$a = b$ の関係が成り立つ。また、 $a = e$ 、 $c = d$ の関係が成り立つ。

[解答 26]ア

[解答 27]屈折角：カ / 反射角：ウ

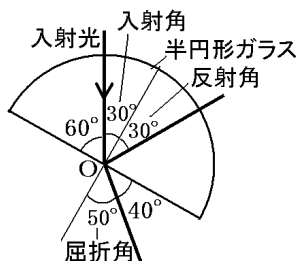
[解答 28]屈折

[解答 29](1) ウ (2) イ

[解答 30]空気中を進む光： / 水中を進む光：

[解答 31]反射角：30 度 / 屈折角：50 度

[解説]



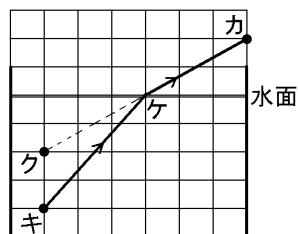
[解答 32]イ, オ

[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。

【】水中の物体が浮き上がって見える現象

[解答 33]

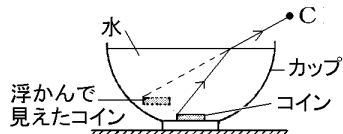


[解説]

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位置にあるように浮き上がって見える。

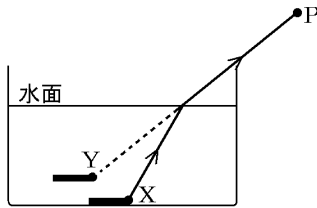
[解答 34]



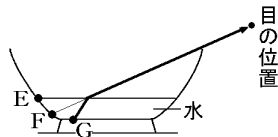
[解説]

C と B を結び、CB が水面と交わった点と A を結ぶ。

[解答 35](1) 屈折 (2)



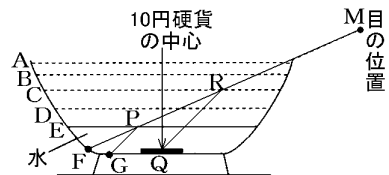
[解答 36](1) 屈折光 (2)



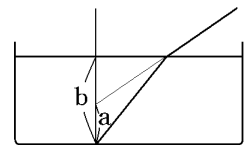
(3) C 点 (4) ア

[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 $Q \rightarrow R \rightarrow M$ 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 37] 光の屈折により川底が浮き上がって見えるから。

[解答 38] 光 屈折

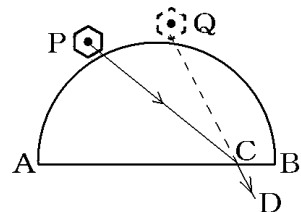
[解答 39] プールを斜め上から見ると、底が浮き上がって実際よりも浅く見える。

【】 ガラスを通して見たときの像のずれ

[解答 40] ウ

[解説]

右図のように、P から出た光は C 点で屈折して、 $P \rightarrow C \rightarrow D$ 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 の右よりの Q 点にあるように見える。

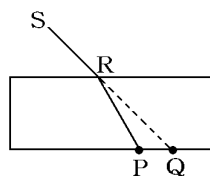


[解答 41](1) ア (2) 光がガラスから空気中に出たところ。

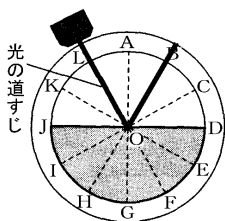
[解説]

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→R→S と進むので、S から見ると SR の延長線上の Q に見えるように見える。



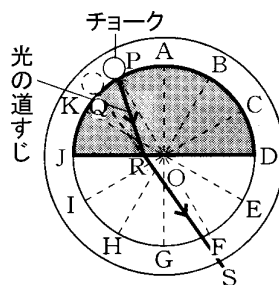
[解答 42](1)



(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→R→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。

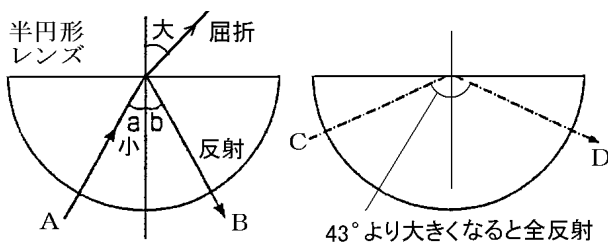


【】光の全反射

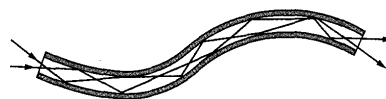
[解答 43] ガラスから空気中に 大きく 全反射

[解説]

右図のように、A から入射した光の一部は屈折して空気のほうへ出る。レンズ(ガラス)→空気の場合、空気とレンズの境界線に垂直な直線と光のなす角は、空気側の角が大きくなる。A から入射した光の一部は反射する。このとき入射角と反射角は等しい。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。なお、水→空気の場合は 49°を越えると全反射が起こる。



光の全反射を利用したものとして光ファイバーがある。光ファイバーの中心部と周辺部はちがう材質



できていて、中心から外側に向かって光が入射すると、入射角より屈折角が大きくなるようにできており、ある角度より大きい入射角で入射した光は全反射する。このように、光ファイバーを曲げても、一方の端から入射した光は内部で全反射をくり返して進

み,もう一方の端から出てくる。光ファイバーは光通信のケーブルや医療用の内視鏡ないしきょうに使われている。

[解答 44](1) 全反射 (2) 光ファイバー

[解答 45](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。

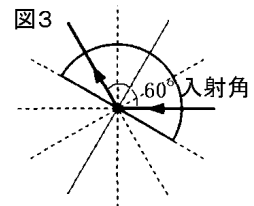
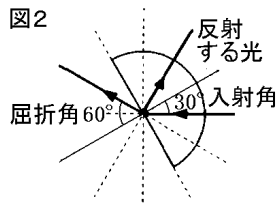
(2) 半円形レンズを \nearrow の向きに回転させると,入射角が大きくなっていく。入射角がある角度より大きくなると,光が境界面で全て反射して空気中に光が出なくなる全反射がおこる。

[解答 46](1) 60 度 (2) 全反射

[解説]

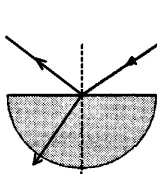
(1) 右の図 2 のように,入射角は 30° , 図 2 屈折角は 60° である。

(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ぜんはんしやが起こる。図 3 の場合の入射角は 60° なので,光は全反射する。



[解答 47](1) エ (2) 65°

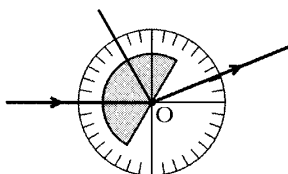
[解答 48](1) (2) a



[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° より大きい a の場合に全反射が起こる。

[解答 49](1)



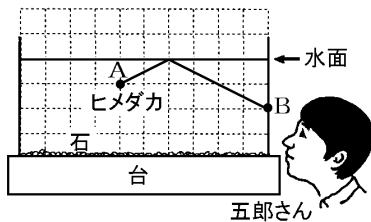
(2) 90° (3) 全反射 / 光ファイバーケーブル (4)

イ

【】光の全反射

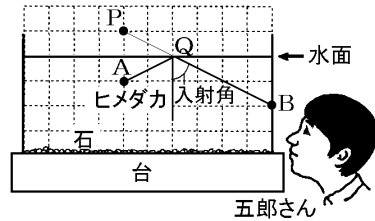
[解答 50]レーザー光が水面で全て反射する全反射がおこったから。

[解答 51]



[解説]

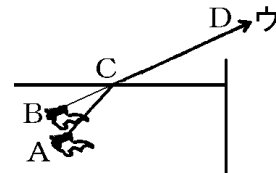
水→空気と光が進む場合、入射角が 49° をこえると、全反射が起こる。この場合、水面は鏡のようなはたらきをし、右図のようにAの像はPの位置にできる。PとBを結んだとき、水面との交点をQとすると、Aから出た光は、 $A \rightarrow Q \rightarrow B$ と進む。



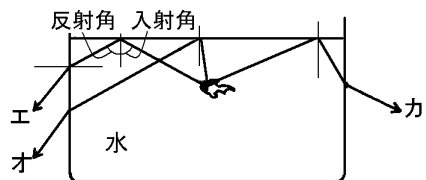
[解答 52](1) ウ / 屈折 (2) エ / 全反射

[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° より小さいので、そもそも全反射は起こらない。

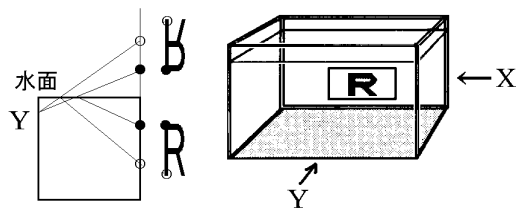


[解答 53](1) **B** (2) 全反射 (3) 実際の位置

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。

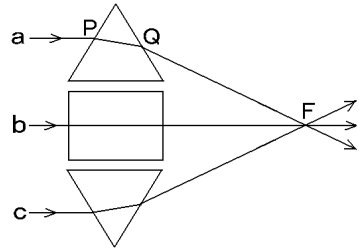


【】凸レンズの焦点と光の進み方

[解答 54]ウ, カ

[解説]

凸レンズは, 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→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



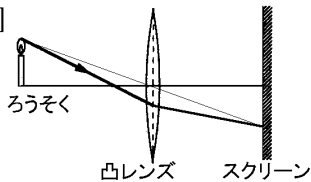
点を焦点しやうてんといい, レンズの左右に 1 つずつある。この問題では, 左から軸と平行に入ってきた光はレンズで屈折して焦点力を通っている。また, 左から右下方方向に焦点ウを通ってレンズに入った光はレンズで屈折して, 軸と平行に右へ進んでいる。

[解答 55]屈折して集まる

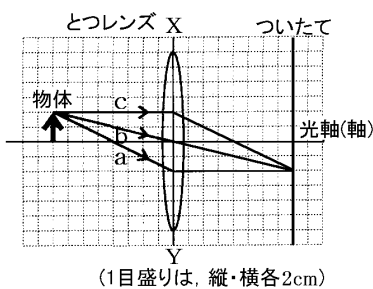
[解答 56] F_2 点

[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 57]

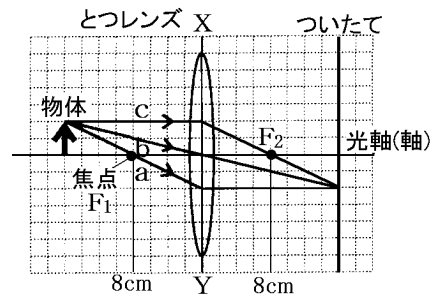


[解答 58](1)



(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。

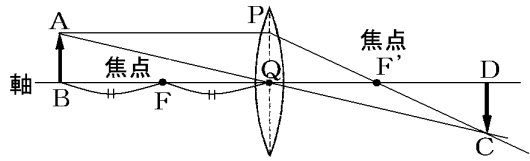


【】スクリーンに映る実像の見え方

[解答 59]エ

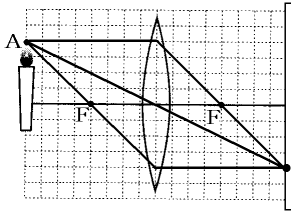
[解説]

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 60]



[解答 61]エ



[解答 62]ア

[解答 63]ウ

[解答 64]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 65]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ので、「q」の左右を逆にした「p」のように見える。

[解答 66]ウ

[解説]

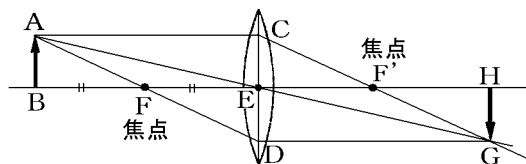
観察者の位置からレンズを通さずに物体を見ると、のように見える。スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。を 180 度回転させると、のようになる。

【】実物と同じ大きさの実像・焦点距離

[解答 67]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。



ABF と 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。…

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

、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 68]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 69]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 70]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。

【】レンズをおおったときの像の変化

[解答 71]エ

[解説]

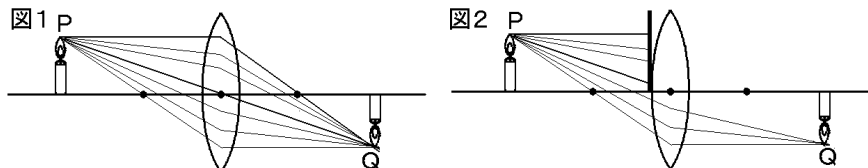
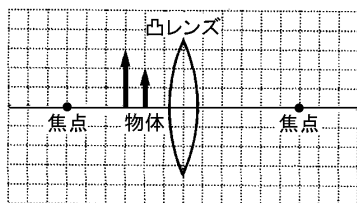


図 1 のように、P から出た光は、レンズのすべての面を通して Q に集まっている。図 2 のように、レンズの上半分を厚紙でおおった場合も、P 点から出た光はレンズの下半分を通して Q 点に集まるので、P 点の像 Q 自体はできる。ろうそくの他の点も同様にスクリーン上に像ができる。ただ、集まる光の量が少なくなるので、像は暗くなる。

[解答 72]ア

【】凸レンズによってできる虚像

[解答 73]



[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見えるかのように見える。このような像を虚像きょざうという。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

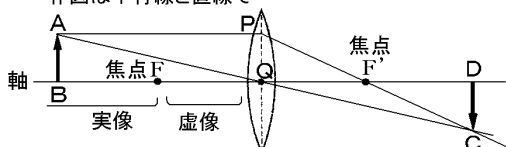
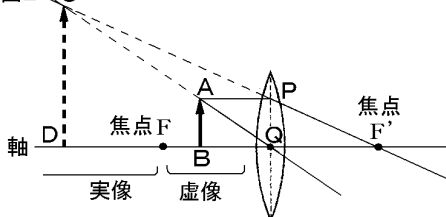


図2



[解答 74](1) 7 (2) 虚像

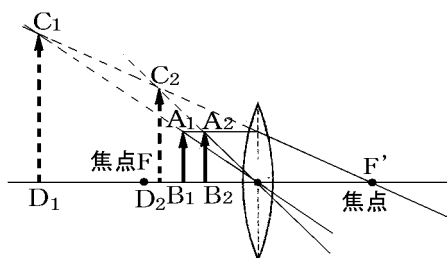
[解説]

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 75]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 76]大きくなる

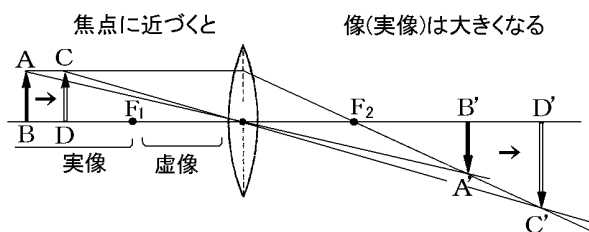
[解答 77]凸レンズと虫との距離を焦点距離よりも短くする。

【】物体の位置を変えたとき

[解答 78] 長く 大きく

[解説]

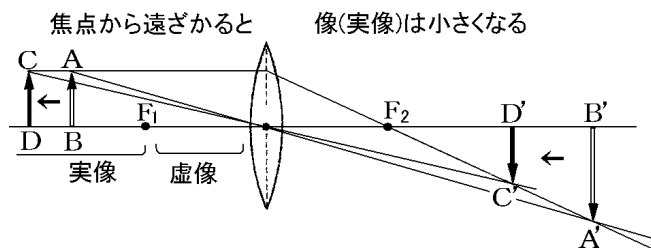
物体が焦点より外側にあるときは実像ができ、スクリーン上に像が映る。右図のように作図すると、物体 AB の像は $A'B'$ になる。スクリーンを $A'B'$ の位置に置くとスクリーン上に鮮明な像ができる。この物体を



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 79](1) 近づけた (2) 小さくなった

[解説]



[解答 80]イ

[解答 81] 近く 小さく

[解答 82]像の向きは変わらず，像の大きさは小さくなる。

[解答 83](1)像(a)：ウ / 像(b)：オ (2) イ (3) 虚像

[解説]

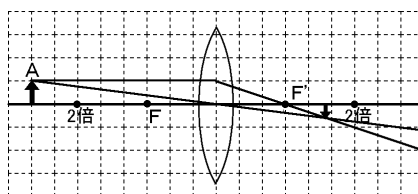
焦点距離の 2 倍以上の位置(右図 A)に置いたとき

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



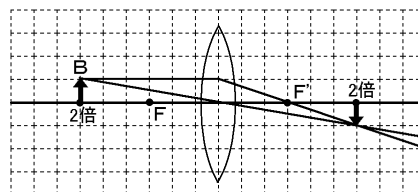
焦点距離の 2 倍の位置(右図 B)に置いたとき

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



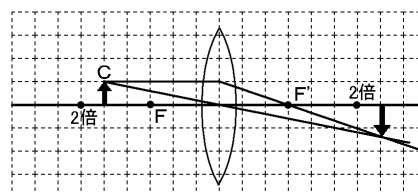
焦点距離の 2 倍の位置～焦点(右図 C)に置いたとき

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



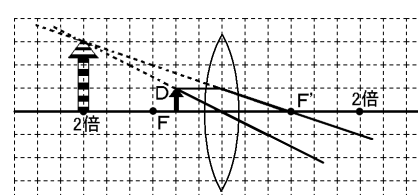
焦点の内側の位置(右図 D)に置いたとき

像は虚像で，像の向きは同じ。

スクリーンにはうつらない。

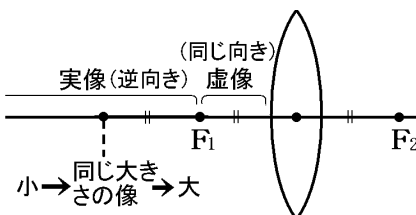
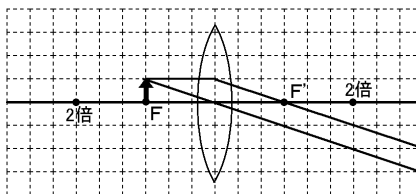
像の大きさは実物より大きい。

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き、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、レンズに近づくとき、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。



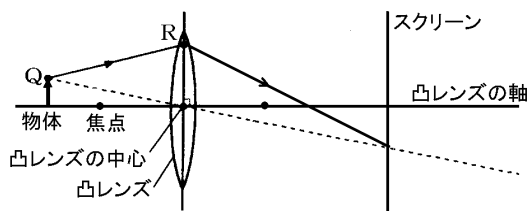
[解答 84]イ

[解答 85] 大きな 大きな

【】凸レンズ：総合問題

[解答 86](1) エ (2) 24cm 短く 小さく (3) 虚像

(4) (5) 網膜

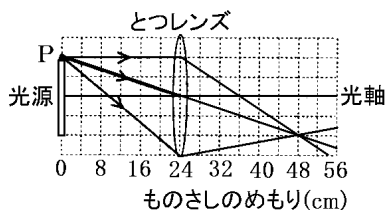


[解説]

- (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 87](1) 虚像 (2) エ (3)



(4) 12cm

(5)a 実物より大きい b 実物より小さい

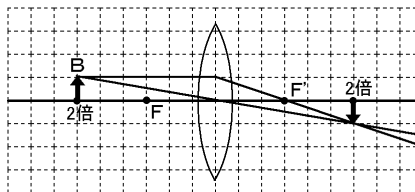
[解説]

(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。

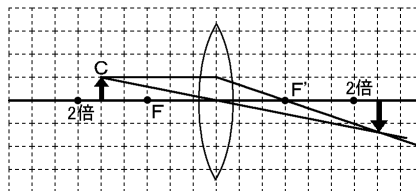
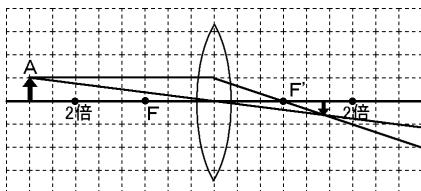
(2) スクリーン上にできる実像は、上下左右が逆で、もとの形を 180 度回転させた形になる。ついたての右側から「F」を見ると、180 度回転した「J」のように見える。とつレンズの方から見ているので、「J」の左右を逆転させた「L」のように見える。

(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 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。



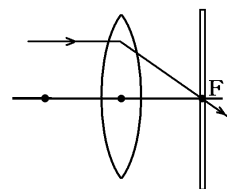
(5) 例えば下図のように、物体の位置が焦点距離の 2 倍より遠いときは物体より小さい実像ができる。焦点距離の 2 倍と焦点距離の間にあるときは物体より大きい実像ができる。



[解答 88](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 89](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。

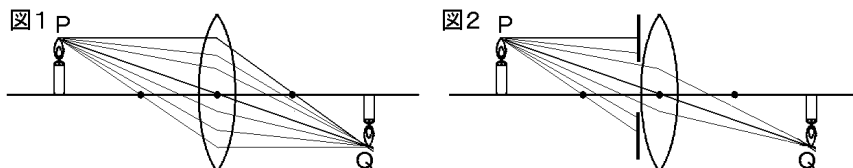
(2) 物体と凸レンズの距離が、焦点距離(12cm)より大きいときは実像ができるが、焦点から離れるほど像は小さくなる。

(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 90](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。



(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。