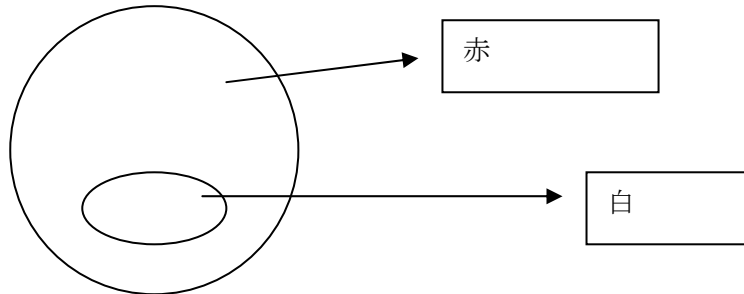


§ 1. 光

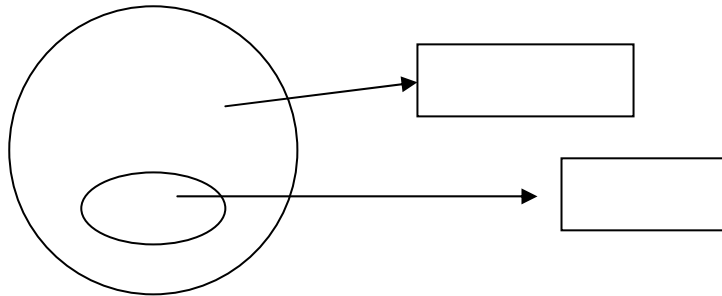
(1) 色と光の吸収

<問題1>リンゴは何色に見える？

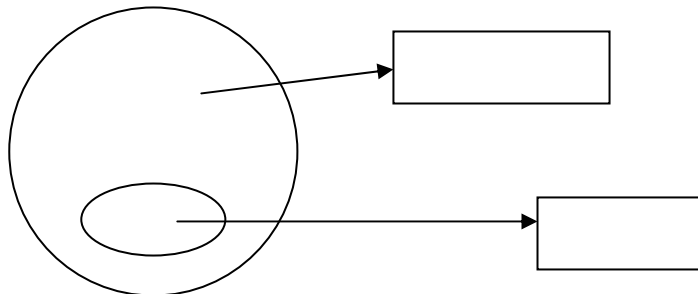
(白色光のもとで) 全体が赤く、芯の部分が白いりんごがあります。



①赤い光しかない部屋でこのりんごを見ると何色に見えるでしょう？空欄に記入してください。



②青い光しかない部屋でこのりんごを見ると何色に見えるでしょう？空欄に記入してください。



○ものが見えるわけ

光が目にはいるからものが見える

<光が目に入るまでの流れ>

太陽光などの光源 → 物体と反射・吸収・透過などの相互作用を行う → 光の放出 → 目 → 視覚細胞へ

○可視光・・・肉眼で認識できる光を可視光という。

波長の範囲 400nm～700nm (短波長) ←紫藍青緑黄橙赤→ (長波長)

<知っとこ>ミクロなサイズを表す接頭語

10^{-3} : m (ミリ) 10^{-6} : μ (マイクロ) 10^{-9} : n (ナノ) 10^{-12} : p (ピコ)

○光がないとものは見えない。

逆に太陽光以外の光を当てても、ものは見える → 赤外線カメラを使うと暗くても見える。

<知っとこ>カメラ付き携帯でテレビのリモコンからでる赤外線を見ることができる。

一般の CCD (カメラ付き携帯、ビデオカメラ) の波長域 400nm~1000nm

→ 目で見えない長波長の光が見える。

<問題2>カメラ付き携帯があればスパイは赤外線網をくぐり抜けて侵入できる？

できる・できない

そう思う理由

光が目にはいるからものが見えることを確認しよう！！

○白と黒 白色：可視光全てが混じる 黒色：可視光がない

白く見える→全ての光が反射して混じってやってくる→白いものは全ての光を反射

→白い服は全ての光を反射するからあつくない

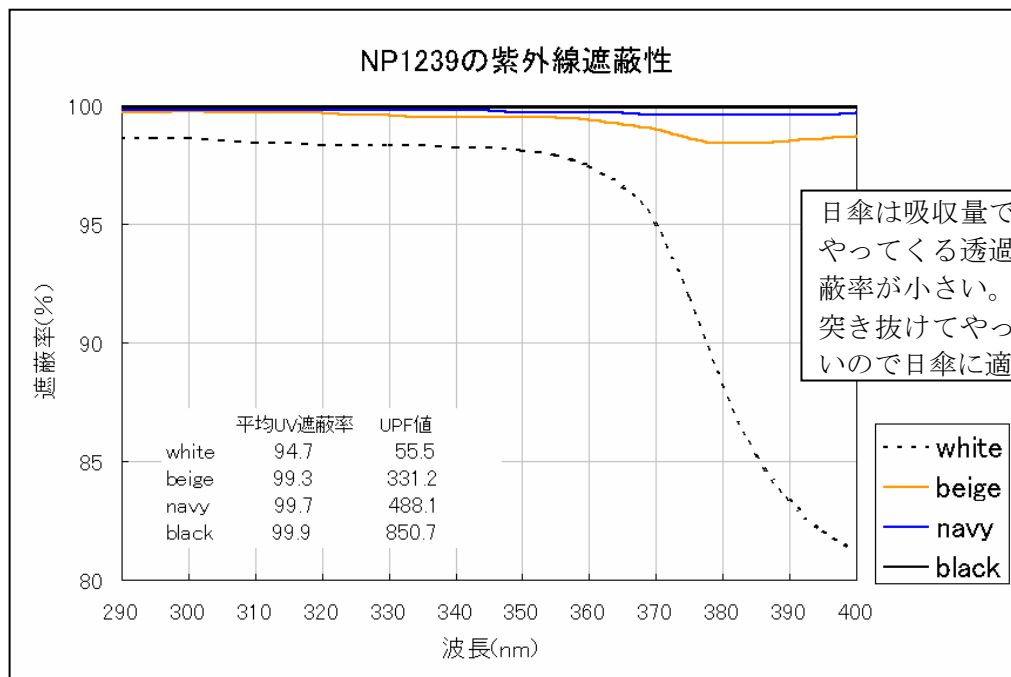
黒く見える→全ての光が反射してこない→黒いものは全てを吸収

→黒い服は全ての光を吸収するからあつい

<問題3>日傘が、光を反射しやすい白より、黒のほうが多いのはどうして？

自分の考え

<http://www.kasaya.com/unitika/supasara2.htm> (傘屋さんのページ)



黒の日傘は吸収するが透過はさせない→日傘そのものは熱い！！

○光の3原色 赤 緑 青 視覚細胞にはR細胞、G細胞、B細胞の3種類ある

650nmの光 → R細胞を感じる → 赤と認識する

550nmの光 → G細胞を感じる → 緑

450nmの光 → B細胞を感じる → 青

580nmの光 → RとG細胞を感じる → 黄

650nmの光と550nmの光が同時に来た → RとG細胞を感じる → 黄

420nmの光 → RとB細胞を感じる → 紫

650nmの光と450nmの光が同時に来た → RとB細胞を感じる → 紫

詳しい解説が「物理学会東北支部出前授業」にあります。

<http://www.laser.phys.tohoku.ac.jp/~yoshi/hikari1.html>

※ にんじんが目にいい理由がわかるよ。

<知っとこ>色の3原色 マゼンダ（赤青） 緑の光を吸収する

イエロー（赤緑） 青の光を吸収する

シアン（緑青） 赤の光を吸収する

光は3原色を混ぜると白になる→光が合わさってくるので加色混合という。

色は3原色を混ぜると黒になる→反射する光が減ってくるので減色混合という。

リンゴは何色に見える？の解答例

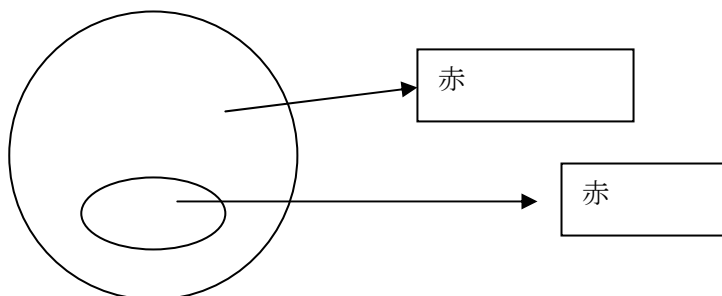
赤い部分は白色光が入って赤い光だけが反射され、それより波長の短い光は吸収される。

赤い光を当てると赤い光は反射されるから目に届いて赤く見える。

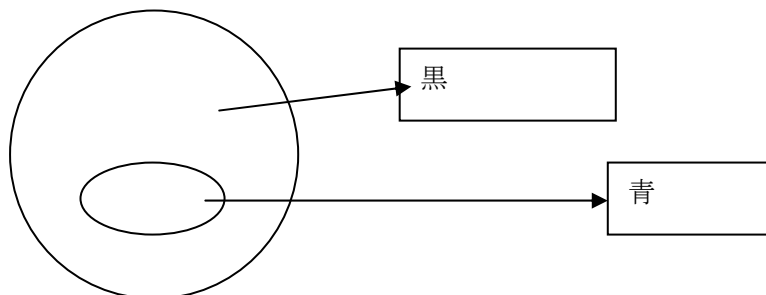
青い光を当てると青い光は吸収され、光は反射されない。 → 黒

（赤い光と青い光が混ぜ合わさって紫になるのではない）

①赤い光の部屋でこのりんごを見ると何色に見えるでしょう？



②青い光の部屋でこのりんごを見ると何色に見えるでしょう？



考えてみよう1 （考えてみようはレポート課題になります）

白い紙に赤い色で字を書いて、赤いフィルタを通してみると見えなくなるのはどうして？

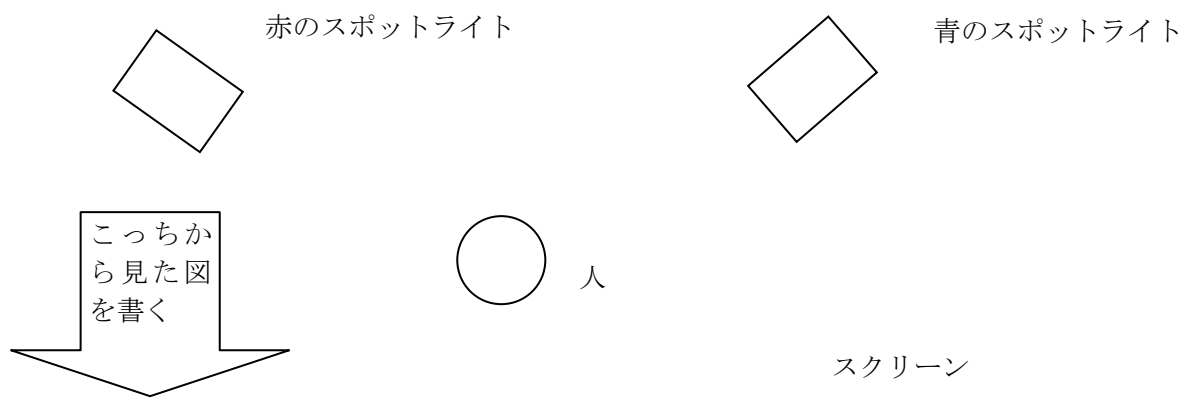
立体メガネが左右、赤と青なのはなぜ？

WEB 教科書よくわかる解説 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/kaisetu/index.html>

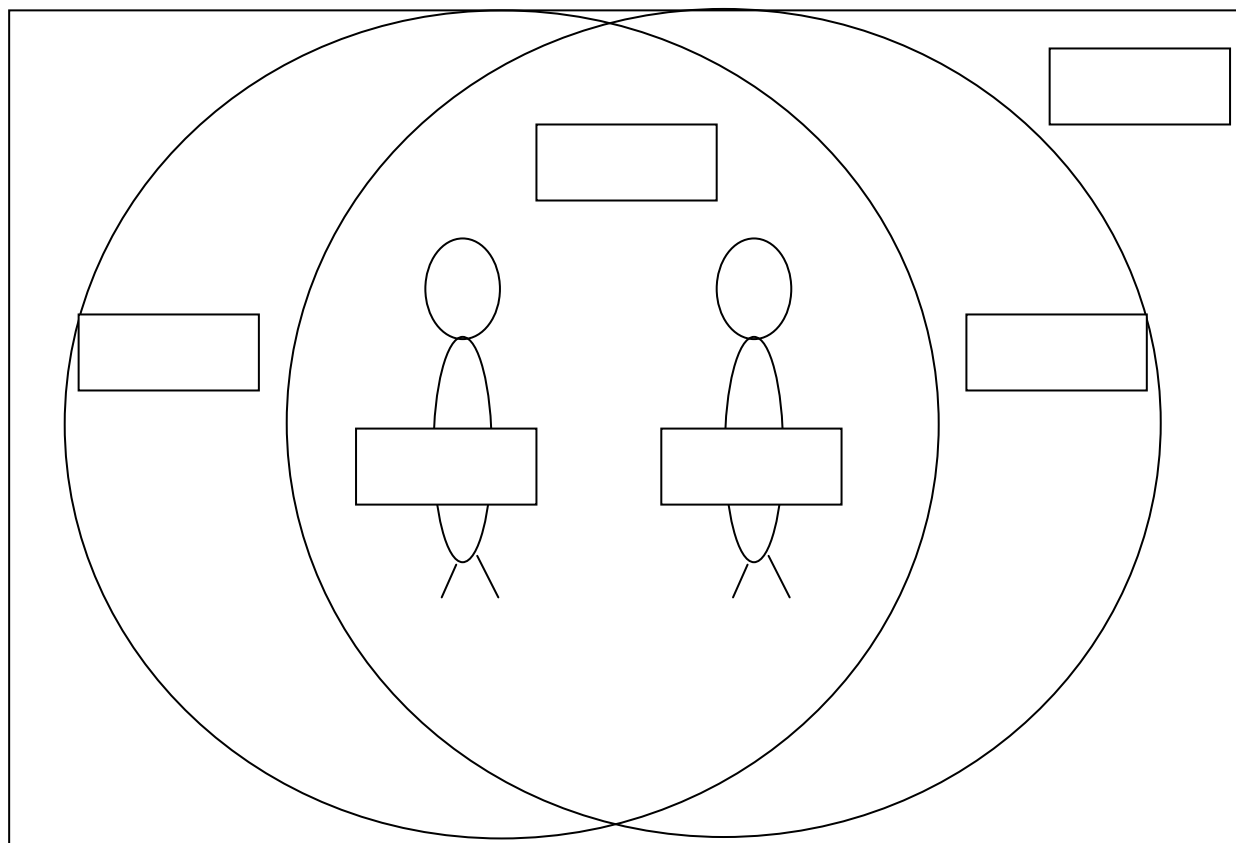
沖花研究室 WEB 教科書のページは京都教育大学のホームページからアクセスできます。

京都教育大学のページ（www.kyokyo-u.ac.jp）→右欄教育学部→理科領域専攻→沖花→WEB 教科書

<問題4>スクリーンにはどのように映る？（平成教育委員会より）

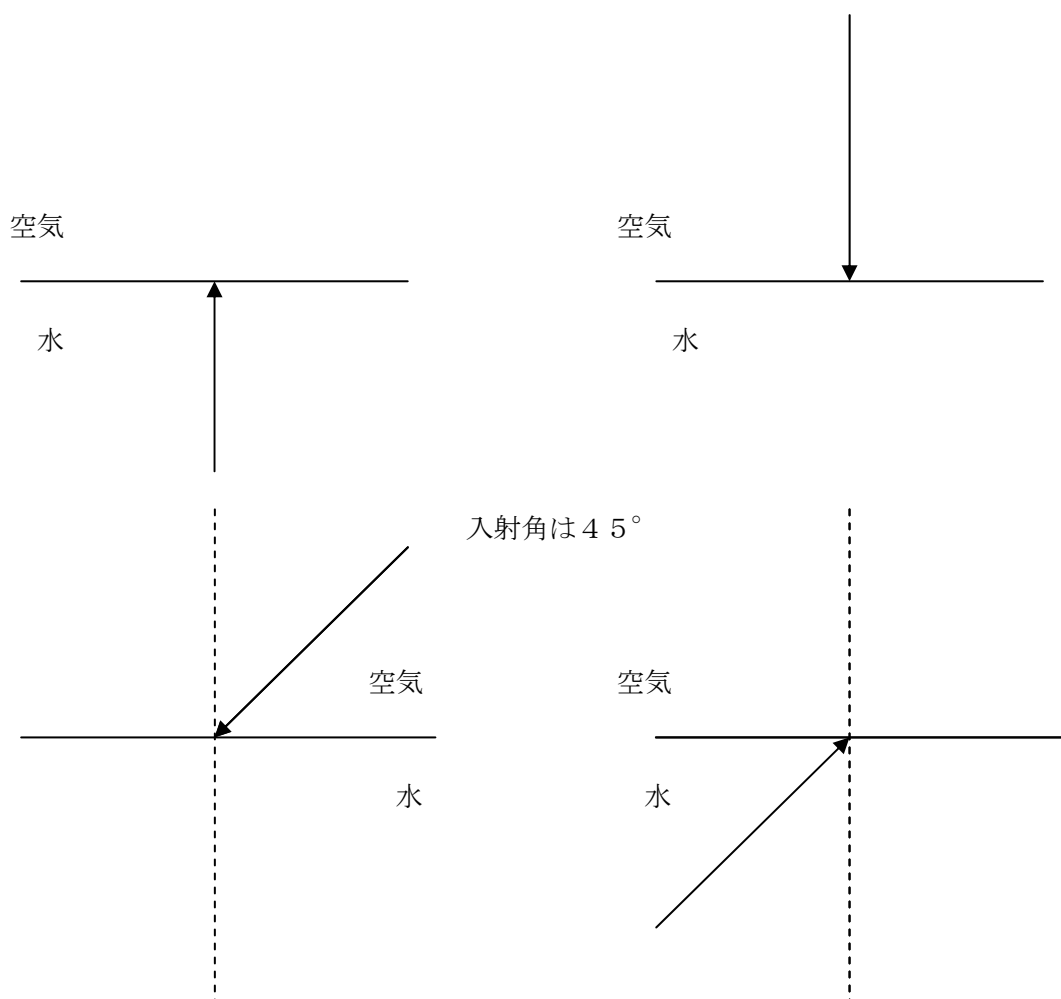


さて上のように2つのスポットライトのみ点灯した状態で（室内の証明は他にいっさいない）、前の人を写すとスクリーンにはどのような像がどんな色で写るでしょう？スクリーンの前から見た下の図に色を書き込んでください。



(2) 光の屈折

<問題5> 光はどう進む？図に光の進路を書き込んでください。



○ある媒質から別の媒質に入射するとき光は速度が変わる。

光の速さは通過する物質によって異なります。「1秒間に地球を7周半」という速さは真空中での光の速さで、空気ではほぼ同じですが水やガラスの中では光の速さはかなり遅くなります。水の中では3/4、ガラスの中ではほぼ2/3になります。

よくわかる解説 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/kaisetu/index.html>

○どうして光は違う物質に入ると曲がるんだろう？

考え①子どもが横一列に並んで（これが波面）斜めに砂場に入る

→先に砂場に入った子どもは進む速さが遅くなる

→横の列は曲がるので全体の進行方向が曲がる。

中学校理科 WEB 教科書光の分野に自動車の両輪を使った説明があります。

<http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/main/8/frame-pp1.html>

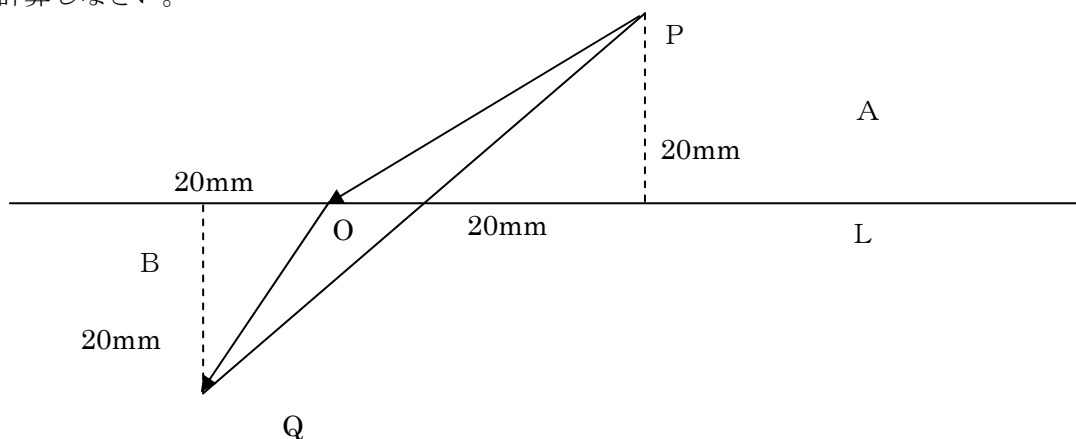
または

よくわかる解説 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/kaisetu/index.html>

考え②光は違う物質の中では速さが違う。真空中が最も速く $3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ ですが、2 点間を進むとき最短時間で進む道筋を選んで通る。速いところは長く遅いところは短くなるように進むと時間は短くなる。一直線には進まない。

考えてみよう 2

方眼紙に次のような図を書いて点 P から点 Q まで進む時間を計算しよう。領域 A を進む速さが 3.0、領域 B を進む速さが $3.0/1.5=2.0$ とします。直線 L 上に 2mm 毎に刻み O をいれ、POQ を通るとき、PO、OQ の長さを測ってかかった時間を計算しそれぞれの和が最短時間になる道筋を見つけ、屈折率を計算しなさい。



○ (絶対) 屈折率の定義 真空中からある媒質に入射する

$$n = (\text{真空中の光の速さ}) / (\text{媒質中の光の速さ}) = \sin(\text{入射角}) / \sin(\text{屈折角})$$

例： 空気 1.00 水 1.33 ガラス : 1.5 ~ 1.9

屈折率 n_1 の媒質から屈折率 n_2 の媒質に入射するとき

$$\text{相対屈折率} = \sin(\text{入射角}) / \sin(\text{屈折角}) = n_2 / n_1$$

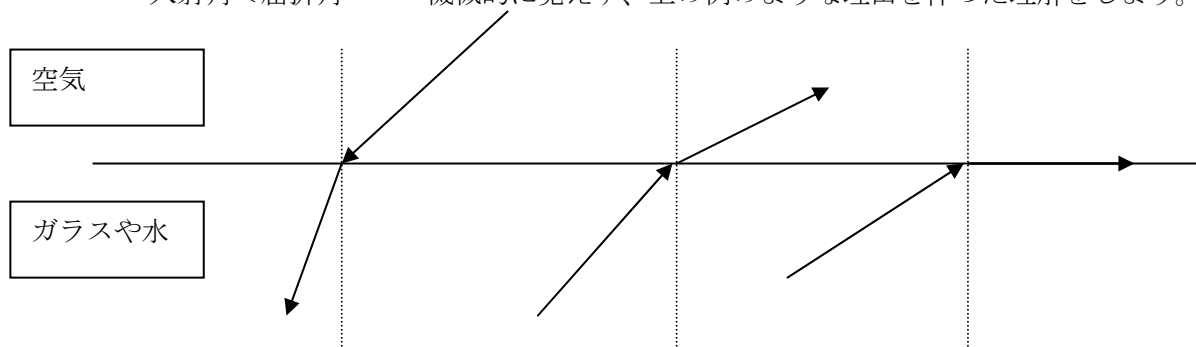
注：入射角、屈折角は法線から測る

例：空気の屈折率はほぼ 1 なので、空気からガラスや水へ入射するときの屈折率はガラスや水の絶対屈折率と同じと考えてよい。

入射角 > 屈折角

逆にガラスや水から空気へ出るときは

入射角 < 屈折角 → 機械的に覚え、上の例のような理由を伴った理解をしよう。



空気→水 入射角 45° のとき屈折角 約 32°

水→空気 入射角 45° のとき屈折角 約 70° 入射角が大きくなるとどこかで屈折角が 90° になる。

屈折角が 90° を越えることはない (屈折がおきなくなる)

屈折角が 90° のとき入射角は $\rightarrow 49^\circ$ 屈折せず全反射になる

ななめから見ると水の中が見えないのは・・・全反射して光が目には届かないから

(3) 光の反射と鏡に映る像

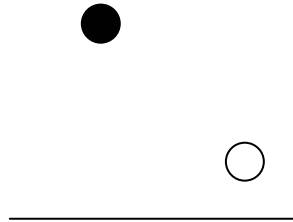
○鏡に映る

太陽光 → もの → 鏡 → 目

<問題6>

もの（白丸）を、鏡で見たら（自分は黒丸）ものは鏡のどの位置にうつるでしょうか？鏡のどこにうつるかその場所を書き入れ、ものから自分までの光路も書き入れよ。

○鏡1枚



<問題7>

○自分の全身を写すために必要な姿見の大きさはいくら？

☐身長の半分以下 ☐身長の半分 ☐身長の半分よりは大きく身長以下 ☐身長以上

○全身を写すために必要な姿見の大きさは鏡と自分の距離でどう変わる？

☐距離が変わっても必要な大きさは同じ

☐近いときは遠いときより大きい鏡が必要

☐近いときは遠いときより小さい鏡でよい

自分の考え

よくわかる解説 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/kaisetu/index.html>

ふしぎビデオ2枚の鏡に映る像 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/video/video.htm>

(4) 光の屈折と見える像

中学校理科 WEB 教科書 光の分野

コップの底のコインが見えてくる

ストロー曲がってない？

<http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/main/6/frame-p1.html>

◎光の反射や屈折を、「ものがどんなふうに見えるか」という観点から理解することが重要。

どんな場合でも空気から水やガラスに入射するときの光の屈折の方向、水やガラスから空気に出る時の光の屈折の方向を正しく把握すること。

光が目に入る時、我々は光のやってきた方向の延長線上に物体があると判断する。

考えてみよう 3

ゾロの首はなぜ飛んだ？ ガラスがどうなったとき光はどう進むかを上から見た図で書いてみよう。

WEB 教科書光の分野 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/main/6/frame-p1.html>

考えてみよう 4

お風呂で脚が長く見えますと言った学生がいました。どういう風に脚をお湯につけてどう見たら脚が長く見えるのでしょうか？逆に短く見える時はどういうときでしょう？それぞれ図を書いて説明しなさい。

○曲がった面での反射や屈折

空気と水やガラスの境界が曲がっている場合はどう考えたらいいだろう？

- ①入射する点での接線を書く
- ②その点での接線に対する法線を書く
- ③平面の時と同じ反射や屈折の法則に従う

凸レンズを光が通るときどんな道筋を通るだろう？

中学校のレンズの作図で習ったようなレンズの真ん中で光が曲がったりはしません！！

WEB 教科書光の分野 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/main/8/frame-p1.html>

(5) 光の分散（色による曲がり方の違い）

○光の波長と屈折率

光は波長によって屈折率が違います。

よくわかる解説 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/kaisetu/index.html>

波長が長い：赤→屈折率が小さい まっすぐ進みやすい

波長が短い：青→屈折率が大きい まっすぐ進みにくい

- ・夕日が赤く見えるのは何故？

夕日は比較的地表面に近いところを通して光が目に入る

空気が汚れていると青い光はまっすぐ進みにくい、届きににくい

空が青く見えるのは？

太陽からの直接の光ではなく散乱されやすい青い光のほうを見ている

- ・赤外線望遠鏡を使うと星の様子がよくわかる → [スライド](#)

赤外線のほうが透過度が大きいので星の中からの光が届く

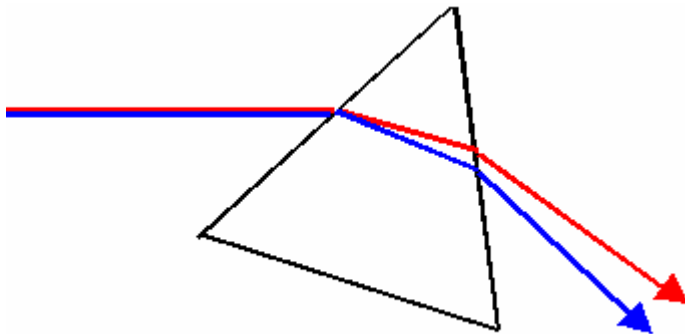
[ハワイ島マウナケア山スバル望遠鏡 http://subarutelescope.org/j_index.html](http://subarutelescope.org/j_index.html)

○プリズム

白色光は 400～700 (800) nm の波長の光が混じっている。

波長によるガラスの屈折率の違いを利用して光を波長（色）ごとに分ける。

波長	ガラスの屈折率（ガラスの種類によって異なります）
656.3nm（赤）	1.615
587.6nm（橙）	1.620
546.1nm（黄緑）	1.624
486.1nm（青緑）	1.632
435.8nm（青紫）	1.642

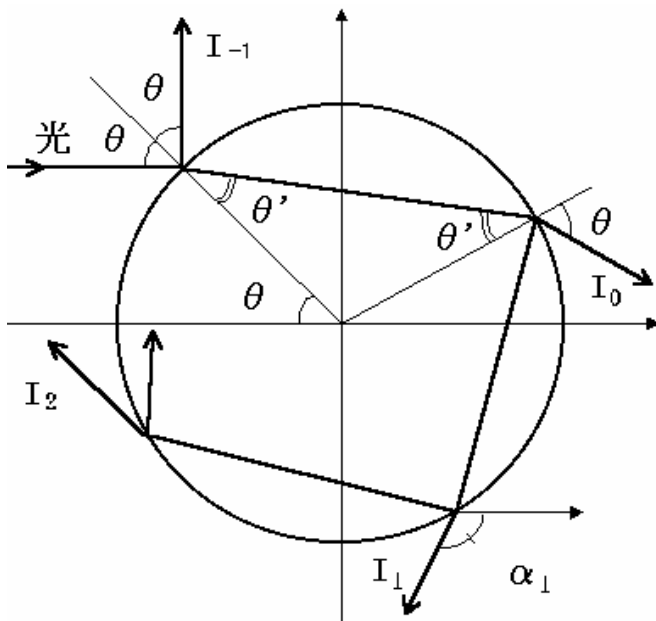


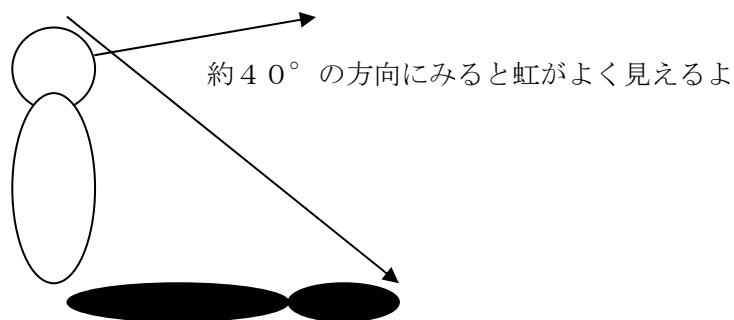
○虹は太陽に向かって見える？太陽を背にして見える？どっちだろう？？

自分の予想

1つの水玉に光が入ると光は次のように進む

<http://www.laser.phys.tohoku.ac.jp/~yoshi/hikari1.html>（物理学会東北支部出前授業）



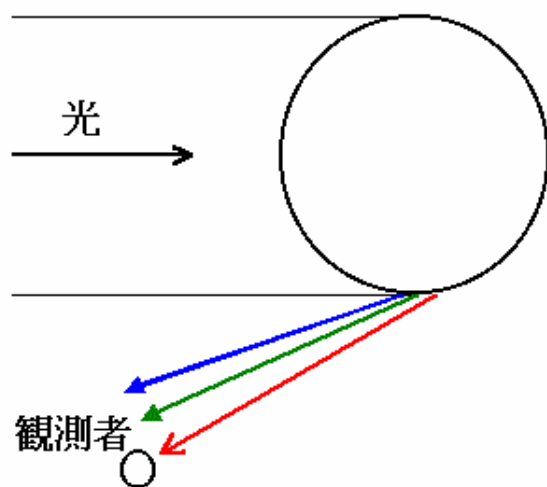


太陽光に対して 40° だから太陽光を中心に円状に見える。

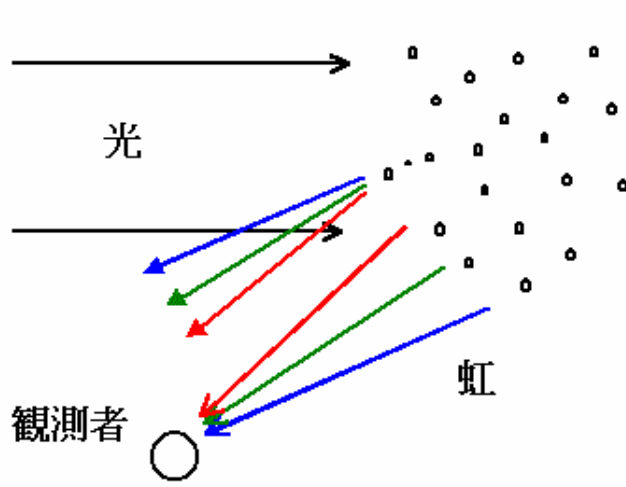
○虹は赤、青どちらが上？

自分の予想

1個の球による散乱



多数の球による散乱



物理のトリビア <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/trivia/index.html>

<知っとこ>副虹って見たことある??

前ページの I_1 の光が普通見える主虹で I_2 の光を見ると副虹。副虹は主虹より少し高いところに主虹より幅広く、色の並び方が主虹と逆になって見える。