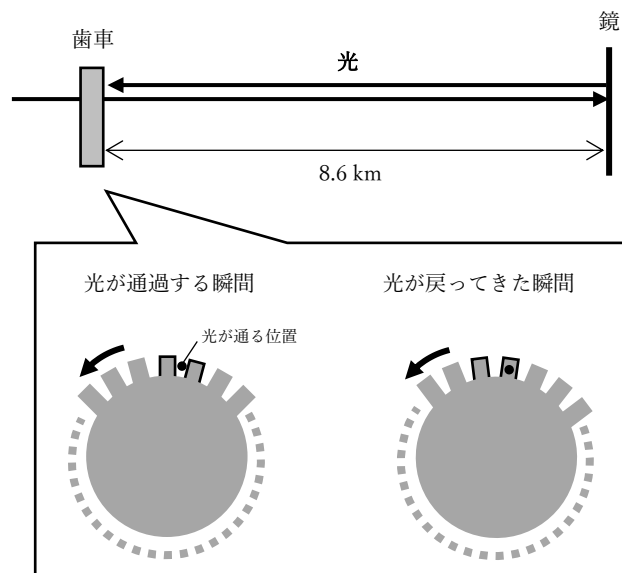


物理 授業プリント⑧

<波動 第3章 光>

○光の速さ

・フィゾーによる光速測定（1849年）：地上での初の測定

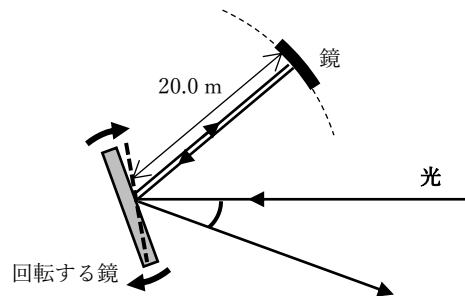


720 個の歯がついた歯車を 12.6 回/s で回したときに上のようになった。



光の速さ = _____ \div _____ m/s と求められた。

・フーコーによる光速測定 (1862年)



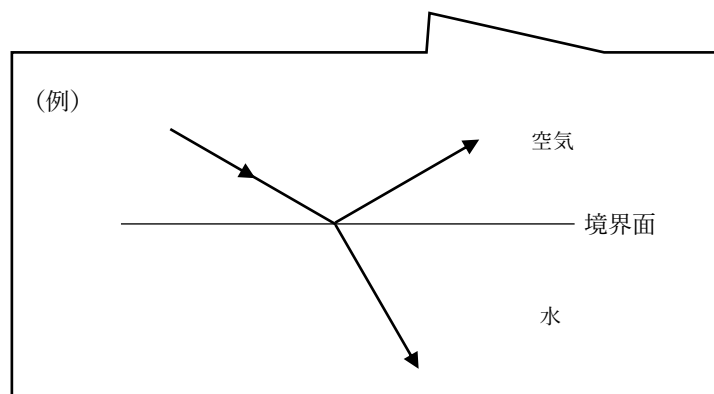
鏡を 800 回/s で回したとき、光が $7.72 \times 10^{-2} \text{ }^\circ$ ずれた方向に戻ってきた。



光の速さ = _____ \div _____ m/s と求められた。

○光の反射と屈折

光は、異なる媒質どうしの境界面で反射する光と屈折する光に分かれる。



- ・ 反射について： 反射の法則（入射角 _____ 屈折角）が成り立つ。
- ・ 屈折について： 屈折の法則が成り立つ。

$$\frac{\sin \theta_1}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{v_2} = \frac{\sin \theta_3}{v_3} = n_{12}$$



屈折率 n_{12} は2つの媒質の組み合わせによって決まる値であり、
_____ という。

光の場合は、「真空に対する屈折率」をよく利用する。

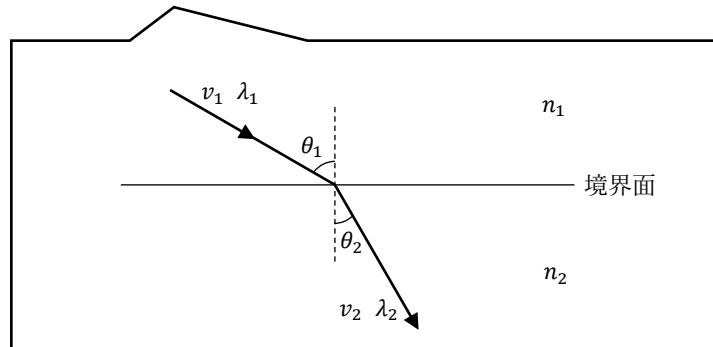
これを単に「屈折率」(or「絶対屈折率」) という。

光以外の波は真空中を進むことが _____ から、相対屈折率を使う。

(例) 屈折率 n_1 の媒質から n_2 の媒質へ光が進むとき、

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

という関係が成り立つ。



※ どのような物質でも、屈折率 ≥ 1 である。

気体の屈折率 ≈ 1 である。

(練習) 教科書 p307 の表 1 の値を用いて、水中を進む光の速さを有効数字 3 桁で求めよ。
ただし、真空中の光速を 3.00×10^8 m/s とする。

○全反射

光が屈折率の大きな媒質から屈折率の小さな媒質へ進むとき、

屈折角 _____ 入射角

となる。

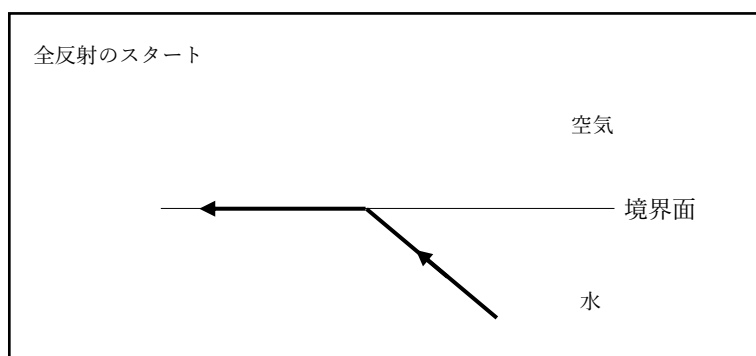


入射角が大きくなるにつれて屈折角も大きくなり、やがて

屈折角 = _____

となると、光は屈折せずすべて _____ するようになる = 全反射

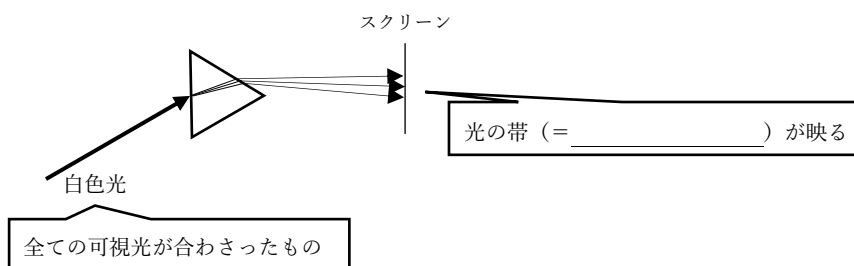
全反射がスタートするときの入射角 = _____



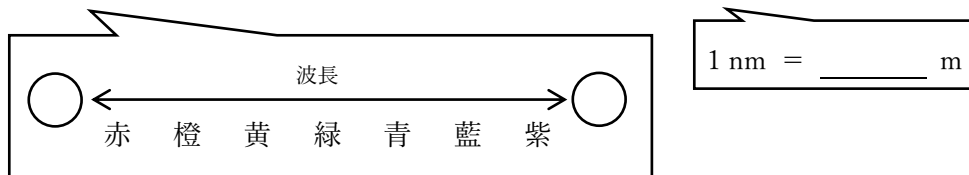
(練習) 屈折率 2.0 の媒質から真空中へ光が進むときの臨界角を求めよ。

○光のスペクトルと分散

(例) 白色光を三角プリズムへ入射すると、光が分散する。



可視光（人間の眼に見える光）の波長は 380 nm ~ 770 nm である。



波長が _____ 光ほど屈折率大きいので、
上の図の場合、上側が _____ 色、下側が _____ 色のスペクトルができる。

※ 可視光よりも波長が短い光は _____ } と呼ばれる。ともに、人間の眼には見えない。
可視光よりも波長が長い光は _____ }

○光の散乱

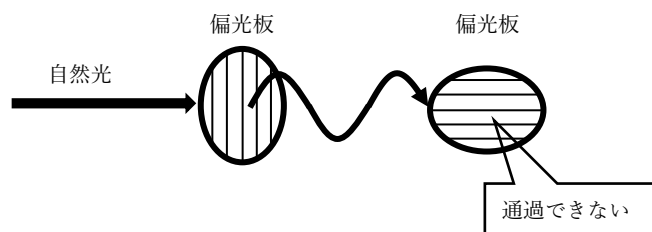
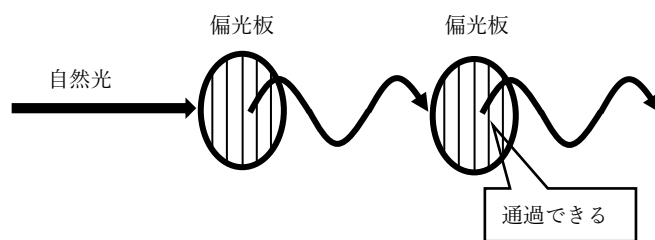
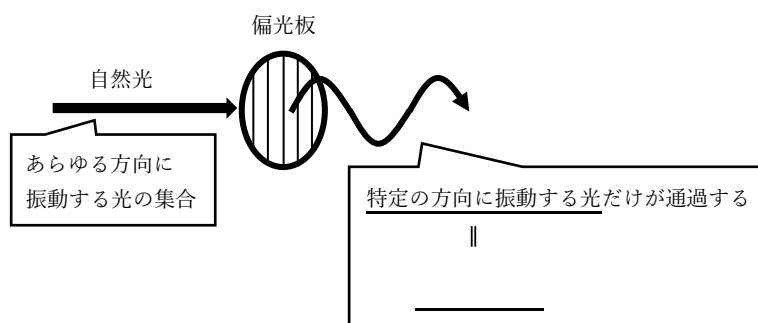
(例) 光が大気中を通過するとき、気体分子によって散乱される。

- ↑
- ・波長の _____ 青い光は散乱されやすい：空が青く見える理由
 - ・波長の _____ 赤い光は散乱されにくい：朝日や夕日が赤く見える理由

○光が横波である証拠

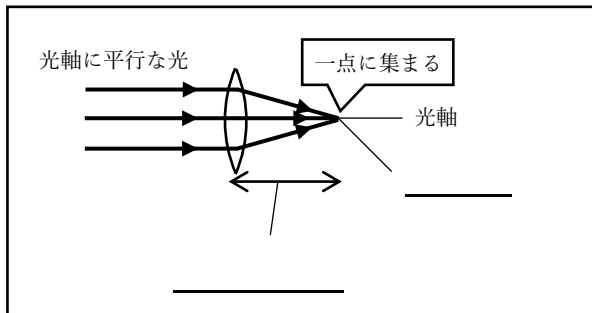
2枚の偏光板を重ねると、重ねる向きによって向こう側の見え方が変わる。

… この現象は、光が横波だと考えると理解できる。

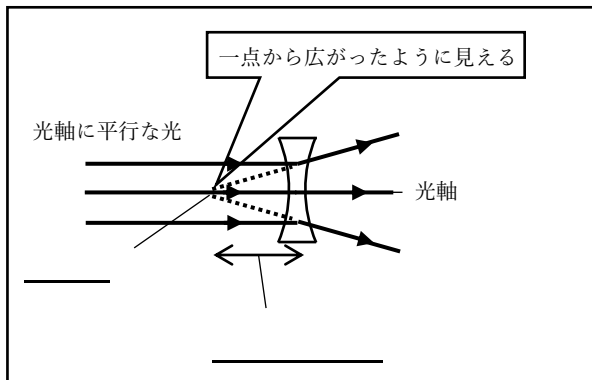


○凸レンズと凹レンズ

・凸レンズ：光を _____ はたらきがある。



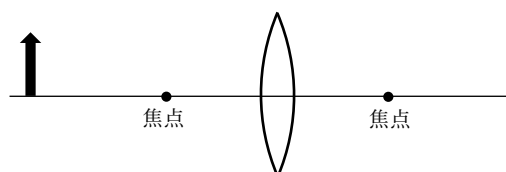
・凹レンズ：光を _____ はたらきがある。



○凸レンズによる実像

物体が凸レンズの焦点の _____ にあるとき、実像ができる。

実際に光が集まってできる像
(スクリーンを置くと、像が映って見える。)

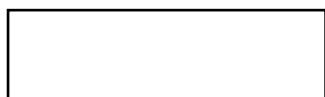


3本の光の進行方向の変化を考える

- ・ 光軸に平行な光 ⇒ _____ を通る
- ・ レンズの中心を通る光 ⇒ _____ する
- ・ 焦点を通過した光 ⇒ 光軸に _____ に進む



レンズから物体までの距離 a 、レンズから像までの距離 b 、
焦点距離 f の間には



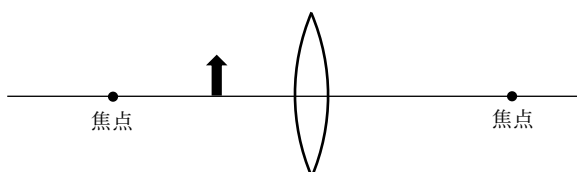
という関係が成り立つ。

像の倍率は _____ と表される。

○凸レンズによる虚像

物体が凸レンズの焦点の _____ にあるとき、虚像ができる。

そこにあるかのように見える像
(実際には、そこには何もない。)



3本の光の進行方向の変化を考える

- ・ 光軸に平行な光 ⇒ _____ を通る
- ・ レンズの中心を通る光 ⇒ _____ する
- ・ 焦点を通過した光 ⇒ 光軸に _____ に進む



レンズから物体までの距離 a 、レンズから像までの距離 b' 、
焦点距離 f の間には



という関係が成り立つ。

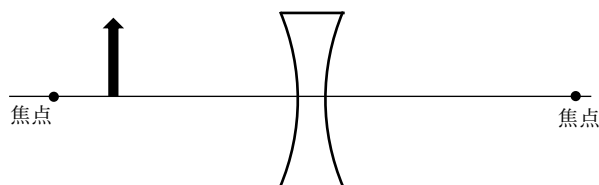
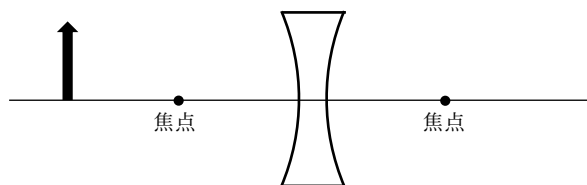
像の倍率は _____ と表される。

(練習) 凸レンズから物体までの距離を a 、焦点距離を f とするとき、以下の(1)~(4)の場合について、 a と f の関係を示せ。

- (1) 物体より小さい実像ができるとき
- (2) 物体と同じ大きさの実像ができるとき
- (3) 物体より大きい実像ができるとき
- (4) 虚像ができるとき

○凹レンズによる虚像

凹レンズによって実像が作られることはなく、必ず _____ が作られる。

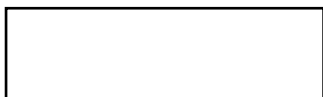


いずれの場合も、3本の光の進行方向の変化を考える

- ・光軸に平行な光 ⇒ _____ を通ってきたように進む
- ・レンズの中心を通る光 ⇒ _____ する
- ・焦点へ向かう光 ⇒ 光軸に _____ に進む



いずれの場合も、レンズから物体までの距離 a 、
 レンズから像までの距離 b' 、焦点距離 f' の間には



という関係が成り立つ。

像の倍率は _____ と表される。

ここまでに登場した式は、すべて

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

という1つの式に統一することができる。

a : レンズから物体までの距離

b : レンズから像までの距離

実像ができるときには ___ の値、
虚像ができるときには ___ の値となる

f : 焦点距離

凸レンズでは ___ の値、
凹レンズでは ___ の値とする

$$\text{像の倍率} = \left| \frac{b}{a} \right|$$

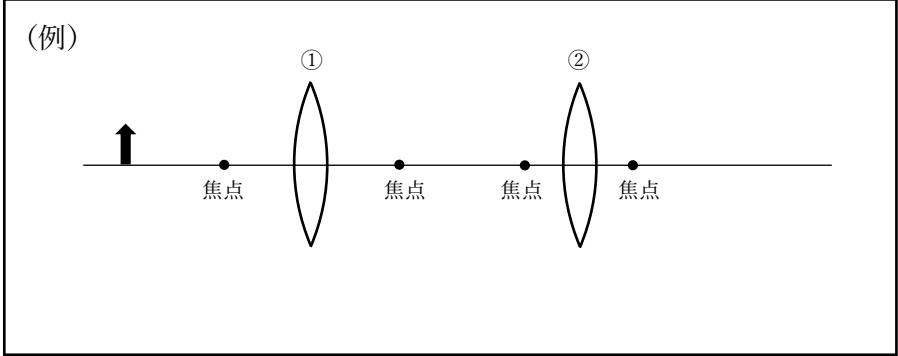
(練習) 焦点距離が 20 cm の凸レンズの前方 60 cm のところに、長さが 10 cm の物体を置いた。像のできる位置と像の大きさを求めよ。また、レンズの下半分を隠すと、像はどう変化するか。

(練習) 焦点距離が 10 cm の凹レンズの前方 20 cm のところにある長さ 12 cm の物体を、凹レンズを通してのぞくと像が見えた。この像は実像か虚像か。また、像のできる位置と像の大きさを求めよ。

○2枚のレンズの組み合わせによる像

顕微鏡や望遠鏡では、2枚のレンズを組み合わせて大きな像を作っている。

(例)



1枚目のレンズが作る像をもとにして、2枚目のレンズが像を作る。

- (練習) 上の図において、凸レンズ①、②の焦点距離はそれぞれ 30 cm、20 cm である。
レンズ①の前方 80 cm の位置に物体 A があり、レンズ①の後方に 76 cm 離して
レンズ②を配置したとき、以下の各問いに答えよ。
- (1) レンズ①によって作られる物体の像の位置を求めよ。
 - (2) (1)の像を新たな光源としてレンズ②によって作られる像の位置を求めよ。

(練習) 前ページの図において、凸レンズ①、②の焦点距離はそれぞれ 20 cm、10 cm である。レンズ①の前方 30 cm の位置に物体 A があり、レンズ①の後方に 65 cm 離してレンズ②を配置したとき、以下の各問いに答えよ。

- (1) レンズ①によって作られる物体の像の位置を求めよ。
- (2) (1)の像を新たな光源としてレンズ②によって作られる像の位置を求めよ。

○平面鏡による像

