

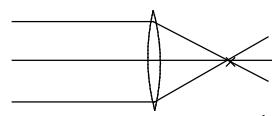
77.

レンズ

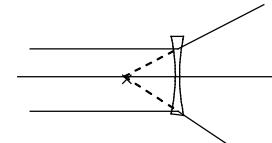
(1) 像とは何か説明せよ。実像と虚像の違いも説明せよ。

(2) 凸レンズに入った平行な光は
焦点に集まる。

この図を見て作図方法を3つ答えよ。

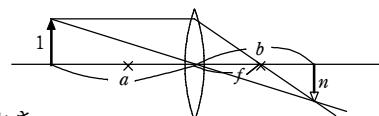
(3) 凹レンズに入った平行光線は
焦点から出たように広がる。

この図を見て作図方法を3つ挙げよ。



(4) 右図を利用してレンズの式

$$\textcircled{1} \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad n = \frac{b}{a}$$



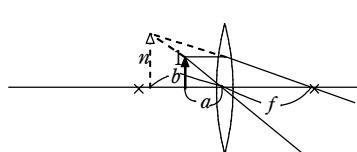
(2) レンズの半分を黒い紙で覆ったとき、

像の形・位置は変わらず、明るさが半分になる。

この理由を説明せよ。

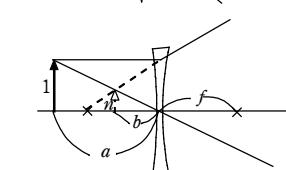
(5) 図を見て、

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad n = \frac{b}{a}$$

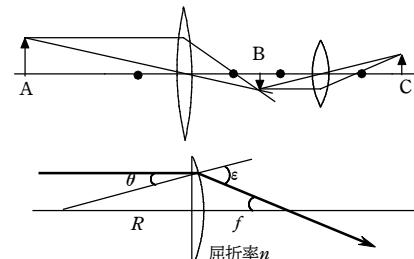


(6) 図を見て

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{f} \quad n = \frac{b}{a}$$



(7) 組み合わせレンズのときの、

像の作図は第一の像B
に物体があるとして
作図すればよい。
この理由を説明せよ。(8) 図のような屈折率nのガラスでできた
弓形のレンズ(平凸レンズ)に平行な
光を当てたとき、光が1点(焦点)に集
まることを証明し、その焦点距離はレンズの曲率半径をRとするとき、 $f = \frac{R}{n-1}$ で表されることを示せ。この平凸レンズは充分に薄く(Rが大きい)、 $\theta \approx 0$ と置いてよいとする。

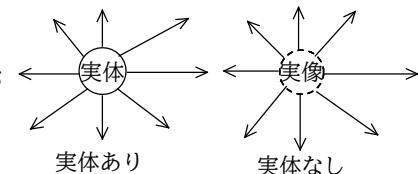
(9) 赤い光は波長が長く、青い光は波長が短い。波長が短いほど屈折率が大きい理由を水面波と船にたとえて簡単に説明し、あわせて、空が青い理由、夕陽が赤い理由を説明せよ。



(10) 人が光を色として感じる仕組みを説明せよ。

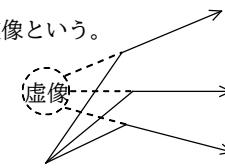
(解説)

(1) 通常物体は光を発するなり、反射するなりしてその物体から光が出ていて我々はそれを見ることができる。これは実体がある場合である。実体がない場合でも何らかの理由により光が一点に集まつた場合、そこから光が出てているように見える。この場合実体はなくても、そこに実体があるように見える。これが像である。



(2) 実際に光が一点に集まっている場合を実像といふ。

図のように光は一点に集まっているわけではないが光が曲がっているため、光が一点に集まつて見える像を虚像といふ



(2) 光軸に平行に入った光は焦点を通るように曲がる。

- レンズの中央を通った光はまっすぐに通過する
- 焦点を通過した光は光軸に平行になるように曲がる。

(3) 光軸に平行に入った光は焦点から出たように曲がる。

- レンズの中央を通った光はまっすぐに通過する。
- 反対側の焦点に向かってきた光は光軸に平行になるように曲がる。

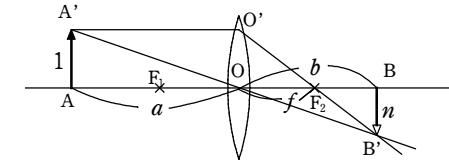
(4) ①

 $\triangle OA'A \sim \triangle OB'B$ より、

$$1:a = n:b$$

 $\triangle F_2O'O \sim \triangle F_2B'B$ より

$$1:f = n:(b-f)$$



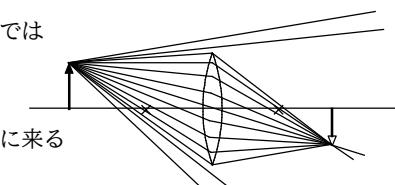
この2式を連立させて解くと、

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

② 像は光が集まるところである。作図では代表的な光しか描いてないだけである。

実際は図のようになっている。

上半分の光がさえぎられても、像の位置に来る光の量が減るだけである。

(5) $\triangle OA'A \sim \triangle OB'B$ より

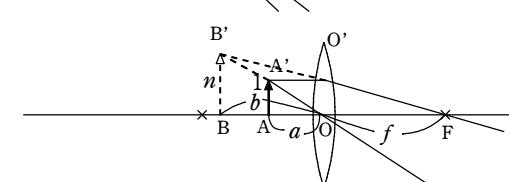
$$a:1 = b:n$$

 $\triangle F_2O'O \sim \triangle FB'B$ より

$$f:1 = (b-f):n$$

これを連立させて解くと

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad n = \frac{b}{a}$$



(6)

 $\triangle OBB' \sim \triangle OAA'$ より

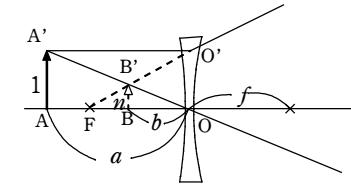
$$b:n = a:1$$

 $\triangle FB'B \sim \triangle FO'O$ より

$$(b-f):n = f:1$$

これを連立させると、

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{f} \quad n = \frac{b}{a}$$



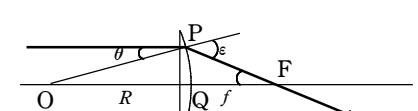
(7) 像は実像にしても虚像にしても、実体と同じようにその位置から光が四方へ出ている。作図しているのはその中の代表的光のみである。よってBの像の位置に実体があるとして次の像を作図すればよい。

(8) 図で、 $\angle POQ = \theta$ 、 $\angle PFQ = \varepsilon - \theta$

なので、

$$PQ = R \tan \theta = f \tan(\varepsilon - \theta)$$

が成立する。

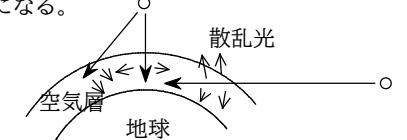
屈折の法則より、 $n = \frac{\sin \varepsilon}{\sin \theta}$ が成り立つ。 $\theta \neq 0$ 、 $\varepsilon \neq 0$ より、 $\sin \theta \approx \theta$ 、 $\sin \varepsilon \approx \varepsilon$ となり、 $\varepsilon = n\theta$ となる。よって、 $R \tan \theta = f \tan(n-1)\theta$ $\tan \theta \approx \theta$ であるから、

$$\text{この式は、 } R\theta = f(n-1)\theta \text{ となる。 } \therefore f = \frac{R}{n-1}$$

この式は θ に関係しないため、レンズのどの位置に入射した光もレンズから f 離れた点で光軸と交わる。つまり、一転で交わる。この点を焦点といふ。

(9) 水面の波と船の図を見てわかるように、波長の長い波は障害物を揺らしてその影響をほとんど受けずに進むことができるが、波長が短い波は障害物の影響を受けやすい。障害物の影響を受けやすいほどその媒質中に入った波は速度が遅くなる。すなわち屈折率が大きくなる。

赤は障害物（空気分子、塵）の影響を受けにくいが、青は影響を受け散乱される。その結果、昼間は散乱された光を見て空が青く、空気層の厚い夕方は散乱されて青い光がなくなった後の、赤い光を見ることになる。



(10) 人の目には光の色を感じる

細胞（円錐細胞）が3種類ある。

おもに長い波長に感じるR細胞。

（この細胞が感じると「赤」と認識する。この細胞は波長の短い領域でも少し感じる。）

中間の波長に感じるG細胞。

（この細胞が感じると「緑」と認識）短い波長で感じるB細胞（この細胞が感じると「青」と認識）がある。複数の細胞が感じることによりいろいろな色として認識する。すべての細胞が感じれば「白」と認識し、感じなければ「黒」と認識する。この仕組みにより、光には三原色があることになる。

