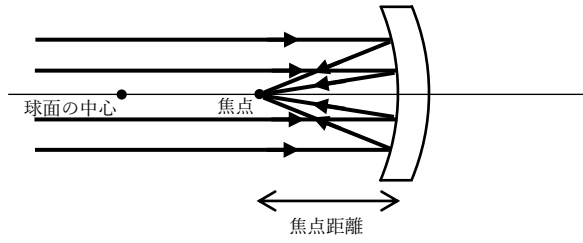
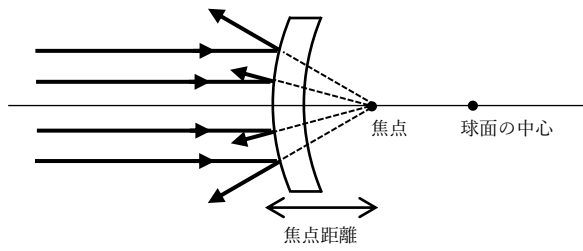


○球面鏡

・凹面鏡：光を1点に集める

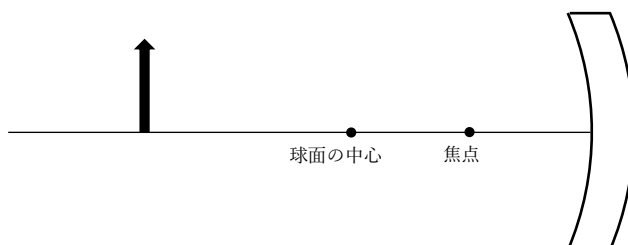


・凸面鏡：光を広げる



○凹面鏡による実像

物体が凹面鏡の焦点の _____ にあるとき、実像ができる。

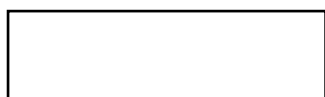


3本の光の進行方向の変化を考える

- ・ 光軸に平行な光 ⇒ _____ を通る
- ・ 球面の中心を通過した光 ⇒ _____ 道に戻る
- ・ 焦点を通過した光 ⇒ 光軸に _____ に進む



凹面鏡から物体までの距離 a 、凹面鏡から像までの距離 b 、
焦点距離 f の間には

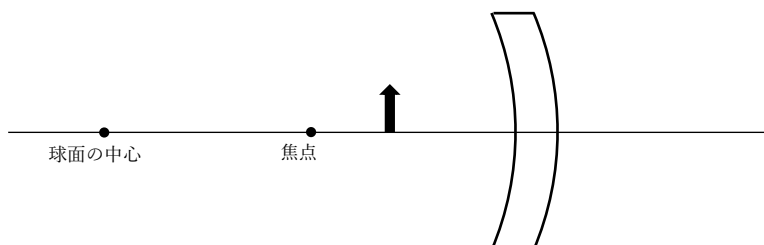


という関係が成り立つ。

像の倍率は _____ と表される。

○凹面鏡による虚像

物体が凹面鏡の焦点の _____ にあるとき、虚像ができる。



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
- ・ 球面の中心を通過した光 ⇒ _____ 道に戻る
- ・ 焦点を通過した光 ⇒ 光軸に _____ に進む



凹面鏡から物体までの距離 a 、凹面鏡から像までの距離 b' 、
焦点距離 f の間には

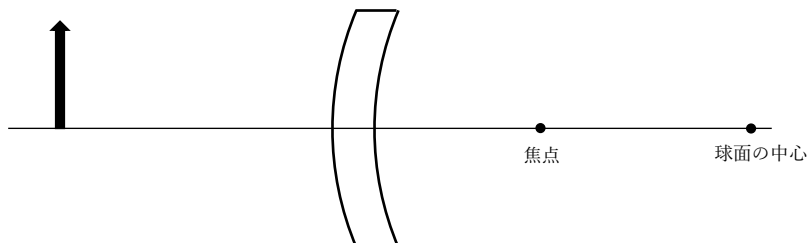


という関係が成り立つ。

像の倍率は _____ と表される。

○凸面鏡による虚像

凸面鏡によって実像が作られることはなく、必ず _____ が作られる。

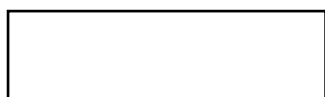


3本の光の進行方向の変化を考える

- ・ 光軸に平行な光 ⇒ _____ を通ってきたように進む
- ・ 球面の中心に向かう光 ⇒ _____ 道に戻る
- ・ 焦点に向かう光 ⇒ 光軸に _____ に進む



凸面鏡から物体までの距離 a 、凸面鏡から像までの距離 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球面鏡に関する式は、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 : 球面鏡から物体までの距離

b : 球面鏡から像までの距離

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

凹面鏡では ___ の値、
凸面鏡では ___ の値とする

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

(練習) 焦点距離が 10 cm の凹面鏡の前方 50 cm のところに物体を置いた。このとき、像ができる位置と倍率を求めよ。

(練習) 焦点距離が 15 cm の凸面鏡の前方 20 cm のところに物体を置き、凸面鏡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、像のできる位置はどこか。

↓

- $\frac{d}{L} x =$ _____ を満たす位置 x は明線となる。
- $\frac{d}{L} x =$ _____ を満たす位置 x は暗線となる。

↓

- 明線の位置 $x =$ _____ … 明線の間隔 = _____
- 暗線の位置 $x =$ _____ … 暗線の間隔 = _____

(練習) ヤングの実験で、赤色光を用いる場合と青色光を用いる場合では、どちらの方が明線の間隔が広がるか。

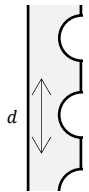
(練習) ヤングの実験で、白色光を用いるとスクリーンにはどのような干渉縞が見られるようになるか。

(練習) ナトリウムランプを使って、ヤングの実験を行った。2つのスリットの間隔は 0.60 mm、2つのスリット (複スリット) からスクリーンまでの距離は 3.0 m で、スクリーン上の隣り合う暗線間の距離を測定したところ 2.9 mm であった。

- (1) ナトリウムランプから出る光の波長はいくらか。
- (2) この装置全体を水中に置いた場合、スクリーン上の隣り合う暗線間の距離は何 mm になるか。ただし、水の屈折率を 1.33 とする。

○回折格子

回折格子：1 cm あたり数百～数千の溝をつけたガラス



d

溝 : 光を通さない
溝と溝の間 : 光を通す
… 溝と溝の間隔 = 格子定数 d

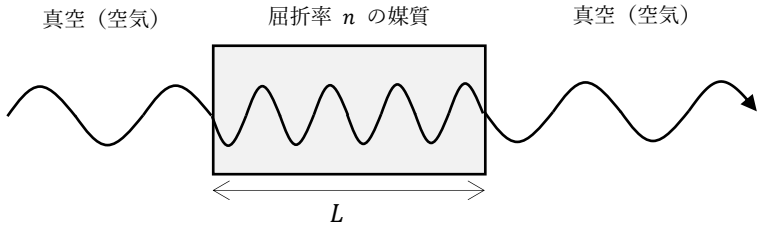
を満たす方向 θ に、明線ができる。

(練習) 回折格子とスクリーンを設置し、回折格子に白色光を当てる。このとき、スクリーン上にはどのような干渉縞が現れるか。

(練習) 1.0 cm あたり 1.0×10^3 本の溝がつけられた回折格子を、壁と平行に 3.0 m だけ離して置き、回折格子の面に垂直にレーザー光を当てたところ、壁に明点が生じた。中央の明点と隣の明点の間隔が 0.19 m のとき、このレーザー光の波長はいくらか。

○光路長（「薄膜による光の干渉」の準備）

光が屈折率 n の媒質中に入ると、波長が _____ 倍になる。



真空（空気） 屈折率 n の媒質 真空（空気）

L

⇓

光の視点からは、この媒質の距離は _____ に見える。

光にとっての（光の視点から見た）距離 = 光路長（光学距離）

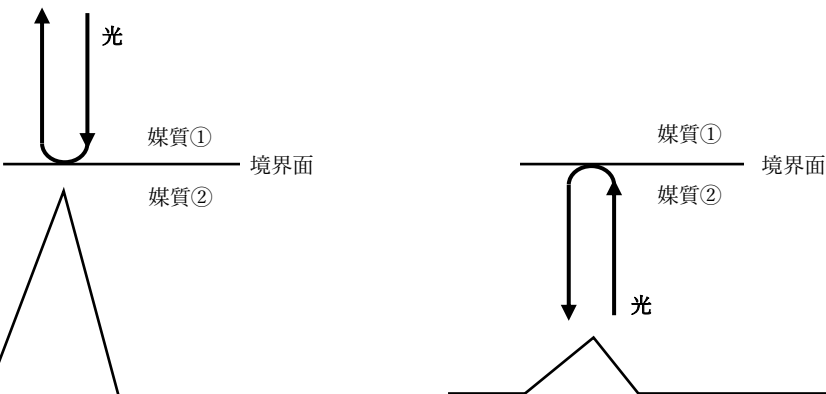
⇓

光の干渉では、2つの光の光路長の差（=光路差）を考える必要がある。

○反射による位相の変化（「薄膜による光の干渉」の準備）

光は、次のような2通りの反射の仕方をする。

（媒質①の屈折率 < 媒質②の屈折率 のとき）



固定端反射する

→ 光の位相が _____

自由端反射する

→ 光の位相は _____

○薄膜による光の干渉（光が薄膜に垂直に入射する場合）

次のように光が薄膜に入射したとき、2つの反射光が干渉する。

真空 (空気)

屈折率 n の薄膜

真空 (空気)

反射

反射

d

↓

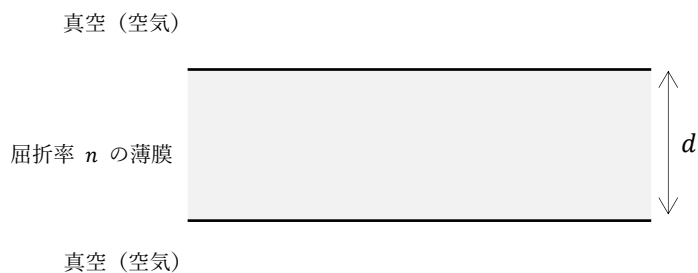
・ 光路差 = _____ = _____ のときに強め合う。

・ 光路差 = _____ = _____ のときに弱め合う。

(練習) カメラでは、レンズを通る光が最大になるように、レンズ表面に薄膜(反射防止膜)をつける。屈折率 1.65 のガラス面に屈折率 1.40 の薄膜をつけ、波長 560 nm の平行光線を垂直に入射させた。薄膜の厚さを d として、一度も反射しないで薄膜を透過する光と、2回反射して透過する光の光路差を d を用いて表せ。また、その2つの透過光が強め合うための薄膜の最小の厚さを求めよ。

○薄膜による光の干渉（光が薄膜に斜めに入射する場合）

光が薄膜に斜めに入射する場合は、2つの反射光が次のように干渉する。

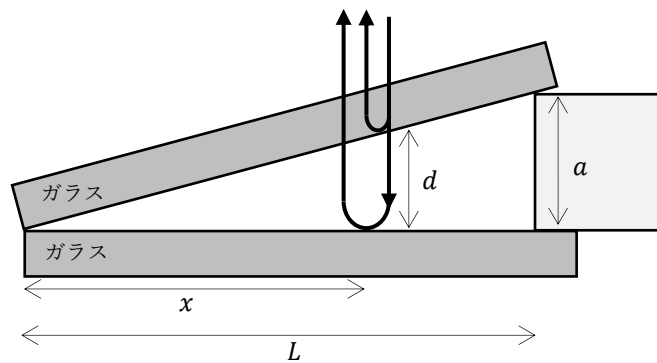


・ 光路差 = _____ = _____ のときに強め合う。

・ 光路差 = _____ = _____ のときに弱め合う。

○くさび形空気層による光の干渉

空気層の上側と下側で反射した2つの光が、次のように干渉する。



・ 光路差 = _____ = _____ のときに強め合う。

・ 光路差 = _____ = _____ のときに弱め合う。



・ 明線の位置 $x =$ _____ … 明線の間隔 = _____

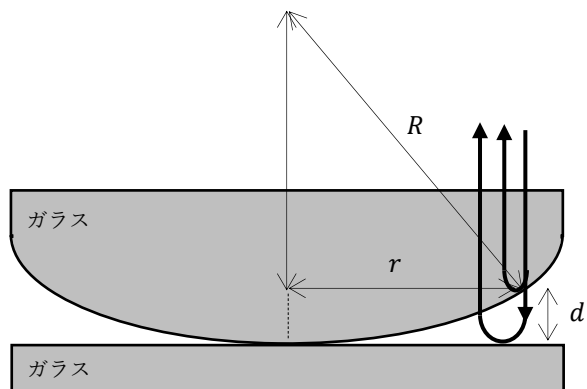
図より、 $d =$ _____ なので

(練習) 2枚の透明なガラス板 (屈折率 1.50) を、一端より 20 cm の位置に紙片を挟んで重ねた。真上から波長 4.5×10^{-7} m の単色光を当て、真上から観察すると、1.5 mm 間隔の縞模様が見えた。

- (1) 紙片の厚さを求めよ。
- (2) 2枚のガラス板の間を水 (屈折率 1.33) で満たし、真上から光を当て、真上から観察すると、縞の間隔はいくらになるか。
- (3) ガラス板を真下から観察すると、ガラス板を重ね合わせた端から 10 番目の明線の位置は、端からいくらの距離になるか。

○ニュートンリング

次の2つの光の干渉により、同心円状の縞模様（ニュートンリング）が現れる。



・ 光路差 = _____ = _____ のときに強め合う。

・ 光路差 = _____ = _____ のときに弱め合う。



図より、 $r^2 \doteq$ _____ $\rightarrow r \doteq$ _____ なので

・ 明るい輪の半径 $r =$ _____

・ 暗い輪の半径 $r =$ _____

(練習) 前ページの図において、波長 400 nm の単色光を当てて観察した。中心 (0 番目の暗部) から数えて 10 番目の暗い輪の半径が 10 mm のとき、レンズの球面の半径はいくらか。