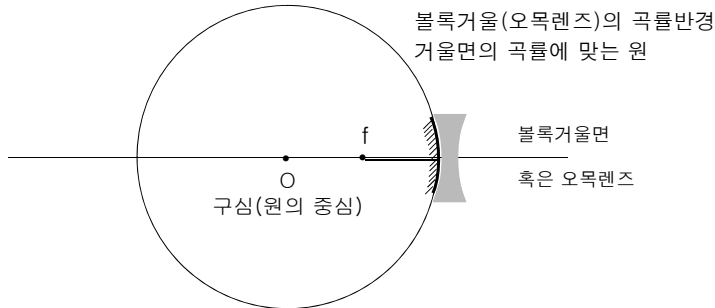


볼록 거울



f : 초점 거리

볼록거울의 초점은 거울 안쪽에 있게 됨 → 허초점이라 함

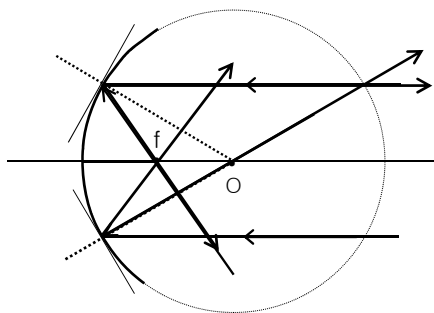
a : 거울(혹은 렌즈)에서 물체까지의 거리

b : 거울(혹은 렌즈)에서 상까지의 거리

f : 초점 거리(원의 중심에서 거울면(혹은 렌즈면)까지의 중간 거리)

오목 거울

빛의 진행경로
반사의 법칙



평행으로 들어간 빛은 초점으로 나오고

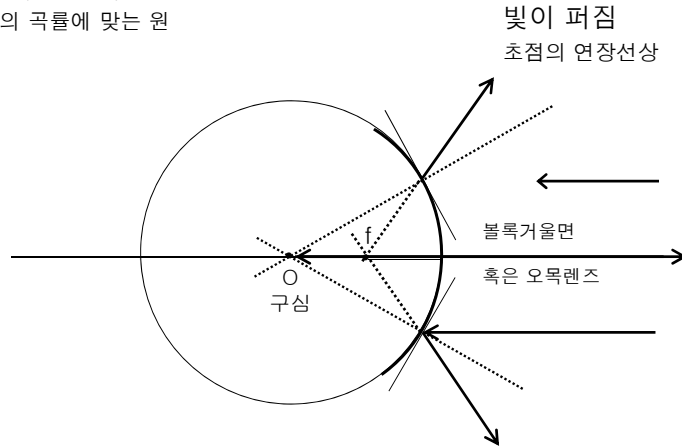
초점으로 들어간 빛은 평행으로 나옴

구심으로 들어간 빛은 구심으로 나옴

평초 초평 구심구심

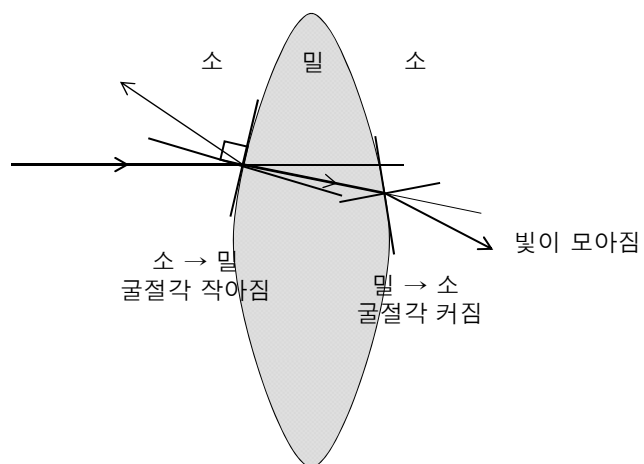
볼록 거울

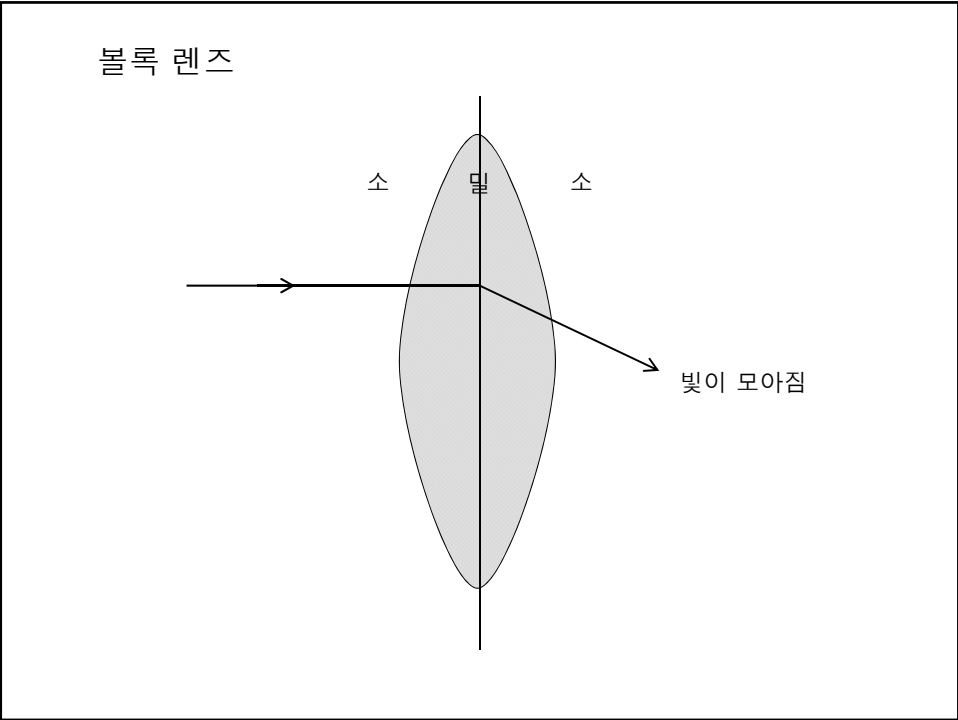
볼록거울(오목렌즈)의 곡률반경
거울면의 곡률에 맞는 원



f : 초점 거리
볼록거울의 초점은 거울 안쪽에 있게 됨 → 허초점이라 함

볼록 렌즈





오목 거울

1. $a > f$ (물체가 초점 바깥에 있을 때)
 : 도립 작은, 같은, 큰 실상이 모두 나타남

- 세 점이 교차한 교차점에서 상이 맺히게 됨 (평초 초평 구심구심)
- 상은 항상 평초선상에서 맺힘
- 거리에 따른 상의 변화
 - 평초선은 변동 없음
 - 물체의 거리가 멀어지면 구심-구심 각은 적어짐 : 거리가 ∞ 가 되면 초점의 위치가 됨
 - 거리가 가까워지면 도립상이 점점 커짐
 - 물체가 구심 위에서는 같은 크기로 완전히 뒤집힘
 - 구심을 지나 초점 가까이(구심-초점 사이) : 상이 커짐

- 모두 상이 뒤집힘: 도립
- 실제 빛이 모임: 실상
- 작고, 같고, 큰 실상이 모두 나타남

□ 거울렌즈공식

a: 거울면 혹은 렌즈면에서 물체까지의 거리

b: 거울면 혹은 렌즈면에서 상까지의 거리

f: 초점거리

• 렌즈에서 결상공식
거리형식의 '가우스 렌즈 결상식'

s' : 렌즈의 기준점인 주점에서 상까지의 거리(m)

s : 렌즈의 기준점인 주점에서 물체까지의 거리(m)

f' : 렌즈의 기준점인 주점에서 상축초점까지의 거리(m)

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f'}$$

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

① 물체가 ∞에 있을 때

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

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

∴ b = f 결국, 초점의 위치에 상이 점으로 맺히게 됨

② 물체가 구심(O)에 있을 때, (a = 2f)

$$\frac{1}{2f} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

∴ b = 2f 결국, 상은 구심에 맺히게 됨

• 렌즈에서 결상공식

거리형식의 '가우스 렌즈 결상식'

s' : 렌즈의 기준점인 주점에서 상까지의 거리(m)

s : 렌즈의 기준점인 주점에서 물체까지의 거리(m)

f' : 렌즈의 기준점인 주점에서 상축초점까지의 거리(m)

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f'}$$

• 거울에서 결상공식

거리형식의 '가우스 렌즈 결상식'

s' : 거울면에서 상까지의 거리(m)

s : 거울면에서 물체까지의 거리(m)

f' : 렌즈의 기준점인 주점에서 상축초점까지의 거리(m)

• 거울의 경우, 입사광선과 반사광선 매질이 같음
제1매질과 제2매질의 굴절률이 같음
방향이 반대이므로 제2매질의 굴절률 = -1

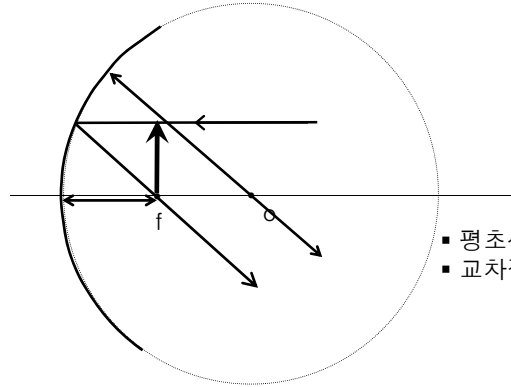
$$\frac{-1}{s'_1} = \frac{1}{s_1} + \frac{-1}{f'}$$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{s} + \frac{1}{f'}$$

오목 거울

2. $a = f$ (물체가 초점 위에 있을 때)
 : 상이 맺히지 않음

- 세점이 교차한 교차점에서 상이 맺히게 됨 (평초 초평 구심구심)
- 상은 항상 평초선상에서 맺힘



- 평초선과 구심선이 서로 평행
- 교차점이 없음: 상이 맺히지 않음

오목 거울

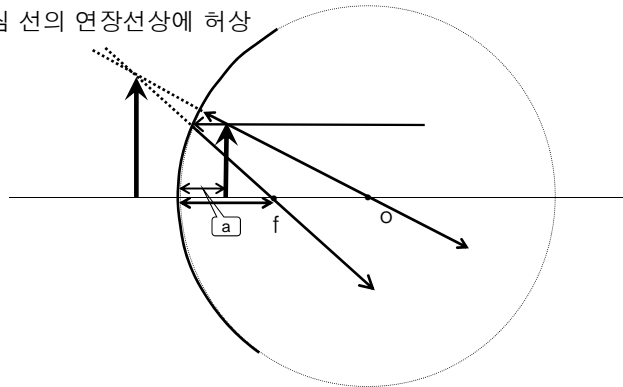
3. $a < f$ (물체가 초점보다 가까이 있을 때, 초점안쪽에 있을 때)
 : 정립 큰 허상

- a: 항상 양수(+)
- b, f: 반사되는 쪽을 (+)로 한다
 - f: 오목거울의 경우 f는 반사되는 쪽에 있으므로(+)
 - b: 거울 안쪽에 있으므로 (-) : 허상

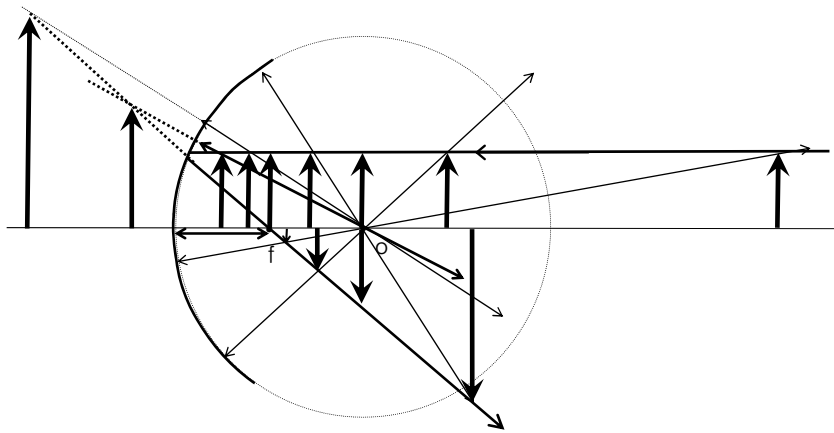
▪ 평초선과 구심-구심 선의 연장선상에 허상

$$1/a + 1/b = 1/f$$

If, $f=10, a=5$
 $b = -10$ (음수: 허상)

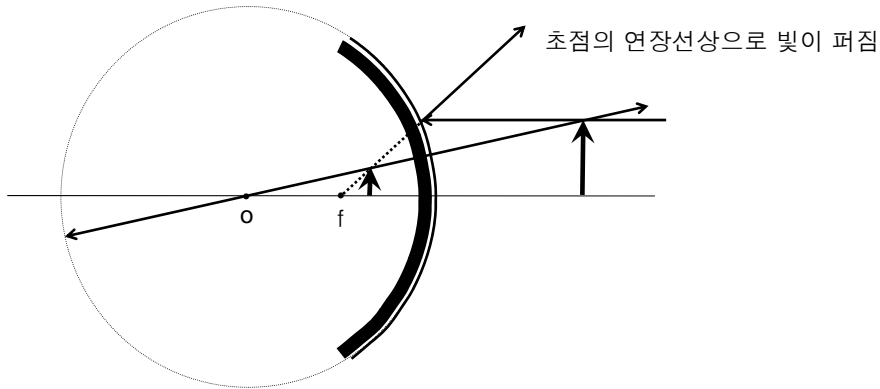


오목 거울에서 거리에 따른 상의 모습



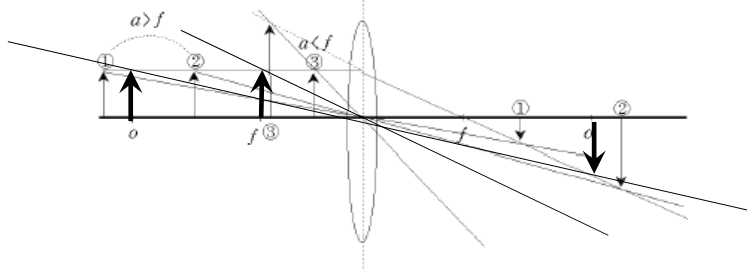
- 물체가 멀리로부터 가까이 다가올 때
- 평초선을 그림: 상은 평초선에서 맺힘, 허상인 경우도 평초선의 연장선상에서 맺힘
- 물체가 무한대에 있으면 상은 초점(f)에 하나의 점으로 맺힘, 점점 가까이 다가오면 작은 도립 실상이 맺힘
- 더 가까워지면 도립 실상이 점점 더 커지다가 구심(O)에 도달하면 자신의 크기와 똑같은 도립 실상이 생김
- 구심을 지나 점점 더 가까워지면 상은 점점 더 커짐(도립 큰 실상)
- 그러다 초점에 놓이게 되면 상이 없어짐
- 초점을 지나쳐 안으로 들어오면 큰 허상이 나타남
- 초점에서 더 멀어지면 허상이 점점 더 작아짐

볼록 거울 : 정립 작은 허상



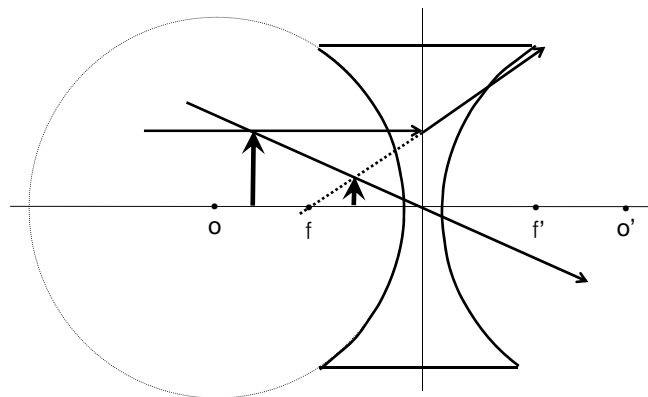
- 초점의 부호 (-) $f < 0$: 허상
- $1/a + 1/b = 1/f$ 에서 a는 항상 양수이고, f가 음수이기 때문에 b가 항상 음수가 되고 크기는 a 보다 항상 작아야 됨 (b의 절대값이 더 작게 됨)
- 결국, 배율(상의크기/물체크기 = 상까지 거리/물체까지 거리 = b/a)이 1 이하가 된다는 것이고 더 작은 상이 맺히게 된다.
- 상이 거울 안 쪽에 맺히게 됨(허상)
- 볼록거울은 항상 정립 작은 허상

볼록 렌즈 (돋보기) (오목거울)

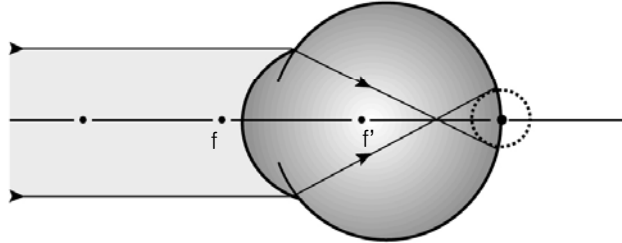


- 렌즈에서는 거울에서와 달리 평초, 초평, 구심-구심 대신 **중심-중심선**을 이용
- 반대편 쪽에 가상의 초점(f')과 구심(O')을 그림
- b 의 부호는 거울에서는 반사되는 쪽을 (+)로 하였으나,
- 렌즈에서는 통과한 곳을(+), 통과하지 못하는 곳을 (-)로 한다.
- $a > f$: 구심보다 멀 때는 작은 도립 실상, 구심보다 가까울 때는 상이 커짐
- $a = f$: 중심-중심선과 평초선이 평행하게 되어 상이 맺히지 않음
- $a < f$: 실상은 맺히지 않고, 정립 큰 허상이 맺히게 됨.

오목렌즈 (안경, 볼록거울) : 정립 작은 허상

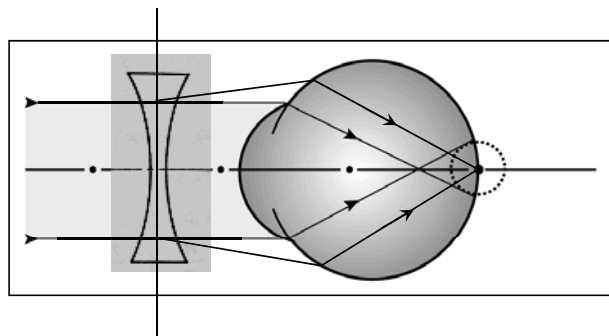


눈: lenz 역할
 눈의 수정체 : 볼록렌즈

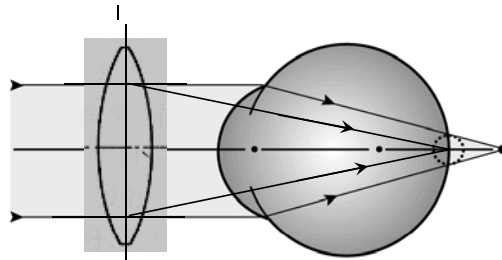


- 물체가 아주 멀리 있을 때: 상은 망막의 앞에 맺힘 → 흐리게 보임
- 정상인의 경우: 상을 뒤로 끌어 내야 함
 - 상을 뒤로 끌어 내기 위해서는 초점을 멀게 해야 함
 - 초점이 길어진다는 것은 렌즈(수정체)의 두께를 얇게 하여야 함
 - 얇아지면 망막이 가까워짐
- 눈이 나쁜사람: 눈을 찌뿌림 → 눈꺼풀을 누르게 됨 (정상인은 조절됨)
 - 초점이 멀어져 상이 맺히게 됨
- 즉, 멀리 있는 것이 보이지 않을 경우,
- 수정체를 얇게 하여 초점을 멀게 하여 망막에 상이 맺히도록 함

- 근시안의 경우,
 - 가까운 것은 잘 보이고 멀리 있는 것은 잘 안보임.
 - 수정체 앞에 오목렌즈(안경)를 두어 빛이 더 퍼지게 한 후 초점을 더 멀게 하여 망막에 상이 맺히도록 함.



- 원시안의 경우,
 - 멀리 있는 것은 잘 보이고 가까이 있는 것은 잘 안보임.
 - 상이 망막 뒤에 맺히게 됨
 - 수정체 앞에 볼록렌즈(돋보기)를 두면 빛을 모으게 되고, 따라서 초점이 가깝게 되어 상이 망막에 맺히도록 함.



- 가까운 곳이 안보일 경우 → 눈을 크게 뜨면 땅기면서 주위에서 눈을 누르게 됨 → 수정체 두께 두꺼워짐 → 초점거리 가까워짐
- 이런 작용이 이루어지지 않기 때문에 돋보기를 씀.

