

Part2: Rendering

3. 조명

Outline

- I. 빛
- II. 조명

1. 빛

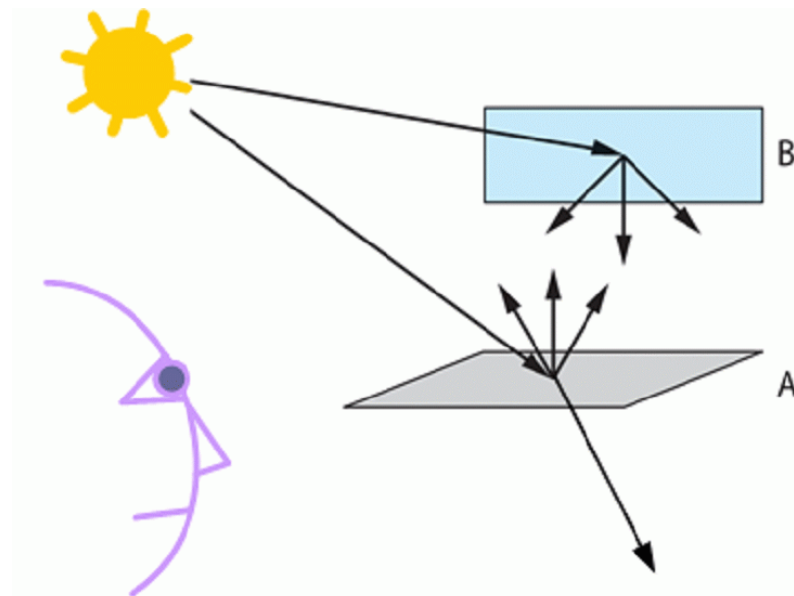
1.1 조명과 음영

- 렌더링(Rendering)
 - 조명(Lighting, Illumination): 물체 정점의 색상을 부여, 물체공간 (Object Space)
 - 음영(Shading, Surface Rendering): 조명 결과를 이용하여 물체 면의 색상을 부여: 영상공간(Image Space)



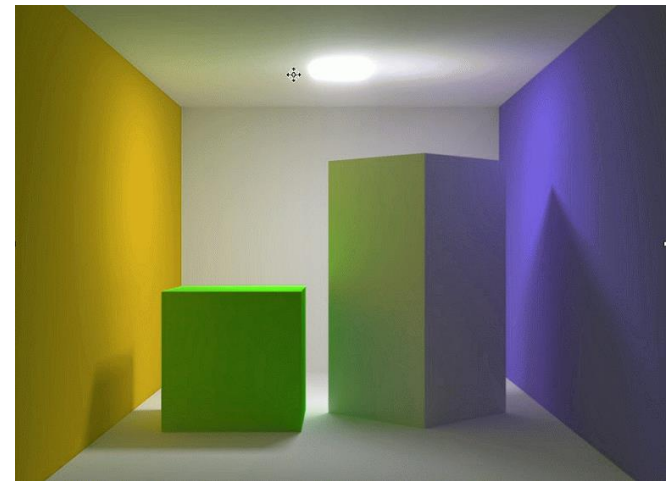
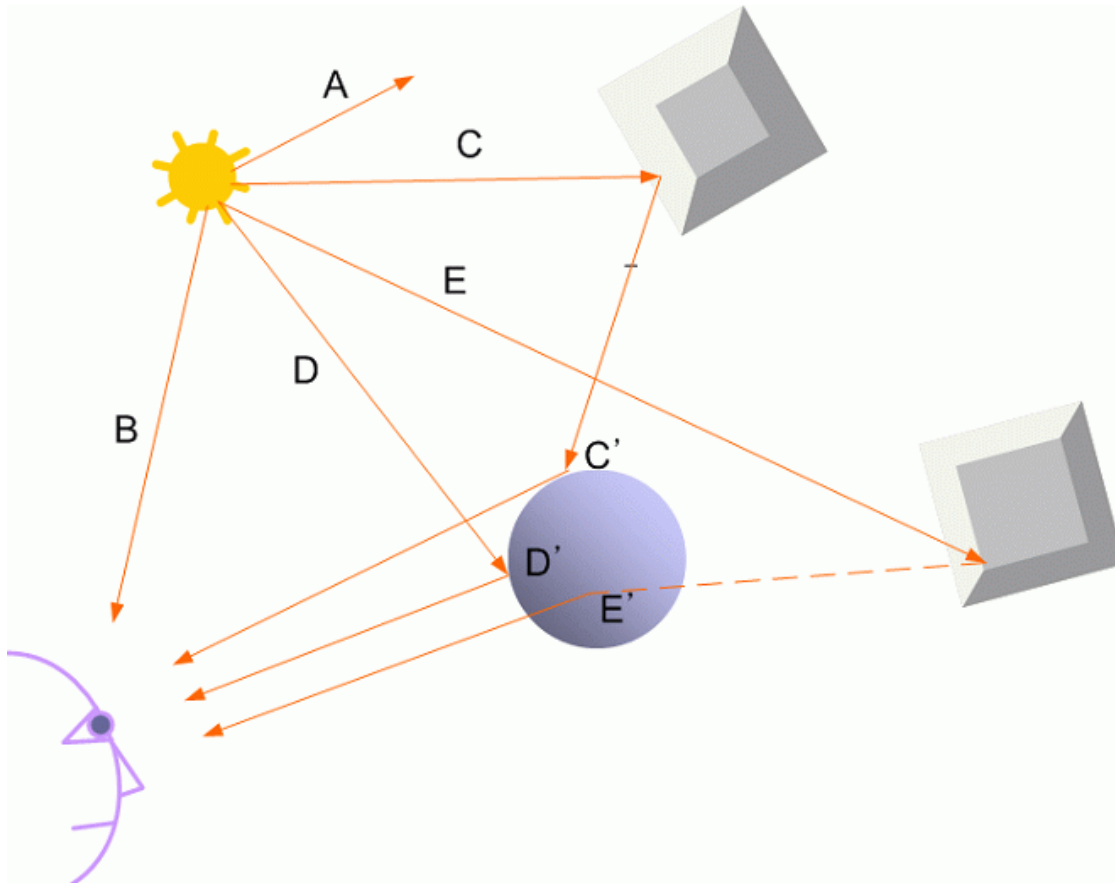
2. 조명, 빛의 진행

- 광원에서 출발
- 물체 표면에서
 - 흡수 (Absorption)
 - 반사 (Reflection)
 - 투과(Transmission) 또는 굴절(Refraction)
- 물체를 본다는 것은 우리 눈으로 입사하는 빛에 의함
- 물체색: 광원, 물체, 관찰자 위치, 광원과 물체의 특성에 의해 결정



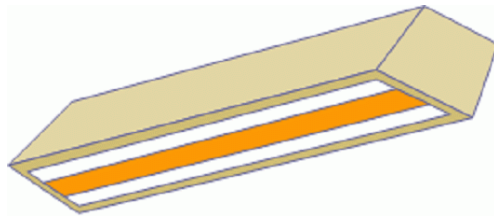
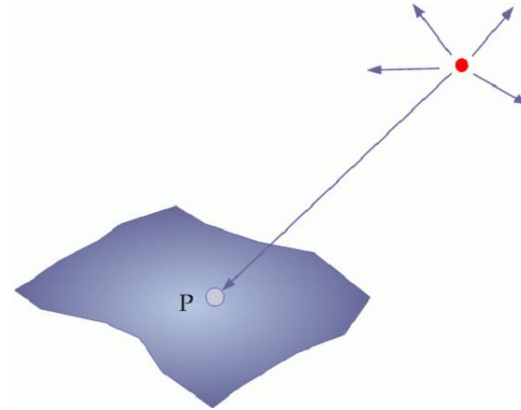
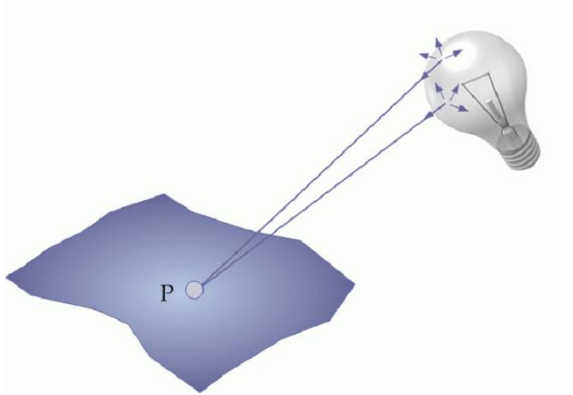
2.1 Illumination Model (조명 모델)

- 전역 조명모델(Global Illumination Model): 다른 물체면에서 반사되어 입사되는 빛까지 고려한 조명모델
- 지역 조명모델(Local Illumination Model): 광원으로부터 직접 물체면으로 입사되는 빛만을 고려한 모델

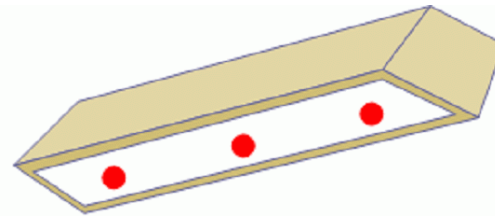


2.2 광원

- 면적광원(Area Light Source)과 점광원(Point Light Source)
- 면적광원을 분산 점광원(Distributed Point Light Source)으로 근사화



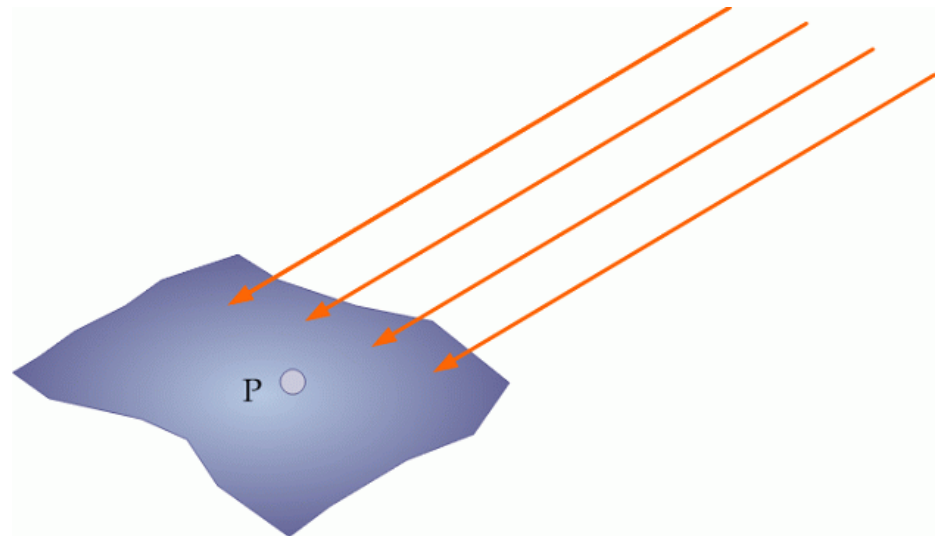
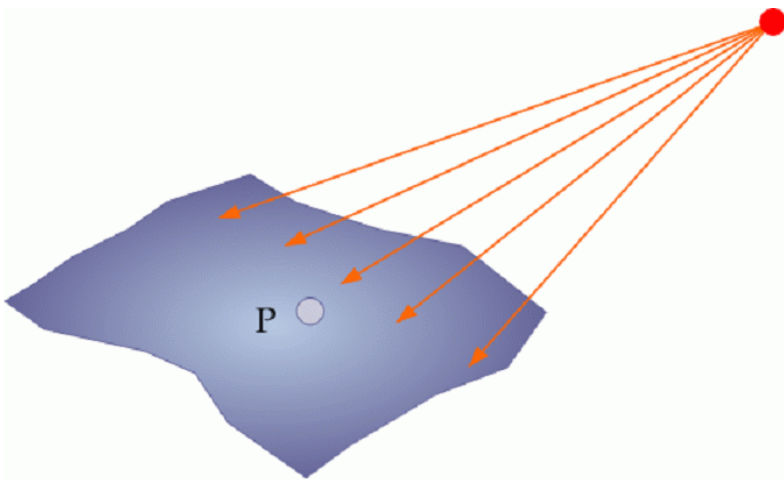
(a)



(b)

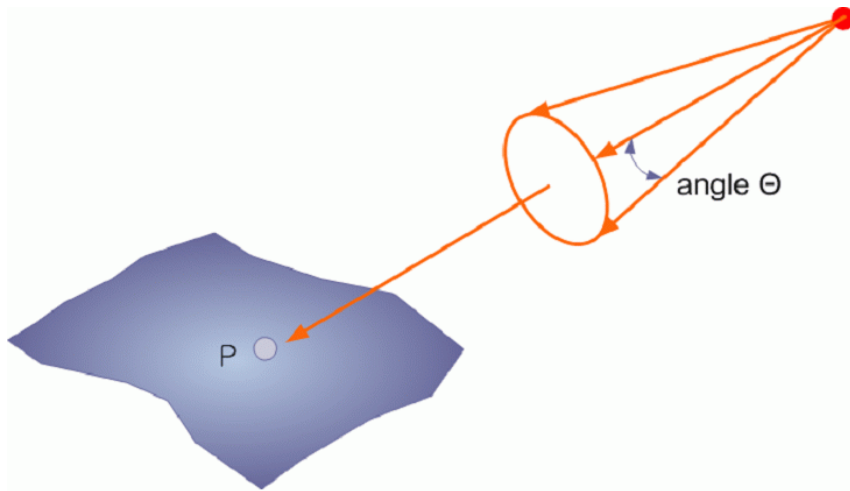
2.2.1 Light Source (광원)

- 위치성 광원(Positional Light Source)
 - 옴니라이트(Omni Light), 빛이 모든(Omni) 방향으로 방사형(Radial Direction)으로 진행
 - 광원의 위치가 중시됨. 근거리 광원
- 방향성 광원(Directional Light Source)
 - 빛이 물체면을 향하여 일정한 방향으로 진행
 - 빛의 방향이 중심됨. 원거리 광원



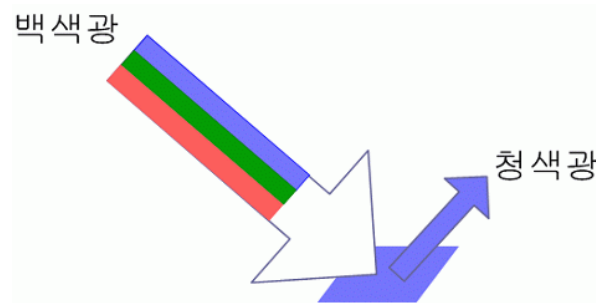
2.2.2 Spot Light (스포트라이트)

- 위치성 광원과 유사
 - 빛이 방사형으로 진행
 - 광원이 유한 거리에 존재
- 방향성 광원과 유사
 - 하나의 방향을 향해서만 진행
- 차이점
 - 일정한 각 범위 내로만 진행. 포로수용소의 탐조등



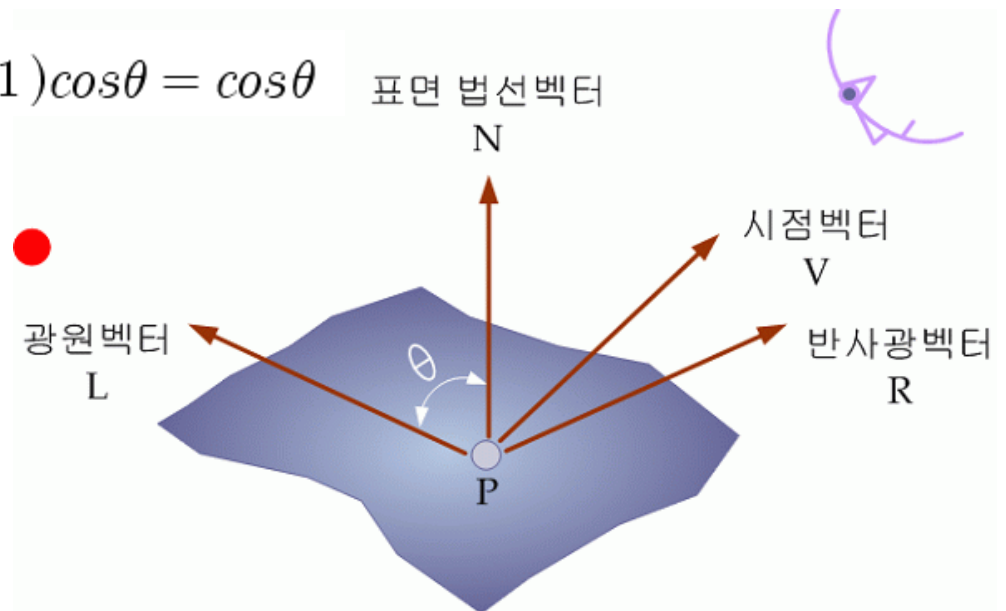
2.3 조명 관련 벡터

- 물체의 색: R, G, B 별로 빛의 세기를 별도 추적. 최종적으로 합성



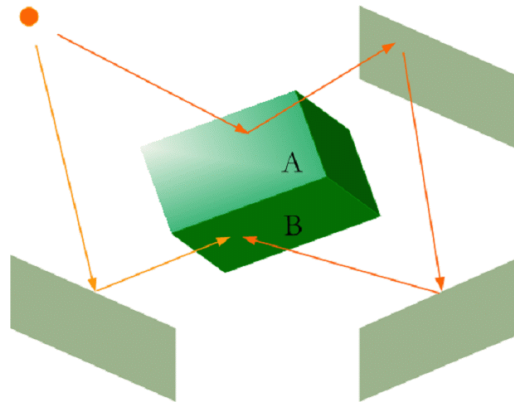
- 조명 관련 벡터
 - 입사각: 광원벡터와 법선벡터가 이루는 각

$$N \cdot L = |N| |L| \cos\theta = (1)(1)\cos\theta = \cos\theta$$



2.4 Ambient Reflection (주변 반사)

- 광원에 직접 노출되지 않는 면에 밝기를 부여
- 모든 빛의 경로를 추적하기 어려움
 - 면마다 상수 크기의 밝기를 추가
 - 전역 조명 모델 효과를 근사적으로 부여

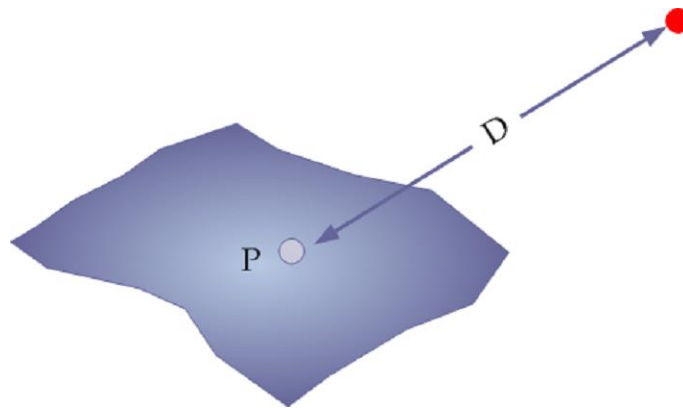


2.4.1 거리에 따른 빛의 양화

- 거리 제곱에 반비례

$$\text{Ambient Reflection} = K_a I_a / D^2$$

- I_a : 광원의 주변광 세기
- K_a : 주변광 계수

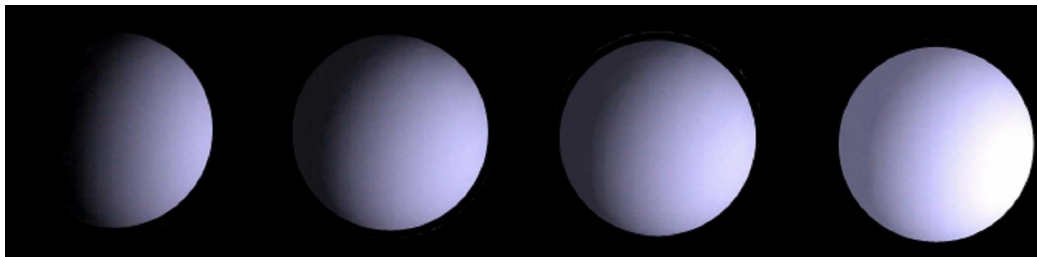


2.4.2 주변광 계수 변화

- 주변광만 부여



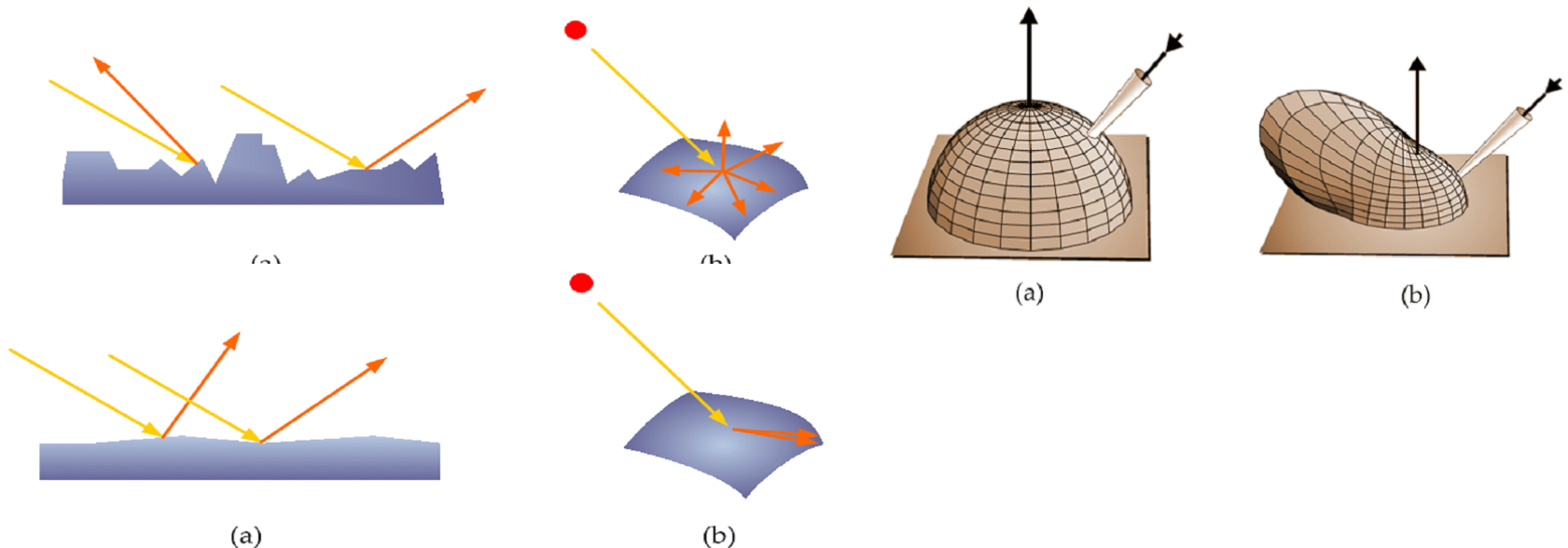
- 여타 반사광 + 주변광



$$\text{Ambient Reflection} = K_a I_a / D^2$$

2.5 Diffusive Reflection (확산반사)

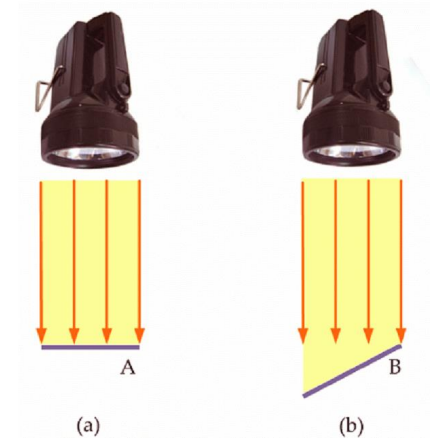
- 난반사에 해당
- 완벽 확산체(Perfect Diffuser)와 방향성 확산체(Directional Diffuser)
- 방향성 확산체:
확산 방향에 시점이 있다면 물체가 더욱 밝게 보여야 함.
- 완벽 확산체:
지역조명 모델의 그래픽 처리를 단순화하기 위해서 완벽 확산체를 가정



2.5.1 확산광의 세기

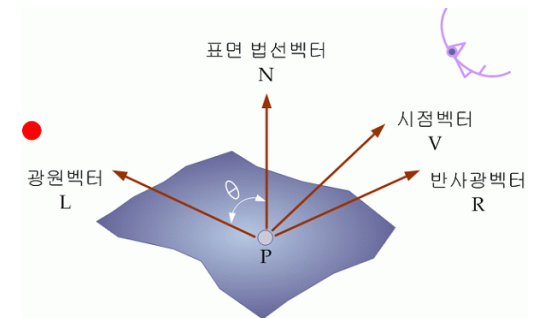
- 물체면이 서 있는 방향에 따라 다름
- 람베르트 법칙(Lambertian Law)
입사각: 광원벡터, 법선벡터 사이각
면의 밝기는 입사각의 코사인에 정비례.

$$\text{Diffusive Reflection} \propto \cos \theta$$



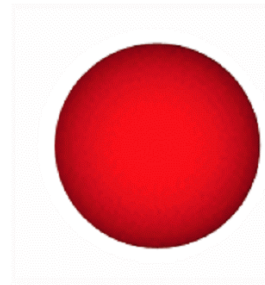
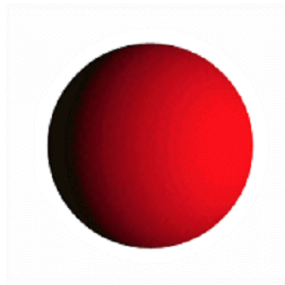
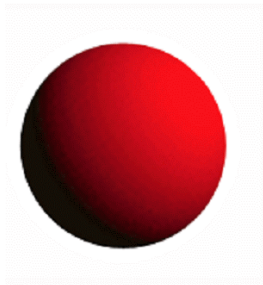
- 확산광의 세기
- I_d : 광원의 확산광 세기
- K_d : 확산광 계수

$$\begin{aligned}\text{Diffusive Reflection} &= K_d I_d \cos \theta / D^2 \\ &= K_d I_d (N \cdot L) / D^2\end{aligned}$$



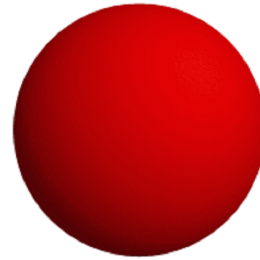
2.5.2 확산광 효과

- 면이 서 있는 방향에 따라 차등적 밝기
 - 입체감 부여
 - cf. 주변광
- 우상단, 우측 중앙, 정중앙

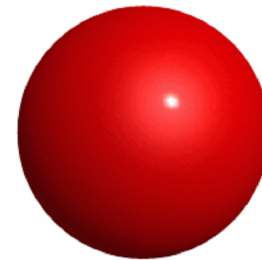


2.6 Specular Reflection (경면 반사)

- 반질반질한 표면에서 반사되는 빛
 - 정반사에 의함
 - 물체의 색이 아니라 광원의 색
 - cf. 주변광, 확산광: 광원의 색이 물체의 색과 상호작용
Ex. 확산, 확산+경면

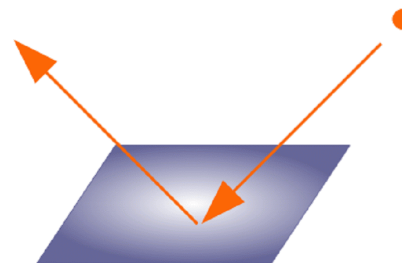
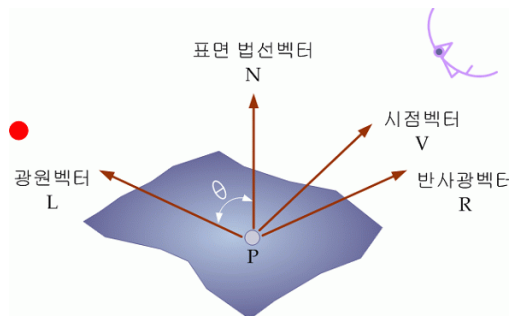


(a)

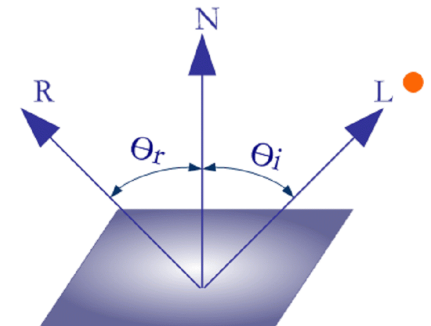


(b)

- 기본적으로 입사각과 반사각이 동일
 - 시점이 정확히 반대방향일 때 보임



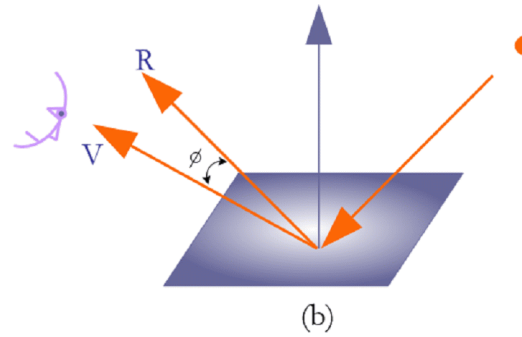
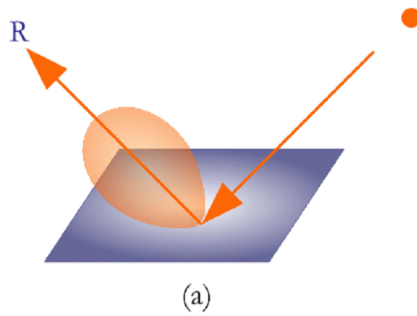
(a)



(b)

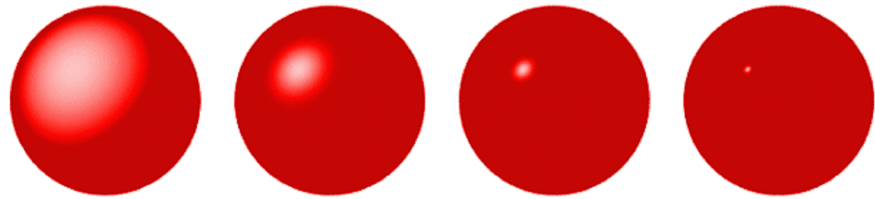
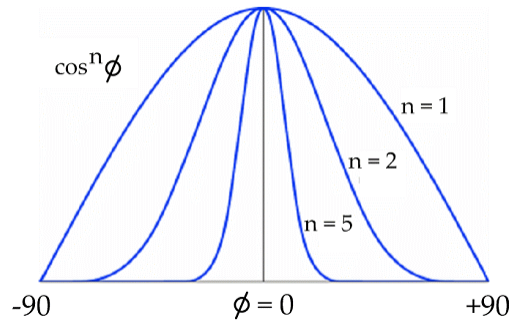
2.6.1 경면광 분포

- 실제로으로는 Lobe 모습



2.6.2 Phong 반사모델

- Phong 반사모델(Phong Illumination Model)
- 광택계수(Shininess Coefficient)



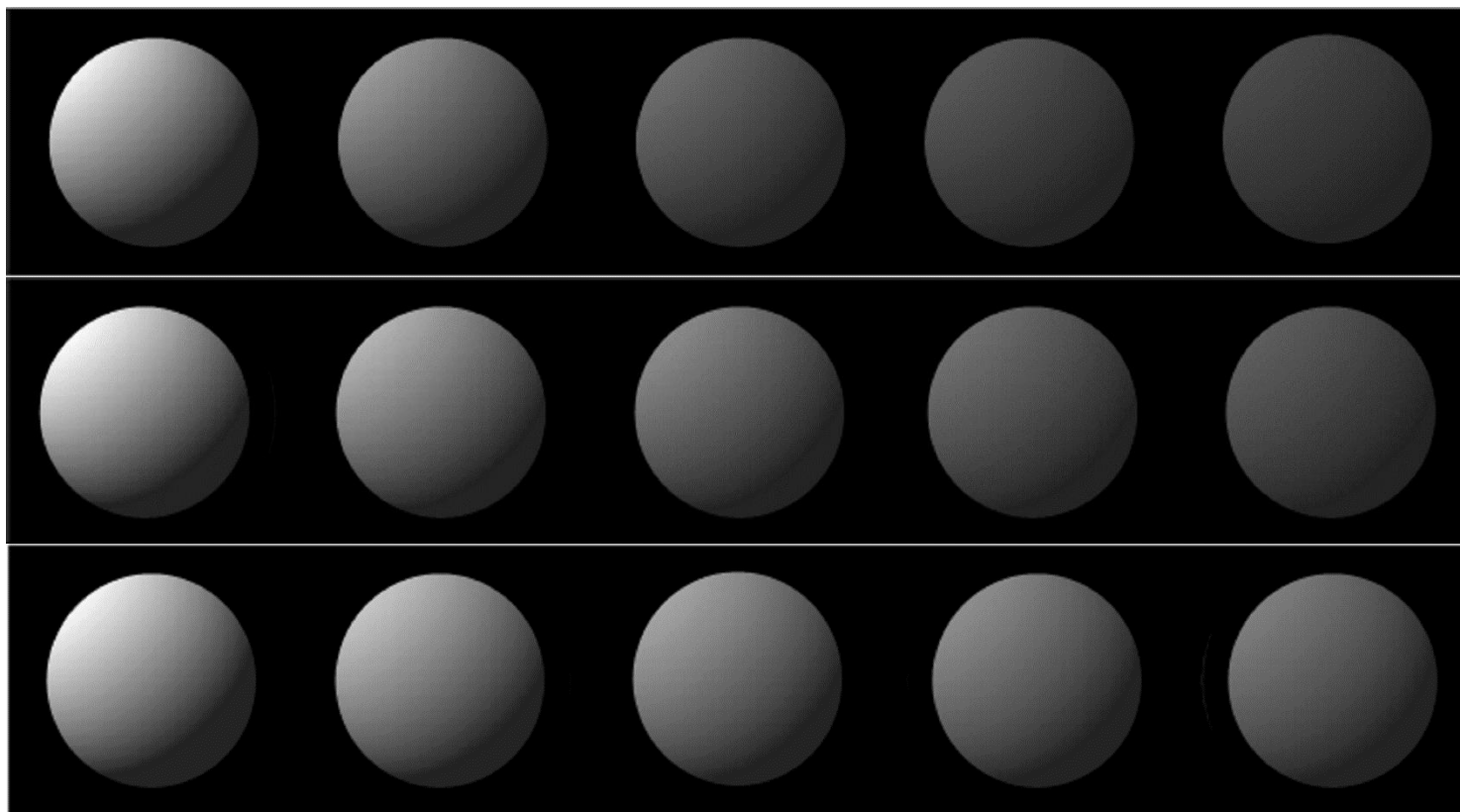
$$\begin{aligned} \text{Specular Reflection} &= K_s I_s (\cos \phi)^n / D^2 \\ &= K_s I_s (R \cdot V)^n / D^2 \end{aligned}$$

2.7 Attenuation Function (약화 함수)

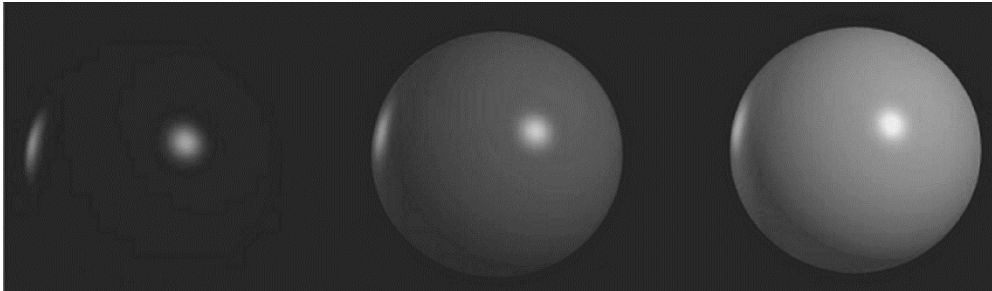
- 거리에 따른 약화를 수식으로 표현

$$f_{attenuation} = \frac{1}{a + bD + cD^2}$$

- $a = b = 0, c = 1$, $a = b = .25, c = .5$, $a = c = 0, b = 1$

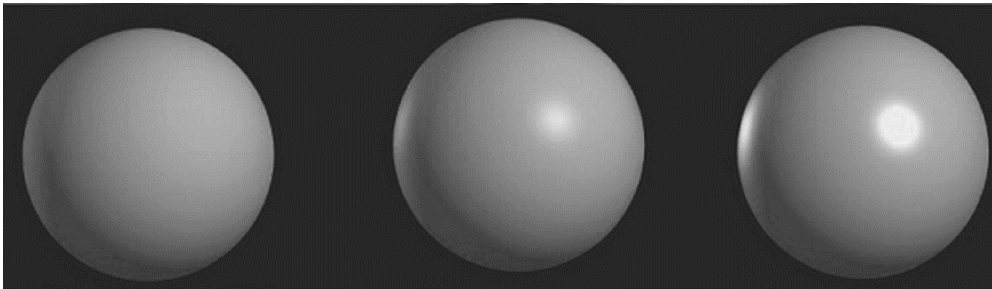


2.8 확산계수 경면계수 광택계수



확산계수(Kd) 0.01, 0.3, 0.7

$$\begin{aligned} \text{Diffusive Reflection} &= K_d I_d \cos\theta / D^2 \\ &= K_d I_d (N \cdot L) / D^2 \end{aligned}$$



경면계수(Ks) 0.0, 0.4, 0.8

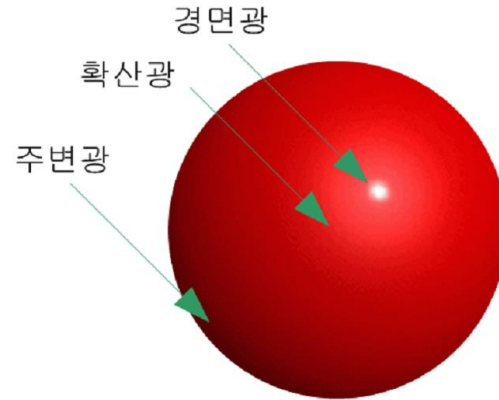
$$\begin{aligned} \text{Specular Reflection} &= K_s I_s (\cos\phi)^n / D^2 \\ &= K_s I_s (R \cdot V)^n / D^2 \end{aligned}$$



광택계수(n) 5, 40, 100

$$\begin{aligned} \text{Specular Reflection} &= K_s I_s (\cos\phi)^n / D^2 \\ &= K_s I_s (R \cdot V)^n / D^2 \end{aligned}$$

2.9 지역 반사 모델

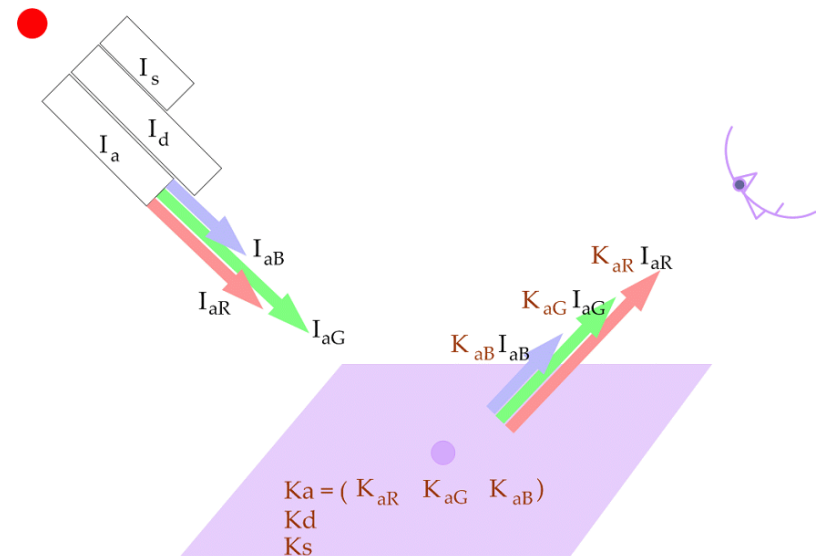


$I = \text{Ambient Reflection} + \text{Diffuse Reflection} + \text{Specular Reflection}$

$$= \frac{1}{a + bD + cD^2} (K_a I_a + K_d I_d (N \cdot L) + K_s I_s (R \cdot V)^n)$$

2.10 렌더링에 적용

- 1. 광원이 여러 개인 경우는 각각의 광원에서 나오는 빛을 모두 합산
- 2. R, G, B 색에 대해 별도로 적용하여 합산
- 3. 광원특성은 반사광 종류별로 I_a, I_d, I_s
- 4. 물체특성은 반사광 종류별로 K_a, K_d, K_s



$I = \text{Ambient Reflection} + \text{Diffuse Reflection} + \text{Specular Reflection}$

$$= \frac{1}{a + bD + cD^2} (K_a I_a + K_d I_d (N \cdot L) + K_s I_s (R \cdot V)^n)$$