

# 第三节

## 光的散射

(Scattering of Light)

## 1. 规律

光束通过光学性质不均匀的物质时，从侧向却可以见到光，称为光的散射。

$$I = I_0 e^{-(\alpha_a + \alpha_s)d} = I_0 e^{-\alpha d}$$

$\alpha_a$  为吸收系数， $\alpha_s$  为散射系数， $\alpha$  为衰减系数。

## 2. 机制

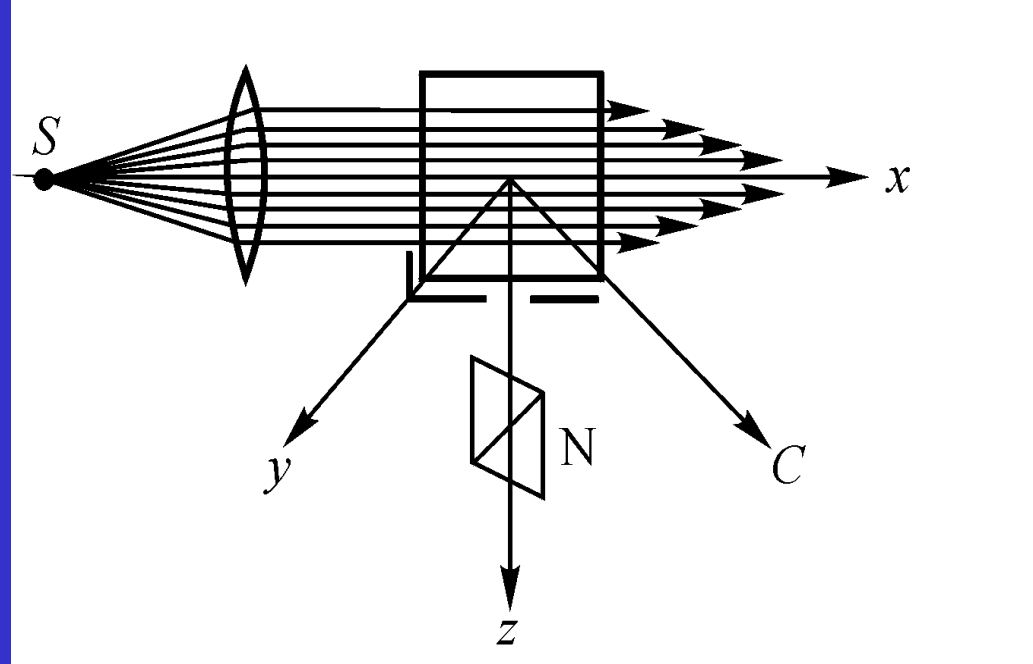
光通过非均匀物质时，杂质微粒的线度一般比光的波长小，它们彼此间的距离比波长大，而且排列毫无规则。因此，当它们在光作用下振动时彼此间无固定的相位关系，次级辐射的不相干叠加，各处不会相消，从而形成散射光。

### 3. Rayleigh Scattering

#### 实验

白光通过浑浊物质时，沿 $z$ 方向，散射光呈

青蓝色，沿 $x$ 方向，散射光呈红色。

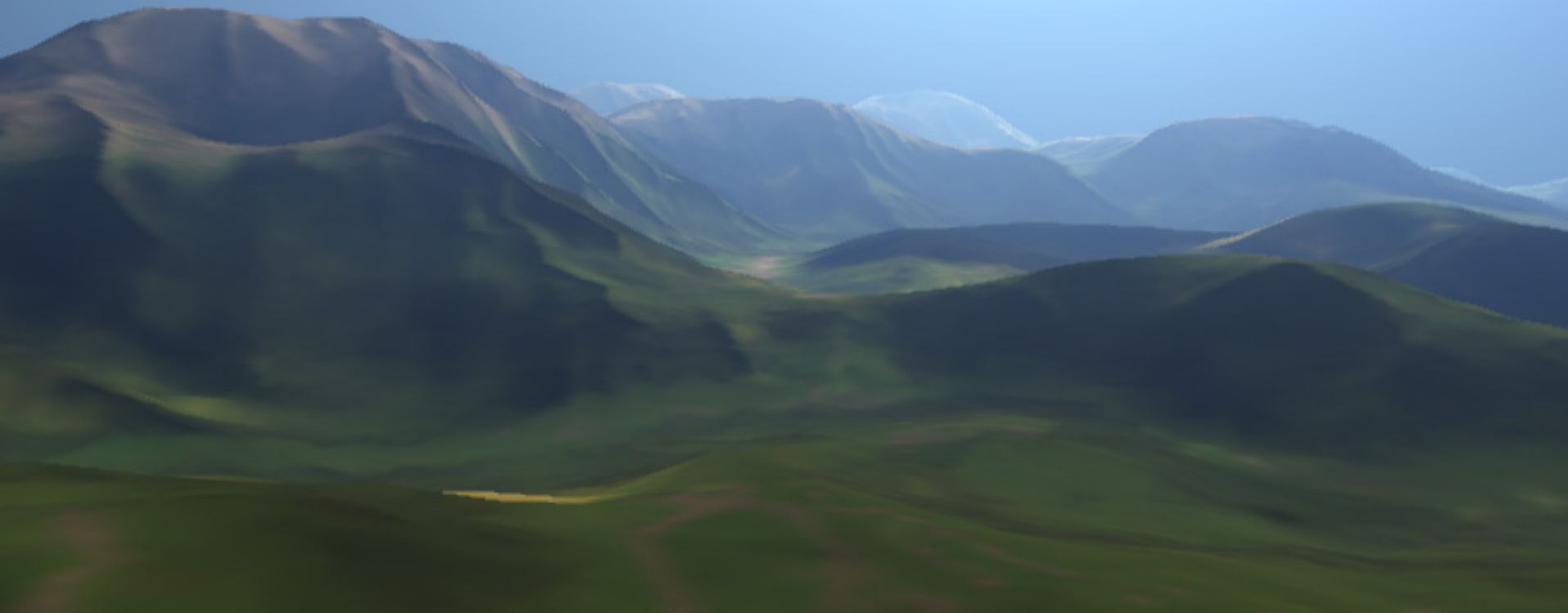


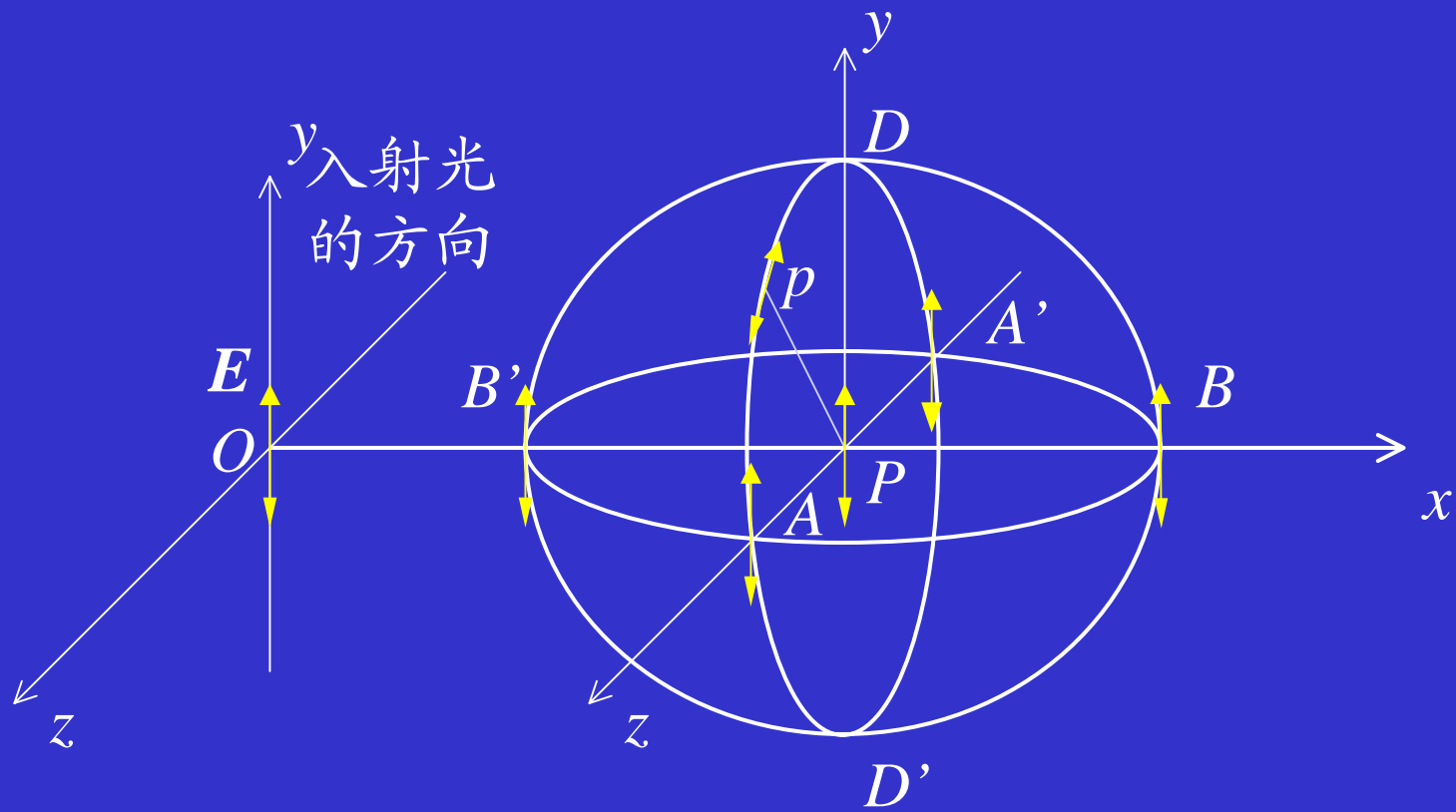
#### Rayleigh law

散射光强度  $I \propto f(\lambda)\lambda^{-4}$

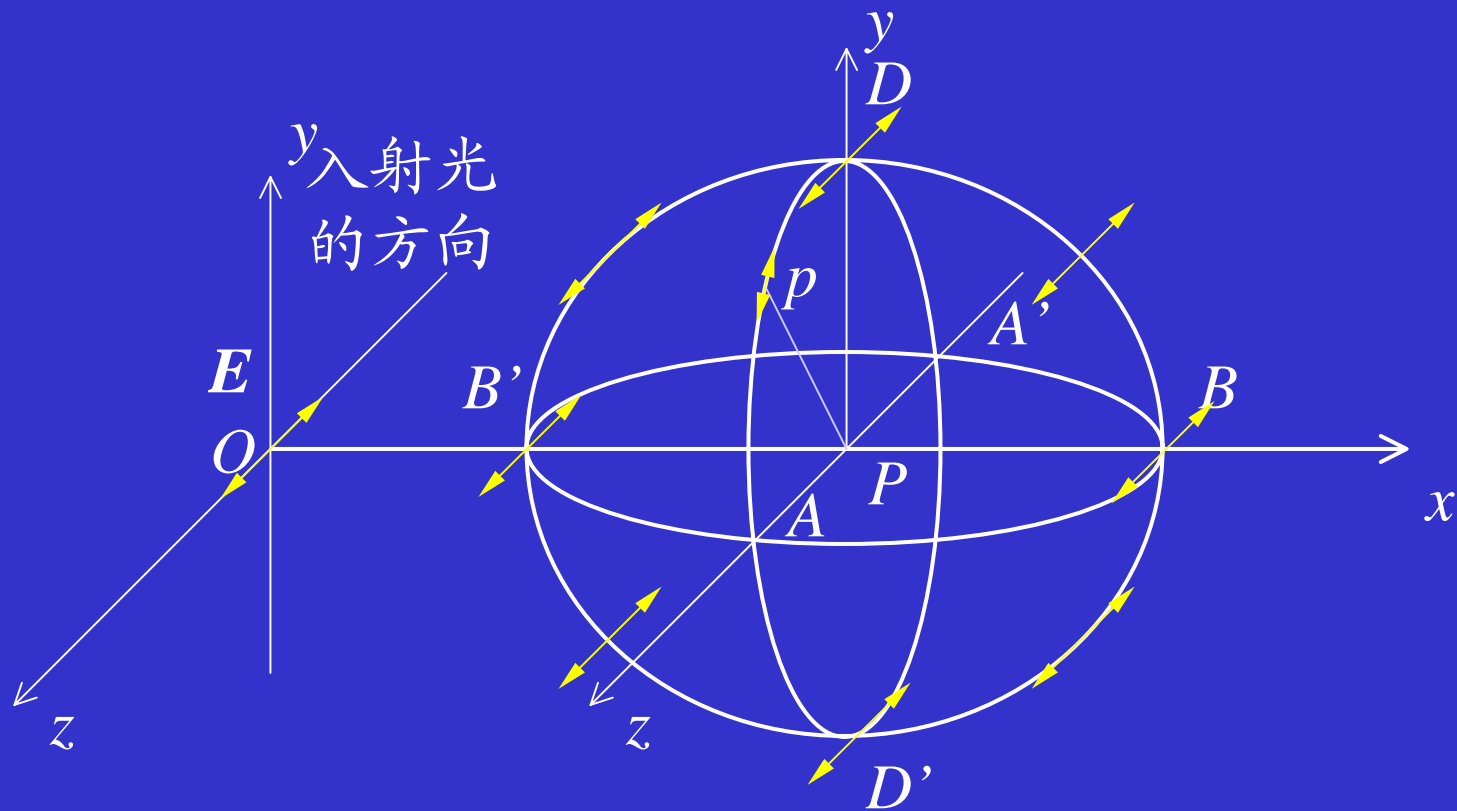
紫光的散射强度大约是红光的10倍。

# Rayleigh Scattering

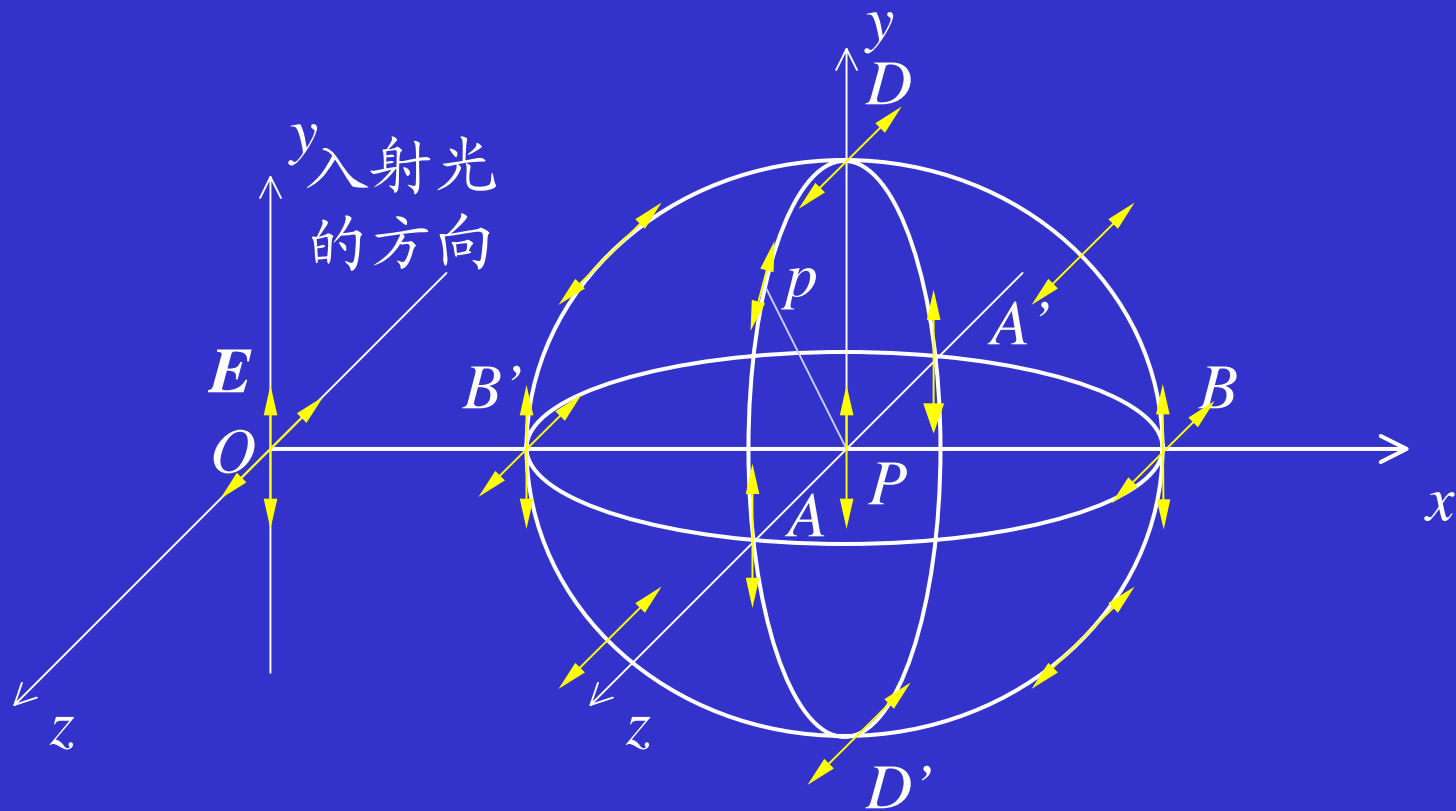




考虑入射光线沿 $z$ 轴方向的振动分量



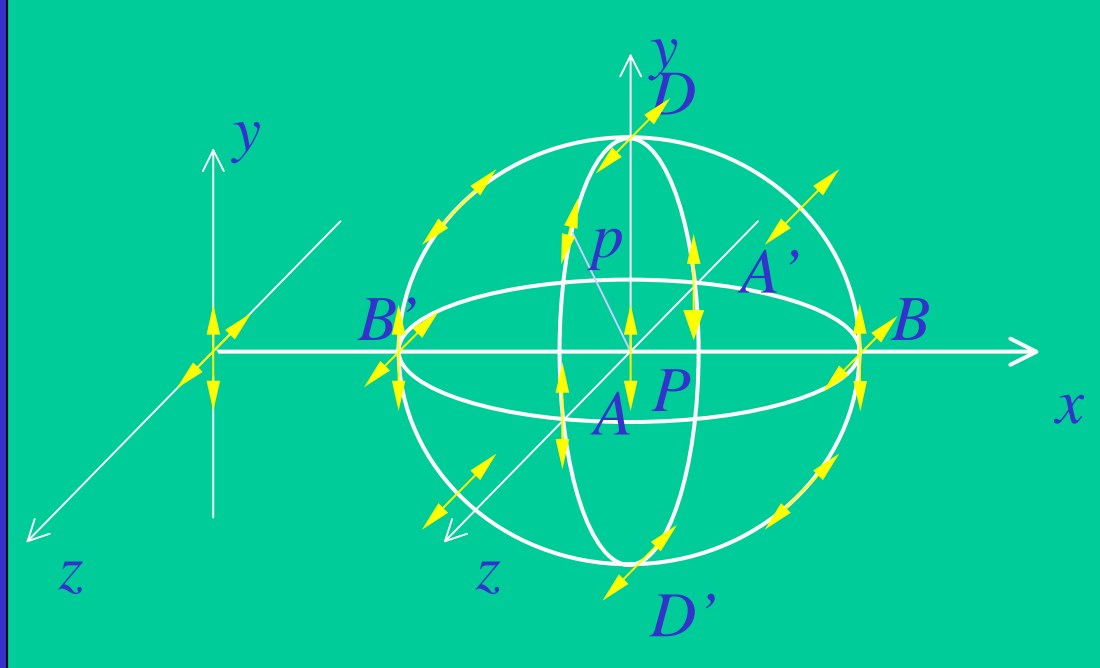
考虑入射光线沿 $y$ 、 $z$ 轴方向的振动分量





## 4. 偏振性

### 实验



自然光入射到散射物质中，观察到：

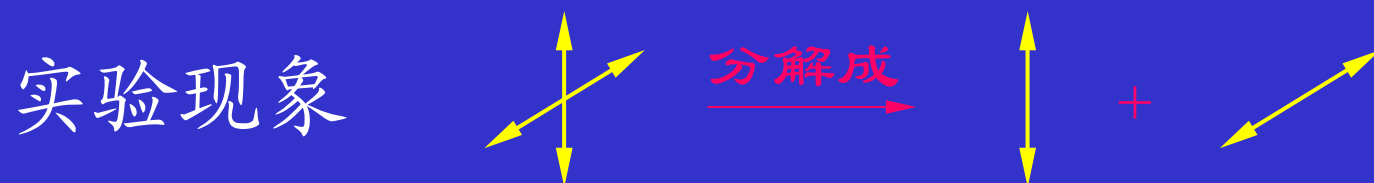
正侧方 ( $z$ ) 线偏振

斜方向 ( $C$ ) 部分偏振

对着  $x$  方向 ( $x$ ) 自然光

## ☀ 解释

用电偶极子次级辐射可解释



被微粒散射时，各方向上的振幅可看成以上

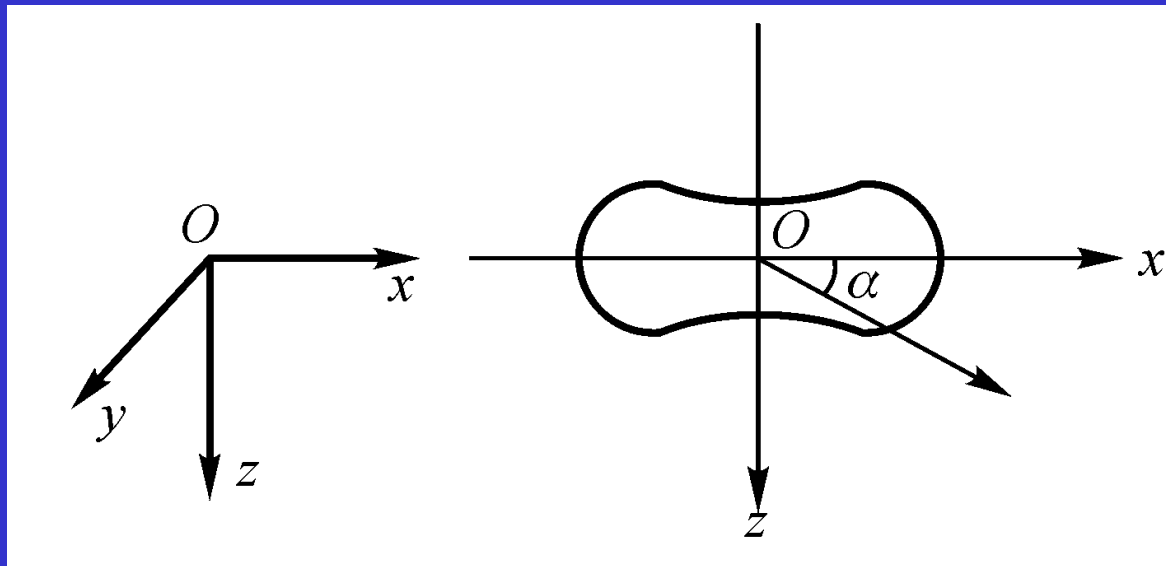
两个分振动的合成。

## 4. 偏振性

### 退偏振

线偏振光照射某些气体或液体，从侧向观察时，散射光变成部分偏振的，称为退偏振。其机理是介质分子本身是各向异性的。

## 5. 散射光的强度



设 $I_0$ 为沿入射自然光  $x$  方向的散射光强度，  
则从  $CO$  方向观察到散射光强度为

$$I_{\alpha} = I_0(1 + \cos^2 \alpha)$$

散射光强度在  $Oxz$  平面内按方向分布曲线图。

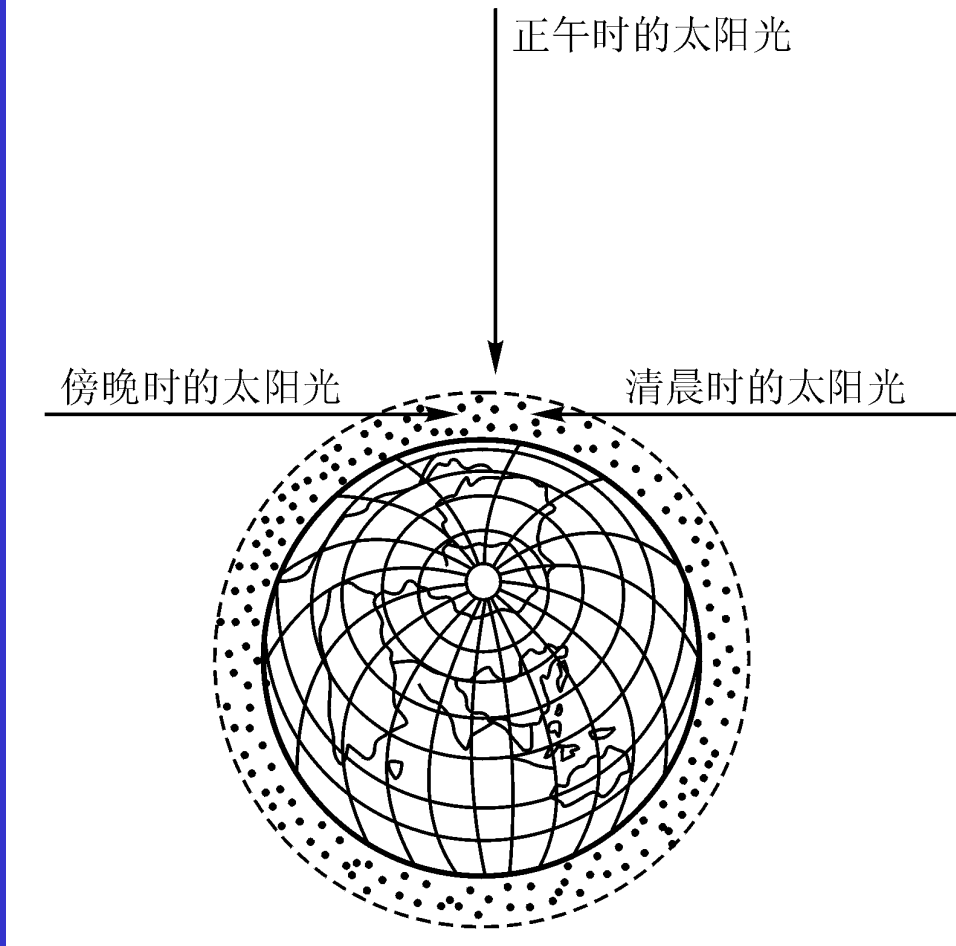
## 6. 分子散射

### ☀ 概念

在光学性质完全均匀的物质中，由于物质分子密度的涨落而引起的散射。

### ☀ 解释

晴朗的天空呈现浅蓝色；清晨日出或傍晚日落时，看到太阳呈现红色；正午时太阳光，呈现白色。

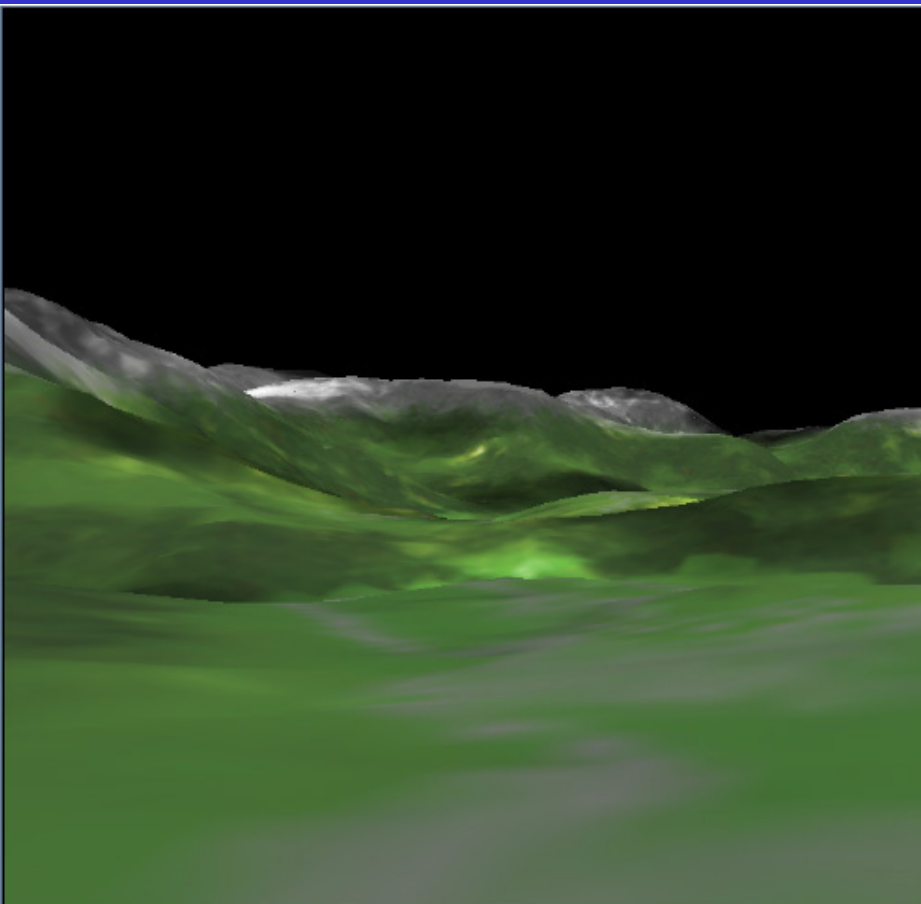


## ☀ 米氏散射与城市天空的景象。

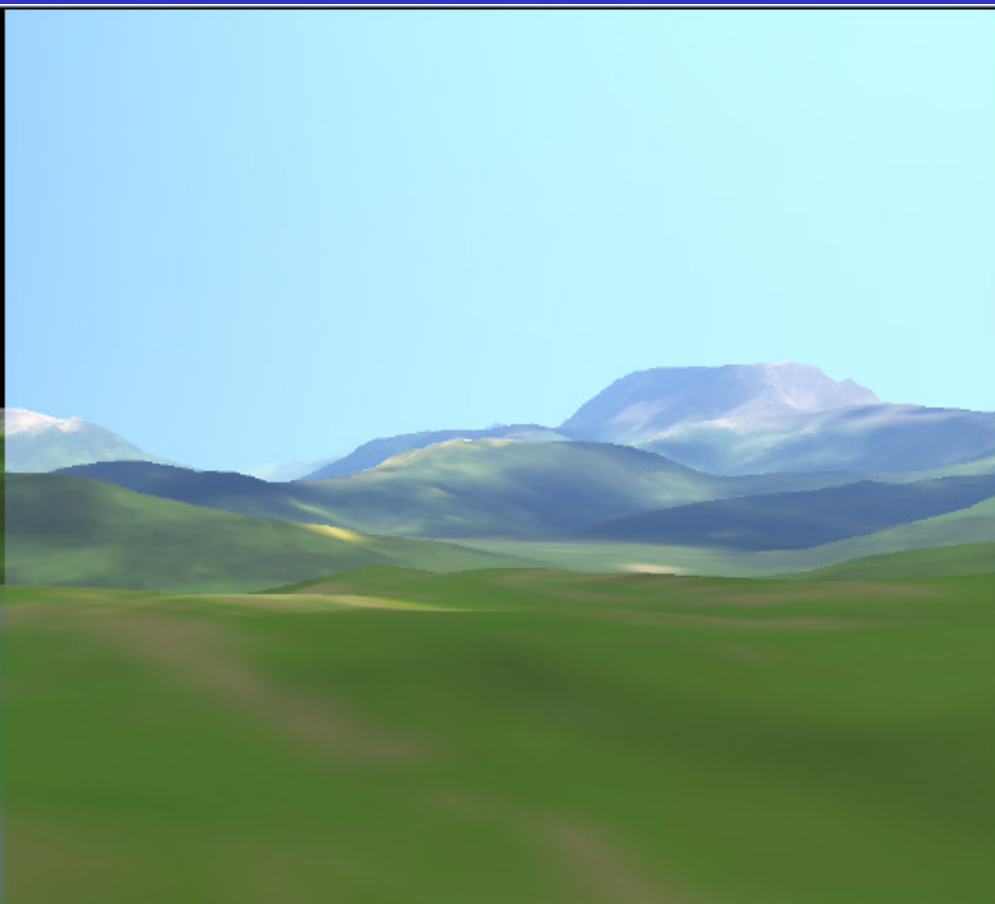
米氏散射理论在大气光学中占重要地位，它是人工降雨的理论基础。

# Mie Scattering

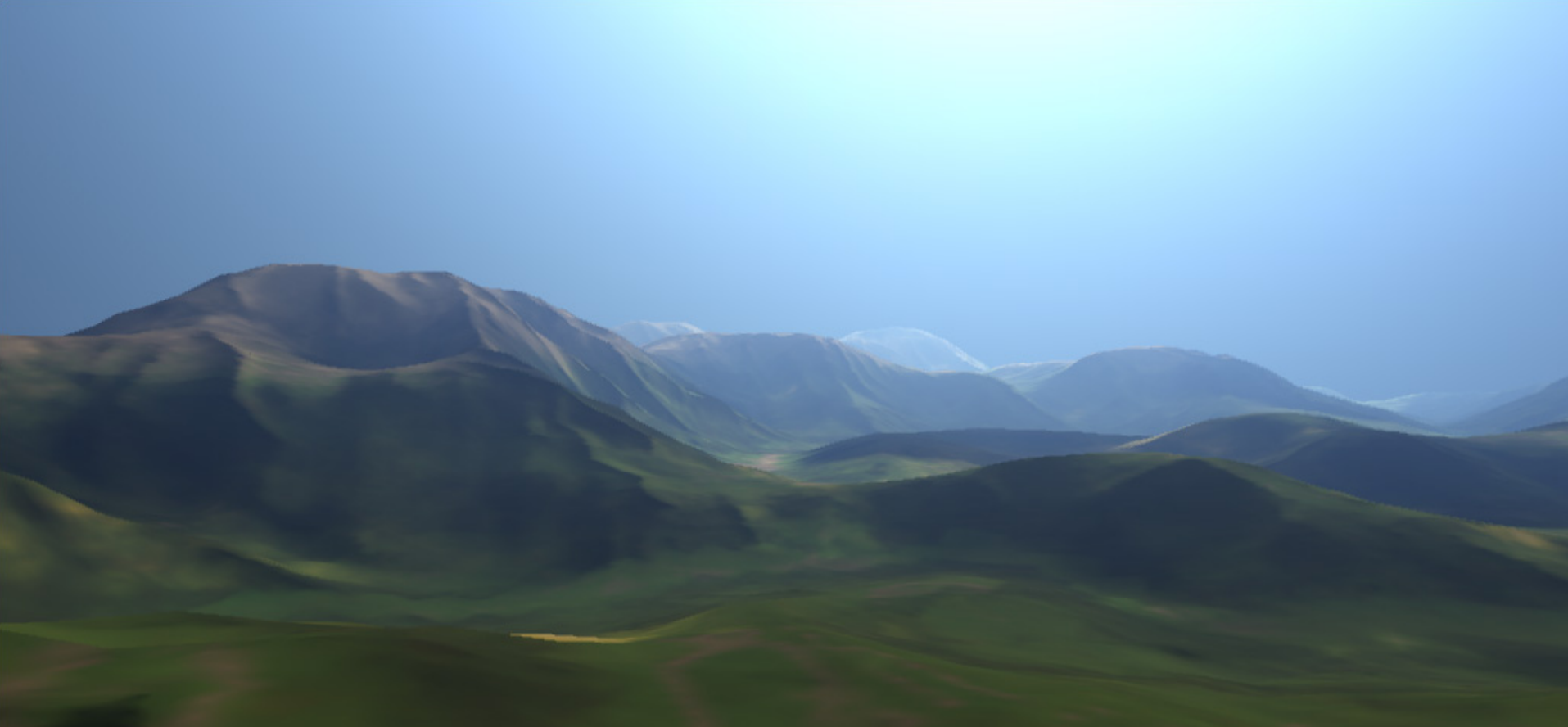




Without scattering



With scattering



Rayleigh Scattering - high  
Mie Scattering - low  
Sun Altitude - high

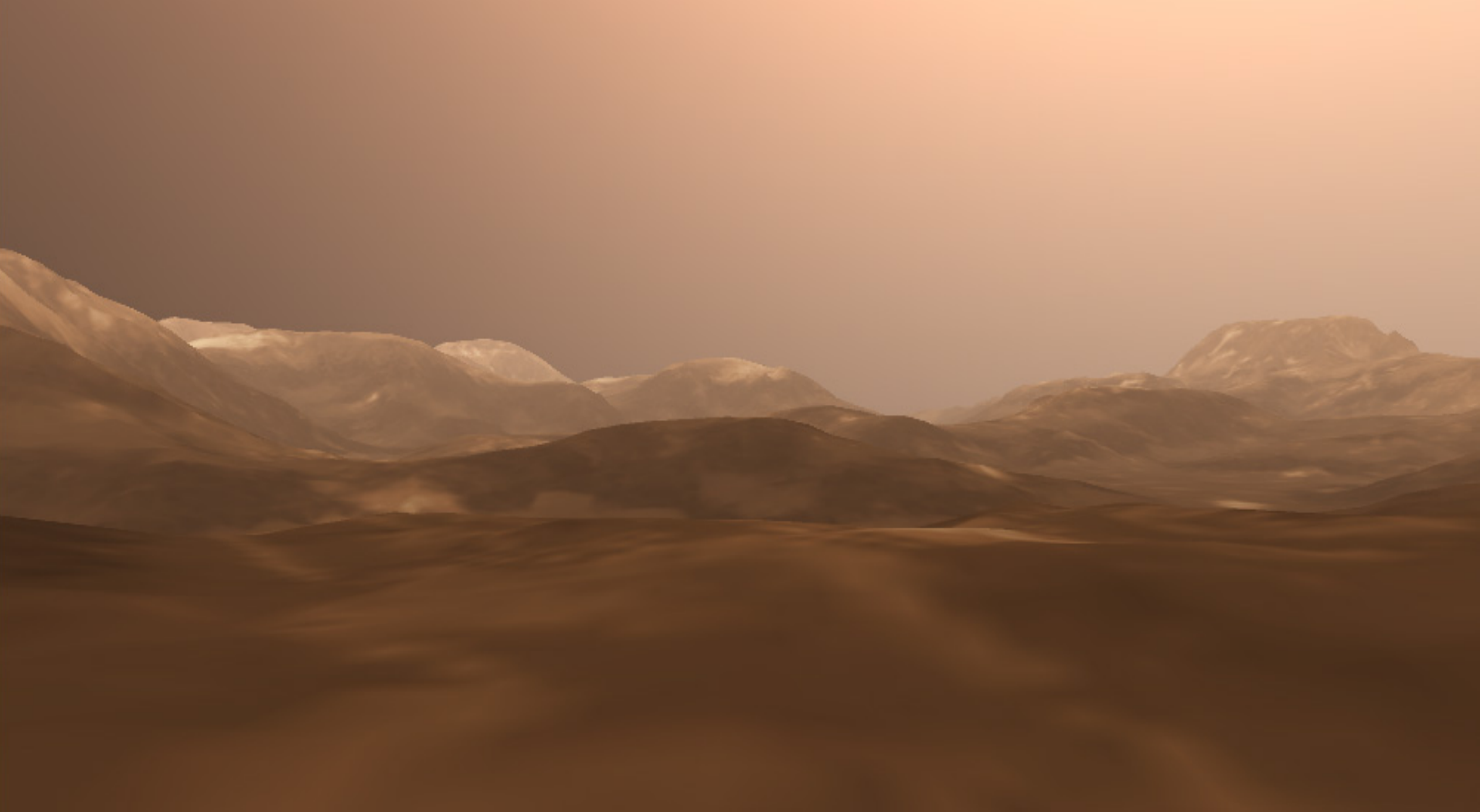




Rayleigh Scattering - low  
Mie Scattering - high  
Sun Altitude - high



Rayleigh Scattering - medium  
Mie Scattering - medium  
Sun Altitude - low



Planet Mars like scattering