

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。

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

α_a 为吸收系数， α_s 为散射系数， α 为衰减系数。

2. 机制

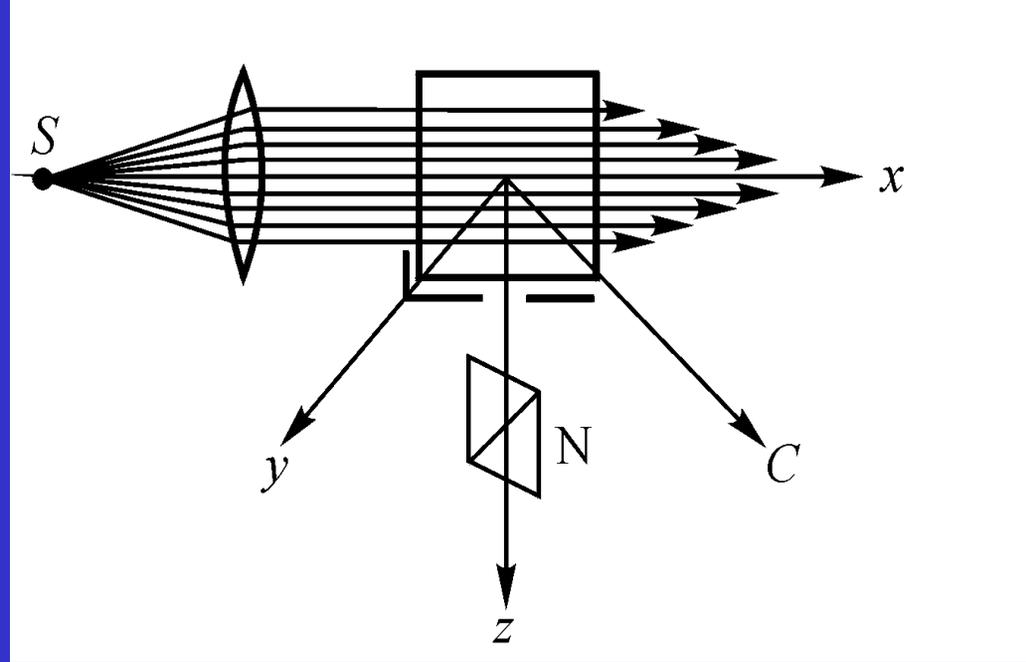
光通过非均匀物质时，杂质微粒的线度一般比光的波长小，它们彼此间的距离比波长大，而且排列毫无规则。因此，当它们在光作用下振动时彼此间无固定的相位关系，次级辐射的不相干叠加，各处不会相消，从而形成散射光。

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。



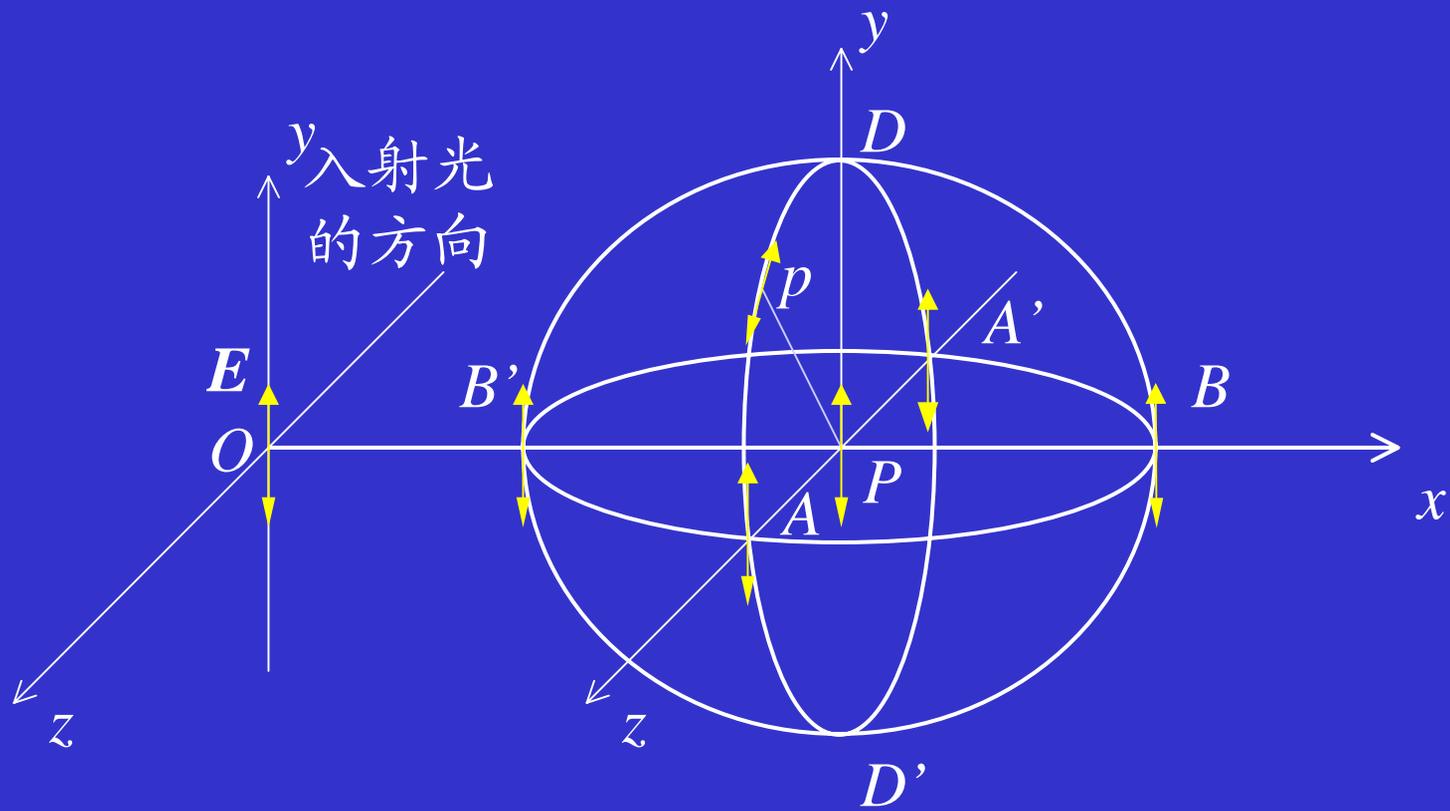
Rayleigh law

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

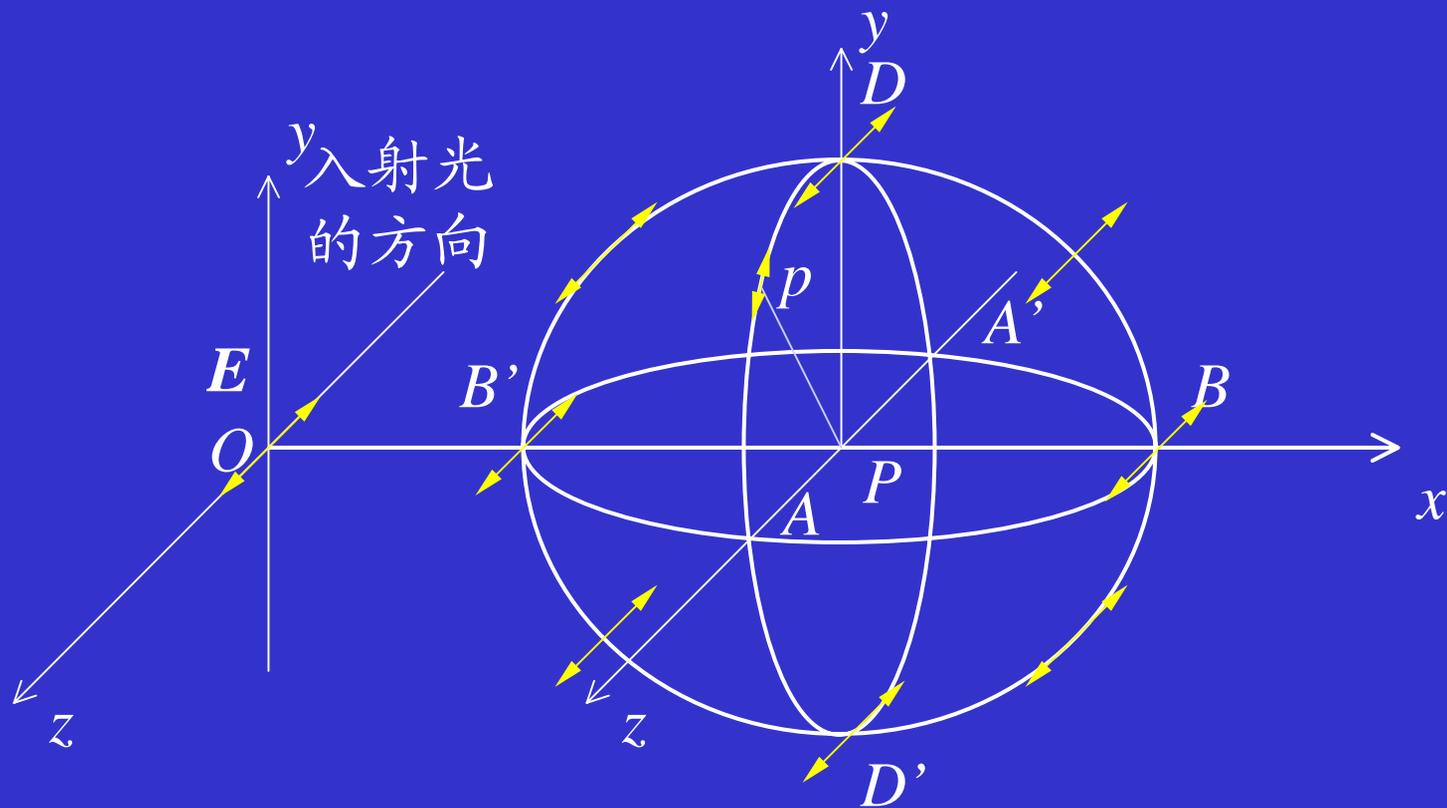
紫光的散射强度大约是红光的10倍。

Rayleigh Scattering

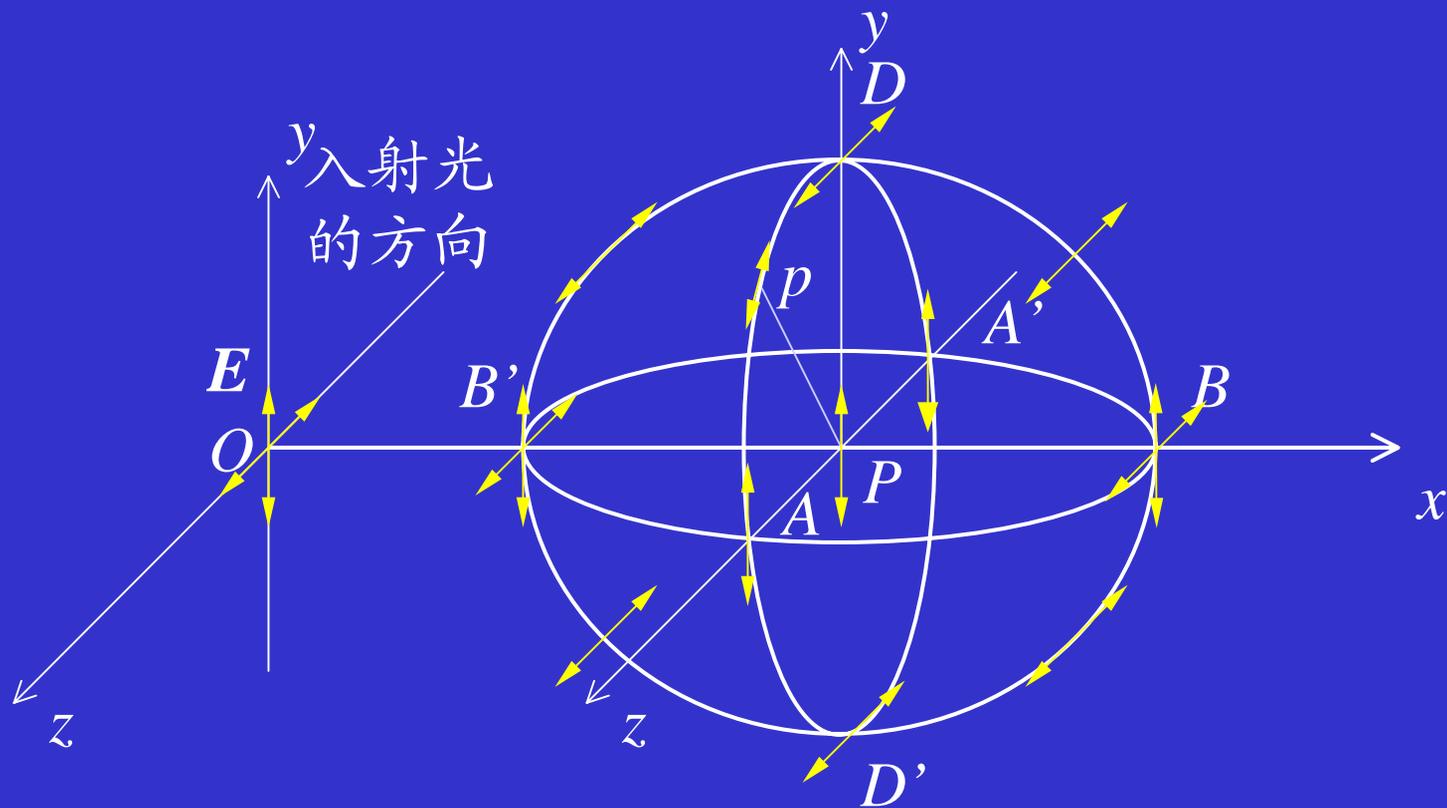




考虑入射光线沿 z 轴方向的振动分量

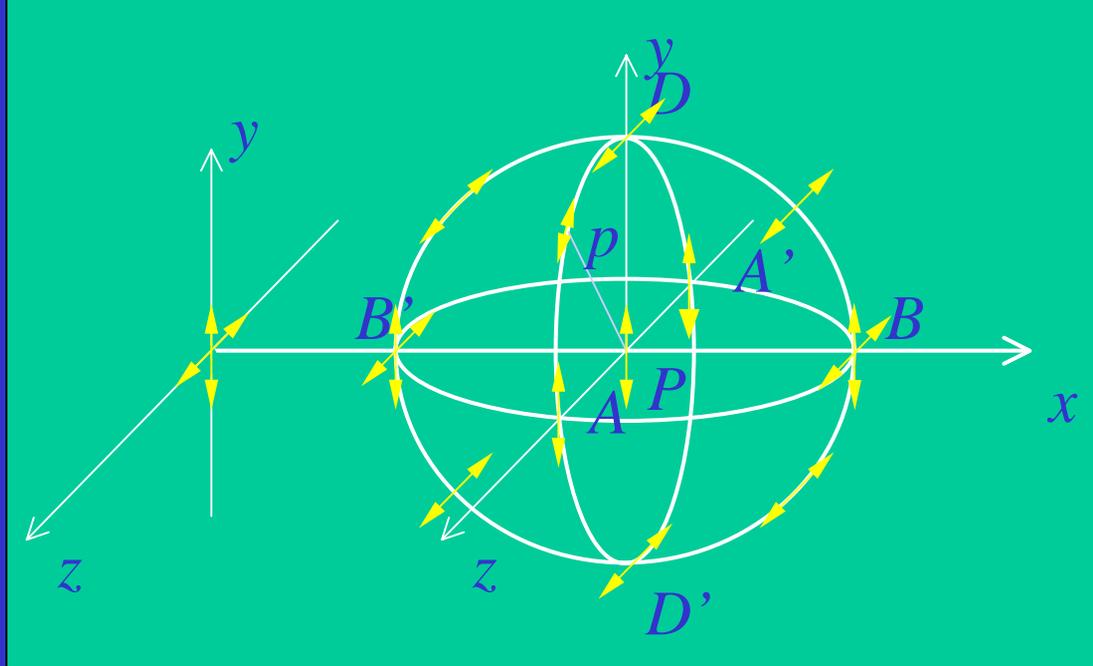


考虑入射光线沿 y 、 z 轴方向的振动分量



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

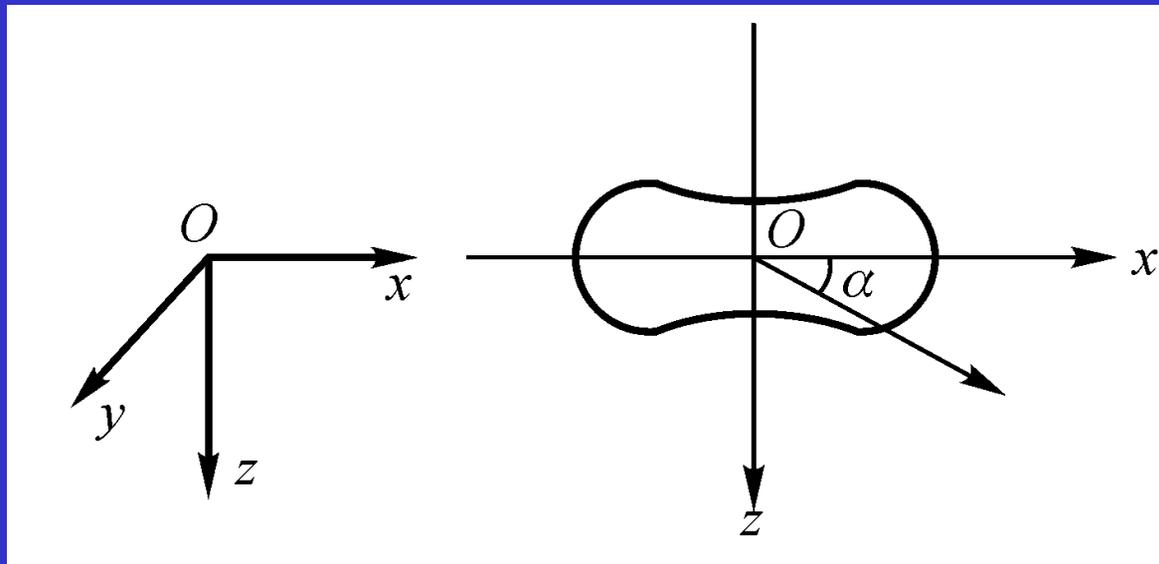
两个分振动的合成。

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。

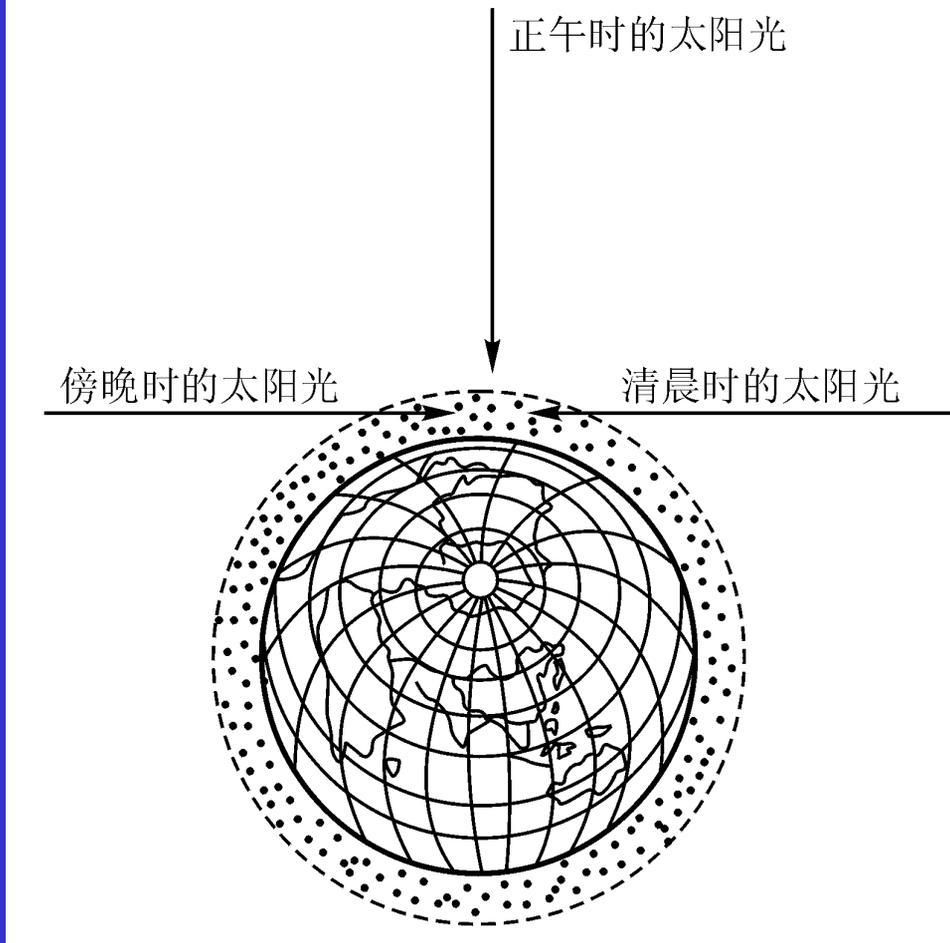
6. 分子散射

☀ 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。

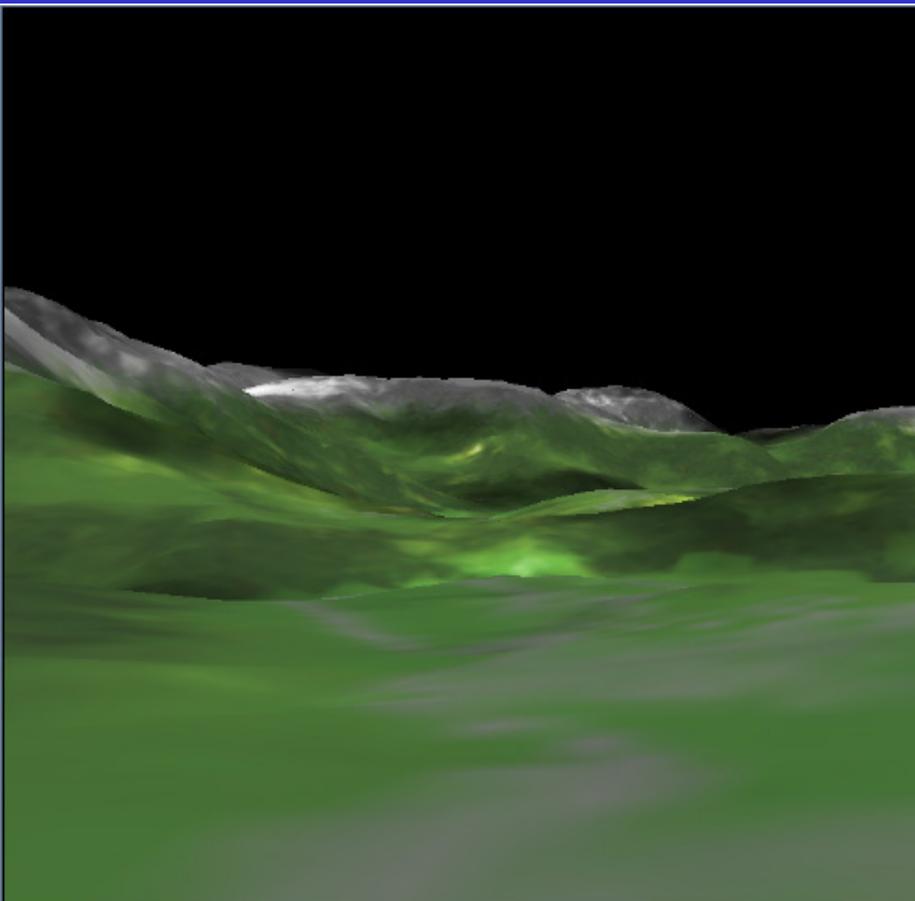


☀ 米氏散射与城市天空的景象。

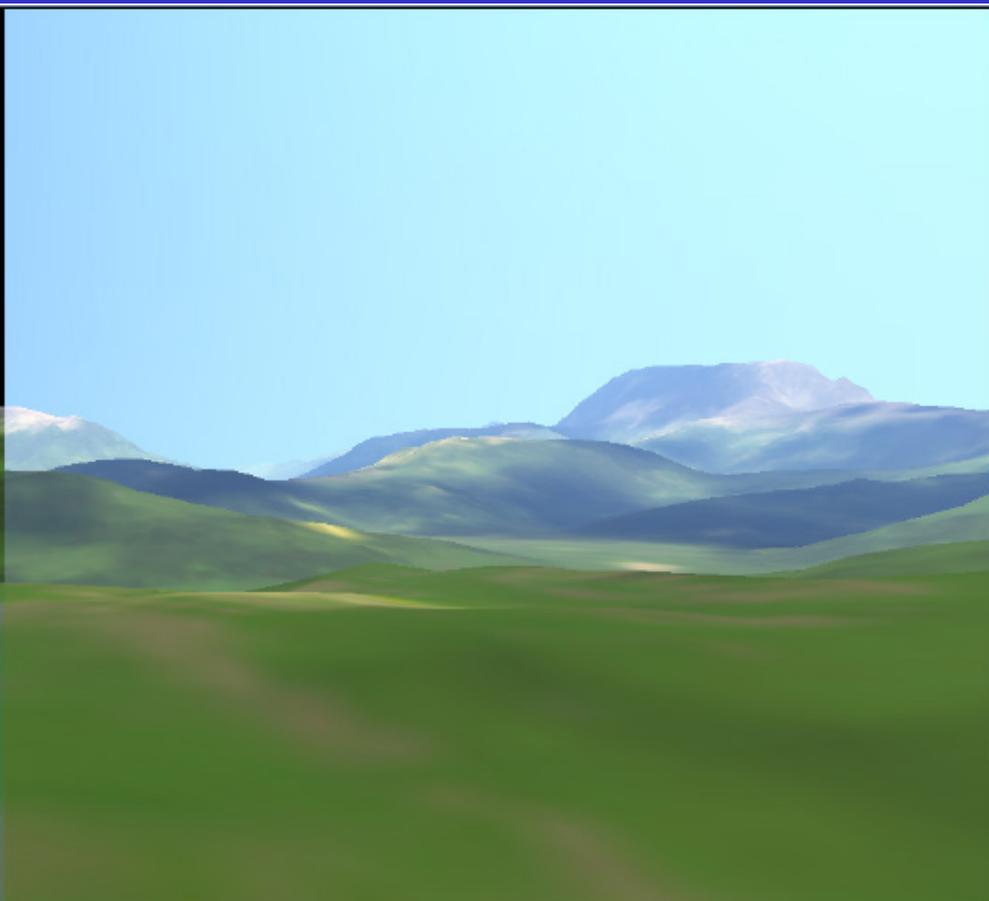
米氏散射理论在大气光学中占重要地位，它是人工降雨的理论基础。

Mie Scattering

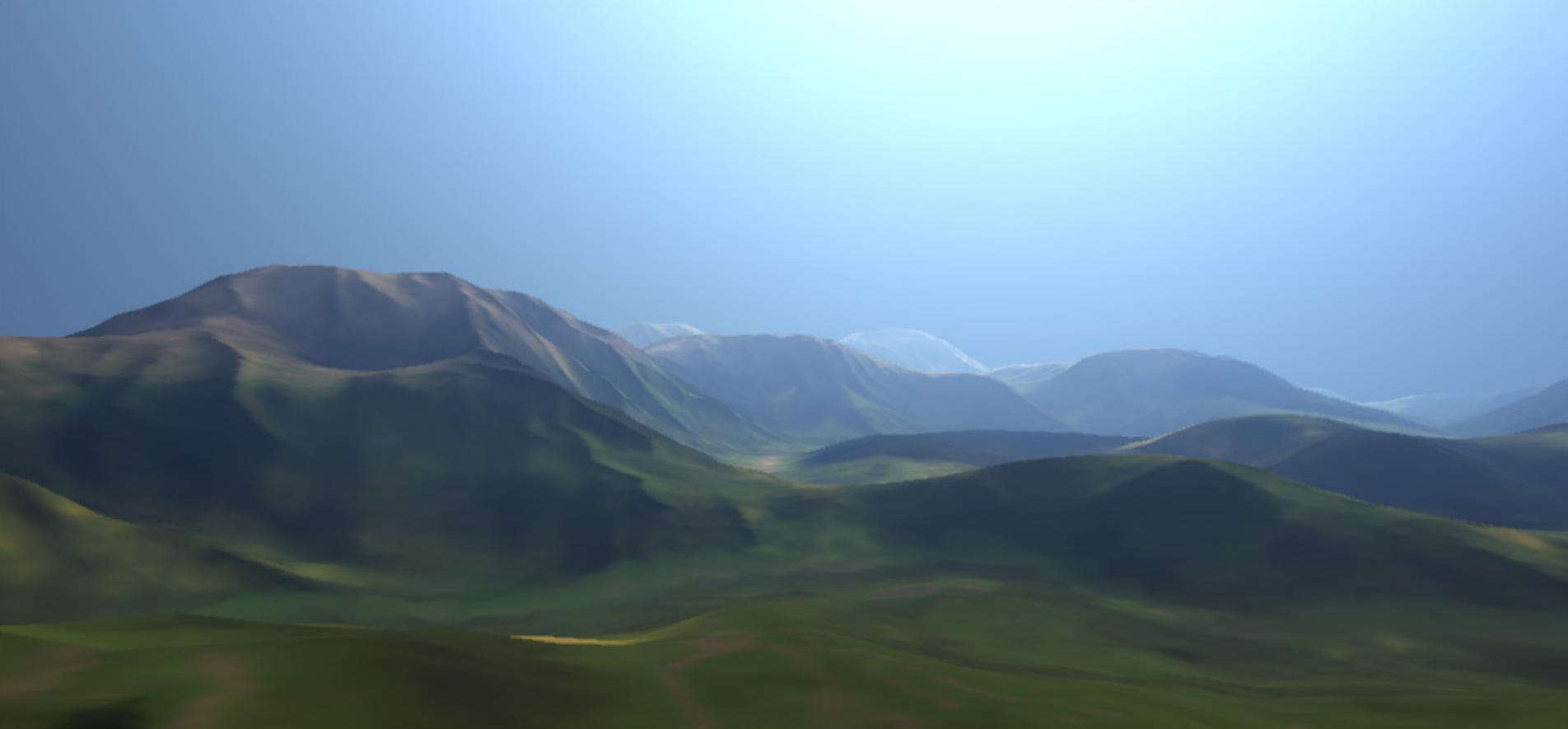




Without scattering



With scattering



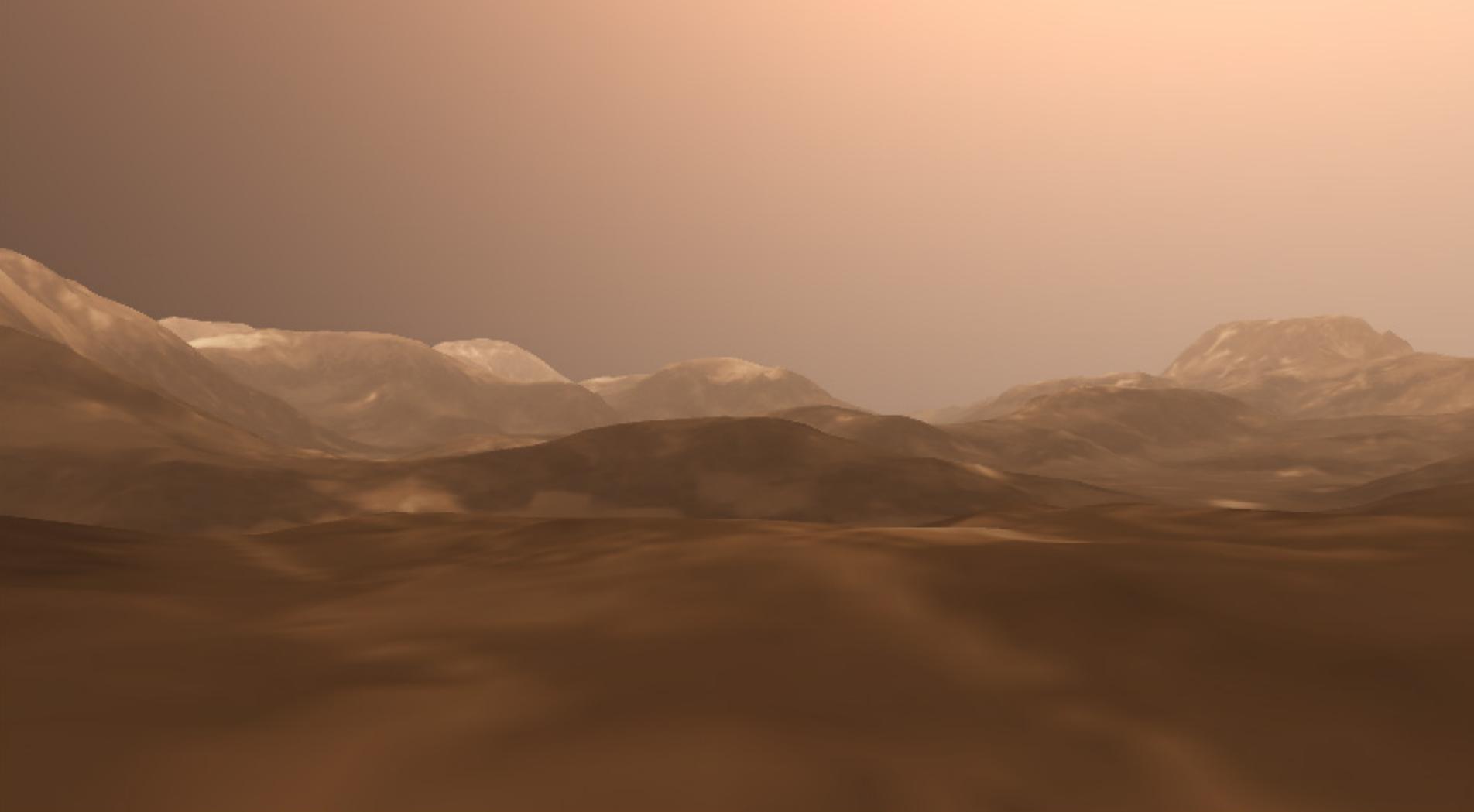
Rayleigh Scattering - high
Mie Scattering - low
Sun Altitude - high



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



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



Planet Mars like scattering