



逻辑教育
Logic education

Hello CC

OpenGL ES 主题[5]

视觉班—OpenGL ES 着色器与光照计算

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师

转载需注明出处,不得用于商业用途.已申请版权保护



逻辑教育
Logic education

课程目标

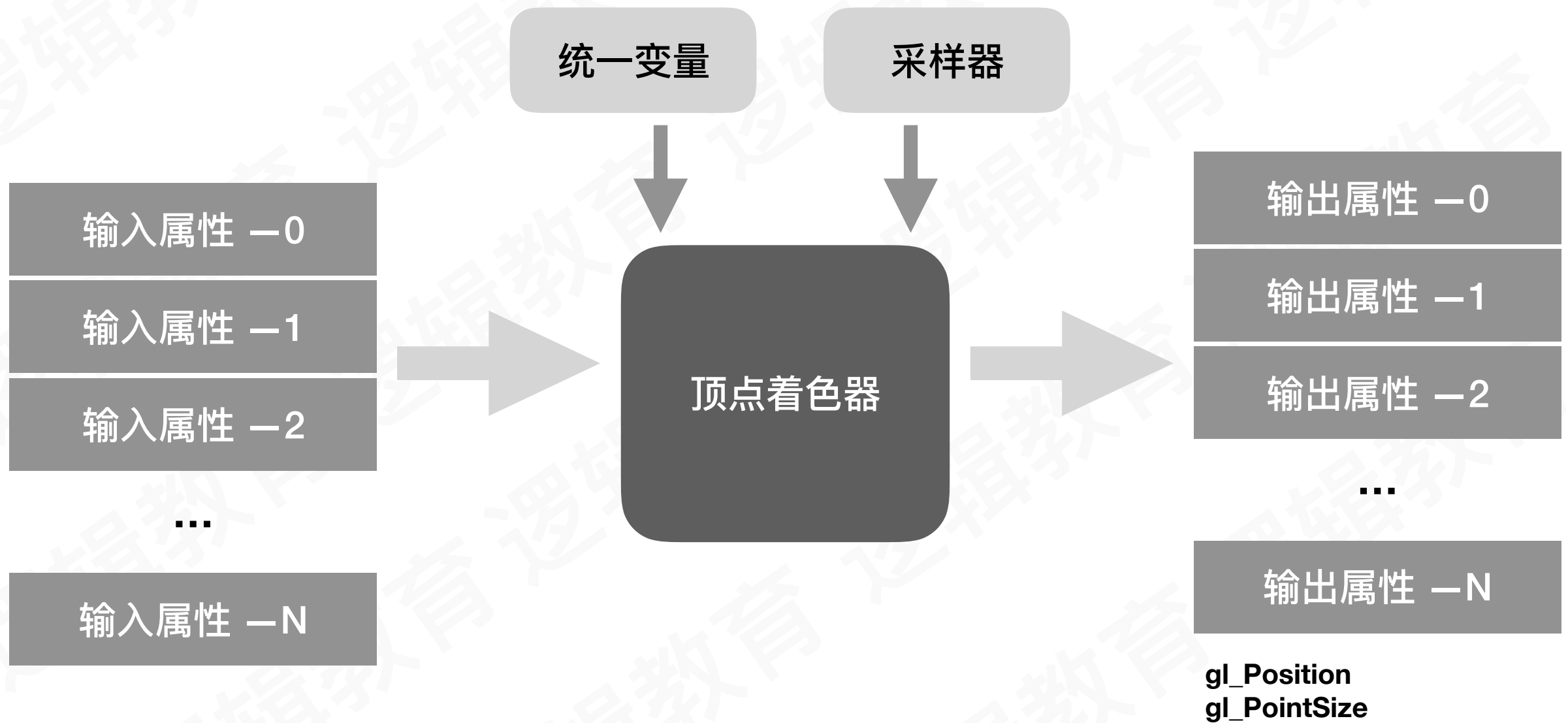
1. 顶点着色器详讲
2. 片元着色器详讲
3. 光照的基本概念
4. 光照的种类
5. 光的种类
6. 材质的种类
7. 光照计算
8. 案例

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

OpenGL ES 3.0 顶点着色器



课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



顶点着色业务:

顶点着色器 业务:

1. 矩阵变换位置
2. 计算光照公式生成逐顶点颜色
3. 生成/变换纹理坐标

总结: 它可以用于执行自定义计算, 实施新的变换, 照明或者传统的固定功能所不允许的基于顶点的效果.



顶点着色代码案例:

```
attribute vec4 position;  
attribute vec2 textCoordinate;  
uniform mat4 rotateMatrix;  
varying lowp vec2 varyTextCoord;  
void main()  
{  
    varyTextCoord = textCoordinate;  
    vec4 vPos = position;  
    vPos = vPos * rotateMatrix;  
    gl_Position = vPos;  
}
```



逻辑教育
Logic education

顶点着色器 内建特殊变量

gl_VertexID

gl_InstanceID

gl_Position

gl_PointSize

gl_FrontFacing

课程研发:CC老师

课程授课:CC老师



顶点着色器 内建Uniform

```
struct gl_DepthRangeParameters  
{  
    highp float near; //near z  
    highp float far;  //near far  
    highp float diff; //far - near  
}
```

```
uniform gl_DepthRangeParameters gl_DepthRange;
```



顶点着色器 内建常量

```
const mediump int gl_MaxVertexAttribs = 16;  
const mediump int gl_MaxVertexUniformVectors = 256;  
const mediump int gl_MaxVertexOutputVectors = 16;  
const mediump int gl_MaxVertexTextureImageUnits = 16;  
const mediump int gl_MaxCombinedTextureImageUnits = 32;
```




逻辑教育
Logic education

顶点着色器 矩阵变换

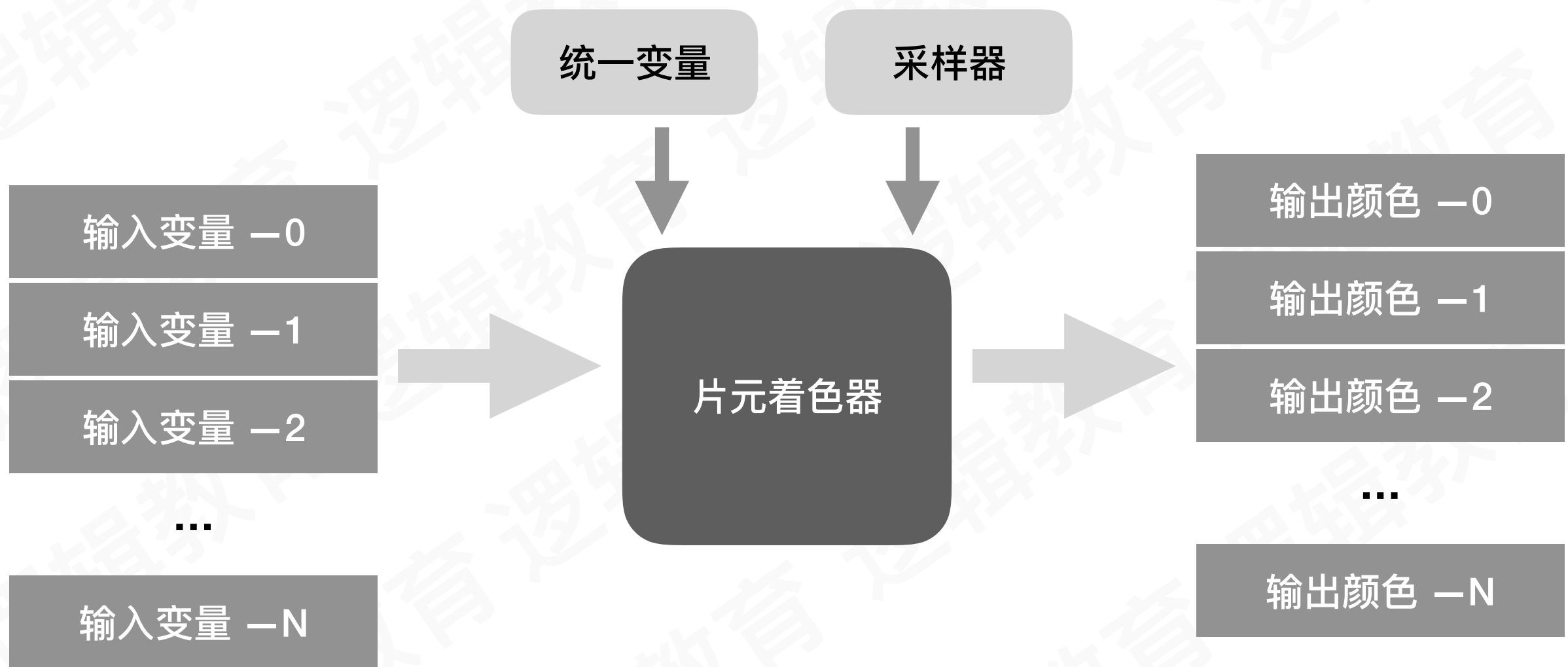
MVP(模型->视图->投影)矩阵变换

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师

转载需注明出处,不得用于商业用途.已申请版权保护



OpenGL ES 3.0 片段着色器/片元着色器



gl_FragColor

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

片元着色器业务:

片元着色器 业务:

1. 计算颜色
2. 获取纹理值
3. 往像素点中填充颜色值[纹理值/颜色值];

总结: 它可以用于图片/视频/图形中每个像素的颜色填充[比如给视频添加滤镜,实际上就是将视频中每个图片的像素点颜色填充进行修改.]

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



片元着色代码案例:

```
varying lowp vec2 varyTextCoord;  
uniform sampler2D colorMap;  
void main()  
{  
    gl_FragColor = texture2D(colorMap, varyTextCoord);  
}
```



内建特殊变量

- `gl_FragCoord`
- `gl_FrontFacing`
- `gl_PointCoord`
- `gl_FragDepth`



逻辑教育
Logic education

内建常量

```
const mediump int gl_MaxFragmentInputVectors = 15;  
const mediump int gl_MaxTextureImageUnits = 16;  
const mediump int gl_MaxFragmentUniformVectors = 224;  
const mediump int gl_MaxDrawBuffers = 4;
```

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



多个纹理单元渲染[服务端]

//片元着色器代码

```
attribute vec2 v_texCoord;  
uniform sampler2D s_baseMap;  
uniform sampler2D s_SecondMap;  
void main()  
{  
    vec4 baseColor;  
    vec4 secondColor;  
  
    baseColor = texture(s_baseMap ,v_texCoord);  
    secondColor = texture(s_SecondMap ,v_texCoord);  
  
    gl_FragColor = baseColor * secondColor;  
}
```

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



多个纹理单元渲染[客户端]

//客户端代码： 将各个纹理对象绑定到纹理单元0和1,为采样器设置数值,将采集器绑定到对应的纹理单元

```
glActiveTexutre(GL_TEXTURE0);  
glBindTeture(GL_TEXTURE_2D ,baseMapTexId);  
glUniformli(baseMapTexId,0);  
  
glActiveTexutre(GL_TEXTURE1);  
glBindTeture(GL_TEXTURE_2D ,secondMapTexId);  
glUniformli(secondMapTexId,1);
```




逻辑教育
Logic education

内建函数

常用内建函数:

dot :点乘

cross :叉乘

texture2D :用于对纹理采样

normalize :对一个向量规格化

clamp :将一个向量固定在一个最小值和最大值之间

课程研发:CC老师

课程授课:CC老师



内建函数

函 数	说 明
<code>pow()</code>	幂函数（对矢量和标量同样有效，下同）
<code>exp()</code> , <code>log()</code>	指数函数，对数函数
<code>abs()</code>	绝对值
<code>sqrt()</code>	平方根
<code>max()</code> , <code>min()</code>	最值
<code>ceil()</code> , <code>floor()</code>	取大于实参的最小整数，取小于实参的最大整数
<code>sin()</code> , <code>cos()</code> , <code>tan()</code>	三角函数
<code>asin()</code> , <code>acos()</code> , <code>atan()</code>	反三角函数
<code>sinh()</code> , <code>cosh()</code> , <code><a> tanh()</code>	双曲正弦，双曲余弦，双曲正切（以及相应的反函数）
<code>length()</code>	向量长度
<code>distance()</code>	两个向量的距离
<code>dot()</code> , <code>cross()</code>	数乘，叉乘
<code>matrixCompMult()</code>	矩阵对应元素分别相乘
<code>transpose()</code> , <code>determinant()</code> , <code>inverse()</code>	矩阵的转置，行列式，逆
<code>lessThan()</code> , <code>greaterThan()</code> , <code>equal()</code>	小于，大于，等于（对实参向量对应位置的每个分量做大小比较，生成布尔向量）

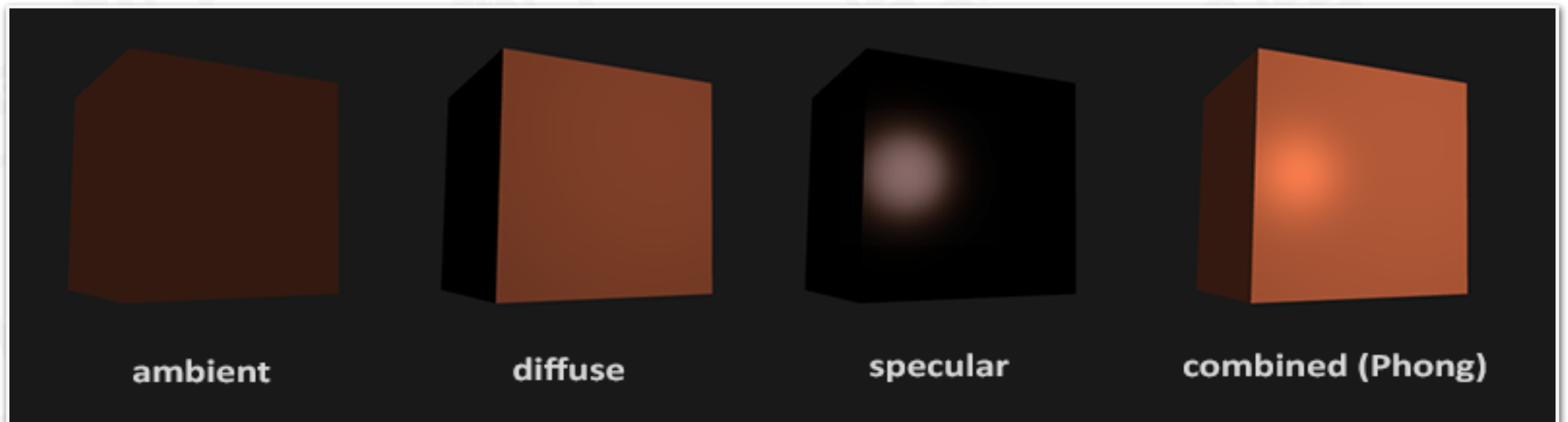
课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 光照基础

1. 环境光照
2. 漫反射光照
3. 镜面光照

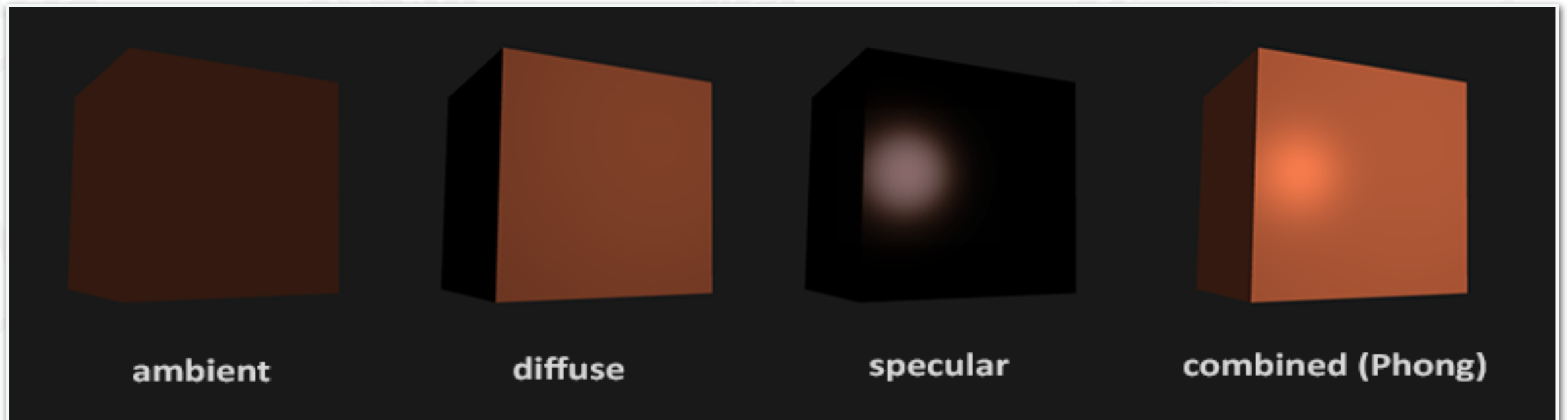


课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



• 光照特性

1. 发射光：由物体自身发光
2. 环境光：就是在环境中充分散射的光，而且无法分辨它的方向
3. 漫反射光：光线来自某个方向，但在物体上各个方向反射。
4. 镜面高光：光线来自一个特定的方向，然后在物体表面上以一个特定的方向反射出去



课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 材质属性

1. 泛射材质
2. 漫反射材质
3. 镜面反射材质
4. 发射材质

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 光照计算

1. 环境光的计算

环境光 = 光源的环境光颜色 * 物体的材质颜色

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



• 光照计算

1. 环境光的计算(亮度)

$$\begin{Bmatrix} R_p \\ G_p \\ B_p \end{Bmatrix} = \text{Pixel Color}$$

$$\begin{Bmatrix} R_l \\ G_l \\ B_l \end{Bmatrix} = \text{Light Color}$$

A(亮度) = Ambient intensity

$$\begin{Bmatrix} R_p \\ G_p \\ B_p \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} R_l \\ G_l \\ B_l \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} A \\ A \\ A \end{Bmatrix} = \text{Final pixel color}$$



逻辑教育
Logic education

- 光照计算

1. 发射光的计算

发射颜色 = 物体的反射材质颜色

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 光照比较



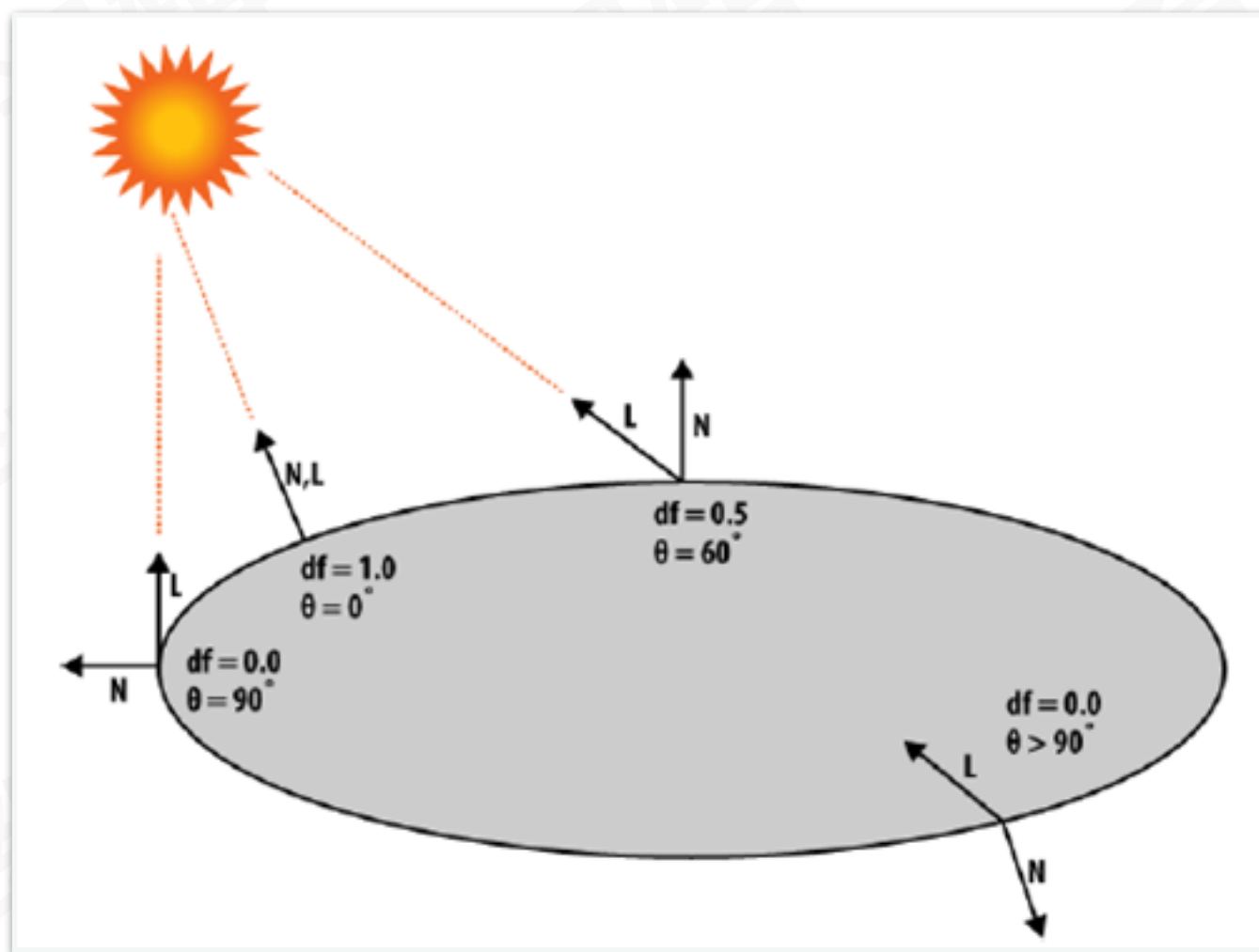
课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 漫反射光照计算

- 漫反射光计算



课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 漫反射光照计算

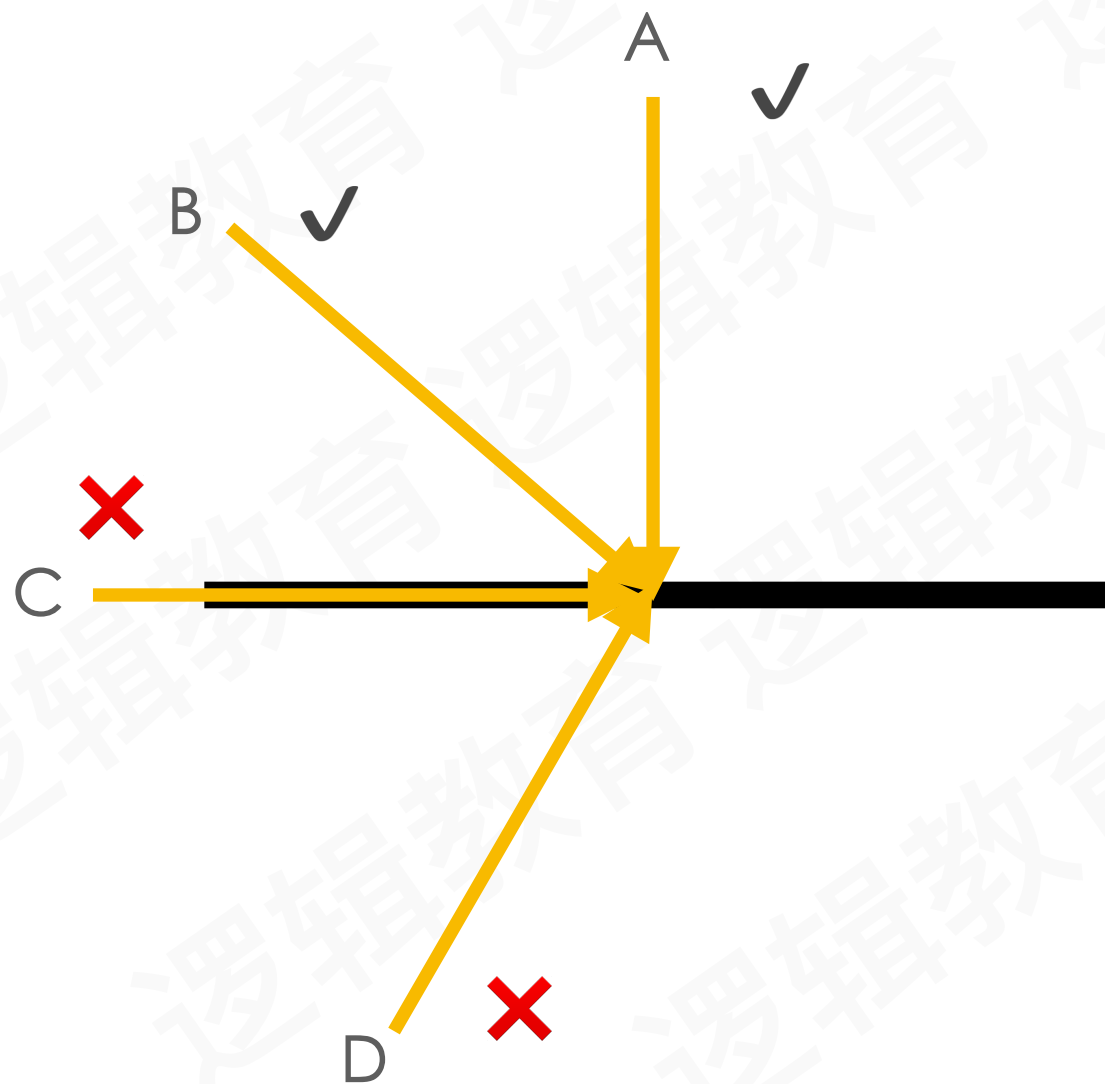
光线照射到物体表面,决定物体表面光照的强度,用下图表示



课程研发:CC老师
课程授课:CC老师

- 漫反射光照计算

光照强度是光本身强度和光线与物体表面法线夹角 \cos 的乘积。



结论：

有效的光照方向是与物体表面法线夹角在 $0\sim 90$ 度之间的

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师

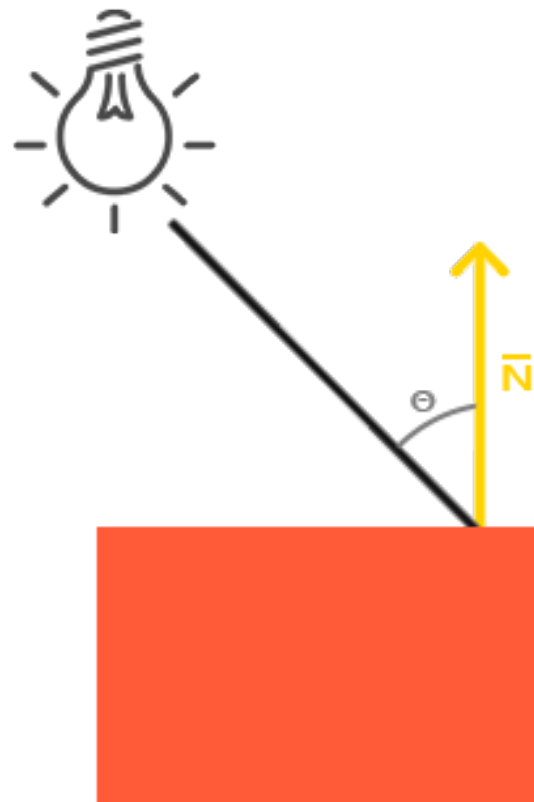


• 漫反射光计算

漫反射颜色 = 光源的漫反射颜色 * 物体的漫发射材质颜色 * DiffuseFactor

$\text{DiffuseFactor} = \max(0, \text{dot}(\mathbf{N}, \mathbf{L}))$

漫反射因子 **DiffuseFactor** 是光线 与 顶点法线向量的点积

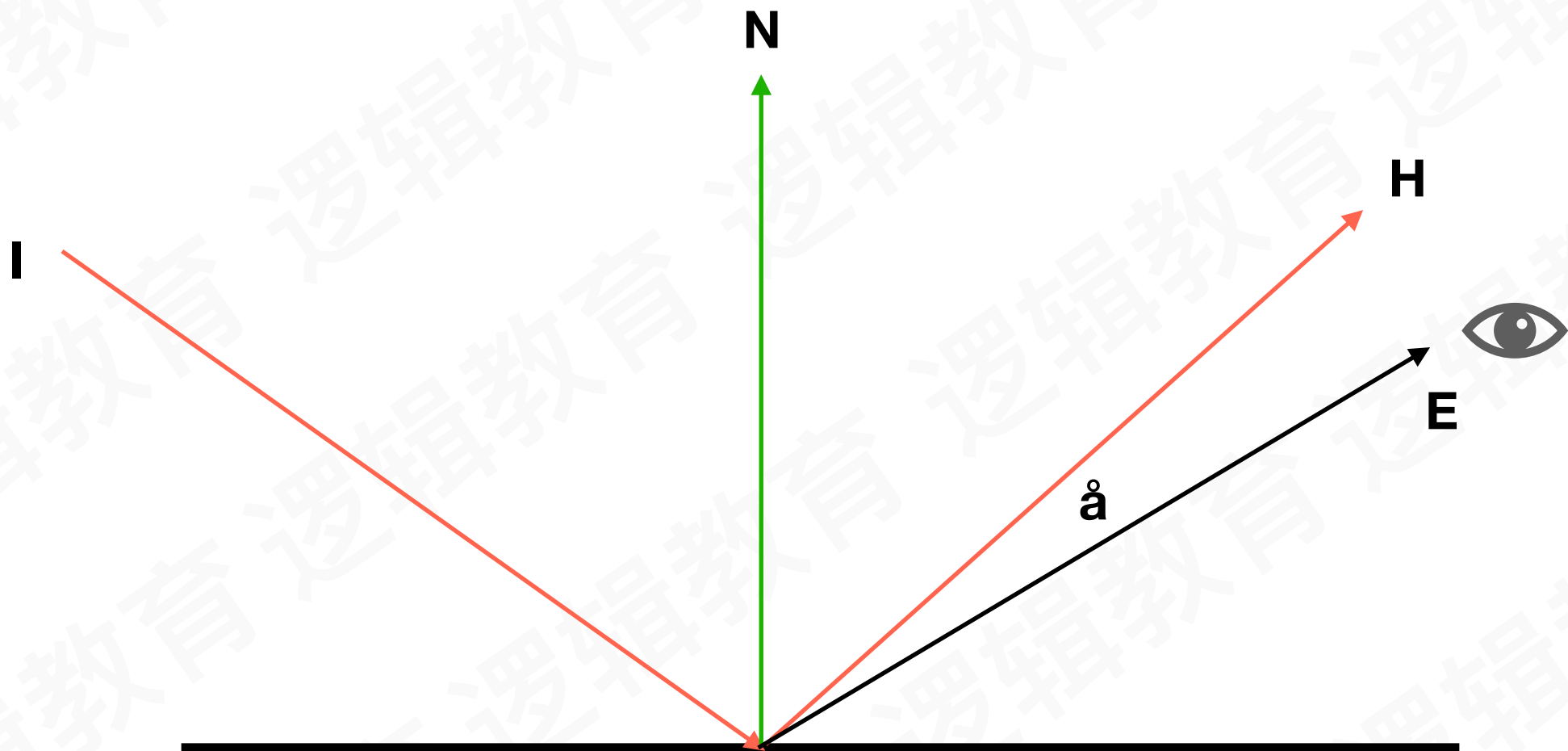


课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

• 镜面光计算



N : 平面法线

I : 入射光线

H : 反射光线

E : 视线

α : 视点与反射光的夹角

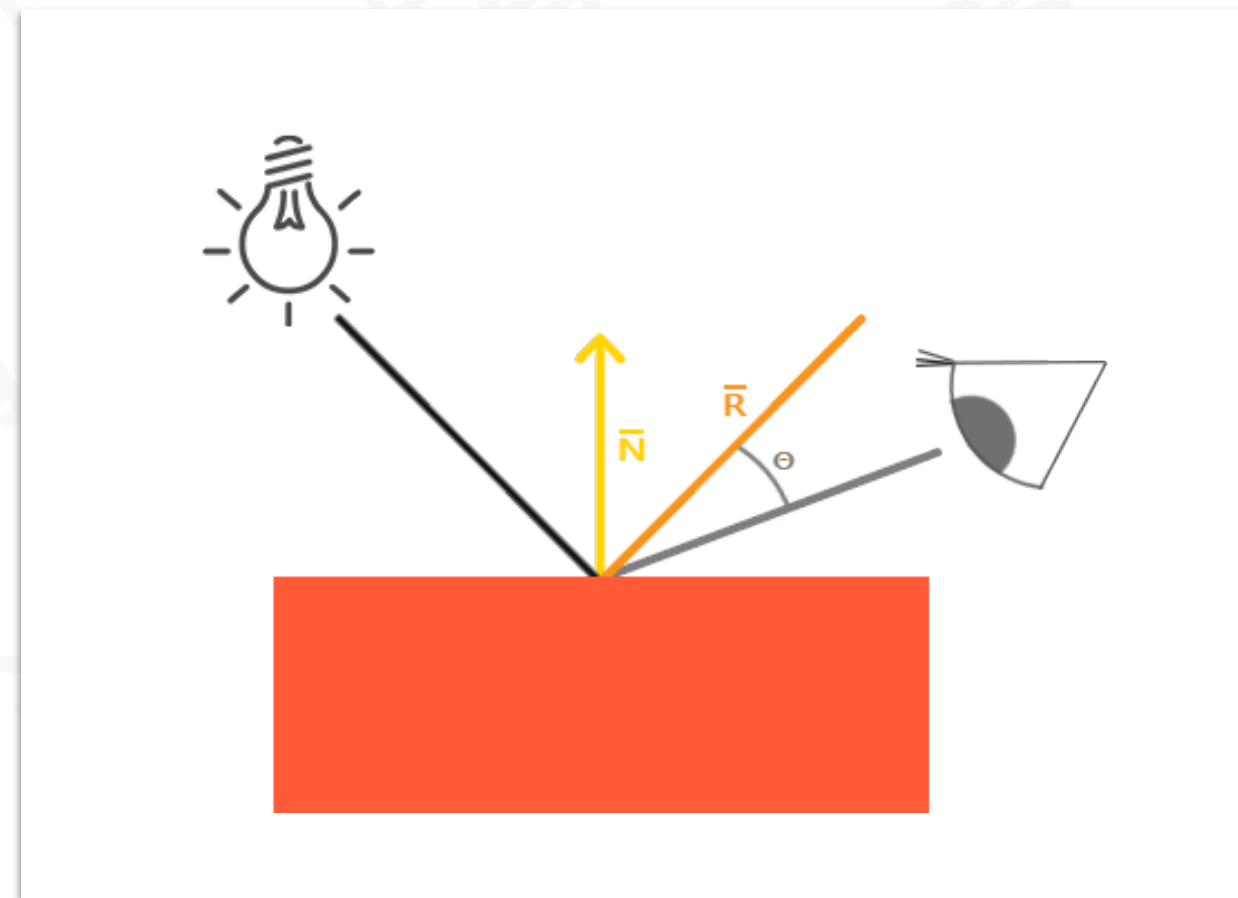
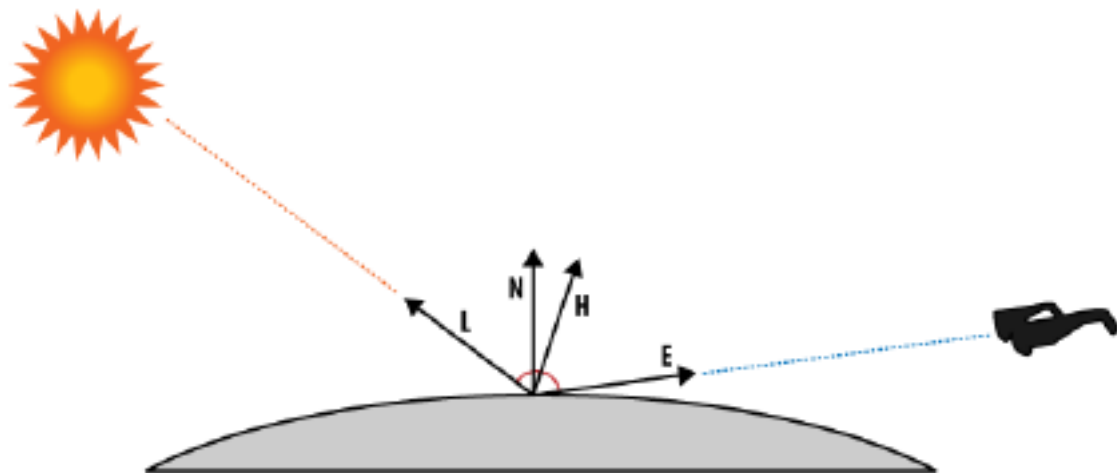
镜面光强度与视点位置相关

课程研发:CC老师

课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education



课程研发:CC老师
课程授课:CC老师

转载需注明出处,不得用于商业用途.已申请版权保护



- 镜面光计算

镜面反射颜色 = 光源的镜面光的颜色 * 物体的镜面材质颜色 * SpecularFactor

$\text{SpecularFactor} = \text{power}(\max(0, \text{dot}(\mathbf{N}, \mathbf{H})), \text{shininess})$

\mathbf{H} : 视线向量 \mathbf{E} 与 光线向量 \mathbf{L} 的半向量

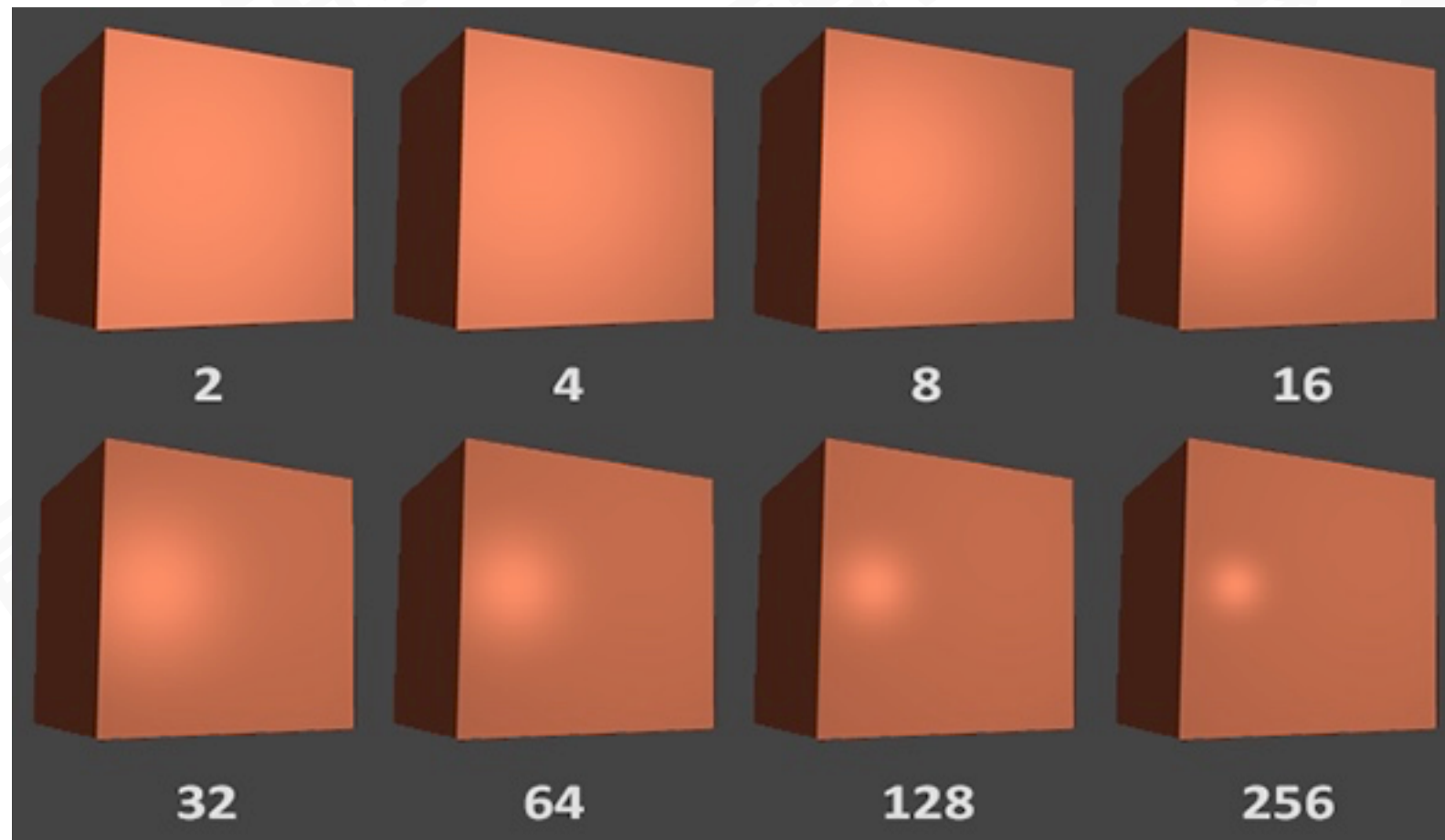
$\text{dot}(\mathbf{N}, \mathbf{H})$: \mathbf{H}, \mathbf{N} 的点积几何意义, 平方线与法线夹角的 \cos 值

shininess : 高光的反光度;



逻辑教育
Logic education

- 镜面光计算



课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 光照计算

光照颜色 = (环境颜色 + 漫反射颜色 + 镜面反射颜色) * 衰减因子

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



- 衰减因子

$$F_{att} = \frac{1.0}{K_c + K_l * d + K_q * d^2}$$

衰减因子 = 1.0/(距离衰减常量 + 线性衰减常量 * 距离 + 二次衰减常量 * 距离的平方)

距离衰减常量, 线性衰减常量和二次衰减常量均为常量值

- 注意

环境光, 漫反射光和镜面光的强度都会受距离的增大而衰减, 只有发射光和全局环境光的强度不会受影响

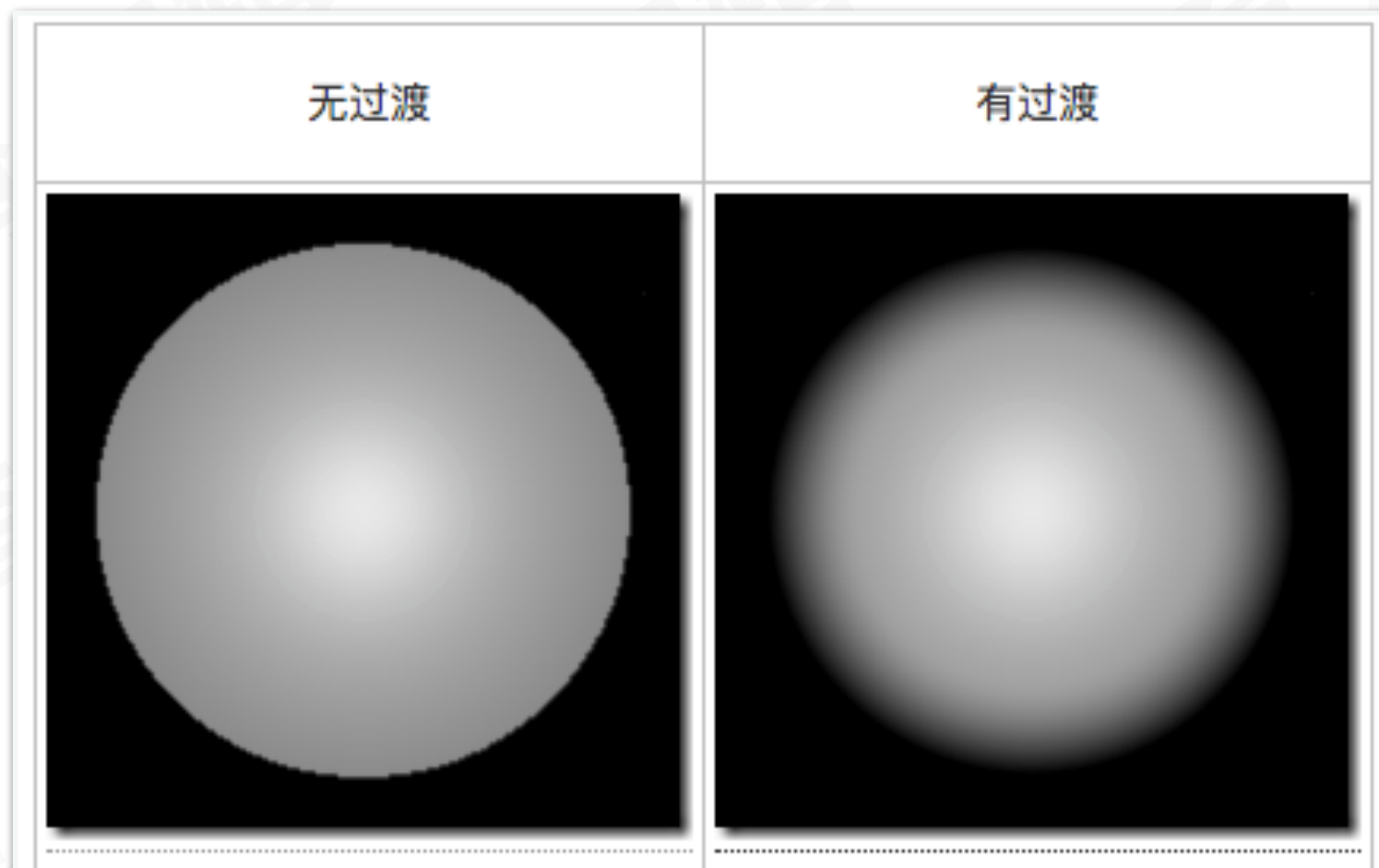


- 聚光灯因子

聚光灯夹角cos值 = $\text{power}(\max(0, \text{dot}(\text{单位光源位置}, \text{单位光线向量})), \text{聚光灯指数})$;

- 单位光线向量是从光源指向顶点的单位向量
- 聚光灯指数，表示聚光灯的亮度程度
- 公式解读：单位光源位置 * 单位光线向量 点积 的 聚光灯指数次方。

- 聚光灯无过渡 与 有过渡处理

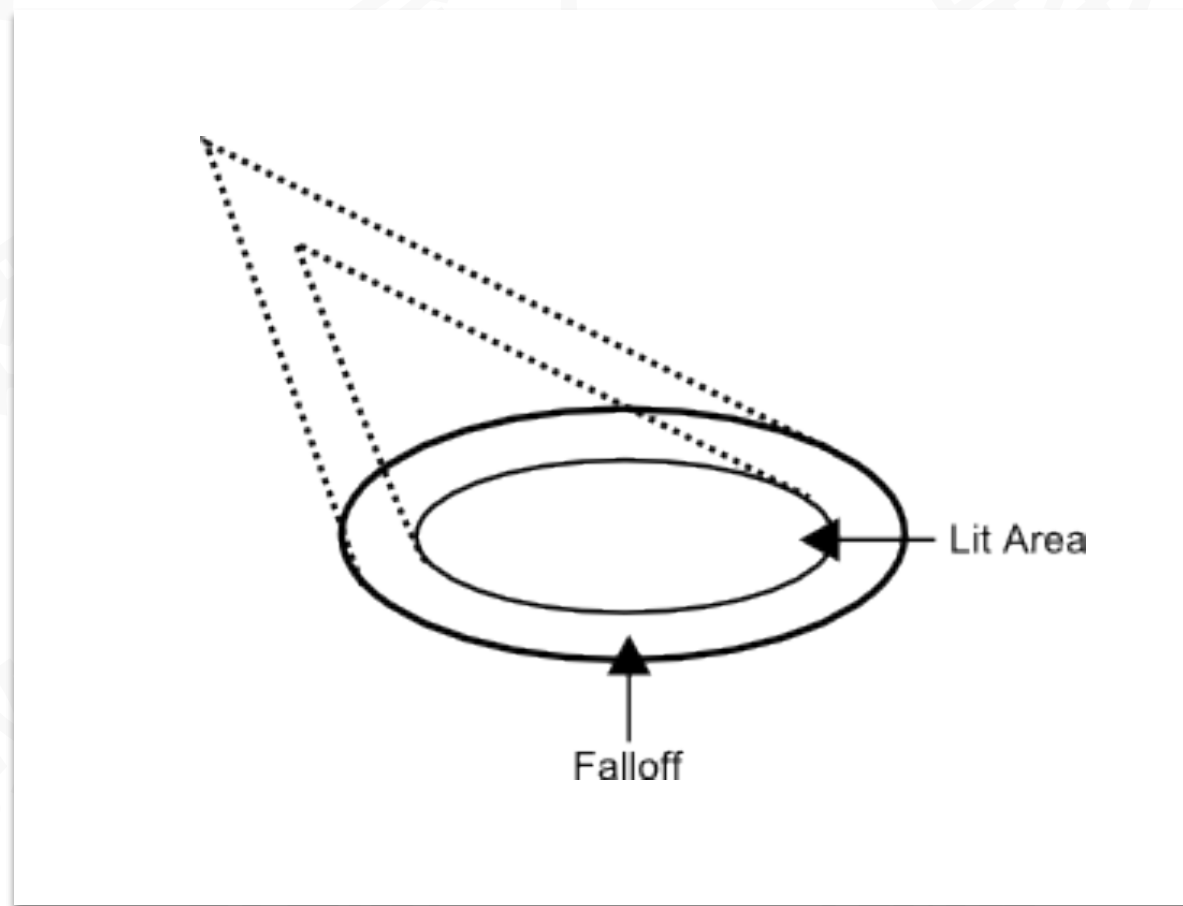


课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



- 增加过渡计算

聚光灯因子 = $\text{clamp}((\text{外环的聚光灯角度}\cos\text{值} - \text{当前顶点的聚光灯角度}\cos\text{值}) / (\text{外环的聚光灯角度}\cos\text{值} - \text{内环聚光灯的角度的}\cos\text{值}), 0, 1)$;



课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



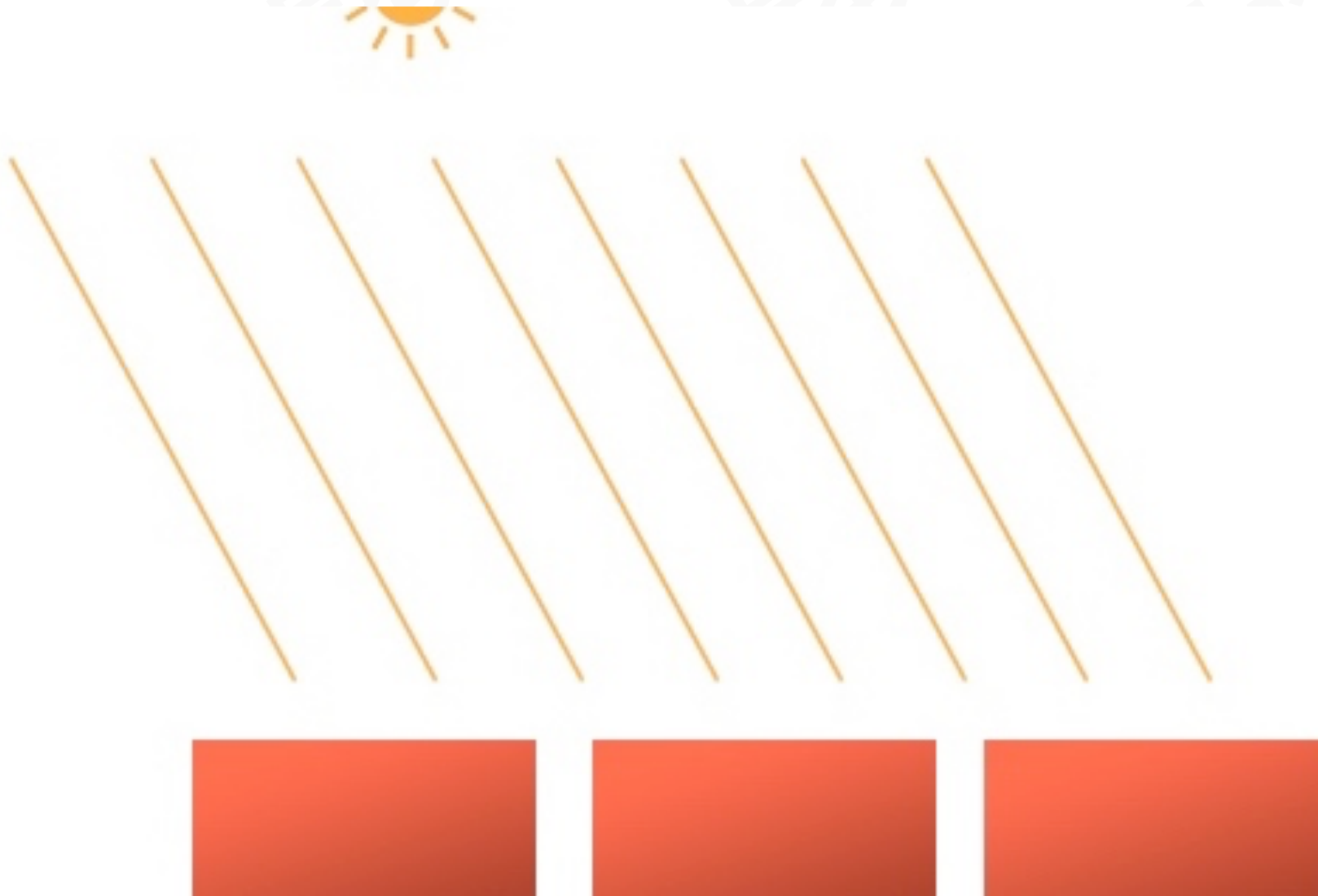
逻辑教育
Logic education

- 光照计算终极公式

光照颜色 = 发射颜色 + 全局环境颜色 + (环境颜色 + 漫反射颜色 + 镜面反射颜色) * 聚光灯效果 * 衰减因子

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师

- 平面光终极公式

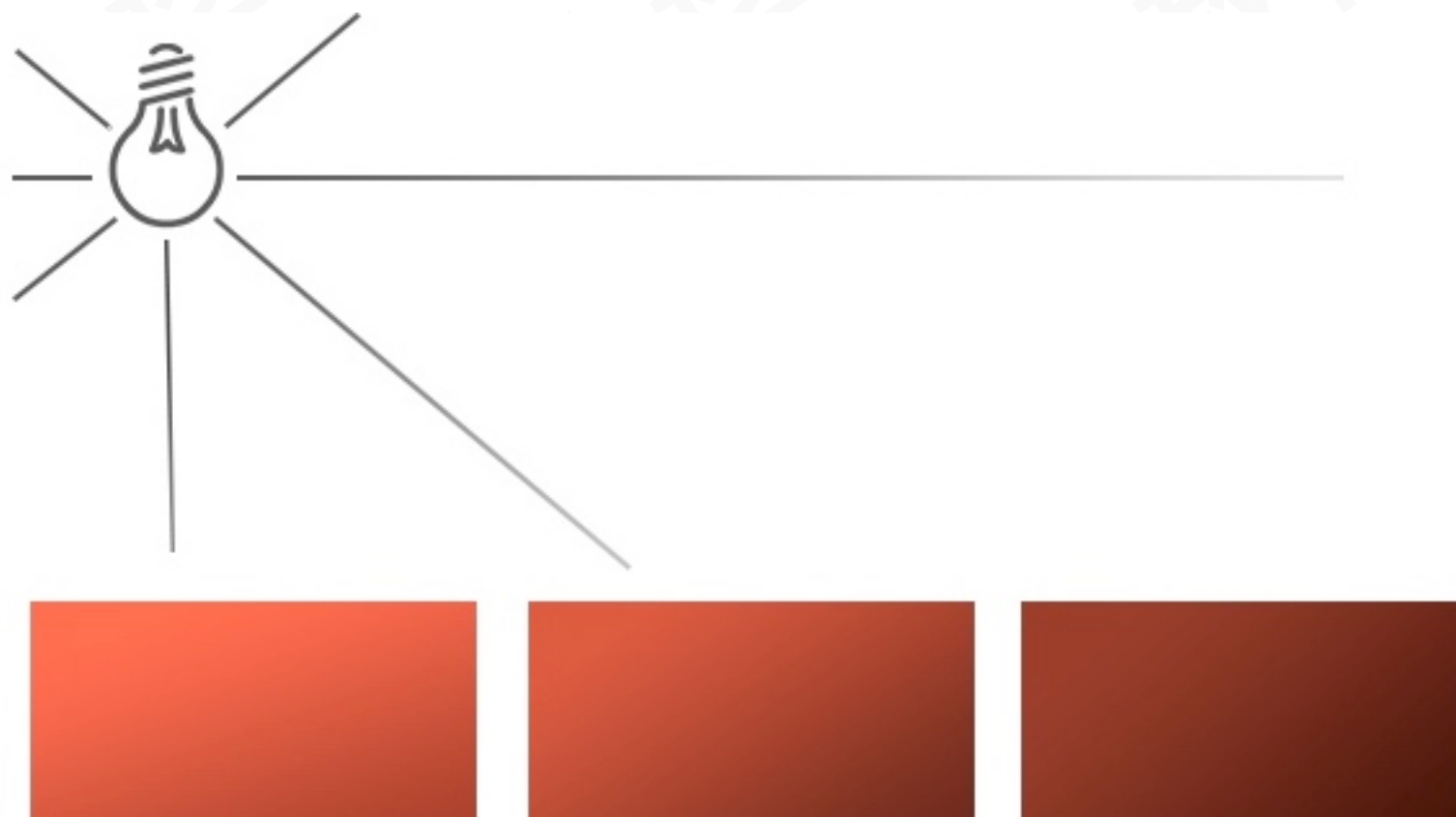


课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 点光源终极公式

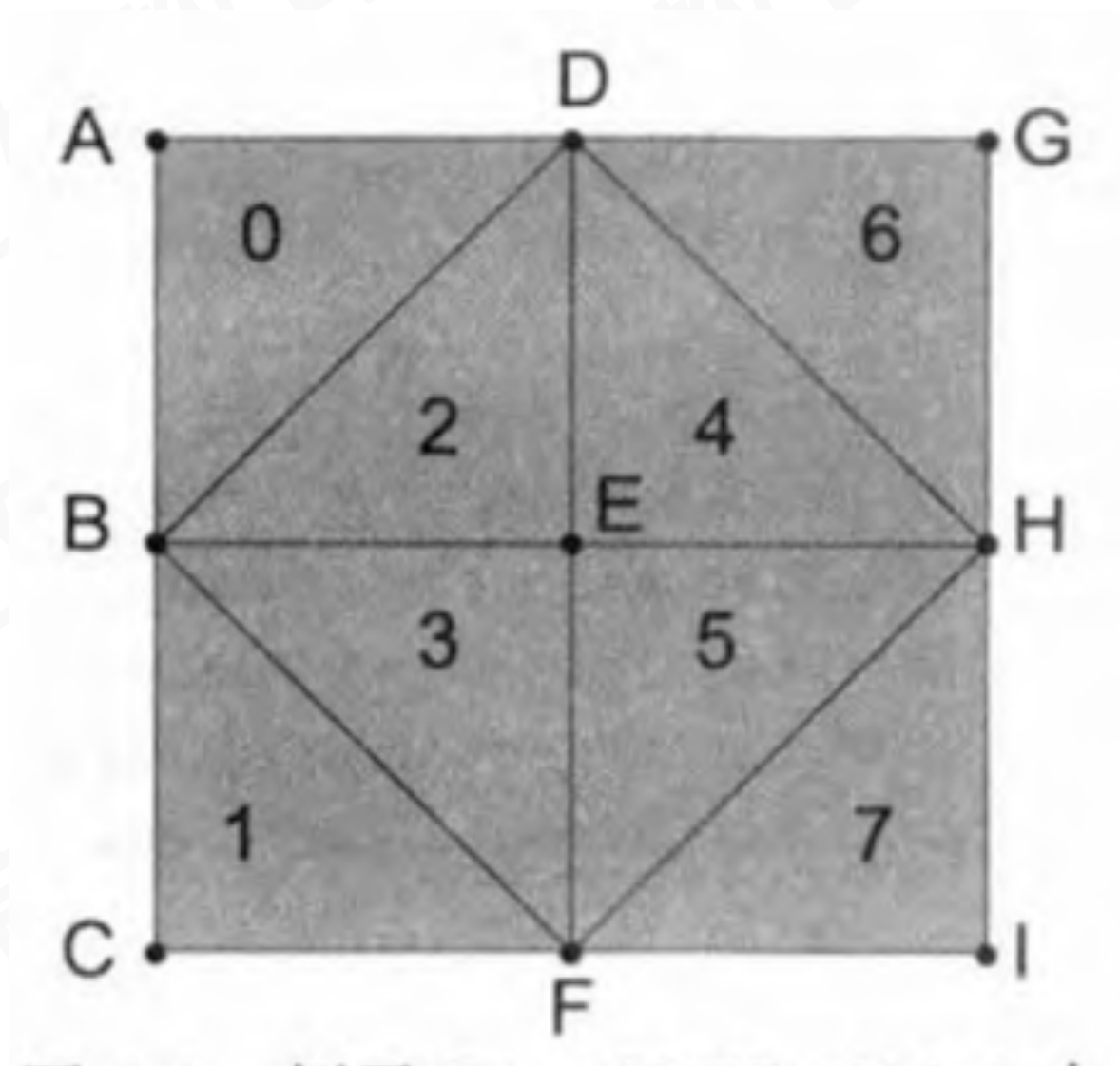


课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 案例实战



课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

- 案例总结

参考思维导图

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师



逻辑教育
Logic education

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师

转载需注明出处,不得用于商业用途.已申请版权保护



逻辑教育
Logic education

课程研发:CC老师
课程授课:CC老师

转载需注明出处,不得用于商业用途.已申请版权保护