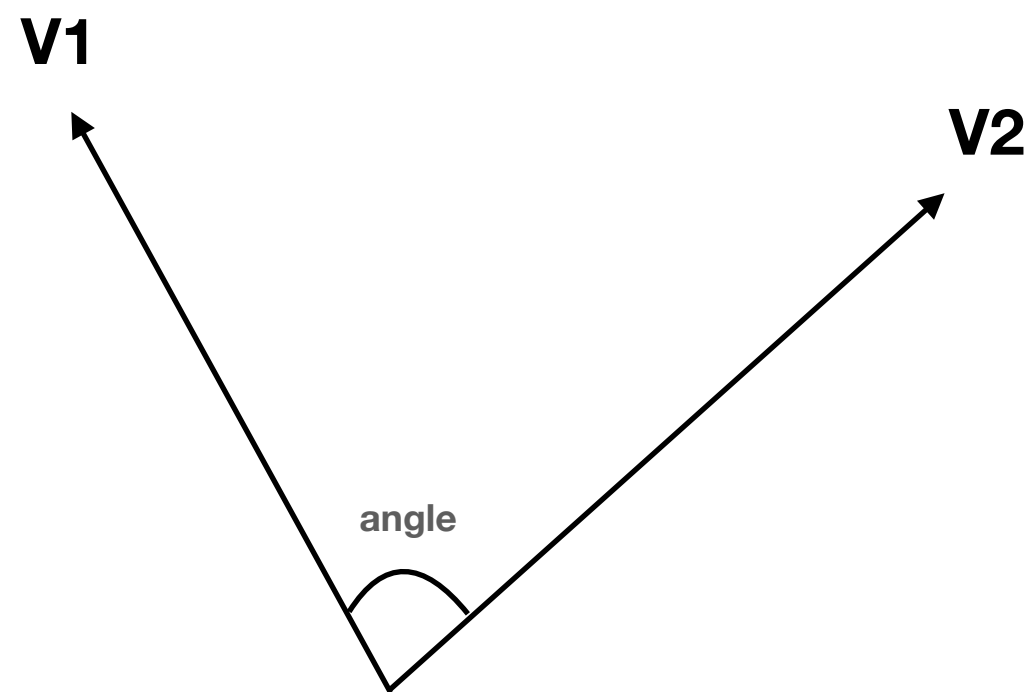
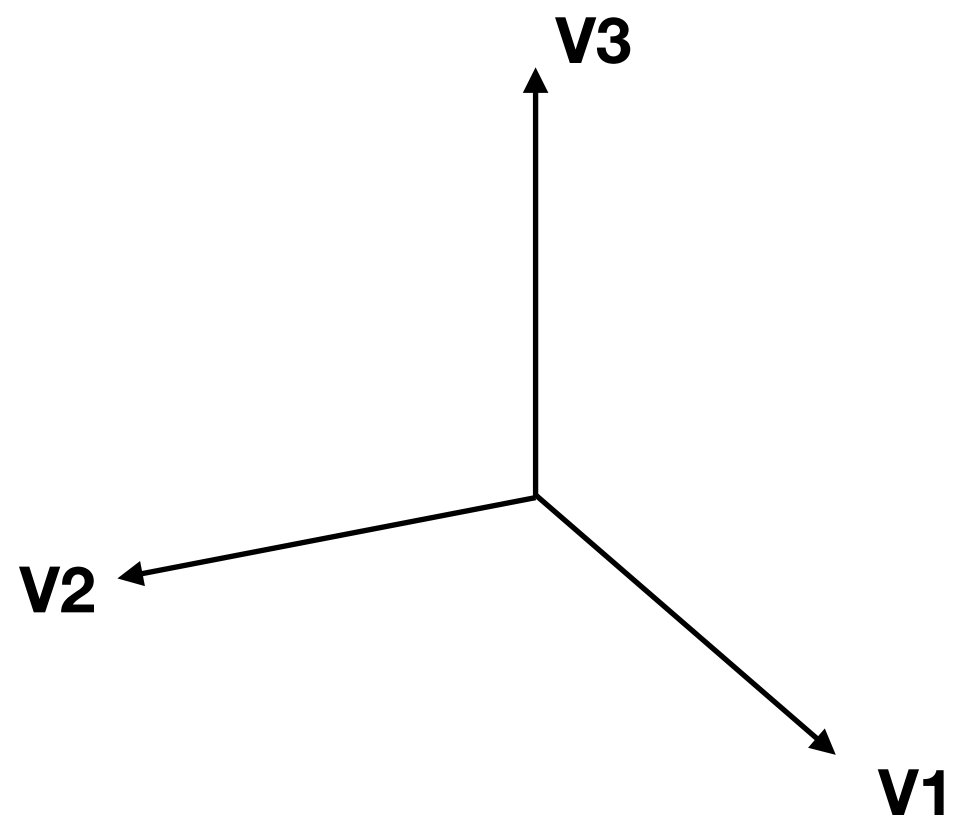


空间中的一个点，即是一个顶点，也是一个向量



点乘运算返回2个向量之间的夹角



叉乘运算结果返回一个新的向量，这个新的向量与原来的2个向量垂直

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 42 \\ 1.5 & 0.877 \\ 2 & 14 \end{bmatrix}$$

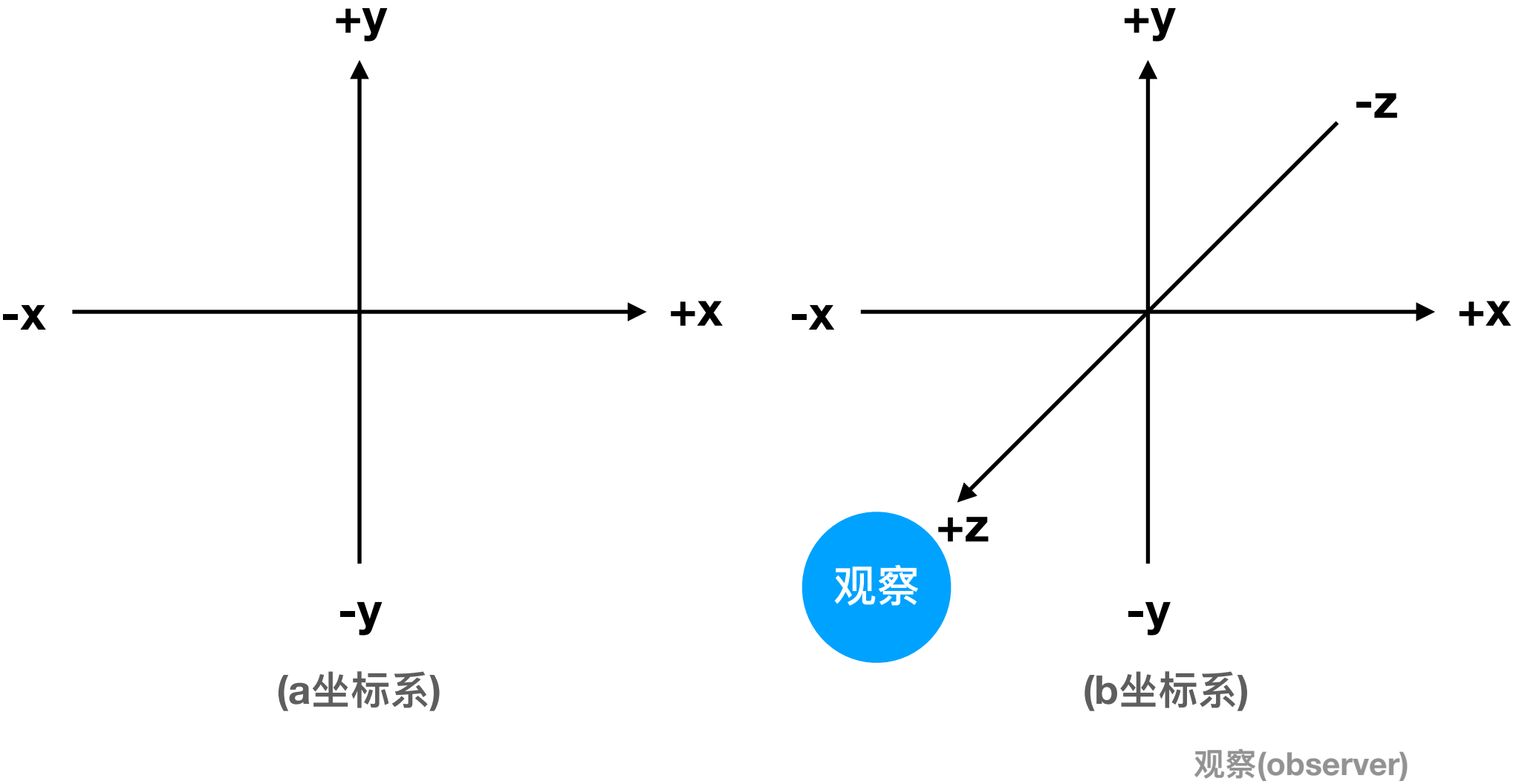
$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

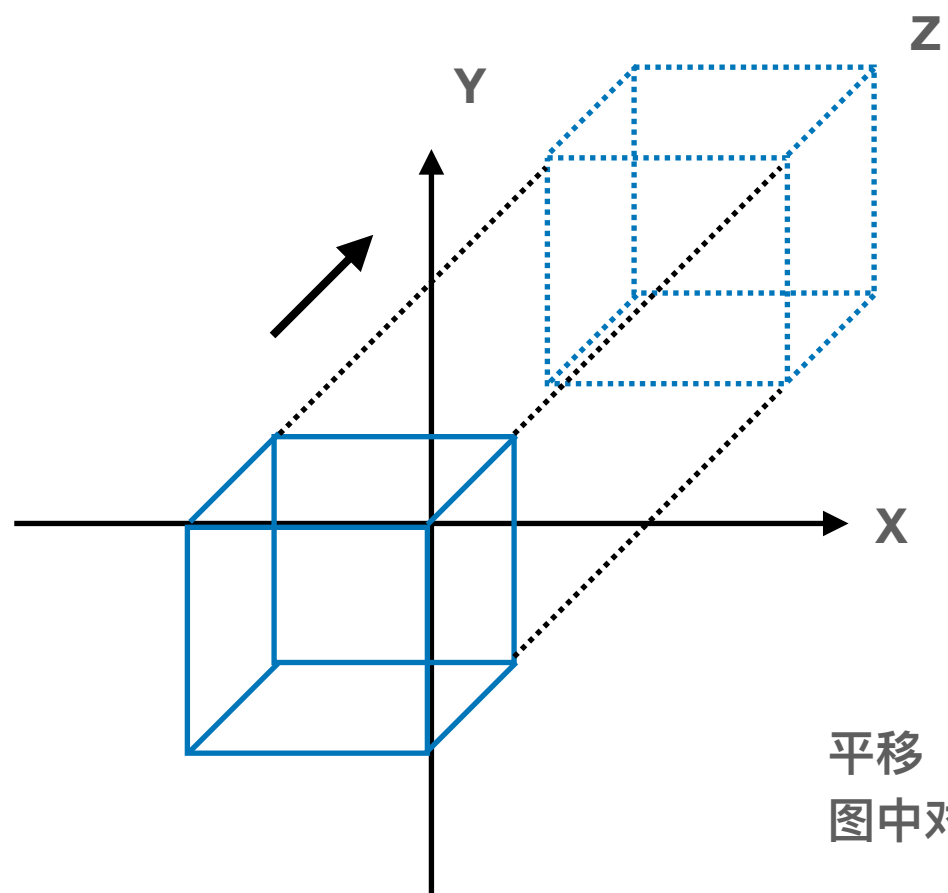
三个矩阵

## OpenGL 变换术语概况

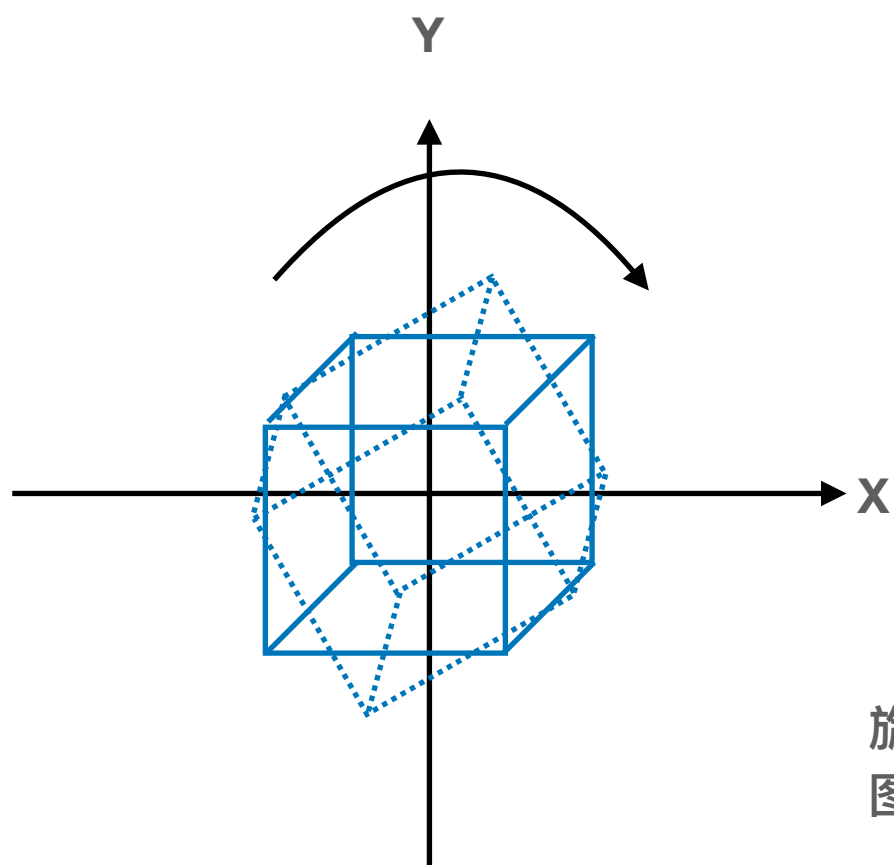
变换	应用
视图	指定观察者或照相机的位置
模型	在场景中移动物体
模型视图	描述视图和模型变换的二元性
投影	改变视景体的大小和重新设置它的形状
视口	这一种伪变化，只是对窗口上的最终输出进行缩放

2个视角观察视觉坐标



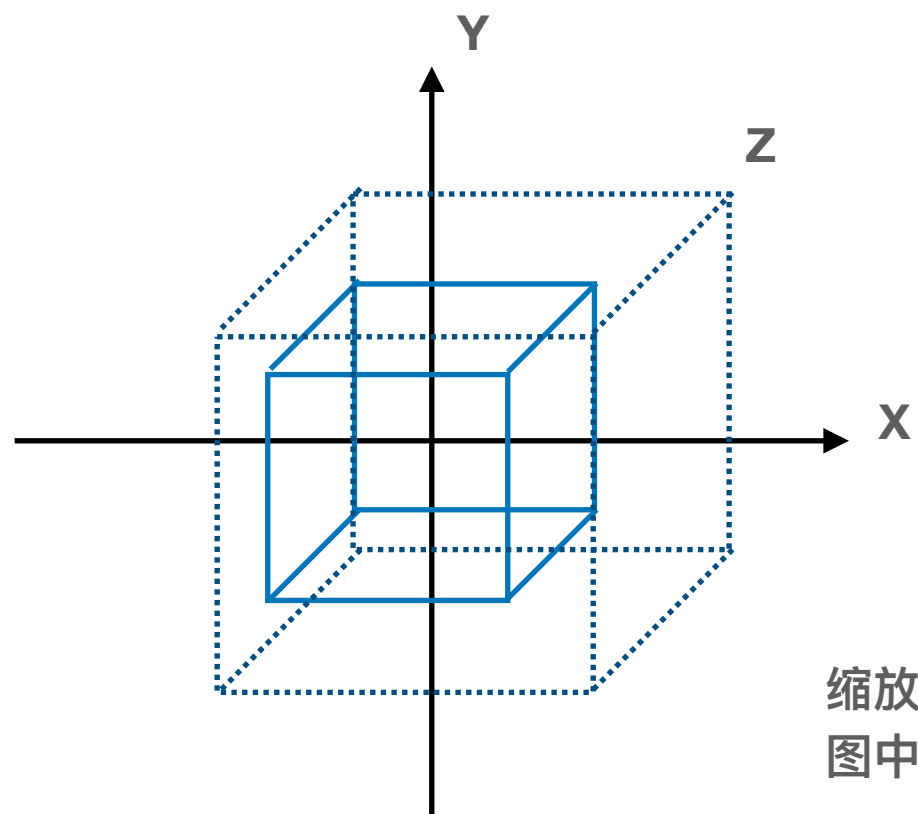


平移  
图中对象沿着给定的轴进行移动



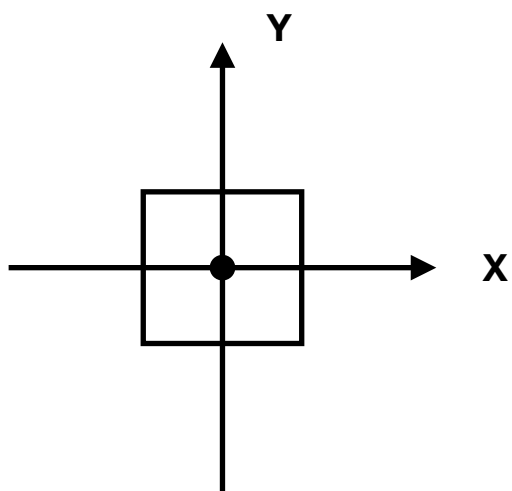
旋转变换  
图中对象围绕一条坐标轴进行旋转



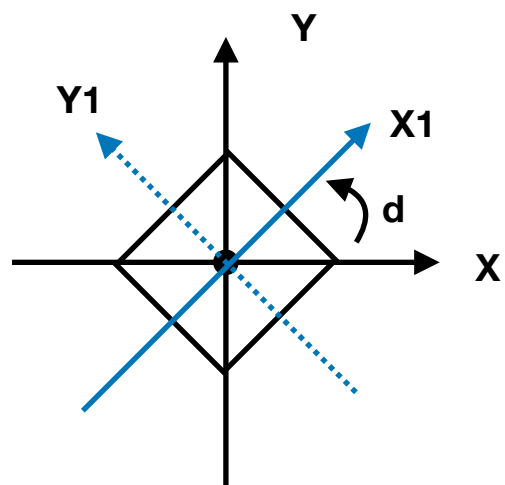


缩放

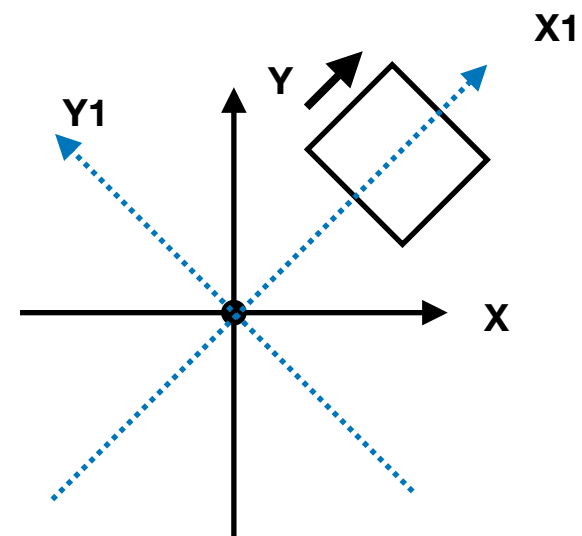
图中对象的大小进行了指定数量的放大或者缩小



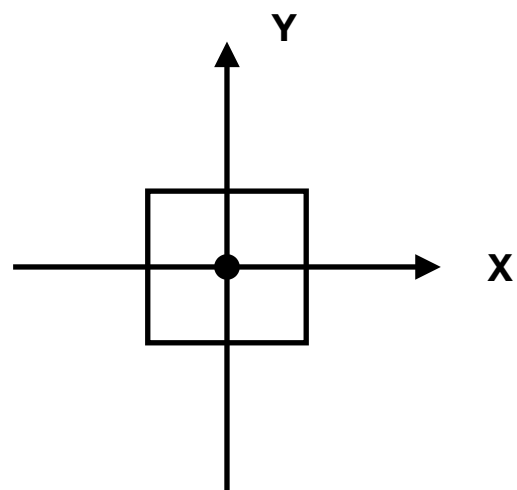
初始正方形



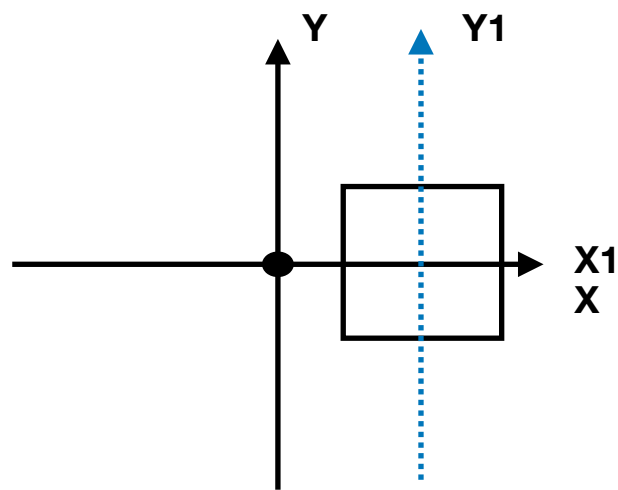
围绕z轴旋转得到新的x轴



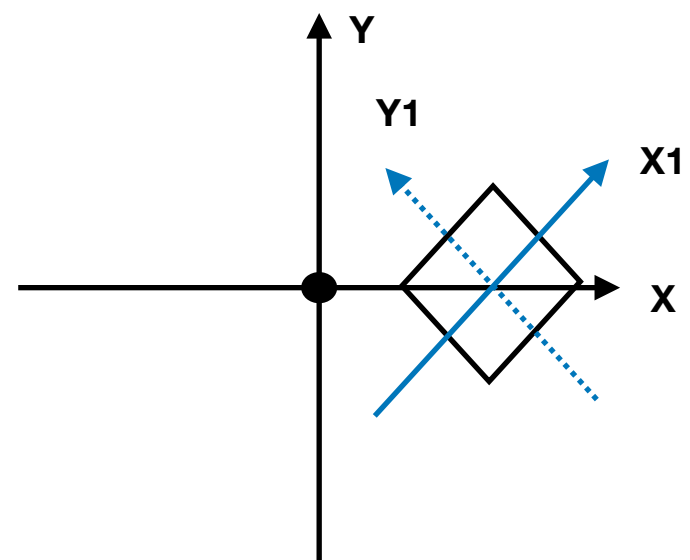
现在沿着X轴平移  
其实是沿着X1轴平移



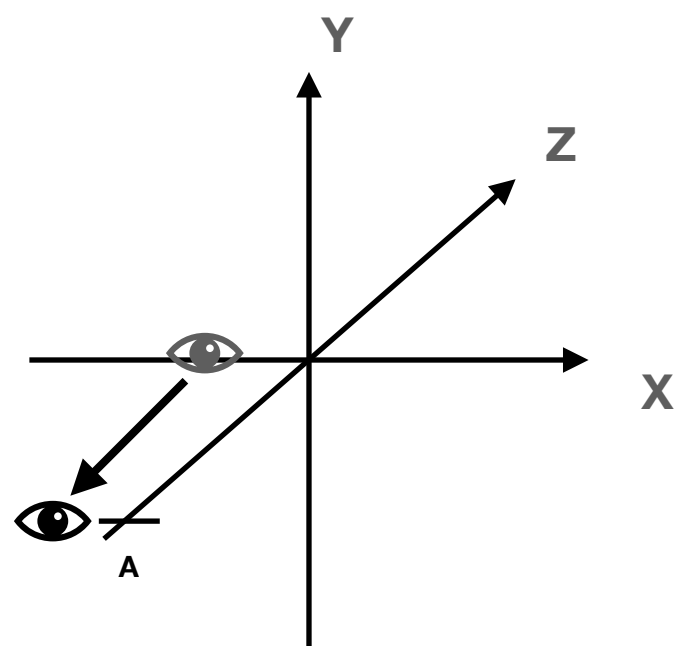
初始正方形



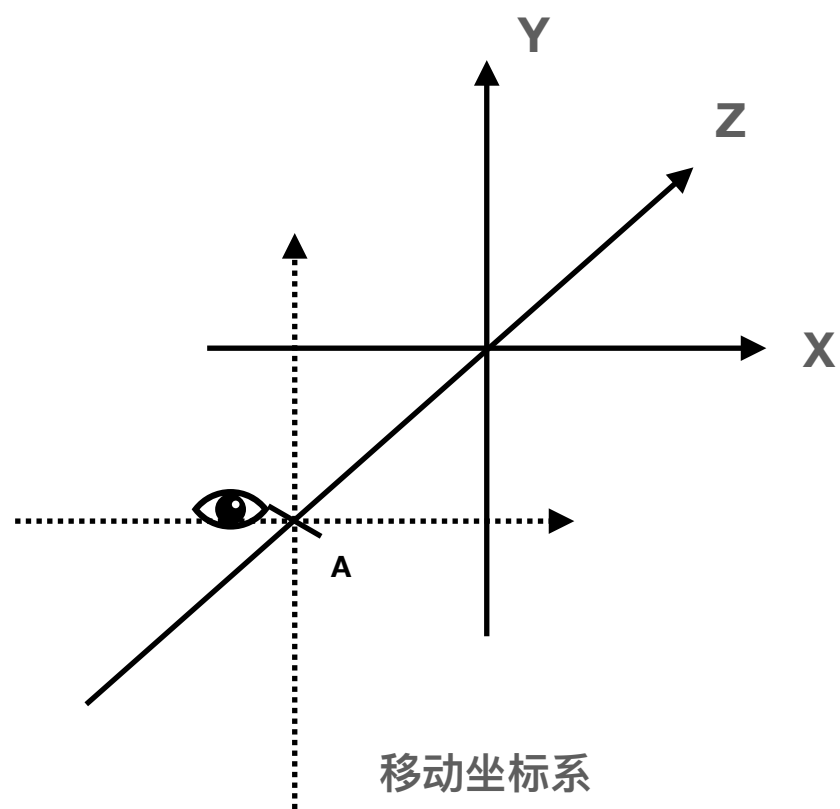
沿着X轴平移



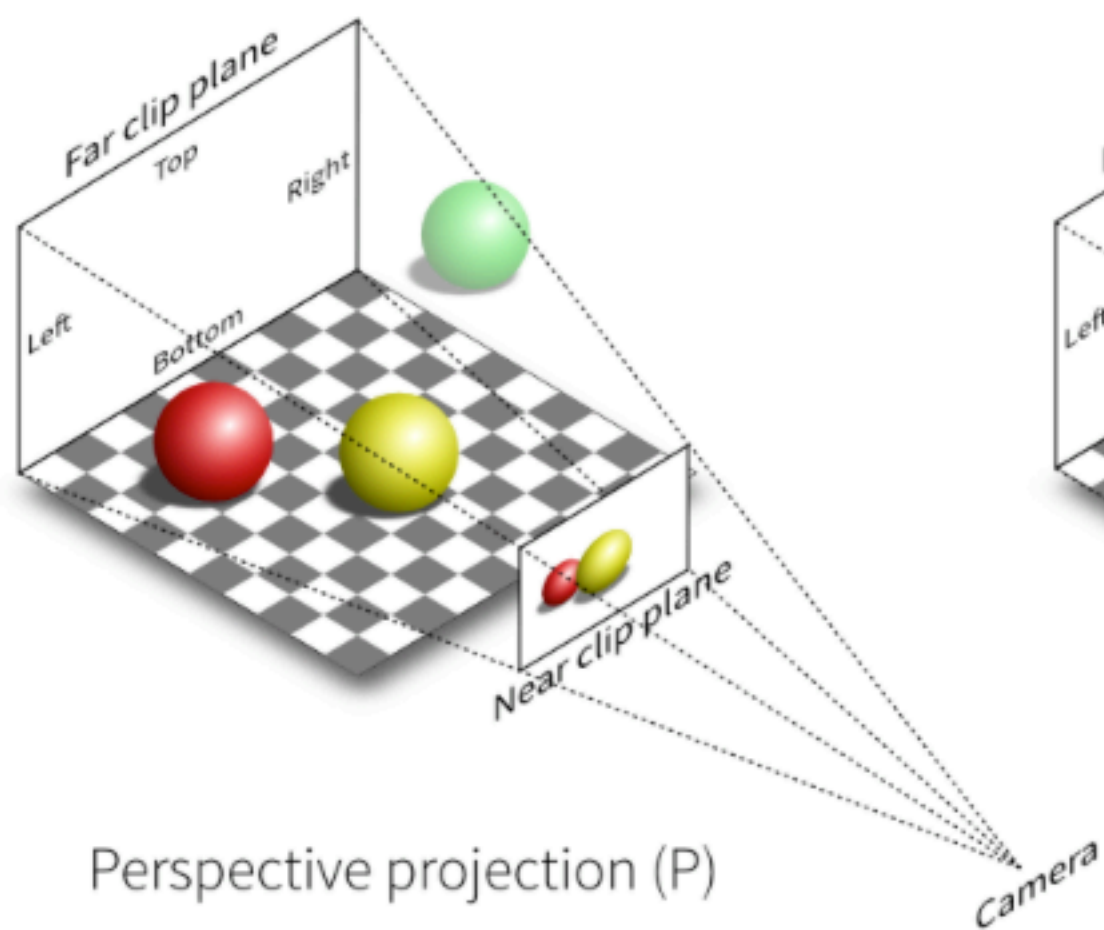
现在将平移后的坐标系进行旋转



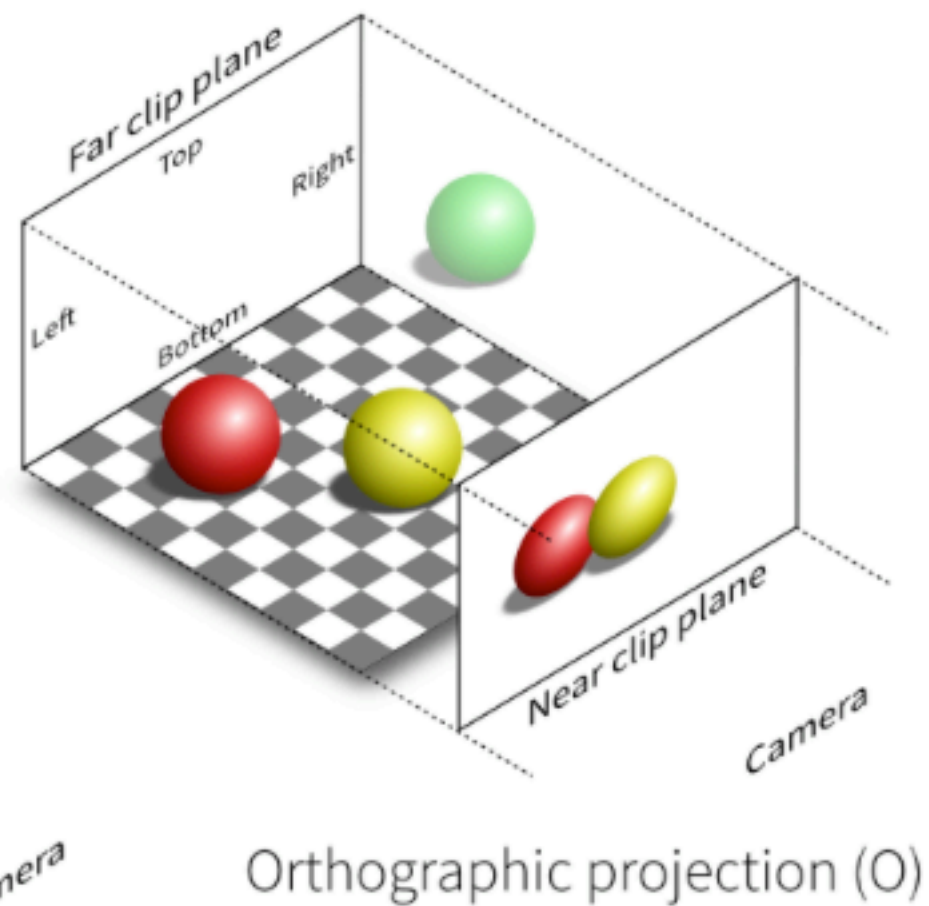
移动观察者



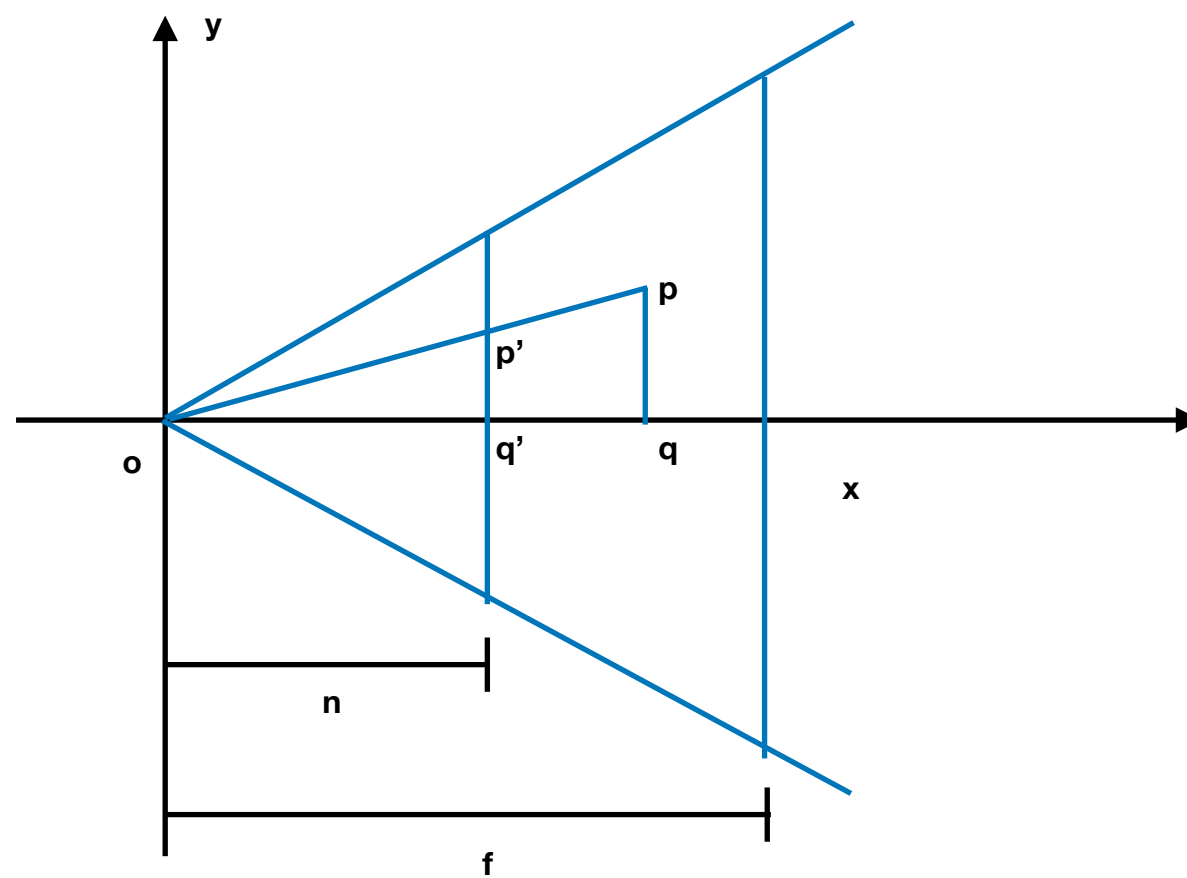
移动坐标系



透视投影



正投影



n :近平面距离

f :远平面距离



$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ W \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 * 4 \\ M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_e \\ Y_e \\ Z_e \\ W_e \end{bmatrix}$$

单个顶点上应用模型视图变换的矩阵方程式

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A}_0 & \mathbf{A}_1 & \mathbf{A}_2 & \mathbf{A}_3 \\ \mathbf{A}_4 & \mathbf{A}_5 & \mathbf{A}_6 & \mathbf{A}_7 \\ \mathbf{A}_8 & \mathbf{A}_9 & \mathbf{A}_{10} & \mathbf{A}_{11} \\ \mathbf{A}_{12} & \mathbf{A}_{13} & \mathbf{A}_{14} & \mathbf{A}_{15} \end{bmatrix}$$

行矩阵

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A}_0 & \mathbf{A}_4 & \mathbf{A}_8 & \mathbf{A}_{12} \\ \mathbf{A}_1 & \mathbf{A}_5 & \mathbf{A}_9 & \mathbf{A}_{13} \\ \mathbf{A}_2 & \mathbf{A}_6 & \mathbf{A}_{10} & \mathbf{A}_{14} \\ \mathbf{A}_3 & \mathbf{A}_7 & \mathbf{A}_{11} & \mathbf{A}_{15} \end{bmatrix}$$

列矩阵

转置矩阵：将行矩阵A的换成同序列列得到的矩阵，叫做A的转换矩阵。计为A<sup>T</sup>。  
 矩阵转置，其实就是行列互换。有很多地方都用到。比如数学、程序语言、计算机数据结构中



X 轴 方 向	Y 轴 方 向	Z 轴 方 向	交 换 、 位 置
↓	↓	↓	↓

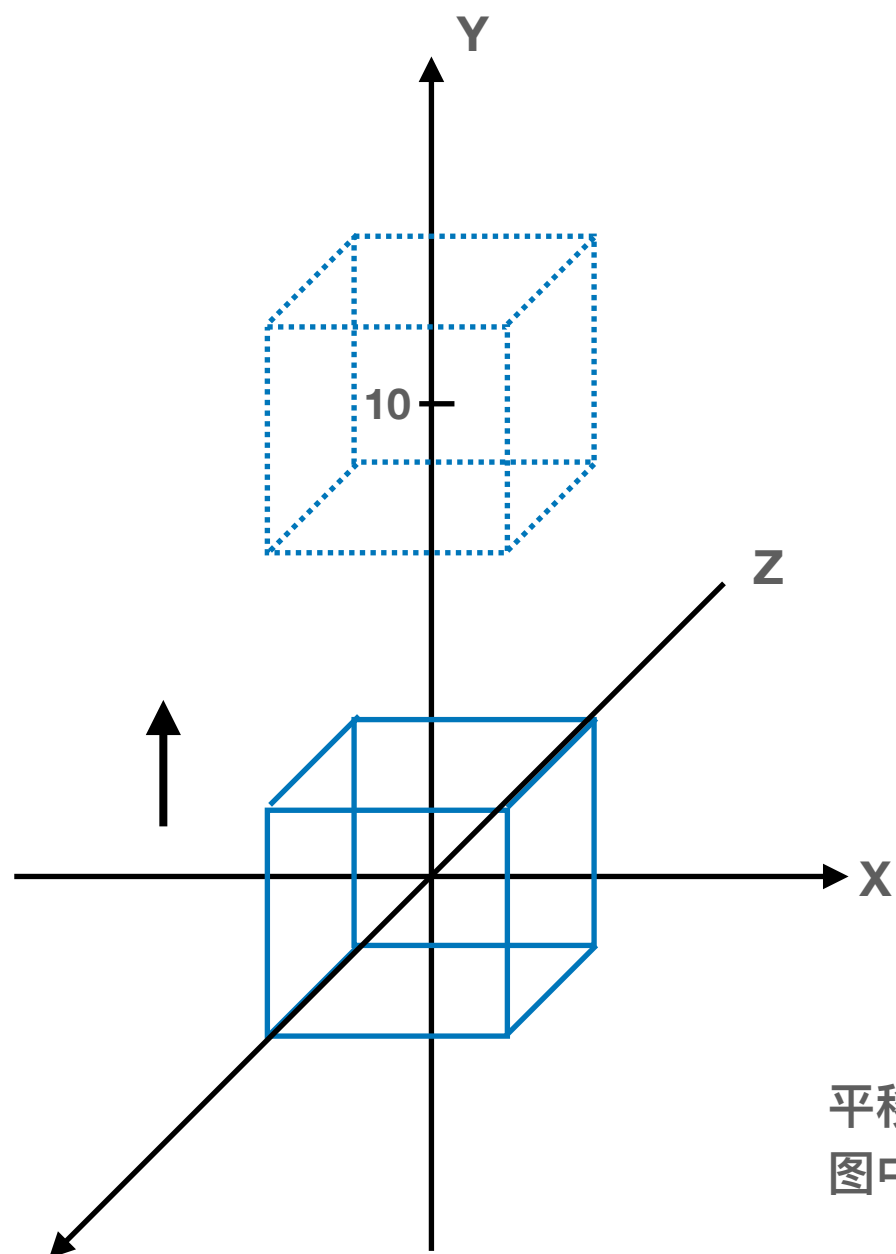
$$\begin{bmatrix} X_x & Y_x & Z_x & T_x \\ X_y & Y_y & Z_y & T_y \\ X_z & Y_z & Z_z & T_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

一个4\*4矩阵是如何在3D空间中表示一个位置和方向的

列向量进行了特别的标注：矩阵的最后一行都为0，只有最后一个元素为1

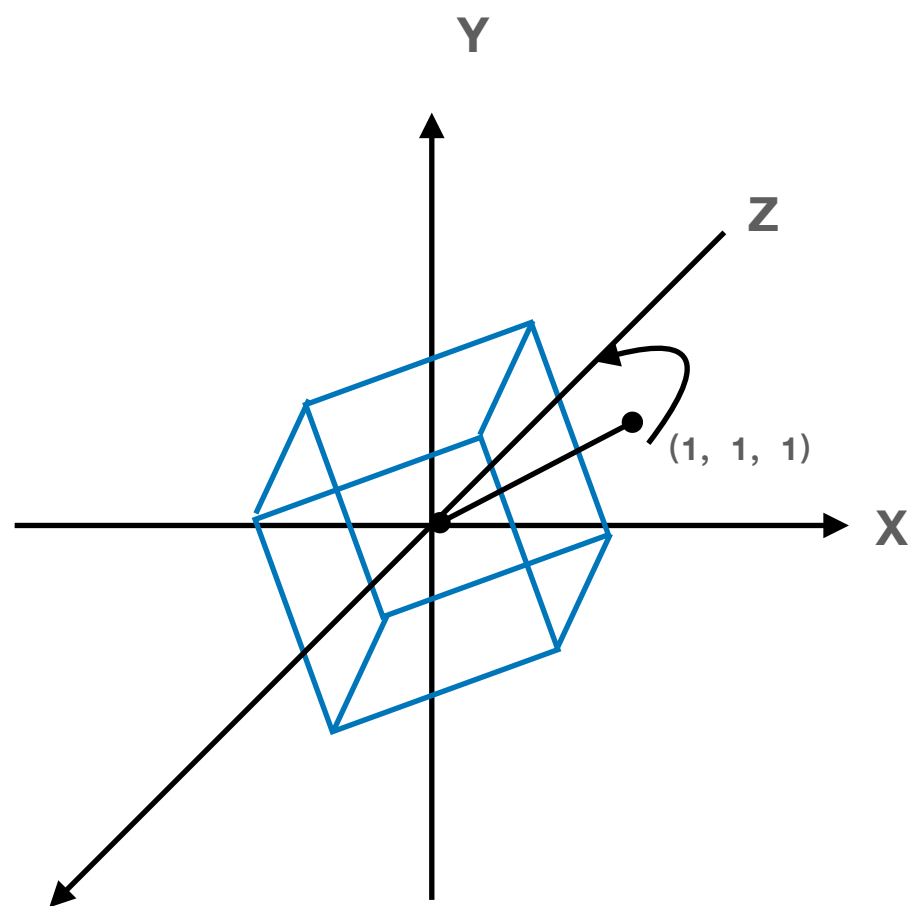
$$\begin{bmatrix} 4.0 \\ 5.5 \\ 2.0 \\ 1.0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.0 \\ 5.5 \\ 2.0 \\ 1.0 \end{bmatrix}$$

将一个向量乘以一个单位矩阵得到的结果还是原来的矩阵

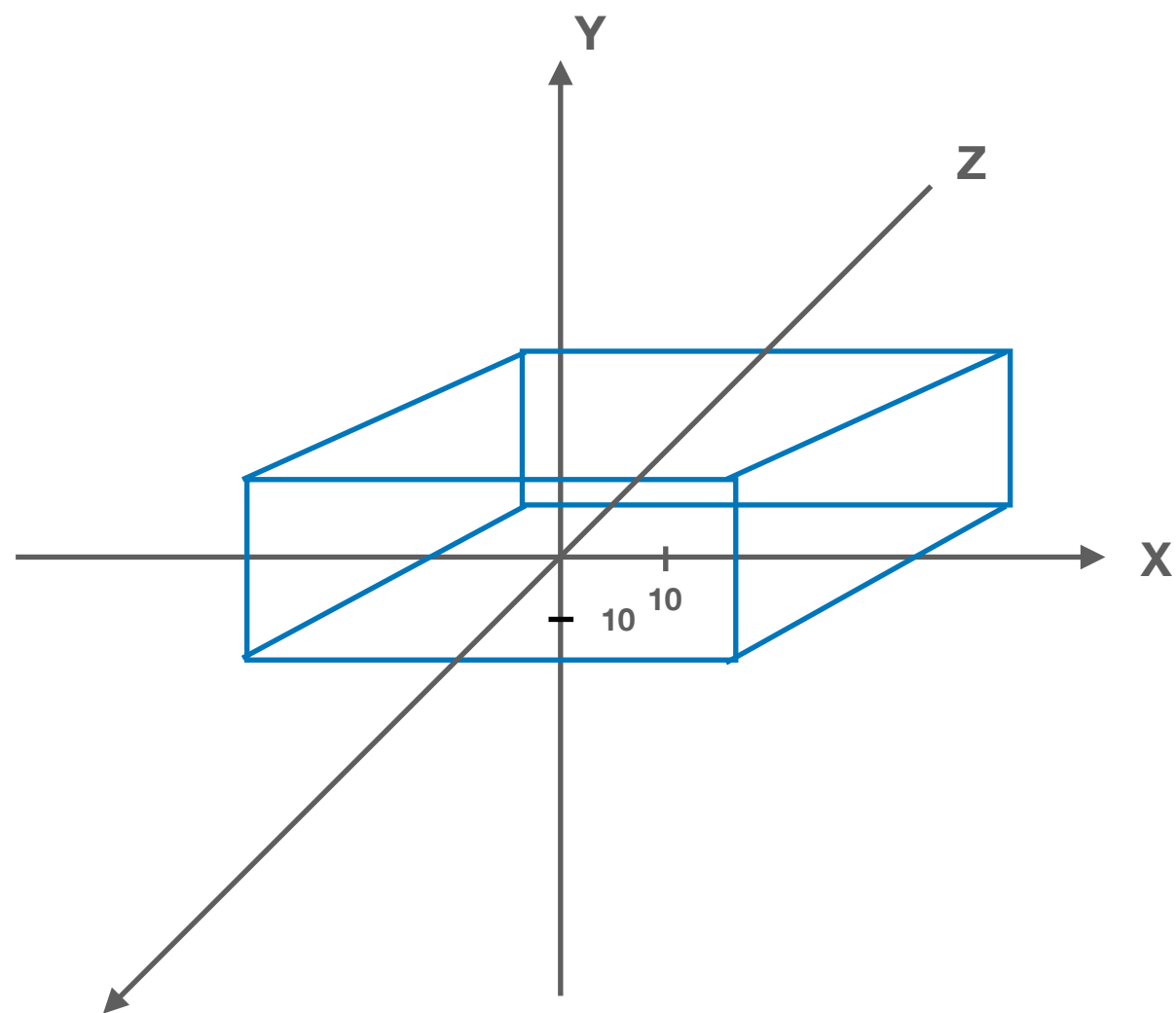


平移

图中对象沿着给定的Y轴进行移动10个单位



一个正方体围绕任意轴旋转



立方体不一致缩放