# 20.9 小结

* 粒子系统是一组行为相似但又不失随机性的颗粒群（它们通常很小）。粒子系统可以模拟很多自然现象和非自然现象，比如火焰、雨滴、烟雾、爆炸、喷壶、魔咒、炮弹等等。
* 我们用点来模拟粒子，在渲染之前通过几何着色器把它们扩展为面对摄像机的四边形。这意味着，我们使用点可以获得更高的运行效率——占用较少的内存——物理公式只需要应用于一个顶点而不是4个顶点，而且还可以把点扩展为大小不同的四边形，并对它们进行纹理映射。注意，点不总是扩展为四边形。例如，用直线来模拟雨点的效果更好；我们可以在不同的几何着色器中把点扩展为不同的图元。
* 粒子在常量加速度下形成的运动轨迹可以由公式表示，其中是**a**常量加速度向量，**v**0是粒子的初始速度（即，当时间*t*=0时的速度），**p**0是粒子的初始位置（即，当时间*t*=0时的位置）。我们可以使用该方程得到粒子在任意时间*t*≥0时的位置。
* 当你希望粒子系统的颜色高度与粒子密度成正比时，应该使用加法混合。对于透明粒子应该使用透明混合。如果不按照从后向前的顺序对一个透明粒子系统进行排序，那么可能会出现问题，也可能不会出现问题（也就是，问题可能明显，也可能不明显）。对于粒子系统来说，在渲染时一般应禁用深度写入功能，保留深度测试功能，使粒子只被非粒子物体遮挡，而粒子之间不相互遮挡。
* 流输出（SO）阶段允许GPU向绑定到管线SO阶段上的顶点缓冲区*V*写入几何体数据（以一个顶点列表的形式）。尤其是从几何着色器输出的顶点都会被写入（或传送）到中。随后，我们可以把*V*中的几何体渲染出来。我们可以使用流输出特性来实现完全运行在GPU上的粒子系统。我们使用两个technique来完成一工作：
  + 一个 technique用于更新粒子系统。在这个pass中，几何着色器根据特定粒子系统的条件生成、销毁和更新粒子。存活的粒子之后会被流输出到顶点缓冲区内。
  + 一个technique用于渲染粒子系统。在这个pass中，我们绘制存活的粒子。