大家好，我们小组的成员有我，李至丹和林春茹，可能因为时间没有安排好，导致我们在数值模拟方向上的工作还不够多。

首先是我们的模型，在一个无限均匀地空间内部有着竖直向下的重力场，一个无限大的水平面作为地面，整体环境充满着空气分子，我们要研究的就是在空气中的颗粒物。

然后考虑这些对象之间的相互作用，一个是颗粒物持续受到重力的作用，虽然空气分子也会受到重力作用，但是我们认为空气在竖直方向上的密度梯度差已经导致扩散速度和重力平衡了，所以不予考虑

然后是颗粒物与颗粒物之间的碰撞，以及空气分子对颗粒物的碰撞。一个在理论层面上非常难以处理的地面，没错这个我们的理论暂时还不能处理地面这个问题。

所以我们暂时忽略地面的存在，认为颗粒物和地面接触之后不在弹起而是直接穿过。

这是题干中给出的一些初始条件，在之后的估算中起到了不少的作用。

然后我们先考虑了一个问题就是，颗粒之间是否会发生碰撞？就通过我们的生活经验来看，我们打喷嚏之后空气中的液滴似乎没有多大的概率发生碰撞。然后我们计算了在忽略空气作用下的颗粒自身的平均自由程。然后查阅一个喷嚏中大约有4万个液滴。所以分母的量级非常小，这意味着当这个喷嚏的液滴稍稍散开，他们之间就几乎不会发生碰撞了，所以我们忽略颗粒之间的碰撞。

然后课内的讲义中已经讲解了在无重力情况下的布朗运动理论，但是我们在这里只能得到平均运动距离的平方关于时间的关系，不能够得到粒子的分布情况。

但是我们考虑在水平方向上的运动和重力无关，所以可以直接套用爱因斯坦的结论。然后得到水平方向的平均运动就是4k\_BT

然后我们做了一个假设，就是粒子速度的变化情况和它的位置是无关的，和它的速度也是无关的。这个其实就是我们不能够处理地面的原因，因为一旦到达了地面，速度变化就和位置有关了。

就我们利用任意方向任意距离的随机游走可以同样得到水平方向平均位移距离的平方。

我们认为爱因斯坦的理论和这种纯随机的随机游走描述的是一件事情，那么计算出来的位移距离也应该是一样的，所以我们得到了一个等式。

这个等式将会被用于我们的一种数值模拟，就是我们还没有使用碰撞模型进行数值模拟，使用的是这个在dt的时间内ds2的值和温度以及粘滞系数纯在的等量关系进行模拟。

查阅资料得到的是这种随机游走满足高斯分布，然后s^2就是在t时刻高斯分布的而方差，水平方向上的位置期望依旧是0。

然后这个图是我们理论模型的结果，其中z轴表示的就是在t时刻单一粒子位于这个水平方向位置的概率。

然后尝试考虑竖直方向的分布。我们仍然准备从课本出发，在爱因斯坦的随机力后面加入了一个恒定的重力。我们认为这个空气的随机力不会改变随机力的大小，所以新增的重力只会改变竖直状态下的速度和和加速度。

新增的加速度方向肯定是重力方向，速度方向也肯定是重力方向，我们认为会先受到重力的作用产生一个加速度，然后当速度不断增大时，加速度逐渐减小，最后以一个恒定的与重力方向相同的速度的形式存在。

然后我们求出了这个速度，因为这个速度并不大，所以加速的过程极端，在理论的研究中我们就忽略了这一段加速过程。

然后神奇地发现这个就是随机游走加上匀速运动的叠加，看起来很优美但是我总觉得我们漏掉了什么东西。

最后我们带入了数据，算出了理论上的最大颗粒的悬浮时间约为51秒，而最小的颗粒悬浮为42小时。

悬浮的时间分布就是在所有高度大于地面的颗粒在空间上的积分，然后我这里利用这个模型画了一个动图。

而颗粒数密度在空间以及时间变化的空间分布情况也比较容易得到。只需要把竖直方向上的密度分布和水平方上的密度分布乘起来就可以了。

最后是当有水平方向初速度的情况，先加设了这个对于竖直运动没有影响，然后仅考虑水平方向。低速情况下速度和粘滞力成正比，那么这个初速度会以e指数的形式衰减。

最后我们发现在0.1秒之后，速度就会衰减到极小值。但是我们还不放心，就想看看它在衰减过程中能走多远，海岸还是一个极小值，速度最大的颗粒也只会移动0.1m。

最后是我们还没有解决的数值模拟问题，我们发现按照粘滞力导致粒子几乎不动。

然后地面的问题无法再理论上解决，因为落地的粒子