1. **第i个蚂蚁，什么时候走出木杆？**

这个解答甚是精妙，通俗点来说，我们假设每只蚂蚁都背着一袋粮食，任意两只蚂蚁碰头时交换各自的粮食然后调头。这种情况下，每次有一只蚂蚁离开木杆都意味着一袋粮食离开木杆（虽然可能已经不是它刚开始时背的那一袋了）。于是，我们可以求出每袋粮食离开木杆的时间（因为粮食是不会调头的）。又由于每袋粮食离开木杆的时间都对应某只蚂蚁离开木杆的时间，这是一种一一映射关系。现在我们要找到对应于第i只蚂蚁的那个映射。在此之前需要证明一个命题：

若一开始时有M只蚂蚁向左走，N−M只蚂蚁向右走，则最终会有M只蚂蚁从木杆左边落下，N−M只蚂蚁从木杆右边落下。

这个命题很容易证明：每次碰撞均不改变向左和向右的蚂蚁数量。于是，由于每次碰撞蚂蚁都会调头而不是穿过，最后必定是从左边数起的前M只蚂蚁从左边落下，后N−M只蚂蚁从木杆右边落下。由于我们知道每袋粮食是从哪边落下的，故左边落下的M袋粮食的离开木杆的时间就对应于从左边数起的前M只蚂蚁离开木杆的时间，右边的类似。因此，我们只需判断i和M的关系，便知道第i只蚂蚁是从左边还是右边落下。不妨假设是从左边落下，因此该蚂蚁落下的时间就等于从左边落下的第i袋粮食的落下时间。时间复杂度O(N)，一遍扫描搞定。

1. **所有蚂蚁从一开始到全部离开木杆共碰撞了多少次？**

对于扩展2，我们只需求得每个蚂蚁的碰撞次数，然后累加即可。在这里我们换一种思路，把碰撞调头看成不调头而继续向前（穿过），则容易看出原问题（碰撞次数）就变为求穿过的次数（因为速度大小不变，原来的每次碰撞都对应于现在的一次穿过）。则对于每只向左的蚂蚁，它只会“穿过”那些在它左边的向右走的蚂蚁。因此，每只蚂蚁“穿过”的蚂蚁次数等于刚开始时在它前进方向上与它前进方向相反的蚂蚁个数。时间复杂度也是O(N)。改为用粮食的观点来理解也是可以的。

1. **哪只蚂蚁的碰撞次数最多？**

对于第4个扩展，只要求出每只蚂蚁的碰撞次数即可。这也解决了扩展2的解答中原始思路。首先由扩展1的解答我们可以知道每只蚂蚁最终是往左还是右掉下去，然后假设第i只蚂蚁最终往左掉下，而开始时刻其左边有r只向右走的蚂蚁，则它至少要朝左边碰撞r次才能把左边的蚂蚁全撞成向左的状态。倘若它一开始就是向左的，则共要碰撞2r次，否则为2r+1次。这样利用一个数组和几个计数器仍能在O(N)时间内求出每个蚂蚁的碰撞次数，取最大那个即可。

1. 第k次碰撞发生在哪个时刻？哪个位置？哪两个蚂蚁之间？

第3个扩展问题有点复杂。首先我们假设v为0.5个单位长度每秒，每个蚂蚁刚开始时都处于整点处，这样每次碰撞都发生在整秒处。这个假设有个好处，就是我们可以二分第k次碰撞的时刻。如果碰撞时刻是浮点数，这个二分有可能永远不会终止。我们还是看成每个蚂蚁驮着一袋粮食，那么每袋粮食易主（即从一个蚂蚁身上交换到另一个蚂蚁身上）时，就发生了一次碰撞。由于粮食的方向是固定不变的，我们可以很容易求出每一袋粮食在它的“前进”方向上的所有易主时刻（它易主的次数等于扩展2中的“穿过”次数）。这样，我们的问题就等价于：

找到最小的时间t，使得易主时刻小于或等于t的易主次数大于或等于k。

由于现在所有碰撞（易主）的时刻都是整点，故我们可以二分t，然后用线性复杂度找出易主时刻小于或等于t的易主次数。整个复杂度为O(N∗log(|maxt−mint|)，其中maxt和mint分别表示第一次和最后一次碰撞的时刻，均可在O(N)时间内求出。

在上一段中，要想使用线性时间复杂度求出易主时刻小于或等于t的易主次数还需要一点技巧。可以这样：用一个数组pi表示第i个向右走的蚂蚁的初始位置，当扫描到第j个向左走的蚂蚁时，假设得到的中值点为i′（即p0到第pi′个位置上对应的粮食和该袋粮食的易主时刻均大于t）。由于该袋粮食向左易主的时刻是递增的，而下一个向左走的蚂蚁的初始位置又大于当前（第j个向左走的）蚂蚁，故对于下一个蚂蚁ant来说，p0到第pi′个位置上对应的粮食和ant所驮粮食的易主时刻也一定大于t。即中值点的位置是单调的。因此可以在均摊O(N)的时间内算出所求个数。

求出时刻的同时我们也求出了位置，故第二小问也解决。接下来要求哪两个蚂蚁发生了这次碰撞（如果同时存在多个碰撞求出任意一个即可）。其实，我们只需要求出每袋粮食在t时刻的位置即可。因为每袋粮食必然对应于一个驮着它的蚂蚁，故我们只需对这些粮食的位置排序，找出位置相同的粮食以及其下标（即从左到右第几个），也就找出了那对蚂蚁了

1. **鸽子共飞了多少路程？**

这个比较简单，不要想鸽子飞来飞去，直接以时间为基准来考虑就行了。c\*(s/(a+b))

1. **什么时候轮船可找到救生圈**

简单的，1个小时