

淋雨问题的物理学解释

张怀华



淋雨是生活中常常遇到的问题。有人说:淋雨时没有必要跑,跑回去淋的雨和走回去淋的雨一样多!真是这样吗?本文将在奔跑距离相同的前提下,从相对运动的角度探讨淋雨量与奔跑速度的关系,以澄清这个问题!

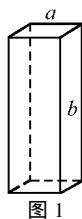


图 1

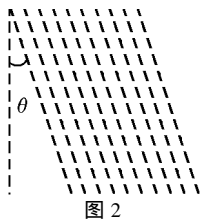


图 2

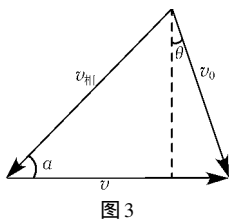


图 3

如图 1 所示,为了便于研究,我们把人体抽象为长方体,设人体在水平面上的投影面积为 a 、在竖直面上的投影面积为 b ($b \approx 7a$)。如图 2 所示,单位体积内的雨滴数目为 m 、人体的运动速度为 v 、雨滴下落的速度为 v_0 、其与竖直方向的夹角为 θ 、人体运动的距离为 s 。如图 3 所示,根据矢量合成的三角形定则,可得雨滴相对于人体的速度为 $v_{\text{相}}$,方向与水平面成 α 角。下面分三种情况展开讨论。

一、在顺风条件下

单位时间内落在水平投影面上的雨滴数 $n_1 = mav_{\text{相}} \sin \alpha = mav_0 \cos \theta$, 单位时间内落在竖直投影面上的雨滴数 $n_2 = mbv_{\text{相}} \cos \alpha = mb|v - v_0 \sin \theta|$, 单位时间内落在人体上的雨滴数 $n = n_1 + n_2 = mav_0 \cos \theta + mb|v - v_0 \sin \theta|$ 。因为人体淋雨的时间 $t = s/v$, 所以落在人体上的雨滴总数 $N(v) = nt = (mav_0 \cos \theta + mb|v - v_0 \sin \theta|)s/v$ 。如果转化为分段函数的形式, 则有

$$N(v) = ms(av_0 \cos \theta - bv_0 \sin \theta) / v + mbs, v \geq v_0 \sin \theta, \\ N(v) = ms(av_0 \cos \theta + bv_0 \sin \theta) / v - mbs, v < v_0 \sin \theta.$$

图 4、图 5、图 6 是用函数绘图软件绘制的函数 $N(v)$ 图像。当 $\tan \theta > a/b$ 时, 函数 $N(v)$ 的图像如图 4 所示, 当 $v = v_0 \sin \theta$ 时, 落在人体上的雨滴总数出现极小值 $N_{\min} = ms \cot \theta$; 当 $\tan \theta = a/b$ 时, 函数 $N(v)$ 的图像如图 5 所示, 当 $v \geq v_0 \sin \theta$ 时, 落在人体上的雨滴总数出现极小值 $N_{\min} = mbs$, 此时落在人体上的雨滴总数与奔跑速度无关; 当 $\tan \theta < a/b$

时, 函数 $N(v)$ 的图像如图 6 所示, 落在人体上的雨滴总数随人体移动速度的增大而减小。

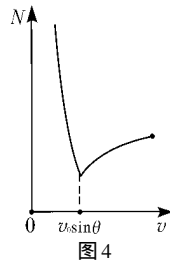


图 4

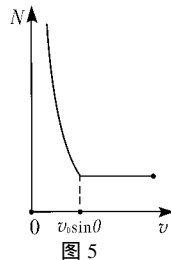


图 5

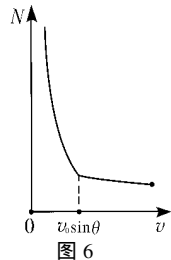


图 6

二、在逆风条件下

利用在顺风条件下的推导方法, 可得淋雨量与奔跑速度的方程 $N(v) = ms(av_0 \cos \theta + bv_0 \sin \theta) / v + mbs$ 。 $N(v)$ 为减函数, 落在人体上的雨滴总数随人体移动速度的增大而减小。

三、在无风条件下

同理, 得淋雨量与奔跑速度的方程为 $N(v) = m \alpha v_0 / v + mbs$, $N(v)$ 是减函数, 落在人体上的雨滴总数随人体移动速度的增大而减小。

综上所述, 在无风和逆风淋雨的情况下, 奔跑速度越快越好; 只有在顺风、奔跑速度 $v \geq v_0 \sin \theta$ 且 $\tan \theta = a/b$ 的条件下, 落在人体上的雨滴总数才与奔跑速度无关; 而在顺风淋雨的大部分情况下, 以奔跑速度 $v = v_0 \sin \theta$ 为宜 (这里的 $v_0 \sin \theta$ 就是雨滴的水平速度)! (河南省焦作市第十一中学 454000)

科苑快讯

进化速度最快的植物

安第斯山在 200 万 ~ 400 万年前接近现在的高度时, 为耐塞植物创造了一个新的生长环境。英国牛津大学的科林·休斯 (Colin Hughes) 和露斯·伊斯特伍德 (Ruth Eastwood) 研究了一种称为羽扇豆的植物是怎样利用这个良机的。

他们发现, 大约 150 万年前来到安第斯山的羽扇豆类植物, 已经演化出 81 个不同的种。这说明它的系统发生树平均每 32 万年就分化出一个种, 这使其成为迄今为止进化速度最快的植物。就目前已知的情况, 只有东非裂谷湖泊中的慈鲷比它的进化速度更快。

(高凌云译自 *Nature*, 2006 年 7 月 6 日号)