

奇怪的物理试题

twd2

2015年4月13日

可能用到的相对原子质量：H: 1, C: 12, N: 14, O: 16, S: 32。

例 1 又是一年春光好，春风吹绿了大地。柳树的新芽正在柔条上绽开黄绿的媚眼。柳枝正甩动它的长发，在空中飘荡。桃花、杏花、梨花，红的像火，粉的像霞，白的像雪。你不让我，我不让你，都攀上枝头，争相开放。悄悄地，细细的，密密的，春雨来了！一丝一丝从天空落下，落在地上，藏进土里，不见了。

假设每一滴雨的质量为 m ，单位体积的雨滴个数 N ，雨受到的空气阻力与速度成正比，比例系数为 k ，雨落到地下时已达匀速。当地重力加速度为 g 。

- (1) 求 k 的单位，要求用国际单位制的单位表示。
- (2) 定性画出雨滴运动过程中的 $v-t$ 图线并求出雨滴落地前最终的速度 v 。
- (3) 请你展开想象的翅膀，建立合理的模型，计算地面受到的平均压强 P 。

1. 由题意可知，

$$f = kv$$

其中， f 的单位为 $N = kg \cdot m \cdot s^{-2}$ ； v 的单位为 $m \cdot s^{-1}$ ，所以

$$kg \cdot m \cdot s^{-2} = k \cdot m \cdot s^{-1}$$

所以，

$$k = kg \cdot s^{-1}.$$

2. 规定向下为正方向。

由题意知，

$$mg - f_t = ma_t$$

并且，

$$f_t = kv_t$$

因此，

$$a_t = g - \frac{kv_t}{m}.$$

分析该式可知，雨滴有竖直向下的加速度，并且随着速度的增加而减小，因此当 $mg = f$ 时达匀速，也是最大速度。

所以，雨滴的最终速度 $v = \frac{mg}{k}$ 。

图略。

3. 我们假设一小块地面面积为 ΔS ， n 个雨滴在 Δt 时间内全部砸向地面。

那么，这段时间雨滴走过的路程为 $L = v\Delta t$ 。

这段时间这块面积的雨滴总数为 $n = NV = NL\Delta S = Nv\Delta t\Delta S$

规定向上为正方向。对于雨滴，由于雨滴碰撞地面的力远大于其重力，因此，根据动量定理，近似地有

$$F'\Delta t = 0 - nm(-v)$$

整理得，

$$F' = N\Delta S mv^2$$

根据牛顿第三定律，地面受到的压力大小等于 F' ，方向与其相反，为竖直向下。

所以，

$$F = N\Delta S mv^2$$

所以，

$$P = \frac{F}{\Delta S} = Nmv^2$$

即

$$P = \frac{Nm^3g^2}{k^2}.$$

例 2(未经检查) 四月十三日，不但是某帅小伙的生日，更重要的，它是同学们体育会考的日子。体育会考过不了，就拿不到高中毕业证，体育会考的重要性不言而喻。

众所周知，体育会考三项中有一项就是跑步，男生一千，女生八百。而这一项，相比之下，也是各位考生最担心的一项。另外，体育会考满分是 300，及格是 180，但是它还有个坑人的规定：任意单项低于 45 分，体育会考按不及格处理。

幸运的是，现代科学研究表明，考生可以通过放屁来获得推力，从而避免跑步不及格。

假设每团屁从大屁股中匀速喷出的速度为 u ，这个速度远大于人跑步的速度。每团屁的成分及体积分数为： $N_2 : p_1, H_2 : p_2, CO_2 : p_3, CH_4 : p_4, O_2 : p_5, H_2S : p_6$ 。人屁眼截面积为 S 。已知空气密度为 ρ_0 ，平均相对分子质量是 29；重力加速度 g 。

(1) 求每团屁的密度 ρ 。

(2) 求每放一团屁获得的平均推力。(为了计算简便，结果用 ρ 表示即可)

(3) 假设小呆是个男生，他、他的衣服、裤子和鞋子的质量总和为 M ，他的鞋与地面的动摩擦因数为 μ ，人与鞋接触良好，不会产生相对滑动。假设跑道为直线，体育会考及格成绩对应时间为 t 。跑步过程中小呆做匀加速直线运动，请你展开想象的翅膀，建立合理的模型，在 (2) 的基础上计算他放屁的频率 f_p 。

生物学研究表明，高频率放屁会导致肛门痉挛、小肠出血和血管扩张。结合计算结果，谈谈你对体育会考的看法。