



**热点  
素材**

新京报 2010年3月21日  
报道 2010年3月20日18时，中央气象台继续发布沙尘暴黄色预警：受另一股冷空气影响，新一轮沙尘天气会接踵而至。

于2010年3月19日开始的沙尘天气昨天傍晚基本结束，这是今年入春以来北方地区遭受的强度最强、影响范围最大的一次沙尘天气过程。16个省份约2.7亿人遭受沙尘侵扰。这次沙尘天气不仅对我国北方地区造成影响，还给江苏、安徽、湖北等南方地区带来扬沙或浮尘天气。

## 关注沙尘暴

◇江苏省南通市高等师范学校 郁 敏

### 原创试题



1. 这次沙尘暴是受蒙古气旋偏东风的影响，在梯度偏差风的作用下，使近地层风速陡升，掀起地表沙尘而形成。现把沙尘上扬后的情况简化为如下情境： $v$ 为竖直向上的风速，沙尘颗粒被扬起后悬浮在空中，这时风对沙尘的作用力相当于空气不动而沙尘以速度 $v$ 竖直向下运动时受的阻力，此阻力可表示为 $f = \alpha p A v^2$ ，其中 $\alpha$ 为一系数， $A$ 为沙尘颗粒的截面积， $p$ 为空气密度。

(1) 若沙粒的密度 $\rho_s = 2.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，沙尘颗粒为球形，半径 $r = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$ ，地球表面处空气密度 $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$ ， $\alpha = 0.45$ ，试估算在地面附近，扬沙的最小风速 $v_1$ ；

(2) 假定空气密度 $\rho$ 随高度 $h$ 的变化关系为 $\rho = \rho_0(1 - Ch)$ ，其中 $\rho_0$ 为 $h=0$ 处的空气密度， $C$ 为一常量， $C = 1.18 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$ ，

试估算当 $v=9.0 \text{ m/s}$ 时扬沙的最大高度。  
(不考虑重力加速度随高度的变化)

2. 沙尘暴中的强风摧毁建筑物及公用设施，会造成人员伤亡，这次沙尘暴中，北京一商场玻璃幕墙被大风吹倒，造成一块质量为 $5 \text{ kg}$ 的玻璃脱落，玻璃从 $20 \text{ m}$ 的高楼下落到地面上。求：



(1) 该玻璃在着地前的动量、动能为多少？

(2) 若从玻璃接触地面到陷至最低点经历了 $0.01 \text{ s}$ ，则玻璃对地面的平均作用力为多少？

(3) 若玻璃落在水泥地面上，反弹高度为 $0.8 \text{ m}$ ，玻璃与接触地面经历了 $0.01 \text{ s}$ ，则该段时间内地面对小球的平均作用力为多少？( $g$ 取 $10 \text{ m/s}^2$ )

3. 国家环保总局监测网显示，2010年3月20日强沙尘暴当天，西安总悬浮颗粒物达到了每立方米 $33 000$ 微克，超过正常值的100倍，沙尘暴严重影响交

通。在西安市一个十字道口，卡车用 $54\text{ km/h}$ 的速度匀速行驶，忽然前方十字道口有一个骑自行车的人跌倒，司机刹车的反应时间为 $0.6\text{ s}$ ，刹车后卡车匀减速前进，最后停在骑车者前 $4\text{ m}$ 处。已知刹车过程中卡车加速度大小为 $5\text{ m/s}^2$ ，刹车 $10\text{ s}$ 后，情况恢复正常，求：



(1) 司机发现情况时距十字道口的距离；

(2) 假设汽车刹车的最大加速度是 $8\text{ m/s}^2$ ，在远离十字道口前方的警示牌上写明限速 $40\text{ km/h}$ ，警示牌离十字道口的最小距离为多少？

4. 沙尘暴的强风会吹倒树木电杆，破坏建筑物，从而造成危害，但强风有利于风力发电，可化害为利。若某地沙尘暴的风速为 $v=25\text{ m/s}$ ，空气密度 $\rho=1.29\text{ kg/m}^3$ ，风力发电机的风叶正对强风，风叶迎风横截面积 $S=4\text{ m}^2$ ，利用风能用来发电的效率为 $\eta=80\%$ ，请利用上述数据估计此风力发电机的输出功率。



5. 沙尘暴对人畜和建筑物的危害绝不亚于台风和龙卷风，它会导致建筑物倒塌，造成人畜死亡。这次特大沙尘暴已造成死亡、失踪多人。据报道，兰州市某大厦上一个小孩被大风从 $15$ 层高楼刮下，被地面一位见义勇为的叔叔接住而幸免于难。若小孩从接触叔叔的手臂到停止运动经历



$0.50\text{ s}$ ，小孩体重 $15\text{ kg}$ ，一层楼高约 $3\text{ m}$ 。

(1) 试估算叔叔受到的平均冲力是多大？

(2) 如一般肌肉的拉伸强度的极限为 $10^8\text{ N/m}^2$ ，手臂肌肉张紧时的平均横截面积为 $25\text{ mm}^2$ ，试估算叔叔手臂肌肉是否会受伤。

6. 沙尘暴危害人体健康，皮肤、眼、鼻和肺是最先接触沙尘的部位，受害最重，而肺部表现则更为严重和广泛。健康学家首先提出，细微污染颗粒与肺病和心脏病死亡之间存在关系，强沙尘污染往往致人休克。某休克病人的心电图如图1所示（图纸上每小格边长为 $1.0\text{ cm}$ ），已知心电图记录仪的出纸速度（纸带移动速度）是 $2.5\text{ cm/s}$ ，求：

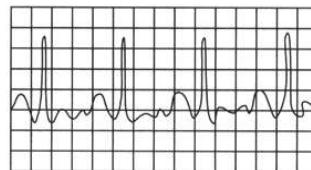


图1

(1) 此休克病人的心率（每分钟跳动次数）为多少次/分？

(2) 若此休克病人心跳一次输送 $80\text{ mL}$ 的血液，他的血压（可看作心脏压送血液的平均压强）为 $1.5 \times 10^4\text{ Pa}$ ，据此估算此人心脏工作的平均功率 $P$ 。（正常人心脏工作的平均功率约 $1.5\text{ W}$ 左右，休克病人心脏工作功率过小会导致机体缺氧死亡。）

7. 沙尘暴中的沙尘严重影响人的呼吸道健康，为研究静电除尘，物理探究小组设计了一个盒状容器，如图2所示。容器侧面是绝缘的透明有机玻璃，它的上下底面是面积 $A=0.04\text{ m}^2$ 的金属板，间距 $L=0.05\text{ m}$ ，当连接到

$U=2500\text{ V}$ 的高压电源正负两极时，能在两金属板间产生一个匀强电场。现把一定量均匀分布的烟尘颗粒密闭在容器内，每立方米有烟尘颗粒 $10^{13}$ 个，假设这些颗粒都处于静止状态，每个颗粒带电荷量为 $Q=+1.0 \times 10^{-17}\text{ C}$ ，质量为 $m=2.0 \times 10^{-15}\text{ kg}$ ，不考虑空气阻力，并忽略烟尘重力。求合上开关后：

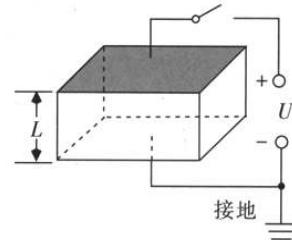


图2

(1) 经过多长时间烟尘颗粒可以被全部吸引？

(2) 除尘过程中电场对烟尘颗粒共做了多少功？

(3) 经过多长时间容器中烟尘颗粒的总动能达到最大？

8. 防治沙尘暴最主要的方法是增加地表植被覆盖，固结泥沙。新中国成立以来，我国已建成的连结东北、华北和西北的三北防护林，以及在沙漠边缘植树种草等工程，对防治沙尘暴的发生起了重要作用，植树种草是有效改善环境的基本方式之一，植物不仅能够防风固沙，还能净化空气，为了探究绿地每秒放出多少氧气。物理兴趣小组做了如下实验：面积为 $0.1\text{ m}^2$ 的盆内盛有 $6\text{ kg}$ 的水，经太阳垂直照射 $15\text{ min}$ ，温度升高 $5^\circ\text{C}$ ，如果地表植物接收太阳能的能力与水相等，不计算损失的热量，试问：

(1) 每平方米绿色植物每秒接收太阳光的能量为多少？

(2) 若绿色植物在光合作用下每吸收 $1\text{ kJ}$ 的太阳能可放出 $0.05\text{ L}$ 的氧气，则每公顷绿地每秒放出多少升氧气？(水的比热为 $4.2 \times 10^3\text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ , $1\text{ 公顷} = 10^4\text{ m}^2$ )