

考答案

1	2	3	4	5	6	7	8
B	C	D	C	AC	BC	AD	BD

1. B【详解】A. 元电荷是电荷量的最小单位，而非电子或质子本身，故 A 错误；  
 B. 元电荷的数值确为  $1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ ，由实验测定，故 B 正确；  
 C. 静电平衡时，导体表面曲率越大（尖锐处）电荷密度越大，故 C 错误；  
 D. 带电作业需穿导电服使人体与导线等电势，而非绝缘服，故 D 错误。
2. C【详解】A. 带负电的粒子仅在电场力作用下通过该区域时的运动轨迹，受到的电场力指向电场线汇聚处，所以该电场是由正点电荷形成的，故 A 错误；  
 B. 仅根据粒子的运动轨迹，无法确定粒子一定是从 P 向 Q 运动，也有可能从 Q 向 P 运动，故 B 错误；  
 C. 若粒子从 P 运动到 Q，电场力方向与速度方向的夹角大于  $90^\circ$ ，电场力做负功，动能减小，速度减小，所以 P 点速度大于 Q 点速度；若粒子从 Q 运动到 P，电场力做正功，动能增大，P 点速度还是大于 Q 点速度；  
 D. 电场线的疏密表示电场强度的大小，P 点处电场线比 Q 点处密，所以 P 点电场强度大。根据  $F = qE$ ， $q$  为粒子电荷量， $E$  为电场强度，粒子在 P 点受到的电场力大。
3. D【详解】在半球面 AB 右侧填补一个与 AB 完全相同的半球面，则这个球壳在 M、N 两点产生的电场强度相等，均为

$$E_0 = k \frac{2q}{(2R)^2} = \frac{kq}{2R^2}$$

由于半球面 AB 在 M 点的场强大小为  $E$ ，则右侧填补的半球面在 M 点产生的电场强度为  $E_1 = E_0 - E = \frac{kq}{2R^2} - E$

根据对称性可知，半球面 AB 在 N 点的场强大小与右侧填补的半球面在 M 点产生的场强大小相等，即 N 点的场强大小为

$$E_2 = E_1 = \frac{kq}{2R^2} - E$$

4. C【详解】卫星在低轨道上做匀速圆周运动，由万有引力提供向心力，则有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad \text{解得卫星在低轨时的动能为}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2r}$$

卫星在低轨时的势能为  $E_p = -\frac{GMm}{r}$

卫星在高轨道上做匀速圆周运动，由万有引力提供向心力，则有  $G \frac{Mm}{(2r)^2} = m \frac{v_1^2}{2r}$

$$\text{解得卫星在高轨时的动能为 } E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{GMm}{4r}$$

卫星在高轨时的势能为  $E_{p1} = -\frac{GMm}{2r}$

根据引力做功与引力势能的关系有  $W_{引} = E_p - E_{p1}$

令卫星在 Q 处加速过程发动机做的功为  $W_1$ ，根据动能定理有  $W + W_1 + W_{引} = E_{k1} - E_k$  解得  $W_1 = \frac{1}{2}E_k - W$

5. AC【详解】A. 动能公式为  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，速度增大时动能一定增加。机械能是否增加取决于是否有非保守力（如摩擦力或外力）做功。  
 B. 重力势能的大小与零势能面的选取有关，而重力势能的变化量仅由高度差决

定，与零势能面无关。

C. 电势能的大小与零势能面的选取有关（如点电荷电场中电势能的正负由零势能面决定），且电势能可以为负值（如负电荷在正电势区域）。故 C 正确。

D. 物体克服滑动摩擦力做功会产生内能，但静摩擦力做功时因无相对滑动（相对位移为零），不会产生内能。例如传送带上的物体静摩擦力做功转化为动能而非内能。故 D 错误。

6. BC【详解】A. 电场强度方向沿电场线的切线，则 a 点和 d 点的电场强度不相同，A 错误；  
 B. a 点的电场线比 c 点的电场线密集，则 a 点的电场强度一定大于 c 点的电场强度，B 正确；  
 C. 电子沿电场线方向做负功，b 则点的电势能大于 d 点的电势能；  
 D. 电子由 a 点运动到 c 点时，电场力做正功，动能一定增大。

7. AD【详解】A. 手榴弹投出后做的是斜抛运动，竖直方向上做竖直上抛运动，由  $h = \frac{1}{2}gt^2$  可求得从投出到最高点的过程用时  $t = 1.5\text{s}$ ；  
 B. 投出手榴弹在竖直方向的分速度大小  $v_y = gt = 15\text{m/s}$

C. 根据斜抛运动的对称性可知，手榴弹在空中的运动时间为 3s，所以水平射程为  $x = v_x t' = 45\text{m}$

D. 手榴弹在水平方向做匀速直线运动，在水平方向的分速度大小  $v_x = \frac{v_y}{\tan 45^\circ} = 15\text{m/s}$ ，手榴弹在最高点时竖直方向的分速度变为 0，只有水平方向的分速度

15m/s；

8. BD【详解】AB. 小球从 A 点离开轨道，竖直方向有  $2g \times \frac{R}{3} = v^2$

$$\text{解得小球离开 A 点的速度 } v = \sqrt{\frac{2gR}{3}}$$

从 B 到 A 应用动能定理有

$$qER - mgR = \frac{1}{2}mv^2 \text{ 解得 } E = \frac{4mg}{3q}$$

对重力和电场力进行合成，则等效重力

$$G' = \sqrt{(mg)^2 + (qE)^2} = \frac{5}{3}mg$$

方向与竖直方向夹角满足

$$\cos\theta = \frac{mg}{G'} = \frac{3}{5} \quad \theta = 53^\circ$$

类比于重力场中的竖直上抛运动，小球离开轨道后到达等效最高点时速度最小，有

$$v_{\min} = v \sin\theta = \frac{4}{5} \sqrt{\frac{2gR}{3}}$$

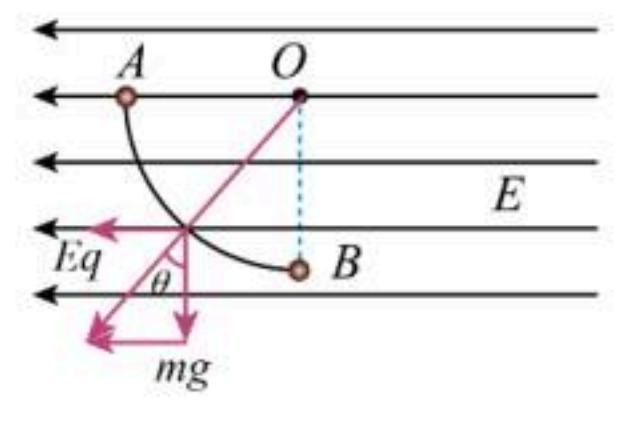
则最小动能为  $E_{k\min} = \frac{1}{2}mv_{\min}^2 = \frac{16}{75}mgR$

选项 B 正确，A 错误；

CD. 小球在 AB 轨道上运动过程，类比在重力场中的单摆，当运动到等效最低点时，速度最大，根据动能定理

$$qE \sin\theta - mgR(1 - \cos\theta) = E_{km}$$

$$\text{解得 } E_{km} = \frac{2}{3}mgR$$



9.  $1.6 \times 10^{-9} \text{C}$  小于  
10. 同时 不变 等于

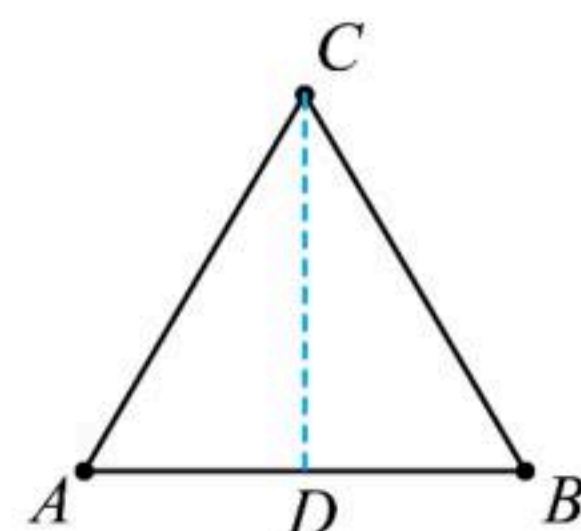
11. (1)B (2) 1.5 2.0

12. (1)C (2)  $\frac{m(h_3-h_1)^2}{32T^2}$  (3)BD (4)M

13. (1)  $F = k \frac{q^2}{L^2}$  (3分)

方向沿 A 指向 C (1分)

(2) 如图所示



由电场叠加原理可知, A、B 两

处的点电荷在 D 处合场强为零. (1分)

因此 A、B 连线中点电场强度的大小

$$E = E_C = k \frac{q}{(L \sin 60^\circ)^2} = \frac{4kq}{3L^2} \quad (2 \text{分})$$

方向垂直 AB 向下 (1分)

14. (1) 设带电体在水平轨道上运动的加速度大小为  $a$ , 根据牛顿第二定律有

$$qE = ma \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } a = 8 \text{m/s}^2$$

设带电体运动到 B 端的速度大小为  $v_B$ , 根据匀变速直线的规律有

$$v_B^2 = 2ax \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } v_B = 4 \text{m/s} \quad (1 \text{分})$$

- (2) 当带电体运动到圆轨道 B 端时, 根据牛顿第二定律有

$$F_N - mg = m \frac{v_B^2}{R} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } F_N = 5 \text{N} \quad (1 \text{分})$$

再根据牛顿第三定律可知

$$F'_N = 5 \text{N} \quad (1 \text{分})$$

- (3) 带电体 A 到 C 过程, 根据动能定理

$$qE(x+R) + W_{\text{摩}} - mgR = 0 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } W_{\text{摩}} = -0.72 \text{J}$$

A 到 C 过程中发热量  $Q = 0.72 \text{J}$  (1分)

15. (1) 物块刚放上传送带时, 电场强度为

$$E_0 = 300 \text{N/C} \quad (1 \text{分})$$

根据牛顿第二定律得

$$qE_0 - mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_0 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } a_0 = 10 \text{m/s}^2 \quad (1 \text{分})$$

- (2) 当合力为零时, 物块速度最大, 根据平衡条件得

$$Eq - mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = 0 \quad (2 \text{分})$$

$$E = 300 - 80x_1$$

$$\text{解得 } x_1 = 5 \text{m} \quad (1 \text{分})$$

向上运动 5m 时速度最大;

- (3) 根据题意, 电场强度方向先沿传送带向上, 后沿传送带向下, 电场力对物块先做正功, 物块的电势能减小, 后做负功, 物块的电势能增大, 电场强度减小到零时, 电场强度的方向发生改变, 所以, 当电场强度减小到零时, 电场力做功最多, 电势能最小。

$$300 - 80x_2 = 0$$

$$\text{解得 } x_2 = \frac{15}{4} \text{m} \quad (1 \text{分})$$

物块运动到  $x_2 = \frac{15}{4} \text{m}$  处, 电场强度为零, 电场方向发生改变,

电场力做功最多, 电势能最小。把电场分解为两个电场, 一个是  $E_0 = 300 \text{N/C}$  方向沿着传送带向上的匀强电场, 另一个是方向沿着传送带向下、大小为  $E = 80x$  的变化电场, 该电场对物块的电场力的大小与位移成正比, 可以用平均值的方法求功。物块从开始运动到  $x_2 = \frac{15}{4} \text{m}$  处的过程中, 电场力的功为

$$W_1 = qE_0x_2 - \frac{0+q \times 80x_2}{2} x_2 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } W_1 = \frac{225}{4} \text{J}$$

物块的最小电势能为

$$E_{\text{Pmin}} = -W_1 = -\frac{225}{4} \text{J} \quad (1 \text{分})$$

电场力后做负功, 物块的电势能增大, 当物块运动到最高点时, 克服电场力做功最多, 物块的电势能最大。设物块运动的最远距离为  $x_3$ , 最高点时速度为零, 根据动能定理得

$$\mu mgx_3 \cos 30^\circ + qE_0x_3 - mgx_3 \sin 30^\circ - \frac{0+q \cdot 80x_3}{2} x_3 = 0 - 0 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } x_3 = 10 \text{m} \quad (1 \text{分})$$

从开始运动到最高点的过程中, 电场力的功为

$$W_2 = qE_0x_3 - \frac{0+q \cdot 80x_3}{2} x_3 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } W_2 = -100 \text{J}$$

物块电势能的最大值为

$$E_{\text{Pmax}} = -W_2 = 100 \text{J} \quad (1 \text{分})$$