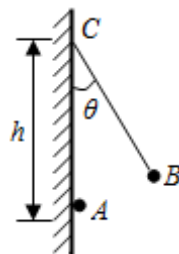


【高三物理 典题训练 10】

静电场 答案详解

【题型 1】库仑定律与场强

【典例 1】如图，在竖直绝缘墙上固定一带电小球 A，将带电小球 B 用轻质绝缘丝线悬挂在 A 的正上方 C 处，图中 $AC=h$ 。当 B 静止在与竖直方向夹角 $\theta=30^\circ$ 方向时，A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 $\sqrt{3}/3$ 倍，则丝线 BC 长度为_____。若 A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 0.5 倍，改变丝线长度，使 B 仍能在 $\theta=30^\circ$ 处平衡，以后由于 A 漏电，B 在竖直平面内缓慢运动，到 $\theta=0^\circ$ 处 A 的电荷尚未漏完，在整个漏电过程中，丝线上拉力大小的变化情况是_____。



【答案】 $2\frac{\sqrt{3}}{3}h$ 或 $\frac{\sqrt{3}}{3}h$ ；先不变，后增大

【解析】(1)当 B 静止在与竖直方向夹角 $\theta=30^\circ$ 方向时，A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 $\sqrt{3}/3$ 倍，对 B 受力分析，G、F 与 T，将 F 与 T 合成，

$$\text{则有：} \frac{G}{F} = \frac{h}{AB}, \text{ 解得：} AB = \frac{F}{G} h = \frac{\sqrt{3}}{3} h,$$

根据余弦定理，可得， $(\frac{\sqrt{3}}{3}h)^2 = h^2 + BC^2 - 2 \times BC \times h \cos 30^\circ$ ，

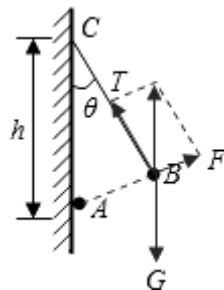
$$\text{解得 } BC = 2\frac{\sqrt{3}}{3}h \text{ 或 } \frac{\sqrt{3}}{3}h;$$

(2)当 A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 0.5 倍，B 仍能在 $\theta=30^\circ$ 处平衡，根据几何关系可知此时 AB 与 BC 互相垂直。

由三角形相似可知 $\frac{G}{h} = \frac{F}{AB} = \frac{T}{BC}$ ，随着电量的减小，细绳的拉力不变，库仑力减小。

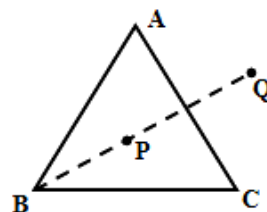
当细绳变为竖直方向时，此时绳子拉力仍大于重力，所以拉力先不变，后增大。

故答案为： $2\frac{\sqrt{3}}{3}h$ 或 $\frac{\sqrt{3}}{3}h$ ；先不变，后增大。



【考点】库仑力，相似三角形，余弦定理。

【典例 2】AB、BC、CA 三根等长带电棒绝缘相连成正三角形，每根棒上电荷均匀分布，AB、BC 带电均为 $+q$ ，CA 带电为 $-q$ ，P 点为正三角形中心，P、Q 两点关于 AC 边对称。现测得 P、Q 两点的电场强度大小分别为 E_1 和 E_2 ，若撤去 CA 棒，则 P、Q 两点的电场强度大小分别为 $E_P = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_Q = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



【答案】 $E_1/2$ ； $E_1/2 - E_2$ 或 $E_1/2 + E_2$

【解析】(1)假设三根等长带电棒绝缘都带 $+q$ 电荷，则 P 的场强为零，根据电场的叠加原理可知，AB、BC 两棒在 P 点的电场强度与 AC 棒在 P 点的场强大小相等、方向相反；

所以可知当 AB、BC 带电均为 $+q$ ，CA 带电为 $-q$ 时，AB、BC 两棒在 P 点的电场强度与 AC 棒在

P 点的场强大小相等、方向相同，则有：

撤去 CA 棒，则 P、Q 两点的电场强度大小分别为 $E_P = E_1/2$ ；根据对称性可知原来 AC 在 Q 处的场强大小 $E_1/2$ ，方向沿 Q 到 P。

(2)原来 Q 的场强是 AB、BC 产生的场强和 AC 产生的场强的叠加而成，AB、BC 产生的场强方向从 P 到 A，AC 产生的场强方向从 Q 到 P。根据电场的叠加可知，

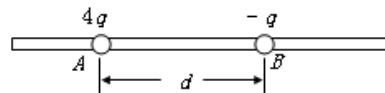
原来 Q 点的场强方向可能沿 Q 到 P，原来 Q 点的大小为 E_2 ，则撤去 CA 棒后，Q 点的电场强度大小 $E_Q = E_1/2 - E_2$ ；

原来 Q 的方向也可能沿 P 到 Q，则撤去 CA 棒后，Q 点的电场强度大小 $E_Q = E_1/2 + E_2$ 。

故答案为： $E_1/2$ ； $E_1/2 - E_2$ 或 $E_1/2 + E_2$ 。

【考点】场强，场强的叠加性。

[典例 3]带电量分别为 $4q$ 和 $-q$ 的小球 A、B 固定在水平放置的光滑绝缘细杆上，相距为 d 。若杆上套一带电小环 C（图上未画），带电体 A、B 和 C 均可视为点电荷。则小环 C 的平衡位置为_____；将小环拉离平衡位置一小位移 x （ x 小于 d ）后静止释放，则小环 C 回到平衡位置。（选填“能”“不能”或“不一定”）



【答案】在 AB 连线的延长线上距离 B 为 d 处；不能

【解析】(1)设 C 在 AB 连线的延长线上距离 B 为 l 处达到平衡，带电量为 Q ，由库仑定律得： $F = k \frac{qQ}{r^2}$ ，

有平衡条件得： $F_c = \frac{4kqQ}{(d+l)^2} + \frac{-kqQ}{l^2} = 0$ ，解得： $l_1 = -d/3$ （舍）； $l_2 = d$ 。

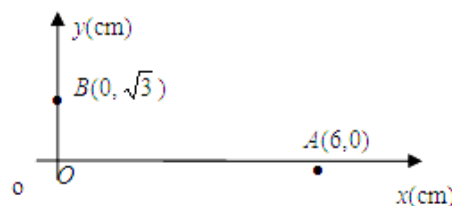
所以平衡位置为： $l = d$ ，即在 AB 连线的延长线上距离 B 为 d 处。

(2)若小环 C 带电量为 q ，将小环向右拉离平衡位置一小位移 x ，小环受合力向右，不能回到平衡位置；若小环 C 带电量为 $-q$ ，将小环向右拉离平衡位置一小位移 x ，小环受合力向左，能回到平衡位置。所以不能回到平衡位置。

【考点】非等量异种电荷的场强，真空中点电荷场强，场强的叠加性，库仑力。

【题型 2】电势能、电势与等势面

[典例 4]如图所示，在平面直角中，有方向平行于坐标平面的匀强电场，已测得坐标原点 O 处的电势为 $0V$ ，点 A 处的电势为 $6V$ ，点 B 处的电势为 $3V$ ，那么电场强度的大小为 $E = \underline{\hspace{2cm}} V/m$ ，方向与 X 轴正方向的夹角为_____。



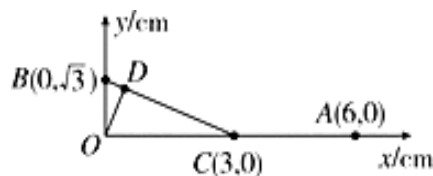
【答案】200； 120°

【解析】根据题意，由匀强电场特点可知 OA 中点 C 的电势为 $3V$ ，

与 B 点电势相等，则 BC 连线为等势线。

自原点 O 向 BC 连线引垂线，垂足为 D。

沿电场线方向电势降低，故 DO 方向为场强方向。



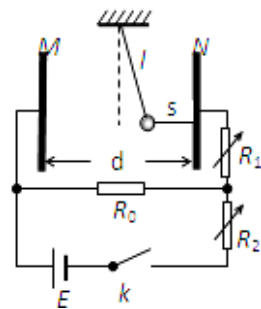
D 点电势为 3 V，根据图中几何关系得 $\frac{OB}{\sqrt{OB^2 + OC^2}} = \frac{OD}{OC}$ ，得到 OD 长度为 1.5 cm，场强为

$$E = \frac{U_{DO}}{d_{DO}} = \frac{3}{1.5 \times 10^{-2}} = 200 \text{ V/m}, \text{ 同时 } \angle DOC = \arccos \frac{OD}{OC} = 60^\circ, \text{ 由于 DO 方向为场强方向, 故}$$

夹角为 $180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$ 。

【考点】电势，等势面，匀强电场的场强公式。

【典例 5】如图所示电路，M、N 是一对间距为 d 的平行金属板，且将 N 板接地。已知电源电动势 $E = 36$ 伏，内阻不计， $R_0 = 200\Omega$ 为定值电阻， R_1 、 R_2 均为 $0 - 999.9\Omega$ 的可调电阻箱，用两根绝缘细线将质量为 m、带少量负电的小球悬于平行金属板内部。已知细线 s 水平，线长 $s = d/3$ 。闭合电键 k，若仅将 R_1 从 200Ω 调到 400Ω ，则两状态小球电势能之比为_____；若仅将 R_2 从 200Ω 调到 400Ω ，则两状态小球电势能之比为_____。



【答案】 1 : 1; 3 : 2

【解析】在直流电路中，平行金属板 MN 部分电路相当于断路。故改变 R_1 的阻值，不会改变电容器两端间的电势差，也不会改变小球的电势能，所以两状态小球电势能之比为 1 : 1。

当 R_2 为 200Ω 时，电容器两端间的电势差为 18V，N 板接地，所以小球所在位置的电势为 6V；

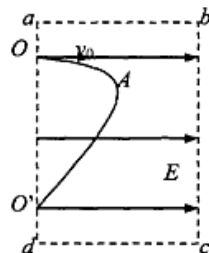
当 R_2 为 400Ω 时，电容器两端间的电势差为 12V，N 板接地，所以小球所在位置的电势为 4V，

根据电势能的公式 $E_p = qU$ ，两状态小球电势能之比为 3 : 2。

【考点】电势，电势能，平行金属板，匀强电场的场强公式。

【题型 3】电场力做功与动能定理

【典例 6】如图，在足够大的长方形 abcd 区域内有水平向右的匀强电场，其中 ad 边与水平方向垂直，现有一带电的质点从 O 点沿电场方向射入该区域，它的动能为 10J，当它到达距 ad 边最远的 A 点时，所具有的动能为 25J，此过程中带电质点的电势能增加了_____J。该带电质点折回通过 ad 边上的 O' 点时，其动能为_____J。



【答案】 10J; 110J

【解析】由对质点从 O 点到 A 点的运动过程：在水平方向，由能量守恒得：带电质点的电势能增加等于动能的减小，动能减小 10J，则电势能增加了 10J。

运用运动的分解法可知，质点在水平方向做匀减速运动，竖直方向做自由落体运动，根据对称性可知，质点从 O 到 A 与从 A 到 O' 的时间相等，由自由落体运动的规律分析得知：

$$O'O \text{ 间与 OA 间竖直上位移之比为 } h_{OA} : h_{OO'} = \frac{1}{2} g t_{OA}^2 : \frac{1}{2} g t_{OO'}^2 = 1 : 4.$$

$$\text{对质点从 O 点到 A 点的运动过程：在竖直方向有：} mgh_{OA} = \frac{1}{2} m v_A^2,$$

对质点从 O 点到 O' 点的运动过程：在竖直方向有： $mgh_{OO'} = \frac{1}{2}mv_{O'y}^2$,

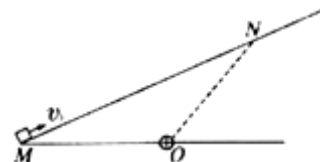
则得： $\frac{1}{2}mv_{O'y}^2 = 4 \times \frac{1}{2}mv_A^2 = 100J$ 。所以 $E_{kO'} = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_{O'y}^2 = 110J$ 。

【考点】电势能，电场力做功，动能定理。

[典例 7] 如图所示，粗糙程度均匀的绝缘斜面下方 O 点处有一正点电荷，带负电的小物体以初速度 v_1 从 M 点沿斜面上滑，到达 N 点时速度为零，然后下滑回到 M 点，此时速度为 v_2 ($v_2 < v_1$)。若小物体电荷量保持不变， $OM = ON$ ，则 ()

- A. 从 N 到 M 的过程中，小物体受到的摩擦力和电场力均是先增大后减小
- B. 从 N 到 M 的过程中，小物体的电势能逐渐减小
- C. 从 M 到 N 的过程中，电场力对小物体先做负功后做正功

D. 小物体上升的最大高度为 $\frac{v_1^2 + v_2^2}{4g}$



【答案】AD

【解析】设斜面倾角为 θ 、上升过程沿斜面运动的最大距离为 L 。

A、从 N 到 M 的过程中，小物体受到的电场力垂直斜面的分力先增大后减小，而重力分力不变，则摩擦力先增大后减小，在此过程中小物体到 O 的距离先减小后增大，根据库仑定律可知小物体受到的电场力先增大后减小，A 对。

B、C，由 $OM = ON$ ，可知电场力对小物体先作正功后作负功，电势能先减小后增大，BC 错；

D、因为 $OM = ON$ ，则 MN 两点电势相等，小物体从 M 到 N、从 N 到 M 电场力做功均为 0。

上滑和下滑经过同一个位置时，垂直斜面方向上电场力的分力相等，则经过相等的一小段位移在上滑和下滑过程中电场力分力对应的摩擦力所作的功均为相等的负功，所以上滑和下滑过程克服电场力产生的摩擦力所作的功相等、并设为 W_1 。对小物体，应用动能定理：

上滑过程中， $-mgsin\theta L - \mu mgcos\theta L - W_1 = -\frac{1}{2}mv_1^2$ ，下滑过程中， $mgsin\theta L - \mu mgcos\theta L - W_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$ ，

上两式相减可得 $h = sin\theta L = \frac{v_1^2 + v_2^2}{4g}$ ，D 对；故选 AD。

【考点】电势能，电场力做功，动能定理。