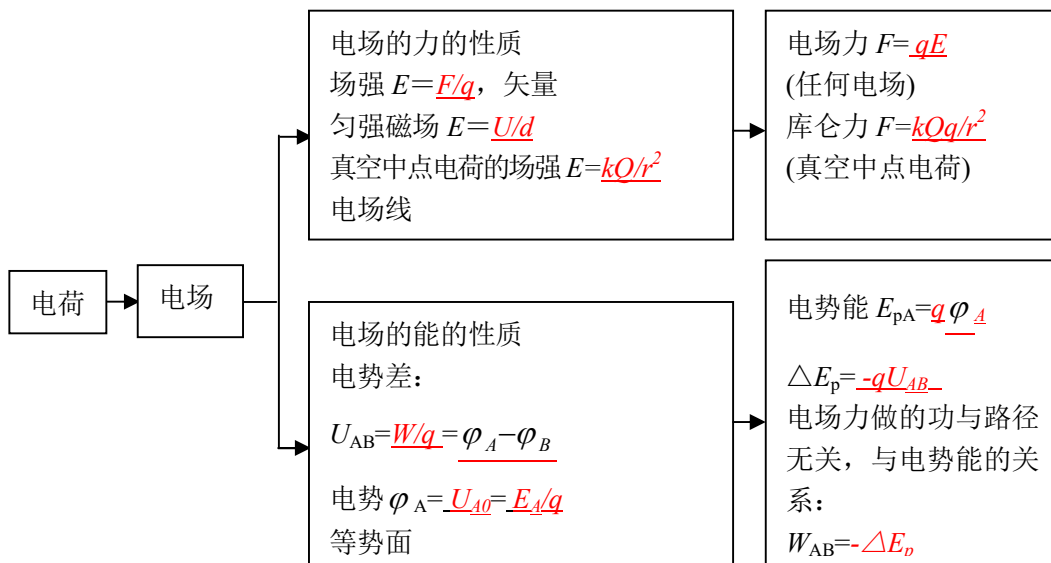


第1讲 理解静电场（解答）

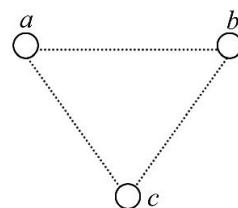
一、知识网络构建



二、方法策略整合

(一) 电场的矢量叠加

1. [2013·新课标II卷] 如图, 在光滑绝缘水平面上, 三个带电小球 a 、 b 和 c 分别位于边长为 l 的正三角形的三个顶点上; a 、 b 带正电, 电荷量均为 q , c 带负电. 整个系统置于方向水平的匀强电场中. 已知静电力常量为 k , 若三个小球均处于静止状态, 则匀强电场场强的大小为【单选】

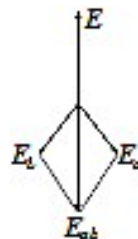


- A. $\frac{\sqrt{3}kq}{3l^2}$ B. $\frac{\sqrt{3}kq}{l^2}$ C. $\frac{3kq}{l^2}$ D. $\frac{2\sqrt{3}kq}{l^2}$

【解题指南】 解答本题应理解以下三点:

- (1) 电场的矢量叠加, 要采用平行四边形定则;
- (2) 三个小球均处于静止状态, 即每个小球所在位置的合场强为零;
- (3) 选择一个点研究得出的结果是通用的.

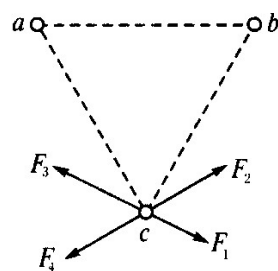
【解析】 带电小球 a 、 b 在 c 球位置处的场强大小均为 $E_a = E_b = \frac{3kq}{l^2}$, 方向如图, 根据平行四边形定则, 其合电场强度大小为 $E_{ab} = \frac{\sqrt{3}kq}{l^2}$, 该电



场应与外加的匀强电场 E 等大反向, 即 $E = \frac{\sqrt{3}kq}{l^2}$, 选项 B 正确.

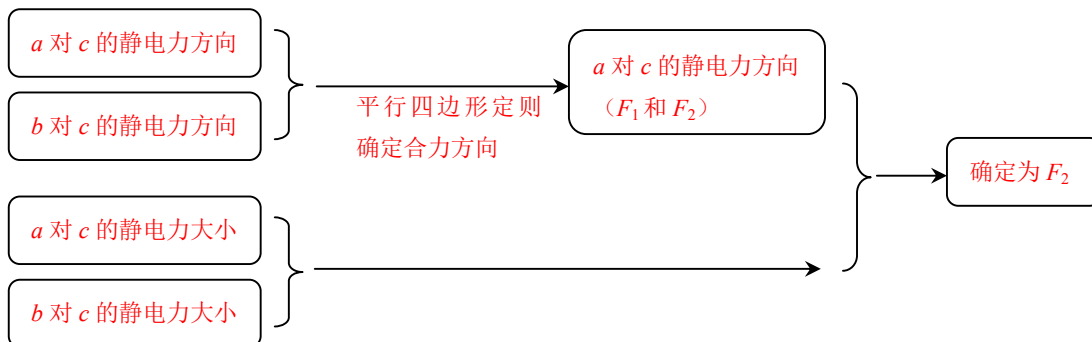
【答案】 B

2. 如图, 三个完全相同的金属小球 a 、 b 、 c 位于等边三角形的三个顶点上, 其中 a 和 c 带正电, b 带负电, a 所带电荷量比 b 的少. 已知 c 受到 a 和 b 的静电合力可用图中四条有向线段中的一条来表示, 它应是【单选】



- A. F_1 B. F_2 C. F_3 D. F_4

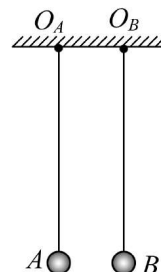
【解析】先单独分析 a 对 c 和 b 对 c 的库仑力, 再根据分析它们的合力, 采用如下思维路线图分析易得到答案.



图解: c 受到 a 的静电力 (F_{ac}) 沿 ac 方向, c 受到 b 的静电力 (F_{bc}) 沿 cb 方向. 若 a 所带电荷量与 b 所带的电荷量相等, 那么 c 所受到的静电力的合力应平行 ab 方向向右. 而 a 所带电荷量比 b 所带电荷量少, 因此, $F_{ac} < F_{bc}$, 静电力的合力将向 cb 方向偏移, 它以 F_2 表示.

【答案】B

3. [2016·浙江卷]如图, 把 A 、 B 两个相同的导电小球分别用长为 0.10m 的绝缘细线悬挂于 O_A 和 O_B 两点. 用丝绸摩擦过的玻璃棒与 A 球接触, 棒移开后将悬点 O_B 移到 O_A 点固定. 两球接触后分开, 平衡时距离为 0.12m . 已测得每个小球质量是 $8.0 \times 10^{-4}\text{kg}$, 带电小球可视为点电荷, 重力加速度 g 取 10m/s^2 , 静电力常量 $k=9.0 \times 10^9\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, 则【多选】



- A. 两球所带电荷量相等
B. A 球所受的静电力为 $1.0 \times 10^{-2}\text{N}$
C. B 球所带的电荷量为 $4\sqrt{6} \times 10^{-8}\text{C}$
D. A 、 B 两球连线中点处的电场强度为 0

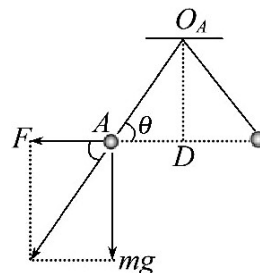
【解析】用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电, 带正电的玻璃棒与 A 球接触, A 球带正电, A 、 B 接触后, 由于两个小球完全相同, 电荷量均分, 则两球所带电荷量相等, 且都为正电, 在 A 、 B 两球连线中点处的电场强度为 0 , 则 A 、 D 项正确; 两小球平衡时如图所示, 重力和库仑力的合力与悬线的拉力大小相等, 方向相反, 在直角

三角形 OAD 中, $\cos\theta=0.6$, 在矢量三角形中, $F=\frac{mg}{\tan\theta}=6 \times 10^{-3}\text{N}$,

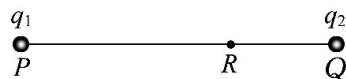
则 B 项错误; 由库仑定律 $F=k\frac{q^2}{r^2}$, 得 $q=\sqrt{\frac{Fr^2}{k}}=4\sqrt{6} \times 10^{-8}\text{C}$,

则 C 正确.

【答案】ACD



4. [2013·海南卷]如图,电荷量为 q_1 和 q_2 的两个点电荷分别位于 P 点和 Q 点. 已知在 P 、 Q 连线上某点 R 处的电场强度为零, 且 $\overline{PR} = 2\overline{RQ}$. 则【单选】



- A. $q_1=2q_2$ B. $q_1=4q_2$ C. $q_1=-2q_2$ D. $q_1=-4q_2$

【解析】设 $\overline{PR} = 2\overline{RQ} = 2r$, 因为 R 处的电场强度为零, 两点电荷在 R 处的场强等大反

向, 由 $k\frac{q_1}{(2r)^2} = k\frac{q_2}{r^2}$, 解得: $q_1=4q_2$.

【答案】B

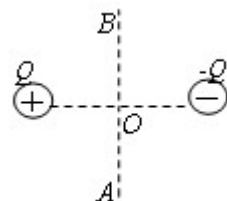
5. 在 x 轴上有两个点电荷, 一个带正电, 电荷量为 Q_1 , 一个带负电, 电荷量为 Q_2 , 且 $Q_1=2Q_2$. 用 E_1 和 E_2 分别表示它们在某点产生场强的大小, 则在 x 轴上【单选】
- A. $E_1=E_2$ 之点只有一处, 该处合场强为零
 B. $E_1=E_2$ 之点共有两处, 一处合场强为零, 另一处合场强为 $2E_2$
 C. $E_1=E_2$ 之点共有三处, 其中两处合场强为零, 另一处合场强为 $2E_2$
 D. $E_1=E_2$ 之点共有三处, 其中一处合场强为零, 另两处合场强为 $2E_2$

【解析】在 Q_1 左边区域时, 由于 $Q_1=2Q_2$, 它们对 q 的作用力不可能相等, 因此在 Q_1 的左边不存在 $E_1=E_2$ 的点, 而在 Q_1 与 Q_2 之间以及 Q_2 的右边区域有这样的点, 而且这样的点到 Q_1 的距离是它到 Q_2 距离的 $\sqrt{2}$ 倍. 进一步考虑 E_1 、 E_2 的方向, 可知合场强为零的点在 Q_2 的右边, 合场强为 $2E_2$ 的点在 Q_1 与 Q_2 之间. 所以, B 项正确.

【答案】B

(二) 理解电场线和等势线

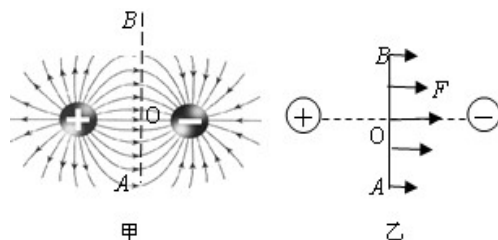
6. 如图, 一电子沿等量异种电荷的中垂线由 $A \rightarrow O \rightarrow B$ 匀速飞过, 电子重力不计, 则电子除受电场力外, 所受另一个力的大小和方向变化情况是【单选】
- A. 先变小后变大, 方向水平向左
 B. 先变小后变大, 方向水平向右
 C. 先变大后变小, 方向水平向左
 D. 先变大后变小, 方向水平向右



【解题指南】解答本题应理解以下三点:

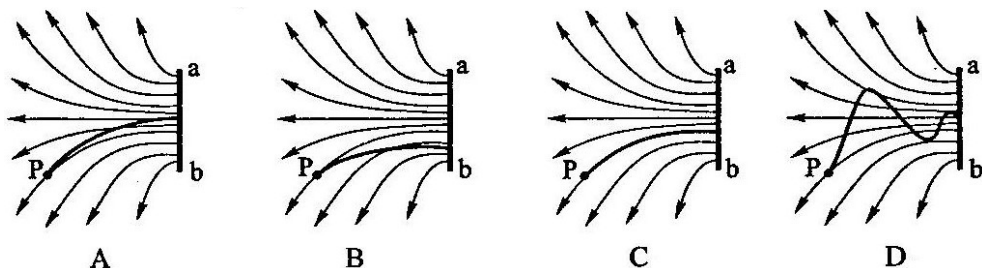
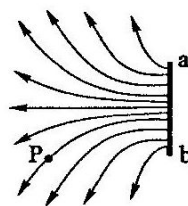
1. 对电场线要有清晰的理解;
2. 根据电场线布局判断好电子在 AB 连线上所受的电场力的大小和方向;
3. 应用力的平衡条件就可判断电子所受的另一外力.

【解析】等量异种电荷电场分布如图甲所示, 由图中电场的分布可以看出, 从 A 到 O , 电场线由疏到密, 从 O 到 B , 电场线由密到疏, 所以从 $A \rightarrow O \rightarrow B$, 电场强度应由小变大, 再由图乙所示. 由于电子处于平衡状态, 所受合外力必为零, 故另一个力应与电子所受电场力大小相等方向相反. 电子受的电场力先变大后变小, 方向向左, 故另一个力也应先变大后变小, 方向应水平向右, D 项正确.



【答案】D

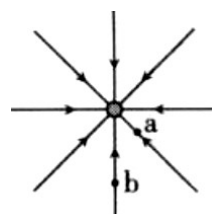
7. [2010·新课标 I 卷]某静电除尘器模型的收尘板是很长的条形金属板，图中直线 ab 为该收尘板的横截面。工作时收尘板带正电，其左侧的电场线分布如图所示；粉尘带负电，在电场力作用下向收尘板运动，最后落在收尘板上。若用粗黑曲线表示原来静止于 P 点的带电粉尘颗粒的运动轨迹，下列 4 幅图中可能正确的是(忽略重力和空气阻力) 【单选】



【解析】粉尘受力的方向应该是电场线的切线方向，从静止开始运动时，不可能出现 BCD 图的情况。

【答案】A

8. [2010·广东理综]右图是某一点电荷的电场线分布图，下述正确的是 【多选】

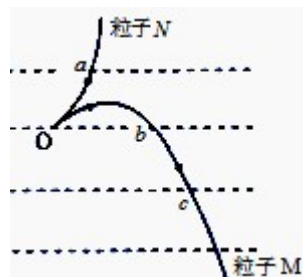


- A. a 点的电势高于 b 点的电势
- B. 该点电荷带负电
- C. a 点和 b 点电场强度的方向相同
- D. a 点的电场强度大于 b 点的电场强度

【解析】由于电场线呈收缩状态，故该场源点电荷带负电；而靠近场源负点电荷的电势较低；由于 a 点处的电场线较密，故 a 点的电场强度大于 b 点的电场强度。

【答案】BD

9. [2009·新课标 II 卷]右图中虚线为匀强电场中与场强方向垂直的等间距平行直线。粒子 M 、 N 质量相等，所带电荷的绝对值也相等。现将 M 、 N 从虚线上的 O 点以相同速率射出，两粒子在电场中运动的轨迹分别如图中两条实线所示。点 a 、 b 、 c 为实线与虚线的交点，已知 O 点电势高于 c 点。若不计重力，则 【多选】

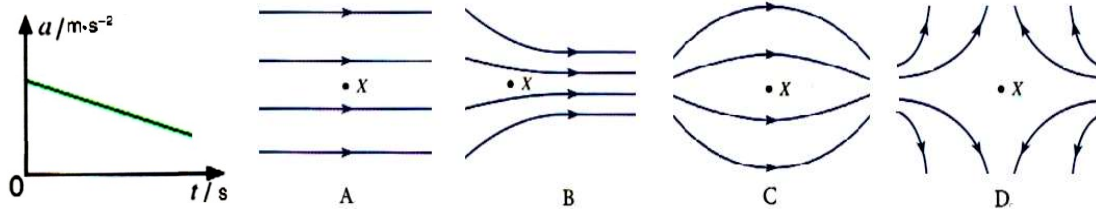


- A. M 带负电荷， N 带正电荷
- B. N 在 a 点的速度与 M 在 c 点的速度大小相同
- C. N 在从 O 点运动至 a 点的过程中克服电场力做功
- D. M 在从 O 点运动至 b 点的过程中，电场力对它做的功等于零

【解析】图中的虚线为等势线，所以 M 点从 O 点到 b 点的过程中电场力对粒子做功等于零，D 正确。根据 M 、 N 粒子的运动轨迹可知 N 受到的电场力向上， M 受到的电场力向下，说明它们是异种电荷但不清楚谁正谁负，A 错。 O 到 a 的电势差等于 O 到 c 的两点的电势差，而且电荷和质量大小相等，而且电场力都做的是正功根据动能定理得 a 与 c 两点的速度大小相同，但方向不同，B 对。

【答案】BD

10. 在一个电场内的 x 点上，一个负点电荷由静止释放，其运动的加速度 a 随时间 t 的变化规律如左下图所示。右下图的电场线中，哪些不能表达对应的电场【多选】



【解析】因为 A 图电荷受到的电场力都相同，只能做匀加速直线运动；B 图中，负点电荷受到的电场力水平向左，由静止向左加速，之后所受的电场力越来越小，加速度也越来越小，正好符合。C 图中，无论负电荷向左还是向右加速，所受的电场力都增大，加速也增大，不符合。D 图中， x 点刚好为中和点，所受的电场力为零，负电荷不能运动，不符合

【答案】ACD

11. 下列说法正确的是【多选】

- A. 两个异种电荷相互靠近，电势能减小
- B. 两个同种电荷相互靠近，电势能减小
- C. 顺着电场线移动的电荷，电势能一定减少
- D. 若电荷克服电场力做功，则电势能一定增加

【解析】电势能的变化是由电场力做功的情况决定的。若电场力做正功，则电势能减少，若电荷克服电场力做功，则电势能增加，故选 D 项。两个异种电荷相互靠近时，电场力做正功，两个同种电荷靠近时，电场力做负功，故选 A 项；C 项没有告诉移动的是正电荷还是负电荷，要讨论：若移动的是正电荷，则电场力做正功，电势能减小；若移动的是负电荷，其受力与电场线方向相反，则电场力做负功，电势能增加。

【答案】AD

12. 某学习小组用“电场线演示仪”进行实验，得到如图所示的两个带等量电荷的带电体的电场分布图。关于此图的论述正确的是

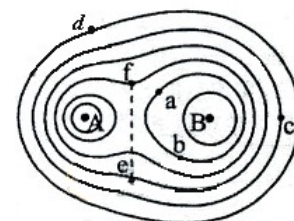


【单选】

- A. 本实验说明电场线是客观存在的
- B. 两个带电体都带正电荷
- C. 两个带电体之间的连线上，场强先增大后减小
- D. 某试探电荷在两个带电体连线的中垂线上移动时，电势能不变

【答案】D

13. (2009 年上海物理卷) 位于 A、B 处的两个带有不等量负电的点电荷在平面内电势分布如图所示，图中实线表示等势线，则【多选】



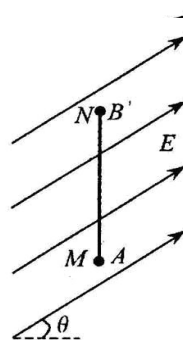
- A. a 点和 b 点的电场强度相同
- B. 正电荷从 c 点移到 d 点，电场力做正功
- C. 负电荷从 a 点移到 c 点，电场力做正功
- D. 正电荷从 e 点沿图中虚线移到 f 点，电势能先减小后增大

【解析】电场线的疏密可以表示电场的强弱，A 错误；正电荷从 c 点移到 d 点，电场力做负功，负电荷从 a 点移到 c 点，电场力做正功，所以 B 错误，C 正确；正电荷从 e 点沿图中虚线移到 f 点，电场力先做正功，后做负功，但整个过程电场力做正功，D 正确。

【答案】CD

(三) 用牛顿定律、动能定理解答

14. [2007·四川理综] 如图, 一根长 $L=1.5\text{m}$ 的光滑绝缘细直杆 MN , 竖直固定在场强为 $E=1.0\times 10^5\text{N/C}$ 、与水平方向成 $\theta=30^\circ$ 的倾斜向上的匀强电场中. 杆的下端 M 固定一个带电小球 A , 电荷量 $Q=+4.5\times 10^{-6}\text{C}$; 另一带电小球 B 穿在杆上可自由滑动, 电荷量 $q=+1.0\times 10^{-6}\text{C}$, 质量 $m=1.0\times 10^{-2}\text{kg}$. 现将小球 B 从杆的上端 N 静止释放, 小球 B 开始运动. (静电力常量 $k=9.0\times 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$, 取 $g=10\text{m/s}^2$)



- (1) 小球 B 开始运动时的加速度为多大?
- (2) 小球 B 的速度最大时, 距 M 端的高度 h_1 为多大?
- (3) 小球 B 从 N 端运动到距 M 端的高度 $h_2=0.61\text{m}$ 时, 速度为 $v=1.0\text{m/s}$, 求此过程中小球 B 的电势能改变了多少?

【解析】(1) 开始运动时小球 B 受重力、杆的弹力、库仑力和电场力作用而沿杆方向运动,

由牛顿第二定律得: $mg - \frac{kQq}{L^2} - qE \sin \theta = ma$ ①

解得: $a = g - \frac{kQq}{L^2 m} - \frac{qE \sin \theta}{m}$ ②

代入数据解得: $a=3.2\text{m/s}^2$ ③

(2) 小球 B 速度最大时合力为零, 即

$$\frac{kQq}{h_1^2} + qE \sin \theta = mg$$
 ④

解得: $h_1 = \sqrt{\frac{kQq}{mg - qE \sin \theta}}$ ⑤

代入数据解得 $h_1=0.9\text{m}$

(3) 小球 B 从开始运动到速度为 v 的过程中, 设重力做功为 W_1 , 电场力做功为 W_2 , 库仑力做功为 W_3 , 根据动能定理有:

$$W_1 + W_2 + W_3 = \frac{1}{2} mv^2$$
 ⑦

$$W_1 = mg(L - h_2)$$
 ⑧

$$W_2 = -qE(L - h_2) \sin \theta$$
 ⑨

解得: $W_3 = \frac{1}{2} mv^2 - mg(L - h_2) + qE(L - h_2) \sin \theta$ ⑩

设小球 B 的电势能改变了 ΔE_p , 则

$$\Delta E_p = - (W_2 + W_3) \quad \text{①}$$

$$\Delta E_p = mg(L - h_2) - \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{②}$$

$$\Delta E_p = 8.4 \times 10^{-2} J$$

【答案】 (1) $a=3.2\text{m/s}^2$; (2) 0.9m ; (3) $8.4 \times 10^{-2}\text{J}$