

## 第 02 讲：电场 电场强度

### 【考点梳理】

- 考点一：电场强度的定义
- 考点二：点电荷产生的电场强度问题
- 考点三：电场强度的叠加
- 考点四：电场线的定义和性质
- 考点五：根据电场线的疏密程度判断场强大小
- 考点六：等量的异种电荷的电场线问题
- 考点七：等量的同种电荷的电场线问题
- 考点八：带电粒子在电场运动轨迹问题
- 考点九：带电体在电场的平衡问题

### 【知识梳理】

#### 知识点一：电场

- (1) 概念：存在于电荷周围的一种特殊物质，场与实物是物质存在的两种不同形式。
- (2) 性质：对放入其中的电荷有力的作用，电荷间通过电场发生相互作用。
- (3) 静电场：静止的电荷产生的电场。

#### 知识点二：. 电场强度

- (1) 两种不同功能的电荷：
  - ① 试探电荷：用来检验电场是否存在及其强弱分布情况的电荷，电荷量和尺寸必须较小。
  - ② 场源电荷：产生电场的电荷。
- (2) 定义：试探电荷在电场中某个位置所受的力与其电荷量成正比，即  $F = Eq$ ，在电场的不同位置，比例常数  $E$  一般不一样，它反映了电场在这点的性质，叫做电场强度。

(3) 公式： $E = \frac{F}{q}$ .

(4) 单位： $\text{N/C}$  或  $\text{V/m}$ .

(5) 方向：电场强度是矢量，规定电场中某点的电场强度的方向跟正电荷在该点所受的静电力的方向相同。

#### 技巧总结：对电场强度的理解(深化理解)

- 1. 对电场强度的理解：
  - (1) 电场强度反映了电场的力的性质。
  - (2) 唯一性：电场中某点的电场强度  $E$  是唯一的，是由电场本身的特性(形成电场的电荷及空间位置)决定的，与是否放入试探电荷、放入电荷的电性、电荷量的多少均无关。电场中不同的地方，电场强度一般是不同的。
  - (3) 矢量性：电场强度描述了电场的强弱，是矢量，其方向与在该点的正电荷所受电场力的方向相同，与在该点的负电荷所受电场力的方向相反。

2. 公式  $E = \frac{F}{q}$  与  $E = \frac{kQ}{r^2}$  的区别

| 区别<br>公式              | 物理含义          | 引入过程                                                  | 适用范围                |  |
|-----------------------|---------------|-------------------------------------------------------|---------------------|--|
| $E = \frac{F}{q}$     | 是电场强度大小的定义式   | $F \propto q$ , 但 $E$ 与 $F$ 、 $q$ 无关, $E$ 是反映某点处电场的性质 | 适用于一切电场             |  |
| $E = k \frac{Q}{r^2}$ | 是真空中点电荷场强的决定式 | 由 $E = \frac{F}{q}$ 和库仑定律导出, $E$ 由 $Q$ 、 $r$ 决定       | 在真空中, 场源电荷 $Q$ 是点电荷 |  |

### 知识点三：点电荷的电场，电场的叠加

#### 1. 真空中点电荷的场强

①大小： $E = k \frac{Q}{r^2}$ .

②方向： $Q$  为正电荷时，在电场中的某点  $P$ ， $E$  的方向由  $Q$  指向  $P$ ； $Q$  是负电荷时， $E$  的方向由  $P$  指向  $Q$ 。

#### 2. 电场强度的叠加

如果场源电荷不只是一个点电荷，则电场中某点的电场强度为各个点电荷单独在该点产生的电场强度的矢量和。

### 知识点四：电场线、匀强电场

1. 电场线：画在电场中的有方向的曲线，曲线上每一点的切线方向与该点电场强度的方向一致。

#### 2. 电场线特点：

- (1) 起始于无限远或正电荷，终止于负电荷或无限远。
- (2) 任意两条电场线不相交。
- (3) 电场线的疏密表示电场的强弱。
- (4) 电场线不是实际存在的线，是为了形象地描述电场而假想的线。

#### 3. 匀强电场

- (1) 定义：各点电场强度的大小相等、方向相同的电场。
- (2) 匀强电场的电场线：间距相等的平行直线。

### 技巧总结：对电场线的理解

#### 1. 电场线的应用

- (1) 比较电场强度大小：场强大处电场线密，场强小处电场线疏，故根据电场线的疏密可以比较场强的大小。
- (2) 确定电场强度方向：电场线上每点的切线方向就是该点电场强度的方向。

2. 电场线与带电粒子运动轨迹的关系：电场线不是带电粒子的运动轨迹，带电粒子在电场力作用下的运动轨迹可能与电场线重合，也可能不重合。可分以下几种情况讨论：

(1) 运动轨迹与电场线重合时应同时具备以下条件：

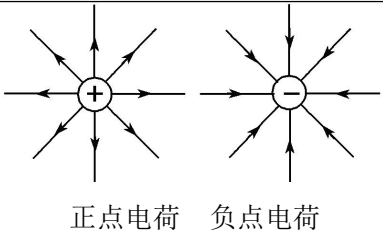
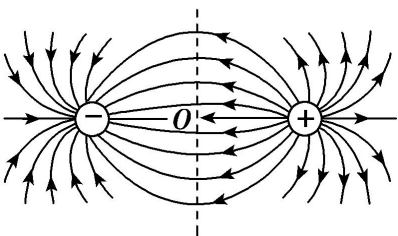
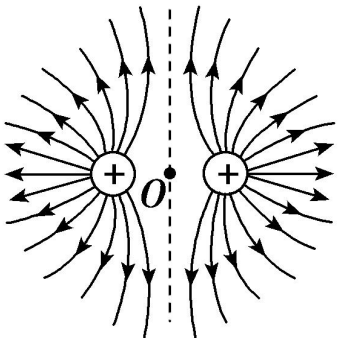
- ① 电场线为直线；
- ② 带电粒子的初速度为零，或初速度沿电场线所在直线；

③带电粒子只受电场力，或其他力的合力沿电场线所在直线。

(2) 只在电场力作用下，以下情况带电粒子做曲线运动，且与电场线不重合：

①电场线为直线时，有初速度且与电场线不共线；②电场线为曲线。

### 3. 常见电场线的

| 类型      | 图形                                                                                                 | 特点                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 点电荷     |  <p>正点电荷 负点电荷</p> | <p>(1) 离点电荷越近，电场线越密集，场强越强。(2) 若以点电荷为球心作一个球面，电场线处处与球面垂直，在此球面上场强大小处处相等，方向各不相同</p>                                                                                                                                                    |
| 等量异号点电荷 |                   | <p>(1) 两点电荷连线上各点处，电场线方向从正电荷指向负电荷，中点场强最小，越靠近点电荷场强越强</p> <p>(2) 两点电荷连线的中垂面(中垂线)上，电场线的方向均相同，即场强方向均相同，且总与中垂面(线)垂直</p> <p>(3) 沿中垂线从 <math>O</math> 点到无穷远，场强逐渐减弱</p>                                                                     |
| 等量同号点电荷 |                 | <p>(1) 两点电荷连线的中点 <math>O</math> 处场强为零，此处无电场线，中点 <math>O</math> 处附近的电场线非常稀疏，但场强并不为零</p> <p>(2) 两点电荷连线的中垂面(中垂线)上，场强方向总沿面(线)远离 <math>O</math>(等量正电荷)或指向 <math>O</math>(等量负电荷)</p> <p>(3) 在中垂面(线)上从 <math>O</math> 点到无穷远处，场强先变强后变弱</p> |

## 【题型归纳】

### 题型一：电场强度的定义

1. (23-24 高二上·海南省直辖县级单位·期中) 下列关于电场强度的说法中正确的是 ( )

- A. 电场强度跟试探电荷所受的电场力成正比
- B. 电场强度跟试探电荷的电荷量成反比
- C. 电场强度的方向是电荷在该点所受电场力的方向
- D. 电场线越密的地方, 同一个试探电荷受到的静电力越大

【答案】D

【详解】AB. 电场强度表示电场本身的强弱和方向，与试探电荷所受电场力和试探电荷的电荷量无关，故 AB 错误；  
C. 电场强度的方向是正电荷在该点所受电场力的方向，故 C 错误；  
D. 电场线越密的地方，电场强度越大，则由

$$F = qE$$

可知电场线越密的地方，同一个试探电荷受到的静电力越大，故 D 正确。

故选 D。

2. (23-24 高二上·陕西榆林·阶段练习) 关于电场强度, 下列说法正确的是 ( )

- A. 在以点电荷为球心、 $r$  为半径的球面上, 各点的电场强度都相同
- B. 正电荷周围的电场强度一定比负电荷周围的电场强度大
- C. 电场中某点的电场强度方向与放入电场的试探电荷的电性无关
- D. 电荷所受到的静电力很大, 说明该点的电场强度很大

【答案】C

【详解】A. 根据点电荷  $E = k \frac{Q}{r^2}$  可知，在以点电荷为球心、 $r$  为半径的球面上，各点的电场强度大小相同，方向不同，故 A 错误；

B. 根据  $E = k \frac{Q}{r^2}$  可知，电场强度的大小与点电荷的电量和距离有关，与电荷的正负无关，故 B 错误；

C. 电场强度的方向由电场本身决定，与放入的电荷电性无关，电场强度方向与正电荷所受电场力方向相同，与负电荷所受电场力方向相反，故 C 正确；

D. 根据  $E = \frac{F}{q}$  可知，电场力大，电场强度不一定大，还与电荷量有关，故 D 错误。

故选 C。

3. (23-24 高二上·北京西城·阶段练习) 当在电场中某点放入电荷量为  $q$  的正试探电荷时其所受电场力为  $F$ ，并由此得出该点场强为  $E$ ；若在同一点放入电荷量为  $q'=2q$  的负试探电荷时，则下列描述正确的是 ( )

- A. 该点场强大小为  $2E$ ，方向与  $E$  相同
- B. 该点场强大小仍为  $E$ ，但方向与  $E$  相反
- C. 试探电荷  $q'$  在该点所受电场力大小为  $2F$ ，方向与  $E$  相反
- D. 试探电荷  $q'$  在该点所受电场力大小仍为  $F$ ，方向与  $E$  相同

【答案】C

【详解】电场强度的大小和方向是由电场本身的性质决定的，与试探电荷无关，因此该点场强大小仍为  $E$ ，但方向与  $E$  相同，根据

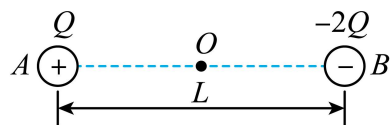
$$F = Eq$$

可知试探电荷  $q'$  在该点所受电场力大小为  $2F$ ，方向与  $E$  的方向相反。

故选 C。

题型二：点电荷产生的电场强度问题

4. (23-24 高二上·广东·期末) 如图所示,  $A$ 、 $B$  是两个电荷量分别为  $Q$ 、 $-2Q$  的点电荷, 距离为  $L$ , 其连线中点为  $O$ 。静电力常量为  $k$ 。 $O$  点处的电场强度大小为 ( )



A.  $12k \frac{Q}{L^2}$

B.  $8k \frac{Q}{L^2}$

C.  $4k \frac{Q}{L^2}$

D.  $k \frac{Q}{L^2}$

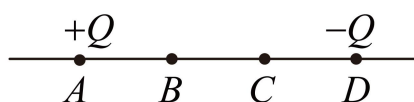
【答案】A

【详解】根据点电荷产生的电场公式及矢量的叠加可知

$$E = \frac{kQ}{(\frac{L}{2})^2} + \frac{k \times 2Q}{(\frac{L}{2})^2} = 12k \frac{Q}{L^2}$$

故选 A。

5. (23-24 高二上·云南昆明·期中) 如图, 真空中一条直线上有四点  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ ,  $AB=BC=CD$ , 只在  $A$  点放一电荷量为  $+Q$  的点电荷时,  $B$  点电场强度为  $E$ , 若又将等量异号的点电荷放在  $D$  点, 则 ( )



- A.  $C$  点电场强度为  $2E$ , 方向水平向右
- B.  $B$  点电场强度为  $\frac{5}{4}E$ , 方向水平向左
- C.  $BC$  线段的中点电场强度为零
- D.  $B$ 、 $C$  两点的电场强度相同

【答案】D

【详解】A. 设  $AB=BC=CD=r$ ，根据点电荷形成的电场中电场强度的计算公式可得，正电荷在  $B$  点产生的场强为

$$E_B = k \frac{Q}{r^2} = E$$

则正电荷在  $C$  点产生的场强大小为

$$E_{C1} = k \frac{Q}{(2r)^2} = \frac{1}{4}E$$

负电荷在  $C$  点产生的场强大小为

$$E_{C2} = k \frac{Q}{r^2} = E$$

根据场强的矢量运算可得，两点电荷在  $C$  点产生的合场强为

$$E_C = E_{C1} + E_{C2} = \frac{5}{4}E$$

方向水平向右，故 A 错误；

BD. 根据题意可知， $B$  点与  $C$  点关于等量异种电荷连线的中点对称，则可知  $B$  点的场强与  $C$  点的场强相同，大小为  $\frac{5}{4}E$ ，方向水平向右，故 B 错误，D 正确；

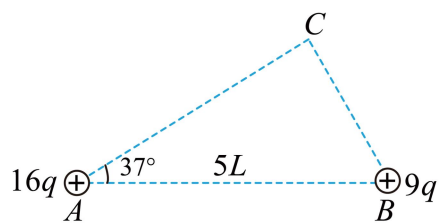
C. 等量异种电荷形成的电场，在两电荷连线的中点处场强最小，但不为零，计算可得  $BC$  线段的中点电场强度为

$$E_{BC} = k \frac{Q}{(\frac{3}{2}r)^2} = \frac{4}{9}E$$

方向水平向右，故 C 错误。

故选 D。

6. (2023·四川雅安·模拟预测) 如图所示, 直角三角形  $ABC$  的  $\angle A = 37^\circ$ ,  $\angle C = 90^\circ$ ,  $AB$  的长度为  $5L$ , 在  $A$  点固定一带电量为  $16q$  的正点电荷, 在  $B$  点固定一带电量为  $9q$  的正点电荷, 静电引力常量为  $k$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ , 则  $C$  点的电场强度大小为 ( )



A.  $\frac{\sqrt{2}kq}{L^2}$

B.  $\frac{2kq}{L^2}$

C.  $\frac{kq}{L^2}$

D.  $\frac{5kq}{12L^2}$

【答案】A

【详解】根据几何关系可得

$$AC = AB \cos 37^\circ = 4L$$

$BC = AB \sin 37^\circ = 3L$  A 点的点电荷在 C 点处的场强大小为

$$E_A = \frac{16kq}{(AC)^2} = \frac{kq}{L^2} \quad B \text{ 点的点电荷在 } C \text{ 点处的场强大小为}$$

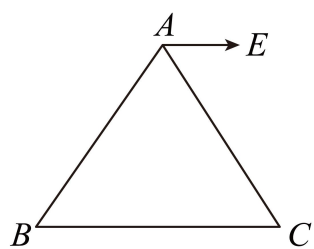
$$E_B = \frac{9kq}{(BC)^2} = \frac{kq}{L^2}$$

根据场强的叠加可得 C 点的电场强度

$$E_C = \sqrt{E_A^2 + E_B^2} = \frac{\sqrt{2}kq}{L^2}$$

故选 A。

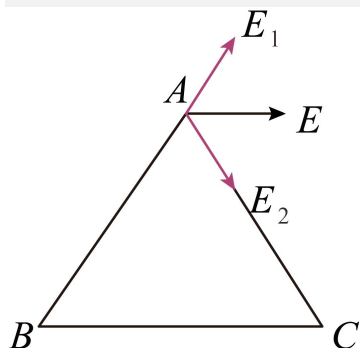
7. (23-24 高二上·陕西渭南·期末) 在等边三角形  $ABC$  的顶点  $B$  和  $C$  处各放一个电荷量相等的点电荷时, 测得  $A$  处的场强大小为  $E$ , 方向与  $BC$  边平行且由  $B$  指向  $C$ , 如图所示。则下列说法正确的是 ( )



- A.  $B$  和  $C$  处的点电荷均带正电
- B.  $B$  处的点电荷带负电,  $C$  处的带正电
- C. 若拿走  $C$  处的点电荷, 则  $A$  处场强大小仍为  $E$
- D. 若拿走  $C$  处的点电荷, 则  $A$  处场强大小变为  $\frac{E}{2}$

【答案】C

【详解】AB. 若  $B$  和  $C$  处的均为正电荷，则根据电场叠加可知，其  $A$  点的合场强方向为垂直于  $BC$  向上，不符合题意，只有当  $B$  点为正电荷， $C$  点为负电荷的情况下，合场强为与  $BC$  边平行且由  $B$  指向  $C$ ，故 AB 错误；  
CD. 由之前的分析可知，其如图所示



由于  $B$ 、 $C$  两个点电荷的电荷量大小相等，且距离  $A$  点的距离相等，根据点电荷的场强公式

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

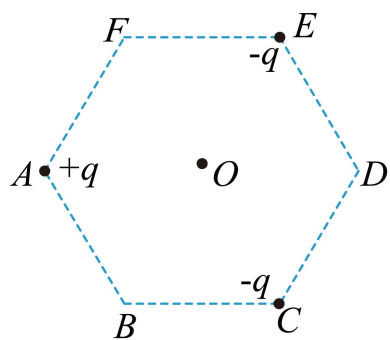
所以  $E_1 = E_2$ ，由电场叠加可知

$$E_1 = E_2 = E$$

所以将  $C$  处的点电荷拿走，则  $A$  点的合场强为  $E_1$ ，且其大小为  $E$ ，故 C 正确，D 错误。

故选 C。

8. (23-24 高二上·湖北襄阳·期末) 如图所示, 在正六边形的三个顶点  $A$ 、 $C$ 、 $E$  分别固定电荷量为  $+q$ 、 $-q$ 、 $-q$  的点电荷,  $O$  点为正六边形的中心, 下列说法正确的是 ( )



- A.  $D$  点的电场强度为零
- B.  $O$  点电势高于  $B$  点的电势
- C.  $O$  点电场强度大于  $B$  点的电场强度
- D.  $B$  点电场强度与  $F$  点电场强度相同

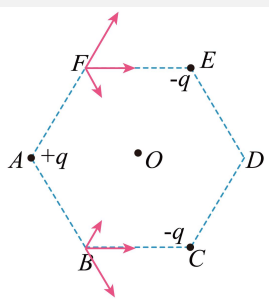
【答案】C

【详解】A. 设六边形边长为  $a$ ,  $C$ 、 $E$  两点电荷  $-q$  在  $D$  点产生的场强叠加方向沿  $D$  指向  $O$ , 大小为  $\frac{kq}{a^2}$ ;  $A$  点点电荷  $+q$  在  $D$  点产生场强方向向右, 大小为  $k\frac{q}{(2a)^2}$ ; 可知  $D$  点的电场强度不为零, 故 A 错误;

B.  $A$ 、 $C$  处两点电荷在  $B$ 、 $O$  两处产生的电场电势相同;  $E$  处点电荷产生的电场在  $B$  处电势高于  $O$  点电势, 则  $B$  点电势高于  $O$  点, 故 B 错误;

C.  $A$ 、 $C$  处两点电荷在  $B$ 、 $O$  两处产生的电场强度大小方向均相同;  $E$  处点电荷产生的电场在  $O$  处场强大于  $B$  点场强; 知叠加后  $O$  点合场强大于  $B$  点合场强, 故 C 正确;

D. 做  $B$ 、 $F$  两点电场强度的合成图

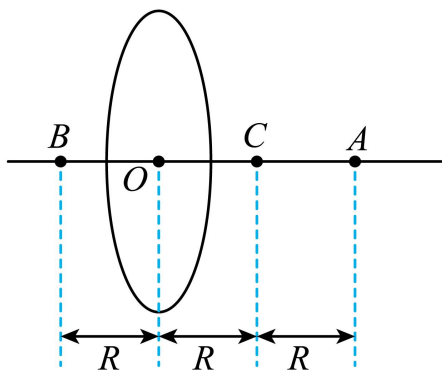


可知,  $B$ 、 $F$  两点电场强度大小相同, 方向不同, 故 D 错误。

故选 C。

### 题型三：电场强度的叠加

9. (23-24 高二上·河南南阳·期末) 如图所示, 圆形绝缘薄板均匀带电, 圆心为  $O$ , 过圆心的轴线上有三点  $A$ 、 $B$ 、 $C$ ,  $BO=OC=CA=R$ ,  $A$  点放置一电荷量为  $+Q$  的电荷,  $B$  点场强为零, 静电力常量为  $k$ , 则以下说法正确的是 ( )



- A. 薄板带正电
- B.  $C$  点场强大小为  $\frac{10kQ}{9R^2}$ , 方向向左
- C.  $C$  点场强大小为  $\frac{8kQ}{9R^2}$ , 方向向左
- D. 薄板上的电荷在  $B$  点产生的场强大小为  $\frac{kQ}{9R^2}$ , 方向向左

【答案】B

【详解】AD. 设薄板上的电荷在  $B$  点产生的场强为  $E_B$ ，取向左为正，根据题意， $B$  点的场强为 0，则薄板在  $B$  点产生的场强与  $A$  点处的点电荷在  $B$  点处产生的场强大小相等方向相反，则有

$$E_B + \frac{kQ}{(3R)^2} = 0$$

解得

$$E_B = -\frac{kQ}{(3R)^2}$$

方向向右，则可知薄板带负电，故 AD 错误；

BC. 由对称性可知，薄板在  $C$  点产生的场强为  $-E_B$ ，而  $C$  点处的场强为薄板在  $C$  点处产生的场强与  $A$  点处的点电荷在  $C$  点处产生的场强的合场强，则可知  $C$  点场强为

$$-E_B + \frac{kQ}{R^2} = \frac{10kQ}{9R^2}$$

方向向左，故 B 正确，C 错误。

故选 B。

#### 题型四：电场线的定义和性质

10. (23-24 高二上·广东汕头·期中) 下列关于电场线的说法, 正确的是 ( )

- A. 电场线是负电荷运动的轨迹
- B. 电场线是实际存在的曲线
- C. 等量异种电荷形成的电场线都是闭合的曲线
- D. 带电粒子只受电场力作用, 不可能沿着弯曲的电场线运动

**【答案】D**

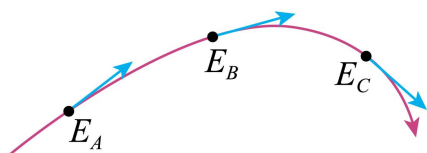
**【详解】AB.** 电场线是人们为了形象地描述电场而引入的线，并不是电荷运动的轨迹，实际上是不存在的。故 **AB** 错误；

**C.** 静电场的电场线都起始于正电荷或者无穷远处，终止于负电荷或者无穷远处，不是闭合曲线。故 **C** 错误；

**D.** 根据力和运动的关系，若带电粒子只受电场力，且电场线是曲线时，电场线不可能和轨迹线重合，如果重合则受力沿切向不能提供向心力使粒子轨迹弯曲。故 **D** 正确。

故选 **D**。

11. (23-24 高二上·浙江绍兴·阶段练习) 如图所示为电场中某条电场线的示意图, 则下列说法中正确的是 ( )



- A. 若把电子放入图中的  $C$  点, 它将会沿图中箭头  $E_C$  的逆方向移动
- B. 电场线上每点的切线方向表示电场中该点的电场强度方向
- C. 正电荷在电场中沿着电场线移动, 负电荷则逆电场线移动
- D. 电场中电场线较密的地方电场强度较小, 电场线较疏的地方电场强度较大

【答案】B

【详解】B. 电场线上每点的切线方向表示电场中该点的电场强度方向，故 B 正确；

AC. 由图可知，电场线为曲线，则电场方向一直改变，则电荷在电场中不能沿电场线移动，把电子放入图中的 C 点，也不会一直沿图中箭头  $E_C$  的逆方向移动，故 AC 错误；

D. 电场中电场线较密的地方电场强度较大，电场线较疏的地方电场强度较小，故 D 错误。

故选 B。

12. (23-24 高二上·陕西汉中·阶段练习) 如图所示是电场中的某一条电场线, 下列说法中正确的是 ( )



- A.  $A$ 、 $B$  两点电势大小关系是  $\phi_A > \phi_B$
- B.  $A$ 、 $B$  两点场强大小关系是  $E_A > E_B$
- C. 由于电场线是直线, 则  $E_A = E_B$
- D. 以上说法都不正确

【答案】A

【详解】AD. 沿电场线方向电势降低，则

$$\phi_A > \phi_B$$

故 A 正确，D 错误；

BC. 电场线的疏密表示电场强度的强弱，只有一条电场线，所以无法判断  $A$ 、 $B$  两点场强的大小，故 BC 错误。

故选 A。

题型五：根据电场线的疏密程度判断场强大小

13. (23-24 高二上·上海普陀·阶段练习) 如图所示为电场中的一条电场线, 在该电场线上有  $a$ 、 $b$  两点, 用  $E_a$ 、 $E_b$  分别表示两点电场强度的大小, 则 ( )



- A.  $a$ 、 $b$  两点的场强方向不一定相同
- B. 因为电场线由  $a$  指向  $b$ , 所以  $E_a > E_b$
- C. 因为电场线是直线, 所以  $E_a = E_b$
- D.  $E_a$ 、 $E_b$  的大小关系不能确定

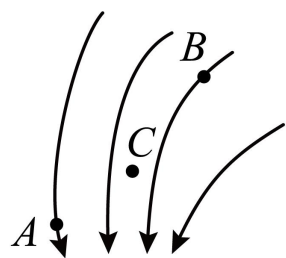
【答案】D

【详解】A. 电场强度的方向沿着沿着该点所在电场线切线的方向若电场线为直线则场强方向与电场线方向一致，根据所给电场线可知， $a$ 、 $b$  两点的场强方向相同，均与电场线方向一致，故 A 错误；

BCD. 沿着电场线的方向电势降低而不是电场强度减小，电场强度的大小与电场线的疏密有关，电场线越密集电场强度越大，因不知道电场线的疏密程度，则无法判断  $a$ 、 $b$  两点的场强的大小，故 BC 错误，D 正确。

故选 D。

14. (23-24 高二上·陕西·阶段练习) 图为某静电场的一部分电场线的分布, 下列说法正确的是 ( )



- A. 这个电场可能是负点电荷形成的
- B. 点电荷  $q$  在  $A$  点受到的静电力比在  $B$  点受到的静电力大
- C.  $C$  点处的电场强度为零, 因为那里没有电场线
- D. 负电荷在  $B$  点受到的静电力的方向与电场强度的方向相同

【答案】B

【详解】A. 负点电荷形成电场的电场线为辐射状的直线，故 A 错误；

B. 因为电场线越密的地方电场强度越大，可知  $E_A > E_B$ ；又根据  $F = qE$  可知，点电荷  $q$  在  $A$  点所受到的静电力比在  $B$  点所受静电力大，故 B 正确；

C. 并不是没有画电场线的地方就一定没有电场， $C$  点没画电场线，但这里仍有电场，故 C 错误；

D. 负电荷在  $B$  点受到的静电力的方向与该点的电场强度的方向相反，故 D 错误。

故选 B。

15. (22-23 高二下·陕西铜川·期中) 如图所示,  $a$ 、 $b$  为某电场中一条电场线上的两个点, 则以下说法中正确的是( )



- A.  $a$  点的电场强度一定比  $b$  点的电场强度大
- B. 某一电荷在  $a$  点所受到的电场力可能比在  $b$  点受到的电场力小
- C. 电荷在  $a$  点受到的电场力方向与  $a$  点的电场强度方向相同
- D. 如果从  $b$  点由静止释放一个电荷, 即使不计重力, 它也不可能沿直线运动到  $a$  点

【答案】B

【详解】A. 一条电场线无法判断电场线的疏密，不能判断  $a$  点和  $b$  点的电场强度的大小，A 错误；

B. 若  $a$  点电场强度比  $b$  点小，某一电荷在  $a$  点所受到的电场力比在  $b$  点受到的电场力小，B 正确；

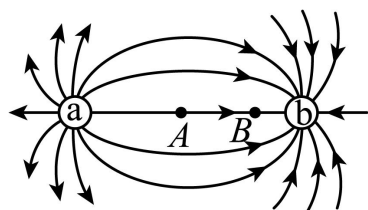
C. 负电荷在  $a$  点受到的电场力方向与  $a$  点的电场强度方向相反，C 错误；

D. 如果从  $b$  点由静止释放一个电荷，不计重力，若电荷为负电荷，它可能沿直线运动到  $a$  点。D 错误。

故选 B。

题型六：等量的异种电荷的电场线问题

16. (23-24 高二上·上海虹口·期中) 如图所示为点电荷  $a$ 、 $b$  所形成的电场线分布，以下说法正确的是 ( )



A.  $a$ 、 $b$  为异种电荷

B.  $a$ 、 $b$  为同种电荷

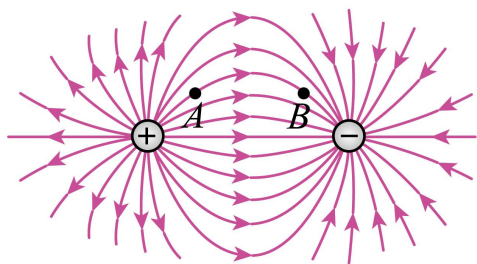
C.  $A$  点场强大于  $B$  点场强

D.  $A$  点电势低于  $B$  点电势

【答案】A

【详解】AB. 由于电场线由正电荷发出到负电荷终止，可知  $a$  带正电荷， $b$  带负电荷，故 A 正确，B 错误；  
C. 电场线的疏密反应场强的大小，由图可知  $A$  点场强小于  $B$  点场强，故 C 错误；  
D. 由于沿着电场线的方向，电势逐渐降低，可知  $A$  点电势高于  $B$  点电势，故 D 错误。  
故选 A。

17. (21-22 高一下·浙江宁波·期末) 用电场线能很直观、很方便地比较电场中各点的强弱。如图是等量异种点电荷形成电场的电场线,  $A$ 、 $B$  为同一电场线上的两点, 以下说法正确的是 ( )



- A.  $A$ 、 $B$  两点场强相同
- B. 两个电荷连线 (直线) 上的场强, 连线中点场强最小
- C. 将一正点电荷从  $A$  点无初速度释放一定会沿电场线运动到  $B$  点
- D. 两个电荷连线 (直线) 的中垂线上任意一点场强方向相同, 大小也相同

【答案】B

【详解】A. 电场线的切线方向表示场强的方向，因此  $A$ 、 $B$  两点场强方向不同，故 A 错误；

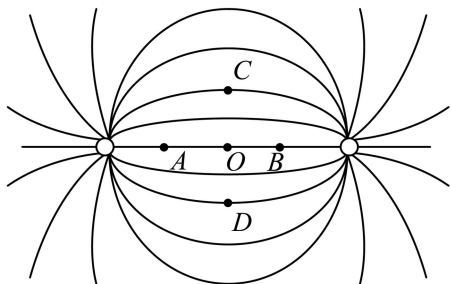
B. 依据电场线的疏密，来体现场强强弱，因此两个电荷连线（直线）上的场强，连线中点场强最小，故 B 正确；

C. 若将一正点电荷从  $A$  点无初速度释放，假设粒子运动的轨迹是这条电场线，则粒子做曲线运动，而粒子的受力时刻沿电场线的切线即轨迹的切线，与粒子做曲线运动受力指向轨迹凹侧相矛盾，因此运动轨迹不会沿着电场线从  $A$  到  $B$ ，故 C 错误；

D. 依据电场线的疏密，来体现场强强弱，因此中垂线上，从两个电荷连线中点到无穷远，场强越来越小，电场线的切线方向表示场强的方向，因此中垂线上各点场强方向一致，故 D 错误。

故选 B。

18. (21-22 高三·全国·课后作业) 如图所示为两个等量点电荷的电场线, 图中  $A$  点和  $B$  点、 $C$  点和  $D$  点皆关于两电荷连线的中点  $O$  对称, 若将一电荷放在此电场中, 则以下说法正确的是 ( )



- A. 电荷在  $O$  点受力最大
- B. 电荷沿直线由  $A$  到  $B$  的过程中, 电场力先增大后减小
- C. 电荷沿直线由  $C$  到  $D$  的过程中, 电场力先做正功后做负功增大后减小
- D. 电荷沿直线由  $C$  到  $D$  的过程中, 电场力先增大后减小

【答案】D

【详解】A. 根据电场线的疏密特点，在  $CD$  直线上， $O$  点的电场强度最大，而在  $AB$  直线上， $O$  点电场强度最小，因此电荷在  $O$  点受力不是最大，A 错误；

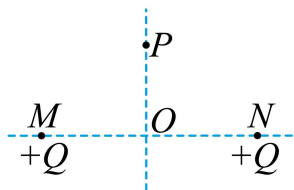
BD. 根据电场线的疏密可知，从  $A$  到  $B$  的过程中，电场强度先减小后增大，则电场力也先减小后增大；同理从  $C$  到  $D$  的过程中，电场强度先增大后减小，则电场力也先增大后减小，故 B 错误，D 正确；

C. 直线  $CD$  是等势线，电荷沿直线由  $C$  到  $D$  的过程中，电场力不做功，C 错误。

故选 D。

题型七：等量的同种电荷的电场线问题

19. (23-24 高二上·北京顺义) 如图所示,  $M$ 、 $N$  为两个等量同种电荷, 在其连线的中垂线上的  $P$  点放一静止的负点电荷  $q$ , 不计重力, 下列说法中一定正确的是 ( )



- A. 点电荷在从  $P$  到  $O$  的过程中, 加速度越来越大, 速度也越来越来
- B. 点电荷在从  $P$  到  $O$  的过程中, 加速度越来越小, 速度越来越大
- C. 点电荷运动在  $O$  点时加速度为零, 速度达最大值
- D. 点电荷越过  $O$  点后, 速度越来越小, 加速度越来越大, 直到点电荷速度为零

【答案】C

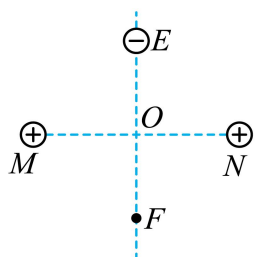
【详解】AB. 等量同种点电荷连线的中垂线上，其中点处的场强为 0，而沿着中点向上或向下场强均是先增大后减小，因此点电荷在从  $P$  到  $O$  的过程中，加速度可能先变大后变小，也可能越来越小，而不管场强大小如何变化，从  $P$  到  $O$  的过程中电场力对负电荷始终做正功，则其速度越来越大，故 AB 错误；

C. 根据以上分析可知， $O$  点处的场强为 0，则点电荷在  $O$  点处所受电场力为 0，加速度为 0，而从  $P$  到  $O$  的过程中电场力对负电荷始终做正功，则其速度越来越大，到达  $O$  点时速度达到最大值，故 C 正确；

D. 根据以上分析可知，点电荷越过  $O$  点后，沿着中垂线向下场强先增大后减小，因此点电荷所受电场力可能先增大后减小，则点电荷的加速度将先增大后减小，也可能所受电场力一直增大，加速度一直增大，而沿着中垂线向下运动的过程中电场力始终对负点电荷做负功，因此点电荷的速度越来越小，直到点电荷速度为零，故 D 错误。

故选 C。

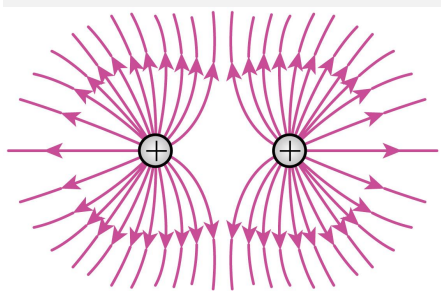
20. (23-24 高二上·海南海口·阶段练习) 如图所示, 两个带等量正电的点电荷位于  $M$ 、 $N$  两点上,  $E$ 、 $F$  是  $MN$  连线中垂线上的两点,  $O$  为  $EF$ 、 $MN$  的交点,  $EO=OF$ 。一带负电的点电荷在  $E$  点由静止释放后 ( )



- A. 先做匀加速直线运动, 过  $O$  点后做匀减速运动
- B. 在  $O$  点所受静电力最大
- C. 点电荷从  $E$  到  $F$  点的过程中, 加速度先减小再增加, 速度先增大后减小
- D. 点电荷运动到  $O$  点时加速度为零, 速度达最大值

【答案】D

【详解】BD. 等量同种点电荷的电场分布，如图所示



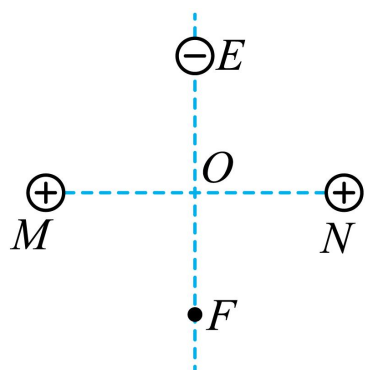
由图可知，中垂线上电场方向分别由两电荷连线中点  $O$  向上和向下指向无穷远处，场强先增大后减小，连线中点  $O$  的场强为 0，所以带负电的点电荷在  $E$  点由静止释放后向下做加速运动，经过  $O$  点开始做减速运动，在  $O$  点所受静电力为零，加速度为零，速度达到最大，故 B 错误，D 正确；

A. 因点电荷从  $E$  到  $F$  点的过程中，加速度大小和方向在变化，则不能做匀加速直线运动和匀减速运动，故 A 错误；

C. 点电荷从  $E$  到  $F$  点的过程中，加速度可能先增大后减小，再反向增大后减小，也可能先减小后反向增大，但速度先增大后减小，故 C 错误。

故选 D。

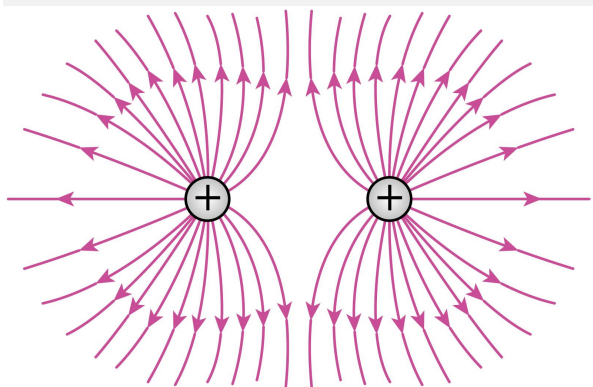
21. (23-24 高二上·重庆渝中·期中) 如图所示, 两个带等量正电的点电荷位于  $M$ 、 $N$  两点上,  $E$ 、 $F$  是  $MN$  连线中垂线上的两点,  $O$  为  $EF$ 、 $MN$  的交点,  $EO=OF$ 。一带负电的点电荷在  $E$  点由静止释放后 ( )



- A. 先做匀加速直线运动, 过  $O$  点后做匀减速运动
- B. 在  $O$  点所受静电力最大
- C. 点电荷运动到  $O$  点时加速度为零, 速度达最大值
- D. 点电荷从  $E$  到  $F$  点的过程中, 加速度先增大再减小, 速度先增大后减小

【答案】C

【详解】ABC. 等量同种点电荷的电场分布，如图所示



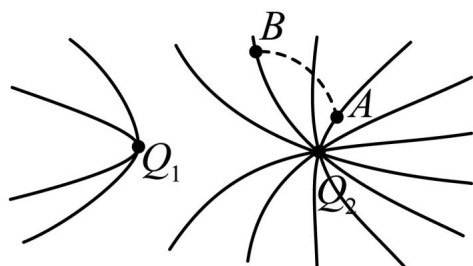
由图可知，中垂线上电场方向分别由两电荷连线中点  $O$  向上和向下指向无穷远处，场强先增大后减小，连线中点  $O$  的场强为 0，所以带负电的点电荷在  $E$  点由静止释放后向下做加速运动，经过  $O$  点开始做减速运动，在  $O$  点所受静电力为零，加速度为零，速度达到最大，故 AB 错误，C 正确；

D. 点电荷从  $E$  到  $F$  点的过程中，加速度可能先增大后减小，再反向增大后减小，也可能先减小后反向增大，但速度先增大后减小，故 D 错误。

故选 C。

题型八：带电粒子在电场运动轨迹问题

22. (22-23 高二上·辽宁营口·期末) 如图所示, 实线为两个点电荷  $Q_1$ 、 $Q_2$  产生的电场的电场线, 虚线为带正电的粒子仅在电场力作用下从  $A$  点运动到  $B$  点的运动轨迹, 则下列判断正确的是 ( )



- A. 点电荷  $Q_1$ 、 $Q_2$  均为正电荷
- B.  $Q_1$  的电荷量大于  $Q_2$  的电荷量
- C. 该粒子在  $A$  点的加速度大于在  $B$  点的加速度
- D. 该粒子在  $A$  点的速度小于在  $B$  点的速度

【答案】C

【详解】A. 带电粒子所受电场力沿电场线切线，且指向运动轨迹的凹侧，由带正电的粒子运动轨迹可知，点电荷  $Q_2$  带负电，根据电场线的分布特点可知点电荷  $Q_1$ 、 $Q_2$  均为负电荷，A 错误；

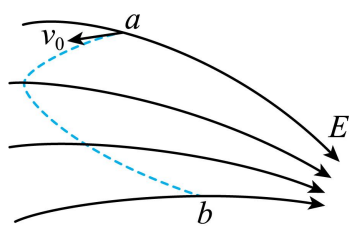
B.  $Q_2$  处电场线比  $Q_1$  处密集，所以  $Q_2$  的电荷量大于  $Q_1$  的电荷量，B 错误；

C. 电场线越密处，电场力越大，加速度越大， $A$  处电场线比  $B$  处密集，所以该粒子在  $A$  点的加速度大于在  $B$  点的加速度，C 正确；

D. 粒子从  $A$  到  $B$  过程中，电场力的方向与带电粒子的速度方向成钝角，则电场力对粒子做负功，速度减小，所以该粒子在  $A$  点的速度大于在  $B$  点的速度，D 错误。

故选 C。

23. (20-21 高三上·贵州黔东南·阶段练习) 带电粒子仅在电场力作用下, 从电场中  $a$  点以初速度  $v_0$  进入电场并沿虚线所示的轨迹运动到  $b$  点, 如图所示, 则从  $a$  到  $b$  过程中, 下列说法正确的是 ( )



- A. 粒子带负电荷
- B. 粒子先加速后减速
- C. 粒子加速度一直增大
- D. 粒子的动能先减小后增大

【答案】D

【详解】A. 带电粒子在  $a$  点时，所受电场力的方向需指向运动轨迹的凹侧，故带电粒子所受电场力的方向与场强方向相同，粒子带正电荷，A 错误；

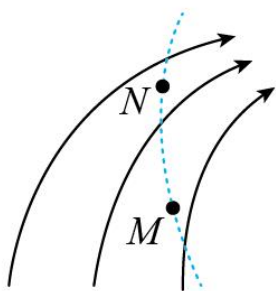
B. 粒子所受合外力的方向与速度的方向的夹角先为钝角再为锐角，带电粒子先减速再加速，B 错误；

C. 带电粒子先从电场线密的地方往电场线疏的地方运动，再从电场线疏的地方往密的地方运动，粒子所受电场力先减小后增大，因此加速度先减小后增大，C 错误；

D. 粒子所受合外力的方向与速度的方向的夹角先为钝角再为锐角，带电粒子先减速再加速，即粒子的动能先减小后增大，D 正确；

故选 D。

24. (19-20 高三上·山东烟台·阶段练习) 某静电场的电场线如图中实线所示, 虚线是某个带电粒子在仅受电场力作用下的运动轨迹, 下列说法正确的是



- A. 粒子一定带负电荷
- B. 粒子在 M 点的加速度小于它在 N 点的加速度
- C. 粒子在 M 点的动能大于它在 N 点的动能
- D. 粒子一定从 M 点运动到 N 点

**【答案】B**

**【详解】**A. 根据运动轨迹可知，粒子受电场力指向右上方，则粒子一定带正电荷，选项 A 错误；

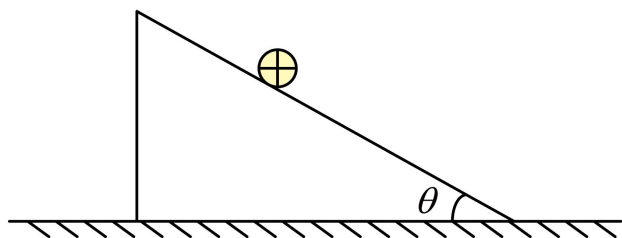
B. 因为  $M$  点电场线较  $N$  点稀疏，则  $M$  点场强较小，则粒子在  $M$  点的加速度小于它在  $N$  点的加速度，选项 B 正确；

C. 从  $M$  点到  $N$  点电场力做正功，动能变大，则粒子在  $M$  点的动能小于它在  $N$  点的动能，选项 C 错误；

D. 由运动轨迹不能确定粒子一定是从  $M$  点运动到  $N$  点，选项 D 错误.

题型九：带电体在电场的平衡问题

25. (23-24 高二上·浙江宁波·期末) 如图所示, 倾角为  $\theta$  的光滑绝缘斜面固定在水平面上. 为了使质量为  $m$ 、带电荷量为  $+q$  ( $q > 0$ ) 的小球静止在斜面上, 可加一平行于纸面的方向可调的匀强电场, 重力加速度为  $g$ . 下列说法正确的是 ( )



- A. 电场强度的最小值为  $E = \frac{mg}{q}$
- B. 电场强度的最小值为  $E = \frac{mg \tan \theta}{q}$
- C. 若电场强度  $E = \frac{mg}{q}$ , 则电场强度方向一定竖直向上
- D. 若电场强度  $E = \frac{mg}{q}$ , 则电场强度方向不一定竖直向上

【答案】D

【详解】AB. 当电场力方向沿斜面向上时场强最小，此时

$$qE_{\min} = mg \sin \theta$$

电场强度的最小值为

$$E_{\min} = \frac{mg \sin \theta}{q}$$

选项 AB 错误；

CD. 由图可知，若电场强度

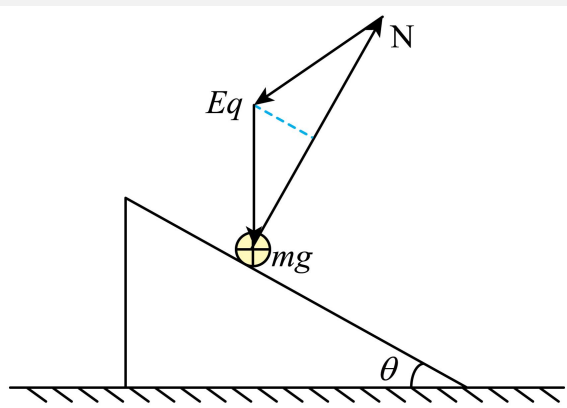
$$E = \frac{mg}{q}$$

即

$$mg = qE$$

则电场强度方向不一定竖直向上，选项 C 错误，D 正确。

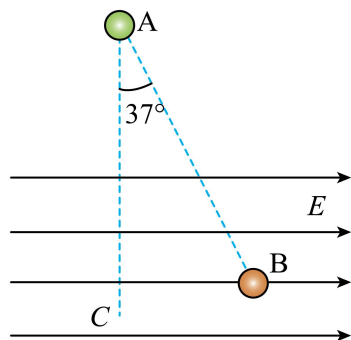
故选 D。



26. (23-24 高二上·安徽蚌埠·期末) 如图所示, 带负电的小球 A 固定, 电荷量为  $-q$ , 质量为  $m$  的带电小球 B 静止在水平向右的匀强电场中。小球 A 与 B 的连线 AB 与竖直方向 AC 的夹角  $\theta = 37^\circ$ , 已知 AB 长为  $L$ , 静电力常量为  $k$ , 重力加速度为  $g$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ , A、B 均可视为点电荷, 小球 B 的带电量不影响小球 A 的电场和匀强电场。

(1) 判定小球 B 的电性并求其所带电荷量的多少;

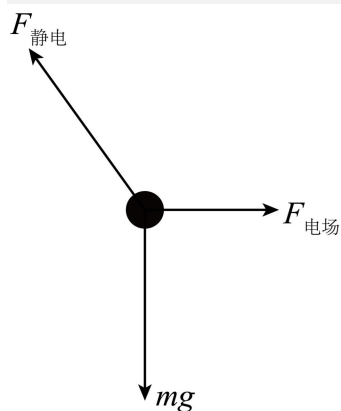
(2) 若将匀强电场撤去, 求在撤去瞬间小球 B 的加速度大小。



【答案】(1) 正电,  $Q = \frac{5mgL^2}{4kq}$ ; (2)  $a = \frac{3}{4}g$

【详解】(1) 小球带正电; 由题意可知小球受力如图示, 则

$$F_{\text{静电}} = k \frac{Qq}{L^2}$$



$$F_{\text{静电}} \cos \theta = mg$$

所以

$$Q = \frac{5mgL^2}{4kq}$$

(2) 由小球受力知

$$F_{\text{电场}} = mg \tan \theta$$

撤去电场瞬间

$$F_{\text{合}} = -F_{\text{电场}}$$

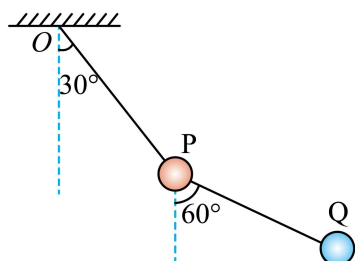
解得 B 的加速度大小

$$a = \frac{3}{4}g$$

27. (23-24 高二上·内蒙古锡林郭勒盟·期末) 如图所示, 带电量均为  $q$  的 P、Q 两球, 通过两根长度均为  $l$  的不可伸长的细线悬挂。整个装置处于水平向右场强为  $E$  的匀强电场中。系统静止时, 两根细线偏离竖直方向的角度分别为  $30^\circ$  和  $60^\circ$ , 重力加速度为  $g$ 。求

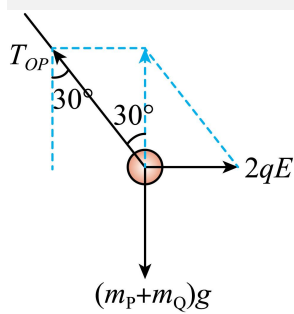
(1)  $OP$  绳的拉力;

(2) P、Q 两球的质量之比。



【答案】(1)  $4qE$ ；(2) 5:1

【详解】(1) 对 P、Q 两球整体进行受力分析，如图所示



根据平衡条件有

$$T_{OP} = \frac{2qE}{\sin 30^\circ}$$

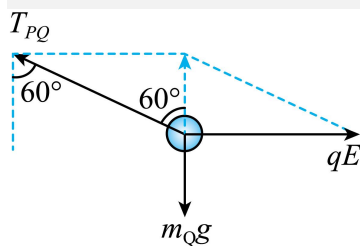
解得

$$T_{OP} = 4qE$$

(2) 根据上述有

$$(m_P + m_Q)g \tan 30^\circ = 2qE$$

对 Q 球进行受力分析，如图所示



根据平衡条件有

$$m_Q g \tan 60^\circ = qE$$

解得

$$m_P : m_Q = 5 : 1$$