

江苏省仪征中学 2021-2022 学年度第二学期高一物理学科导学案

专题 1 静电力作用下的平衡

研制人：刘刚

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：2022.05.19

本课在课程标准中的表述：掌握和应用库仑定律。

[学习目标]

- 1.学会分析带电体的受力情况.
- 2.学会分析同一直线上自由电荷的平衡和非共线力作用下带电体的平衡问题.

[课前预习]

一、同一直线上三个点电荷的平衡问题

例 1 如图 1 所示，带电荷量分别为 $+q$ 和 $+4q$ 的两点电荷 A 、 B ，相距 L ，问：

- (1)若 A 、 B 固定，在何处放置点电荷 C ，才能使 C 处于平衡状态？
- (2)在(1)中的情形下， C 的电荷量大小和电性对 C 的平衡有影响吗？
- (3)若 A 、 B 不固定，在何处放一个什么性质的点电荷 C ，才可以使三个点电荷都处于平衡状态？电荷量是多少？

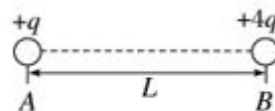


图 1

共线的三个自由电荷的平衡问题有关特点：

1. 三个自由电荷的平衡规律

“三点共线”——三个点电荷分布在同一条直线上；

“两同夹异”——正、负电荷相互间隔；

“两大夹小”——中间电荷的电荷量最小；

“近小远大”——中间电荷靠近电荷量较小的电荷。

2. 只要其中两个点电荷平衡，第三个点电荷一定平衡，只需根据平衡条件对其中的任意两个电荷列式即可。

注意：在三个共线点电荷的平衡问题中，若仅让其中一个电荷平衡，则只需要确定其位置即可，对其电性和所带电荷量没有要求。

针对训练 1 如图 2 所示的三个点电荷 q_1 、 q_2 、 q_3 在一条直线上， q_2 和 q_3 的距离为 q_1 和 q_2 距离的 2 倍，三个电荷都只在它们相互的静电力作用下处于平衡状态，由此可以判定，三个点电荷的电荷量之比为()

- A. $(-9):4:(-36)$ B. $9:4:36$
C. $(-3):2:(-6)$ D. $3:2:6$



图 2

二、非共线力作用下带电体的平衡

分析静电力作用下点电荷的平衡问题时，方法仍然与力学中分析的平衡方法一样，具体步骤如下：

析物体

(1)确定研究对象：如果有几个物体相互作用时，要依据题意，用“整体法”或“隔离法”选取合适的研究对象。

(2)对研究对象进行受力分析,此时多了静电力($F=\frac{kQ_1Q_2}{r^2}$).

(3)根据 $F_{\text{合}}=0$ 列方程,若采用正交分解,则有 $F_x=0$, $F_y=0$.

(4)解方程求出未知量.

例2 如图3所示, A 、 B 是两个带等量同种电荷的小球, A 固定在竖直放置的 10 cm 长的绝缘支杆上, B 静止于光滑绝缘的倾角为 30° 的斜面上且恰与 A 等高, 若 B 的质量为 $30\sqrt{3}$ g, 则 B 带电荷量是多少? (取 $g=10$ m/s², 小球 A 、 B 视为点电荷, $k=9.0\times 10^9$ N·m²/C²)

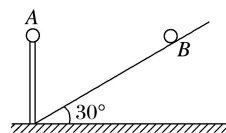


图3

针对训练2 如图4所示, a 、 b 是两个带有同种电荷的小球, 用绝缘丝线悬挂于同一点, 两球静止时处于同一水平高度, 丝线与竖直方向间的夹角分别为 α 、 β , 且 $\beta>\alpha$, 则()

- A. a 球的质量一定比 b 球的大
- B. a 球的电荷量一定比 b 球的大
- C. a 球受到的库仑力比 b 球的小
- D. 丝线对 a 球的拉力比对 b 球的小

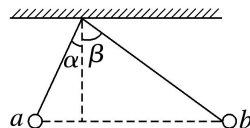


图4

例3 如图5所示, 带电小球 A 悬浮于空中, 带电小物块 B 、 C 静置于绝缘水平面上. 已知 A 的带电荷量为 $+q$, A 、 B 、 C 的质量都为 m , 它们之间的距离都为 d , B 、 C 的带电荷量相同, 重力加速度为 g , 静电力常量为 k . 求:

(1) B 的带电性质;

(2) B 的电荷量;

(3) B 对地面的压力大小.

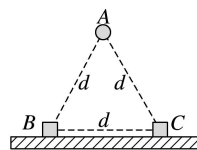


图5

针对训练3 如图6所示, 质量为 m 、带电荷量为 $q(q>0)$ 的小球 A (可看作质点) 用绝缘细线悬挂于 O 点, 细线长为 l . 当将电荷量为 $-q$ 的点电荷 B 置于空间某位置时, 小球 A 静止, 悬线与竖直方向的夹角 $\theta=30^\circ$, A 、 B 连线与竖直方向的夹角恰好也为 30° , 重力加速度为 g , 静电力常量为 k , 则 A 、 B 之间的距离为()

- A. l
- B. $q\sqrt{\frac{\sqrt{3}k}{mg}}$
- C. $q\sqrt{\frac{3k}{mg}}$
- D. $q\sqrt{\frac{\sqrt{3}k}{2mg}}$

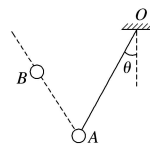


图6

[课后作业] 完成课后作业

[课后感悟] _____

江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第二学期高一物理学科作业

专题 1 静电力作用下的平衡

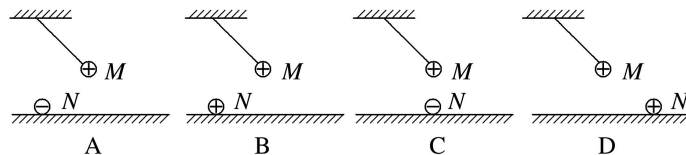
研制人：刘刚

审核人：邱勇

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 时间：2022.05.19 作业时长：30 分钟

[基础练习]

1. 一端固定在天花板上的绝缘细线的另一端与一带正电的小球 M 相连接，在小球 M 下面的一绝缘水平面上固定了另一个带电小球 N ，在图中，小球 M 能处于静止状态的是()



2. 如图 1 所示，质量为 m 的带电小球用绝缘丝线悬挂于 P 点，另一带正电小球 M 固定在带电小球的左侧，小球平衡时，绝缘丝线与竖直方向夹角为 θ ，且两球球心在同一水平线上。关于悬挂小球的电性和所受库仑力的大小，下列判断正确的是(重力加速度为 g)()

- A. 正电， $\frac{mg}{\tan \theta}$ B. 正电， $mg \tan \theta$
C. 负电， $mg \tan \theta$ D. 负电， $\frac{mg}{\tan \theta}$

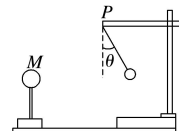


图 1

3. 如图 2 所示，在一条直线上有两个相距 0.4 m 的点电荷 A 、 B ， A 带电荷量为 $+Q$ ， B 带电荷量为 $-9Q$ 。现引入第三个点电荷 C ，恰好使三个点电荷均在静电力的作用下处于平衡状态，则 C 的带电性质及位置应为()

- A. 正， B 的右边 0.4 m 处
B. 正， B 的左边 0.2 m 处
C. 负， A 的左边 0.2 m 处
D. 负， A 的右边 0.2 m 处

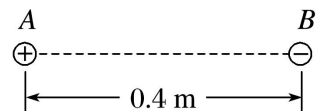


图 2

4. 如图 3 所示，光滑绝缘圆环竖直放置， a 、 b 、 c 为三个套在圆环上可自由滑动的空心带电小球。已知带正电荷的小球 c 位于圆环最高点， ac 连线与竖直方向成 30° 角， bc 连线与竖直方向成 60° 角，三个小球均处于静止状态。下列说法正确的是()

- A. a 、 b 两小球均带正电荷
B. a 小球带正电荷， b 小球带负电荷
C. a 、 b 两小球电荷量之比为 $3\sqrt{3}$
D. a 、 b 两小球电荷量之比为 $2\sqrt{3}$

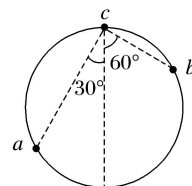


图 3

[能力练习]

5. 如图 4 所示，用两根等长的细线各悬挂一个小球，并挂于同一点，已知两球质量相等，当它们带上同种电荷时，相距 L 而平衡，若使它们的带电荷量都减少一半，待它们重新平衡后，两球间距离()

- A. 大于 $\frac{L}{2}$
C. 等于 $\frac{L}{2}$

- B. 小于 $\frac{L}{2}$
D. 等于 L

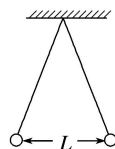


图 4

6.如图 5 所示，竖直墙面与水平地面均光滑且绝缘，两个带有同种电荷的小球 A 、 B 分别处于竖直墙面和水平地面，且处于同一竖直平面内，若用图示方向的水平推力 F 作用于小球 B ，则两球静止于图示位置，如果将小球 B 向左推动少许，并待两球重新达到平衡，则两个小球的受力情况与原来相比()

- A. 推力 F 将增大
B. 竖直墙面对小球 A 的弹力增大
C. 地面对小球 B 的弹力一定不变
D. 两个小球之间的距离减小

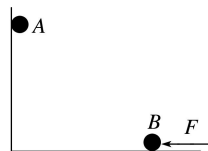


图 5

7.在光滑绝缘的水平地面上放置着四个相同的金属小球，小球 A 、 B 、 C 位于等边三角形的三个顶点上，小球 D 位于三角形的中心，如图 6 所示。现让小球 A 、 B 、 C 带等量的正电荷 Q ，让小球 D 带负电荷 q ，使四个小球均处于静止状态(带电小球均可视为点电荷)，则 Q 与 q 的比值为()

- A. $\frac{1}{3}$
C. 3
B. $\frac{\sqrt{3}}{3}$
D. $\sqrt{3}$

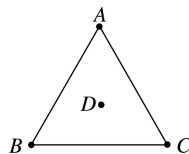


图 6

[提升练习]

★8.如图 7 所示，真空中两个相同的小球带有等量同种电荷，质量均为 0.1 g ，分别用 10 cm 长的绝缘细线悬挂于绝缘天花板上的一点，当平衡时 B 球偏离竖直方向 60° ， A 球竖直悬挂且与绝缘墙壁接触(两带电小球均可视为点电荷)，取 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，静电力常量 $k=9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ 求：

- (1)两个小球所带电荷量；
(2)墙壁受到的压力；
(3)每条细线的拉力的大小。

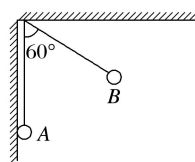
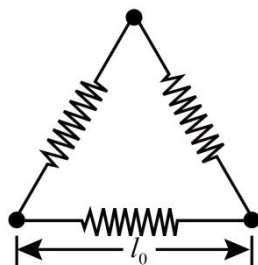


图 7

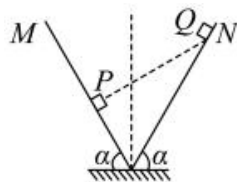
《专题1 静电力作用下的平衡》补充练习

1. 如图所示，在真空中光滑绝缘的水平面上有三个相同的不带电的小球，小球之间由三根完全相同的轻弹簧连接构成等边三角形，弹簧处于原长 l_0 ，若让每个小球带上相同的电荷量 q ，小球可沿所在角的角平分线运动，当三角形的面积增大到原来的4倍时小球的加速度均为零，弹簧是绝缘体且劲度系数相同，真空中的静电力常量为 k ，则弹簧的劲度系数为（ ）



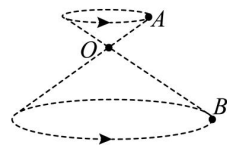
- A. $\frac{kq^2}{l_0^3}$ B. $\frac{kq^2}{2l_0^3}$
 B. C. $\frac{kq^2}{4l_0^2}$ D. $\frac{kq^2}{4l_0^3}$

2. 如图，V型对接的绝缘斜面M、N固定在水平面上，两斜面与水平面夹角均为 $\alpha = 60^\circ$ ，其中斜面N光滑。两个质量相同的带电小滑块P、Q分别静止在M、N上，P、Q连线垂直于斜面M，已知最大静摩擦力等于滑动摩擦力。则P与M间的动摩擦因数至少为（ ）



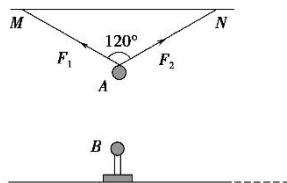
- A. $\frac{\sqrt{3}}{6}$ B. $\frac{1}{2}$
 C. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ D. $\frac{\sqrt{3}}{3}$

3. 一点电荷固定在空间O点，在O点上下空间内分别有A、B两点电荷在水平面内做匀速圆周运动，如图所示。A、B两点电荷的电量分别为 Q_A 、 Q_B ，质量为 m_A 、 m_B ，不计重力作用。则（ ）



- A. $Q_A < Q_B$, $m_A > m_B$ B. $Q_A < Q_B$, $m_A < m_B$
 C. $Q_A > Q_B$, $m_A > m_B$ D. $Q_A > Q_B$, $m_A < m_B$

4. 如图所示，用两根长度相同的绝缘细线把一个质量为0.1kg的小球A悬挂到水平板的M、N两点，A上带有 $Q=3.0 \times 10^{-6} \text{C}$ 的正电荷。两线夹角为 120° ，两线上的拉力大小分别为 F_1 和 F_2 。A的正下方0.3m处放有一带等量异种电荷的小球B，B与绝缘支架的总质量为0.2kg（重力加速度取 $g=10 \text{m/s}^2$ ，静电力常量 $k=9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ，A、B球可视为点电荷），则（ ）



- A. 小球A、B间的库仑力大小为0.9N
 B. 支架对地面的压力大小为2.9N
 C. 两线上的拉力大小 $F_1=F_2=1.9 \text{N}$
 D. 若将B移到无穷远处，两线上的拉力大小 $F_1=F_2=0.866 \text{N}$