

# 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 2 静电力的性质

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 授课日期：2022.06.02

本课在课程标准中的表述：深入理解电场力的性质。

### [学习目标]

1. 学会利用几种特殊方法求解电场强度.
2. 会分析电场线与带电粒子运动轨迹相结合的问题.
3. 学会分析电场中的动力学问题.

### [课前预习]

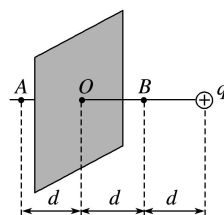
#### 一、电场强度的计算

电场强度的三种计算方法

|     |                                                                                                                                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 对称法 | 对称法实际上就是根据某些物理现象、物理规律、物理过程或几何图形的对称性进行解题的一种方法. 在电场中, 当电荷的分布具有对称性时, 应用对称性解题可将复杂问题大大简化                                              |
| 微元法 | 当一个带电体的体积较大, 已不能视为点电荷时, 求这个带电体产生的电场在某处的电场强度时, 可用微元法的思想把带电体分成很多小块, 每块都可以看成点电荷, 用点电荷电场叠加的方法计算                                      |
| 补偿法 | 有时由题给条件建立的模型不是一个完整的模型, 这时需要给原来的问题补充一些条件, 组成一个完整的新模型. 这样, 求解原模型的问题就变为求解新模型与补充条件的差值问题. 如采用补偿法将有缺口的带电圆环补全为圆环, 或将半球面补全为球面, 从而将问题化难为易 |

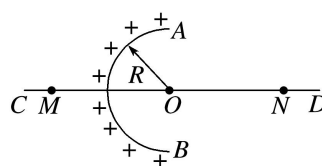
例 1 如图所示, 电荷量为  $q$  的点电荷与均匀带电薄板相距  $2d$ , 点电荷到带电薄板的垂线通过板的几何中心  $O$ . 静电力常量为  $k$ , 若图中  $A$  点的电场强度为 0, 则图中  $B$  点的电场强度( )

- A. 大小为  $k\frac{q}{9d^2}$ , 方向水平向左
- B. 大小为  $k\frac{q}{9d^2}$ , 方向水平向右
- C. 大小为  $k\frac{10q}{9d^2}$ , 方向水平向左
- D. 大小为  $k\frac{10q}{9d^2}$ , 方向水平向右



例 2 匀带电的完整球壳在球外空间产生的电场等效于电荷集中于球心处产生的电场. 如图所示, 在半球面  $AB$  上均匀分布着正电荷, 总电荷量为  $q$ , 球面半径为  $R$ ,  $CD$  为通过半球面顶点与球心  $O$  的轴线, 在轴线上有  $M$ 、 $N$  两点,  $OM = ON = 2R$ . 已知  $M$  点的场强大小为  $E$ , 静电力常量为  $k$ , 则  $N$  点的场强大小为 ( )

- A.  $\frac{kq}{2R^2} - E$
- B.  $\frac{kq}{4R^2}$
- C.  $\frac{kq}{4R^2} - E$
- D.  $\frac{kq}{4R^2} + E$



#### 二、电场线与带电粒子的运动轨迹

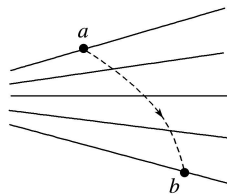
1. 带电粒子做曲线运动时, 合力指向轨迹曲线的内侧, 速度方向沿轨迹的切线方向.

## 2. 分析思路:

- (1) 由轨迹的弯曲情况结合电场线确定静电力的方向;
- (2) 由静电力和电场线的方向可判断带电粒子所带电荷的正负;
- (3) 由电场线的疏密程度可确定静电力的大小, 再根据牛顿第二定律  $F=ma$  可判断带电粒子加速度的大小.

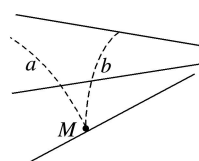
例 2 如图所示, 图中实线是一簇未标明方向的由点电荷产生的电场线, 虚线是某一带电粒子通过该电场区域时的运动轨迹, 箭头表示运动方向,  $a$ 、 $b$  是轨迹上的两点. 若粒子在运动中只受静电力作用, 根据此图不能作出的判断是( )

- A. 带电粒子所带电荷的符号
- B. 粒子在  $a$ 、 $b$  两点的受力方向
- C. 粒子在  $a$ 、 $b$  两点何处速度大
- D. 粒子在  $a$  点是否有初速度



针对训练 1 如图所示, 实线为不知方向的三条电场线, 从电场中  $M$  点以相同速度垂直于电场线方向飞出  $a$ 、 $b$  两个带电粒子, 仅在静电力作用下的运动轨迹如图中虚线所示. 则( )

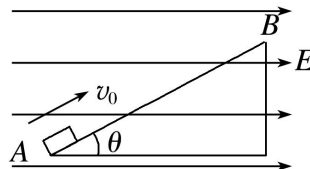
- A.  $a$  一定带正电,  $b$  一定带负电
- B.  $a$  的速度将减小,  $b$  的速度将增大
- C.  $a$  的加速度将减小,  $b$  的加速度将增大
- D. 两个粒子的动能, 一个增大一个减小



## 三、电场中的动力学问题

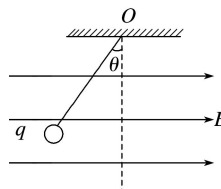
1. 带电体在多个力作用下处于平衡状态, 带电体所受合外力为零, 因此可用共点力平衡的知识分析, 常用的方法有正交分解法、合成法等.
2. 带电体在电场中的加速问题与力学问题分析方法完全相同, 带电体的受力仍然满足牛顿第二定律, 在进行受力分析时不要漏掉静电力.

例 3 如图所示, 把一个倾角为  $\theta$  的绝缘斜面固定在匀强电场中, 电场方向水平向右, 电场强度大小为  $E$ , 有一质量为  $m$ 、带电荷量为  $+q$  的物体, 以初速度  $v_0$  从  $A$  端滑上斜面恰好能沿斜面匀速运动, 重力加速度为  $g$ , 求物体与斜面间的动摩擦因数.



针对训练 2 如图所示, 一质量为  $m=1.0 \times 10^{-2} \text{ kg}$ 、带电荷量大小为  $q=1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  的小球, 用绝缘细线悬挂在水平向右的匀强电场中, 假设电场足够大, 静止时悬线向左与竖直方向夹角为  $\theta=37^\circ$ . 小球在运动过程中电荷量保持不变, 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ . ( $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ )

- (1) 求电场强度  $E$  的大小;
- (2) 若在某时刻将细线突然剪断, 求经过  $1 \text{ s}$  时小球的速度大小  $v$  及方向.



**[课后作业]** 完成课后作业

**[课后感悟]** \_\_\_\_\_

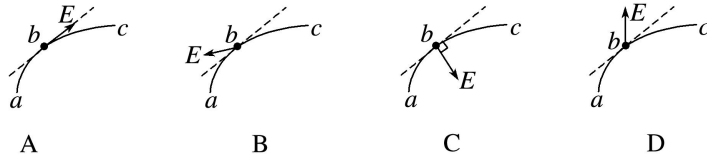
# 江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第二学期高一物理学科作业

## 专题 2 静电力的性质

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 时间：2022.06.02 作业时长：30 分钟

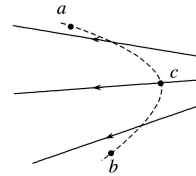
### [基础练习]

1. 一带负电荷的点电荷，只在静电力作用下沿曲线  $abc$  由  $a$  运动到  $c$ ，已知点电荷的速率是递减的。关于  $b$  点电场强度  $E$  的方向，图中可能正确的是(虚线是曲线在  $b$  点的切线)( )



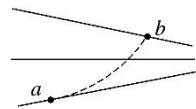
2. 某电场的电场线分布如图所示，虚线为某带电粒子只在静电力作用下的运动轨迹， $a$ 、 $b$ 、 $c$  是轨迹上的三个点，则( )

- A. 粒子一定带正电
- B. 粒子一定是从  $a$  点运动到  $b$  点
- C. 粒子在  $c$  点的加速度可能小于在  $b$  点的加速度
- D. 粒子在电场中  $c$  点的速度一定大于在  $a$  点的速度



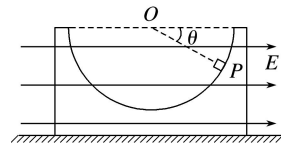
3. 如图中实线为真空中某一点电荷形成的电场线，一电子的运动轨迹如图中虚线所示，其中  $a$ 、 $b$  是轨迹上的两点。若电子在两点间运动的速度不断增大，则下列判断中正确的是( )

- A. 形成电场的点电荷电性为正
- B. 电子可能是从  $a$  点运动到  $b$  点
- C. 电子在两点间运动的加速度一定减小
- D. 调整电子初速度的大小和方向，电子可能做匀速圆周运动



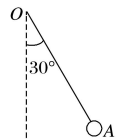
4. 如图所示，内壁光滑绝缘的半球形容器固定在水平面上， $O$  为球心，一质量为  $m$ 、带电荷量为  $q$  的小滑块，静止于  $P$  点，整个装置处于水平向右的匀强电场中。设滑块所受支持力为  $F_N$ ， $OP$  与水平方向的夹角为  $\theta$ ，重力加速度为  $g$ 。下列关系正确的是( )

- A.  $qE = \frac{mg}{\tan \theta}$
- B.  $qE = mg \tan \theta$
- C.  $F_N = \frac{mg}{\tan \theta}$
- D.  $F_N = mg \tan \theta$



5. 如图所示，在场强为  $E$  的匀强电场中，有一个质量为  $m$  的带正电小球  $A$  悬挂在绝缘细线上，当小球静止时，细线与竖直方向成  $30^\circ$  角，已知此电场方向恰使小球受到的静电力最小，重力加速度为  $g$ ，则小球所带的电荷量应为( )

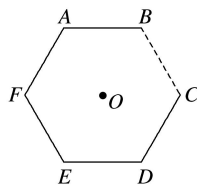
- A.  $\frac{mg}{E}$
- B.  $\frac{3mg}{E}$
- C.  $\frac{2mg}{E}$
- D.  $\frac{mg}{2E}$



6. 如图所示，边长为  $L$  的正六边形  $ABCDEF$  的 5 条边上分别放置 5 根长度都为  $L$  的相同绝缘细棒，每根细棒均匀带上相同的正电荷，现将电荷量为  $+Q$  的点电荷置于  $BC$  中点，此时正六边形几何中心  $O$  点的场强

为零,若移走 $+Q$ 及 $AB$ 边上的细棒,则 $O$ 点的电场强度大小为( $k$ 为静电力常量,不考虑绝缘细棒之间及绝缘细棒与 $+Q$ 的相互影响)( )

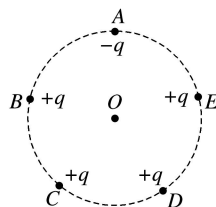
- A.  $\frac{kQ}{L^2}$       B.  $\frac{2\sqrt{3}kQ}{L^2}$       C.  $\frac{4\sqrt{3}kQ}{3L^2}$       D.  $\frac{2\sqrt{3}kQ}{3L^2}$



### [能力练习]

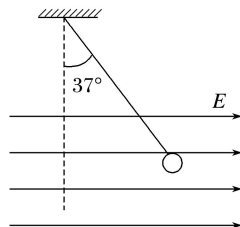
7.如图所示, $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 是半径为 $r$ 的圆周上等间距的五个点,在这些点上各固定一个点电荷,除 $A$ 点处的电荷量为 $-q$ 外,其余各点处的电荷量均为 $+q$ ,静电力常量为 $k$ ,则圆心 $O$ 处( )

- A. 场强大小为 $\frac{kq}{r^2}$ ,方向沿 $AO$ 方向      B. 场强大小为 $\frac{kq}{r^2}$ ,方向沿 $OA$ 方向  
C. 场强大小为 $\frac{2kq}{r^2}$ ,方向沿 $AO$ 方向      D. 场强大小为 $\frac{2kq}{r^2}$ ,方向沿 $OA$ 方向



8.如图所示,长 $l=1\text{ m}$ 的轻质细绳上端固定,下端连接一个可视为质点的带电小球,小球静止在水平向右的匀强电场中,绳与竖直方向的夹角 $\theta=37^\circ$ .已知小球所带电荷量 $q=1.0\times 10^{-6}\text{ C}$ ,匀强电场的场强 $E=3.0\times 10^3\text{ N/C}$ ,取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ , $\sin 37^\circ=0.6$ , $\cos 37^\circ=0.8$ ,不计空气阻力.求:

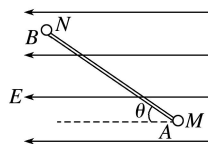
- (1)小球所受静电力 $F$ 的大小;  
(2)小球的质量 $m$ ;  
(3)将电场撤去,小球回到最低点时速度 $v$ 的大小.



### [提升练习]

★9.如图所示,有一水平向左的匀强电场,场强为 $E=1.25\times 10^4\text{ N/C}$ ,一根长 $L=1.5\text{ m}$ 、与水平方向的夹角 $\theta=37^\circ$ 的光滑绝缘细直杆 $MN$ 固定在电场中,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 $m=1.0\times 10^{-2}\text{ kg}$ .将小球 $B$ 从杆的上端 $N$ 由静止释放,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 $g=10\text{ m/s}^2$ , $\sin 37^\circ=0.6$ , $\cos 37^\circ=0.8$ ).则:

- (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,与 $M$ 端的距离 $r$ 为多大?

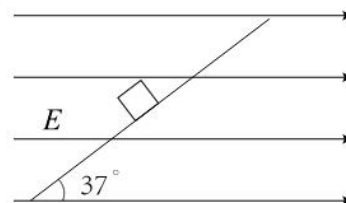


## 《专题 2 静电力的性质》补充练习

1.如图所示，一带电荷量为 $+q$ 、质量为 $m$ 的小物块处于一倾角为 $37^\circ$ 的光滑斜面上，当整个装置被置于一水平向右的匀强电场中，小物块恰好静止。重力加速度为 $g$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。求：

(1)水平向右的电场的电场强度；

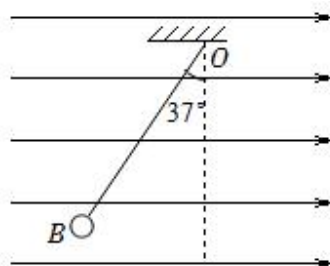
(2)若将电场强度减小为原来的 $\frac{1}{2}$ ，电场强度变化后小物块下滑距离 $L$ 时的动能。



2.长为 $L$ 的绝缘细线的一端连接质量为 $m$ 的带电小球，细线的另一端固定在水平向右的匀强电场中的 $O$ 点，如图所示，小球静止在 $B$ 点，此时细线与竖直方向夹角为 $37^\circ$ 。重力加速度为 $g$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，则：

(1)求匀强电场的电场强度 $E$ 的大小；

(2)若将小球向左拉起至与 $O$ 点同一水平高度的 $A$ 点(未画出，细线刚好伸直)后将小球由静止释放，求小球运动到最低点时细线的拉力大小。



3.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，求匀强电场场强的大小？

