

# 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

## 9.4 静电的防止和利用

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 授课日期：2022.06.06

本课在课程标准中的表述：了解生活中关于静电的利用和防护。

### [学习目标]

- 1.知道什么是静电平衡状态，能说出静电平衡状态下的导体特点.
- 2.知道导体上电荷的分布特征，了解尖端放电、静电屏蔽现象及其成因.
- 3.了解静电除尘、静电喷漆、静电复印的工作原理.

### [课前预习]

#### 一、静电平衡

1. 静电平衡：导体内的自由电子不再发生\_\_\_\_\_的状态.
2. 处于静电平衡状态的导体，其内部的电场强度处处为 \_\_\_\_\_.
3. 导体上电荷的分布：
  - (1)静电平衡时，导体内部没有净剩电荷，电荷只分布在导体的\_\_\_\_\_.
  - (2)在导体外表面，越尖锐的位置，电荷的密度(单位面积的电荷量)\_\_\_\_\_，凹陷的位置几乎没有电荷.

#### 二、尖端放电

1. 空气的电离：在一定条件下，导体尖端电荷\_\_\_\_\_很大，导体尖端周围的强电场使空气中残留的带电粒子发生剧烈运动，并与空气分子碰撞从而使空气分子中的正负电荷\_\_\_\_\_的现象.
2. 尖端放电：所带电荷与导体尖端的电荷符号相反的粒子，由于被\_\_\_\_\_，而与尖端上的电荷\_\_\_\_，相当于导体从尖端\_\_\_\_\_的现象.
3. 尖端放电的应用与防止：
  - (1)应用：\_\_\_\_\_是利用尖端放电避免雷击的一种设施.
  - (2)防止：高压设备中导体的表面尽量\_\_\_\_\_会减少电能的损失.

#### 三、静电屏蔽

1. 静电屏蔽  
静电平衡时，空腔导体内表面没有电荷，导体壳内空腔里的电场强度处处为\_\_\_\_.外电场对壳(网)内的仪器不会产生影响，金属壳的这种作用叫作\_\_\_\_\_.
2. 静电屏蔽的应用：电学仪器外面有金属壳、野外高压线上方还有两条导线与大地相连.

#### 四、静电吸附

1. 静电吸附：在电场中，带电粒子在\_\_\_\_\_作用下，向着电极运动，最后被吸附在电极上的现象.
2. 静电除尘：当空气中的尘埃带电时，在静电力作用下，尘埃到达电极而被收集起来的过程.
3. 静电喷漆：接负高压的涂料雾化器喷出的油漆微粒带负电，在静电力作用下，这些微粒向着作\_\_的工件运动，并沉积在工件表面.
4. 静电复印：复印机应用了\_\_\_\_\_的原理，复印机的有机光导体鼓表面涂覆有机光导体(OPC)，无光照时，OPC 是\_\_\_\_\_，受光照时变成导体.

判断下列说法的正误.

- (1)处于静电平衡状态下的导体内部的外加电场与附加电场的矢量和为零，即导体内部的电场强度处处为零。( )
- (2)静电平衡时，导体内部表现为电中性，电荷都分布在外表面，导体内部没有净剩电荷。( )
- (3)一个孤立的带电体，在自身所带电荷的电场中，处于静电平衡状态，不具有静电平衡的特点。( )
- (4)用金属网把验电器罩起来，再使带电金属球靠近验电器，则验电器箔片能张开。( )
- (5)电工穿的高压作业服是用铜丝编织的，目的是铜丝衣服有屏蔽作用，使体内场强为零。( )

## 【课堂学习】

### 一、静电平衡

**【导学探究】** 如图 1 所示，不带电的金属导体放到电场中，导体内的自由电子将发生定向移动，使导体两端出现等量异种电荷。请思考下列问题：



- (1)自由电子定向移动的原因是什么？定向移动的方向如何？
- (2)自由电子能否一直定向移动？为什么？

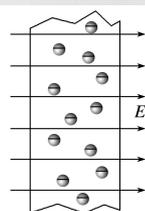
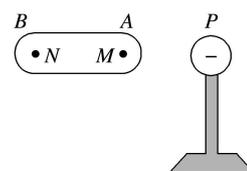


图 1

### 【知识深化】

- 处于静电平衡状态的导体内部场强为零的本质是外电场  $E_0$  和感应电荷产生的电场  $E'$  的合场强为 0，即  $E_0 = -E'$ 。
- 孤立的带电导体处于静电平衡状态，内部场强为 0 的本质是分布在导体外表面的电荷在导体内部的合场强为 0。
- 处于静电平衡状态的导体，其外表面任一点的场强方向跟该点的表面垂直。
- 静电平衡时，导体上的电荷分布在导体的外表面，其内部没有净电荷，且净电荷在导体外表面的分布不均匀，越是尖锐的地方电荷的分布越密集。

例 1 如图 2 所示，在真空中把一不带电的绝缘导体  $AB$  向带负电的小球  $P$  缓慢地靠近(不接触)过程中，下列说法正确的是( )



- 导体  $A$  端将感应出负电荷
- 导体内部电场强度越来越大
- 导体两端带上异种电荷，说明静电感应是在导体上创造了电荷
- 导体的感应电荷在  $M$  点产生的电场强度大于在  $N$  点产生的电场强度

图 2

### 【规律总结】

求处于静电平衡状态的导体的感应电荷产生的场强的方法是：

- 先求出外电场场强  $E_{外}$  的大小和方向。
- 由于导体处于静电平衡状态，则满足静电平衡条件  $E_{合} = 0$ 。
- 由  $E_{外} + E_{感} = 0$ ，求出感应电场  $E_{感}$  的大小和方向。

针对训练 1 矩形金属导体处于正点电荷  $Q$  产生的电场中，静电平衡时，感应电荷产生的电场在导体内的电

场线正确的是( )



例 2 一个带绝缘底座的空心金属球 A 带有  $4 \times 10^{-8} \text{ C}$  的正电荷，上端开有适当小孔，有绝缘柄的金属小球 B 带有  $2 \times 10^{-8} \text{ C}$  的负电荷，使 B 球和 A 球内壁接触，如图 3 所示，则 A、B 带电荷量分别为( )

- A.  $Q_A = 1 \times 10^{-8} \text{ C}$   $Q_B = 1 \times 10^{-8} \text{ C}$
- B.  $Q_A = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$   $Q_B = 0$
- C.  $Q_A = 0$   $Q_B = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$
- D.  $Q_A = 4 \times 10^{-8} \text{ C}$   $Q_B = -2 \times 10^{-8} \text{ C}$

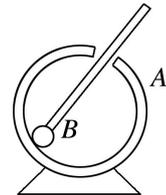


图 3

## 二、尖端放电 静电屏蔽

### 【导学探究】

1. 避雷针是利用尖端放电保护建筑物的一种设施，其原理是什么？
2. 静电屏蔽是怎样起到屏蔽作用的？

### 【知识深化】

#### 1. 尖端放电

导体尖端电荷密度大，周围的电场强度大，把周围的空气电离，带电粒子在强电场的作用下加速撞击空气中的分子，使它们进一步电离，所带电荷与导体尖端的电荷符号相反的粒子被吸引而奔向尖端，与尖端上的电荷中和。

#### 2. 静电屏蔽

##### (1) 静电屏蔽的实质

静电屏蔽的实质是利用了静电感应现象，使金属壳内感应电荷的电场和外加电场矢量和为零，好像是金属壳将外电场“挡”在外面，即所谓的屏蔽作用，其实是壳内两种电场并存，矢量和为零。

##### (2) 静电屏蔽的两种情况

	导体外部电场不影响导体内部	接地导体内部的电场不影响导体外部
图示		
实现过程	因场源电荷产生的电场与导体球壳表面上感应电荷产生的电场在空腔内的合场强为零，达到静电平衡状态，起到屏蔽外电场的作用	当空腔外部接地时，外表面的感应电荷因接地将传给地球，外部电场消失，起到屏蔽内电场的作用

最终结论	导体内空腔不受外界电荷影响	接地导体空腔外部不受内部电荷影响
本质	静电感应与静电平衡，所以做静电屏蔽的材料只能是导体，不能是绝缘体	

例 3 如图 4 所示，放在绝缘台上的金属网罩  $B$  内放有一个不带电的验电器  $C$ ，若把一带有正电荷的绝缘体  $A$  移近金属罩  $B$ ，则( )

- A. 金属罩  $B$  的内表面带正电荷
- B. 金属罩  $B$  的右侧外表面带正电荷
- C. 验电器  $C$  的金属箔片将张开
- D. 金属罩  $B$  左、右两侧电荷电性相同

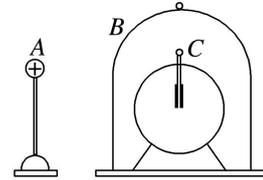


图 4

针对训练 2 将悬挂在绝缘细线上的带正电的小球  $A$  放在不带电的金属空心球  $C$  内(不与球接触)，另有一个悬挂在细线上的带负电的小球  $B$  向  $C$  靠近，如图 5 所示，则( )

- A.  $A$  向左偏离竖直方向， $B$  向右偏离竖直方向
- B.  $A$  的位置不变， $B$  向右偏离竖直方向
- C.  $A$  向左偏离竖直方向， $B$  的位置不变
- D.  $A$  和  $B$  的位置都不变

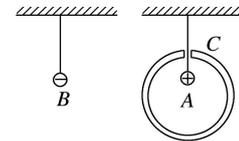


图 5

例 4 如图 6 所示，疫情以来，我们上学每天戴口罩。口罩中间层的熔喷布是一种用绝缘材料做成的带有静电的超细纤维布，它能阻隔几微米的病毒，这种静电的阻隔作用属于( )

- A. 静电屏蔽
- B. 尖端放电
- C. 静电感应和静电屏蔽
- D. 静电感应和静电吸附

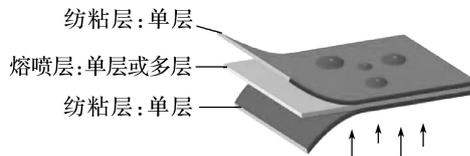


图 6

**[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

## 9.4 静电的防止和利用

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 时间：2022.06.06 作业时长：30 分钟

### [基础练习]

1. (2021·江苏淮安高一期中)处于静电平衡的导体，内部场强处处为零的原因是( )

- A. 导体内部无任何电场
- B. 外电场不能进入导体内部
- C. 所有感应电荷在导体内部产生的合场强为零
- D. 外电场和所有感应电荷产生的电场在导体内部叠加的结果为零

2. (2021·江苏徐州高一期末)如图 1 所示，用绝缘柱支持的不带电的枕形导体  $A$  放置在水平桌面上，手握绝缘棒把带正电荷的带电体  $B$  移近导体  $A$  左侧后静止放置。关于导体  $A$  内部某点  $P$  的电场强度，下列说法正确的是( )

- A. 大小不为零，方向向右
- B. 大小不为零，方向向左
- C. 大小为零
- D. 无法判断

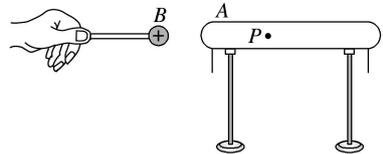


图 1

3. 下列应用与防护不属于尖端放电现象的是( )

- A. 一般高压设备中导体的表面应该尽量光滑
- B. 一般马路表面建造的很平滑
- C. 夜间高压线周围会出现一层绿色光晕
- D. 一般高楼大厦顶部装有避雷针

### [提升练习]

4. 下列与静电屏蔽无关的是( )

- A. 避雷针的顶端做得很尖细
- B. 用几万伏的高压电电击关在金属笼里的鸟，而鸟安然无恙
- C. 超高压带电作业的工作人员穿戴的工作服用包含金属丝的织物制成
- D. 电视闭路线芯外常包有一层金属网

5. 有一接地的导体球壳，如图 2 所示，球心处放一点电荷  $q$ ，达到静电平衡时，则( )

- A.  $q$  的电荷量变化时，球壳外电场随之改变
- B.  $q$  在球壳外产生的电场强度为零
- C. 球壳内、外表面的电荷在壳外的合场强为零
- D.  $q$  与球壳内表面的电荷在壳外的合场强为零

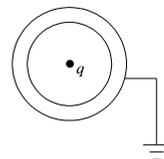


图 2

6. 在一次科学晚会上，一位老师表演了一个“魔术”：如图 3 所示，一个没有底的空塑料瓶中固定着一根钢锯条和一块易拉罐(金属)片，把它们分别跟静电起电机的两极相连。在塑料瓶里放一盘点燃的蚊香，很快就看见整个透明塑料瓶里烟雾缭绕。当把起电机一摇，顿时塑料瓶清澈透明，停止摇动，又是烟雾缭绕。起电机摇动时，下列说法正确的是( )

- A. 锯条附近电场强度大

- B. 金属片附近电场强度大
- C. 锯条和金属片之间为匀强电场
- D. 锯条和金属片之间电场强度处处为零

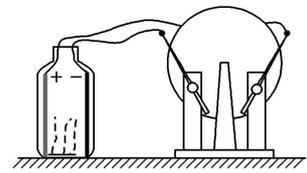


图 3

7. 如图 4 为静电除尘器除尘原理的示意图. 尘埃在电场中通过某种机制带电, 在静电力的作用下向集尘极迁移并沉积, 以达到除尘的目的. 下列表述正确的是( )

- A. 到达集尘极的尘埃带正电荷
- B. 电场方向由放电极指向集尘极
- C. 带电尘埃所受静电力的方向与电场方向相同
- D. 同一位置带电荷量越多的尘埃所受静电力越大

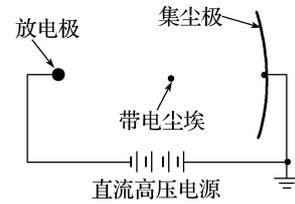


图 4

**[提升练习]**

★8. 长为  $l$  的导体棒原来不带电, 现将一带电荷量为  $+q$  的点电荷放在距棒左端  $R$  处, 如图 5 所示, 当棒达到静电平衡后, 棒上的感应电荷在棒内中点  $P$  处产生的电场强度(静电力常量为  $k$ )( )

- A. 大小等于 0
- B. 大小等于  $\frac{kq}{(R+l)^2}$
- C. 大小等于  $\frac{4kq}{(2R+l)^2}$
- D. 方向向右

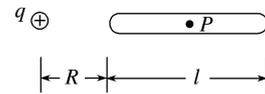


图 5

9. 如图 6 所示, 较厚的空腔球形导体壳中心处有一个正点电荷, 则图中  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  各点的电场强度大小关系为( )

- A.  $E_a > E_b > E_c > E_d$
- B.  $E_a > E_c = E_d > E_b$
- C.  $E_a > E_c > E_d > E_b$
- D.  $E_a < E_b < E_c = E_d$

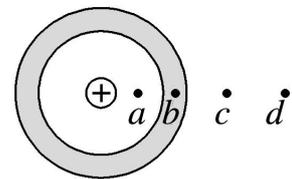
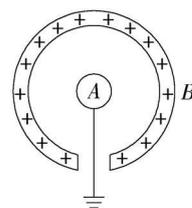


图 6

## 《9.4 静电的防止和利用》补充练习

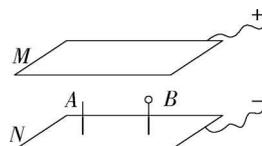
1、导体球壳 B 带有正电荷 Q，其中心处放有导体球 A，用细金属丝通过 B 上的小孔与地相连(细金属丝不与球壳 B 相碰)，如图所示。则导体球 A ( )



- A. 不带电                      B. 带正电  
C. 带负电                      D. 可能带正电，也可能带负电

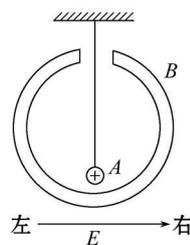
2、如图所示是模拟避雷针作用的实验装置，金属板 M、N 间有两个等高的金属体 A、B，A 为尖头、B 为圆头。将金属板 M、N 接在高压电源上，逐渐升高电源电压，将首先观察到 ( )

- A. A 放电                      B. B 放电  
C. A、B 一起放电              D. A、B 之间放电



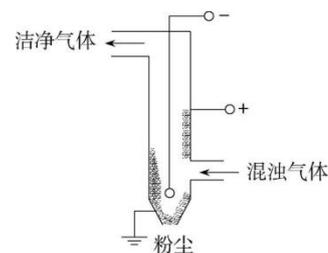
3、如图所示，将悬在绝缘细线上带正电的小球 A 放在不带电的金属空心球壳 B 内(与内壁不接触)，外加一个水平向右的场强为 E 的匀强电场，对于最后的结果，下列判断正确的是 ( )

- A. B 的右端带正电，A 向左偏  
B. B 的右端带正电，A 不偏左也不偏右  
C. B 的左端带正电，A 向右偏  
D. B 的左端带正电，A 不偏左也不偏右



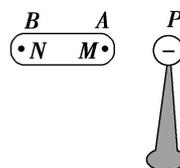
4、如图是静电除尘装置示意图，装置的外壁连接高压电源的正极，中间的金属丝连接负极。将混浊气体通入该装置时，气体中的粉尘会不断向筒壁积累，最后在重力作用下坠落在筒底。在该装置除尘的过程中，下列说法不正确的是 ( )

- A. 粉尘由于吸附作用而带上正电荷  
B. 粉尘由于吸附了电子而带上负电荷  
C. 带电粉尘在静电力作用下飞向筒壁  
D. 筒壁与中间金属丝之间存在强大的静电场

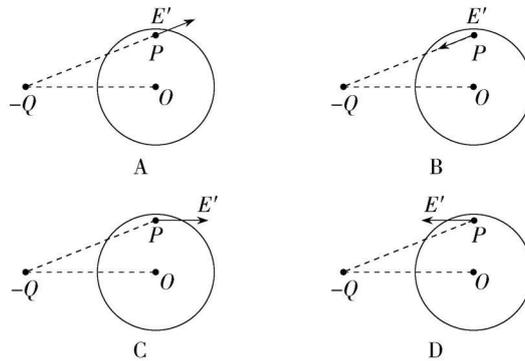


5、如图所示，在真空中把一绝缘导体向带负电的小球 P 缓缓靠近(不相碰)，下列说法中正确的是( )

- A. B 端的感应电荷越来越少  
B. 导体内场强越来越大  
C. 导体的感应电荷在 M 点产生的场强大于在 N 点产生的场强  
D. 导体的感应电荷在 M、N 两点产生的场强相等

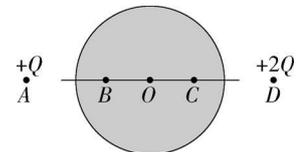


6、在点电荷 $-Q$ 的电场中，一金属圆盘处于静电平衡状态，若圆平面与点电荷在同一平面内，则盘上感应电荷在盘中 $P$ 点所激发的附加场强 $E'$ 的方向在图中正确的是 ( )



7、如图所示，在 $A$ 、 $D$ 两点放置电荷量分别为 $Q$ 和 $2Q$ 的正电荷，将一原来不带电的金属球的球心放置在 $AD$ 的中点 $O$ 处，球内 $B$ 、 $C$ 两点与 $O$ 点等距离， $A$ 、 $B$ 、 $O$ 、 $C$ 、 $D$ 五点共线。设金属球上感应电荷在球内 $B$ 、 $O$ 、 $C$ 三点产生电场的场强大小分别为 $E_B$ 、 $E_O$ 、 $E_C$ ，则下列结论正确的是( )

- A.  $E_B$  最大
- B.  $E_C$  最大
- C.  $E_O$  最大
- D.  $E_B = E_O = E_C$



8、如图所示，有两个相同的空心金属球 $M$ 和 $N$ ， $M$ 带电荷量为 $-Q$ ， $N$ 不带电( $M$ 、 $N$ 相距很远，互不影响)，旁边各放一个不带电的金属球 $P$ 和 $R$ ，当将带正电 $Q$ 的小球分别放入 $M$ 和 $N$ 的空腔中时 ( )

- A.  $P$ 、 $R$  上均有感应电荷
- B.  $P$ 、 $R$  上均没有感应电荷
- C.  $P$  上有而  $R$  上没有感应电荷
- D.  $P$  上没有而  $R$  上有感应电荷

