

第三章 静电场

一、选择题

1. 关于电荷的基本性质, 下列说法中错误的是:

- (A) 电荷守恒是指电量在转移中能保持代数和不变。
- (B) 电荷所带电量是与参照系的选择有关的。
- (C) 电荷所带电性只有正、负两种, 彼此可以中和。
- (D) 电荷的量子性是指物体所带电量只能是一个最小单位的整数倍。

2. 关于对点电荷的理解, 下列说法中错误的是:

- (A) 只要物体的带电量足够小, 无论其形状如何, 都可视为点电荷。
- (B) 只要考察点与带电体的距离足够远, 无论其带电量多少, 都可视为点电荷。
- (C) 只要考察点与带电体的距离足够远, 无论其形状如何, 都可视为点电荷。
- (D) 即使电荷的体积很小, 只要考察点与电荷的距离足够近, 则该电荷就不能视为点电荷。

3. 关于对场的理解, 下列说法中错误的是:

- (A) 场是一种特殊的物质, 无形无质, 充满整个空间。
- (B) 场是人们为了描述某种未知事物的性质而人为构造出来的东西, 并不真实存在。
- (C) 场与实物之间没有什么本质上的不同。
- (D) 场的建立不需要任何媒介。

4. 关于对场的叠加原理的理解, 下列说法中错误的是:

- (A) 两种性质相同的场可以占据同一个空间。
- (B) 两种性质不相同的场不可以占据同一个空间。
- (C) 矢量场在叠加时服从平行四边形法则。
- (D) 场经过叠加后, 仍然能保持自身原有的性质。

5. 关于对电场线的理解, 下列说法中错误的是:

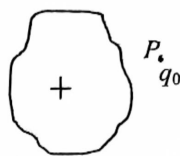
- (A) 电场线是人们为了描述电场的分布特征而人为引入的, 并不真实存在。
- (B) 静电场的电场线总是从正电荷出发, 到负电荷终止, 在真空中不会中断。
- (C) 可以用电场线的疏密程度来描述电场的强弱。
- (D) 可以用电荷的受力方向来描述电场线的方向。

6. 关于对电场强度定义式的理解, 下列说法中错误的是:

- (A) 表达式 $\vec{E} = \vec{F}/q_0$ 和 $\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \vec{e}_r$ 的含义很不一样, 只有前者才能作为场强的定义。
- (B) 表达式 $\vec{E} = \vec{F}/q_0$ 中, 场强的方向与电荷 q_0 的受力方向总是相同的。
- (C) 用 $\vec{E} = \vec{F}/q_0$ 测量场强, 无论电荷 q_0 电量多少, 测量值一定是该点当前的场强。
- (D) 用 $\vec{E} = \vec{F}/q_0$ 测量场强, 为达到测量目的, 总是要求电荷 q_0 的电量足够少、体积足够小。

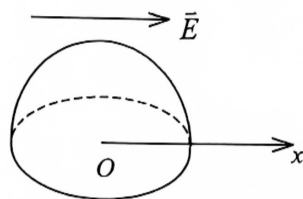
7. 有一带正电荷的大导体，欲测其附近P点处的场强，将一电荷量为 q_0 ($q_0 > 0$) 的点电荷放在P点，如图所示，测得它所受的电场力为 F ，若电荷量 q_0 不是足够小，则：

- (A) F/q_0 比P点处场强的数值大。
- (B) F/q_0 比P点处场强的数值小。
- (C) F/q_0 与P点处场强的数值相等。
- (D) F/q_0 与P点处场强的数值哪个大无法确定。



8. 关于电场强度定义式 $\vec{E} = \vec{F}/q_0$ ，下列说法中哪个是正确的？

- (A) 场强 $\vec{E}$ 的大小与试探电荷 q_0 的大小成反比。
- (B) 对场中某点，试探电荷受力 $\vec{F}$ 与 q_0 的比值不因 q_0 的大小而改变。
- (C) 试探电荷受力 $\vec{F}$ 的方向就是场强 $\vec{E}$ 的方向。
- (D) 若场中某点不放试探电荷 q_0 ，则 $\vec{F} = 0$ ，从而 $\vec{E} = 0$ 。



9. 关于高斯定理，下列说法中哪一个正确的？

- (A) 若高斯面内不包围电荷，则高斯面上各点的电场强度处处为零。
- (B) 若高斯面上电场强度处处为零，则高斯面内必不存在电荷。
- (C) 高斯面上的电场强度通量仅与高斯面内电荷的代数和有关。
- (D) 以上说法都不正确。

10. 根据高斯定理的数学表达式 $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \sum q/\epsilon_0$ 可知下述各种说法中，正确的是：

- (A) 闭合面内的电荷代数和为零时，闭合面上各点场强一定为零。
- (B) 闭合面内的电荷代数和不为零时，闭合面上各点场强一定处处不为零。
- (C) 闭合面内的电荷代数和为零时，闭合面上各点场强不一定处处为零。
- (D) 闭合面上各点场强均为零时，闭合面内一定处处无电荷。

11. 下列几种做法，哪一种会使高斯面上的通量发生变化？

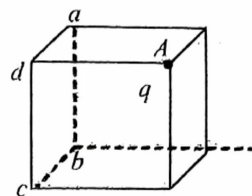
- (A) 高斯面内的电量发生中和。
- (B) 高斯面内的电荷发生了高速运动，但运动始终在高斯面内。
- (C) 将新的电荷放置在高斯面外附近。
- (D) 将新的电荷放入高斯面内。

12. 一电场强度为 $\vec{E}$ 的均匀电场， $\vec{E}$ 的方向与沿x轴正向，如图所示：则通过图中一半径为R的半球面的电场强度通量为：

- (A) $\pi R^2 E$
- (B) $\pi R^2 E/2$
- (C) $2\pi R^2 E$
- (D) 0

13. 如图所示：一个电量为 q 的点电荷位于立方体的 A 角上，则通过侧面 $abco$ 的电场强度通量等于：

- (A) $\frac{q}{6\epsilon_0}$ (B) $\frac{q}{12\epsilon_0}$
(C) $\frac{q}{24\epsilon_0}$ (D) $\frac{q}{48\epsilon_0}$



14. 真空中，一个电量为 q 的点电荷，放置在边长为 a 的正方形中垂线上，距正方形中心为 $a/2$ 的地方，则通过该正方形的电场强度通量等于：

- (A) $\frac{q}{3\epsilon_0}$ (B) $\frac{q}{4\epsilon_0}$ (C) $\frac{q}{6\epsilon_0}$ (D) $\frac{q}{8\epsilon_0}$

15. 静电场中某点电势的数值等于

- (A) 试验电荷 q_0 置于该点时具有的电势能。
(B) 单位试验电荷置于该点时具有的电势能。
(C) 单位正电荷置于该点时具有的电势能。
(D) 把单位正电荷从该点移到电势零点外力所作的功。

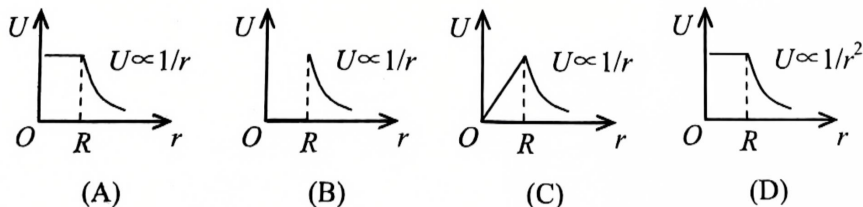
16. 关于场强与电势的关系的表述，下列哪种说法是正确的。

- (A) 场强越大的地方，电势一定越高
(B) 场强为0的地方，电势一定为0
(C) 电势相同的区域，场强一定为0
(D) 场强相同的区域，电势一定不变

17. 关于电场线与等势面的关系的表述，下列哪种说法是错误的。

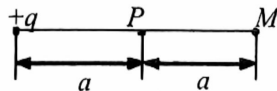
- (A) 沿电场线方向，电势降低。
(B) 电场线与等势面总是处处正交。
(C) 沿等势面移动电荷，电场力一定不做功。
(D) 正电荷在静电力作用下，由静止开始运动的轨迹一定与电场线重合。

18. 半径为 R 的均匀带电球面，总电荷为 Q ，设无穷远处电势为零，则该带电体所产生的电场的电势 U ，随离球心的距离 r 变化的分布曲线为：



19. 在点电荷 $+q$ 的电场中，若取图中 P 点处为电势零点，则 M 点的电势为：

- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$ (B) $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 a}$ (C) $\frac{-q}{4\pi\epsilon_0 a}$ (D) $\frac{-q}{8\pi\epsilon_0 a}$



二、填空题

20. 真空中, 两点电荷间的库仑力是通过_____来传递的, 在公式 $\vec{F} = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{e}_r$ 中, 单位向量 $\vec{e}_r$ 是指_____方向, k 的单位是_____。

21. 真空中, A点放置的点电荷电量为 $Q_A = +3\mu C$, B点放置的点电荷电量为 $Q_B = +2\mu C$, 若A、B两点间距离为 $0.5m$, 则A、B两点间场强为零的点, 出现在距离A为_____ m 的地方。

22. 静电场中, 描述电场的基本物理量是场强和电势, 其中场强的定义式是_____, 它描述了场对电荷的_____。电势的定义式是_____, 它描述了场对电荷的_____, 两者从不同的角度描述了电场的基本性质, 彼此相互独立而又有一定的关系, 积分关系式可以写为_____, 微分关系式可以写为_____。

23. 某带电柱体由电荷体密度为 ρ 的材料制作而成, 若其截面形状为半径为 R 的圆形, 则其带电线密度为_____, 若其截面形状为边长为 a 的正三角形, 则其带电线密度为_____。

24. 静电场中, 场强有叠加和高斯定理两种算法, 在已知电荷的分布函数的情况下, 场强可以用_____算法进行, 其特点是适应情况较为普遍但计算量较大; 在_____情况下, 场强可以用高斯定理计算, 其特点是其特点是计算较为简单但_____。

25. 真空中, 高斯定理的数学表达式是_____, 它的适用范围是_____, 闭合曲面可以将空间分割为互不连通的_____, 由于它是无限薄的数学面, 电荷不是在它的内部就是在它的外部, 不可能有电荷在高斯面上的情况出现。

26. 真空中, 静电场的环路定理的数学表达式是_____, 它说明静电场是_____场, 静电场力是_____力, 电场线具有_____特点。

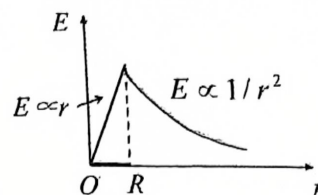
27. 对于有限长的均匀带电柱体而言, 不能把它看成是轴对称的电荷分布, 理由是_____。

28. 球对称的电荷分布可以这样进行表述: 只要在距球心一样远的位置进行观察, 无论方位如何, 总能感受到完全相同的电荷分布。所以, 比如同心的两均匀带电球面或_____或_____等, 都属于球对称的电荷分布, 其场强分布, 大小的特征是_____, 方向的特征是_____。

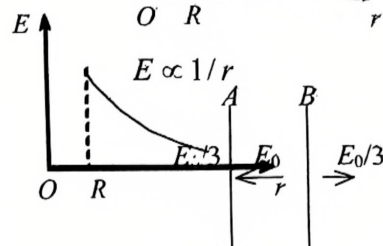
29. 真空中, 有两块很薄的均匀带电平板, 可视为无限大, 平行放置时距离为 a , 带电量分别为 Q_A 和 Q_B , 为计算B板上的电荷所受的库仑力可以这样处理: 在B板是取得一个电荷元 dq , 由于B板上其它电荷对 dq 的作用力为内力, 求合力时将会被抵消掉, 为此, 我们先求出A板上所有电荷在 dq 所在位置的场强 E , 则 dq 所受电场力为 $dF = Edq$, 最后, 将B板上所有电荷元受到的电场力进行叠加即可。计算结果是 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

30. 有一个球形的橡皮膜气球，电荷 q 均匀地分布在表面上，在此气球被吹大的过程中，被气球表面掠过的点(该点与球中心距离为 r)，其电场强度的大小将由_____变为_____。

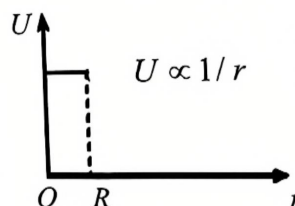
31. 图中曲线表示一种球对称性电荷分布产生的电场分布， r 表示离对称中心的距离。这是由_____产生的电场。



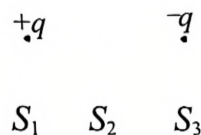
32. 图中曲线表示一种轴对称性电荷分布产生的电场分布， r 表示离对称轴的距离。这是由_____产生的电场强度分布曲线。



33. 图中曲线表示一种球对称性电荷分布产生的电场， r 表示离对称中心的距离。如图：这是_____产生的电势分布曲线。



34. 在点电荷 $+q$ 和 $-q$ 的静电场中，作出如图所示的三个闭合面 S_1 、 S_2 、 S_3 ，则通过这些闭合面的电场强度通量分别是： $\phi_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\phi_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\phi_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



35. A、B两块无限大均匀带电平行薄平板放置在真空中。已知两板间的场强大小为 E_0 ，两板外的场强均为 $E_0/3$ ，方向如图。则A、B两板所带电荷面密度分别为 $\sigma_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\sigma_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

36. 地球表面附近的电场强度为 100 N/C ，如果把地球看作半径为 $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ 的带电球面，则地球表面的电荷面密度=_____。 $(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2)$

37. 真空中，有一个半径为 R 的均匀带电球面，带有电荷 Q ，若规定该球面上电势值为零，则无限远处的电势 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

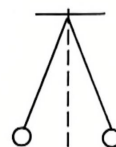
三、计算题

38. 在边长为 a 的正三角形二个顶点上各放一个带正电的点电荷 Q , 求未放电的那个顶点上的场强和电势, 要求画出场强的合成图形。

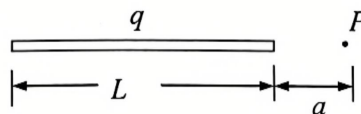
39. 用均匀带电 $q = 3.12 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的细棒弯成半径为 50 厘米的圆弧, 两端间隙为 2 厘米, 求圆心处场强的大小和方向。

40. 两个相同的小球, 带电量为 q 、质量为 m , 用长度为 l 的细线悬挂于同一点, 由于电荷的排斥力作用, 使两小球处于图示位置, 试证明两小球间的

距离可近似表示为: $x = \left(\frac{q^2 l}{2\pi\epsilon_0 mg} \right)^{1/3}$



41. 如图所示, 真空中一长为 L 的均匀带电细直杆, 总电荷为 q , 试求在直杆延长线上距杆的一端距离为 a 的 P 点的电场强度。

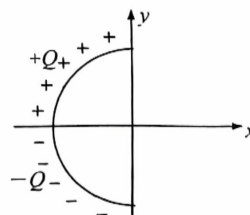


42. 带电线密度为 λ 的细线, 弯成如图所示形状, 两侧直线长度为 R , 半圆弧的半径也为 R , 求:

- (1) 圆心处的场强;
- (2) 圆心处的电势。



43. 一个细玻璃棒被弯成半径为 R 的半圆形, 沿其上半部分均匀分布有电荷 $+Q$, 沿其下半部分均匀分布有电荷 $-Q$, 如图所示: 试求 (1) 圆心 O 处的场强; (2) 圆心 O 处的电势



44. 半径分别为 1.0 cm 与 2.0 cm 的两个导体球，各带电荷 $1.0 \times 10^{-8}\text{ C}$ ，两球相距很远。若用细导线将两导体球相连接，求：

- (1) 每个导体球所带电量；
- (2) 每个导体球的电势。

45. 一半径为 R 的带电球体，其电荷体密度分布为 $\rho = Ar$ ($r \leq R$)， $\rho = 0$ ($r > R$)， A 为一常量。求：

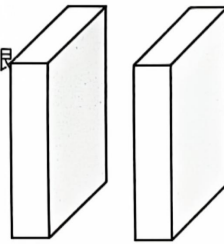
- (1) 球体内的场强；
- (2) 球体外的场强。

46. 一个均匀带电球壳，其电荷体密度为 ρ ，球壳内表面半径为 R_1 ，外表面半径为 R_2 ，求球壳内外的电势差。

47. 真空中，有三个无限长同轴带电柱面，由内向外的柱面半径分别为 R_1 、 R_2 、 R_3 ，带电线密度分别为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ，若用导线将1与3两柱面相连，求 λ_1 与 λ_2 的比值。

48. 如图：两块带电导体平板 Q_A 、 Q_B 平行相对放置，板极面积为 S （可视为无限大），板极间距为 d ，试证明：

- (1) 相向的两面，电荷面密度大小相等、极性相反；
- (2) 相对的两面，电荷面密度大小相等、极性相同。



49. 有一个厚度为 d 的均匀无限大带电平板，电荷体密度为 ρ ，如图：

- 求：
- (1) 平板内各处的场强；
 - (2) 平板外各处的场强。



50. 有三个无限大均匀带电平面 A 、 B 、 C 平行放置，如图：其带电面密度分别为

$\sigma_A = 3 \times 10^{-6}\text{ C/m}^2$ 、 $\sigma_B = -6 \times 10^{-6}\text{ C/m}^2$ 、 $\sigma_C = -2 \times 10^{-6}\text{ C/m}^2$ ，求：

- (1) AB 间的场强；
- (2) BC 间的场强。

