专题 13.2　静电场（精讲精练）

第一部分：考点梳理 1
考点一、电场的性质及电场力 1
考点二、电势、电势差、等势面、电场力做功、电势能的相互关系 4
考点三、电容器 5
考点四、带电粒子在匀强电场中的运动 7
第二部分：题型学习 7
题型一、场强矢量性叠加的多种考法 7
题型二、电场力作用下的静力学平衡问题 8
题型三、粒子在电场中运动的图像类问题 9
题型四、带点粒子在电场中运动的轨迹问题 10
题型五、动态电容 11
题型六、利用等势面的特点处理相关问题 12
题型七、带点粒子在电场的运动 13
题型八、带点粒子在电、重复合场重的运动 14
题型九、等效重力场的相关应用 14

第一部分：考点梳理

考点一、电场的性质及电场力

①点电荷　电荷守恒定律　库仑定律

1．点电荷　元电荷

(1)点电荷：当带电体本身的大小和形状对研究的问题影响可以忽略不计时，可以将带电体视为点电荷。点电荷是一种理想化模型。

(2)元电荷：把最小的电荷量叫做元电荷，用 e 表示，$e=1.60\times10^{-19}$ C。所有带电体的电荷量或者等于 e，或者等于 e 的整数倍。

2．电荷守恒定律

(1)内容：电荷既不能创生，也不能消失，只能从物体的一部分转移到另一部分，或者从一个物体转移到另

一个物体，在转移的过程中，电荷的总量保持不变。

(2)物体的带电方式：摩擦起电、接触带电、感应起电 $\xrightarrow{\text{实质}}$ 电子转移，电荷重新分配，遵循电荷守恒定律。

3．库仑定律

(1)内容：真空中两个静止点电荷之间的相互作用力与它们的电荷量的乘积成正比，与它们的距离的平方成反比。作用力的方向在它们的连线上。

(2)表达式：$F=k\frac{q1q2}{r2}$，式中 $k=9.0\times10^9\ N\cdot m2/C^2$，叫静电力常量。

(3)适用条件：真空中静止的点电荷。

②静电场　电场强度　电场线

1．静电场：静电场是客观存在于电荷周围的一种物质，其基本性质是对放入其中的电荷有力的作用。

2．电场强度

(1)定义式：$E=\frac{F}{q}$，是矢量，单位：N/C 或 V/m。

(2)点电荷的场强：$E=\frac{kQ}{r2}$。

(3)方向：规定正电荷在电场中某点受力的方向为该点的电场强度方向。

3．电场线

(1)电场线的特点。

①电场线从正电荷出发，终止于负电荷或无穷远处，或来自于无穷远处，终止于负电荷。

②电场线在电场中不相交。

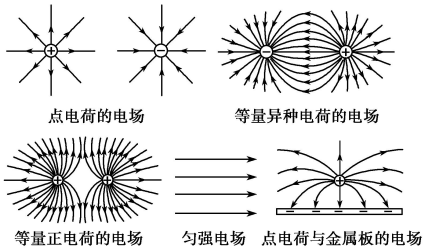
③在同一电场中，电场线越密的地方场强越大。

④电场线上某点的切线方向表示该点的场强方向。

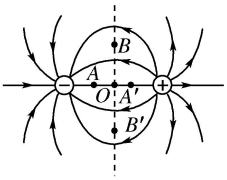
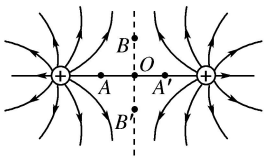
⑤沿电场线方向电势逐渐降低。

⑥电场线和等势面在相交处互相垂直。

(2)几种典型电场的电场线。



③两种等量点电荷的电场线

比较	等量异种点电荷	等量同种点电荷
形状		
连线中点 *O* 处的场强大小	最小，指向负电荷一方	为零
连线上的场强大小	沿连线先变小，再变大	沿连线先变小，再变大
沿中垂线由 *O* 点向外场强大小	*O* 点最大，向外逐渐减小	*O* 点最小，向外先变大后变小
关于 *O* 点对称的 *A* 与 *A′*、*B* 与 *B′*的电场强度	等大同向	等大反向

（典例应用 1）(多选)下列关于电场强度的两个表达式 $E=\frac{F}{q}$和 $E=\frac{kQ}{r^2}$的叙述，正确的是(　　)

A．$E=\frac{F}{q}$是电场强度的定义式，F 是放入电场中的电荷所受的力，q 是产生电场的电荷的电荷量

B．$E=\frac{F}{q}$是电场强度的定义式，F 是放入电场中的电荷所受的电场力，q 是放入电场中的电荷的电荷量，它适用于任何电场

C．$E=\frac{kQ}{r^2}$是点电荷电场强度的计算式，Q 是产生电场的电荷的电荷量，它不适用于匀强电场，该值的大小可以通过电场线的疏密来进行比较；

D．从点电荷电场强度计算式分析库仑定律的表达式 $F=k\frac{Q_1Q_2}{r^2}$，$\frac{kQ_2}{r^2}$是点电荷 Q_2 产生的电场在点电荷 Q_1 处的电场强度大小，而$\frac{kQ_1}{r^2}$是点电荷 Q_1 产生的电场在 Q_2 处电场强度的大小

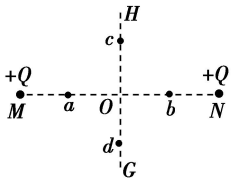
（典例应用 2 多选)两个半径相同的金属小球(视为点电荷)，带电荷量之比为 1∶7，相距为 r，两者相互接触后再放回原来的位置上，则相互作用力可能为原来的(　　)

A.$\frac{4}{7}$　　B.$\frac{3}{7}$　　C.$\frac{9}{7}$　　D.$\frac{16}{7}$

（典例应用 3）两个相同的带电金属小球 *A*、*B*（可视为点电荷），相隔一定的距离，两球之间的相互吸引力大小为 *F*。现将不带电的金属小球 *C*（可视为点电荷）先后与 *A*、*B* 两个球接触后移开，这时，*A*、*B* 两个球之间的相互作用力大小是(　　)

A.$\frac{1}{8}F$　　B．$\frac{1}{4}F$　　C.$\frac{3}{8}F$　　D．$\frac{3}{4}F$

（典例应用 5）如图所示，*MN* 是两电荷的连线，*HG* 是两电荷连线的中垂线，*O* 是垂足，*a*、*b* 是 *MN* 连线上关于 *O* 的对称点，*c*、*d* 是直线 *HG* 上关于 *O* 的对称点。下列说法中正确的是(　　)



A．*a* 点的场强与 *b* 点的场强相同

B．*c* 点的场强与 *d* 点的场强大小相同

C．将一试探电荷沿 *MN* 由 *a* 移动到 *b*，所受电场力先减小后增大

D．将一试探电荷沿 *HG* 由 *c* 移动到 *d*，所受电场力先减小后增大

考点二、电势、电势差、等势面、电场力做功、电势能的相互关系

1．静电力做功

(1)特点：静电力做功与路径无关，只与初、末位置有关。

(2)计算方法

①W＝qEd，只适用于匀强电场，其中 d 为沿电场方向的距离。

②WAB＝qUAB，适用于任何电场。

2．电势能

(1)定义：电荷在电场中具有的势能，数值上等于将电荷从该点移到零势能位置时静电力所做的功。

(2)静电力做功与电势能变化的关系：静电力做的功等于电势能的减少量，即 WAB＝EpA－EpB＝－ΔEp。

(3)电势能的相对性：电势能是相对的，通常把电荷离场源电荷无限远处的电势能规定为零，或把电荷在大地表面上的电势能规定为零。

3．电势

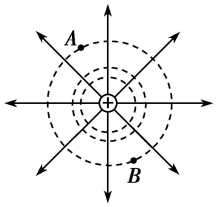
(1)定义：试探电荷在电场中某点具有的电势能 Ep 与它的电荷量 q 的比值。

(2)定义式：$\varphi=\frac{Ep}{q}$。

(3)矢标性：电势是标量，有正负之分，其正(负)表示该点电势比零电势高(低)。

(4)相对性：电势具有相对性，同一点的电势因选取零电势点的不同而不同。

4．等势面



A、B 在同一等势面上

(1)定义：电场中电势相等的各点组成的面。

(2)特点

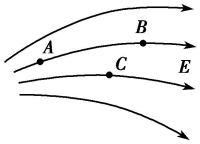
①等势面一定与电场线垂直。

②在同一等势面上移动电荷时电场力不做功。

③电场线方向总是从电势高的等势面指向电势低的等势面。

④等差等势面越密的地方电场强度越大，反之越小。

(典例应用 6)如图所示，对于电场线中的 *A*、*B*、*C* 三点，下列判断正确的是(　　)



A．*A* 点的电势最低

B．*B* 点的电场强度最大

C．同一正电荷在 *A*、*B* 两点受的电场力大小相等

D．同一负电荷在 *C* 点具有的电势能比在 *A* 点的大

(典例应用 7)(2016·全国丙卷·15)关于静电场的等势面，下列说法正确的是(　　)

A．两个电势不同的等势面可能相交

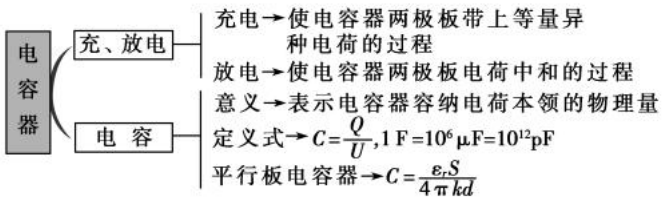
B．电场线与等势面处处相互垂直

C．同一等势面上各点电场强度一定相等

D．将一负的试探电荷从电势较高的等势面移至电势较低的等势面，电场力做正功

考点三、电容器

①基本公式与概念



②分析比较的思路

(1)先确定是 Q 还是 U 不变：电容器保持与电源连接，U 不变；电容器充电后与电源断开，Q 不变。

(2)用决定式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$确定电容器电容的变化。

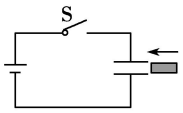
(3)用定义式 $C=\frac{Q}{C}$判定电容器所带电荷量 Q 或两极板间电压 U 的变化。

(4)用 $E=\frac{U}{d}$分析电容器极板间场强的变化。

③两类动态变化问题的比较

分类	充电后与电池两极相连	充电后与电池两极断开
不变量	U	Q
d 变大	C 变小 Q 变小 E 变小	C 变小 U 变大 E 不变
S 变大	C 变大 Q 变大 E 不变	C 变大 U 变小 E 变小
ε_r 变大	C 变大 Q 变大 E 不变	C 变大 U 变小 E 变小

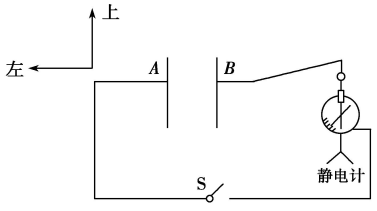
（典例应用 8）如图所示，平行板电容器与电源相接，充电后切断电源，然后将电介质插入电容器极板间，则两板间的电势差 U 及板间电场强度 E 的变化情况为(　　)



A．U 变大，E 变大　　B．U 变小，E 变小

C．U 不变，E 不变　　D．U 变小，E 不变

（典例应用 9）静电计是在验电器的基础上制成的，用其指针张角的大小来定性显示其金属球与外壳之间的电势差大小。如图所示，A、B 是平行板电容器的两个金属极板，G 为静电计，极板 B 固定，A 可移动，开始时开关 S 闭合，静电计指针张开一定角度，则下列说法正确的是(　　)



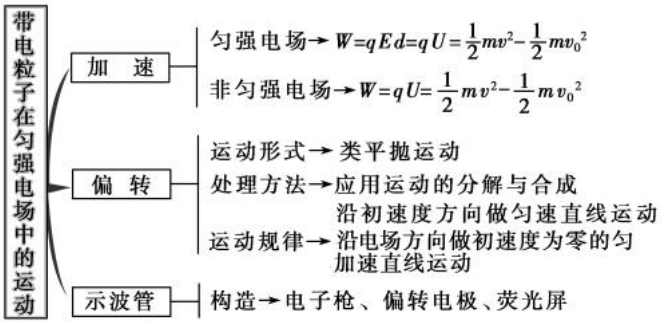
A．断开 S 后，将 A 向左移动少许，静电计指针张开的角度减小

B．断开 S 后，将 *A* 向上移动少许，静电计指针张开的角度增大

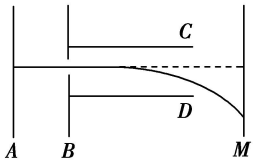
C．保持 S 闭合，在 *A*、*B* 间插入一电介质，静电计指针张开的角度增大

D．保持 S 闭合，在 *A*、*B* 间插入一电介质，静电计指针张开的角度减小

考点四、带电粒子在匀强电场中的运动



（典例应用 10）真空中的某装置如图所示，其中平行金属板 *A*、*B* 之间有加速电场，*C*、*D* 之间有偏转电场，*M* 为荧光屏。今有质子、氘核和α粒子均由 *A* 板从静止开始被加速电场加速后垂直于电场方向进入偏转电场，最后打在荧光屏上。已知质子、氘核和α粒子的质量之比为 1∶2∶4，电荷量之比为 1∶1∶2，则下列判断正确的是(　　)



A．三种粒子从 *B* 板运动到荧光屏经历的时间相同

B．三种粒子打到荧光屏上的位置相同

C．偏转电场的电场力对三种粒子做功之比为 1∶2∶2

D．偏转电场的电场力对三种粒子做功之比为 1∶2∶4

第二部分：题型学习

题型一、场强矢量性叠加的多种考法

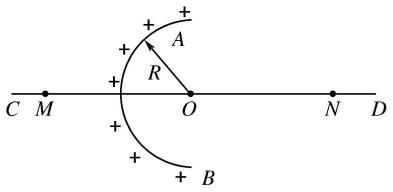
例 1.（微元法）ab 是长为 l 的均匀带电细杆，P_1、P_2 是位于 ab 所在直线上的两点，位置如图所示.ab 上电荷产生的静电场在 P_1 处的场强大小为 E_1，在 P_2 处的场强大小为 E_2.则以下说法正确的是（　　）



A.两处的电场方向相同，$E_1>E_2$　B.两处的电场方向相反，$E_1>E_2$

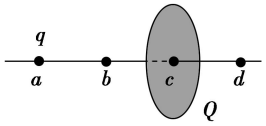
C.两处的电场方向相同，$E_1<E_2$　D.两处的电场方向相反，$E_1<E_2$

例 2.(割补法)均匀带电的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，则 N 点的场强大小为(　　)



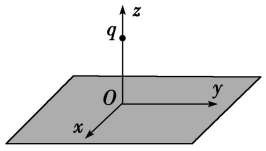
A.$\frac{kq}{2R^2}-E$　　B.$\frac{kq}{4R^2}$　　C.$\frac{kq}{4R^2}-E$　　D．$\frac{kq}{4R^2}+E$

例 3.（替代法）如图，一半径为 R 的圆盘上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷，在垂直于圆盘且过圆心 c 的轴线上有 a、 b、d 三个点，a 和 b、b 和 c、 c 和 d 间的距离均为 R，在 a 点处有一电荷量为 q (q>0)的固定点电荷.已知 b 点处的场强为零，则 d 点处场强的大小为(　)(k 为静电力常量)



A．$k\frac{3q}{R^2}$　　B．$k\frac{10q}{9R^2}$　　C．$k\frac{Q+q}{R^2}$　　D．$k\frac{9Q+q}{9R^2}$

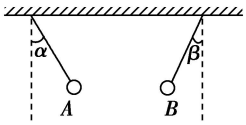
例 4.(结合题意矢量叠加，2013 安徽)如图所示，xOy 平面是无穷大导体的表面，该导体充满 $z<0$ 的空间，$z>0$ 的空间为真空．将电荷量为 q 的点电荷置于 z 轴上 $z=h$ 处，则在 xOy 平面上会产生感应电荷．空间任意一点处的电场皆是由点电荷 q 和导体表面上的感应电荷共同激发的．已知静电平衡时导体内部电场强度处处为零，则在 z 轴上 $z=\frac{h}{2}$处的电场强度大小为(k 为静电力常量)(　　)



A．$k\frac{4q}{h^2}$　　B．$k\frac{4q}{9h^2}$　　C．$k\frac{32q}{9h^2}$　　D．$k\frac{40q}{9h^2}$

题型二、电场力作用下的静力学平衡问题

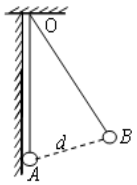
例 5.(2018·益阳模拟)如图所示，两个质量分别为 0.1 g 和 0.2 g 的带电小球 A 和 B，带电量分别为 q_1 和 q_2，两球用绝缘细线悬于同一水平天花板上，静止后它们恰好位于同一水平高度上，两细线与竖直方向的夹角分别为α、β，两带电小球均可视为点电荷。关于两球的电性及夹角的大小，下列说法中正确的是(　　)



A．两球带同种电荷，若 $q_1<q_2$，则$\alpha<\beta$　　B．两球带同种电荷，若 $q_1>q_2$，则$\alpha>\beta$

C．两球带异种电荷，若 $q_1<q_2$，则$\alpha<\beta$　　D．两球带异种电荷，无论 q_1 与 q_2 谁大，都有$\alpha>\beta$

例 6.如图所示带电小球 A、B 的电荷分别为 Q_A、Q_B，$OA=OB$，都用长 L 的丝线悬挂在 O 点．静止时 A、B 相距为 d．为使平衡时 AB 间距离减为 $d/2$，可采用以下哪些方法(　　)



A．将小球 B 的质量都增加到原来的 2 倍

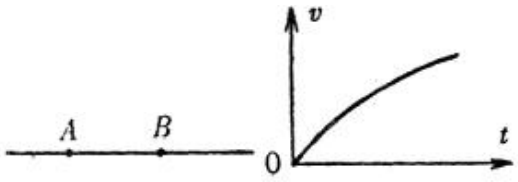
B．将小球 B 的质量增加到原来的 8 倍

C．将小球 B 的电荷量都减小到原来的一半

D．将小球 A、B 的电荷量都减小到原来的一半，同时将小球 B 的质量增加到原来的 2 倍

题型三、粒子在电场中运动的图像类问题

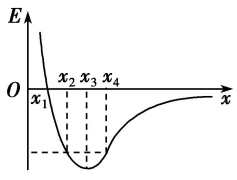
例 7.如图 AB 是某电场中的一条电场线，若将正点电荷从 A 点自由释放，沿电场线从 A 到 B 运动过程中的速度图线如下图所示，则 A、B 两点场强大小和电势高低关系是（　　）



A、$E_A<E_B$；$\varphi_A<\varphi_B$　　B、$E_A<E_B$；$\varphi_A>\varphi_B$

C、$E_A>E_B$；$\varphi_A<\varphi_B$　　D、$E_A>E_B$；$\varphi_A>\varphi_B$

例 8.(2014·上海物理·19)静电场在 x 轴上的场强 E 随 x 的变化关系如图所示，x 轴正向为场强正方向，带正电的点电荷沿 x 轴运动，则点电荷(　　)



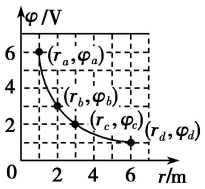
A．在 x2 和 x4 处电势能相等

B．由 x1 运动到 x3 的过程中电势能增大

C．由 x1 运动到 x4 的过程中电场力先增大后减小

D．由 x1 运动到 x4 的过程中电场力先减小后增大

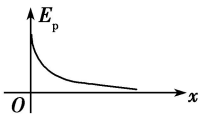
例 9.在一静止点电荷的电场中，任一点的电势φ与该点到点电荷的距离 r 的关系如图所示。电场中四个点 a、b、c 和 d 的电场强度大小分别为 E_a、E_b、E_c 和 E_d。点 a 到点电荷的距离 r_a 与点 a 的电势 φ_a 已在图中用坐标(r_a，φ_a)标出，其余类推。现将一带正电的试探电荷由 a 点依次经 b、c 点移动到 d 点，在相邻两点间移动的过程中，电场力所做的功分别为 W_{ab}、W_{bc} 和 W_{cd}。下列选项正确的是(　　)

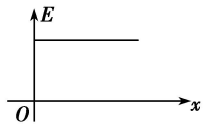


A．E_a∶E_b＝4∶1　　B．E_c∶E_d＝2∶1

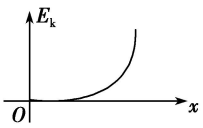
C．W_{ab}∶W_{bc}＝3∶1　　D．W_{bc}∶W_{cd}＝1∶3

例 10.(2014·安徽理综·17)一带电粒子在电场中仅受静电力作用，做初速度为零的直线运动。取该直线为 *x* 轴，起始点 *O* 为坐标原点，其电势能 E_p 与位移 *x* 的关系如图所示。下列图象中合理的是(　　)

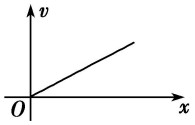




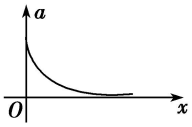
A.电场强度与位移关系



B.粒子动能与位移关系



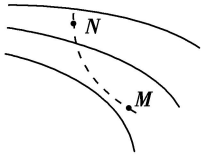
C. 粒子速度与位移关系



D.粒子加速度与位移关系

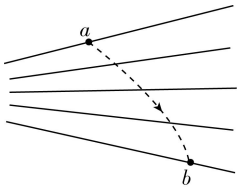
题型四、带点粒子在电场中运动的轨迹问题

例 11.（2018 天津）如图所示，实线表示某电场的电场线(方向未标出)，虚线是一带负电的粒子只在电场力作用下的运动轨迹，设 M 点和 N 点的电势分别为φM、φN，粒子在 M 和 N 时加速度大小分别为 aM、aN，速度大小分别为 vM、vN,电势能分别为 EpM、EpN.下列判断正确的是（　　）



A.$v_M<v_N,a_M<a_N$　　B.$v_M<v_N,\varphi_M<\varphi_N$　　C.$\varphi_M<\varphi_N,E_{pM}<E_{pN}$　　D.$a_M<a_N,E_{pM}<E_{pN}$

例 12.　(多选)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，虚线是某带电粒子通过该电场区域时的运动轨迹，a、b 是轨迹上的两点，若带电粒子在运动过程中只受电场力作用，根据此图可做出的正确判断是(　　)

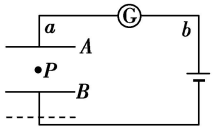


A. 带电粒子所带电荷为正；　　B. 带电粒子在 a、b 两点的受力方向可以判定；

C. 带电粒子在 a、b 两点的加速度,a 处较大　　D. 带电粒子在 a、b 两点的速度 b 点的速度较小；

题型五、动态电容

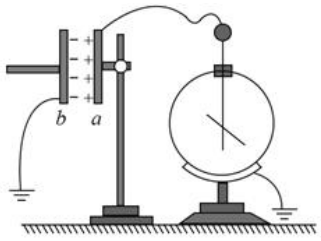
例 13.如图所示，平行板电容器 *A*、*B* 间有一带电油滴 *P* 正好静止在极板正中间，现将 *B* 极板匀速向下移动到虚线位置，其他条件不变。则在 *B* 极板移动的过程中(　　)



A．油滴将向下做匀加速运动　　B．电流计中电流由 *b* 流向 *a*

C．油滴运动的加速度逐渐变大　　D．极板带的电荷量减少

例 14.（2018 北京）研究与平行板电容器电容有关因素的实验装置如图所示，下列说法正确的是



A. 实验前，只用带电玻璃棒与电容器 a 板接触，能使电容器带电

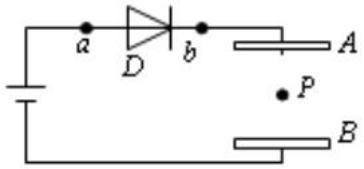
B. 实验中，只将电容器 b 板向上平移，静电计指针的张角变小

C. 实验中，只在极板间插入有机玻璃板，静电计指针的张角变大

D. 实验中，只增加极板带电量，静电计指针的张角变大，表明电容增大

例 7．如图所示，D 是一只二极管，它的作用是只允许电流从 a 流向 b，不允许电流从 b 流向 a ，平行板电容器 AB 内部原有电荷 P 处于静止状态，当两极板 A 和 B 的间距稍增大一些的瞬间(两极板仍平行)，P 的运

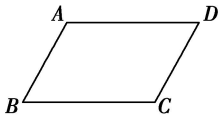
动情况将是（　）



A．仍静止不动．　　B．向下运动　　C．向上运动．　　D．无法判断．

题型六、利用等势面的特点处理相关问题

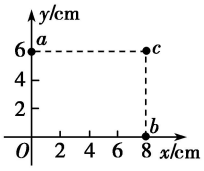
例 15.(多选)(2018·河北唐山一模)如图所示，匀强电场中的 A、B、C、D 点构成一位于纸面内的平行四边形，电场强度的方向与纸面平行。已知 A、B 两点的电势分别为φ_A＝12 V、φ_B＝6 V，则 C、D 两点的电势可能分别为(　　)



A．9 V、15 V　　B．9 V、18 V

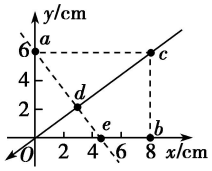
C．0 V、6 V　　D．6 V、0 V

例 16．(多选)(2017·全国 3)一匀强电场的方向平行于 xOy 平面，平面内 a、b、c 三点的位置如图所示，三点的电势分别为 10 V、17 V、26 V。下列说法正确的是(　　)

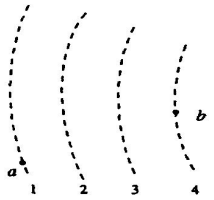


A．电场强度的大小为 2.5 V/cm　　B．坐标原点处的电势为 1 V

C．电子在 a 点的电势能比在 b 点的低 7 eV　　D．电子从 b 点运动到 c 点，电场力做功为 9 eV



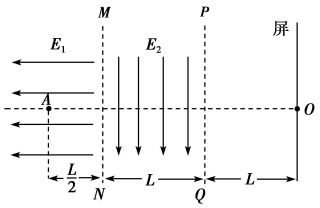
例 17.图中虚线所示为静电场中的等势面 1、2、3、4，相邻的等势面之间的电势差相等，其中等势面 3 的电势为 0．一带正电的点电荷在静电力的作用下运动，经过 a、b 点时的动能分别为 26eV 和 5eV．当这一点电荷运动到某一位置，其电势能变为－8eV 时，它的动能应为（　　）



A　8eV　　B　13eV　　C　20eV　　D　34eV

题型七、带点粒子在电场的运动

例 18.如图所示，虚线 MN 左侧有一场强为 $E_1=E$ 的匀强电场，在两条平行的虚线 MN 和 PQ 之间存在着宽为 L、电场强度为 $E_2=2E$ 的匀强电场，在虚线 PQ 右侧相距为 L 处有一与电场 E_2 平行的屏，现将一电子(电荷量为 e，质量为 m)无初速度地放入电场 E_1 中的 A 点，最后电子打在右侧的屏上，AO 连线与屏垂直，垂足为 O，求：

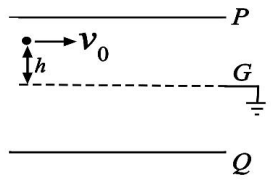


(1)电子从释放到打到屏上所用的时间；

(2)电子刚射出电场 E_2 时的速度方向与 AO 连线夹角θ的正切值 $\tan\theta$；

(3)电子打到屏上 P'点到 O 点的距离 x。

例 19.（2019 全国 2）如图，两金属板 P、Q 水平放置，间距为 d。两金属板正中间有一水平放置的金属网 G，PQG 的尺寸相同。G 接地，PQ 的电势均为φ（φ>0）。质量为 m，电荷量为 q（q>0）的粒子自 G 的左端上方距离 G 为 h 的位置，以速度 v0 平行于纸面水平射入电场，重力忽略不计。



（1）求粒子第一次穿过 G 时的动能，以及粒子从射入电场至此时在水平方向上的位移大小；

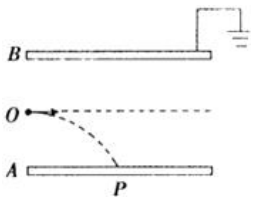
（2）若粒子恰好从 G 的下方距离 G 也为 h 的位置离开电场，则金属板的长度最短应为多少？

题型八、带点粒子在电、重复合场重的运动

例 20.(2013 全国 1)一水平放置的平行板电容器的两极板间距为 d，极板分别与电池两极相连，上极板中心有一小孔(小孔对电场的影响可忽略不计)．小孔正上方$\frac{d}{2}$处的 P 点有一带电粒子，该粒子从静止开始下落，经过小孔进入电容器，并在下极板处(未与极板接触)返回．若将下极板向上平移$\frac{d}{3}$，则从 P 点开始下落的相同粒子将(　　)

A．打到下极板上　　B．在下极板处返回　　C．在距上极板$\frac{d}{2}$处返回　　D．在距上极板 $\frac{2}{5}d$ 处返回

例 21.如图所示，在真空室中有一水平放置的不带电平行板电容器，板间距离为 d，电容为 C，上板 B 接地．现有大量质量均为 m、带电量均为 q 的小油滴，以相同的初速度持续不断地从两板正中间沿图中虚线所示方向射入，第一滴油滴正好落到下板 A 的正中央 P 点．如果能落到 A 板的油滴仅有 N 滴，且第 N+1 滴油滴刚好能飞离电场，假定落到 A 板的油滴的电量能被板全部吸收，不考虑油滴间的相互作用，重力加速度为 g，则（　）



A、落到 A 板的油滴数 $N=\frac{Cdmg}{q^2}$

B、落到 A 板的油滴数 $N=\frac{3Cdmg}{4q^2}$

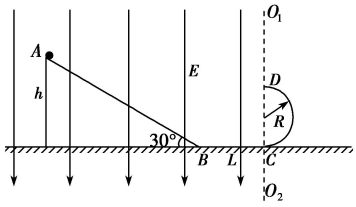
C、第 N+1 滴油滴通过电场的整个过程所增加的动能等于 $\frac{mgd}{8}$

D、第 N+1 滴油滴通过电场的整个过程所减少的机械能等于 $\frac{3mgd}{8}$

题型九、等效重力场的相关应用

例 22.如图所示，在竖直边界线 O_1O_2 左侧空间存在一竖直向下的匀强电场，电场强度 $E=100$ N/C，电场区域内有一固定的粗糙绝缘斜面 AB，其倾角为 30°，A 点距水平地面的高度为 $h=4$ m。BC 段为一粗糙绝缘平面，其长度为 $L=\sqrt{3}$ m。斜面 AB 与水平面 BC 由一极短的光滑小圆弧连接(图中未标出)。竖直边界线 O_1O_2 右侧区域固定一半径为 $R=0.5$ m 的半圆形光滑绝缘轨道，CD 为半圆形光滑绝缘轨道的直径，C、D 两点紧

贴竖直边界线 O_1O_2，位于电场区域的外部(忽略电场对 O_1O_2 右侧空间的影响)。现将一个质量为 $m=1$ kg、带电荷量为 $q=0.1$ C 的带正电的小球(可视为质点)在 A 点由静止释放，且该小球与斜面 AB 和水平面 BC 间的动摩擦因数$\mu=\frac{\sqrt{3}}{5}$(g 取 10 m/s^2)。

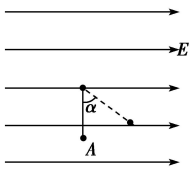


(1)小球到达 C 点时的速度大小；

(2)小球到达 D 点时所受轨道的压力大小；

(3)小球落地点距离 C 点的水平距离。

例 23.如图所示，一条长为 L 的细线上端固定，下端拴一个质量为 m，电荷量为 q 的小球，将它置于方向水平向右的匀强电场中，使细线竖直拉直时将小球从 A 点静止释放，当细线离开竖直位置偏角$\alpha=60°$时，小球速度为 0。



(1)求小球带电性质和电场强度 E。

(2)若小球恰好完成竖直圆周运动，求小球在 A 点应有的初速度 v_A 的大小(可含根式)。