## 带电粒子在电场中的运动

## 知识点：带电粒子在电场中的运动

一、带电粒子在电场中的加速

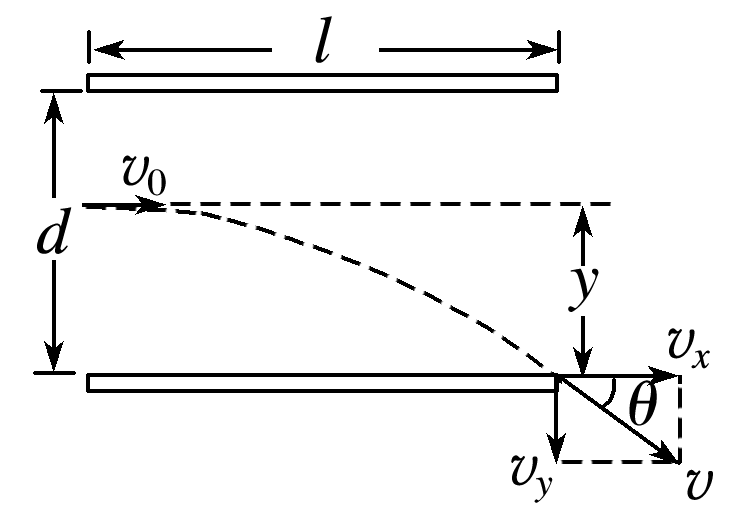
分析带电粒子的加速问题有两种思路：

1．利用牛顿第二定律结合匀变速直线运动公式分析．适用于电场是匀强电场且涉及运动时间等描述运动过程的物理量，公式有*qE*＝*ma*，*v*＝*v*0＋*at*等．

2．利用静电力做功结合动能定理分析．适用于问题涉及位移、速率等动能定理公式中的物理量或非匀强电场情景时，公式有*qEd*＝*mv*2－*mv*(匀强电场)或*qU*＝*mv*2－*mv*(任何电场)等．

二、带电粒子在电场中的偏转

如图所示，质量为*m*、带电荷量为*q*的基本粒子(忽略重力)，以初速度*v*0平行于两极板进入匀强电场，极板长为*l*，极板间距离为*d*，极板间电压为*U*.



(1)运动性质：

①沿初速度方向：速度为*v*0的匀速直线运动．

②垂直*v*0的方向：初速度为零的匀加速直线运动．

(2)运动规律：

①偏移距离：因为*t*＝，*a*＝，

偏移距离*y*＝*at*2＝.

②偏转角度：因为*vy*＝*at*＝，

tan *θ*＝＝.

三、示波管的原理

1．示波管主要由电子枪(由发射电子的灯丝、加速电极组成)、偏转电极(由一对X偏转电极和一对Y偏转电极组成)和荧光屏组成．

2．扫描电压：XX′偏转电极接入的是由仪器自身产生的锯齿形电压．

3．示波管工作原理：被加热的灯丝发射出热电子，电子经加速电场加速后，以很大的速度进入偏转电场，如果在Y偏转电极上加一个信号电压，在X偏转电极上加一个扫描电压，当扫描电压与信号电压的周期相同时，荧光屏上就会得到信号电压一个周期内的稳定图像．

## 技巧点拨

一、带电粒子在电场中的加速

1．带电粒子的分类及受力特点

(1)电子、质子、α粒子、离子等基本粒子，一般都不考虑重力．

(2)质量较大的微粒，如带电小球、带电油滴、带电颗粒等，除有说明或有明确的暗示外，处理问题时一般都不能忽略重力．

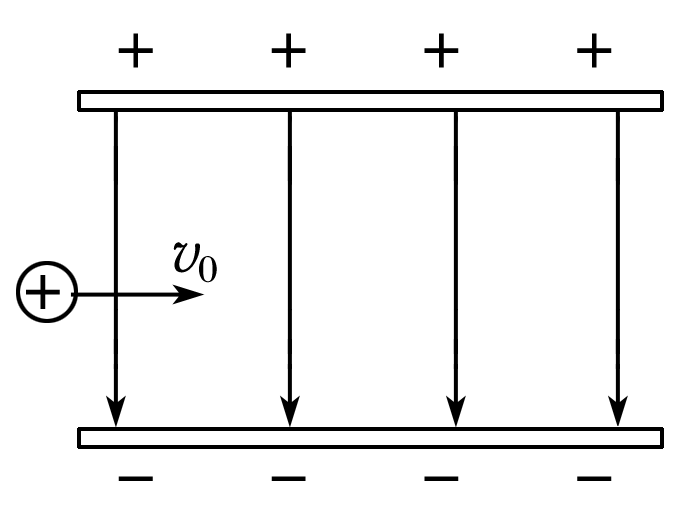
2．分析带电粒子在电场力作用下加速运动的两种方法

(1)利用牛顿第二定律*F*＝*ma*和运动学公式，只能用来分析带电粒子的匀变速运动．

(2)利用动能定理：*qU*＝*mv*2－*mv*02.若初速度为零，则*qU*＝*mv*2，对于匀变速运动和非匀变速运动都适用．

二、带电粒子在电场中的偏转

如图所示，质量为*m*、电荷量为＋*q*的粒子以初速度*v*0垂直于电场方向射入两极板间，两平行板间存在方向竖直向下的匀强电场，已知板长为*l*，板间电压为*U*，板间距离为*d*，不计粒子的重力．



1．运动分析及规律应用

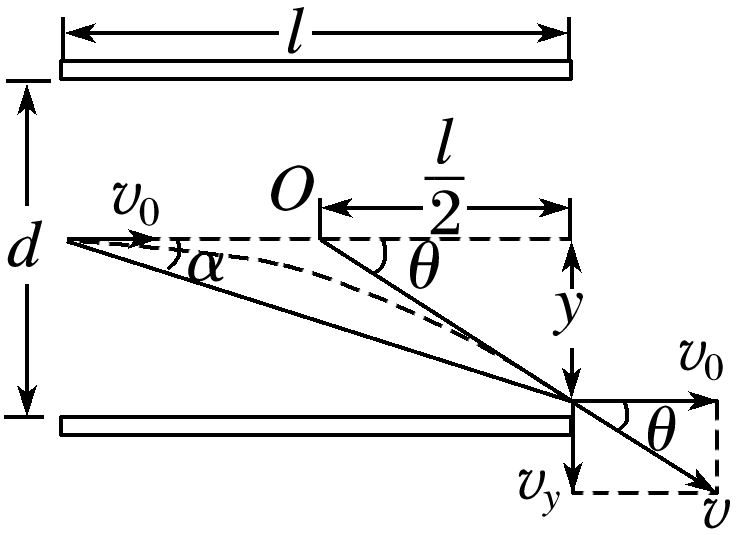
粒子在板间做类平抛运动，应用运动分解的知识进行分析处理．

(1)在*v*0方向：做匀速直线运动；

(2)在电场力方向：做初速度为零的匀加速直线运动．

2．过程分析

如图所示，设粒子不与平行板相撞



初速度方向：粒子通过电场的时间*t*＝

电场力方向：加速度*a*＝＝

离开电场时垂直于板方向的分速度

*vy*＝*at*＝

速度与初速度方向夹角的正切值

tan *θ*＝＝

离开电场时沿电场力方向的偏移量

*y*＝*at*2＝.

3．两个重要推论

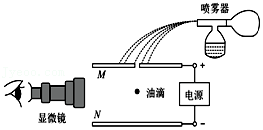
(1)粒子从偏转电场中射出时，其速度方向的反向延长线与初速度方向的延长线交于一点，此点为粒子沿初速度方向位移的中点．

(2)位移方向与初速度方向间夹角*α*的正切值为速度偏转角*θ*正切值的，即tan *α*＝tan *θ*.

4．分析粒子的偏转问题也可以利用动能定理，即*qEy*＝Δ*E*k，其中*y*为粒子在偏转电场中沿电场力方向的偏移量．

## 例题精练

1．（连云港期末）如图所示为密立根测定电子电荷量的实验装置示意图。油滴室内有两块水平放置的平行金属板M、N，分别与电压恒为U的电源两极相连，两板间距为d．现有一质量为m的油滴在极板间匀速下降，不计空气阻力，重力加速度为g。则（　　）



A．油滴带正电荷

B．油滴带的电荷量为菁优网-jyeoo

C．油滴下降过程中电势能不断减小

D．将极板N向下移动一小段距离，油滴将加速下降

【分析】根据油滴匀速运动，可以判断油滴电性，结合受力平衡可知油滴的电荷量；根据功能关系，电场力做负功，则油滴的电势能增加；根据板间距离变化，判断油滴的电场力和重力关系，进而判断油滴的运动状态。

【解答】解：A、油滴在极板间匀速下降，故油滴受力平衡；即可知油滴受到的电场力竖直向上，又板间场强方向竖直向下，可知油滴带负电荷，故A错误；

B、由题意可知板间的场强E＝菁优网-jyeoo

油滴受力平衡，有

Eq＝mg

整理可得油滴带的电荷量q＝菁优网-jyeoo，故B错误；

C、油滴下降过程中电场力做负功，根据功能关系可知该过程电势能不断增大，故C错误；

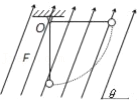
D、根据题意可知板间距离增大，板间场强减小，则油滴受到的电场力减小，油滴所受重力mg大于电场力Eq，合力方向向下，故油滴将加速下降，故D正确。

故选：D。

【点评】在判断物体的电势能变化时，可以根据电势关系结合电荷来判断，也可以利用功能关系来判断。

## 随堂练习

1．（宜城市模拟）如图所示，空间有与水平方向成θ角的匀强电场。一个质量为m的带电小球，用长L的绝缘细线悬挂于O点。当小球静止时，细线恰好处于水平位置。现用一个外力将小球沿圆弧轨道（图中的虚线）缓慢地拉到最低点，此过程小球的电荷量不变。则该外力做的功为（重力加速度为g）（　　）



A．菁优网-jyeoo B．mgLtanθ

C．mgL﹣mgLcosθ D．菁优网-jyeoo

【分析】小球在最高点受力平衡，根据平衡条件得出电场力大小；然后对从最高点到最低点过程运用动能定理列式求解。

【解答】解：小球在最高点受力平衡，如图所示，三个力的合力为零

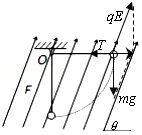
根据平衡条件有：T＝mgcotθ、qE＝菁优网-jyeoo

对从最高点到最低点过程运用动能定理得到：WF+mgL+qE•菁优网-jyeooL•cos（225°﹣θ）＝0

联立解得：WF＝mgLcotθ

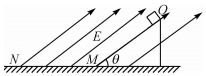
故A正确，BCD错误。

故选：A。



【点评】本题关键是先根据平衡条件求出弹力和电场力，然后根据动能定理列式求解出拉力F做的功。

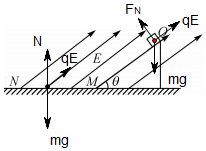
2．（安徽月考）如图所示，固定的光滑绝缘斜面OM与光滑绝缘水平面平滑连接（不考虑滑块经过M点的能量损失），倾角θ＝37°，斜面和水平面所在空间存在着平行于斜面向上的匀强电场，电场强度E＝103N/C。现有质量为m＝1kg、带电量为q＝2.0×10﹣3C的带正电的小滑块（可视为质点）从O点由静止释放恰好滑至水平面的N点（g取10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8），则OM与MN的长度之比为（　　）



A．2：5 B．3：5 C．1：1 D．2：3

【分析】通过受力分析分别求解出滑块在斜面和水平面上运动时的加速度，再根据匀变速直线运动的规律表示出OM、MN的长度，最后进行比较即可。

【解答】解：分别对滑块在斜面和水平面上受力分析如图：



由牛顿第二定律有：

斜面上：mgsinθ﹣qE＝ma1，解得：a1＝菁优网-jyeoo，

水平面上：qEcosθ＝ma2，解得：a2＝菁优网-jyeoo，

设滑块运动到M点时的速度为v，在斜面上做初速度为零的匀加速，有：v2＝2a1OM，

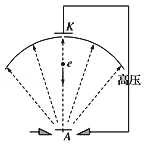
在水平面上做匀减速直线运动，将其看做反向的匀加速直线运动，有：v2＝2a2MN，

所以菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，代入数据得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题考察牛顿第二定律和匀变速直线运动的运动规律，难度不大，只需要进行正确的受力分析表示出加速度，再应用匀变速运动的规律求解即可。

3．（和平区一模）电子束焊接机中的电场线如图中虚线所示．K为阴极，A为阳极，两极之间的距离为d，在两极之间加上高压U，有一电子在K极由静止被加速．不考虑电子重力，元电荷为e，则下列说法正确的是（　　）



A．A、K之间的电场强度为菁优网-jyeoo

B．电子到达A极板时的动能大于eU

C．由K沿直线到A电势逐渐减小

D．由K到A电子的电势能减小了eU

【分析】A、K之间建立的是非匀强电场，公式U＝Ed不适用；

电子被加速的过程中只有电场力做功，由动能定理分析电子到达A板时的动能；

根据电场线的方向分析电势的变化；

由能量守恒定律分析电子电势能的变化情况。

【解答】解：A、A、K之间建立的是非匀强电场，公式U＝Ed不适用，因此A、K之间的电场强度不等，故A错误；

B、根据动能定理得：Ek﹣0＝eU，得电子到达A极板时的动能 Ek＝eU，故B错误；

C、由于电子在K极由静止加速，则电子受到的电场力从K沿电场线直线A，电场线由A指向K，所以由K沿直线到A电势逐渐升高，故C错误；

D、由能量守恒定律知，由K到A，电场力做正功，电势能减少，电子的电势能减小了△EP＝eU．故D正确；

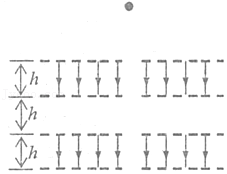
故选：D。

【点评】本题只要抓住电场线的疏密表示场强的大小，电场力做正功时，电荷的电势能减少，动能增大，就能轻松解答．要知道公式U＝Ed只适用于匀强电场．

# 综合练习

**一．选择题（共20小题）**

1．（海陵区校级四模）如图所示，电场强度方向在竖直平面内的矩形匀强电场区I、Ⅱ的高和间距均为h，上面为I、下面为Ⅱ，电场强度为E.质量为m的带电小球由静止释放，进入电场I和Ⅱ时的速度相等，空气阻力不计，重力加速度为g，则（　　）



A．刚进入电场I时加速度方向竖直向上

B．穿过电场I的时间大于在两电场之间的运动时间

C．穿过两电场后小球的电势能增加了3mgh

D．穿过两电场后小球的电势能增加2mgh

【分析】进入电场I和Ⅱ时的速度相等，结合小球受力分析，根据匀变速直线运动的规律即可求解。

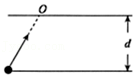
【解答】解：AB、因为小球在匀强电场区I、Ⅱ之间的运动是匀加速运动，其末速度与其进入匀强电场区I的初速度相等，由于匀强电场区I与I、Ⅱ之间的间距均为h，且在匀强电场区I一定做匀变速运动，所以带电小球在匀强电场区I做匀减速运动，加速度大小等于重力加速度，电场力为重力的2倍，运动过程与在I、Ⅱ之间的运动具有对称性，穿过电场I的时间等于在两电场之间的运动时间，故A正确，B错误；

CD、由于电场力为重力的2倍，所以经过两个电场区域，电势能增加2×2mgh＝4mgh，故CD错误。

故选：A。

【点评】本题是带电粒子在复合场中运动的问题，前两问较基础，要注意分析粒子在磁场中的运动的可能情况要分析到位，对学生的能力要求较高．

2．（广东模拟）如图，平行板电容器两极板的间距为d，极板长均为2d，上极板带正电，两板间电压为U。一个电荷量为q（q＞0）的粒子在电容器中下板的左边缘正对上板的O点射入，O点与上板左边缘距离为0.5d。不计重力，若粒子能打在上极板上，则粒子的初动能至少为（　　）



A．菁优网-jyeooqU B．菁优网-jyeooqU C．菁优网-jyeooqU D．菁优网-jyeooqU

【分析】在电容器中下板的左边缘处对粒子速度进行分解，竖直方向根据速度﹣位移关系求解竖直方向的初速度大小，再求出水平方向初速度，根据动能的计算公式求解最小初动能。

【解答】解：在电容器中下板的左边缘处对粒子速度进行分解，如图所示；

竖直方向根据速度﹣位移关系可得：vy2＝2ad＝2×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

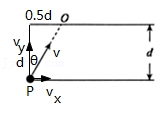
根据图中几何关系可得tanθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

则：vx2＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

粒子的初动能至少为：Ek＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

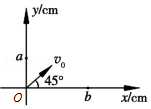
解得：Ek＝菁优网-jyeooqU，故D正确、ABC错误。

故选：D。



【点评】本题主要是考查带电粒子在电场中的运动，关键是弄清楚粒子的受力情况和运动情况，根据运动的合成与分解结合动能的计算公式进行解答。

3．（河南模拟）如图所示，在xOy坐标平面内存在一匀强电场，坐标原点O及点a（0，5）、点b（10，0）三点的电势分别为φO＝10V、φa＝15V、φb＝0V。现有一个质子从坐标原点以10eV的初动能沿与x轴正方向成45°角方向射入坐标平面，则下列判断正确的是（　　）



A．该质子将始终在第一象限内运动

B．该质子将穿过y轴正半轴在第二象限内运动

C．该质子将经过点（40，0）进入第四象限内运动

D．该质子经过坐标轴时其速度方向与坐标轴的夹角成60°角

【分析】利用电场强度与电势差的关系，分析电场强度的方向，从而判断质子的运动为类平抛运动，进而可运用类平抛运动规律求解。

【解答】解：AB、由φO＝10V、φa＝15V、φb＝0V，可知，在y方向上Ey＝菁优网-jyeoo＝100V/m，沿y轴负方向，

在x轴上Ex＝菁优网-jyeoo＝100V/m，沿x轴正方向，所以电场方向与初速度方向垂直，与x轴夹角为45°向右下，所以粒子类平抛运动，从第一象限进入第四象限，故AB错误；

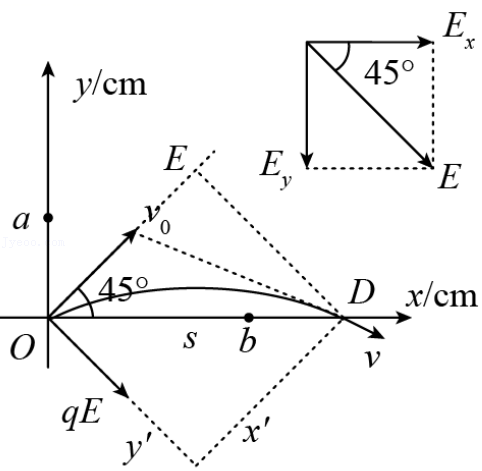
C、该质子沿电场方向位移y'＝菁优网-jyeoo菁优网-jyeoot2，

在初速度方向x'＝v0t，

粒子初动能10eV，Ek0＝菁优网-jyeoomv2，

根据运动的合成s＝菁优网-jyeoo，代入数据，解得s＝40cm，故C正确；

D．根据图象，

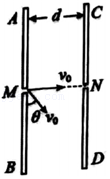


速度反向延长线过位移中点，可知，D点反向延长过OE中点，所以该质子经过坐标轴时其速度方向与坐标轴的夹角小于45°，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查电场强度与电势差的关系、带电粒子在匀强电场中的运动以及类平抛运动规律，要求学生作图后结合图象进行求解，难度适中。

4．（浙江模拟）如图所示，两平行金属板AB、CD相距为d，板长为6d，M、N是两板中间正对的小孔，AB板电势高于CD板，在保持两极板电量不变的情况下，有一带电粒子（不计重力）从M孔以速率v0沿MN连线方向射入两极之间，结果恰好能到达N点。若该粒子仍以速率v0从M孔射入，速度方向与AB板的夹角为θ（θ＞0），下列说法正确的是（　　）



A．此带电粒子带正电

B．该粒子仍能到达CD板

C．调整θ的大小，粒子可以直接从BD端口飞出

D．当θ＝45°时，粒子打在AB板上的落点距M点最远

【分析】根据粒子的运动情况，判断粒子所受的电场力方向，从而确定粒子的电性；根据粒子沿水平方向的位移与板间距离d的关系，判断粒子能否到达CD板；运用运动的分解法，研究粒子在水平方向和竖直方向的运动规律，确定θ为多大时粒子打在AB板上的落点距M点最远。

【解答】解：A、带电粒子从M孔沿MN连线方向射入两极之间，恰好能到达N点，说明粒子在电场中做匀减速直线运动，受到的电场力水平向左，与电场方向相反，则粒子带负电，故A错误；

B、两极板电量不变，故板间距离E不变，当粒子的速度方向与AB板的夹角为θ时，粒子的加速度不变，粒子沿从MN方向的位移小于d，不能到达CD板，故B错误；

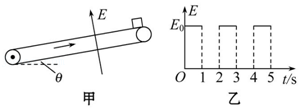
C、带电粒子从M孔沿MN连线方向射入时，由运动学公式有v02＝2ad。

粒子在竖直方向上做匀速直线运动，有y＝v0cosθ•t；粒子在水平方向上做匀减速直线运动，运动时间为t＝菁优网-jyeoo，则菁优网-jyeoo，当θ＝45°时，粒子打在AB板上距M点最远，且最远距离为ymax＝菁优网-jyeoo＝d＜3d，因此，粒子不会从BD端口飞出，故C错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题采用运动的分解法研究带电粒子在电场中的类斜抛运动，要把握两个分运动的规律，熟练运用分位移公式进行解答。

5．（江苏模拟）如图甲所示，倾角为θ的绝缘传送带以2m/s的恒定速率沿顺时针方向转动，其顶端与底端间的距离为5m，整个装置处于方向垂直传送带向上的匀强电场中，电场强度大小随时间按图乙规律变化。t＝0时刻将质量m＝0.02kg的带正电小物块轻放在传送带顶端，物块与传送带间的动摩擦因数为菁优网-jyeoo，已知sinθ＝菁优网-jyeoo、cosθ＝菁优网-jyeoo，菁优网-jyeoo，取g＝10m/s2，则小物块（　　）



A．始终沿传送带向下加速

B．运动过程中加速度大小变化

C．在传送带上运动的总时间为2.5s

D．与传送带之间因摩擦产生的总热量为0.48J

【分析】根据牛顿第二定律求两个阶段的加速度，分析物体的运动情况，根据位移﹣时间关系式求运动的时间，根据热量为摩擦力乘以相对位移求热量。

【解答】解：AB、存在电场时，沿传送带方向，根据牛顿第二定律：

mgsinθ﹣μ（mgcosθ﹣E0q）＝ma

解得：a＝2m/s2

不存在电场时，沿传送带方向，根据牛顿第二定律：

mgsinθ﹣μmgcosθ＝ma'

解得：a'＝﹣2m/s2

所以小物块先匀加速再匀减速，因为加速度大小相等，故刚好减速到零，交替进行，故AB错误；

C、加速1s，再减速1s是一个周期，一个周期T＝2s的位移为：

菁优网-jyeoo

解得：x0＝2m

运动时间为t＝菁优网-jyeoo

故C错误；

D、在没有电场时，小物块与传送带间有摩擦，所以相对位移为传送带的位移和物块位移的和：

s＝2（vt+x0）

解得：s＝6m

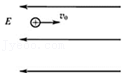
产生的热量为：Q＝μmgcosθ×s

解得：Q＝0.48J，故D正确。

故选：D。

【点评】解题时注意传送带和物块的位移方向不同，相对位移为两个位移大小之和。

6．（鼓楼区校级期中）一带正电的小球质量为m、电量为q，将小球向右水平抛入范围足够大的匀强电场，电场方向水平向左，电场强度E＝菁优网-jyeoo。不计空气阻力，重力加速度为g，则小球（　　）



A．做直线运动 B．机械能先增加后减少

C．加速度大小为2g D．速率先减少后增大

【分析】根据合力的方向与速度方向的关系判断小球做直线运动还是曲线运动，根据功能原理确定机械能的变化，由牛顿第二定律求加速度，根据合力的方向与速度方向的关系判断小球的速率变化。

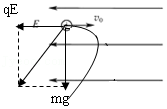
【解答】解：A、小球受重力和电场力两个力作用，合力的方向与速度方向不在同一条直线上，小球做曲线运动。故A错误；

B、从水平方向考虑，小球受电场力水平速度选减小为零，后把向增大，那么电场力先做负功，后做正功，据动能原理，除重力以外的力对物体做的功等于机械能的增加量，所以机械能先减小后增大，故B错误；

C、小于受到两个恒力，其合为菁优网-jyeoo，所以加速度大小为菁优网-jyeoo，故C错误；

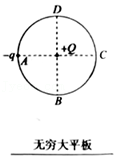
D、小球所受的合力与速度方向先成钝角，然后成直角、锐角，可知合力先做负功然后做正功，则速度先减小后增大故，D正确。

故选：D。



【点评】本题考查带电粒子在电场中的运动，解决本题的关键明确受力情况，知道物体做曲线运动的条件，关键看合力的方向与速度方向的关系，从而明确速度大小和方向的变化。

7．（承德二模）已知无穷大均匀带电平板在其周围空间激发与平面垂直的匀强电场。现在水平无穷大带电平板上方某点固定一点电荷+Q。一质量为m、带电荷量为q的小球以点电荷Q为圆心做匀速圆周运动，其中AC、BD分别为圆周轨迹的水平和竖直直径，重力加速度为g，静电力常量为k，下列说法正确的是（　　）



A．无穷大平板带正电

B．圆周上的场强在B点有最小值，在D点有最大值

C．无穷大平板在空间激发的匀强电场强度大小为菁优网-jyeoo

D．若A、C两点处的场强方向相互垂直，则小球做匀速圆周运动的半径为菁优网-jyeoo

【分析】根据题目中的条件：小球做匀速圆周运动，分析出库仑力提供向心力，重力和平板对小球的电场力平衡，根据点电荷的电性判断小球的电性，得出无穷大平板的电性，根据电场强度的叠加判断电场强度的强弱。

【解答】解：C、小球受到重力、匀强电场的电场力、点电荷的库仑力，因为小球做匀速圆周运动，所以库仑力提供向心力，重力和平板对小球的电场力平衡，

mg＝Eq

无穷大平板在空间激发的匀强电场强度大小为E＝菁优网-jyeoo

故C正确；

A、点电荷带正电，故小球带负电，匀强电场对小球的电场力方向竖直向上，故电场强度竖直向下，无穷大平板带负电，故A错误；

B、固定点电荷在B、D两点产生的场强方向分别竖直向下和竖直向上，所以B处场强为两个分场强大小之和，D点为两者大小之差，所以B点场强最大，D点场强最小，故B错误；

D、若A、C两点处的场强方向相互垂直，则两分场强在两点处于水平方向的夹角均为45°，所以菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

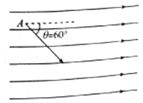
故：菁优网-jyeoo

故D错误。

故选：C。

【点评】解题关键是通过题目中的条件：小球做匀速圆周运动，判断出小球的受到的各力之间的关系。

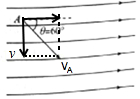
8．（山东模拟）如图所示，一电子以某一初速度从A点射入匀强电场，射入方向与电场成角θ＝60°。当电子运动到电场中的P点时速度最小（P点未画出），最小速度为v，电子电荷量为e、质量为m，不计电子重力，则A、P间的电势差为（　　）



A．菁优网-jyeoo B．﹣菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．﹣菁优网-jyeoo

【分析】根据粒子做的是类斜坡运动，P点的速度只有垂直于电场方向求粒子在P点的速度，根据动能定理求AP两点间的电势差。

【解答】解：粒子只受电场力做类斜抛运动，粒子在P点的速度为在A点垂直于电场方向的分速度如图：



v＝vAsin60°

解得：vA＝菁优网-jyeoo

从A到P根据动能定理：

菁优网-jyeoo

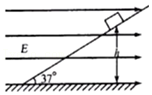
解得UAP＝﹣菁优网-jyeoo

故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】解题的关键是根据运动的分解求P点的速度，利用电势差求在AP间运动时电场力的功。

9．（二模二模）如图所示，水平桌面上固定一倾角为37°的光滑斜面，整个装置放于水平向右的匀强电场中。当一带电量为q、质量为m的小物块在距水平面h高度处以某一速度释放后，小物块恰好沿着斜面匀速下滑，已知重力加速度为g。则在小物块匀速下滑到斜面底端的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．小物块带负电

B．小物块所具有的电势能减小

C．电场力对小物块所做的功为mgh

D．电场强度大小为E＝菁优网-jyeoo

【分析】物块匀速下滑，因此处于受力平衡状态，动能变化为0，由此可分析物体受力情况从而确定电场力方向以及做功情况，

【解答】解：A、根据平衡条件可知电场力水平向右，与电场方向一致，所以小物块带正电。故A错误；

B、物块下滑，即向左下方运动，电场力做负功，电势能增加。故B错误；

C、物块匀速运动，设电场力做功为W，根据动能定理得：W+mgh＝0，解得W＝﹣mgh，故C错误；

D．根据平衡条件可得Eq＝mgtan37°，解得E＝菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查学生受力分析能力以及对电场强度与电场力、电势能与电场力做功关系的认识和掌握情况，难度不大。

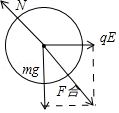
10．（山西模拟）如图所示，一根内壁粗糙且足够长的绝缘圆管水平固定，圆管所在的空间有与圆管中轴线垂直的水平匀强电场。圆管内，质量为m的带正电荷的小球，在水平向右拉力F0的作用下沿管轴向右匀速运动，此时小球所受电场力的大小为菁优网-jyeoomg。如果撤去电场，为使小球仍沿管轴匀速向右运动，则拉力的大小应等于（　　）



A．菁优网-jyeooF0 B．菁优网-jyeooF0 C．菁优网-jyeooF0 D．F0

【分析】根据题意受力分析，根据小球做匀速直线运动可知小球的拉力大小。

【解答】解：根据题意对小球进行受力分析如图（左视图）



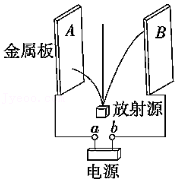
由题意菁优网-jyeoo、根据勾股定理可知，F合＝菁优网-jyeoo＝N，根据摩擦力公式有，菁优网-jyeoo，由于小球做匀速运动有，f＝F0＝菁优网-jyeoo；

当撤去电场，N＝mg，f＝μmg根据题意小球做匀速运动有，f＝F拉＝μmg＝菁优网-jyeoo，故选项C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】明确小球在电场中做匀速运动受力平衡，但要注意支持力的方向是与重力与电场力的合力方向相反，这是解题的关键。

11．（江城区校级模拟）研究放射性元素射线性质的实验装置如图所示。两块平行放置的金属板A、B分别与电源的两极a、b连接，放射源在两平行板正中间的小铅盒内，发出的射线从小铅盒上方小孔向外射出。已知α粒子的质量是电子质量的7359倍，α射线速度约为光速的十分之一，β射线的速度接近光速，则落在金属板A、B上的α射线在竖直方向上通过的位移约是β射线的多少倍？（　　）



A．12 B．6 C．3 D．4

【分析】电子和α粒子在电场中都只受到电场力的作用，进入电场后沿电场的方向做匀变速直线运动，沿平行于极板的方向做匀速直线运动，由牛顿第二定律求出加速度，然后结合类平抛运动的特点分析即可。

【解答】解：设两极板之间的电压为U，极板之间的距离为d，粒子的带电量为q，在电场中的加速度为a，运动的时间为t，则：a＝菁优网-jyeoo

沿平行于极板的方向：x＝v0t

沿电场方向：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

联立可得：x＝菁优网-jyeoo

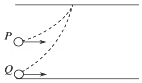
所以：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo≈6

即落在金属板A、B上的α射线在竖直方向上通过的位移约是β射线的6倍，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】该题考查带电粒子在电场中的偏转，解答的关键是将带电粒子的运动沿电场线的方向与垂直于电场线的方向分解处理。

12．（瑶海区月考）如图所示，质量相同的两个带电粒子P、Q以相同的初速度沿垂直于电场方向射入两平行板间的匀强电场中，P从两极板正中央射入，Q从下极板边缘处射入，它们最后打在同一点（重力不计），则从开始射入到打到上极板的过程中（　　）



A．它们运动的时间tQ＞tP

B．它们运动的加速度aQ＜aP

C．它们的动能增加之比△EkP：△EkQ＝1：2

D．它们所带的电荷量之比qp：qQ＝1：2

【分析】带电粒子做类平抛运动，化曲为直分解到水平和竖直方向，水平方向做匀速直线运动，竖直方向做匀加速直线运动。

【解答】A、垂直电场方向不受力，做匀速直线运动，位移相等，得到运动时间相等，故A错误；

B、平行电场方向；粒子做初速度为0的匀加速直线运动，菁优网-jyeoo，即菁优网-jyeoo，所以加速度aQ＞aP，故B错误；

根据牛顿第二定律，有：qE＝ma。两式解得：菁优网-jyeoo，所以它们所带的电荷量之比qP：qQ＝1：2，故D正确；

C、根据动能定理，电场力做功等于动能的变化量W＝qEy，动能增量之比△EkP：△EkQ＝1：4，故C错误。

故选：D。

【点评】会处理带电粒子在电场中的运动，知道分解以后两个方向分别做什么运动，会用合适的公式来求解。

13．（河南月考）一个重力不计的带电粒子，穿过某一空间时未发生偏转，下列说法中正确的是（　　）

A．此空间一定不存在电场或磁场

B．此空间可能同时有电场、磁场，且电场、磁场方向与速度方向平行

C．此空间可能仅有磁场，磁场方向与速度方向垂直

D．此空间可能仅有电场，电场方向与速度方向成45°角

【分析】若存在磁场，只要磁场的方向与带电粒子运动方向平行，则粒子不受洛伦兹力，故不偏转；若磁场方向与带电粒子运动的方向垂直，则粒子一定受与速度垂直的洛伦兹力，故偏转；只要带电粒子在电场中所受电场力与速度平行，粒子就不会发生偏转。

【解答】解：A、若存在磁场，只要磁场的方向与带电粒子运动方向平行，则粒子不受洛伦兹力，穿过这一空间时不会发生偏转，故可能存在磁场；若存在电场，只要电场力的方向与运动的方向相同或相反，带电粒子就不会偏转，故A错误。

B、若空间同时有电场、磁场，且电场、磁场方向与速度方向平行，则带电粒子不受洛伦兹力，只受与速度方向平行的电场力的作用，带电粒子不发生偏转，故B正确.

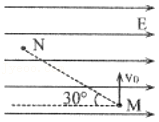
C、若此空间只有磁场且方向与带电粒子运动的方向垂直，则粒子一定受与速度垂直的洛伦兹力，故带电粒子一定做曲线运动，即会发生偏转，故C错误。

D、若空间仅有电场，因为带电粒子在电场中受到的电场力的方向与电场的方向平行，若电场方向与速度方向成45°角，说明电场力与速度夹角为45°，所以做曲线运动，故发生偏转，故D错误。

故选：B。

【点评】本题关键要掌握带电粒子的速度与磁场平行时不受洛伦兹力；只要带电粒子在电场中所受电场力与速度平行，粒子就不会发生偏转。

14．（呼和浩特模拟）如图所示，在水平向右的匀强电场E中，一个质量为m、电荷量为q的粒子，以速度v0从图中M点垂直电场方向射入，经过一段时间，到达左上方N点。已知MN的连线与水平方向夹角为30°，则粒子从M到N的过程中（粒子重力可以忽略）（　　）



A．所用时间为菁优网-jyeoo

B．位移大小为菁优网-jyeoo

C．到达N点速度大小为菁优网-jyeoov0

D．MN两点之间的电势差为菁优网-jyeoo

【分析】粒子在电场中做类平抛运动，根据牛顿第二定律写出加速度表达式，水平方向和竖直方向分别根据匀变速直线运动和匀速直线运动的规律列方程即可求解时间位移和速度，根据动能定理可求解电势差。

【解答】解：A、粒子在电场中做类平抛运动，根据牛顿第二定律其加速度为

菁优网-jyeoo①

垂直电场方向的位移为

y＝v0t ②

平行电场方向的位移为

菁优网-jyeoo③

根据几何关系tan30°＝菁优网-jyeoo④

①②③④联立解得t＝菁优网-jyeoo，故A错误；

B、将t代入②得竖直位移为

y＝菁优网-jyeoo

由几何关系可得合位移为

l＝2y＝菁优网-jyeoo，故B错误；

C、到达N处时水平方向的速度为

vx＝at

代入数据解得菁优网-jyeoo

故到达N点时合速度的大小为

v＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D、从粒子在该电场中向左偏转可知该粒子带负电，根据动能定理

﹣qUMN＝菁优网-jyeoo

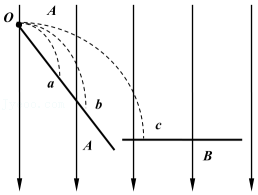
解得

菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查带电粒子在电场中偏转问题及动能定理的简单应用，考查的核心素养是物理观念、科学思维。

15．（浙江月考）如图所示，从混合放射源射出的正离子a、b、c分别从O点水平射入竖直向下的匀强电场中，a、b打到倾斜的绝缘板A上不同的点，c打在水平绝缘板B上，不计重力，则（　　）



A．c的初速度一定大于a的初速度

B．c从O到B板的时间一定大于a从O到A板的时间

C．c打在B板时的速度方向一定与b打在A板时的速度方向不平行

D．a、b打在A板上的速度方向可能不平行

【分析】从放射源射出的正离子a、b、c初速度水平，射入竖直向下的电场，则做类平抛运动，可用类平抛运动规律求解。注意类平抛运动的速度偏向角与位移偏向角的关系：设速度偏向角为α，位移偏向角为θ，则tanθ＝2tanα。

【解答】解：AB、正离子a、b、c均做类平抛运动，由于在竖直方向加速度的大小关系无法确定，故时间、初速度大小无法比较，故AB错误：

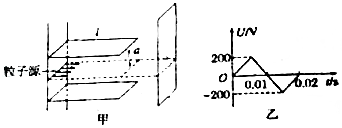
C、由类平抛运动的速度偏向角与位移偏向角的关系，设速度偏向角为α，位移偏向角为θ，则tanθ＝2tanα，c打在B板的位移偏向角一定与b打在A板的偏向角不同，故C正确：

D、a，b打在A板上的位移偏向角相等，则速度方向一定平行，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查带电粒子在匀强电场中的类平抛运动，要求学生掌握类平抛运动的规律以及角度关系，进行分析和求解。

16．（瑶海区月考）如图甲所示，一平行板电容器极板长l＝10cm，宽a＝8cm，两极板间距为d＝4cm，距极板右端菁优网-jyeoo处有一竖直放置的荧光屏。在平行板电容器左侧有一长b＝8cm的“狭缝”粒子源，可沿着两板中心平面均匀、连续不断地向电容器内射入比荷为2×1010C/kg、速度为4×106m/s的带电粒子。现在平行板电容器的两极板间加上如图乙所示的交流电，已知粒子在电容器中运动所用的时间远小于交流电的周期。下面说法正确的是（　　）



A．粒子打到屏上时在竖直方向上偏移的最大距离为6.25cm

B．粒子打在屏上的区域面积为64cm2

C．在0～0.02s内，进入电容器内的粒子有36%能够打在屏上

D．在0～0.02s内，屏上出现亮线的时间为0.016s

【分析】离子进入电场后做类平抛运动，先由类平抛运动的知识求出离子恰好从极板边缘射出时的电压，利用推论，求出离子打在屏上最大的偏转距离。即可得到离子打在屏上的区域面积；根据临界情况的电压，求出在一个周期内，离子打到屏上的时间。

【解答】解：l＝10cm＝0.1m，a＝8cm＝0.08m，d＝4cm＝0.04m。

AB、设离子恰好从极板边缘射出时的电压为U0

水平方向：l＝v0t…①

竖直方向：菁优网-jyeooat2…②

又a＝菁优网-jyeoo…③

由①②③得：U0＝128V

当U≥128V时离子打到极板上，当U＜128V时打到屏上，可知，离子通过电场偏转距离最大为菁优网-jyeood。

利用推论：打到屏的离子好像是从极板中心沿直线射到屏上。

由三角形相似可得：

解得打到屏上的长度为：y＝d＝4cm，

又由对称知，离子打在屏上的总长度为2d，区域面积为S＝2y•a＝2ad＝2×0.08×0.04m2＝0.0064m2＝64cm2，故A错误，B正确；

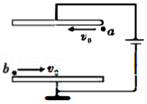
C、粒子打在屏上的比例为菁优网-jyeoo%＝64%，在0﹣0.02s内，进入电容器内的粒子由64%粒子能够打在屏上，故C错误；

D、在前菁优网-jyeooT，离子打到屏上的时间t0＝菁优网-jyeoo×0.005s＝0.0032 s；又由对称性知，在一个周期内，打到屏上的总时间t＝4t0＝4×0.0032s＝0.0128s，故D错误。

故选：B。

【点评】本题是类平抛运动的问题，采用运动的分解方法处理，关键是挖掘隐含的临界条件，并且巧妙利用推论进行研究。

17．（瑶海区月考）如图所示，一平行板电容器连接在直流电源上，电容器的极板水平，两微粒a、b所带电荷量大小相等、符号相反，使它们分别以大小相等的初速度从电容器的上、下极板附近的左右两端同时水平射入两极板间（入射点到极板的距离相等），在随后的某时刻t，a、b经过电容器两极板间上半区域的同一水平面，a、b间的相互作用和重力可忽略。下列说法正确的是（　　）



A．a的质量小于b的质量

B．在t时刻，a的动能小于b的动能

C．在t时刻，a的速度小于b的速度

D．在t时刻，a、b的电势能相等

【分析】两个粒子在竖直方向都做初速度为零的匀加速直线运动，根据位移﹣时间公式、牛顿第二定律结合位移关系，比较质量的大小，由动能定理列式分析动能的大小；由速度﹣时间关系及运动的合成比较速度大小；由电势能公式分析电势能的关系。

【解答】解：A、两个粒子在竖直方向上都做初速度为零的匀加速直线运动，则有

y＝菁优网-jyeooat2＝菁优网-jyeoo•菁优网-jyeoot2，

由题意知，相同时间内a的位移小于b的位移，q、E又相等，可知ma＞mb，故A错误；

B、根据动能定理得：qEy＝Ek﹣菁优网-jyeoo，即t时刻粒子的动能为：Ek＝qEy+菁优网-jyeoo，

a的竖直位移小，电场力做功少，a粒子动能增加量小，由于ma＞mb，粒子初速度相等，

则有菁优网-jyeoo＞菁优网-jyeoo，所以在t时刻，a的动能与b的动能大小无法比较，故B错误；

C、在竖直方向上，由速度﹣时间公式得：vy＝at＝菁优网-jyeoo，

根据ma＞mb，可得：vya＜vyb，

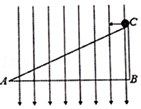
根据运动的合成，可得：v＝菁优网-jyeoo，所以在t时刻，a的速度小于b的速度，故C正确；

D、t时刻，a、b经过电场中同一水平面，电势相等，它们的电荷量大小相等，符号相反，由Ep＝qφ知，a和b的电势能不相等，故D错误。

故选：C。

【点评】本题是牛顿第二定律、运动学公式和动能定理的综合运用，根据动能定理研究动能关系是常用的思路，要熟练掌握。

18．（四川模拟）如图所示，在一斜面顶端，将甲、乙两个带电小球先后分别以v和菁优网-jyeoo的速度沿同一方向水平抛出，两球都落在斜面上。已知甲球质量为2m、带电量为+q，乙球质量为m、带电量也为+q，整个装置处于竖直向下的匀强电场中，场强E＝菁优网-jyeoo，重力加速度g取10m/s2。则甲、乙两球落至斜面时的动量大小之比为（　　）



A．1：2 B．2：1 C．1：4 D．4：1

【分析】根据类平抛运动中速度方向偏向角与位移方向偏向角的关系求解两个小球落在斜面上的速度大小之比，根据动量的计算公式求解动量大小之比。

【解答】解：两球在竖直方向受到电场力和重力，均做类平抛运动，由于两球均落在斜面上，故位移方向偏向角都等于斜面的倾角，设为α；

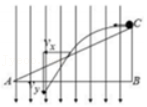
设速度方向偏向角为θ，位移方向偏向角为α，则tanθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝2tanα，故两个小球落在斜面上的速度方向相同，

由速度分解（如图所示）可知甲、乙两球落到斜面上的速度大小之比：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，

又因为质量之比m甲：m乙＝2：l，

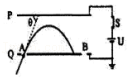
则动量大小之比为：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故D正确，ABC错误。

故选：D。



【点评】本题主要是考查考查类平抛运动，关键是知道类平抛运动的规律，知道类平抛运动可以分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的匀加速运动，掌握动量的计算公式。

19．（安庆一模）一带电粒子（不计粒子重力）从小孔A以一定的初速度射入平行板P和Q之间的真空区域，经偏转后打在Q板上如图所示的位置。则下列说法中正确的是.（　　）



A．先断开开关S，再适当上移P极板，该粒子仍落在Q板上原位置

B．先断开开关S，再适当左移P极板，该粒子可能从Q板上的小孔B射出

C．保持开关S闭合，适当上移P极板，该粒子仍落在Q板上原位置

D．保持开关S闭合，适当左移P极板，该粒子可能从Q板上的小孔B射出

【分析】粒子在电场力作用下做类斜抛运动，水平方向的分运动是匀速直线运动，竖直方向的分运动是类竖直上抛运动，分析板间电场强度的变化情况，根据牛顿第二定律和分运动公式列式分析。

【解答】解：A、带电粒子做类斜抛运动，水平方向的分运动是匀速直线运动，竖直方向的分运动是类竖直上抛运动。粒子的加速度为：a＝菁优网-jyeoo。

断开开关S，电容器的带电量不变，由E＝菁优网-jyeoo，C＝菁优网-jyeoo、C＝菁优网-jyeoo得E＝菁优网-jyeoo，可知，Q不变，适当上移P极板，板间距离d增大，板间场强E不变，粒子的受力情况和运动情况不变，该粒子仍落在Q板上原位置，故A正确；

B、断开开关S，再适当左移P极板，电容器的带电量不变，两极板正对面积减小，由E＝菁优网-jyeoo，可知板间场强增大，带电粒子的加速度增大，由t＝菁优网-jyeoo可知带电粒子在电场中运动时间缩短，由x＝v0xt知，带电粒子打在Q板上时水平位移减小，则该粒子将打在Q板上原位置的左侧，不能从小孔B射出，故B错误；

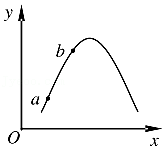
C、保持开关S闭合，电容器板间电压不变，适当上移P极板，板间距离d增大，由E＝菁优网-jyeoo知板间场强E减小，带电粒子的加速度减小，由t＝菁优网-jyeoo可知带电粒子在电场中运动时间延长，由x＝v0xt知，带电粒子打在Q板上时水平位移增大，则该粒子将打在Q板上原位置的右侧，故C错误；

D、保持开关S闭合，适当左移P极板，由E＝菁优网-jyeoo知板间场强不变，带电粒子的受力情况和运动情况不变，该粒子仍落在Q板上原位置，故D错误；

故选：A。

【点评】本题关键是明确带电粒子的运动性质，然后结合类斜抛运动的分运动规律列式分析。要知道电容器带电量不变时，只改变板间距离，板间场强不变。

20．（江苏一模）实验室中探测到电子在匀强电场中的运动轨迹为一条抛物线。为研究问题方便，建立如图所示的坐标系，该抛物线开口向下，a、b是抛物线上的两点。下列说法正确的是（　　）



A．匀强电场方向可能沿x轴正方向

B．匀强电场方向可能沿y轴负方向

C．匀强电场中a点的电势比b点高

D．电子在b点的动能比在a点的大

【分析】电子做曲线运动，所受电场力应指向轨迹的内侧，由此分析电场力可能的方向，从而确定电场可能的方向。根据粒子的运动情况分析动能和电势能的变化，从而判断电势高低。

【解答】解：A、电子在电场中做曲线运动，所受电场力应指向轨迹的内侧，若匀强电场方向沿x轴正方向，电子所受的电场力沿x轴负方向，在轨迹左侧电场力指向轨迹外侧，不可能，故A错误；

B、若匀强电场方向可能沿y轴负方向，电子所受的电场力沿y轴正方向，电场力指向轨迹外侧，不可能，故B错误；

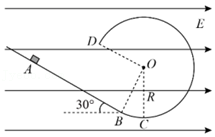
CD、抛物线开口向下，从a点到b点电子一定做减速运动，动能减小，电势能增大，结合负电荷在电势高处电势能小，可知匀强电场中a点的电势比b点高，电子在b点的动能比在a点的小，故C正确，D错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键要掌握曲线运动的动力学特征：合外力指向轨迹的内侧，来判断电子所受的电场力方向。

**二．多选题（共10小题）**

21．（山东模拟）如图所示，ABCD为竖直平面内的绝缘光滑轨道，其中AB部分为倾角为30°的斜面，BCD部分为半径为R的四分之三圆弧轨道，与斜面平滑相切，C为轨道最低点，整个轨道放置在电场强度为E的水平匀强电场中。现将一带电荷量为+q、质量为m的小滑块从斜面上A点由静止释放，小滑块恰能沿圆弧轨道运动到D点。已知重力加速度为g，且qE＝菁优网-jyeoomg，下列说法正确的是（　　）



A．释放点A到斜面底端B的距离为菁优网-jyeooR

B．小滑块运动到C点时对轨道的压力为9mg

C．小滑块运动过程中最大动能为5mgR

D．小滑块从D点抛出后恰好落在轨道上的B点

【分析】对小滑块分析受力可知，小滑块所受的重力与电场力的合力斜向下且与AB平行，故D点为等效最高点，和它对称的点为等效最低点，在等效最低点动能最大。再结合牛顿第二定律与动能定理进行解答。

【解答】解：A、小滑块恰能沿圆弧轨道运动到D点，表明此点为轨道的等效最高点，重力与电场力的合力F＝菁优网-jyeoo＝2mg。小滑块在D点时，由重力与电场力的合力提供向心力，则有2mg＝m菁优网-jyeoo。设释放点A到斜面底端B的距离为s。从A点到D点，根据动能定理得：mg（ssin30°﹣Rcos30°﹣Rsin30°）+Eq（scos30°﹣Rsin60°+Rsin30°）＝菁优网-jyeoomvD2﹣0，解得s＝菁优网-jyeooR，故A错误；

B、从C到D点，由动能定理得：﹣mgR（1+cos60°）﹣EqRsin60°＝菁优网-jyeoomvD2﹣菁优网-jyeoomvC2，在C点，对小滑块，由牛顿第二定律有：FN﹣mg＝m菁优网-jyeoo，解得FN＝9mg，根据牛顿第三定律得小滑块运动到C点时对轨道的压力为9mg，故B正确；

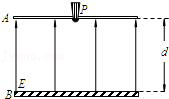
C、小滑块运动到D点关于O点的对称点时，速度最大，从该点到D点，由动能定理得：﹣2mg×2R＝菁优网-jyeoomvD2﹣菁优网-jyeoomvm2，解得最大动能Ekm＝菁优网-jyeoomvm2＝5mgR，故C正确；

D、小滑块从D点抛出后，做类平抛运动，假设刚好落到B点，则有2mg＝ma，vDt＝R，则在合力方向上的位移y＝菁优网-jyeooat2＝菁优网-jyeooR＜R，假设错误，即小滑块从D点抛出后没有落在轨道上的B点，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查利用等效法分析小滑块在重力场与电场中的圆周运动，确定电场力与重力的合力方向，从而确定小球运动的等效最高点与最低点是关键。

22．（广东模拟）静电喷漆技术具有效率高、浪费少、质量好、有利于工人健康等优点，其装置可简化如图。A、B为两块平行金属板，两板间有方向由B指向A的匀强电场。在A板的中央放置一个安全接地的静电油漆喷枪P，油漆喷枪的半圆形喷嘴可向各个方向均匀地喷出速率相同的负电油漆微粒，油漆微粒最后都落在金属板B上。微粒的重力和所受空气阻力以及带电微粒之间的相互作用力均可忽略，则所有油漆微粒（　　）



A．落在板B上最终形成正方形

B．到达板B时动能相同

C．运动到达板B所需时间相同

D．运动到板B过程电势能减少量相同

【分析】微粒在电场中受电场力的作用，在垂直进入的微粒做类平抛运动，由平抛运动的规律可知物体落在B板上时的距离；由动能定理可求得电场力所做的功；由功能关系可知电势能的改变量。

【解答】解：A、微粒进入电场后受电场力做匀变速曲线运动，因垂直电场线进入的微粒做类平抛运动，则在水平方向上运动的距离均相等，故所有微粒在B板上的图形为圆形，故A错误；

B、因带电粒子在电场中初始末位置相同，故电场力对微粒做功相同，根据动能定理可得动能的增加量相同，又由于带电微粒的初动能相同，所以微粒到达板B时动能相同，故B正确；

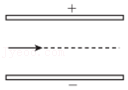
C、因粒子的速度沿各个方向，故当粒子沿电场线方向进入的粒子用时最短，而垂直电场进入的粒子用时最长，故C错误；

D、因电场力做功相等，故运动到板B的过程中电势能减少量相同，故D正确。

故选：BD。

【点评】本题以静电喷漆技术具有效率高为情境载体，考查了带电粒子在电场中运动的实际问题，考查理论联系实际的能力，关键在于建立物理模型，要弄清物理情景，实质是研究类平抛运动问题。

23．（河北模拟）一对相同的平行金属板，正对水平放置，板长为L，两板间距为d，上下两板分别带等量的正负电荷，如图所示。一质量为m、电荷量为q的带正电粒子，沿两板中线以v0的初速度射入电场，恰好从下板右边缘处飞离。假设电场只在两板间分布，不计粒子重力，则下列说法正确的是（　　）



A．粒子在板间运动的时间为t＝菁优网-jyeoo

B．两板间电势差为U＝菁优网-jyeoo

C．粒子在电场中运动，电势能逐渐减小

D．将上极板向下平移一小段距离，粒子仍沿原路径飞离电场

【分析】根据类平抛运动的规律求解粒子在板间运动的时间和两板间电势差；根据电场力做功情况判断电势能的变化情况；根据C＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo结合电场强度计算公式分析电场强度是否变化，由此分析运动情况。

【解答】解：A、粒子在板间做类平抛运动，垂直电场线方向做匀速直线运动，所以粒子在板间运动的时间为菁优网-jyeoo，故A正确；

B、设板间电势差为U，则场强大小菁优网-jyeoo，粒子加速度为菁优网-jyeoo，又菁优网-jyeoo，联立解得两板间电势差为菁优网-jyeoo，故B错误；

C、粒子在电场中运动，电场力做正功，电势能减小，故C正确；

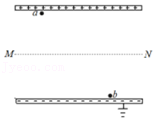
D、此平行板电容器所带电荷量Q保持不变，根据C＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo结合电场强度计算公式可得：菁优网-jyeoo，

改变两板间距，板间电场强度保持不变，粒子运动过程中受力情况不变，所以粒子仍然沿原路径运动，故D正确。

故选：ACD。

【点评】本题主要是考查带电粒子在电场中的运动，关键是掌握类平抛运动的规律，知道电场力做功与电势能变化的关系、掌握电容器电容的计算公式。

24．（福建模拟）带电平行板电容器两极板水平放置，充电后与电源断开。两质量相等的带电小球a、b分别位于电容器内上、下极板附近，a与上极板、b与下极板的距离相等。现在同时由静止释放a、b，a和b同时经过两极板的中线MN，已知重力加速度为g，不计a、b间的相互作用和电容器极板的边缘效应，下列说法正确的是（　　）



A．到达MN时，a的动能大于b的动能

B．到达MN时，a、b的电势能变化相等

C．从释放两带电小球a、b到MN的过程中，b的机械能变化量的绝对值大于a的机械能变化量的绝对值

D．若将上极板上移一小段距离h，下极板下移2h，再同时由原位置释放a、b，a、b仍同时到达原中线MN

【分析】根据位移公式x＝菁优网-jyeooat2和题目已知条件判断两微粒到达MN的速度判断动能大小，再依据牛顿第二定律以及电场力做功公式分析电势能变化，机械能变化由除重力之外的其他力做功大小来判断，由电容决定式和电场与电势差关系确定E的变化，从而判断改变之后到达MN的时间。

【解答】A、根据位移公式x＝菁优网-jyeooat2，位移相等，时间相等，所以两微粒的加速度大小相等，则到达MN时，b的速率等于a的速率，根据公式Ek＝菁优网-jyeoomv2可知，a的动能等于b的动能，故A错误；

B、因为b加速度向上，所以b所受电场力一定向上，对b有：Eqb﹣mg＝ma，对a，若a受电场力向下有：mg+Eqa＝ma，若a受电场力向上，有：mg﹣Eqa＝ma，所以a无论属于哪种情况，都有：qb＞qa，由△Ep＝﹣W＝﹣Eqx可知，到达MN时，a、b的电势能变化不相等，故B错误；

C、除重力外的力做功改变物体的机械能，且qb＞qa，所以电场力对b做的功大于对a做的功，所以粒子从释放至运动到MN的过程中，b的机械能变化量的绝对值大于a的机械能变化量的绝对值，故C正确；

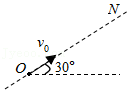
D、若仅将上极板向上平移一段距离h，下极板下移2h，再同时由原位置释放a、b，由C＝菁优网-jyeoo和E＝菁优网-jyeoo，

联立可知场强E＝菁优网-jyeoo，所以E不变，则两微粒的加速度不变，位置不变，所以两微粒同时到达原中线MN，故D正确。

故选：CD。

【点评】本题考查带电粒子在匀强电场中的运动，比较常规是一道好题，注意判断ab受力，以及电容Q不变是解题关键。

25．（天津模拟）如图所示，一质量为m、电荷量为q的小球在电场强度为E、区域足够大的匀强电场中，以初速度v0沿ON在竖直面内做匀变速直线运动。ON与水平面的夹角为30°，重力加速度为g，且mg＝qE，则（　　）



A．电场方向竖直向上

B．小球运动的加速度大小为g

C．小球上升的最大高度为菁优网-jyeoo

D．若小球在初始位置的电势能为零，则小球电势能的最大值为菁优网-jyeoomv02

【分析】首先对小球的运动情况和受力情况进行分析，结合小球受重力和电场力相等且沿ON运动，得出电场力的方向及合力方向，可知小球应做匀减速直线运动，对二力进行合成，求得加速度；由运动学公式可判断C的对错；因电场力和重力在ON上的分量相等，可知克服电场力做功和克服重力做功是相等的，可知转化为电势能的最大值为初动能的一半。

【解答】解：AB、小球做匀变速直线运动，合力应与速度在同一直线上，即在ON直线上，因为mg＝qE，所以电场力qE与重力mg关于ON对称，根据数学知识得；电场力qE与水平方向的夹角应为30°，受力情况如图所示，合力沿ON方向向下，大小为mg，所以加速度为g，方向沿ON向下，故A错误，B正确；

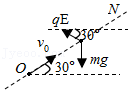
C、小球做匀减速直线运动，由运动学公式可得最大位移为x＝菁优网-jyeoo

则最大高度为h＝xsin30°＝菁优网-jyeoo

故C正确；

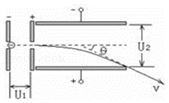
D、若小球在初始位置的电势能为零，在减速运动至速度为零的过程中，小球克服电场力做功和克服重力做功是相等的，由能量的转化与守恒定律可知，小球的初动能一半转化为电势能，一半转化为重力势能，初动能为菁优网-jyeoo，则小球的最大电势能为菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：BC。



【点评】本题主要考查了带电粒子在复合场中运动的问题，要求同学们能通过粒子的运动情况正确分析粒子的受力情况，再熟练掌握运动的基本公式，本题难度适中。

26．（乃东区校级一模）如图所示，电子在电势差为U1的加速电场中由静止开始运动，然后射入电势差为U2的两块平行极板间的电场中，入射方向与极板平行，整个装置处于真空中，重力不计，在满足电子能射出平行板区域的条件下，下述四种情况中，一定能使电子的偏转角θ变大的是（　　）



A．其它条件不变，U1变大

B．其它条件不变，U2变大

C．其它条件不变，U1变大、同时U2变小

D．其它条件不变，U1变小、同时U2变大

【分析】电子在加速电场中，在电场力的作用下做匀加速直线运动，由动能定理求出电子加速获得的速度，电子进入平行板之间，因受到的电场力方向与初速度方向垂直，故电子做类平抛运动，根据分运动的规律可求出偏转角θ正切表达式，再分析偏转角θ的变化情况。

【解答】解：设电子质量为m，电子被加速后获得的速度为v0，根据动能定理得：eU1＝菁优网-jyeoomv02

设水平极板长为L，则电子在偏转电场中运动的时间为：t＝菁优网-jyeoo

设电子在水平极板间运动时的加速度为a，由牛顿第二定律得：a＝菁优网-jyeoo

电子射出偏转电场时，根据速度﹣时间公式，得竖直方向的分速度大小为：vy＝at

偏转角θ正切为：tanθ＝菁优网-jyeoo

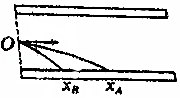
联立解得：tanθ＝菁优网-jyeoo，

故其它条件不变，U2变大，或其它条件不变，U1变小，或其它条件不变，U1变小的同时U2变大，都一定能使偏转角θ变大，故BD正确，AC错误。

故选：BD。

【点评】带电粒子在电场中只受电场力的运动可分为三类：第一类是在匀强电场中做匀变速直线运动，此过程是电势能与带电粒子动能之间的转化；第二类是带电粒子在匀强电场中偏转，带电粒子垂直进入匀强电场时做匀变速曲线运动，分解为两个方向的直线运动，牛顿第二定律和运动学公式是这类问题的最基本解法；第三类是带电粒子在点电荷形成的电场中做匀速圆周运动，应用圆周运动的知识求解。

27．（瑶海区月考）如图所示，带电量之比为qA：qB＝1：3的带电粒子A、B，先后以相同的速度从同一点射入平行板电容器中，不计重力，带电粒子偏转后打在同一极板上，水平飞行距离之比为XA：XB＝2：1，则两粒子质量和飞行时间之比分别为带电粒子的质量之比mA：mB以及在电场中飞行时间之比tA：tB分别为（　　）



A．tA：tB＝2：1 B．tA：tB＝4：3 C．mA：mB＝4：3 D．mA：mB＝2：1

【分析】带电粒子垂直射入电场中做类平抛运动，水平方向做匀速直线运动，竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动，根据牛顿第二定律和运动学公式得到偏转量y的表达式，求解质量之比；根据水平位移与初速度之比求解时间之比.

【解答】解：AB、两个带电粒子垂直射入电场中做类平抛运动，水平方向做匀速直线运动，竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动.则水平方向有：x＝v0t，v0相等，所以t∝x，则得：tA：tB＝xA：xB＝2：1，故A正确，B错误；

CD、竖直方向有：菁优网-jyeoo

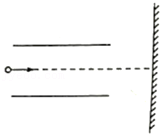
则得：菁优网-jyeoo

因为E、y、v0相等，则得：菁优网-jyeoo，故C正确，D错误.

故选：AC。

【点评】本题关键要熟练掌握类平抛运动的研究方法：运动的分解法，推导出质量与时间的表达式进行求解，本题是一道典型类平抛问题，同学们平常注意多积累基本知识，本题难度适中.

28．（华龙区校级模拟）如图所示，偏转电场的极板水平放置，偏转电场右边的挡板竖直放置，氕、氘、氚三粒子同时从同一位置沿水平方向进入偏转电场，最终均打在右边的竖直挡板上。不计氕、氘、氚的重力，不考虑三者之间的相互影响，下列说法正确的是（　　）



A．若三者进入偏转电场时的初速率相同，则一定到达挡板上同一点

B．若三者进入偏转电场时的初动能相同，则一定到达挡板上同一点

C．若三者进入偏转电场时的初速率相同，则到达挡板的时间一定相同

D．若三者进入偏转电场时的初动能相同，则到达挡板的时间一定相同

【分析】判断三个粒子到达挡板上的时间以及是否在同一点，关键是判断它们在电场中竖直方向的偏转位移以及它们的初速度，根据带电粒子在电场中偏转的运动规律，可判断影响偏转位移的因素，即可根据运动规律判断是否在同一点；从水平方向的运动规律可以判断其运动时间关系。

【解答】解：AB、设任一粒子的电荷量为q、质量为m、进入偏转电场的速率为v，偏转电场的场强为E、极板长度为L，极板右端到竖直挡板的距离为d，离子从偏转电场中射出时的速度偏向角为θ，粒子在偏转电场中做类平抛运动，则竖直方向有：

菁优网-jyeoo①

菁优网-jyeoo②

水平方向有菁优网-jyeoo③

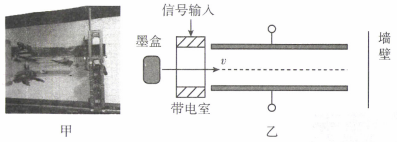
由①②看出，若三个粒子的初速率v相同，由于三个粒子的质量不同，y、θ就不同，一定到达挡板上不同的点；若三个粒子的初动能相同，mv2相同，三个粒子的电荷量也相同，y、θ就相同，一定能到达挡板上同一点，故A错误，B正确；

CD、由③可知，若三粒子的初速率相同，到达挡板的时间一定相同；若三个粒子的初动能相同，则初速率不同，到达挡板的时间一定不同，故C正确，D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查带电粒子在电场中的偏转问题，关键要掌握类平抛运动的研究方法：运动的分解法，运用牛顿第二定律和运动学公式列式分析。

29．（山东模拟）墙壁喷绘机是一种大型制图机器，能够将各种图案、照片、宣传语等快速呈现于墙面，相对于传统的墙体手绘，画面细腻，色彩艳丽，图象逼真，视觉冲击力更强，其主要工作部分的工作原理如乙图所示，机器产生的墨汁微滴（重力不计）从墨盒以一定速度喷出，经带电室使微粒带电后，沿平行板的中心线垂直于电场方向进入平行板电容器内，经电场偏转后飞出，最终打在墙壁上，通过调节信号输入，使微滴带不同的电荷量q，改变偏转电压U及两极板的极性均可改变墨汁微滴打在墙壁上的位置。如果极板长度为L，板间距离为d，极板右端到墙壁的距离为L′，则以下说法正确的是（　　）



A．若微滴带负电，上极板接正极时微滴向上偏转

B．如果增大微滴的喷射速度，可以增大微滴偏转的灵敏度

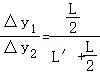
C．如果板间电压一定，要使微滴打在墙壁的偏移量加倍，则微滴的电荷量要加倍

D．喷头不动时微滴打在墙壁上的最大范围为（菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo）d

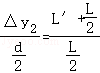
【分析】根据微滴的受力情况即可判断微滴的偏转情况；微滴在电场中做类平抛运动，根据平抛运动规律即可得到微滴打杂墙壁上的偏移量，也可分析出微滴偏转的灵敏度与那些因素有关；根据平抛运动规律以及几何关系得到微滴打在墙壁上的偏移量的表达式即可判断出结果；微滴打在墙壁上的范围是在一边最大偏移量的二倍，根据几何关系即可得到偏转的范围。

【解答】解：A、如果上极板是正极，则板间电场的方向向下，由于微滴带负电，则微滴所受电场力向上，故微滴会向上偏转，故A正确；

B、设微滴在电场中沿电场力方向的偏移量为△y1，微滴在墙壁上的偏移量为△y2。微滴在电场中做类平抛运动，则由平抛运动规律得L＝vt，

菁优网-jyeoo，微滴在电场中的加速度为菁优网-jyeoo，解得菁优网-jyeoo.，做平抛运动的物体的速度反向延长线相交于水平位移的中点，所以。则菁优网-jyeoo.在保持其它条件不变的情况下，菁优网-jyeoo，则微滴速度越大，微滴的偏移量就越小，说明微滴偏移的灵敏度降低，故B错误；

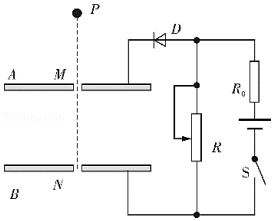
C、由上面B的分析可知在板间电压U一定时，△y2∝q，所以要使微滴打在墙壁上的偏移量△y2加倍，则微滴的电荷量也要加倍，故C正确；

D、当微滴在电场中的偏移量为d时，微滴由极板边缘射出时，对应打在墙壁上范围最大，此时满足，所以打在墙壁上的范围为y＝2△y2，即菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：AC。

【点评】本题考查带电粒子在电场中的偏转，粒子做类平抛运动，根据平抛运动规律求解。

30．（永州模拟）如图所示，A、B为水平放置平行正对金属板，在板中央分别有一小孔M、N，D为理想二极管，R为滑动变阻器。闭合开关S，待电路稳定后，将一带负电荷的带电小球从M、N的正上方的P点由静止释放，小球恰好能运动至小孔N处。下列说法正确的是（　　）



A．若仅将B板下移，带电小球仍将恰好运动至小孔N处

B．若仅将B板上移，带电小球将从小孔N穿出

C．若仅将R的滑片上移，带电小球将无法运动至N处

D．若仅断开开关S，带电小球仍将恰好运动至小孔N处

【分析】小球恰好能穿过小孔N，小球到达小孔N时速度恰好为零，此过程小球的重力做功等于克服电场力做功，二极管的作用可以阻止电容器上的电量流出，开关S闭合时，可以充电不能放电，开关S断开，板间场强不变，小球下落与原来同样的高度时，速度为零。

【解答】解：A、当板不动时，设P到A板的距离为H，两极板间的距离为h，则mg（H+h）﹣qEh＝0﹣0，则mg＜qE，若仅将B板下移，移动距离为△h，则，根据公式C＝菁优网-jyeoo，电容减小；由于二极管的作用可以阻止电容器上的电量流出，故电量不变，根据C＝菁优网-jyeoo，U＝Ed，得到：E＝菁优网-jyeoo，故场强不变；故到达小孔N时，根据动能定理可得重力做功小于电场力做功，可知到小孔N时速度已经减为零返回了，故A错误；

B、若仅将B板上移，根据C＝菁优网-jyeoo，电容增加，电容器要充电；由于电压U一定，根据U＝Ed，电场强度增加；故到达小孔N时，重力做功小于电场力做功，可知未达到小孔N时速度已经减为零返回了；故B错误；

C、将滑动变阻器的滑片上移，分压增加，故电容器的电压增加，故如果能到达小孔N，重力做功小于电场力做功，可知未达到小孔N时速度已经减为零返回了，故C正确；

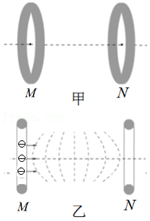
D、断开开关S，场强不变，故小球恰好能运动至小孔N处，故D正确；

故选：CD。

【点评】本题应用动能定理分析小球的运动情况。根据动能定理：当总功为正值时，动能增加；当总功为负值时，动能减小，在分析物体的运动情况时经常用到。

**三．填空题（共10小题）**

31．（青浦区二模）我国科学家用冷冻电镜捕捉到新冠病毒表面蛋白与人体细胞表面蛋白的结合过程。冷冻电子显微镜比光学显微镜分辨率更高，其原因是电子的物质波波长远小于可见光波长。由此可知电子比可见光　更不容易　（选填“更容易”或“更不容易”或“一样容易”）发生明显衍射。电子束通过由电场构成的电子透镜实现会聚、发散作用。电子透镜由金属圆环M、N组成，其结构如图甲所示，图乙为其截面图（虚线为等势面）。显微镜工作时，两圆环的电势φN＞φM。现有一束电子沿着平行于圆环轴线的方向进入M。则电子在穿越电子透镜的过程中速度不断　增大　（选填“增大”或“减小”或“不变化”）。



【分析】波长越长，波动性越强，衍射现象越明显；根据电场力做功情况分析电子速度的变化情况。

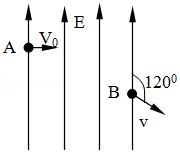
【解答】解：电子的物质波波长远小于可见光波长，根据波长越长，越容易发生明显的衍射，故电子比可见光更不容易发生明显衍射。

因为φN＞φM，所以电子在从M到N穿越电子透镜的过程，电场力对电子一直做正功，电势能减小，动能增大，故电子的速度不断增大。

故答案为：更不容易；增大。

【点评】解决本题的关键要读懂题意，理解电子显微镜的工作原理，利用电场知识进行分析。

32．（天河区校级月考）如图，质量为m，电荷量为e的电子，从A点以速度v0垂直于电场方向射入一个电场强度为E的匀强电场中，从B点射出电场时的速度方向与电场线成120°角，电子重力不计。则A、B两点间的电势差UAB＝　﹣菁优网-jyeoo　，电子从A运动到B的时间tAB＝　菁优网-jyeoo　。



【分析】根据牛顿第二定律可得加速度大小，利用几何关系可求得B点的速度；根据动能定理，可求得AB间的电势差；

电子竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动，由运动学公式求得时间。

【解答】解：电子在电场中只受电场力作用，根据牛顿第二定律得：eE＝ma

将电子在B点的速度分解可知（如图所示）

菁优网：http://www.jyeoo.com

vB＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoov0

电子从A到B的过程中，由动能定理可知：﹣eUAB＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo

联立解得：A、B两点间的电势差UAB＝﹣菁优网-jyeoo

设电子在B点沿电场方向的速度大小为vy，

则由速度的分解有：vy＝v0tan30°

由速度﹣时间公式得：vy＝atAB

联立解得电子从A运动到B的时间：tAB＝菁优网-jyeoo

故答案为：﹣菁优网-jyeoo，菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查带电粒子在电场中的加速，本题运用运动的分解法研究类平抛运动，关键将速度进行分解，由牛顿第二定律和运动学公式相结合进行研究，同时应用了动能定理求解。

33．（海淀区校级月考）正离子A（质量为m、电荷量为q）和正离子B（质量为2m、电荷量为q）由静止开始经相同电加速后，如图所示垂直电场线射入两块平行带电金属板间，从两板间射出时（重力不计）A、B侧移之比yA：yB＝　1：1　；A、B动能增量之比△EkA：△EkB＝　1：1　。



【分析】借助运动的分解，离子水平方向为匀速直线运动，竖直方向为初速度为零的匀加速直线运动，在借助运动学公式和动能定理进行求解。

【解答】解：

（1）正离子在电场中加速，设末速度为v0，据动能定理得：qU1＝菁优网-jyeoom菁优网-jyeoo

正离子穿出偏转电场的时间为：t＝菁优网-jyeoo

正离子在偏转电场的加速度为：a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

正离子离开偏转电场时竖直方向的侧移量为：y＝菁优网-jyeooat2＝菁优网-jyeoo

则离子侧移量与电荷的电量和质量均无关，即A、B侧移之比为：yA：yB＝1：1

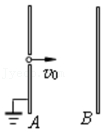
（2）根据动能定理：△Ek＝U1q+菁优网-jyeoo，离子的动能变化仅与U1、U2、q、d与y相关，

则A、B动能增量之比：△EkA：△EkB＝1：1

故答案为：1：1；1：1。

【点评】本题考查学生对于粒子在电场中偏转的知识的运用，需要学生借助化曲为直的思想，将复杂的曲线运动简化为简单的直线运动处理。

34．（雨城区校级月考）如图所示，A、B为一对平行正对带电金属板，B板带正电，A、B两板间的电势差为U。质量为m的带电粒子（重力可忽略不计）以初速度v0水平射入匀强电场。若粒子带电荷量为﹣q，则粒子到达B板时速度大小为　菁优网-jyeoo　；若粒子带电荷量为+q，它到达B板时速度大小为　菁优网-jyeoo　。



【分析】分析电场力对电子功做情况，根据动能定理列式即可求得粒子到达B板时的速度．

【解答】解：粒子带负电，由A到B过程中电场力做正功，由动能定理可知：Uq＝菁优网-jyeoomv2﹣菁优网-jyeoomv02

解得：v＝菁优网-jyeoo

粒子带正电，由A到B过程中电场力做负功，由动能定理可知：﹣Uq＝菁优网-jyeoomv′2﹣菁优网-jyeoomv02

解得：v′＝菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo，菁优网-jyeoo；

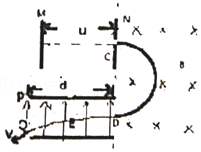
【点评】本题考查带电粒子在电场中的加速规律，要注意明确电场力做功的正负，从而正确根据动能定理列式求解．

35．（涪城区校级月考）M板附近的带电粒子由静止释放后从M板加速运动到N板（MN板间电压为U），从N板上的小孔C飞出电场，垂直进入以N板为左边界的磁感应强度为B的匀强磁场中，半个圆周后从D处进入如图所示的电场，PQ两板间匀强电场的电场强度为E，PQ板长为d。则该电荷电性为　负电　（正电、负电、无法确定），到C的速度为　菁优网-jyeoo　（用m，q，U表示），最后从匀强电场E中飞出的速度大小为　A　。

A.菁优网-jyeoo B.菁优网-jyeoo

C.菁优网-jyeoo D.菁优网-jyeoo

（已知带电粒子电荷量为q，质量为m，不计重力，各有界场之间互不影响）



【分析】（1）根据C点速度方向结合磁场方向，通过左手定则判断电荷电性；

（2）根据电场力做功计算公式结合动能定理，计算粒子在C点的速度；

（3）粒子在匀强电场中做类平抛运动，根据运动学公式，计算出从E飞出时的水平方向和竖直方向速度，利用

平行四边形法则计算合速度的大小。

【解答】解：（1）由题意可知，粒子从N板小孔C飞出电场时，速度方向垂直N板向外，根据速度方向、磁场方向和圆周运动的圆心位置，应用左手定则可知在C点正电荷的速度方向与粒子速度方向相反，故粒子带负电。

（2）从M板加速运动到N板过程中，只有电场力做功，设C点速度为v，由动能定理，可得：

菁优网-jyeoo…①

由①式可知，菁优网-jyeoo

（3）匀强磁场不改变速度大小，故粒子进入匀强电场时，水平方向速度为v。

粒子在匀强电场中做类平抛运动，水平方向为匀速直线运动，所以水平速度保持v不变，竖直方向加速度a为：

菁优网-jyeoo…②

飞出匀强电场所用时间t：

菁优网-jyeoo…③

飞出匀强电场时竖直方向速度v0：

v0＝at…④

飞出匀强电场时的速度v′：

菁优网-jyeoo…⑤

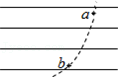
②③④⑤联立并代入数值解得

菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误。

故答案为：（1）负电；（2）菁优网-jyeoo；（3）A。

【点评】本题综合考查带电粒子在电场中的运动和动能定理的相关知识，注意正确分析运动过程，并注意计算的准确性。

36．（静安区期末）如图所示，实线表示匀强电场的电场线，虚线表示一个正电荷的运动轨迹，比较轨迹上的a、b两点，　a　点的电势较高；正电荷在　 　点的动能较大。



【分析】粒子在电场力作用下运动，根据轨迹的弯曲程度，判断出合力（电场力）的方向，再根据电场力方向和电荷性质判断场强方向；沿着电场线的方向电势降低的，由此判定电势高低；根据电场力做功判断动能大小。

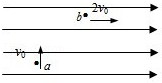
【解答】解：匀强电场中电场力与电场线平行，而曲线运动合力指向曲线的内侧，故电场力一定向左；粒子带正电，故电场强度方向向左，所以a、b两点的电势关系是电势φa＞φb；

粒子带正电，如果粒子从a至b运动，电场力做正功，动能增加；如果粒子从b至a运动，电场力对粒子做负功，粒子动能减小，故无论从a至b还是从b至a，都有Eka小于Ekb。

故答案为：a；b。

【点评】电场线虽然实际不存在，但可形象来描述电场的分布。对于本题关键是根据运动轨迹来判定电场力方向，由曲线运动条件可知合力偏向曲线内侧。

37．（安庆期中）如图所示，有一方向水平向右的匀强电场，一个质量为m，带电量为+q的小球以初速度v0从a点竖直向上射入电场中．小球通过电场中b点时速度大小为2v0，方向与电场方向一致，则匀强电场的场强大小为　菁优网-jyeoo　．



【分析】采用运动的分解法研究：水平方向小球只受电场力做匀加速直线运动，根据动能定理求出a、b两点的电势差．

【解答】解：小球水平方向只受电场力做匀加速直线运动，竖直方向做竖直上抛运动，

根据运动学公式，可得：

水平方向，2v0＝at

竖直方向，v0＝gt

则有a＝2g

由牛顿第二定律可知，E＝菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo．

【点评】本题考查灵活选择处理曲线运动的能力．小球在水平和竖直两个方向受到的都是恒力，运用运动的合成与分解法研究是常用的思路．

38．（泉港区校级月考）示波管是示波器的核心部件，它由电子枪、偏转电极和荧光屏组成，如图所示。如果在荧光屏上P点出现亮斑，那么示波管中的极板X应带　正　电。



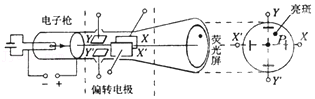
【分析】由亮斑位置可知电子偏转后打在偏向X，由电子所受电场力的方向确定电场的方向，再确定极板所带的电性。

【解答】解：根据亮斑的位置可知，电子在XX′极板中受到电场力为由X′指向X，从而向X向偏转，因为电子受力方向与电场方向相反，所以电场方向为X到X′，则X带正电，

故答案为：正。

【点评】解决该题的关键是能根据荧光屏上的位置判断电子在两极板间受到的电场力方向，知道电子受到的电场力和电场线方向相反；

39．（广安区校级月考）示波管是示波器的核心部件，它由电子枪、偏转电极和荧光屏组成，电子枪发射电子经过加速后，通过偏转电极打在荧光屏上形成亮斑，如图所示。如果在荧光屏上P点出现亮斑，那么示波管中X极板应带　正　电，Y极板带　正　电。



【分析】由亮斑位置可知电子偏转的打在偏向X，Y向，由电子所受电场力的方向确定电场的方向，从而确定极板所带的电性

【解答】解：电子受力方向与电场方向相反，因电子向X向偏转则，电场方向为X到X′，则X带正电

同理可知Y带正电，极板Y'应带负电。

故答案为：正 正

【点评】本题关键是明确电子的受力方向与电场方向相反，在电场中做类平抛运动，电子向受力方向偏转。

40．（和平区校级期末）一平行板电容器的两个极板水平放置，两极板之间有一带电荷量不变的小油滴，油滴在极板间运动时所受空气阻力的大小与其速率成正比．若极板间电压为0，经过一段时间，油滴以速率v匀速下降；若极板间电压为U，经过一段时间后，油滴以速率v匀速上升．若极板间电压为﹣U，油滴做匀速运动时的速度大小为　3v　方向　向下　．

【分析】当两极板间电压为零，根据平衡关系得出油滴的重力和阻力的关系；若两极板间的电压为U，根据平衡求出电场力、重力和阻力的大小关系；最终再根据平衡求出两极板间电压为﹣U时电场力、重力和阻力的大小关系，从而得出油滴的速度大小和方向．

【解答】解：若两极板间电压为零，经一段时间后，油滴以速率v匀速下降，有mg＝kv，

若两极板间的电压为U，经一段时间后，油滴以速率v匀速上升，知电场力大于重力，有：q菁优网-jyeoo＝mg+kv，

若两极板间电压为﹣U，则电场力方向向下，当油滴做匀速运动时，有kv′＝mg+q菁优网-jyeoo，

联立三式解得v′＝3v，方向向下．

故答案为：3v，向下．

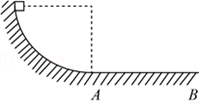
【点评】解决本题的关键能够对油滴进行正确的受力分析，掌握电场力的方向，运用平衡条件进行求解．

**四．计算题（共10小题）**

41．（潞州区校级期末）如图所示，质量为0.2kg的物体带电量为+4×10﹣4C，从半径为1.0m的光滑的菁优网-jyeoo圆弧的绝缘滑轨上端静止下滑到底端，然后继续沿水平面滑动。物体与水平面间的滑动摩擦系数为0.4，整个装置处于E＝103N/C水平向左的匀强电场中，求：

（1）物体滑到A点时的速度；

（2）物体在水平面上滑行的最大距离。



【分析】（1）物体沿光滑圆弧轨道下滑过程，重力和电场力做功，根据动能定理求出物体滑到A点时的速度；

（2）对物体静止释放到最终速度为零整过过程运用动能定理，求出物体在水平面滑行的最大距离。

【解答】解：（1）物体从释放到A点过程，由动能定理有

mgR﹣qER＝菁优网-jyeoo

代入数据：0.2×10×1.0﹣4×10﹣4×103×1.0＝菁优网-jyeoo

解得：v＝4m/s

（2）当E水平向左时，物体在水平面滑动时要克服电场力和摩擦力做功，设物体在水平面上滑行的最大距离为x，由动能定理得到

mgR﹣Eqx﹣μmgx＝0﹣0

代入数据：0.2×10×1.0﹣4×10﹣4×103x﹣0.4×0.2×10x＝0﹣0

解得：x＝0.5m

答：（1）物体滑到A点时的速度为4m/s；

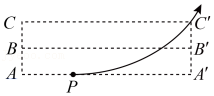
（2）物体在水平面上滑行的最大距离为0.5m。

【点评】解决本题的关键掌握动能定理，注意运用动能定理解题需要选择合适的研究过程。

42．（宜春月考）如图所示，虚线框内有匀强电场，AA'、BB'、CC'是该电场的三个等势面，相邻等势面间的距离为0.5cm，其中BB'为零势面。一个质量为m、电荷量为q的粒子沿AA'方向以初动能Ek自图中的P点进入电场，刚好从C'点离开电场。已知PA'＝2cm，粒子的重力忽略不计。

（1）粒子到达C'点时的动能；

（2）物体通过零势能面时的动能。



【分析】（1）电场线与等势面垂直，而电场力指向轨迹的内侧，则知匀强电场的方向竖直向上，带电粒子做类平抛运动，根据水平方向上做匀速直线运动，竖直方向上做初速度为零的匀加速直线运动，求出末速度与初速度的关系，从而得出末动能和初动能的关系；

（2）根据动能定理求解物体通过零势能面时的动能。

【解答】解：（1）带电粒子做类平抛运动，水平方向上做匀速直线运动，竖直方向上做初速度为零的匀加速直线运动，有：v0t＝2cm，菁优网-jyeoo＝1cm，解得vy＝v0。

故离开电场C′点时的速度v＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoov0．因为初动能Ek＝菁优网-jyeoomv02，粒子到达C′点时的动能EK′＝菁优网-jyeoomv2＝mv02＝2Ek；

（2）由AA'运动到BB'过程中，由动能定理有：W1＝Ek2﹣Ek，

由AA'运动到CC'过程中，由动能定理有：W2＝EK′﹣Ek＝Ek

又W1＝菁优网-jyeoo，故：菁优网-jyeoo＝Ek2﹣Ek，解得：Ek2＝菁优网-jyeoo。

答：（1）粒子到达C'点时的动能为2Ek；

（2）物体通过零势能面时的动能菁优网-jyeoo。

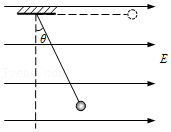
【点评】解决本题的关键知道粒子做类平抛运动，知道水平方向上和竖直方向上的运动规律，并能应用动能定理求解物体某时刻的动能。

43．（丰台区二模）如图所示，用一条长l＝0.2m的绝缘轻绳悬挂一个带电小球，小球质量m＝1.0×10﹣2kg，所带电荷量q＝+2.0×10﹣8C。现加一水平方向的匀强电场，电场区域足够大，平衡时绝缘绳与竖直方向夹角θ＝37°，已知g＝10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8。

（1）求匀强电场电场强度的大小；

（2）若将轻绳向右拉至水平后由静止释放，求小球到达最低点时的速度大小；

（3）若在图中所示位置剪断轻绳，判断小球此后的运动情况，并求0.1s后小球的速度大小。

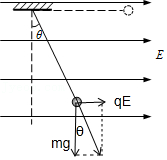


【分析】（1）小球在电场中受重力、电场力和拉力处于平衡，根据共点力平衡求出匀强电场的电场强度大小；

（2）小球由静止释放至最低点过程中，由动能定理求出达到最低点的速度大小；

（3）剪断细线，小球受重力、电场力，根据牛顿第二定律求出加速度的大小和方向．

【解答】解：（1）小球静止，受力平衡，对小球受力分析如图所示：



Eq＝mgtan37°

解得：E＝3.75×106N/C

（2）小球由静止释放至最低点过程中，由动能定理：菁优网-jyeoo

解得：v＝1m/s

（3）剪断轻绳后，小球做匀加速直线运动。

根据牛顿第二定律可得：菁优网-jyeoo

0.1s后小球的速度v＝at

联立解得：v＝1.25m/s

答：

（1）匀强电场电场强度的大小为3.75×106N/C；

（2）若将轻绳向右拉至水平后由静止释放，小球到达最低点时的速度大小为1m/s；

（3）若在图中所示位置剪断轻绳，小球此后做匀加速直线运动，0.1s后小球的速度大小为1.25m/s。

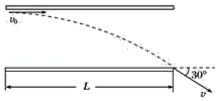
【点评】解决本题的关键能够正确地进行受力分析，运用共点力平衡和牛顿第二定律进行求解．

44．（郫都区校级月考）长为L的平行金属板水平放置，两极板带等量的异种电荷，板间形成匀强电场，一个带电荷量为+q、质量为m的带电粒子，以初速度v0紧贴上极板垂直于电场线方向进入该电场，刚好从下极板边缘射出，射出时速度恰与下极板成30°角，如图所示，不计粒子重力，求：

（1）粒子末速度的大小；

（2）匀强电场的场强；

（3）两板间的距离。



【分析】（1）由平抛规律得到竖直方向分速度，再由勾股定理求出总速度

（2）用类平抛规律求出加速度，再通过电场公式求出电场强度

（3）用类平抛的二倍正切值关系可以直接求出板的间距

【解答】解：

（1）在图中可以看到，电荷出金属板时候速度与水平向夹角为30°，所以根据三角形关系：

v＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

（2）由于vy＝tan30°v0＝菁优网-jyeoo；

电荷飞行时间：t＝菁优网-jyeoo

电荷在电场中的加速度：a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

所以有：a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

解得：E＝菁优网-jyeoo

（3）因为位移角得正切值等于菁优网-jyeootanθ，所以就有：

菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeootan30°；

解得：d＝菁优网-jyeoo

答：（1）粒子得末速度大小为菁优网-jyeoo

（2）匀强电场得场强大小为菁优网-jyeoo

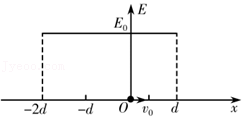
（3）两板间得距离为菁优网-jyeoo

【点评】1.此题需要熟练掌握平抛运动的二倍角关系应用。

2.同时要注意在类平抛中加速度不等于g

3.难点在于如何利用电场与加速度得关系与类平抛运动得加速度关系共同得到场强E

45．（河南一模）匀强电场的方向沿x轴正方向，电场强度E随x的分布如图所示，图中E0和d均为已知量。某一时刻，一质量为m、带电荷量为﹣q（q＞0）的粒子在O点以速度v0沿x轴正方向开始运动，不计粒子重力。求：该粒子在电场中的运动时间和该粒子离开电场时的速度大小。



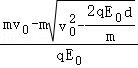
【分析】粒子可能动右端电场射出，也可能从左侧电场边缘射出，在整个运动过程中，根据动能定理求得离开电场的速度大小，根据动量定理求得在电场中运动的时间。

【解答】解：假设该粒子从x＝d离开电场。设该粒子在电场中的运动时间为t1，该粒子离开电场时的速度大小为v1，由动能定理得

菁优网-jyeoo

规定v0的方向为正方向，由动量定理得

﹣qE0t1＝mv1﹣mv0

联立解得：t1＝

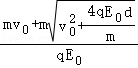
v1＝菁优网-jyeoo

假设该粒子从x＝﹣2d离开电场。设该粒子在电场中的运动时间为t2，该粒子离开电场时的速度大小为v2，由动能定理得

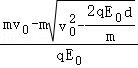
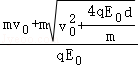
菁优网-jyeoo

规定v0的反方向为正方向，由动量定理得

qE0t2＝mv2﹣（﹣mv0）

联立解得t2＝

v2＝菁优网-jyeoo

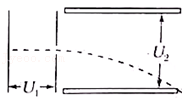
答：该粒子在电场中的运动时间为或者，该粒子离开电场时的速度大小为菁优网-jyeoo或者菁优网-jyeoo。

【点评】本题主要考查了动能定理和动量定理，明确粒子可能会从左端射出，也可能会从右端射出，在利用动量定理时要规定正方向。

46．（东安区校级月考）如图所示，有一电子由静止开始经电压为U1的电场加速后，从两平行金属板正中间垂直电场方向射入电场，并且恰能从下板右边缘穿出电场。已知两平行金属间距离为d、板长为l，且电子的质量为m、电荷量为e，求：

（1）电子离开电场U1时的速度v0；

（2）两金属板间的电压U2。



【分析】（1）对直线加速过程运用动能定理直接列式求解即可；

（2）在偏转电场U2中粒子做类平抛运动，将运动分解为沿着极板方向的匀速直线运动和垂直极板方向的匀加速直线运动，然后运用运动学公式列式求解；

【解答】解：（1）质子在加速电场中由动能定理可知：eU1＝菁优网-jyeoo，解得：v0＝菁优网-jyeoo

（2）质子在偏转电场中的运动可分解为沿着极板方向的匀速直线运动和垂直极板方向的匀加速直线运动

沿着极板方向：L＝v0t

竖直极板方向：菁优网-jyeooat2

加速度：a＝菁优网-jyeoo

联立解得：菁优网-jyeoo

答：（1）电子离开电场U1时的速度v0为菁优网-jyeoo；

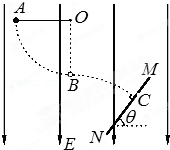
（2）两金属板间的电压U2为菁优网-jyeoo

【点评】本题关键是分析清楚粒子的运动规律，对于类平抛运动，可以将运动分解为初速度方向的匀速直线运动和沿电场力方向的匀加速直线运动，同时结合动能定理列式求解．

47．（台江区校级期中）如图所示，空间有场强E＝1.0×102V/m、竖直向下的电场，长L＝0.8m、不可伸长的轻绳固定于O点。另一端系一质量m＝0.5kg、带电q＝+5×10﹣2C的小球，拉起小球至绳水平后在A点无初速度释放，当小球运动至O点的正下方B点时绳恰好断裂，小球继续运动并垂直打在同竖直平面且与水平面成θ＝53°、无限大挡板MN上的C点。试求：

（1）小球运动到B点时速度大小及绳子的最大张力；

（2）小球运动到C点时速度大小及A、C两点的电势差。



【分析】（1）根据动能定理求出小球经过最低点时的速度；经过最低点时，由重力、电场力和细线的拉力的合力提供小球的向心力，由牛顿第二定律求出细线对小球的拉力；

（2）根据速度合成与分解求解C点的速度，从A到C根据动能定理求解A和C的高度差，根据电场强度和电势差的关系求解电势差。

【解答】解：（1）A到B的过程，由动能定理可得：（mg+qE）L＝菁优网-jyeoomvB2﹣0

在B点根据牛顿第二定律可得：F﹣（mg+qE）＝m菁优网-jyeoo

解得：vB＝4菁优网-jyeoom/s，F＝30N；

（2）设AC高度为hAC，C点速度为vC

根据速度合成与分解可得：vC＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom/s＝5菁优网-jyeoom/s

从A到C根据动能定理可得：（qE+mg）hAC＝菁优网-jyeoomvC2﹣0

根据电场强度和电势差的关系可得：U＝EhAC

联立解得：U＝125V。

答：（1）小球运动到B点时速度大小为4菁优网-jyeoom/s，绳子的最大张力为30N；

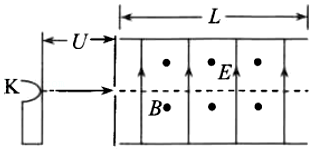
（2）小球运动到C点时速度大小为5菁优网-jyeoom/s，A、C两点的电势差为125V。

【点评】本题是带电物体在电场中圆周运动问题，动能定理和向心力结合是常用的解题方法；粒子垂直进入电场中做的是类平抛运动，考查学生对类平抛运动的规律的应用。

48．（云南模拟）如图所示，水平放置的长度为L的两平行板间有匀强电场和匀强磁场。电场强度方向竖直向上，大小为E；磁感应强度垂直纸面向外，大小为B。电子从电极K处由静止开始经加速电压U加速后，沿水平直线穿过两平行板间的电场、磁场区域，已知电子的电荷量为e，质量为m，忽略电子的重力以及电子间的相互作用。求

（1）加速电压U的大小；

（2）若撤去磁场，电子恰能从极板右边沿射出，电子通过两极板的过程中电场力对电子做的功。



【分析】通过电子在复合场中做直线运动判断电子的运动和受力情况，求出电子的在复合场中的速度，求出加速电场的场强，撤去磁场后电子做类平抛运动求出电子在沿电场方向的位移，求出电场力对电子做的功。

【解答】解：（1）电子在两极板间沿水平直线穿过两平行板，故受力平衡：eE＝evB

电子在加速器中加速，由动能定理得：eU＝菁优网-jyeoo

解得：U＝菁优网-jyeoo

（2）撤去磁场后，电子在电场中做类平抛运动，在垂直于电场方向上匀速直线运动：L＝vt

电子在电场中运动的加速度：eE＝ma

电子在两极板中竖直方向偏移的距离：y＝菁优网-jyeoo

电场力做功：W＝eEy

解得：W＝菁优网-jyeoo

答：（1）加速电压U的大小为菁优网-jyeoo；

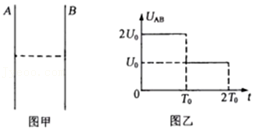
（2）若撤去磁场，电子恰能从极板右边沿射出，电子通过两极板的过程中电场力对电子做的功为菁优网-jyeoo。

【点评】解题关键是通过电子在电磁场中做直线运动判断出电子做匀速直线运动，求出电子在电磁场中的速度。电子在撤去磁场后做类平抛运动，通过类平抛运动求验电场方向的位移。

49．（二模二模）如图所示，图甲中A、B是两个足够大的平行金属板，两平行板间加如图乙所示电压，U0、T0为已知。质量为m、电量为q的带正电粒子在t＝0时刻从紧靠A板位置由静止释放（不计重力），粒子经2T0时间到B板。求：

（1）粒子到达B板时的速度v；

（2）两个金属板间的距离d。



【分析】根据牛顿第二定律求两个阶段的加速度，根据运动学公式求解末速度和位移。

【解答】解：（1）设极板间距为d，粒子在极板间分别做匀加速直线运动

0～T0时间内电场强度为：菁优网-jyeoo

根据牛顿第二定律：E1q＝ma1

解得：a1＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

T0时刻的速度为：v1＝aT0

T0～2T0时间内，a2＝菁优网-jyeoo

2T0时的速度为：v＝v1+v1+a2T0

解得：v＝菁优网-jyeoo

（2）根据位移﹣时间公式第一阶段的位移为：菁优网-jyeoo

第二阶段的位移为：菁优网-jyeoo

d＝x1+x2

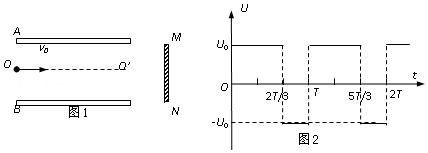
解得：d＝菁优网-jyeoo

答：（1）粒子到达B板时的速度为：菁优网-jyeoo；

（2）两个金属板间的距离d为得：菁优网-jyeoo。

【点评】解题的关键是电场力提供加速度，掌握运动学公式即可。

50．（瑶海区月考）如图（a）所示，平行金属板A和B的长均为L，板间距离为d，在离它们的右端相距菁优网-jyeoo处安放着垂直金属板的足够大的靶MN，现有粒子质量为m、带正电且电荷量为q的粒子束从AB的中点O沿平行于金属板的OO1方向源源不断地以v0的初速度射入板间，若在A、B板上加上如图（b）所示的方波形电压，t＝0时A板比B板的电势高，电压的正向值为U0，反向值也为U0，且U0＝菁优网-jyeoo，设粒子能全部打在靶MN上，而且所有粒子在AB间的飞行时间均为菁优网-jyeoo，不计重力影响，试问：



（1）要使粒子能全部打在靶MN上，板间距离d应满足什么条件？

（2）在距靶MN的中心O1点多远的范围内有粒子击中？

【分析】（1）粒子由t＝nT时刻进入电场时，加速度向下的时间是菁优网-jyeoo，加速度向上的时间是菁优网-jyeoo，向下侧移最大，而当粒子由t＝nT+菁优网-jyeoo时刻进入电场，向上侧移最大，由牛顿第二定律和运动学公式结合可求出向上侧移的最大值和向下侧移的最大值，即可得到范围。

（2）粒子在电场中运动时，加速度向下的时间是菁优网-jyeoo，加速度向上的时间是菁优网-jyeoo，所有粒子离开电场时都有相同的竖直方向的速度，粒子离开电场时速度方向相同，由分解速度可求出粒子飞出电场时速度方向与v0的夹角，结合粒子飞出电场时位置离O1点的距离范围，即可求出靶MN的长度最小值。

【解答】解：（1）零时刻进入的粒子向下偏转，设第一个菁优网-jyeoo的侧移量为y0＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

第一个、第二个和第三个菁优网-jyeoo的侧移量之比为1：3：3

y＝（1+3+3）y0＝菁优网-jyeoo

由于：菁优网-jyeoo≥y

所以：d≥菁优网-jyeoo

（2）所有粒子射出时都相互平行；分析可得：菁优网-jyeooT时刻进入的粒子的侧移量在OO1线上方y0位置射出，

根据相似三角形，可得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

所以：Y＝3v0L

菁优网-jyeooT时刻粒子打在O1下方，则Y1＝Y﹣2y0＝菁优网-jyeoo

零时刻进入的粒子打在O1下方，则Y2＝Y1+y+y0＝菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

所以O1点下方菁优网-jyeoo～菁优网-jyeoo处有粒子击中。

答：（1）要使粒子能全部打在靶MN上，板间距离d应满足的条件是d≥菁优网-jyeoo；

（2）在距靶MN的中心O1点下方菁优网-jyeoo～菁优网-jyeoo处有粒子击中。

【点评】本题粒子在周期性变化的电场中，要运用运动的分解法把握粒子运动的规律，也可以通过作v﹣t图象分析粒子在竖直方向的运动情况再求解。