## 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

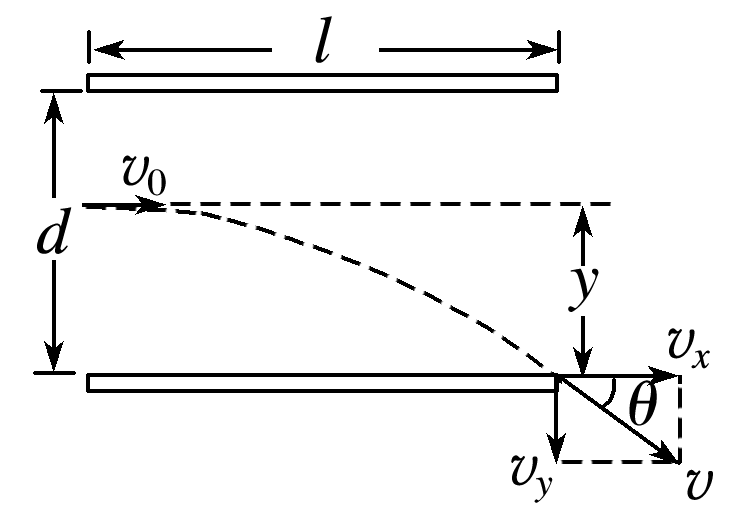
分析带电粒子的加速问题有两种思路：

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．

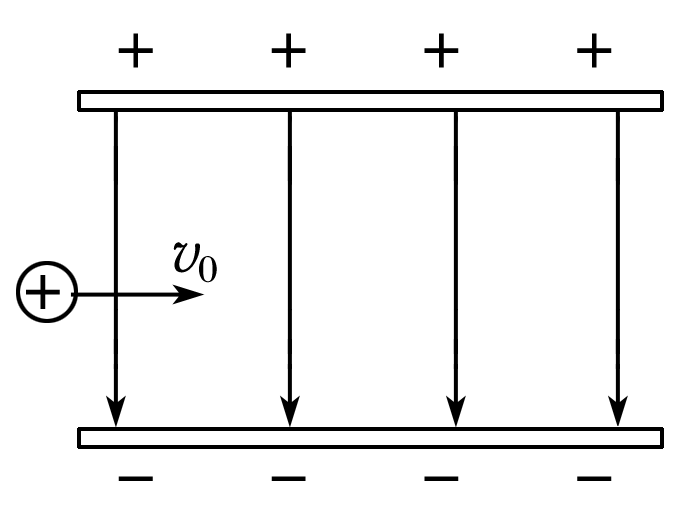
2．分析带电粒子在电场力作用下加速运动的两种方法

(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

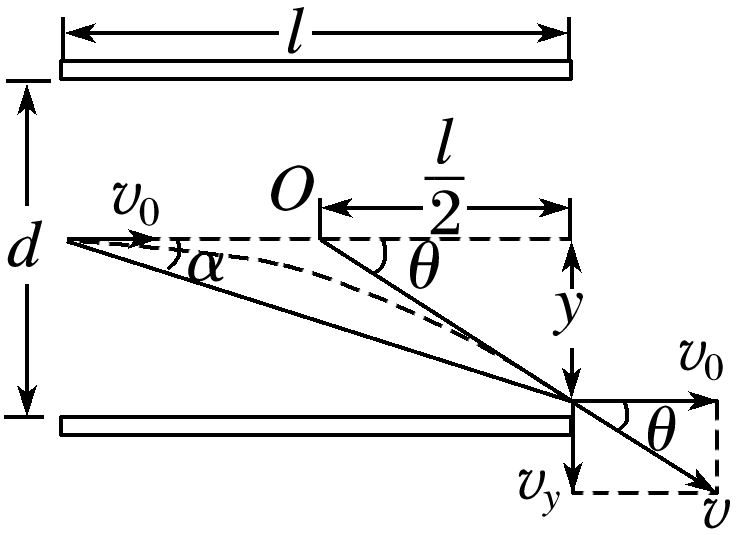
粒子在板间做类平抛运动，应用运动分解的知识进行分析处理．

(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

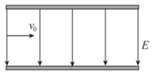
(1)粒子从偏转电场中射出时，其速度方向的反向延长线与初速度方向的延长线交于一点，此点为粒子沿初速度方向位移的中点．

(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．（东城区二模）如图所示，一价氢离子、一价氦离子和二价氦离子的混合物以相同的初速度沿垂直匀强电场的方向进入同一偏转电场，且经过偏转后都从右侧离开了电场，则三种粒子相同的是（　　）



A．离开偏转电场时的动能

B．在偏转电场中的时间

C．在偏转电场中偏转的角度

D．在偏转电场中的侧移量

【分析】三种粒子在偏转电场中做类平抛运动，垂直于电场方向上做匀速直线运动，根据动能定理求出加速获得的动能表达式，从而找到动能关系；根据运动的合成和分解规律确定时间关系；根据推论分析粒子偏转距离与加速电压和偏转电压的关系，从而得出偏转位移的关系以及偏转角度的关系。

【解答】解：A、因为粒子在电场中做类平抛运动，故y＝菁优网-jyeooat2＝菁优网-jyeoo×菁优网-jyeoo×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，根据动能定理，Ek2﹣Ek1＝W电＝Eqy，所以Ek2＝菁优网-jyeoomv2+菁优网-jyeoo，由于E、L、v都相同，但q、m不同，故离开偏转电场时的动能不相同，故A错误；

B、粒子做类平抛运动，故在偏转电场中的时间t＝菁优网-jyeoo，因L和v都相同，故时间相同，故B正确；

C、在偏转电场中偏转的角度为θ，则tanθ＝菁优网-jyeoo，由于E、L、v都相同，但q、m不同，故角度不相同，故C错误；

D、在偏转电场中的侧移量y＝菁优网-jyeooat2＝菁优网-jyeoo×菁优网-jyeoo×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，由于E、L、v都相同，但q、m不同，故侧移量不相同，故D错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键知道带电粒子在偏转电场中的运动情况，关键掌握运动的合成和分解规律的应用，得出对应的表达式即可正确求解。

2．（重庆模拟）一带电粒子在静电场中只受电场力作用时，不可能做的运动是（　　）

A．匀变速运动 B．匀速圆周运动

C．匀速直线运动 D．往复运动

【分析】明确不同电场的电场力性质，同时明确：匀速直线运动中，合力为零；匀变速运动中，合力恒定；匀速圆周运动中，合力指向圆心；往复运动中，合力充当回复力，指向平衡位置。

【解答】解：A、一带电粒子在静电场中只受电场力作用时，可能是匀强电场，则粒子运动是匀变速运动，故A错误；

B、粒子可能在点电荷电场中，以电场力为向心力做匀速圆周运动，故B错误；

C、粒子所受合力不为零，加速度不为零，粒子不可能做匀速直线运动，故C正确；

D、粒子可能在电场中做往复运动，如在等量同种点电荷产生的电场中，同种电荷的粒子在两个电荷连线之间某点释放后，受到的电场力提供回复力，使粒子做往复运动，故D错误。

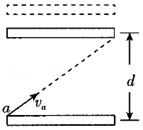
本题选不可能的，

故选：C。

【点评】本题关键是明确匀速直线运动、匀变速运动、匀速圆周运动、往复运动中力和运动的关系，同时掌握常见电场的性质才能准确求解．

## 随堂练习

1．（天津模拟）如图所示，水平放置的充电平行金属板相距为d，其间形成匀强电场，一带正电的油滴从下极板左边缘射入，并沿直线从上极板右边缘射出，油滴质量为m，带电荷量为q。现仅将上极板上移少许，其他条件保持不变，重力加速度为g，则下列分析正确的是（　　）



A．上移后，油滴的运动轨迹是曲线

B．上移后，电场强度大小小于菁优网-jyeoo，方向竖直向上

C．上移后，下极板和上极板之间的电势差为菁优网-jyeoo

D．上移后，油滴穿越两板之间的电场时电势能减少了mgd

【分析】仅将上极板上移些许，其它条件保持不变，板间电场强度不变，油滴的受力情况不变，运动情况不变。油滴在电场中受到重力和电场力，而做直线运动，电场力与重力必定平衡做匀速直线运动，否则就做曲线运动。根据平衡条件求电场强度，根据U＝Ed求解电势差；根据功能关系确定电势能减少量。

【解答】解：AB、由于油滴沿直线在极板间运动，可知油滴一定做匀速直线运动，可得qE＝mg，则电场强度大小为菁优网-jyeoo，根据公式菁优网-jyeoo，菁优网-jyeoo，可得菁优网-jyeoo，则当上极板向上移动时，E不变，方向竖直向上，仍有qE＝mg，所以油滴的运动轨迹仍然是直线，故AB错误；

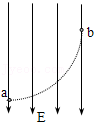
C、综上分析，由于E不变，根据U＝Ed，当上极板向上移动少许，d变大，所以U变大，两极板间的电势差不再是菁优网-jyeoo，故C错误；

D、当上极板向上移动少许，E不变，所以油滴射出电场时的位置也不变，重力做的负功为﹣mgd，则电场力做的正功为mgd，根据功能关系可知，油滴的电势能减少了mgd，故D正确。

故选：D。

【点评】本题是带电粒子在电场中运动的问题，关键是掌握电容器带电量不变，只改变两板间距离时的电场强度的推论：E＝菁优网-jyeoo，知道电容器带电量不变，仅仅改变电容器极板间距离时板间场强不变。要能正确分析油滴的受力情况，判断出粒子做匀速直线运动。

2．（瑶海区月考）一带电油滴在匀强电场E中的运动轨迹如图中虚线所示，电场方向竖直向下。若不计空气阻力，则此带电油滴从a运动到b的过程中，下列说法不正确的是（　　）



A．油滴带负电

B．电势能减少

C．动能增加

D．重力势能和电势能之和增加

【分析】根据油滴的运动轨迹情况，可以判断出电场力方向，确定油滴的电性，分析电场力做功情况判断电势能的变化，然后根据功能关系求解即可。

【解答】解：A、由轨迹图可知，带电油滴所受的电场力竖直向上，与电场强度方向相反，所以油滴带负电，故A正确。

B、从a到b的运动过程电场力做正功，电势能减少，故B正确；

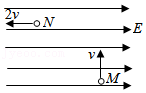
CD、根据功能关系可知，油滴在从a到b的运动过程中，只有重力、电场力做功，因此重力势能、电势能、动能三者之和保持不变，从a到b的运动过程中，重力势能增加，因此动能和电势能之和减少。因该过程中合外力向上，合外力做正功，动能增加，因此重力势能和电势能之和减小，故C正确，D错误；

本题选错误的，

故选：D。

【点评】本题在电场和重力场的复合场中运动问题，关键要能根据轨迹弯曲方向判断合外力方向，在学习过程中要明确各种功能关系是解这类问题的基础。

3．（瑶海区月考）如图所示，在水平向右的匀强电场中，质量为m的带电小球，以初速度v从M点竖直向上运动，通过N点时，速度大小为2v，方向与电场方向相反，则小球从M运动到N的过程（　　）



A．动能增加mv2 B．机械能增加2mv2

C．重力势能增加菁优网-jyeoomv2 D．电势能减小菁优网-jyeoomv2

【分析】小球的运动可以看成竖直方向竖直上抛和水平方向初速度为0的匀加速直线运动，分别分析两个方向的运动即可，注意两个运动的等时性。

【解答】解：小球的运动可以看成竖直方向的竖直上抛和水平方向在电场力作用下的初速度为0的匀加速直线运动。

A、小球的动能增加量为△Ek＝菁优网-jyeoom（2v）2﹣菁优网-jyeoomv2＝菁优网-jyeoomv2，故A错误；

B、除重力外，只有电场力做功，电场力做功等于小球的机械能增加量，电场力做功等于水平方向小球动能的增加量△E＝菁优网-jyeoom（2v）2＝2mv2，即小球的机械能增加量为2mv2，故B正确；

C、竖直方向只有重力做功，小球做竖直上抛运动，到达N点竖直速度为0，竖直方向动能减小量为菁优网-jyeoomv2，即重力势能增加菁优网-jyeoomv2，故C错误；

D、电场力做正功，电势能减小，电势能的减小量等于水平方向电场力所做的功2mv2，故D错误；

故选：B。

【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，注意电场力和重力做功的特点。

# 综合练习

**一．选择题（共20小题）**

1．（南充模拟）一平行板电容器的两极板与一电源相连，极板水平放置，极板间距为d。当两极板间的电压为U时，两板间有一带电粒子（质量和电荷量分别为m、q）静止在电容器中，当两极板间的电压增大△U后，粒子开始运动，则粒子开始运动的加速度大小和方向分别为（　　）

A．q菁优网-jyeoo，竖直向下 B．q菁优网-jyeoo，竖直向上

C．q菁优网-jyeoo，竖直向下 D．q菁优网-jyeoo，竖直向上

【分析】利用U和d求解电场强度，因为原来带点粒子静止，说明粒子受到的电场力和重力平衡，首先列出平衡的表达式；电压增大△U后，列牛顿第二定律表达式，综合以上表达式即可求解。

【解答】解：当两极板间电压为U时，电场强度的大小菁优网-jyeoo，带电粒子静止，由平衡条件得qE1＝mg.

当两极板间的电压增大△U后，菁优网-jyeoo，因为E2＞E1，所以qE2＞qE1＝mg，可知粒子的合外力竖直向上，加速度竖直向上.

由牛顿第二定律得qE2﹣mg＝ma，整理得菁优网-jyeoo，故B正确，ACD错误.

故选：B。

【点评】本题考查了平行板电容器的场强与电势差的关系，以及受力平衡和牛顿第二定律的知识，处理时只要将以上规律有机结合起来，即可以达到解题的目的，本题考查简洁精炼，难度不大，是一道力电综合的典型题目。

2．（惠州模拟）利用电场可以使带电粒子的运动方向发生改变。现使一群电荷量相同、质量不同的带电粒子同时沿同一方向垂直射入同一匀强电场，经相同时间，速度的偏转角相同，不计粒子重力及粒子间的相互作用，则它们在进入电场时一定具有相同的物理量是（　　）

A．初速度 B．动量 C．加速度 D．动能

【分析】粒子在电场中做类平抛运动，经相同时间速度的偏转角相同；根据运动的合成和分解规律写出粒子偏转角的公式，即可找到合适的物理量。

【解答】解：粒子在电场中做类平抛运动，沿电场方向上，粒子的加速度：a＝菁优网-jyeoo，时间t时速度vy＝at＝菁优网-jyeoo；

垂直电场方向上速度vx＝v0；

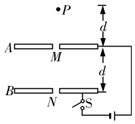
经相同时间速度的偏转角：tanθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

从表达式可以看出，在电场一定、时间相同，粒子电荷量相同的情况下，偏转角仅与粒子的初动量有关，即它们在进入电场时一定具有相同的初动量，故ACD错误，B正确。

故选：B。

【点评】本题考查带电粒子在电场中的偏转问题，只要明确类平抛运动的性质，会根据两分运动的规律写出粒子穿越电场的偏转角的表达式即可。

3．（江苏模拟）如图所示，A、B为平行金属板，两板相距为d，分别与电源两极相连，两板的中央各有小孔M、N．今有一带电质点，自A板上方相距为d的P点由静止自由下落（P、M、N三点在同一竖直线上），空气阻力不计，到达N点时速度恰好为零，然后按原路径返回。若保持两板间的电压不变，则（　　）



A．若把A板向上平移一小段距离，质点自P点下落仍能返回

B．若把B板向下平移一小段距离，质点自P点下落仍能返回

C．若把A板向上平移一小段距离，质点自P点下落后将穿过N孔继续下落

D．若把B板向上平移一小段距离，质点自P点下落后将穿过N孔继续下落

【分析】一带电质点自A板上方相距为d的P点由静止自由下落（P、M、N在同一竖直线上），空气阻力不计，到达N孔时速度恰好为零，然后沿原路返回，根据动能定理知，在此过程中重力做功与电场力做功大小相等。移动上下极板，抓住两板间的电势差不变，通过动能定理判断带电质点的运动情况。

【解答】解：AC、由题设条件知，mg•2d﹣qU＝0，知电场力做功等于重力做功的大小。把A板向上平移一小段距离，质点自P点自由下落，根据动能定理知，mg•2d﹣qU＝0，小球到达N点速度为零然后返回。故A正确，C错误。

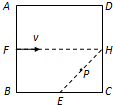
B、将B板向下移动一小段距离，根据动能定理知：mg•（2d+x）﹣qU＞0，知小球到达N点速度不为零，小球会穿过N孔继续下落。故B错误。

D、将B板向上移动一小段距离，根据动能定理知：mg•（2d﹣x）＜qU，小球到达N点前速度就减小为零，然后返回。故D错误。

故选：A。

【点评】对于本题选择全过程为研究过程，运用动能定理进行求解比较方便，在运用动能定理时，抓住电势差不变，电场力做功不变，比较电场力做功与重力做功的关系进行分析。

4．（江苏模拟）如图所示，在正方形ABCD区域内有平行于AB边的匀强电场，E、F、H是对应边的中点。P点是EH的中点。一个带正电的粒子（不计重力）从F点沿FH方向射入电场后恰好从C点射出，以下说法正确的是（　　）



A．粒子的运动轨迹经过P点

B．粒子的运动轨迹经过PH之间某点

C．若增大粒子的初速度可使粒子垂直穿过EH

D．若将粒子的初速度变为原来的一半，粒子恰好由E点从BC边射出

【分析】由题意可知电场方向在竖直方向，粒子做的是类平抛运动，和平抛运动的规律类似，只不过平抛时受到重力，这个题受的是电场力。仿照平抛运动的分析方法，水平方向做匀速直线运动，竖直方向做初速为零的匀加速直线运动，根据平抛运动的规律分析即可。

【解答】解：AB、粒子从F点沿FH方向射入电场后恰好从C点射出，其轨迹是抛物线，根据推论知，过C点做速度的反向延长线一定与水平位移交于FH的中点，而延长线又经过P点，所以粒子轨迹一定经过PE之间某点，故A、B错误；

C、由上知，粒子从C点射出时速度反向延长线与EH垂直。若增大初速度，粒子轨迹可能经过PH之间某点，根据速度的反向延长线交水平位移中点，可知粒子不可能垂直穿过EH．故C错误。

D、由平抛知识类比可知，当竖直位移一定时，水平速度变为原来的一半，则水平位移也变为原来的一半，粒子恰好由E点射出BC．故D正确。

故选：D。

【点评】本题运用类比的方法分析比较简单，也可以运用运动的分解法研究类平抛运动，根据运动学公式和推论，分析时间和竖直关系进行求解。

5．（宁县校级期末）在示波管中，电子枪在2秒内发射了5×1015个电子，已知电子的电量e＝1.6×10﹣19C，则示波管中的电流大小和方向为（　　）

A．大小为8×10﹣4A，和发射方向相同

B．大小为4×10﹣4A，和发射方向相同

C．大小为8×10﹣4A，和发射方向相反

D．大小为4×10﹣4A，和发射方向相反

【分析】每个电子的电荷量大小为e＝1.6×10﹣19C．根据电流的定义式I＝菁优网-jyeoo，求解示波管中电流的大小，方向为正电荷的运动方，与负电荷运动方向相反

【解答】解：每个电子的电荷量大小为：e＝1.6×10﹣19C，

5×1015个电子总电荷量为：q＝5×1015×1.6×10﹣19C＝8×10﹣4C，

则示波管中电流大小为：I＝菁优网-jyeoo。

电流方向为正电荷运动方向，故与负电荷运动方向相反，故D正确

故选：D。

【点评】本题首先要了解电子的电荷量等于元电荷，是个常量．其次要掌握电流的定义式．

6．（辽宁模拟）带电粒子射入两块平行板间的匀强电场中，入射方向跟极板平行，重力不计，若初动能为EK，则出场时动能为2EK．如果初速度增加为原来的2倍，则出场时动能为（　　）

A．3EK B．4EK C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】两个过程中带电粒子做类平抛运动，水平方向匀速直线，竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动，两过程初速度不同故在磁场中运动时间不同，在竖直方向的位移不同，最后用动能定理求解．

【解答】解：设粒子第一个过程中初速度为v，电场宽度为L，初动能为 Ek＝菁优网-jyeoo。

第一个过程中粒子沿电场线方向的位移为：y＝菁优网-jyeooat2＝菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo

第一个过程由动能定理：qEy＝2Kk﹣Ek＝Ek；

第二个过程中沿电场线方向的位移为：Y＝菁优网-jyeoo，初动能为Ek′＝菁优网-jyeoo；

根据动能定理得：qEY＝Ek末﹣4Ek

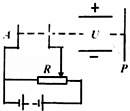
代入得：qE•菁优网-jyeooy＝Ek末﹣4Ek，

解得：EK末＝4.25Ek

故选：D。

【点评】本题是动能定理和类平抛运动知识的综合应用，用相同的物理量表示电场力做功是解题的关键．

7．（山东模拟）如图所示，A板发出的电子经加速后，水平射入水平放置的两平行金属板间，金属板间所加电压为之U，电子最终打在光屏P上．只改变某一条件，关于电子的运动，下列说法中正确的是（　　）



A．滑动变阻器滑片向右移动时，电了打在荧光屏上的位置上升

B．滑动变阻器滑片向左移动时，电子打在荧光屏上的位置上升

C．电压U增大时，电子从发出到打在荧光屏上的时间增大

D．电压U增大时，电子打在荧光屏上的速度大小不变

【分析】滑动触头向右移动时，加速电压增大，加速后速度变大，粒子在偏转电场中运动时间变短，粒子在平行偏转电场方向的位移减小．同理触头向左移动时，加速电压减小，加速后速度变小，粒子在电场中运动时间变长，粒子在平行偏转电场方向的位移增大；当加速电压不变时，偏转电压变化，影响平行电场方向的电场力的大小，也就是影响加速度的大小，粒子在电场中运动时间不变，改变偏转的位移大小．

【解答】解：电子在加速电场中做加速运动，根据动能定理得：eU′＝菁优网-jyeoo，则得电子获得的速度为：v＝菁优网-jyeoo。

电子进入偏转电场后做类平抛运动，电子在沿极板方向做匀速直线运动，粒子在电场中运动时间：t＝菁优网-jyeoo；

在平行电场方向做初速度为0的匀加速直线运动，加速度a＝菁优网-jyeoo，电子在电场方向偏转的位移y＝菁优网-jyeoo。

联立以上各式得：y＝菁优网-jyeoo

又因为偏转电场方向向下，所以电子在偏转电场里向上偏转。

A、B：滑动触头向右移动时，加速电压U′变大，由上可知电子偏转位移变小，因为电子向上偏转，故在屏上的位置下降，相反，滑动触头向左移动时，电子打在荧光屏上的位置上升，故A错误，B正确；

C、偏转电压U增大时，电子在电场中受到的电场力增大，即电子偏转的加速度a增大，又因为电子加速获得的速度v不变，电子在电场中运动的时间不变，离开电场后做匀速直线运动，由于水平速度不变，运动时间也不变，所以电子从发出到打在荧光屏上的时间不变。故C错误。

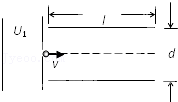
D、电子在电场中运动的时间不变，a增大，而电子打在屏上的速度为v′＝菁优网-jyeoo，故电子打在屏上的速度增大。故D错误。

故选：B。

【点评】电子在加速电场作用下做加速运动，要能运用动能定理可得电子获得的速度与加速电场大小间的关系．

电子进入偏转电场后，做类平抛运动，运动时间受电场的宽度和进入电场时的速度所决定，电子在电场方向偏转的距离与时间和电场强度共同决定．熟练用矢量合成与分解的方法处理类平抛运动问题．

8．（郊区校级期末）带电粒子经加速电场加速后垂直进入两平行金属板间的偏转电场，要使它离开偏转电场时偏转角增大，可采用的方法有（　　）



A．增加带电粒子的电荷量 B．增加带电粒子的质量

C．增高加速电压 D．增高偏转电压

【分析】先由动能定理求出粒子进入偏转电场时的速度，利用类平抛规律求出粒子离开偏转电场时的速度偏角的正切值，然后讨论即可．

【解答】解：设带电粒子进入偏转电场时的速度为v0，加速电压为U1，偏转电压为U2。

带电粒子在加速过程，应有：qU1＝菁优网-jyeoomv02①

进入偏转电场后，设粒子在偏转电场运动时间为t，加速度为a，偏转角为θ，由类平抛规律：

L＝v0t ②

菁优网-jyeoo③

tanφ＝菁优网-jyeoo④

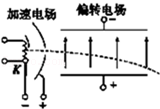
得：tanφ＝菁优网-jyeoo

可见，偏转角与带电粒子的电量和质量无关；要使偏转角增大，可减小加速电压U1或增大偏转电压U2．故ABC错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题关键应掌握带电粒子在匀强电场中做“类平抛运动”的求解思路和方法，熟练运用牛顿第二定律和运动学公式进行求解偏转角的正切．

9．（红花岗区校级期末）如图所示，从炽热的金属丝漂出的电子（速度可视为零），经加速电场加速后从两极板中间垂直射入偏转电场，电子的重量不计．在满足电子能射出偏转电场的条件下，下述四种情况中，一定能使电子的偏转角变大的是（　　）



A．仅增加加速电场的电压

B．仅增大偏转电极间的距离

C．仅增大偏转电极间的电压

D．仅减小偏转电极间的电压

【分析】电子经电场加速后，进入偏转电场，在水平方向上做匀速直线运动，在竖直方向上做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律和运动学公式求出电子离开电场时数值方向分速度，表示出偏转角正切值的表达式，从而判断使偏转角变大的方法．

【解答】解：根据动能定理：eU1＝菁优网-jyeoomv2﹣0，

在偏转电场中由平抛规律可得：

vy＝at＝菁优网-jyeoot，

运动时间为：t＝菁优网-jyeoo，

可得偏角的正切值为：tanθ＝菁优网-jyeoo，

解得：tanθ＝菁优网-jyeoo，

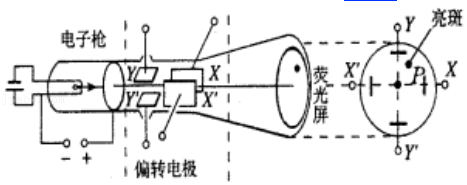
若使偏转角变大即使tanθ变大，

由上式看出可以增大U2，或减小U1，或增大L，或减小d。故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题是带电粒子先加速后偏转问题，电场中加速根据动能定理求解获得的速度、偏转电场中类平抛运动的研究方法是运动的分解和合成，常规问题．

10．（鼓楼区校级期中）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。如果在荧光屏上的P点出现亮斑，那么示波管中的（　　）



A．极板X带正电 B．极板X′不带电

C．极板Y′带正电 D．极板Y不带电

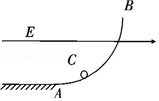
【分析】从P点坐标都是正值判断，电子先向Y板偏转，再向X板偏转。

【解答】解：亮斑P点X、Y坐标都是正值，说明电子都向XY板偏转，所以Y、X板都带正电，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】示波管里两组偏转场，重点看清使电子向哪里偏：YY′使电子向上或下偏，XX′使电子向前或后偏。

11．（沙坪坝区校级月考）如图所示，为模仿动物的爬行行为，用带正电的爬行小机器人C，沿四分之一圆弧形曲面，从圆弧底部A向B匀速率爬行，在此区域内有水平向右的匀强电场，则小机器从A向B爬行的过程中（　　）



A．所受合力保持不变

B．曲面对小机器人的作用力大小保持不变

C．摩擦力先变小后变大

D．摩擦力的方向与运动方向相反

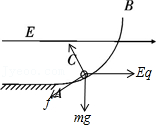
【分析】小机器人做匀速圆周运动，受重力、支持力和摩擦力以及电场力作用，合力沿着切线方向的分力为零，径向分量的合力提供向心力，根据牛顿第二定律列式以及矢量合成法则进行分析求解。

【解答】解：A、机器人受到的合外力充当向心力，故Fn＝菁优网-jyeoo，因机器人的速度方向发生变化，故合力的方向变化，故合力是变化的，故A错误；

B、曲面对小机器人的作用力F为支持力和摩擦力的合力，根据矢量合成法则，有：菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo，由于菁优网-jyeoo不变，而菁优网-jyeoo的大小不变、方向变化，故菁优网-jyeoo的大小是变化的，故B错误；

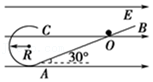
CD、小机器人受重力、电场力、支持力和摩擦力；将重力与电场力合成一个恒力，因匀速率爬行，因此先摩擦力与速度方向相反，当支持力与恒力共线后，摩擦力方向与速度相同，故摩擦力先做负功再做正功，在变化过程中摩擦力先减小后增大，摩擦力的方向也发生变化，故C正确，D错误。

故选：C。



【点评】本题关键是明确小机器人的受力情况和运动情况，再根据矢量合成规律进行分析，从而明确摩擦力以及斜面作用力的变化，本题还要注意不能将机器人的运动看作平衡处理，而是匀速圆周运动。

12．（重庆月考）如图所示，绝缘光滑轨道AB部分是倾角为30°的斜面，AC部分为竖直平面上半径为R的圆轨道，斜面与圆轨道相切。整个装置处于场强为E、方向水平向右的匀强电场中。现有一个质量为m的带正电小球，电荷量为q＝菁优网-jyeoo，要使小球能安全通过圆轨道，在O点的初速度最小值是（　　）



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

【分析】分析小球在斜面上的受力可知，小球所受重力与电场力的合力垂直斜面向下，即可知小球在斜面上做匀速直线运动，则过A画出圆弧轨道的直径，直径的另一端点即为小球在圆弧轨道上运动的等效最高点，小球在此点的速度最小，结合牛顿第二定律与动能定理即可分析。

【解答】解：对小球在斜面上的运动受力分析，如图所示：

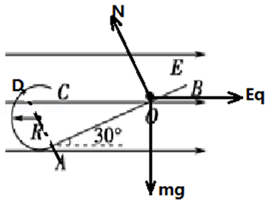
则有菁优网-jyeoo，则可知小球所受重力与电场力的合力垂直斜面向下，小球在斜面上做匀速直线运动，过A点画出圆弧轨道的直径，直径的另一端D点即为小球在圆弧轨道上运动的等效最高点，小球在此点的速度最小，此时小球在D点时，重力与电场力的合力等于小球所需要的向心力，设小球的初速度为v0，则由动能定理可得：菁优网-jyeoo

由向心力公式可得：菁优网-jyeoo

根据受力分析可知：菁优网-jyeoo

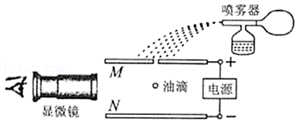
联立可得菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误。

故选：A。



【点评】本题考查利用等效法分析小球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。

13．（南京月考）密立根测定电子的电荷量的实验装置示意图如图所示。油滴室内有两块水平放置的平行金属板M、N，并分别与电压为U的恒定电源两极相连，板的间距为d。现有一质量为m的油滴在极板间匀速下落，不计空气阻力，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向上缓慢移动一小段距离，油滴将减速下降

【分析】油滴静止不动时，所受的电场力与重力平衡，由平衡条件分析油滴的电性；根据受力平衡得到电荷量及电场力方向，从而根据电场力做功得到电势能变化；再根据条件变化得到场强变化，从而根据电场力变化得到合外力变化，即可得到油滴运动。

【解答】解：A、油滴静止不动，受到向上的电场力，平行板电容器板间场强方向竖直向下，则油滴带负电，故A错误；

B、带电油滴在极板间匀速下落，故受力平衡，则有mg＝q菁优网-jyeoo，油滴带电荷量q＝菁优网-jyeoo，故B错误；

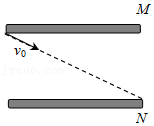
C、油滴下降过程中，电场力方向向上，则电场力做负功，电势能不断增大，故C错误；

D、将极板N向上缓慢移动一小段距离，d减小，电场力F＝q菁优网-jyeoo增大，合外力竖直向上，油滴将减速下降，故D正确；

故选：D。

【点评】本题整合了微粒的力平衡、电容器动态分析，由平衡条件判断微粒的电性，注意由受力情况来确定运动情况，是解题的思路．

14．（荔湾区校级期中）如图所示，水平放置的平行板电容器两极板间距为d，带负电的微粒质量为m、带电量为q，它从上极板的边缘以初速度v0射入，沿直线从下极板N的边缘射出，则（　　）



A．微粒做匀加速直线运动

B．微粒的电势能减少了mgd

C．两极板的电势差为菁优网-jyeoo

D．M板的电势低于N板的电势

【分析】微粒沿直线运动，则其所受的合力方向与速度方向在同一直线上或合力为零，即可判断出电场力方向竖直向上，而且电场力与重力相平衡，由平衡条件和U＝Ed求解电势差．由电场力方向判断出场强的方向，确定M、N两板电势关系．

【解答】解：

A、微粒进入竖直方向的匀强电场中，所受的电场力方向竖直向上或竖直向下，因为微粒做直线运动，可知，电场力方向必定竖直向上，而且电场力与重力平衡，微粒做匀速直线运动。故A错误。

B、微粒的重力势能减小了mgd，由能量守恒定律得知，微粒的电势能增加了mgd。故B错误。

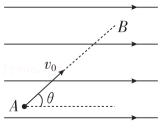
C、由mg＝qE＝q菁优网-jyeoo得，U＝菁优网-jyeoo．故C正确。

D、带负电的微粒所受电场力方向竖直向上，则场强方向竖直向下，则M板的电势高于N板的电势。故D错误。

故选：C。

【点评】本题关键根据质点做直线运动的条件分析微粒的受力情况，再确定运动情况，并分析功能关系．

15．（南安市校级月考）真空中某竖直平面内存在一水平向右的匀强电场，一质量为m的带电微粒恰好能沿图示虚线由A向B做直线运动，则下列判断正确的是（　　）



A．微粒一定带正电

B．微粒可能做匀速直线运动

C．微粒一定做匀减速直线运动

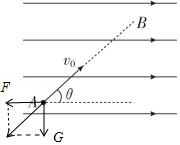
D．微粒一定做匀加速直线运动

【分析】带电微粒做直线运动，所以所受合力方向与运动方向在同一直线上，根据重力和电场力的方向可确定微粒运动的性质。

【解答】解：A、微粒做直线运动的条件是速度方向和合外力的方向在同一条直线上，微粒受到竖直向下的重力，只有微粒受到水平向左的电场力才能使得合力方向与速度方向相反且在同一条直线上，由此可知微粒所受的电场力的方向与场强方向相反，则微粒必带负电，故A错误；

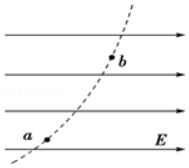
BCD、微粒受到向左的电场力与竖直向下的重力，合力的方向为左下方，与速度方向相反，所以运动过程中微粒做匀减速直线运动，故BD错误，C正确。

故选：C。



【点评】本题考查了带电微粒在电场和重力场中的运动，关键是分析得出重和电场力的关系，明确粒子做直线运动的条件。

16．（安溪县期中）如图所示，实线表示匀强电场中的一组电场线，一带电粒子（不计重力）经过电场区域从a点运动到b点，轨迹如图中虚线所示。关于粒子的运动情况，下列说法中可能的是（　　）



A．该粒子带正电荷

B．运动过程中粒子的加速度变大

C．运动过程中粒子的速度变大

D．运动过程中粒子的电势能变大

【分析】做曲线运动物体所受合外力指向曲线内侧，本题中粒子只受电场力，由此可判断电场力向左，从而分析粒子的电性；加速度的判断可以根据电场线的疏密进行，根据电场力方向与位移的夹角分析电场力做功情况，从而明确速度的变化和电势能的变化。

【解答】解：A、根据做曲线运动物体所受合外力指向曲线内侧，可知电场力的方向水平向左，与电场线的方向相反，所以粒子带负电，故A错误；

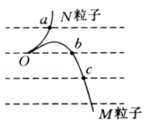
B、该电场是匀强电场，场强处处相同，粒子所受的电场力不变，则加速度不变，故B错误；

CD、粒子从a到b过程中电场力与速度方向成钝角，则电场力做负功，粒子的速度减小，电势能增大，故C错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题以带电粒子在电场中的运动为背景考查了带电粒子的速度、加速度、动能等物理量的变化情况，注意明确曲线运动的性质，根据轨迹确定受力方向是解题的关键。

17．（海珠区校级期中）图中虚线为匀强电场中与场强方向垂直的等间距平行直线。两粒子M、N质量相等，所带电荷的绝对值也相等。现将M、N从虚线上的O点以相同速率射出，两粒子在电场中运动的轨迹分别如图中两条实线所示。点a、b、c为实线与虚线的交点，已知O点电势高于c点。若不计重力，则下列叙述错误的是（　　）



A．M带负电荷，N带正电荷

B．N在a点的速度与M在c点的速度大小相同

C．N在从O点运动至a点的过程中电势能减少

D．M在从O点运动至b点的过程中，电场力对它做的功等于零

【分析】O点电势高于c点，根据电场线与等势线垂直，而且由高电势指向低电势，可判断出电场方向，根据等势面间电势的大小关系可知电场线方向，从而确定出粒子的电性；由动能定理可分析电场力对两电荷的做功情况，从而明确速度大小关系。

【解答】解：A、由题，这些平行直线是一些等势线，等势线在水平方向，O点电势高于c点，根据电场线与等势线垂直，而且由高电势指向低电势，可知电场方向竖直向下，根据粒子的轨迹可判断出N粒子所受的电场力方向竖直向上，M粒子所受的电场力方向竖直向下，所以M粒子带正电，N带负电，故A错误；

B、由于相邻等势线间的电势差相等，由W＝qU可知，M粒子从O到a与N粒子从O到c，电场力做功相等，两个粒子初动能相等，由动能定理可知，N在a点的速度与M在c点的速度大小相等，故B正确；

C、N从O点运动至a点的过程中电场力与速度的夹角为锐角，电场力做正功，电势能减小，故C正确；

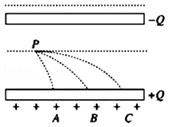
D、由于O点与b点在同一等势线上，即两点电势相等，所以两点电势差为零，由W＝qU可知，电场力做功为零，故D正确。

本题选错误的，

故选：A。

【点评】本题根据电场线与等势线垂直的特点确定电场线的方向，再根据粒子的偏转方向确定受力方向，从而判定粒子电性；同时由动能定理分析电场力做功也是常用的方法。

18．（泸县校级月考）如图所示，有三个质量相等的分别带正电、负电和不带电的粒子，从两水平放置的金属板左侧中央以相同的水平初速度v0先后射入电场中，最后在正极板上打出A、B、C三个点，则（　　）



A．落到A处粒子带负电，落到C处粒子带正电

B．三种粒子到达正极板时速度相同

C．三种粒子到达正极板时落在A、C处的粒子机械能增大，落在B处粒子机械能不变

D．三种粒子在电场中运动时间相同

【分析】因为上极板带负电，所以平行板间有竖直向上的电场，正电荷在电场中受到向上的电场力，负电荷受到向下的电场力；则不带电的小球做平抛运动，带负电的小球做类平抛运动，加速度比重力加速度大，带正电的小球做加速度比重力加速度小的类平抛运动，由此根据平抛和类平抛运动规律求解；再根据电场力做功情况分析机械能的改变情况。

【解答】解：AD、根据题意，三小球在竖直方向都做初速度为0的匀加速直线运动，球到达下极板时，在竖直方向产生的位移h相等，则有h＝菁优网-jyeoo，

解得：t＝菁优网-jyeoo；

由于平行板间有竖直向上的电场，正电荷在电场中受到向上的电场力，向下的合力最小，向下的加速度最小，负电荷受到向下的电场力，向下的合力最大，向下的加速度最大，不带电的小球做平抛运动，加速度为重力加速度g，根据t＝菁优网-jyeoo得到正电荷运动时间最长，负电荷运动时间最短，不带电的小球所用时间处于中间三粒子水平方向做匀速直线运动，水平位移：x＝v0t，由于初速度相同，所用时间越长则水平位移越大，所用A粒子带负电，B粒子不带电，C粒子带正电，故A正确，D错误；

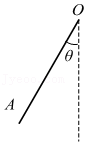
B、三种粒子下落过程它们的初动能相同，有重力和电场力做功，根据动能定理合力做功越多则末动能越大，而重力做功相同，A粒子带负电，电场力做正功；B粒子不带电，电场力不做功；C粒子带正电电场力做负功；所以动能EkC＜EkB＜EkA，故三种粒子到达正极板时的速度不相同，故BC错误。

C、B不带电，运动中机械能守恒，而A带负电，运动过程中电场力做正功，机械能减小，C带正电，运动过程中电场力做负功，机械能增加，故C错误。

故选：A。

【点评】本题考查带电粒子在电场和重力场中的运动，关键是确认不带电小球做平抛运动，带电小球做类平抛运动；分别对水平和竖直方向进行分析，明确水平方向匀速直线运动，竖直方向初速度为0的匀加速直线运动，由运动的合成与分解进行分析即可，同时要注意明确功能关系的应用。

19．（青羊区校级月考）如图所示，在竖直平面内存在一个匀强电场，一质量为m、带电量为+q的带电小球从O点静止释放且沿直线OA方向运动，已知直线OA与竖直方向夹角为θ，下列有关说法正确的是（　　）



A．小球运动过程中的加速度一定大于g

B．满足运动条件的匀强电场的最小值为菁优网-jyeoo

C．带电小球在运动时机械能一定增加

D．带电小球的重力势能和电势能之和一定减小

【分析】带电小球在运动过程中，只受重力mg和电场力F，由于小球做直线运动，其合力与速度在同一直线上，即合力方向与竖直方向夹角为θ，结合平行四边形定则分析最小的电场力，从而得到场强的最小值。根据电场力做功情况，判断电势能和机械能的变化情况。

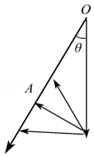
【解答】解：A、带电小球在重力和电场力作用下沿OA 方向运动，则带电小球所受的合力沿OA 方向，由三角形定则作图可知，合力可能大于重力，可能等于重力，可能小于重力，所以带电小球运动过程中的加速度可能大于g，可能等于g，可能小于g，故A错误；

B、由三角形定则可知，当电场力方向垂直于OA时，电场力最小，则有Eq＝mgsinθ，解得电场强度的最小值为菁优网-jyeoo，故B错误；

C、由图可知，电场力的方向与运动的方向的夹角可能是锐角，可能是直角，也可能是钝角，因此电场力可能做正功，可能不做功，也可能做负功，根据功能关系可知，除重力以外的其他力做功等于机械能的变化，因此带电小球的机械能可能增大，可能不变，也可能减小，故C错误；

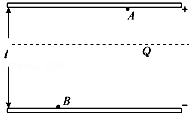
D、带电小球从O 点静止释放，小球将做匀加速直线运动，合力对小球一直做正功，小球的动能会一直增加，由能量守恒定律可得，带电小球的重力势能和电势能之和一定减小，故D正确。

故选：D。



【点评】本题关键是对小球受力分析后，根据三角形定则确定电场力F的大小和方向，然后根据功能关系判断机械能的变化情况。

20．（唐县校级月考）如图所示，一充电后平行板电容器的两极板相距l，在正极板附近有一质量为m、电荷量为q1（q1＞0）的粒子A，在负极板附近有一质量也为m、电荷量为﹣q2（q2＞0）的粒子B，仅在电场力的作用下两粒子同时从静止开始运动．已知两粒子同时经过一平行于正极板且与其相距菁优网-jyeool的平面Q，两粒子间相互作用力可忽略不计重力，则以下说法正确的是（　　）



A．电荷量q1与q2的比值为3：7

B．电荷量q1与q2的比值为3：4

C．粒子A、B通过平面Q时的速度之比为9：16

D．粒子A、B通过平面Q时的速度之比为3：7

【分析】通过匀变速直线运动公式及动能定理求解。

【解答】解：AB、由题意知，粒子A、B同时从静止开始做匀加速直线运动，粒子A、B运动到平面Q的位移之比为3：4，由a＝菁优网-jyeoo，x＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo得，电荷量q1与q2的比值为3：4，故A错误，B正确；

CD、两粒子从静止运动到平面Q的过程中由动能定理得：Eqx＝菁优网-jyeoo

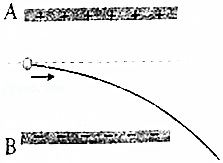
解得：v＝菁优网-jyeoo，则粒子A、B通过平面Q时的速度之比为3：4，故CD错误；

故选：B。

【点评】本题考查带电粒子在电场中的匀变速直线运动，熟练运动公式即可。

**二．多选题（共16小题）**

21．（瑶海区月考）让菁优网-jyeooH、菁优网-jyeooH、菁优网-jyeooHe和Al3+的混合物以相同的速度方向从同一位置垂直进入偏转电场中发生偏转，设四种粒子都能飞出电场，粒子重力不计，则下列说法中正确的是（　　）



A．若粒子以相同初动能入射，则飞出电场时它们将分成3股

B．若粒子以相同初动能入射，则飞出电场时它们将分成4股

C．若粒子以相同初速度入射，则飞出电场时它们将分成3股

D．若粒子经间一加速场从静止加速后入射，则飞出电场时它们将分成2股

【分析】四种粒子在偏转电场中做类平抛运动，垂直于电场方向上做匀速直线运动，根据运动的合成和分解规律推导偏转距离与比荷等的关系，从而明确分成几股。

【解答】解：AB、粒子垂直射入偏转电场都做类平抛运动，设电场强度为E，粒子电荷量为q，质量为m；板间距为d，极板长度为l；根据牛顿第二定律得到粒子加速度的表达式为：a＝菁优网-jyeoo

粒子射出电场时的侧位移y的表达式为：y＝菁优网-jyeoo，飞行时间t＝菁优网-jyeoo

联立上三式得：y＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

偏转角度tanθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

由题，两个粒子的初动能Ek相同，E、l相同，则y、tanθ与q成正比，故 菁优网-jyeooH、菁优网-jyeooH运动轨迹重合，但和菁优网-jyeooHe和Al3+的轨迹不同，故会分为三股，故A正确，B错误；

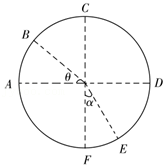
C、若以相同的初速度入射，由y＝菁优网-jyeoo和tanθ＝菁优网-jyeoo可知，菁优网-jyeooH和菁优网-jyeooHe运动轨迹重合，但和 菁优网-jyeooH和Al3+的轨迹不同，故会分成三股，故C正确；

D、若粒子经间一加速场从静止加速后入射，则有：Uq＝菁优网-jyeoomv02，以及AB中推导出的偏转距离和偏转角度可知，y＝菁优网-jyeoo，tanθ＝菁优网-jyeoo，则可知，所有粒子偏转距离和角度与比荷无关，故粒子不会分股，故D错误。

故选：AC。

【点评】解决本题的关键知道带电粒子偏转电场中的运动情况，要牢记粒子从静止开始经过同一加速电场加速，再垂直打入偏转电场，运动轨迹相同。

22．（长安区一模）如图所示，竖直平面内有一个半径为R的圆周，另外空间有一平行于圆周平面的匀强电场，A、D两点为圆周上和圆心同一高度的点，C点为圆周上的最高点。在与OA夹角为θ＝30°的圆弧B点上有一粒子源，以相同大小的初速度v0在竖直面（平行于圆周面）内沿各个方向发射质量为m、带电的同种微粒，在对比通过圆周上各点的微粒中，发现从圆周D点上离开的微粒机械能最大，从圆周E点（OE与竖直方向夹角α＝30°）上离开的微粒动能最大，已知重力加速度为g，取最低点F所在水平面为重力零势能面。则有（　　）



A．电场一定沿OD方向，且电场力等于菁优网-jyeoomg

B．通过E点的微粒动能大小为（菁优网-jyeoo+1）mgR+菁优网-jyeoomv02

C．动能最小的点可能在BC圆弧之间

D．A点的动能一定小于B点

【分析】依据除重力之外的力做功导致微粒机械能变化，从而判定电场力方向，再结合动能定理，即可判定求解；

根据等效法，可确定等效重力位置，依据合力做功多少，即动能变化多少，即可求解。

【解答】解：AB、在D点微粒机械能最大，说明B到D电场力做功最大，由数学关系知过D点做圆的切线为电场的等势线，即电场力沿OD方向，带电粒子电性未知，场强方向不能确定。在E点微粒动能最大，说明B到E合力做功最多，即重力电场力的合力方向沿OE，有：菁优网-jyeoo＝tan30°，mg＝F合cos30°，解得Eq＝菁优网-jyeoomg，F合＝菁优网-jyeoomg，根据动能定理有：EkE＝菁优网-jyeoomv02+F合R（1+cos30°）＝（菁优网-jyeoo+1）mgR+菁优网-jyeoomv02，故A错误、B正确；

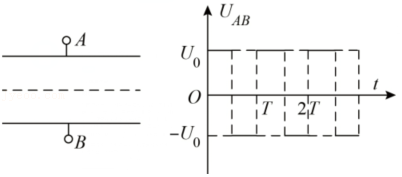
C、OE反向延长线与圆的交点，为等效重力的最高点，当合力做的负功最大，则动能最小，因此动能最小的点一定在BC圆弧之间，故C正确；

D、B点到A点等效重力（合力）做正功，动能增加，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查电场和重力场中的运动，关键是明确等效重力的方向，掌握动能定理的应用，注意等效法的运用，及等效重力最高点与最低点的位置是解题的关键。

23．（鼓楼区校级期中）如图甲所示，一对平行金属板长为L，两板间距为d，质量为m，电荷量为e的电子从平行板左侧以速度v0沿两板的中线不断进入平行板之间，两板间所加交变电压UAB如图乙所示，交变电压的周期T＝菁优网-jyeoo，已知所有电子都能穿过平行板，且偏距最大的粒子刚好从极板的边缘飞出，不计重力作用，则（　　）



A．所有电子都从右侧的同一点离开电场

B．所有电子离开电场时速度都是v0

C．t＝0时刻进入电场的电子，离开电场时动能最大

D．t＝菁优网-jyeoo时刻进入电场的电子，在两板间运动过程中离A板最近距离为菁优网-jyeoo

【分析】电子进入电场后做类平抛运动，不同时刻进入电场的电子竖直方向运动情况不同，则知不是从同一点离开电场；所有电子都能穿过平行板，竖直方向加速和减速的时间必然相等，飞出电场时，电子只有水平速度；t＝0时刻进入电场的电子，离开电场时速度等于v0，电子的动能不是最大；分析t＝菁优网-jyeoo时刻进入电场的电子运动情况，由牛顿第二定律和运动学公式求解最大侧位移，从而求出此时离A板的距离。

【解答】解：A、电子进入电场后做类平抛运动，不同时刻进入电场的电子竖直方向分速度图象如图，根据图象的“面积”大小等于位移可知，各个电子在竖直方向的位移不全相同，故所有电子从右侧的离开电场的位置不全相同，电子不会从同一点离开电场，故A错误；

B、电子离开极板所用时间t＝菁优网-jyeoo，即所有电子在电场中运动时间均为交变电压周期的2倍，则由图看出，所有电子离开电场时竖直方向分速度vy＝0，速度都等于v0，故B正确。

C、由上分析可知，电子离开电场时的速度都相同，动能都相同。故C错误。

D、t＝菁优网-jyeoo时刻进入电场的电子，在t＝菁优网-jyeooT时刻侧位移最大，最大侧位移为

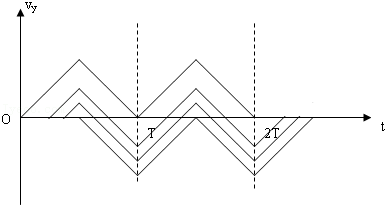
ymax＝2•菁优网-jyeooa（菁优网-jyeoo）2＝菁优网-jyeoo…①

在t＝0时刻进入电场的电子侧位移最大为菁优网-jyeoo，则有：

菁优网-jyeoo＝4×菁优网-jyeooa（菁优网-jyeoo）2＝菁优网-jyeoo…②

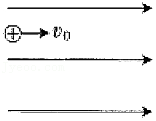
联立①②得：ymax＝菁优网-jyeoo，因电子向上偏转，故此时粒子距A板距离d＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeood，故D正确。

故选：BD。



【点评】本题考查带电粒子在电场中的运动，关键是明确粒子在电场中做类平抛运动，作出竖直方向上的速度图象，根据“面积”大小等于位移分析竖直方向的运动情况是解题的关键。

24．（湖南月考）竖直平面内有水平向右的匀强电场，将一带正电的小球在电场中向右水平抛出，不计空气阻力，关于小球的运动，下列分析正确的是（　　）



A．小球做匀变速曲线运动

B．小球的速率先减小后增大

C．电场力对小球一直做正功

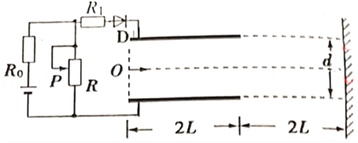
D．小球的机械能守恒

【分析】分析小球的受力情况，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，根据电场力做功确定其速率变化情况，并明确机械能的变化情况。

【解答】解：小球受到的电场力方向水平向右，重力方向竖直向下，合力恒定且与初速度方向不在同一直线上，所以小球做匀变速曲线运动；由于电场力和重力的合力方向与初速度方向夹角为锐角，故合力做正功，小球的速率一直增大；由于电场力方向沿初速度方向，故电场力对小球一直做正功，小球的机械能一直增大，故AC正确，BD错误。

故选：AC。

【点评】本题考查小球在电场和重力场中的运动，解决本题的关键知道物体做直线运动还是曲线运动的条件，关键看合力的方向与速度方向的关系，同时掌握功能关系的应用。

25．（重庆月考）两水平平行放置的导体板连接在如图所示的电路中，板长为2L，间距为d，在距板右端2L处有一竖直挡板，D为理想二极管。让一带电荷量大小为q、质量m的微粒（视为质点）从两板左侧连线的中点O以水平速度v射入板间，微粒最终垂直打在挡板上，重力加速度为g，则（　　）

A．两导体板间的电场强度大小为菁优网-jyeoo

B．整个过程中电场力对微粒做功为菁优网-jyeoo

C．若仅增大R1的阻值，再让该微粒从O点以v水平射入，微粒打在挡板上的位置将上移

D．若仅将板间距增大，再让该微粒从O点以v水平射入，微粒仍垂直打在挡板上

【分析】微粒先在电场和重力场的复合场中做类平抛运动，要垂直打在挡板上，离开电场后，微粒一定打在光屏的上方，做斜上抛运动。微粒从离开电场后到垂直打在挡板上的过程是平抛运动的逆运动，采用运动的分解方法可知，分析微粒类平抛运动与斜上抛的关系，确定加速度关系，求出板间场强大小；

【解答】解：A、微粒在电场中做类平抛运动，最终微粒要垂直打在挡板上，离开电场后，微粒一定打在光屏的上方，做斜上抛运动。由于微粒最终垂直打在挡板上，所以斜上抛运动的逆过程是平抛运动，微粒在水平方向一直做匀速直线运动，在电场中水平方向有：2L＝vt1，在电场外运动过程水平方向有2L＝vt2，可知两个过程的运动时间相等，t1＝t2。

在电场中竖直方向有：vy＝at1＝菁优网-jyeoot1，在电场外运动过程竖直方向有vy＝gt2，结合t1＝t2，解得E＝菁优网-jyeoo，故A正确；

B、由上可知a＝g，微粒离开电场时偏转距离y＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，整个过程中电场力对微粒做功为W＝qEy＝2mg•菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故B错误；

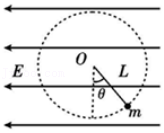
C、若仅增大R1的阻值，电容器板间电压不变，板间电场不变，则微粒的受力情况不变，运动情况不变，微粒仍打在挡板上的原来位置，故C错误；

D、若仅将板间距增大，电容器电容减小，由C＝菁优网-jyeoo知U不变，Q要减小，电容器要放电，但由于二极管具有单向导电性，所以电容器不能放电，带电量不变，根据推论E＝菁优网-jyeoo可知板间电场强度不变，所以微粒的受力情况和运动情况不变，再让该微粒从O点以v水平射入，微粒仍垂直打在挡板上，故D正确。

故选：AD。

【点评】本题关键抓住两个过程运动轨迹的特点，巧用逆向思维分析电场外微粒的运动情况。要知道运动的合成与分解是研究曲线运动的常用方法，要能灵活运用。

26．（北碚区校级月考）如图所示，在竖直平面内有水平向左的匀强电场，在匀强电场中有一根长为L的绝缘细线，细线一端固定在O点，另一端系一质量为m的带电小球。小球静止时细线与竖直方向成θ角，此时让小球获得初速度且恰能绕O点在竖直平面内沿逆时针方向做圆周运动，重力加速度为g。下列说法正确的是（　　）



A．小球运动至圆周轨迹的最高点时机械能最小

B．匀强电场的电场强度E＝菁优网-jyeoo

C．小球从初始位置开始，在竖直平面内运动一周的过程中，其电势能先减小后增大

D．小球动能的最小值为Ek＝菁优网-jyeoo

【分析】小球静止时悬线与竖直方向成θ角，受重力、拉力和电场力，三力平衡，根据平衡条件列式求解场强的大小；小球恰能绕O点在竖直平面内做圆周运动，在等效最高点A速度最小，根据牛顿第二定律列式求解最小速度，得到最小动能；小球运动过程中只有重力和电场力做功，故重力势能、电势能和动能之和守恒，机械能最小的位置即为电势能最大的位置。

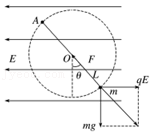
【解答】解：A、小球的机械能和电势能之和守恒，则小球运动至电势能最大的位置机械能最小，小球带负电，则小球运动到圆周轨迹的最左端点时机械能最小，故A错误；

B、小球静止时悬线与竖直方向成θ角，对小球受力分析，小球受重力、拉力和电场力，三力平衡，根据平衡条件，有：mgtanθ＝qE，解得E＝菁优网-jyeoo，故B正确；

C、小球从初始位置开始，在竖直平面内运动一周的过程中，电场力先做正功，后做负功，再做正功，则其电势能先减小后增大，再减小，故C错误；

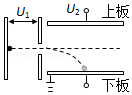
D、小球恰能绕O点在竖直平面内做圆周运动，在等效最高点A速度最小，根据牛顿第二定律，有：菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，则最小动能Ek＝菁优网-jyeoomv2＝菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：BD。



【点评】本题关键是明确小球的受力情况和运动情况，可以将重力和电场力的合力等效成重力进行考虑，结合动能定理和牛顿第二定律分析，不难求解；至于机械能最小的位置就是电势能最大的位置，由能量守恒定律和功能关系求两者之和。

27．（蒸湘区校级期末）如图，带电粒子由静止开始，经电压为U1的加速电场加速后，沿垂直电场方向进入电压为U2的平行板电容器，经偏转落在下板的中间位置。为使同样的带电粒子，从同样的初始位置由静止加速、偏转后能穿出平行板电容器，下列措施可行的是（　　）



A．保持U2和平行板间距不变，增大U1

B．保持U1和平行板间距不变，减小U2

C．保持U1、U2和下板位置不变，向下平移上板

D．保持U1、U2和下板位置不变，向上平移上板

【分析】带电粒子由静止开始，经电场为U1的加速电场加速，该过程能量守恒，粒子电势能转化为动能；随后粒子垂直电场方向进入电压为U2的平行板电容器，而平行板电容器内电场可视为匀强电场，粒子做类平抛运动；在下板不移动的情况下，要想粒子能够穿出平行板电容器，有两种方法：①增大粒子进入平行板电容器的初速度；②减小平行板电容器中匀强电场的场强大小．而减小平行板电容器中匀强电场的场强大小方法也有两种：①减小板间电压；②增大板间距。

【解答】解：带电粒子在加速电场中根据动能定理有：U1q＝菁优网-jyeoomv2；在偏转电场中水平方向x＝vt，偏转位移y＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，则有：

A、保持U2和平行板间距不变，平行板电容器中匀强电场的场强大小不变，增大U1，偏转位移减小，粒子更容易穿出平行板电容器，故A正确；

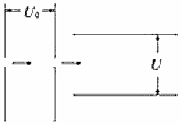
B、保持U1和平行板间距不变，则粒子初速度不变，减小U2，平行板电容器中匀强电场的场强减小，粒子偏转减缓，更容易穿出平行板电容器，故B正确；

CD、保持U1、U2和下板位置不变，要想粒子穿出，必须减小板间电场强度，因此需要增大板间距，故需要向上平移上板，故C错误，D正确。

故选：ABD。

【点评】本题考查带电粒子在电场中加速和偏转的题目，关键是明确进入偏转电场的初速度是加速电场的末速度，加速电场一般优先考虑动能定理，偏转电场中做类平抛，根据类平抛运动的规律分析。

28．（云阳县校级月考）如图所示，一电子枪发射出的电子（初速度很小，可视为零）进入加速电场加速后，垂直射入偏转电场，射出后偏转位移为Y。要使偏转位移增大，下列哪些措施是可行的（不考虑电子射出时碰到偏转电极板的情况）（　　）



A．将发射电子改成发射负离子

B．增大加速电压U0

C．减小偏转极板间距离

D．增大偏转电压U

【分析】电子先经电场加速，后经电场偏转，先根据动能定理得到加速获得的速度表达式，再运用运动的分解，结合类平抛运动的规律，得到偏转距离Y的表达式，即可进行分析。

【解答】解：设电子电量为q，质量为m，偏转电场中板间中为d，则在加速电场中根据动能定理得：qU0＝菁优网-jyeoom菁优网-jyeoo

在偏转电场中粒子做类平抛运动，加速度为：a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

偏转位移为：y＝菁优网-jyeooat2

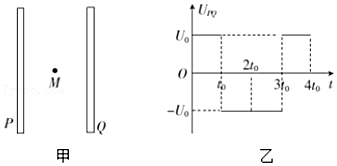
水平方向有：l＝v0t

联立解得：y＝菁优网-jyeoo，可见增大偏转电压U，减小加速电压U0，减小极板间距离d都可使偏转位移y增大，由y的表达式可知，偏转位移的大小与发射的带电粒子的q、m无关，故AB错误，CD正确。

故选：CD。

【点评】本题考查带电粒子在电场中的运动，粒子先在加速电场中加速，再在偏转电场中偏转，最后得出带电粒子的偏转位移与带电粒子的电量和质量无关的结论。

29．（城厢区校级期中）如图甲所示，两个平行金属板P、Q正对且竖直放置，两金属板间加上如图乙所示的交流电压。t＝0时，P板的电势比Q板的电势高U0，此时在两金属板的正中央M点处有一电子（电子所受重力可忽略）在电场力作用下由静止开始运动，已知电子在0～4t0时间内未与两金属板相碰，则（　　）



A．3t0时刻，电子的电势能最大

B．0～4t0时间内，电子运动的方向不变

C．t0～2t0时间内，电子的动能减小

D．3t0～4t0时间内，电子运动的速度方向向右，且速度逐渐减小

【分析】平行板电容器两极板带电后形成匀强电场，带电离子在电场中受到力的作用，根据牛顿第二定律求出加速度，分析各时间段电子的运动性质；电场力做负功，电势能增加，机械能减小，电场力做正功，电势能减小，机械能增加。

【解答】解：在0～t0时间内，P板电势高，场强方向水平向右，所以电子所受电场力方向向左，加速度方向也向左，所以电子向左做匀加速直线运动，在t0时刻，速度最大；在t0～2t0时间内，Q板电势高，场强方向水平向左，电子加速度向右，所以电子向左做匀减速直线运动，在2t0时刻，速度减为0；在2t0～3t0时间内，Q板电势高，场强方向水平向左，电子加速度向右，所以电子向右做匀加速直线运动，在3t0时刻，速度最大；3t0～4t0时间内，P板电势高，场强方向水平向右，所以电子所受电场力方向向左，加速度方向也向左，所以电子向右做匀减速直线运动，在4t0时刻，速度减为0，回到原处；所以：

A、在t0～2t0时间内，电子向左做匀减速直线运动，电场力做负功，电势能增加，2t0～3t0时间内，电场力做正功，电势能减小，故2t0时刻，电子的电势能最大，故A错误；

B、由以上分析可知，2t0时刻，电子的速度方向发生变化，故B错误；

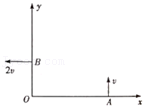
C、在t0～2t0时间内，电子向左做匀减速直线运动，电场力做负功，电子的动能减小，故C正确；

D、在3t0～4t0时间内，电子运动的速度方向向右，且速度大小逐渐减小，故D正确；

故选：CD。

【点评】电子在极板间做往复运动，分析各时间段电子的运动性质是解答此题的关键；也可以画出电子运动的速度时间图象求解。

30．（河南月考）如图所示，在竖直平面坐标系内存在与x轴平行的匀强电场。有一质量为m、电荷量为q的带正电微粒，以初速度沿y轴正方向从A点射入电场中，经过一段时间，带电微粒到达y轴上的B点，此时速度大小为2v，方向沿x轴负方向。已知B点坐标为（0，h），重力加速度为g，不计空气阻力。下列说法正确的是（　　）



A．匀强电场的电场强度大小为菁优网-jyeoo

B．A、B两点的电势差为菁优网-jyeoo

C．从A到B微粒的机械能增加菁优网-jyeoomv2

D．从A到B微粒的电势能增加mv2

【分析】带电微粒竖直方向受重力做匀减速运动，水平方向受电场力做匀加速运动，根据运动的合成和分解规律和牛顿第二定律即可求解AB间的电势差，根据功能关系确定机械能和电势能的改变。

【解答】解：A、由牛顿第二定律可知，水平方向上F＝Eq＝ma，由运动学公式得vy＝v＝gt，菁优网-jyeoo，解得qE＝2mg，因此电场强度菁优网-jyeoo，故A正确；

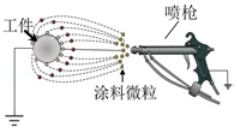
B、竖直方向上的位移菁优网-jyeoo，水平方向的位移菁优网-jyeoo，因此有x＝2h，A、B两点的电势差菁优网-jyeoo，故B正确；

CD、由动能定理得菁优网-jyeoo，联立可解得qEx＝2mv2，菁优网-jyeoo，电场力做功等于机械能的改变也等于电势能的改变，故机械能增加2mv2，电势能减少2mv2，故C、D错误。

故选：AB。

【点评】本题以带电粒子在重力场和电场中运动为情景，考查运动学、动能定理、电势差，考查考生的推理能力、分析综合能力和科学思维，注意运动的合成和分解规律的应用。

31．（黔南州月考）静电喷涂原理的示意图如图所示，喷枪喷嘴与被涂工件（带正电）之间有强电场，喷嘴喷出的带电涂料微粒在强电场的作用下向工件高速运动，最后被吸附到工件表面。下列说法正确的是（　　）



A．微粒带正电

B．微粒带负电

C．微粒运动过程中，电势能越来越大

D．微粒运动过程中，电势能越来越小

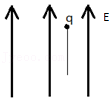
【分析】工件带正电荷，由于库仑引力，负电荷向正电荷运动，根据做功与电势能的关系即可判断。

【解答】解：工件带正电荷，微粒在强电场的作用下会向工件高速运动，最后被吸附到工件表面，说明微粒一定带负电，运动过程中电场力对微粒做正功，其电势能越来越小，故BD正确，AC错误。

故选：BD。

【点评】本题结合生活中的具体应用，关键要掌握异种电荷相互吸引，电场力做正功时电荷的电势能减小。

32．（天长市校级一模）一个带电小球在竖直向上的电场中被绳牵引做变速圆周运动，且在最高点时绳的拉力最大。以下说法正确的是（　　）



A．小球带负电

B．E≤菁优网-jyeoo

C．小球从最高点到最低点的过程中，某一时刻绳是松弛的状态

D．小球从最高点到最低点，动能减少（不包括最高点和最低点）

【分析】小球在竖直平面内做匀速圆周运动，受到重力、电场力和细绳的拉力，电场力与重力必定平衡，可判断小球的电性。

小球从最高点到最低点过程中，重力和电场力的合力向上，对小球做负功，动能减小，速度减小，则将重力和电场力的合力分解到沿着绳子和垂直绳子方向，沿着绳子方向的分力恰好可以提供向心力时，绳子拉力为零，绳子处于松弛状态。

【解答】解：A、小球在竖直平面内做圆周运动，受到重力、电场力和细绳的拉力，在最高点绳受到的拉力最大，说明小球电场力向上，小球带正电，故A错误；

B、由于小球运动到最高点拉力最大，说明电场力大于重力，即qE＞mg，菁优网-jyeoo，故B错误；

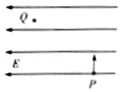
C、在最高点由牛顿第二定律可知，合力提供向心力：FN+mg﹣qE＝菁优网-jyeoo，即FN＝菁优网-jyeoo+qE﹣mg，由于电场力大于重力，小球从最高点到最低点的过程中，电场力和重力的合力对小球做负功，动能减小，在最高点绳子拉力最大，随着速度减小，又将电场力和重力的合力分解到沿着绳子方向和垂直绳子方向的两个分力，某一时刻可能合力分解到绳子方向的分力可以提供小球做圆周运动所需要的向心力，此时绳子拉力为0，绳子是松弛状态，故C正确；

D、由于小球所受电场力大于重力，合力向上，小球从最高点到最低点过程，合力对小球做负功，动能减小，故D正确。

故选：CD。

【点评】本题判断电场力大于重力之后，将重力和电场力的合力分解到沿着绳子方向和垂直绳子方向的分力，进而判断沿着绳子方向的力如果能提供向心力，那么绳子所受的拉力为零，处于松弛状态，这是本题的关键。

33．（濮阳二模）如图所示，匀强电场方向水平向左，由电场中的P点沿竖直方向向电场中射入各种不同的带正电粒子，结果粒子均能通过电场中的Q点。不计粒子受到的重力和粒子间的相互作用，下列说法正确的是（　　）



A．若粒子所带电荷量大，则粒子的初速度一定大

B．若粒子所带电荷量大，则粒子的初动能一定大

C．若粒子的比荷大，则粒子的初速度一定大

D．若粒子的比荷大，则粒子的初动能一定大

【分析】粒子水平方向做匀变速运动，竖直方向为匀速运动，由竖直方向上的运动规律可得出时间表达式，再根据水平方向上的匀变速运动规律列式，联立即可求出速率、初动能与比荷间的关系，从而确定答案。

【解答】解：设P、Q两点高度差为h，水平距离为x，粒子竖直方向做匀速直线运动，所用时间为：菁优网-jyeoo

水平方向做匀加速直线运动，则有：菁优网-jyeoo

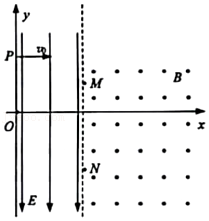
得：菁优网-jyeoo，菁优网-jyeoo

则若粒子所带电荷量大，则粒子的初动能一定大，若粒子的比荷大，则粒子的初速度一定大，故BC正确，AD错误。

故选：BC。

【点评】本题考查带电粒子在电场中的运动规律应用，要注意明确粒子在电场中做类平抛运动时，应采用运动的合成和分解方法分析求解。

34．（河南二模）如图所示，在直角坐标系xOy中，0＜x＜d区域内存在沿y轴负方向的匀强电场，x＞d区域内有垂直坐标平面向外的匀强磁场。一质量为m、电荷量为q的带正电粒子从P（0，d）点以平行于x轴的初速度v0射入电场，经过一段时间粒子从M（d，菁优网-jyeoo）点离开电场进入磁场，经磁场偏转后，从N（d，﹣d）点返回电场，当粒子返回电场时，电场强度大小不变，方向反向。不计粒子重力，不考虑电场方向变化产生的影响。则以下分析正确的是（　　）



A．粒子最后射出电场时速度大小为2v0

B．粒子最后射出电场的位置坐标是（0，2d）

C．电场强度大小为E＝菁优网-jyeoo

D．磁场的磁感应强度大小为B＝菁优网-jyeoo

【分析】粒子从P点进入电场后做类平抛运动，根据水平分位移和竖直分位移公式分别列式，即可求出粒子射出电场时竖直分速度，从而求得射出电场时的速度大小和方向。粒子进入磁场后做匀速圆周运动，射出磁场后，根据对称性确定粒子最后射出电场的位置坐标。根据牛顿第二定律和分位移公式求电场强度的大小。画出粒子在磁场中的运动轨迹，由几何关系求出轨迹半径，由洛伦兹力等于向心力求磁感应强度的大小。

【解答】解：A、粒子从P点进入电场后做类平抛运动，到达M点时，水平方向有：d＝v0t

竖直方向有：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，可得：粒子到达M点时竖直分速度 vy＝v0，则粒子到达M点时速度大小为v＝菁优网-jyeoo，速度方向与水平方向的夹角为45°．粒子在磁场中做匀速圆周运动，速率不变。从N点到射出电场，由对称性可知，粒子最后射出电场时速度大小为v0，故A错误；

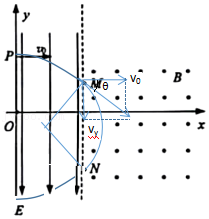
B、根据对称性可知，粒子最后射出电场的位置纵坐标为 y＝﹣（d+菁优网-jyeoo）＝﹣菁优网-jyeood，故粒子最后射出电场的位置坐标是（0，﹣菁优网-jyeood），故B错误；

C、粒子在电场中做类平抛运动的过程，竖直方向有 vy＝at＝菁优网-jyeoo，结合vy＝v0，解得E＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D、设粒子在磁场中圆周运动的轨迹半径为r。根据几何知识可知，轨迹对应的圆心角为90°，则r＝菁优网-jyeoo×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeood

根据qvB＝m菁优网-jyeoo，结合v＝菁优网-jyeoo，解得B＝菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：CD。



【点评】对于带电粒子在磁场中的圆周运动问题，一般要确定圆心位置，根据几何关系求轨迹半径，结合洛伦兹力提供向心力求解未知量；对于带电粒子在电场中的类平抛运动问题，往往采用运动的分解法研究。

35．（广东一模）如图，虚线a、b、c、d、e为某有界匀强电场区域的五个等势面，各等势面间的距离相等。质子（菁优网-jyeooH）、α粒子（菁优网-jyeooHe）以相同的初动能，沿c射入该电场区域，其中一束粒子从d离开电场，另一束粒子从下边界e离开电场。则质子和α粒子从进入到离开电场的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．从e等势面离开电场的是α粒子

B．质子与α粒子的动能增量之比为△EkH：△Ekα＝1：2

C．质子与α粒子的动量改变量之比为△PH：△Pα＝1：2

D．质子与α粒子在电场中运动的时间之比为tH：tα＝1：2

【分析】质子和α粒子进入电场后做类平抛运动，根据牛顿第二定律和分位移公式分析通过相等的水平位移时竖直位移的关系，从而确定从e等势面离开电场的粒子。根据动能定理求动能增量之比，根据动量定理求动量改变量之比。根据竖直分位移公式求质子与α粒子在电场中运动的时间之比。

【解答】解：A、根据电场线与等势面垂直，结合两个粒子的偏转方向，知电场线竖直向下。质子和α粒子进入电场后做类平抛运动，对于任一粒子，设其质量为m，电荷量为q，水平位移为x时竖直位移为y，初动能为Ek0．由牛顿第二定律得：a＝菁优网-jyeoo，则y＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo•菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

可知，x相等时，y∝q，所以从e等势面离开电场的是α粒子，故A正确；

B、根据动能定理得：△Ek0＝qEy∝qy，离开电场时，质子与α粒子的竖直位移之比yH：yα＝1：2，电荷量之比qH：qα＝1：2，则质子与α粒子的动能增量之比为△EkH：△Ekα＝1：4，故B错误；

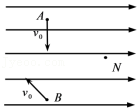
CD、根据y＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo•菁优网-jyeoot2，得 t＝菁优网-jyeoo，质子与α粒子的比荷之比 菁优网-jyeoo：菁优网-jyeoo＝2：1，结合yH：yα＝1：2，可得，质子与α粒子在电场中运动的时间之比为tH：tα＝1：2。

根据动量定理得：△P＝qEt，则得质子与α粒子的动量改变量之比为△PH：△Pα＝1：4，故C错误，D正确。

故选：AD。

【点评】本题考查了带电粒子在电场中的类平抛运动，掌握处理类平抛运动的方法：运动的分解法，结合牛顿第二定律、运动学公式和动能定理、动量定理列式分析。

36．（中卫三模）如图所示，竖直平面内有水平向的匀强电场E，A点与B点的连线垂直电场线，两个完全相同的带等量正电荷的粒子，以相同大小的初速度v0分别从A和B点沿不同方向开始运动，之后都能到达电场中的N点，粒子的重力不计，下列说法正确的是（　　）



A．两粒子到达N点所用的时间可能相等

B．两粒子到达N点时的速度大小一定相等

C．两粒子在N点时的动能可能小于各自初始点的动能

D．两粒子整个运动过程机械能的增加量一定相等

【分析】分析初末位置的电势差，判断电场力做功的关系。由动能定理分析速度大小关系。运用运动的分解法和运动学公式分析运动时间的关系。

【解答】解：A、根据题意可知，A粒子受到向右的电场力，在水平方向做初速度为零的匀加速直线运动，而B粒子也受到向右的电场力在水平方向做初速度不为零的变速运动，两粒子的加速度为：a＝菁优网-jyeoo，由于两粒子的电荷量以及质量相同，所以加速度相同，两粒子在水平方向的位移相同，但初速度不同，则运动时间不同，故A错误；

B、根据题意可知，两粒子初位置的电势相同，末位置在同一位置，所以两粒子初末位置的电势差相等，根据W＝qU可知，电场力对两粒子做的功相等，由动能定理可知，两粒子的末动能相同，所以两粒子到达N点时的速度大小一定相等，故B正确；

C、根据题意可知，电场力对A粒子做正功，所以A粒子到达N点的动能大于初始的动能，根据B选项的分析可知，两粒子到达N点的动能相同，则B粒子到达N点的动能大于初始的动能，故C错误；

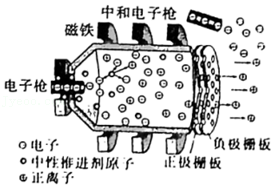
D、根据机械能守恒条件可知，两粒子在运动过程中机械能的增加量等于电场力做的功，所以两粒子整个运动过程机械能的增加量一定相等，故D正确。

故选：BD。

【点评】解决该题的关键是明确知道两个粒子的初末位置的电势差是相同的，则电场力对两个粒子做功是相等的，掌握电场力做功与机械能的变化量的关系。

**三．填空题（共5小题）**

37．（三明三模）航天器离子发动机原理如图所示，首先电子枪发射出的高速电子将中性推进剂离化（即电离出正离子），正离子被正、负极栅板间的电场加速后从喷口喷出，从而使航天器获得推进或调整姿态的反冲力。已知单个正离子的质量为m、电荷量为q，正、负栅板间加速电压为U，单位时间从喷口喷出的正离子个数为n，忽略离子间的相互作用力及进入栅板时的初速度。则单个正离子经正、负栅板间的电场加速后，获得的动能Ek＝　qU　，该航天器获得的平均反冲力F＝　I菁优网-jyeoo　。



【分析】先根据动能定理求出离子经电场加速后的动能，从而求出从端口喷出时的速度v0的大小，再根据电流的定义式I＝菁优网-jyeoo和动量定理分别列式求出该发动机产生的平均推力大小F。

【解答】解：加速电压为U，故电场力做功W＝qU；

设离子经电场加速后，从端口喷出时的速度大小为v0。由动能定理得Ek＝qU；

解得：v0＝菁优网-jyeoo

设在△t时间内有n个离子被喷出，根据电流的定义式得：I＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

对于单个离子，由动量定理得：F0△t＝mv0

若有n个离子被喷出，则有F′＝nF0

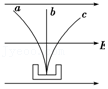
由以上各式联立可解得：F′＝I菁优网-jyeoo

根据牛顿第三定律可知，该发动机产生的平均推力大小：F＝F′＝I菁优网-jyeoo。

故答案为：qU；I菁优网-jyeoo。

【点评】解决本题时，要理清离子的运动过程，分别运用动能定理和动量定理进行列式计算，同时注意对于连续介质问题，常常运用动量定理研究作用力。

38．（阳泉期末）一束粒子垂直射入匀强电场，粒子发生偏转，如图所示，粒子a带　负　电；c带　正　电。



【分析】正电荷所受电场力的方向与场强方向相同，负电荷所受电场力的方向与场强方向相反，不带电的粒子不受电场力，根据粒子运动轨迹判断粒子所受电场力方向，然后根据电场力方向与电场强度方向间的关系判断粒子的电性。

【解答】解：由图示可知，a粒子向左偏转，所受电场力水平向左，与场强方向相反，则a带负电；

c粒子向右偏转，所受电场力水平向右，与场强方向相同，c带正电。

故答案为：负；正。

【点评】本题考查了判断粒子电性问题，知道粒子所受电场力方向与场强方向间的关系根据粒子偏转方向即可解答。

39．（涪城区校级月考）两平行带电金属板之间存在一匀强电场，氚核（电荷量为+e，质量为3m）和氦核（电荷量为+2e、质量为4m）以相同的初速度进入该匀强电场（初速度方向均与场强方向垂直）。当它们都飞出电场时，运动方向的偏转角的正切值之比为　2：3　。

【分析】两个粒子在电场中均做类平抛运动，利用运动的合成与分解思想，结果电场力知识求解。

【解答】解：设金属板长为L，板间距为d，电压为U，两粒子初速度为v，

氚核和氦核在电场中做类平抛运动，

对氚核：

在初速度方向做匀速直线运动：L＝vt1

在电场力方向做初速度为零的匀加速直线运动：

vy1＝a1t1

tanθ1＝菁优网-jyeoo

由牛顿第二定律：菁优网-jyeoo

根据电场的性质有：

F1＝Eq1

E＝菁优网-jyeoo

对氦核：

在初速度方向做匀速直线运动：L＝vt2

在电场力方向做初速度为零的匀加速直线运动：

vy2＝a2t2

菁优网-jyeoo

由牛顿第二定律：菁优网-jyeoo

根据电场的性质有：

F2＝Eq2

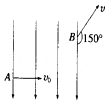
E＝菁优网-jyeoo

联立解得菁优网-jyeoo

故答案为：2：3

【点评】解答本题的关键是知道两个粒子在电场中均做类平抛运动，再利用运动的合成与分解思想，结果电场力知识求解。

40．（涪城区校级月考）如图，某电子质量为m，电量为﹣e，初速度大小为v0，从A点垂直电场线方向飞入匀强电场，在B点离开电场时，其速度方向与电场线成150°角，则A与B两点间的电势差为　﹣菁优网-jyeoo　。



【分析】电子垂直进入匀强电场中，做类平抛运动，作出电子经过B点时速度的分解图，求出经过B点时的速度，根据动能定理求解A、B两点间的电势差。

【解答】解：电子在电场中的运动轨迹如图所示，B点速度分解为水平和竖直两个方向，由于电子水平方向做匀速直线运动，保持不变，则由几何关系可知：

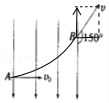
vcos60°＝v0

解得：v＝2v0

又﹣eU＝△Ek＝菁优网-jyeoomv2﹣菁优网-jyeoomv02

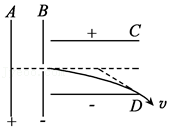
解得：U＝﹣菁优网-jyeoo。

故答案为：﹣菁优网-jyeoo。



【点评】本题运用运动的合成和分解以及动能定理求电势差，也可以根据类平抛运动的特点，牛顿第二定律和运动学结合求解。

41．（惠城区校级月考）如图，A、B两板间加速电压为U1，C、D两板间偏转电压为U2．一个静止的α粒子（菁优网-jyeoo）自A板由静止相继被加速、偏转，飞离偏转电场时的最大侧移为C、D板间距离一半，则它的出射速度的大小为　菁优网-jyeoo　。



【分析】对全过程运用动能定理，求出粒子射出时的速度，注意在偏转电场中，电场力做功为菁优网-jyeoo。

【解答】解：α粒子（菁优网-jyeoo）有两个质子，电荷量q＝2e；

根据动能定理得，菁优网-jyeoo

解得菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo。

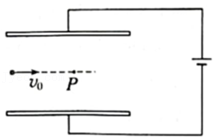
【点评】本题考查了动能定理的基本运用，知道电场力做功与电势差的关系，结合动能定理进行求解即可。

**四．计算题（共10小题）**

42．（芜湖期末）如图所示，水平放置的平行板电容器，两极板间距为d＝0.06m，极板长为L＝0.3m，接在直流电源上，有一带电液滴以v0＝0.5m/s的初速度从板间的正中央水平射入，恰好做匀速直线运动，当它运动到P处时迅速将下极板向下平移△d＝0.02m，液滴最后恰好从极板的末端飞出，g取10m/s2，求：

（1）将下极板向下平移后，液滴的加速度大小；

（2）液滴从射入电场开始计时，匀速运动到P点所用的时间。



【分析】（1）先求出带电液滴的受力，再根据牛顿第二定律求出加速度；

（2）先求出液滴类平抛运动时间，再求出进入电场到离开电场总时间，可以求出匀速运动到P点所用的时间。

【解答】解：（1）带电液滴在板间受重力和竖直向上的电场力，因为液滴做匀速直线运动。所以有

qE＝mg.

即q菁优网-jyeoo＝mg

整理得qU＝mgd

当下板向下后，d增大，E减小，电场力减小，故液滴向下偏转，在电场中做类平抛运动。

此时液滴所受电场力为

F′＝q菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

根据牛顿第二定律，联立各式得

a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoog＝2.5m/s2

（2）因为液滴刚好从金属板末端飞出，所以液滴在竖直方向上的位移为

菁优网-jyeoo

设液滴从P点开始在匀强电场中飞行的时间为t2，则

菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooa菁优网-jyeoo

解得t2＝0.2s

而液滴从刚进入电场到出电场的时间

t＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoos＝0.6s

故液滴从射入电场开始计时，匀速运动到P点所用时间为

t1＝t﹣t2＝0.6s﹣0.2s＝0.4s

答：（1）将下极板向下平移后，液滴的加速度大小为2.5m/s2；

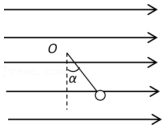
（2）液滴从射入电场开始计时，匀速运动到P点所用的时间为0.4s。

【点评】本题考查带电粒子在匀强电场中的运动，带电粒子在匀强电场中做类平抛运动，对于平抛运动的结论同样适用。

43．（孝南区校级月考）如图所示，匀强电场水平向右，在电场中的O点固定一轻细线，细线的另一端系一质量为m、带电量为q的小球，小球平衡时细线与竖直方向成α＝37°角。（sin37°＝0.6，cos37°＝0.8）

（1）求电场强度；

（2）将小球拉至右侧与O等高，细线水平伸直，然后将小球静止释放，求小球运动到最低点时线的张力。



【分析】（1）先对小球受力分析，根据共点力平衡条件求出电场强度；

（2）对小球下落过程列出动能定理，可直接求出小球到最低点速度的大小，再由向心力公式求解小球运动到最低点时线的张力。

【解答】解：（1）如图所示，对小球进行受力分析如图所示；

由几何关系可得：qE＝mgtan37°，

解得：E＝菁优网-jyeoo，方向水平向右；

（2）将小球拉至右侧与O等高，细线水平伸直，然后将小球静止释放，在下落到最低点的过程中，根据动能定理可得：

mgL﹣qEL＝菁优网-jyeoomv2﹣0，

v＝菁优网-jyeoo；

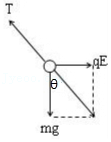
竖直方向上重力和绳子的拉力充当向心力，由牛顿第二定律有：

F﹣mg＝m菁优网-jyeoo

解得：F＝菁优网-jyeoo，方向竖直向上。

答：（1）匀强电场的电场强度大小为菁优网-jyeoo，方向水平向右；

（2）小球运动到最低点时线的张力为菁优网-jyeoo，方向竖直向上。

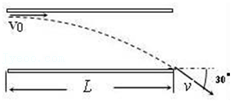


【点评】解决本题的关键是：根据题意能正确进行受力分析，运用共点力平衡条件和动能定理求解出结果即可。

44．（丹东期末）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；



【分析】（1）由速度的合成与分解求出粒子的末速度；

（2）粒子在电场中做类平抛运动，由类平抛运动规律可以求出电场强度。

【解答】解：

（1）粒子离开电场时，合速度与水平夹角30°

由速度的合成与分解得合速度：v＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo；

（2）粒子在匀强电场中为类平抛运动，则有：

在水平方向上：L＝v0t

在竖直方向上：vy＝v0tan30°＝菁优网-jyeoo

由牛顿第二定律得：qE＝ma

解得：菁优网-jyeoo；

答：（1）粒子末速度的大小为菁优网-jyeoo；

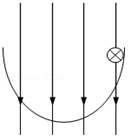
（2）匀强电场的场强为菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查了粒子在匀强电场中的运动，粒子在匀强磁场中做类平抛运动，应用匀速运动规律、牛顿第二定律、匀变速运动规律即可正确解题；分析清楚粒子运动过程是正确解题的关键。

45．（黄埔区校级期中）如图所示，一个半径为R的绝缘光滑半圆环轨道放在竖直向下的匀强电场E中，在环的上端，一个质量为m、带电量为+q的小球由静止开始沿轨道运动，求：

（1）小球运动到最低点时的速度多大；

（2）小球运动到最低点时小球对轨道的压力多大。



【分析】小球滚动到最低点过程，电场力和重力均做正功，根据动能定理列式求解最低点速度；在最低点，重力、电场力和支持力的合力提供向心力，根据牛顿第二定律列式求解支持力，最后结合牛顿第三定律求解压力。

【解答】解：（1）设圆环的半径为R、小球在最低点速度为v、小球由静止开始沿轨道运动到最低点过程，由动能定理得：

（mg+qE）R＝菁优网-jyeoomv2﹣0

在最低点做圆周运动则有：

FN﹣（mg+qE）＝m菁优网-jyeoo

联立可解得：

v＝菁优网-jyeoo

FN＝3（mg+qE）

（2）根据牛顿第三定律可知，小球在最低点球对环的压力大小等于轨道对小球的支持力，即为：F压＝3（mg+qE）。

答：（1）小球运动到最低点时的速度为菁优网-jyeoo；

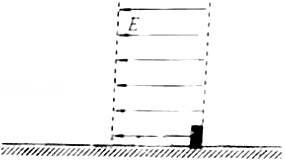
（2）小球在最低点球对环的压力大小为3（mg+qE）

【点评】本题考查圆周运动的基本过程分析，解题的关键是根据动能定理求解最低点速度，然后根据牛顿第二定律求解最低点支持力，再根据作用力与反作用的关系即可得到所求压力大小。

46．（海珠区月考）质量为1kg、电荷量为1×10﹣4C的带正电小物块（可视为质点）置于动摩擦因数μ＝0.2的粗糙的绝缘水平面上，所在空间存在水平向左的匀强电场，电场两边界距离L＝1m，电场强度E＝4×104V/m，小物块从如图位置静止释放后开始运动。若重力加速度g取10m/s2，求：

（1）小物块离开电场时的速度；

（2）小物块离开电场后滑行的最大距离。



【分析】（1）对物体从静止开始到离开电场的过程应用动能定理可得到速度；（2）对小物块从静止开始到最后停止滑行的过程运用动能定理可得到离开电场后滑行的距离。

【解答】解：（1）电场力F＝qE＝1×10﹣4C×4×104V/m＝4N，摩擦力f＝μmg＝0.2×1×10N＝2N

物体从静止开始到离开电场的过程中位移为L＝1m，设物体离开电场时的速度为v，对该过程运用动能定理有：

FL﹣fL＝菁优网-jyeoomv2﹣0

代入数据可解得：v＝2m/s。

（2）设物块离开电场后滑行的距离为x，对小物块从静止开始到最后停止滑行的过程运用动能定理有：

FL﹣f（L+x）＝0﹣0

代入数据可解得：

x＝1m

答：（1）小物块离开电场时的速度为2m/s；

（2）小物块离开电场后滑行的最大距离为1m。

【点评】考查动能定理的应用。在解题时，按照动能定理的书写形式，认真分析每个力做的功进行计算即可。

47．（吕梁期中）某些肿瘤可以用“质子疗法”进行治疗。在这种疗法中，质子先被加速到具有较高的能量，然后被引导轰击肿瘤，杀死其中的恶性细胞。已知质子的电荷量q＝1.60×10﹣19C、质量m＝1.67×10﹣27kg，要使质子由静止被加速到8.0×106m/s，不考虑相对论效应，则

（1）加速电场的电压应是多少？

（2）若加速电场是匀强电场，且质子的加速长度为4.0m，则电场强度应是多少？

【分析】（1）带电粒子在加速电场中，由动能定理求出加速电场的电压；

（2）根据匀强电场的场强公式E＝菁优网-jyeoo，求解电场强度。

【解答】解：（1）设加速匀强电场的电压为U

带电粒子在加速电场中，由动能定理可知：菁优网-jyeoo

解得U＝3.34×105V

（2）设电场强度为E，则由电势差可知

U＝Ed

解得E＝8.35×104V/m

答：（1）加速电场的电压应是3.34×105V。

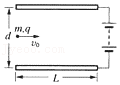
（2）电场强度应是8.35×104V/m。

【点评】本题考查带电粒子在匀强电场中的运动，用动能定理求加速电场的电势差，然后用E＝菁优网-jyeoo求电场强度。

48．（渝水区校级月考）如图所示，两平行金属板长为L，板间距为d，一个质量为m、带电荷量为q的粒子从两平行金属板的正中间沿与匀强电场相垂直的方向射入，粒子的入射速度为v0，不计重力，求：

（1）为了使带电粒子能穿过这电场而不会碰到金属板，两平行金属板之间的电势差最大不能超过多少？

（2）保持两平行金属板的电势差为上一问的最大值不变，当粒子的入射速度为3v0时，求粒子飞出电场时的速度为多少？



【分析】板间匀强电场中的类平抛运动，临界条件偏移量为板间距离的一半，在平行极板方向做匀速直线运动，垂直极板方向做初速度为零的匀加速运动。将运动正交分解应用运动学公式处理，再将分运动合成求末速度。

【解答】解：（1）带电粒子在匀强电场中做类平抛运动，平行极板方向做匀速直线运动，垂直极板方向做初速度为零的匀加速运动。设带电粒子能够穿过极板间。

运动加速度a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

平行极板方向L＝v0t

垂直极板方向的偏移量y＝菁优网-jyeooat2

联立各式得 y＝菁优网-jyeoo

粒子能够穿过极板间的条件：y≤菁优网-jyeoo

解得金属板之间的电势差最大值：Um＝菁优网-jyeoo

故电势差最大不能超过菁优网-jyeoo。

（2）其他条件不变，初速度为3v0。

平行极板方向L＝3v0t1

垂直极板方向的出电场的末速度vy＝at1＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

粒子飞出电场时的速度大小v＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

答：（1）两平行金属板之间的电势差最大不能超过菁优网-jyeoo；

（2）粒子飞出电场时的速度大小为菁优网-jyeoo。

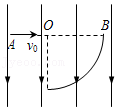
【点评】本题考查带电粒子在平行板间匀强电场的偏转问题，属于基础推演，并不难。解决抛体运动的物理思想就是“化曲为直”，将曲线运动分解为两个直线运动。

49．（郫都区期中）如图所示，半径R＝0.5m的菁优网-jyeoo圆弧接收屏位于电场强度方向竖直向下的匀强电场中，OB水平。一质量为m＝10﹣4kg、带电量为q＝8.0×10﹣5C的粒子，从与圆弧圆心O等高且距O点0.3m处的A点以初速度v0＝3m/s水平射出，粒子重力不计，粒子恰好能垂直打到圆弧曲面上的C点（图中未画出），取C点电势φ＝0，求：

（1）该匀强电场的电场强度大小E；

（2）粒子到达C点的速度大小vC；

（3）粒子速率为4m/s时的电势能Ep。



【分析】（1）粒子在电场中做类平抛运动，根据类平抛运动的推论与类平抛运动的规律求出电场强度；

（2）由动能定理求出粒子在C点的速度；

（3）然后由能量守恒定律求出粒子速率为4m/s时的电势能。

【解答】解：（1）粒子在电场力作用下做类平抛运动，因粒子垂直打在C点，由类平抛运动规律知：C点速度方向的反向延长线必过O点，且OD＝AO＝0.3m，DC＝0.4m，

即有：AD＝v0t，DC＝菁优网-jyeoo，

联立并代入数据可得：E＝25N/C；

（2）从A到C由动能定理知：qUAC＝菁优网-jyeoomvC2﹣菁优网-jyeoomv02，

代入数据得：vC＝5m/s；

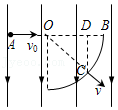
（3）粒子在C点总能量：EC＝菁优网-jyeoomvC2＝菁优网-jyeooJ＝1.25×10﹣3J，

由能量守恒定律可知，粒子速率为4m/s时的电势能为：Ep＝EC﹣菁优网-jyeoomv2＝1.25×10﹣3J﹣菁优网-jyeoo×10﹣4×42J＝4.5×10﹣4J。

答：（1）该匀强电场的电场强度大小E为25N/C；

（2）粒子到达C点的速度大小vC为5m/s；

（3）粒子速率为4m/s时的电势能Ep为4.5×10﹣4J。

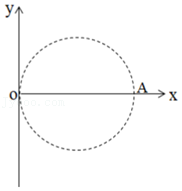


【点评】本题考查了粒子在电场中的运动，粒子在电场中做类平抛运动，应用类平抛运动规律、动能定理、能量守恒定律即可正确解题。

50．（蒸湘区校级月考）在平面直角坐标系xOy平面内有一匀强电场（未画出），在x轴上有一点A，A与坐标原点O的距离为2R，以OA为直径做一个圆，如图所示。质量为m、电荷量为q（q＞0）的带电粒子自O点沿OA方向先后以不同速率进入电场，从圆周上的不同位置离开该圆形区域。其中从圆周上点B（R，﹣R）处离开的粒子在射到圆周上的过程中动能增量最大，已知该粒子自O点入射时的速率为v0，运动中粒子仅受匀强电场的电场力作用。

（1）求该匀强电场的电场强度的大小和方向；

（2）若从圆周上点C处离开的粒子在射到圆周上的过程中动能增量为mv02，求C点的坐标及该粒子自O点沿OA方向入射时的速率。



【分析】（1）明确匀强电场的性质，知道从B点离开的粒子动能增量最大说明电场力做功最多，故说明电场线沿y轴负方向，根据类平抛运动规律即可求出电场强度的大小；

（2）根据动能增量利用功能关系即可确定C点可能的位置，从而确定坐标值，再根据类平抛运动规律即可确定水平速度，注意C点位置有两种可能。

【解答】解：

（1）由于粒子从B点射出圆周时动能增量最大，可知匀强电场沿y轴负方向，

对竖直方向，由牛顿第二定律有：qE＝ma

由位移公式有：R＝菁优网-jyeoo

水平方向：R＝v0t1

联立解得菁优网-jyeoo

（2）由B射出时，粒子动能增量菁优网-jyeoo

由C射出时，粒子动能增量菁优网-jyeoo

可得C点到x轴的垂直距离菁优网-jyeoo

由几何关系可得C点的横坐标菁优网-jyeoo或菁优网-jyeoo

故C点坐标为菁优网-jyeoo或菁优网-jyeoo

由位移公式可得：菁优网-jyeoo

水平方向有：

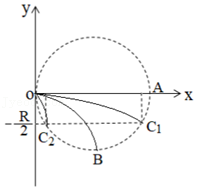
Xc1＝vc1t2，Xc2＝vc2t2

解得菁优网-jyeoo或菁优网-jyeoo

答：

（1）该匀强电场的电场强度的大小为菁优网-jyeoo，方向沿y轴负方向；

（2）若从圆周上点C处离开的粒子在射到圆周上的过程中动能增量为mv02，C点的坐标为菁优网-jyeoo或菁优网-jyeoo；该粒子自O点沿OA方向入射时的速率为菁优网-jyeoo或菁优网-jyeoov0。



【点评】本题考查带电粒子在电场中的偏转问题，要注意正确理解匀强电场的性质以及圆的性质，同时注意本题中C点存在两种可能，要注意全面考虑。

51．（和平区校级期中）如图所示，AB板间有一匀强电场，两板间距为d，所加电压为U，有一带电油滴以初速度v竖直向上自M点飞入电场，到达N点时，速度方向恰好变为水平、大小等于初速度v，试求：

（1）油滴从M点到N点的时间；

（2）MN两点间的电势差；

（3）油滴从M点到N点过程中的最小速度。



【分析】（1）粒子的运动可以看作水平方向初速度为零的匀加速直线运动和竖直方向竖直上抛运动的合成．根据竖直方向初速度和末速度求出粒子上升的高度和时间；

（2）分析水平方向和竖直方向位移的关系，求出粒子在水平方向的位移，由U＝Ed求出电势差；

（3）根据运动的合成和分解规律确定油滴的最小速度。

【解答】解：（1）竖直方向：粒子做竖直上抛运动，到达最高点时速度为零，

由速度和位移关系可知，上升高度h＝菁优网-jyeoo

由速度﹣时间关系可知，

运动时间t＝菁优网-jyeoo；

（2）水平方向：粒子做初速度为零的匀加速直线运动．

水平位移x＝菁优网-jyeoovt＝菁优网-jyeoo

则M、N之间的电势差UMN＝Ex＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

（3）由题意可知，带电油滴受到恒定的合力F，由竖直上升高度和水平位移可知，油滴在两方向上具有相同加速度，所以合力方向与重力方向夹角为45°，合力方向与初始速度方向夹角为135°，所以油滴做斜抛运动；

当速度方向由合力方向垂直时，速度有最小值，则该值为v′＝vcos45°＝菁优网-jyeoov

答：（1）从M到N所经历的时间为菁优网-jyeoo．

（2）M、N之间的电势差等于菁优网-jyeoo，

（3）油滴从M点到N点过程中的最小速度为菁优网-jyeoov。

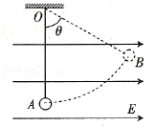
【点评】本题考查灵活选择研究方法的能力．对于曲线运动往往根据受力特点，运用运动的合成和分解处理即可，注意明确当速度方向由合力方向垂直时，速度有最小值。

**五．解答题（共9小题）**

52．（河北模拟）如图所示，质量为m、电荷量为+q的带电小球（视为质点）用不可伸长的绝缘轻绳悬挂在O点正下方的A点。在空间施加水平向右的匀强电场，小球从A点由静止释放后，到达最高点B，已知OA和OB间的夹角θ＝60°，绳长为L，重力加速度大小为g，不计空气阻力。求：

（1）电场强度E的大小；

（2）小球速度最大时所受的拉力大小F。



【分析】（1）对AB过程，根据动能定理求场强大小；

（2）AB两点速度为零，则两点关于等效最低点对称，所以可得等效最低点在AB两位置的中间位置；在等效最低点时，轻绳所受的拉力最大，根据动能定理及向心力表达式求绳的最大拉力。

【解答】解：（1）小球由A运动到B的过程中，由动能定理有qELsinθ﹣mgL（1﹣cosθ）＝0

解得E＝菁优网-jyeoo

（2）由对称性可知，小球运动到与竖直方向夹角为30°时速度最大，由牛顿第二定律有

F﹣mgcos30°﹣qEsin30°＝m菁优网-jyeoo

解得F＝2（菁优网-jyeoo﹣1）mg。

答：（1）电场强度E的大小为菁优网-jyeoo；

（2）小球速度最大时所受的拉力大小F为2（菁优网-jyeoo﹣1）mg。。

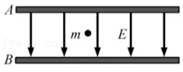
【点评】本题主要考查了带电粒子在复合场中运动的问题，要求同学们能正确分析粒子的受力情况，再通过受力情况分析粒子的运动情况，熟练掌握圆周运动及动能定理的基本公式。

53．（浙江学业考试）如图所示，两块水平放置的带电金属板A、B之间有电场强度大小为E、方向竖直向下的匀强电场。质量为m的带电微粒恰好能悬浮在两板之间。

（1）该微粒带正电还是负电？

（2）求该微粒所带的电荷量q；

（3）由于吸附尘埃该微粒质量增大到2m，若电荷量不变，求其加速度的大小和方向。



【分析】（1、2）根据微粒受力平衡得到电场力大小、方向，从而根据微粒所带电荷的电性，再根据平衡条件注出微粒的电荷量；

（3）根据板间电场，由F＝qE求得电场力，再根据牛顿第二定律求出加速度的在小和方向。

【解答】解：（1）电场方向竖直向下，而微粒在重力和电场力作用下保持平衡，由平衡条件可知，电场力一定竖直向上，故粒子带负电；

（2）根据平衡条件有：Eq＝mg

解得：q＝菁优网-jyeoo；

（3）微粒质量增大到2m，重力变为2mg，电场力F＝Eq＝mg，由牛顿第二定律可得：

2mg﹣qE＝2ma

解得a＝菁优网-jyeoo，方向竖直向下。

答：（1）该微粒带负电；

（2）该微粒所带的电荷量为菁优网-jyeooq；

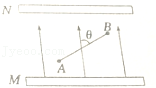
（3）由于吸附尘埃该微粒质量增大到2m，若电荷量不变，其加速度的大小为菁优网-jyeoo和方向竖直向下。

【点评】本题考查带电粒子在电场中受力分析，注意明确带电粒子在电场中所受电场力F＝qE，若电性为正，则电场力和场强方向一致；若电性为负，电场力方向和场强方向相反。

54．（海曙区校级期中）如图所示，MN板间匀强电场E＝2.4×104N/C，方向竖直向上，电场中A，B两点距离为10cm，AB连线与电场方向夹角θ＝60°，A点和M板相距2cm，

（1）此时UBA等于多少

（2）一点电荷Q＝5×10﹣8C，它在A，B两点电势能之差为多少？若M板接地，A点的电势是多少？B点的电势是多少？



【分析】此题是考查匀强电场中场强与电势差的关系，电势和电势能的概念等内容。

（1）据U＝Ed，可以算出A、B间的电势差，要注意的是d是两点间沿着电场线方向上的距离。

（2）据Ep＝φq，分别表示出A、B两点的势能，再求电势能之差，至于A、B两点的电势，由M板电势为零，求出差值，再求电势。

【解答】解：（1）据U＝Ed得A、B两点间的电势差：UAB＝E×AB×cosθ＝2.4×104×10×10﹣2×cos60°＝1200V。

（2）A、B两点电势能之差：εpA﹣εpB＝φAQ﹣φBQ＝UABQ＝1200×5×10﹣8J＝﹣6×10﹣5J。

若M板接地，由于菁优网-jyeooV＝480V 所以∅A＝﹣480V。

又因为UAB＝φA﹣φB＝1200V，所以φB＝φA﹣1200V＝﹣1680V。

答：（1）此时UBA等于1200V。

（2）一点电荷Q＝5×10﹣8C，它在A，B两点电势能之差为﹣6×10﹣5J．若M板接地，A点的电势是﹣480V．B点的电势是﹣1680V。

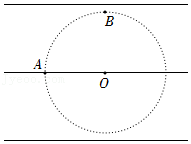
【点评】本题的关键是理解匀强电场中场强与电势差的关系，即U＝Ed，但要注意的是d是沿着场强方向上的距离。还要弄清的是UAB＝∅A﹣∅B含义，电势差就是两点间的电势之差。

55．（启东市期中）如图所示为沿水平方向的匀强电场的三条电场线，竖直平面内有一个半径为R的圆周，A点为圆周上和圆心O等高的一点，B点为圆周上的最高点。在A点的粒子源以相同大小的初速度在竖直面内沿各个方向发射质量为m、带电量为q、带正电的同种粒子。已知竖直向上发射的粒子恰好经过B点，且在B点时速度方向恰好水平向右，重力加速度为g。求：

（1）发射粒子的初速度大小；

（2）电场强度的大小和方向；

（3）所有经过圆周上粒子的动能的最大值。



【分析】（1）（2）带电粒子从B点沿垂直于电场线入射时，粒子做类斜抛运动，竖直方向做竖直上抛运动，水平面方向做初速度为零的匀加速直线运动，由这两个方向的速度、位移关系就能求出初速度和电场强度；

（3）再根据几何关系和电场的性质确定圆上速度最大的位置，由动能定理即可求解最大动能。

【解答】解：（1）（2）由题意知，从A点到B点，

带电粒子竖直方向做竖直上抛运动，v02＝2gR，t＝菁优网-jyeoo

水平方向做初速度为零的匀加速直线运动，R＝菁优网-jyeoo，而a＝菁优网-jyeoo

解得：v0＝菁优网-jyeoo，E＝菁优网-jyeoo 方向水平向右

（3）由以上分析可知，重力与电场力大小相等，则电场与重力的合力为F合＝菁优网-jyeoo，方向与水平方向成45°斜向右下，

据动能定理当合力做功最多时，圆周上粒子的速度最大，即图中的D点动能最大。

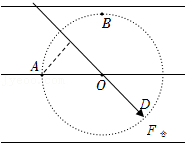
F合（1+cos45°）R＝Ekm﹣菁优网-jyeoo

代入解得：Ekm＝菁优网-jyeoo

答：（1）发射粒子的初速度大小为菁优网-jyeoo；

（2）电场强度的大小为菁优网-jyeoo、方向水平向右；

（3）所有经过圆周上粒子的动能的最大值为菁优网-jyeoo。

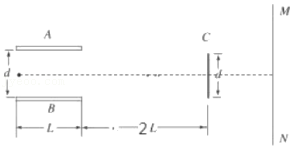


【点评】本题是运动的合成与力的合成与分解的综合题，关键是由A点和B点的速度方向确定受力情况，从而求出粒子受到的合力的大小和方向。然后再由动能定理找到和求出在一个假想的圆周上的最大动能。

56．（袁州区校级月考）一群速率不同的一价离子从A、B两平行极板正中央水平射入如图所示的偏转电场，离子的初动能为Ek，A、B两极板间电压为U，间距为d，C为竖直放置并与A、B间隙正对的金属挡板，屏MN足够大。若A、B极板长为L，C到极板右端的距离为2L，C的长为d。不考虑离子所受重力，元电荷为e。

（1）写出离子射出A、B极板时的偏转距离y的表达式；

（2）问初动能范围是多少的离子才能打到屏MN上？



【分析】（1）离子在AB板间的电场中做类平抛运动，将离子的运动沿水平方向和竖直方向进行分解，运用牛顿第二定律、运动学公式，结合两个分运动的等时性，求出离子射出电场时的偏转距离y的表达式；

（2）离子离开电场后做匀速直线运动，离子要打在屏MN上，y必须满足y＜菁优网-jyeoo，且Ltanφ+y＞菁优网-jyeoo，联立即可求解.

【解答】解：（1）设离子的质量为m，初速度为v0，则离子在偏转电场中的加速度为

a＝菁优网-jyeoo

离子射出电场的时间为t＝菁优网-jyeoo

射出电场时的偏转距离为y＝菁优网-jyeooat2

联立解得y＝菁优网-jyeoo

而Ek＝菁优网-jyeoomv02，则y＝菁优网-jyeoo；

（2）离子射出电场时的竖直分速度为vy＝at

射出电场时的偏转角的正切值为tanφ＝菁优网-jyeoo

故tanφ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

离子射出电场后做匀速直线运动

要使离子打在屏MN上，需满足y＜菁优网-jyeoo

且Ltanφ+y＞菁优网-jyeoo，联立解得菁优网-jyeoo＜Ek＜菁优网-jyeoo

答：（1）离子射出A、B极板时的偏移距离y的表达式为y＝菁优网-jyeoo；

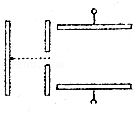
（2）初动能范围是菁优网-jyeoo＜Ek＜菁优网-jyeoo的离子才能打到屏MN上。

【点评】本题考查粒子在偏转电场中的运动类型，解题的关键是掌握类平抛运动的规律，能熟练推导出偏转距离和偏转角度的表达式，同时要正确分析临界条件，即可正确分析求解。

57．（绿园区校级期中）如图所示，质量为m、电荷量为+q的带电粒子，由静止经加速电场加速后，以速度v0进入偏转电场区域，带电粒子离开偏转电场时的动能为进入时动能的2倍，已知偏转电场极板长度和两极板间的距离都等于L。不计带电粒子的重力。求：

（1）加速电场的加速电压；

（2）带电粒子离开偏转电场时的偏转距离。



【分析】（1）在加速电场中，动能定理求解加速电压；

（2）在偏转电场中，带电粒子做类平抛运动，根据平抛运动规律求解偏转距离y。

【解答】解：（1）粒子在加速电场加速的过程，根据动能定理，有菁优网-jyeoo，解得菁优网-jyeoo。

（2）根据已知条件，粒子射出电场时的动能菁优网-jyeoo＝2×菁优网-jyeoo

解得菁优网-jyeoo，

设v与v0的夹角为θ，则cosθ＝菁优网-jyeoo，解得θ＝45°

因为tanθ＝菁优网-jyeoo则v0＝vy

带电粒子在偏转电场中做类平抛运动

水平方向：x＝L＝v0t

竖直方向：y＝菁优网-jyeooat2

tanθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

联立解得：菁优网-jyeoo

即带电粒子离开偏转电场时的偏转距离y＝菁优网-jyeoo

答：（1）加速电场的加速电压为菁优网-jyeoo；

（2）带电粒子离开偏转电场时的偏转距离菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查带电粒子在电场中加速和偏转运动：

在加速电场中求末速度，用动能定理；

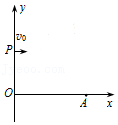
在偏转电场中，带电粒子垂直进入电场，在电场力作用下做类平抛运动，根据平抛运动知识求解粒子运动的在竖直方向上的位移，掌握类平抛规律是关键．

58．（浙江期中）如图所示，在xOy平面的第I象限内有与y轴平行的有界匀强电场，一电子以垂直于y轴的初速度v0从P（0，2L）点射入电场中，并从A（2L，0）点射出电场，已知电子的电荷量大小为e，质量为m，不计电子的重力。求：

（1）判断第I象限内电场的方向；

（2）电子从P点运动到A点的时间；

（3）匀强电场的电场强度大小。



【分析】（1）根据电子的偏转方向即可确定电子的受力方向，从而确定出电场的方向；

（2）根据类平抛运动规律，利用水平方向上的匀速直线运动规律即可求出电子从P点运动到A点的时间；

（3）根据类平抛运动规律以牛顿第二定律即可求出电场强度的大小。

【解答】解：（1）由题意可知，粒子向下偏转，说明电子受力向下，因负电荷受力方向与电场线方向相反，故电场的方向向上；

（2）粒子在水平方向上做匀速直线运动，水平距离为2L，速度为v0；故运动时间为：

t＝菁优网-jyeoo

（3）粒子竖直方向位移为2L，由牛顿第二定律可知：a＝菁优网-jyeoo

由2L＝菁优网-jyeooat2可得：

2L＝菁优网-jyeoo

解得：E＝菁优网-jyeoo

答：（1）第I象限内电场的方向向上；

（2）电子从P点运动到A点的时间为菁优网-jyeoo；

（3）匀强电场的电场强度大小为菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查粒子在电场中做类平抛运动的处理方法；要掌握处理此类运动的方法：将运动分解为匀速直线运动和匀变速直线运动，根据运动学公式列式。

59．（九江期中）光滑绝缘半球槽的半径为R，处在水平向右的匀强电场中，一质量为m的带电小球从槽的右段A处无初速度沿轨道滑下，滑到最低点B时，球对轨道的压力为20N．求：

（1）小球受到的电场力的大小和方向；

（2）带电小球在滑动过程中的最大速度。

【分析】（1）利用牛顿第二定律和动能定理即可判断歘电场力的大小和方向；

（2）在下滑过程中利用动能定理和数学三角函数即可判断

【解答】解：（1）设小球运动到最底端位置B时速度为v，此时有菁优网-jyeoo

设电场力方向向右，则有菁优网-jyeoo

解得菁优网-jyeoo，方向与假设方向相符，水平向右

（2）速度最大时，合力与速度方向垂直

设此时重力与电场力的合力与竖直方向夹角为θ，有

菁优网-jyeoo

tan菁优网-jyeoo，sin菁优网-jyeoo，cos菁优网-jyeoo

解得菁优网-jyeoo

答：（1）小球受到的电场力的大小为菁优网-jyeoo，方向向右；

（2）带电小球在滑动过程中的最大速度为菁优网-jyeoo。

【点评】本题主要考查了动能定理的直接应用，利用好三角函数即可

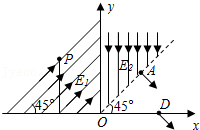
60．（威远县校级期中）如图所示，xOy平面为竖直平面，其中x轴沿水平方向，第一象限内y轴和过原点且与x轴正方向成45°角的直线之间存在一有界匀强电场E2，方向竖直向下，第二象限内有一匀强电场E1，E1方向与x轴正方向成45°角斜向上．已知两个象限内电场的场强大小均为E．有一质量为m、电量为+q的带电小球在水平细线的拉力作用下恰好静止在点（﹣l，2t）处，现剪断细线，小球从静止开始运动，从E1进入E2，并从E2边界上A点垂直穿过，最终打在x轴上D点，已知重力加速度为g，试求：

（1）场强大小E；

（2）小球在电场E2中运动的时间t；

（3）A点的位置坐标；

（4）到达D点时小球的动能．



【分析】（1）小球在第二象限内做直线运动，知合力的方向水平向右，根据竖直方向上平衡得出重力与电场力的关系，从而求解电场强度的大小；

（2）小球在做匀加速直线运动，根据运动学公式，即可求解运动时间；

（3）对第二象限内的运动过程运用动能定理得出进入第一象限的初速度，结合类平抛运动的规律，通过牛顿第二定律和运动学公式求出带电小球经过A点时的位置坐标．

（4）对全过程运用动能定理，结合重力和电场力的关系求出带电小球到达D点时时的动能．

【解答】解：（1）设小球所受的重力为G，小球在第二象限内做直线运动，知小球合力水平向右，竖直方向上合力为零．

有：G＝qEsin45°．

解得：E＝菁优网-jyeoo；

（2）小球在第二象限做匀加速直线运动，其加速度的大小a＝菁优网-jyeoo＝g；

根据运动学公式，则有：小球在电场E2中运动的时间t＝菁优网-jyeoo

（3）设进入第一象限的初速度为v0

根据运动学公式，菁优网-jyeoo，则有：v0＝菁优网-jyeoo

小球在第一象限内，做类平抛运动，

竖直方向上有：y＝菁优网-jyeooat′2，

a＝菁优网-jyeoo＝（菁优网-jyeoo+1）g；

因从E2边界上A点垂直穿过，则有：vy＝v0＝at′

水平方向上有：x＝v0t′

联立各式解得t′＝菁优网-jyeoo

因此，x＝菁优网-jyeoo＝2（菁优网-jyeoo﹣1）l；

y＝菁优网-jyeoo＝2（菁优网-jyeoo﹣1）l．

那么A点的位置坐标（2（菁优网-jyeoo﹣1）l，2（菁优网-jyeoo﹣1）l；

（4）对从P到D全过程运用动能定理得，qElcos45°+（qE+mg）菁优网-jyeoo+mg菁优网-jyeoo＝EkD

解得：EkD＝2菁优网-jyeoomgl．

答：（1）场强大小菁优网-jyeoo；

（2）小球在电场E2中运动的时间菁优网-jyeoo；

（3）A点的位置坐标（2（菁优网-jyeoo﹣1）l，2（菁优网-jyeoo﹣1）l；

（4）到达D点时小球的动能2菁优网-jyeoomgl．

【点评】解决本题的关键知道小球在第二象限内做匀加速直线运动，合力水平向右，在第一象限内做类平抛运动，结合动能定理和牛顿第二定律进行求解．