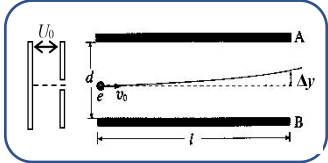


课程基本信息							
课例编号	2020QJ11WLRJ014	学科	物理	年级	高二	学期	上学期
课题	带电粒子在电场中的运动（第二课时）						
教科书	书名： 物理必修（第三册）						
	出版社： 人民教育出版社		出版日期：		2019 年 6 月		
教学人员							
	姓名		单位				
授课教师	杨文清		北京师范大学附属中学				
指导教师	王晶		北京师范大学附属中学				
	王莉萍		北京师范大学附属中学				
	黎红		西城教育研修学院				
教学目标							
<p>教学目标：</p> <p>1.知道垂直于电场线进入匀强电场的带电粒子的运动特点，并能对粒子离开电场时的偏移距离、偏转角度以及离场速度等物理量进行定量分析。</p> <p>2.了解示波管原理，体会静电场知识对科学技术的影响。</p> <p>3.通过对带电粒子在电场中加速、偏转的讨论，进一步加深运动与相互作用观念、能量观念，并体会其在解决问题中的作用。</p> <p>4.通过理论知识在实践中的应用过程，培养学生热爱科学的精神。</p> <p>教学重点：</p> <p>带电粒子在匀强电场中的运动规律。</p> <p>教学难点：</p> <p>综合应用力学和电学知识处理偏转以及示波管的成像问题。</p>							
教学过程							
时间	教学环节	主要师生活动					
2分钟	环节一	<p>【师】</p> <p>同学们好！这节课我们继续研究带电粒子在电场中的运动。</p> <p>这台仪器叫示波器，你听说过吗？</p> <p>我们今天要讨论的内容与它有关。</p>					



6 分 钟	环 节 三	<p>下面我们看一下具体的实验……</p> <p>（播放视频）</p> <p><b>【生】</b></p> <p>观察装置 思考分析过程</p> <p><b>【师】</b></p> <p>第一次，我们只有加速电场；</p> <p>第二次，我们增加偏转电场；</p> <p>第三次，我们将偏转电场的正负极调换位置。下面来看观察实验……</p> <p><b>【师】</b></p> <p>（放实验过程中陈述）每次释放小球的时候，都要将它先和极板接触一下（为什么？）为了让小球具有与该极板相同的电性。</p> <p><b>【生】</b></p> <p>再次观看实验验证，验证结果，加深对实验的认识。</p> <p><b>【师】</b></p> <p>有了定性了解，接下来进行定量研究。</p> <p><b>【师】</b></p> <p>下面我们就来解决一个具体问题，大家请看学习任务单中的例题 2，我们就按照解决平抛运动的方法来解决它。</p> <p>例题 2：如图所示，电子由静止开始经加速电场后以速度 <math>v_0</math> 沿平行于板面方向射入竖直方向的偏转电场，AB 两板间的电场看做匀强电场。已知极板间的电压 <math>U</math> 为 200 V，极板的长度 <math>l</math> 为 6.0 cm，两板相距 <math>d</math> 为 2 cm，<math>v_0</math> 为 <math>3.0 \times 10^7</math> m/s。求电子离开偏转电场时沿垂直板面方向的偏移距离 <math>\Delta y</math>、偏转角度 <math>\theta</math> 以及加速电场电压 <math>U_0</math>。</p>  <p><b>【生】</b></p> <p>阅读 分析 计算</p> <p><b>【师】</b></p> <p>看看你和我做的是否一样？电子在水平方向做匀速直线运动，在偏转电场中的加速度是 <math>a</math>，竖直方向做初速为 0 的匀加速运动。</p> <p>根据已知条件，计算出电子在电场中的加速度 <math>a</math>。</p> <p>并计算出离开电场时速度和水平方向的夹角 <math>\theta</math></p> <p>如何计算粒子离开偏转电场时的动能</p> <p><b>【生】</b></p> <p>思考</p> <p><b>【师】</b></p> <p>我们可以借助刚才得到的垂直分速度，利用矢量合成，求出实际速度，再根据动能表达式求解；</p> <p>也可以借助偏移距离，通过静电力做功和动能定理求解。</p> <p>结果都是 <math>E_k = \frac{1}{2} m(v_0^2 + \frac{e^2 U^2 l^2}{m^2 d^2 v_0^2})</math>。</p>
-------------	-------------	--

8 分钟	<p>你觉得哪种更方便呢？</p> <p><b>【生】</b> 思考 总结</p> <p><b>【师】</b> 对了，题目中还有一个物理量等着我们求呢，那就是加速电场的电压 <math>U_0</math>，可以看到，加速电压可以达到上千伏特。</p> <p><b>【师】</b> 题目完成了，大家有没有注意到为什么说经过电场偏转的电子，在离开电场时的位置可以反映出极板间所加电压的特征呢？ 我们把偏移距离表达式看一下，再关注一下进入偏转电场时的初速度 <math>v_0</math> 与加速电场电压的关系。 将偏移距离进一步化简，观察这个 <math>\Delta y</math> 与 <math>U</math> 的关系式。</p> <p><b>【生】</b> 观察 思考</p> <p><b>【师】</b> 我们发现偏移距离与偏转电压成正比。 如果在电子刚刚离开偏转电场的地方竖立一块荧光屏，电子撞到荧光屏上形成亮斑。 偏转电压越大，亮斑离中心位置越远……这就是带电粒子在电场中运动规律在示波器上显示信号的最基础的原理。 同时，你有没有发现，在偏移距离的表达式中，并没有电子本身的信息（质量、电荷量），如果用这套装置针对不同粒子来加速和偏转，偏移距离会如何呢？你也可以在课后作业中加深体会。</p> <p><b>【生】</b> 思考 领会任务</p> <p><b>【师】</b> 再来说示波器，它的实际构造并不是这么简单，否则无法在荧光屏上准确显示信号电压的图像规律。 要想了解图像在荧光屏上如何呈现，必须了解示波器中的核心部件——示波管。 这是一个示波管，下面是它的原理图。</p> <p><b>【生】</b> 观察 体会</p> <p><b>【师】</b> 我们发现示波管的结构中，有一个电子枪、有两对偏转极板，另外，在离偏转极板一定距离的地方有个荧光屏，并不是紧贴着偏转极板。 请你想一想，这三个部分是如何工作的？ 每位同学立刻都能指出电子枪是产生高速电子的，因为这部分存在一个加速电场；两对偏转极板分别是让电子在竖直方向和水平方向发生偏转的；而荧光屏则是通过电子撞击显示出亮斑的。非常对。 但是你能仔细给大家讲一下，它是如何将信号电压随时间的变化规律显示在在荧光屏上的吗？你可以自己先试一下……</p> <p><b>【生】</b></p>
---------	--

示波管成像原理	<p>思考 尝试表达</p> <p><b>【师】</b></p> <p>我们发现最关键的部分就是从偏转到荧光屏这个过程。如果在两对偏转极板上都不加电压，电子在通过偏转电场时将不发生偏转，将沿着初速度的方向一直射向荧光屏的中心位置。如果在 YY'上加了一个信号电压，该电压为恒定电压；而在 XX'上不加电压，此时电子枪发出的所有电子将在电场中发生相同的侧向位移，而离开电场之后做匀速直线运动，最终打在荧光屏上相同的位置，产生亮斑。</p> <p><b>【师】</b>我们可以通过左边的图示，做出精确计算。（按图来说）根据前面计算，我们得到<math>\Delta y = \frac{Ul^2}{4dU_0}</math>和<math>\tan\theta = \frac{eUl}{mdv_0^2}</math>。</p> <p>再根据三角函数关系，求出<math>S = \frac{l}{2}</math>，进一步计算可以得出到达荧光屏时，电子在屏幕上的亮斑位置反映了两极板间信号电压的大小。</p> <p>如果我们测量的是恒定电压，那将都打在同一位置，而这种情况我们用电压表就可以解决；如果电压随时间忽大忽小，极板正负也不断改变，这个时候屏幕上的亮斑就会时而向上，时而向下。如果信号随时间变化的很快，我们的眼睛具有视觉暂留的特点，那这时候就会看到一条竖直的亮线，无法分辨信号的特点。</p> <p>所以，我们需要将信号电压随时间的变化规律展现出来，进行准确的研究。需要在水平方向上加一个偏转电场，来展现信号随时间的变化规律。</p> <p><b>【生】</b></p> <p>倾听 思考</p> <p><b>【师】</b></p> <p>类似的，亮斑的水平位置反映了产生水平电场的两极板间电压。即<math>x \propto U</math></p> <p>当两对极板都不加电压时，电子打到屏幕上的正中央（亮斑出现的位置）。现在，我们同时给出信号电压和能够展现它随时间变化的扫描电压。把时间的脚步放得慢一些，一个时刻接一个时刻把屏幕上出现亮斑的位置展现出来。我们来把屏幕放大，先把零时刻光斑的位置找到，分别注意 x 与 y 两个方向，此时 X 板电势低，电子向 X'板方向偏转；而 Y 板电势高，电子向 Y 板方向偏转。由于两个方向的偏转，分别由两个方向的电场来控制，所以电子实际上打在屏幕上的位置，在这里（指着图），那在<math>\frac{t_1}{4}</math>时刻，x 有变化，y 没变化，</p> <p>所以这是光斑的位置在这里，那再过<math>\frac{t_1}{4}</math>时刻呢，你可以在学习任务单上试着画下去……</p> <p><b>【生】</b></p> <p>倾听 思考 练习</p> <p><b>【师】</b></p> <p>你看看是不是这样（屏幕开始打出来）</p> <p>那么，到了<math>\frac{9t_1}{4}</math>时刻，“重复刚才的故事”，我们要是在描点的时候，把时间间隔取得更短一些……（下一页）</p>
---------	--

1 分 钟	环 节 五  总 结 规 律 加 深 认 识	<p>那么，到了<math>\frac{9t_1}{4}</math>时刻，“重复刚才的故事”，我们要是在描点的时候，把时间间隔取得更短一些……（下一页）</p> <p>你看，我们的示波器就是这样显示出了信号电压的特点。</p> <p>要能够实现这个目标，扫描电压和信号电压在时间的变化规律上应该有什么特点？</p> <p>【生】</p> <p>思考</p> <p>【师】</p> <p>扫描电压和信号电压的周期相同，就可以得到一个周期内信号电压的随时间变化的稳定图像了。</p> <p>你可以更深入的研究一下，如果周期不相同，会出现什么结果？</p> <p>如果信号电压是锯齿波或正弦波信号，也是同样的分析方法……</p> <p>你找到规律了吗？</p> <p>在课后作业里给大家提供一些挑战。</p> <p>【师】</p> <div data-bbox="531 920 1152 1180" data-label="Diagram"> <pre> graph TD     A[带电粒子在电场中运动规律] -- 应用 --&gt; B[示波管原理]     B -- 理解 --&gt; A     C[电压] -- 引起 --&gt; D[加速过程 偏转过程]     D --&gt; E[电子枪 极板间]     E -- 电子撞击 --&gt; F[荧光屏]     F -- 形成图像 --&gt; G[形成图像]     G -- 反映 --&gt; C   </pre> </div>
-------------	---	--

备注：本课中的模拟实验由北京师范大学第二附属中学彭梦华老师提供。