物理选修 3-5 教案

第十六章 动量和动量守恒定律

16.1 实验：探究碰撞中的不变量

目的要求

通过这节课的学习，让学生掌握科学探究的思维方法，从最简单的关系开始寻找，利用身边的资源及已学过的原理，来完成该实验的探究过程。

重难点分析

一、重点

本节课的重点在于如何让学生掌握科学探究的方法。如何真正实现探究的过程。

二、难点

本节课的难点在于，如何启发学生利用身边的一切可利用资源，来自行设计可行性较强的实验方案。

新课教学

一、新课引入

碰撞是自然界中常见的现象。比如，两节火车车厢之间的挂钩靠碰撞相连，台球由于两球的碰撞而改变运动状态。两个迎面而来的人相撞后会相仰而倒，或者各自后退。在微观粒子之间，更是由于相互碰撞而改变能量，甚至由于撞击而使得一种粒子转化为其他粒子。

二、新课教学

由很多例子可知，两个物体碰撞前后的速度都会发生变化，物体的质量不同时速度变化也不一样。那么，碰撞前后会不会有什么物理量保持不变？这节课主要介绍研究这个问题的实验。

（一）实验的基本思路

研究最简单的情况——两个物体碰撞前沿同一直线运动，碰撞后仍沿同一直线运动。这种碰撞叫做一维碰撞。

思考一下，在一维碰撞的情况下，与物体有关的物理量有哪些？

（学生答：质量 m，速度 v）

为什么与质量 m 有关？

（学生答：相互作用力下，质量越大的物体速度改变越慢）

设两物体质量分别为 m_1、m_2，碰撞前速度分别为 v_1、v_2，碰撞后速度分别为 v_1'、v_2'。速度为矢量，因而需规定正方向。

问题是：物体的质量和速度在碰撞前后有什么不变的关系？

质量必定是不变的，但质量只是惯性的量度，无法描述物体的运动状态。而速度却是在碰撞前后改变的，那么，可否有一个物理量为质量与速度的某种关系，却又恰好能在碰撞前后保持不变呢？

可能关系：

①$\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2=\frac{1}{2}m_1v_1'^2+\frac{1}{2}m_2v_2'^2$

→这个关系不可能。碰撞前后能量必有损失，只是多少的问题。而我们要寻找的物理量是在任何一种碰撞中都不变的量。

②$m_1v_1+m_2v_2=m_1v_1'+m_2v_2'$

③$\frac{m_1}{v_1}+\frac{m_2}{v_2}=\frac{m_1}{v_1'}+\frac{m_2}{v_2'}$

④$\frac{v_1}{m_1}+\frac{v_2}{m_2}=\frac{v_1'}{m_1}+\frac{v_2'}{m_2}$

¼ ¼

m、v 组成的关系有很多种可能，因而需要通过实验来寻找。

（二）学生阅读课本参考案例一、二、三，思考并回答以下问题。

1、要完成这个实验，首要必须考虑的问题是什么？案例中如何实现这一条件？

（首要必须保证碰撞是一维的，即必须保证两物体在碰撞前后均沿同一直线运动。可采用气垫导轨、光滑平板等）

2、该实验必须测量什么物理量？

（物体的质量 m、物体碰撞前后的速度 v）

3、如何测量这些物理量？

（质量的测量：天平、弹簧秤等

速度的测量：光电计时装置、打点计时器等）

4、物体的质量是否一定得测量出来？

（不一定。可以使用多个完全一样的物体，组成质量比确定的关系即可）

5、除了案例介绍的方法，还有什么方法可以测量速度？

（粗略测量时，可以采用刻度尺测量位移、秒表测量时间来求出速度等）

6、记录数据的表格如何设计？

（三）要求学生再次研究课本介绍的案例，思考归纳课本案例中的优点与缺点？

（包括可操作性以及误差来源）

（四）要求学生自行设计可行性的实验方案

（例如：利用平抛运动原理，利用斜面等）

（五）补充说明：实验中还需注意两点：

1、碰撞不单止两个物体相碰，原来连在一起的两个物体，由于具有相互排斥的力而分开也是一种碰撞。

例如：用细线将弹簧片拉成弓形，连接两个物体，在某一时刻将细线烧断，两物体运动；炮弹爆炸成速度不同的碎片等。

2、碰撞时难免有能量损失，只有当某个物理量在能量损失较大和损失较小的碰撞中都不变，则才是我们寻找的不变量。

能量损失较小：即使得碰撞接近弹性碰撞，可在两滑块相碰的端面装上弹性碰撞架

能量损失较大：可在滑块的碰撞端面贴胶布，可增大。或者在两个滑块端分别装上撞针和橡皮泥等。

（六）布置课后自行阅读学生实验手册实验，下节课进行学生实验。

三、课堂练习

课本 P6　问题与练习 2

探索碰撞中的不变量

Đ Đ 课堂设计

新课引入：

请大家回忆一个概念：什么叫力？力是物体和物体之间的相互作用。而有些物体间的相互作用显得有些剧烈，那就是碰撞！碰撞是很常见的现象：大到宇宙空间天体之间、天体飞行器之间的相互碰撞，小到微观粒子之间的碰撞。（显示图片）

回到我们生活的空间，我来给大家看几种碰撞：

演示实验：

演示：两个摆球在最低点的碰撞：1、质量大的撞击质量小的；2、质量小的撞击质量大的；3、两个运动小球之间的对碰；4、质量相等的小球之间的碰撞。（玩具碰）

小结：不同情况下，相互碰撞的物体运动状态改变且改变情况不相同，那么在碰撞前后会不会有什么物理量不变（就象自由落体过程中机械能不变一样）

引入：今天我们用最简单的碰撞来研究——两个物体的一维碰撞：碰撞前后两个物体都在同一直线上运动。

在一维碰撞里面，质量不变，但它显然不是我们追求的不变量；速度变化了（考虑到速度的矢量性，我们要选定一个正方向，如果速度和选定的正方向一致，取正值，否则取负值）

问题：因为质量不同的时候，速度的变化情况也不一样，所以我们寻求的不变量应该和质量相关、和速度相关，是什么呢？

猜想：　会不会是两个物体各自的质量与自己速度的乘积之和是不变量？

即：$m_1v_1+m_2v_2=m_1v_1'+m_2v_2'$成立

或者，各自的质量与自己速度的二次方的乘积之和是不变量？

即：$m_1v_1^2+m_2v_2^2=m_1v_1'^2+m_2v_2'^2$成立

或者，两个物体的速度与自己质量的比值之和是不变量

即：$\frac{v_1}{m_1}+\frac{v_2}{m_2}=\frac{v_1^{©}}{m_1}+\frac{v_2^{©}}{m_2}$成立

或者……

我们的实验需要考虑的问题：

1、如何保证碰撞是一维的，保证两物体在碰撞前后在同一直线上运动；

2、如何测量物体的质量；（天平，弹簧秤）

3、怎样测量物体的速度。

4、数据表格：对比、探究、验证实验中，如何设计一个直观、方便的表格也是成功的关键所在。给出参考表格，可自己设计更方便的表格。

研究方案一：运动的小球撞击静止的小球

1、质量的测量：天平；

2、保证一维碰撞：利用斜槽末端水平槽控制小球做水平方向运动；

3、速度的测量：由于入射球和被碰小球碰撞前后均由同一高度飞出做平抛运动，飞行时间相等，若取飞行时间为单位时间，则数值上可用水平位移代替水平速度。

17g 和 2.5g

研究方案二：**运动的小车撞击静止的小车后成为一个整体。**

1、质量的测量：天平；
2、保证一维碰撞：四轮小车在平板上运动
3、速度的测量：利用打点计时器和跟随小车的纸带来测量小车的速度。（$V_1= S_{10}/10T$，$V'_1=V'_2= S'_{10}/10T$）

实验小结：
1、由于各种误差的存在，相对误差在 5%以内的，我们可以认为这两个值相等，由于我们使用的方法、器材的局限，能在 10%以内也算可以了，但超过 20%以上的，一般就不认为相等了。
2、**提问**：能小于 10%的是第几组物理量？**征集**：讨论的问题中，有相对差值小于 5%的。
3、展示成果：

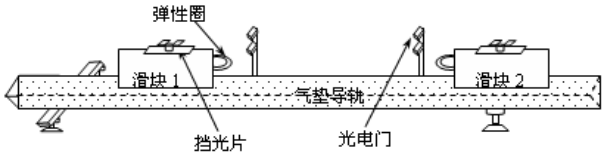
得到结论：

在误差允许的范围内，从实验结果看，在各种碰撞的前后，系统“mv^o之和是一个定值；而系统“mv^{2o}之和有的情况下是一个定值，而有时变化很大。

刚才大家所研究的都是一个运动的物体去碰一个静止的物体（弹性很不好的时候成为一个整体，弹性比较的时候分开），那么如果两个物体都具有一定的初速度，刚才的结论还成立吗？

研究方案三：**气垫导轨上两个滑块的碰撞**

1、质量的测量：弹簧秤；
2、保证一维碰撞：气垫导轨保证了两滑块碰撞前后都在同一直线上
3、速度的测量：利用光电计时器计下挡光片挡光的时间 t，再测出挡光片的长度 L，可得滑块的速度 v=L/t。



4、实验操作：
1)有弹性圈
2）橡皮泥
3）碰后成为一整体

数据评点：
1、各时间的物理意义
2、有关速度的方向
3、每组数据三个比较

4、得出结论：（看时间可让学生讨论，得出结论）

结论：系统各部分的“mvº（矢量，要考虑方向）的总和是一个定值，所以我们给“mvº一个名称叫动量P。刚才的结论就是一个很重要的定律——动量守恒定律。这是个适用范围比牛顿定律还要广的定律。它不仅仅适用于一维碰撞，还适用于二维、三维，多个物体之间的作用，当然，它有一定的适用条件，具体我们要到后面详细研究。

思考：有些情况下，系统“mv^{2o}之和在碰撞前后相等，这能否给我们一些启示？

提示：要是 $m_1v_1^2+m_2v_2^2= m_1v_1'^2+m_2v_2'^2$ 两边同时乘以 1/2 呢？

回顾玩具碰：为什么？

课后思考：满足什么样的条件，两个小球碰撞以后会交换速度？

16．2 动量守恒定律（一）

★新课标要求

（一）知识与技能

理解动量守恒定律的确切含义和表达式，知道定律的适用条件和适用范围

（二）过程与方法

在理解动量守恒定律的确切含义的基础上正确区分内力和外力

（三）情感、态度与价值观

培养逻辑思维能力，会应用动量守恒定律分析计算有关问题

★教学重点　动量的概念和动量守恒定律

★教学难点　动量的变化和动量守恒的条件.

★教学方法　教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：　投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排　1 课时

★教学过程

（一）引入新课

上节课的探究使我们看到，不论哪一种形式的碰撞，碰撞前后 *m*υ 的矢量和保持不变，因此 *m*υ 很可能具有特别的物理意义。

（二）进行新课

1．动量（momentum）及其变化

（1）**动量的**定义：物体的质量与速度的乘积，称为(物体的)动量。记为 $p=mv$. 单位：kg´m/s 读作“千克米每秒”。

理解要点：

①状态量：动量包含了“参与运动的物质”与“运动速度”两方面的信息，反映了由这两方面共同决定的物体的运动状态，具有瞬时性。

师：大家知道，速度也是个状态量，但它是个运动学概念，只反映运动的快慢和方向，而运动，归根结底是物质的运动，没有了物质便没有运动.显然地，动量包含了“参与运动的物质”和“运动速度”两方面的信息，更能从本质上揭示物体的运动状态，是一个动力学概念.

②矢量性：动量的方向与速度方向一致。

师：综上所述：我们用动量来描述运动物体所能产生的机械效果强弱以及这个效果发生的方向，动量的大小等于质量和速度的乘积，动量的方向与速度方向一致。

（2）动量的变化量：

定义：若运动物体在某一过程的始、末动量分别为 p 和 p'，则称：$\triangle p= p'-p$ 为物体在该过程中的**动量变化**。

强调指出：动量变化$\triangle p$ 是矢量。方向与速度变化量$\triangle v$ 相同。

一维情况下：$\Delta p=m\Delta \upsilon= m\upsilon_2- m\Delta\upsilon_1$　矢量差

【例 1（投影）】

一个质量是 0.1kg 的钢球，以 6m/s 的速度水平向右运动，碰到一个坚硬的障碍物后被弹回，沿着同一直线以 6m/s 的速度水平向左运动，碰撞前后钢球的动量有没有变化？变化了多少？

【学生讨论，自己完成。老师重点引导学生分析题意，分析物理情景，规范答题过程，详细过程见教材，解答略】

2．**系统　内力和外力**

【学生阅读讨论，什么是**系统？什么是内力和外力？**】

（1）**系统**：相互作用的物体组成系统。

（2）内力：系统内物体相互间的作用力

（3）**外力**：外物对系统内物体的作用力

〖教师对上述概念给予足够的解释，引发学生思考和讨论，加强理解〗

分析上节课两球碰撞得出的结论的条件：

两球碰撞时除了它们相互间的作用力（系统的内力）外，还受到各自的重力和支持力的作用，使它们彼此平衡。气垫导轨与两滑块间的摩擦可以不计，所以说 m_1 和 m_2 系统不受外力，或说它们所受的合外力为零。

3．动量守恒定律（law of conservation of momentum）

（1）内容：一个系统不受外力或者所受外力的和为零，这个系统的总动量保持不变。这个结论叫做动量守恒定律。

公式：$m_1\upsilon_1+ m_2\upsilon_2= m_1\upsilon_1'+ m_2\upsilon_2'$

（2）注意点：

① 研究对象：几个相互作用的物体组成的系统（如：碰撞）。

② 矢量性：以上表达式是矢量表达式，列式前应先规定正方向；

③ 同一性（即所用速度都是相对同一参考系、同一时刻而言的）

④ 条件：系统不受外力，或受合外力为 0。要正确区分内力和外力；当 $F_{内}>>F_{外}$时，系统动量可视为守恒；

思考与讨论：

如图所示，子弹打进与固定于墙壁的弹簧相连的木块，此系统从子弹开始入射木块到弹簧压缩到最短的过程中，子弹与木块作为一个系统动量是否守恒？说明理由。

分析：此题重在引导学生针对不同的对象（系统），对应不同的过程中，受力情况不同，总动量可能变化，可能守恒。

〖通过此题，让学生明白：在学习物理的过程中，重要的一项基本功是正确恰当地选取研究对象、研究过程，根据实际情况选用对应的物理规律，不能生搬硬套。〗

【例 2（投影）】

质量为 30kg 的小孩以 8m/s 的水平速度跳上一辆静止在水平轨道上的平板车，已知平板车的质量为 90kg，求小孩跳上车后他们共同的速度。

解：取小孩和平板车作为系统，由于整个系统所受合外为为零，所以系统动量守恒。

规定小孩初速度方向为正，则：

相互作用前：v_1=8m/s，v_2=0，

设小孩跳上车后他们共同的速度速度为 v'，由动量守恒定律得

$m_1v_1=(m_1+m_2)\,v'$

解得 $v'=\dfrac{m_1v_1}{m_1+m_2}$=2m/s，

数值大于零，表明速度方向与所取正方向一致。

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：“问题与练习”2、3、4 题

课后补充练习

1．一爆竹在空中的水平速度为 υ，若由于爆炸分裂成两块，质量分别为 m_1 和 m_2，其中质量为 m_1 的碎块以 υ_1 速度向相反的方向运动，求另一块碎片的速度。

2．小车质量为 200kg，车上有一质量为 50kg 的人。小车以 5m/s 的速度向东匀速行使，人以 1m/s 的速度向后跳离车子，求：人离开后车的速度。（5.6m/s）

16．3 动量守恒定律（二）

★新课标要求

（一）知识与技能

掌握运用动量守恒定律的一般步骤

（二）过程与方法

知道运用动量守恒定律解决问题应注意的问题，并知道运用动量守恒定律解决有关问题的优点。

（三）情感、态度与价值观

学会用动量守恒定律分析解决碰撞、爆炸等物体相互作用的问题，培养思维能力。

★教学重点 运用动量守恒定律的一般步骤

★教学难点 动量守恒定律的应用.

★教学方法 教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具： 投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排 1 课时

★教学过程

（一）引入新课

1．动量守恒定律的内容是什么？

2．分析动量守恒定律成立条件有哪些？

答：① $F_{合}=0$（严格条件）

② $F_{内}$ 远大于 $F_{外}$（近似条件）

③ 某方向上合力为 0，在这个方向上成立。

（二）进行新课

1．动量守恒定律与牛顿运动定律

师：给出问题（投影教材 11 页第二段）

学生：用牛顿定律自己推导出动量守恒定律的表达式。

（教师巡回指导，及时点拨、提示）

推导过程：

根据牛顿第二定律，碰撞过程中 1、2 两球的加速度分别是

$$a_1 = \frac{F_1}{m_1}, \qquad a_2 = \frac{F_2}{m_2}$$

根据牛顿第三定律，F_1、F_2等大反响，即

$$F_1 = -F_2$$

所以

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2$$

碰撞时两球间的作用时间极短，用 Δt 表示，则有

$$a_1 = \frac{v_1' - v_1}{\Delta t}, \qquad a_2 = \frac{v_2' - v_2}{\Delta t}$$

代入 $m_1 a_1 = -m_2 a_2$ 并整理得

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

这就是动量守恒定律的表达式。

教师点评：动量守恒定律的重要意义

从现代物理学的理论高度来认识，动量守恒定律是物理学中最基本的普适原理之一。（另一个最基本的普适原理就是能量守恒定律。）从科学实践的角度来看，迄今为止，人们尚未发现动量守恒定律有任何例外。相反，每当在实验中观察到似乎是违反动量守恒定律的现象时，物理学家们就会提出新的假设来补救，最后总是以有新的发现而胜利告终。例如静止的原子核发生β衰变放出电子时，按动量守恒，反冲核应该沿电子的反方向运动。但云室照片显示，两者径迹不在一条直线上。为解释这一反常现象，1930 年泡利提出了中微子假说。由于中微子既不带电又几乎无质量，在实验中极难测量，直到 1956 年人们才首次证明了中微子的存在。（2000 年高考综合题 23 ②就是根据这一历史事实设计的）。又如人们发现，两个运动着的带电粒子在电磁相互作用下动量似乎也是不守恒的。这时物理学家把动量的概念推广到了电磁场，把电磁场的动量也考虑进去，总动量就又守恒了。

2．应用动量守恒定律解决问题的基本思路和一般方法

（1）分析题意，明确研究对象。在分析相互作用的物体总动量是否守恒时，通常把这些被研究的物体总称为系统.对于比较复杂的物理过程，要采用程序法对全过程进行分段分析，要明确在哪些阶段中，哪些物体发生相互作用，从而确定所研究的系统是由哪些物体组成的。

（2）要对各阶段所选系统内的物体进行受力分析，弄清哪些是系统内部物体之间相互作用的内力，哪些是系统外物体对系统内物体作用的外力。在受力分析的基础上根据动量守恒定律条件，判断能否应用动量守恒。

（3）明确所研究的相互作用过程，确定过程的始、末状态，即系统内各个物体的初动量和末动量的量值或表达式。

注意：在研究地面上物体间相互作用的过程时，各物体运动的速度均应取地球为参考系。

（4）确定好正方向建立动量守恒方程求解。

3．动量守恒定律的应用举例

【例 1（投影）见教材 12 页】

【学生讨论，自己完成。老师重点引导学生分析题意，分析物理情景，规范答题过程，详细过程见教材，解答略】

补充例 2。

如图所示，在光滑水平面上有 A、B 两辆小车，水平面的左侧有一竖直墙，在小车 B 上坐着一个小孩，小孩与 B 车的总质量是 A 车质量的 10 倍。两车开始都处于静止状态，小孩把 A 车以相对于地面的速度 v 推出，A 车与墙壁碰后仍以原速率返回，小孩接到 A 车后，又把它以相对于地面的速度 v 推出。每次推出，A 车相对于地面的速度都是 v，方向向左。则小孩把 A 车推出几次后，A 车返回时小孩不能再接到 A 车？

分析：此题过程比较复杂，情景难以接受，所以在讲解之前，教师应多带领学生分析物理过程，创设情景，降低理解难度。

解：取水平向右为正方向，小孩第一次

推出 A 车时

$$m_B v_1 - m_A v = 0$$

即：

$$v_1 = \frac{m_A}{m_B} v$$

第 n 次推出 A 车时：

$$m_A v + m_B v_{n-1} = -m_A v + m_B v_n$$

则：

$$v_n - v_{n-1} = \frac{2m_A}{m_B} v ,$$

所以

$$v_n = v_1 + (n-1) \frac{2m_A}{m_B} v$$

当 $v_n \geqslant v$ 时，再也接不到小车，由以上各式得 $n \geqslant 5.5$ 取 $n=6$

点评：关于 n 的取值也是应引导学生仔细分析的问题，告诫学生不能盲目地对结果进行“四舍五入”，一定要注意结论的物理意义。

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：“问题与练习”4～7 题

课后补充练习

1．（2002 年全国春季高考试题）在高速公路上发生一起交通事故，一辆质量为 15000 kg 向南行驶的长途客车迎面撞上了一辆质量为 3000 kg 向北行驶的卡车，碰后两车接在一起，并向南滑行了一段距离后停止.根据测速仪的测定，长途客车碰前以 20 m/s 的速度行驶，由此可判断卡车碰前的行驶速率为◆

A．小于 10 m/s◆

B．大于 10 m/s 小于 20 m/s◆

C．大于 20 m/s 小于 30 m/s◆

D．大于 30 m/s 小于 40 m/s

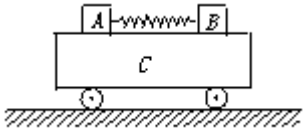
2．如图所示，A、B 两物体的质量比 $m_A:m_B=3:2$，它们原来静止在平板车 C 上，A、B 间有一根被压缩了的弹簧，A、B 与平板车上表面间动摩擦因数相同，地面光滑.当弹簧突然释放后，则有◆

A．A、B 系统动量守恒

B．A、B、C 系统动量守恒◆

C．小车向左运动

D．小车向右运动◆



3．把一支枪水平固定在小车上，小车放在光滑的水平面上，枪发射出一颗子弹时，关于枪、弹、车，下列说法正确的是◆

A．枪和弹组成的系统，动量守恒◆

B．枪和车组成的系统，动量守恒◆

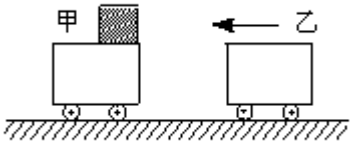
C．三者组成的系统，因为枪弹和枪筒之间的摩擦力很小，使系统的动量变化很小，可以忽略不计，故系统动量近似守恒◆

D．三者组成的系统，动量守恒，因为系统只受重力和地面支持力这两个外力作用，这两个外力的合力为零◆

4．甲乙两船自身质量为 120 kg，都静止在静水中，当一个质量为 30 kg 的小孩以相对于地面 6 m/s 的水平速度从甲船跳上乙船时，不计阻力，甲、乙两船速度大小之比：$v_{甲}:v_{乙}$=_____.

5．（2001 年高考试题）质量为 M 的小船以速度 v_0 行驶，船上有两个质量皆为 m 的小孩 a 和 b，分别静止站在船头和船尾.现在小孩 a 沿水平方向以速率 v（相对于静止水面）向前跃入水中，然后小孩 b 沿水平方向以同一速率 v（相对于静止水面）向后跃入水中.求小孩 b 跃出后小船的速度.◆

6．如图所示，甲车的质量是 2 kg，静止在光滑水平面上，上表面光滑，右端放一个质量为 1 kg 的小物体.乙车质量为 4 kg，以 5 m/s 的速度向左运动，与甲车碰撞以后甲车获得 8 m/s 的速度，物体滑到乙车上.若乙车足够长，上表面与物体的动摩擦因数为 0.2，则物体在乙车上表面滑行多长时间相对乙车静止?（g 取 10 m/s^2）◆



参考答案：

1．A　2．BC　3．D　4．5:4◆

5．因均是以对地（即题中相对于静止水面）的水平速度，所以先后跃入水中与同时跃入水中结果相同.◆

设小孩 b 跃出后小船向前行驶的速度为 v，取 v_0 为正向，根据动量守恒定律，有◆

$(M+2m)v_0=Mv+mv-mv$◆

解得：$v=(1+\dfrac{2m}{M})v_0$◆

6．乙与甲碰撞动量守恒：◆

$m_{乙}v_{乙}=m_{乙}v_{乙}'+m_{甲}v_{甲}'$ ◆

小物体 m 在乙上滑动至有共同速度 v，对小物体与乙车运用动量守恒定律得◆

$m_{乙}v_{乙}'=(m+m_{乙})v$◆

对小物体应用牛顿第二定律得 $a=\mu g$◆

所以 $t=v/\mu g$◆

代入数据得 t=0.4 s◆

16．5 反冲运动　火箭

新课标要求

1．内容标准

（1）探究物体弹性碰撞的一些特点。知道弹性碰撞和非弹性碰撞。

（2）通过实验，理解动量和动量守恒定律。能用动量守恒定律定量分析一维碰撞问题。知道动量守恒定律的普遍意义。

例 1 火箭的发射利用了反冲现象。

例 2 收集资料，了解中子是怎样发现的。讨论动量守恒定律在其中的作用。

（3）通过物理学中的守恒定律，体会自然界的和谐与统一。

2．活动建议　制作“水火箭”。

新课程学习

★新课标要求

（一）知识与技能

1．进一步巩固动量守恒定律

2．知道反冲运动和火箭的工作原理，了解反冲运动的应用

3．了解航天技术的发展和应用

（二）过程与方法

理解反冲运动的物理实质，能够运用动量守恒定律分析、解决有关反冲运动的问题。

（三）情感、态度与价值观

培养学生动手动脑的能力，发掘学生探索新知识的潜能。

★教学重点

运用动量守恒定律认识反冲运动的物理实质

★教学难点

动量守恒定律的应用.

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

铝箔纸，火柴和支架，反击式水轮机转轮的原理模型，礼花，有关航天发射、空间站等的录像带剪辑投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

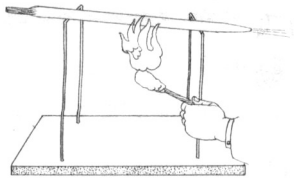
教师：用实验方法引入新课：

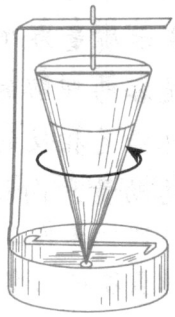
〖演示实验 1〗老师当众吹一个气球，然后，让气球开口向自己放手，看到气球直向学生飞去，人为制造一点“惊险气氛”，活跃课堂氛围。

〖演示实验 2〗用薄铝箔卷成一个细管，一端封闭，另一端留一个很细的口，内装由火柴头上刮下的药粉，把细管放在支架上，用火柴或其他办法给细管加热，当管内药粉点燃时，生成的燃气从细口迅速喷出，细管便向相反的方向飞去。

〖演示实验 3〗把弯管装在可以旋转的盛水容器的下部，当水从弯管流出时，容器就旋转起来。

提问：实验 1、2 中，气球、细管为什么会向后退呢？实验 3 中，细管为什么会旋转起来呢？





看起来很小的几个实验，其中包含了很多现代科技的基本原理：如火箭的发射，人造卫星的上天，大炮发射等。应该如何去解释这些现象呢？这节课我们就学习有关此类的问题。

（二）进行新课

1、反冲运动

（1）分析：细管为什么会向后退？

教师：引导学生自学书本，展开讨论，得出结论：

当气体从管内喷出时，它具有动量，由动量守恒定律可知，细管会向相反方向运动。

（2）分析：反击式水轮机的工作原理：当水从弯管的喷嘴喷出时，弯管因反冲而旋转，这是利用反冲来造福人类，象这样的情况还很多。

学生：交流，举例，并说明其工作原理。如：喷气式飞机、我国人民引以为荣的运载火箭等。

教师：为了使学生对反冲运动有更深刻的印象，此时再做一个发射礼花炮的实验。

学生：分析，礼花为什么会上天？

教师：在学生回答的基础上进行小结——火箭就是根据这个原理制成的。

2、火箭

教师：指导学生看书，对照书上“三级火箭”图，介绍火箭的基本构造和工作原理。

播放课前准备的有关卫星发射、“和平号”空间站、“探路者”号火星探测器以及我国“神舟号”飞船等电视录像，使学生不仅了解航天技术的发展和宇宙航行的知识，而且要学生知道，我国的航天技术已经跨入了世界先进行列，激发学生的爱国热情。

教师：在此基础上，指导学生阅读课后阅读材料——《航天技术的发展和宇宙航行》。

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：“问题与练习”1～3 题

★教学体会

思维方法是解决问题的灵魂，是物理教学的根本；亲自实践参与知识的发现过程是培养学生能力的关键，离开了思维方法和实践活动，物理教学就成了无源之水、无本之木。学生素质的培养就成了镜中花水中月。

16．6 用动量概念表示牛顿第二定律

★新课标要求

（一）知识与技能

1．理解动量定理的确切含义和表达式，知道动量定理适用于变力。

2．会用动量定理解释有关物理现象，并能掌握一维情况下的计算问题。

（二）过程与方法

运用牛顿运动定律和运动学公式推导出动量定理表达式。

（三）情感、态度与价值观

通过运用所学知识推导新的规律，培养学生学习的兴趣。激发学生探索新知识的欲望。

★教学重点　理解动量定理的确切含义和表达式

★教学难点　会用动量定理解释有关物理现象，并能掌握一维情况下的计算问题

★教学方法　教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

生鸡蛋、铺有较厚的海绵垫的白铁桶、细线、金属小球、橡皮筋、铁架台等，投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排　1 课时

★教学过程

（一）引入新课

小实验引入新课：

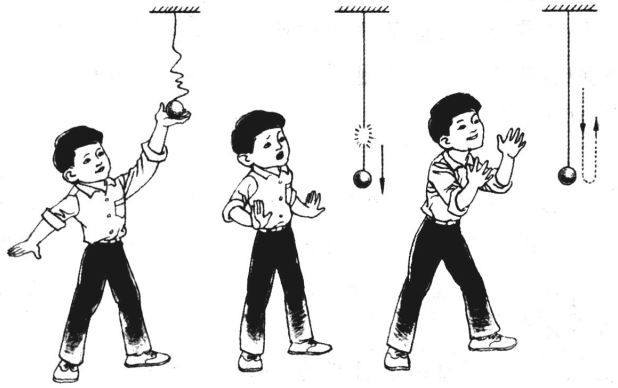
演示实验 1：鸡蛋落地

【演示】事先在一个白铁桶的底部垫上一层海绵（不让学生知道），让一个鸡蛋从一米多高的地方下落到白铁桶里，事先让学生推测一下鸡蛋的“命运”，然后做这个实验。结果发现并没有象学生想象的那样严重：发现鸡蛋不会被打破！

演示实验 2：缓冲装置的模拟

【演示】用细线悬挂一个重物，把重物拿到一定高度，释放后重物下落可以把细线拉断，如果在细线上端拴一段皮筋，再从同样的高度释放，就不会断了。

【让学生在惊叹中开始新课内容】



在日常生活中，有不少这样的事例：跳远时要跳在沙坑里；跳高时在下落处要放海绵垫子；从高处往下跳，落地后双腿往往要弯曲；轮船边缘及轮渡的码头上都装有橡皮轮胎等，这样做的目的是为了什么呢？而在某些情况下，我们又不希望这样，比如用铁锤钉钉子。这些现象中的原因是什么呢？通过我们今天的学习来探究其中的奥秘。

（二）进行新课

1．用动量概念表示牛顿第二定律

师：给出问题（投影）

假设一个物体在恒定的合外力作用下，做匀变速直线运动，在 t 时刻初速度为 v，在 t' 时刻的末速度为 v'，试推导合外力的表达式。

学生：用牛顿第二定律 $F=ma$ 以及匀变速直线运动的公式自己推导。

（教师巡回指导，及时点拨、提示）

推导过程：如图所示，由牛顿第二定律得，物体的加速度　$a=\dfrac{v'-v}{t'-v}$

合力 $F=ma=m\dfrac{v'-v}{t'-v}=\dfrac{mv'-mv}{t'-t}=\dfrac{p'-p}{t'-t}$

由于 $\Delta p=p'-p$，$\Delta t=t'-t$

所以，$F=\frac{\Delta p}{\Delta t}$　　（1）

结论：上式表示，物体所受合外力等于物体动量的变化率。这就是牛顿第二定律的另一种表达式。

2．动量定理

教师：将（1）式写成　$mv'-mv=F(t'-t)$　　（2）

（师生讨论上式的物理意义）

总结：表达式左边是物体从 t 时刻到 t' 时刻动量的变化量，右边是物体所受合外力与这段时间的乘积。（2）式表明，物体动量的变化量，不仅与力的大小和方向有关，还与时间的长短有关，力越大、作用时间越长，物体动量的变化量就越大。$F(t'-t)$ 这个量反映了力对时间的积累效应。

教师（讲解）：物理学中把力 F 与作用时间的乘积，称为力的冲量，记为 I，即

$I=F(t'-t)$，单位：N´s，读作“牛顿秒”。

将（2）式写成　$p'-p=I$　　（3）

（3）式表明，物体动量的变化量等于物体所受合外力的冲量，这个结论叫做**动量定理**。

讨论：如果物体所受的力不是恒力，对动量定理的表达式应该怎样理解呢？

教师：引导学生阅读选修 3－5 教材 24 页第一段，理解动量定理的过程性。

总结：尽管动量定理是根据牛顿第二定律和运动学的有关公式在恒定合外力的情况下推导出来的。可以证明：　动量定理不但适用于恒力，也适用于随时间变化的变力。对于变力情况，动量定理中的 F 应理解为变力在作用时间内的平均值。

在实际中我们常遇到变力作用的情况，比如用铁锤钉钉子，球拍击乒乓球等，钉子和乒乓球所受的作用力都不是恒力，这时变力的作用效果可以等效为某一个恒力的作用，则该恒力就叫变力的平均值，如图所示，是变力与平均力的 F-t 图象，其图线与横轴所围的面积即为冲量的大小，当两图线面积相等时，即变力与平均力在 t_0 时间内等效。

利用动量定理不仅可以解决匀变速直线运动的问题，还可以解决曲线运动中的有关问题，将较难计算的问题转化为较易计算的问题。

3．动量定理的方向性

例如：匀加速运动合外力冲量的方向与初动量方向相同，匀减速运动合外力冲量方向与初动量方向相反，甚至可以跟初动量方向成任何角度。在中学阶段，我们仅限于初、末动量的方向、合外力的方向在同一直线上的情况（即一维情况），此时公式中各矢量的方向可以用正、负号表示，首先要选定一个正方向与正方向相同的矢量取正值，与正方向相反的矢量取负值。

如图所示，质量为 m 的球以速度 v 向右运动，与墙壁碰撞后反弹的速度为 v'，碰撞过程中，小球所受

墙壁的作用力 F 的方向向左。若取向左为正方向，则小球所受墙壁的作用力为正值，初动量取负值，末动量取正值，因而根据动量定理可表示为 $Ft=p'-p=mv'-(-mv)=mv'+mv$。此公式中 F、v、v' 均指该物理量的大小（此处可紧接着讲课本上的例题）。

小结：公式 $Ft=p'-P=\Delta p$ 是矢量式，合外力的冲量的方向与物体动量变化的方向相同。合外力冲量的方向可以跟初动量方向相同，也可以相反。

演示实验 3：小钢球碰到坚硬大理石后返回

4．应用举例

下面，我们应用动量定理来解释鸡蛋下落是否会被打破等有关问题。

鸡蛋从某一高度下落，分别与石头和海绵垫接触前的速度是相同的，也即初动量相同，碰撞后速度均变为零，即末动量均为零，因而在相互作用过程中鸡蛋的动量变化量相同。而两种情况下的相互作用时间不同，与石头碰时作用时间短，与海绵垫相碰时作用时间较长，由 $Ft=\Delta p$ 知，鸡蛋与石头相碰时作用大，会被打破，与海绵垫相碰时作用力较小，因而不会被打破。

接着再解释用铁锤钉钉子、跳远时要落入沙坑中等现象。在实际应用中，有的需要作用时间短，得到很大的作用力而被人们所利用，有的需要延长作用时间（即缓冲）减少力的作用。请同学们再举些有关实际应用的例子。加强对周围事物的观察能力，勤于思考，一定会有收获。

接着再解释缓冲装置。

在实际应用中，有的需要作用时间短，得到很大的作用力，而被人们所利用；有的要延长作用时间而减少力的作用，请同学们再举出一些有关实际应用的例子，加强对周围事物的观察，勤于思考，一定会有收获。

例题（投影教材 24 页例题，师生讨论）

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：“问题与练习”1～4 题

★教学体会

思维方法是解决问题的灵魂，是物理教学的根本；亲自实践参与知识的发现过程是培养学生能力的关键，离开了思维方法和实践活动，物理教学就成了无源之水、无本之木。学生素质的培养就成了镜中花水中月。

《动量和动量守恒》复习课

一、教学目的

1、复习巩固动量定理

2、复习巩固应用动量守恒定律解答相关问题的基本思路和方法

3、掌握处理相对滑动问题的基本思路和方法

二、**教学重点**

1、 本节知识结构的建立

2、 物理情景分析和物理规律的选用

三、**教学难点**

物理情景分析和物理规律的选用

四、**教学过程**

● 本章知识结构

〖引导学生回顾本章内容，建立相关知识网络（见下表）〗

●典型举例

问题一：动量定理的应用

例 1：质量为 m 的钢珠从高出沙坑表面 H 米处由静止自由下落，不考虑空气阻力，掉入沙坑后停止，如图所示，已知钢珠在沙坑中受到沙的平均阻力是 f，则钢珠在沙内运动时间为多少？

分析：此题给学生后，先要引导学生分清两个运动过程：一是在空气中的自由落体运动，二是在沙坑中的减速运动。学生可能会想到应用牛顿运动定律和运动学公式进行分段求解，此时不急于否定学生的想法，应该给予肯定。在此基础上，可以引导学生应用全过程动量定理来答题。然后学生自己思考讨论，动手作答，老师给出答案。

设钢珠在空中下落时间为 t_1，在沙坑中运动时间为 t_2，则：

在空中下落，有 $H=\frac{1}{2}gt_1^2$，得 $t_1=\sqrt{\frac{2H}{g}}$，

对全过程有：$mg(t_1+t_2)-f\ t_2=0-0$　　得：$t_2=\frac{m\sqrt{2gH}}{f-mg}$

巩固：蹦床是运动员在一张绷紧的弹性网上蹦跳、翻滚并做各种空中动作的运动项目。

一个质量为 60kg 的运动员，从离水平网面 3.2m 高处自由下落，着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面 5.0m 高处。已知运动员与网接触的时间为 1.2s。若把在这段时间内网对运动员的作用力当作恒力处理，求此力的大小。($g=10m/s^2$)

〖学生自练，老师巡回辅导，给出答案1.5×10^3N，学生自评〗

例 2：一根弹簧上端固定，下端系着质量为 m 的物体 A，物体 A 静止时的位置为 P 处，再用细绳将质

量也为m的物体B挂在物体A的下面，平衡后将细绳剪断，如果物体A回到P点处时的速率为V，此时物体B的下落速度大小为u，不计弹簧的质量和空气阻力，则这段时间里弹簧的弹力对物体A的冲量大小为多少？

分析：引导学生分析，绳子剪断后，B加速下降，A加速上升，当A回到P点时，A的速度达到最大值。尤其要强调的是本题中所求的是弹簧的弹力对物体A的冲量，所以要分析清楚A上升过程中A的受力情况。

解：取向上方向为正，

对B：－mgt=－mu　　○

对A：$I_{弹}$－mgt=mv　　○

两式联立得$I_{弹}$=m（v＋u）

问题二：动量守恒定律的应用

例3：质量为 M的气球上有一质量为 m的猴子，气球和猴子静止在离地高为 h的空中。从气球上放下一架不计质量的软梯，为使猴子沿软梯安全滑至地面，则软梯至少应为多长？

分析：此题为前面习题课中出现过的人船模型，注意引导学生分析物理情景，合理选择物理规律。

设下降过程中，气球上升高度为H，由题意知猴子下落高度为h，

取猴子和气球为系统，系统所受合外力为零，所以在竖直方向动量守恒，由动量守恒定律得：

M′H=m′h，解得$H=\dfrac{mh}{M}$

所以软梯长度至少为$L=h+H=\dfrac{(M+m)h}{M}$

例4：一质量为M的木块放在光滑的水平桌面上处于静止状态，一颗质量为m的子弹以速度v_0沿水平方向击中木块，并留在其中与木块共同运动，则子弹对木块的冲量大小是：

A、mv_0；B、$\dfrac{mMv_0}{M+m}$；C、$mv_0-\dfrac{mv_0}{M+m}$；D、$mv_0-\dfrac{m^2v_0}{M+m}$

分析：题中要求子弹对木块的冲量大小，可以利用动量定理求解，即只需求出木块获得的动量大小即可。

对子弹和木块所组成的系统，满足动量守恒条件，根据动量守恒定律得：

mv_0=（M+m）v　　解得：$v=\dfrac{mv_0}{M+m}$，由动量定理知子弹对木块的冲量大小为$I=Mv=\dfrac{Mmv_0}{M+m}$

例5：传送带以V_0=2m/s的水平速度，把质量为m=20kg行李包送到原来静止在光滑水平轨道上的质量为M=30kg的长木板上。如果行李包与长木板之间的动摩擦因数为0.4，取g＝10m/s^2，求：

（1）行李包在长木板上滑行多长时间才能与小车保持相对静止？

（2）长木板至少多长才能使行李包不致滑出车外？

分析：当行李包滑上木板上之后，在摩擦力作用下，行李包作匀减速运动，木板作匀加速运动，最后达到共同速度，设其共同速度为V。对行李包和长木板组成的系统，满足动量守恒条件，根动量守恒定律有：mV_0=（M+m）V，得共同速度为 $V=\frac{mV_0}{M+m}=0.8m/s$

（1）、对行李包，所受动摩擦力为f=μmg，其加速度大小为a=μg=4m/s^2

其速度从V_0=2m/s减至V=0.8m/s，所用时间为$t=\frac{V-V_0}{-\mu g}=0.3s$

(2)、由运动过程示意图可知，木板滑动距离S_1，行李包滑动距离S_2及木板长度L间的几何关系为L= S_2 －S_1 ○

对行李包： $S_2=\frac{V+V_0}{2}\bullet t=0.42m$ ○

对长木板：$S_1=\frac{V}{2}\bullet t=0.12m$ ○

得木板最小长度L= S_2 －S_1=0.3m

● 课堂小结:

应用动量守恒定律解题的一般步骤：

1．明确研究系统，判断是否守恒；

2．选取正方向，明确作用前总动量和作用后总动量；

3．由动量守恒定律$p_{前}=p_{后}$列方程求解

五、作业：阅读教材，复习巩固。

17．1 能量量子化：物理学的新纪元

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解什么是热辐射及热辐射的特性，了解黑体与黑体辐射

2．了解黑体辐射的实验规律，了解黑体热辐射的强度与波长的关系

3．了解能量子的概念

（二）过程与方法

了解微观世界中的量子化现象。比较宏观物体和微观粒子的能量变化特点。体会量子论的建立深化了人们对于物质世界的认识。

（三）情感、态度与价值观

领略自然界的奇妙与和谐，发展对科学的好奇心与求知欲，乐于探究自然界的奥秘，能体验探索自然规律的艰辛与喜悦。

★教学重点　能量子的概念

★教学难点　黑体辐射的实验规律

★教学方法　教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排　1 课时

★教学过程

（一）引入新课

教师：介绍能量量子化发现的背景：（多媒体投影，见课件。）

19 世纪末页，牛顿定律在各个领域里都取得了很大的成功：在机械运动方面不用说，在分子物理方面，成功地解释了温度、压强、气体的内能。在电磁学方面，建立了一个能推断一切电磁现象的 Maxwell 方程。另外还找到了力、电、光、声----等都遵循的规律---能量转化与守恒定律。当时许多物理学家都沉醉于这些成绩和胜利之中。他们认为物理学已经发展到头了。

1900 年，在英国皇家学会的新年庆祝会上，著名物理学家开尔文作了展望新世纪的发言：“科学的大厦已经基本完成，后辈的物理学家只要做一些零碎的修补工作就行了。”

也就是说：物理学已经没有什么新东西了，后一辈只要把做过的实验再做一做，在实验数据的小数点后面在加几位罢了！

但开尔文毕竟是一位重视现实和有眼力的科学家，就在上面提到的文章中他还讲到：

ª 但是，在物理学晴朗天空的远处，还有两朵令人不安的乌云，----º

这两朵乌云是指什么呢？

一朵与黑体辐射有关，另一朵与迈克尔逊实验有关。

然而， 事隔不到一年（1900 年底），就从第一朵乌云中降生了量子论，紧接着（1905 年）从第二朵乌云中降生了相对论。经典物理学的大厦被彻底动摇，物理学发展到了一个更为辽阔的领域。正可谓“山重水复疑无路， 柳暗花明又一村”。

点出课题：我们这节课就来体验物理学新纪元的到来－－能量量子化的发现

（二）进行新课

1．黑体与黑体辐射

教师：在了解什么是**黑体与黑体辐射**之前，请同学们先阅读教材，了解一下什么是热辐射。

学生：阅读教材关于热辐射的描述。

教师：通过课件展示，加深学生对热辐射的理解。并通过课件展示，使学生进一步了解热辐射的特点为黑体概念的提出准备知识。

（1）热辐射现象

固体或液体，在任何温度下都在发射各种波长的电磁波，这种由于物体中的分子、原子受到激发而发射电磁波的现象称为热辐射。

所辐射电磁波的特征与温度有关。

例如：铁块　温度↑

从看不出发光到暗红到橙色到黄白色

从能量转化的角度来认识，是热能转化为电磁能的过程。

（2）黑体

教师：除了热辐射之外，物体表面还会吸收和反射外界射来的电磁波。不同的物体吸收和反射电磁波的能力是不一样的。

概念：能全部吸收各种波长的电磁波而不发生反射的物体，称为绝对黑体，简称黑体。

教师：课件展示黑体模型。

不透明的材料制成带小孔的的空腔，可近似看作黑体。如图所示。

研究黑体辐射的规律是了解一般物体热辐射性质的基础。

2．黑体辐射的实验规律

教师：引导学生阅读教材“黑体辐射的实验规律”，接合课件展示，讲解黑体辐射的实验规律。如图所示。

黑体热辐射的强度与波长的关系：随着温度的升高，一方面，各种波长的辐射强度都有增加，另一方面，辐射强度的极大值向波长较短的方向移动。

教师：提出问题，设置疑问。怎样解释黑体辐射的实验规律呢？

在新的理论诞生之前，人们很自然地要依据热力学和电磁学规律来解释。德国物理学家维恩和英国物理学家瑞利分别提出了辐射强度按波长分布的理论公式。结果导致理论与实验规律不符，甚至得出了非常荒谬的结论，当时被称为“紫外灾难”。

课件展示：瑞利--金斯线。见课件。

3．能量子：超越牛顿的发现

教师：利用已有的理论解释黑体辐射的规律，导致了荒谬的结果。必然会促使人们去发现新的理论。这就是能量子概念。

1900 年，德国物理学家普朗克提出能量量子化假说：辐射黑体分子、原子的振动可看作谐振子，这些谐振子可以发射和吸收辐射能。但是这些谐振子只能处于某些分立的状态，在这些状态中，谐振子的能量并不象经典物理学所允许的可具有任意值。相应的能量是某一最小能量 ε（称为能量子）的整数倍，即：ε， 1ε，2ε，3ε，... nε，n 为正整数，称为量子数。

对于频率为 ν 的谐振子最小能量为

$$\varepsilon = h\nu$$

这个最小能量值，就叫做能量子

课件展示：普朗克的能量子假说和黑体辐射公式

（1）黑体辐射公式 1900.10.19 普朗克在德国物理学会会议上提出一个黑体辐射公式

$$M_\nu(T) = \frac{2\pi h}{c^2}\frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

$$h = 6.55\times10^{-34}\ \mathrm{J\cdot s}$$

普朗克后来又为这种与经典物理格格不入的观念深感不安，只是在经过十多年的努力证明任何复归于经典物理的企图都以失败而告终之后，他才坚定地相信 h 的引入确实反映了新理论的本质。

1918 年普朗克荣获了诺贝尔物理学奖。

他的墓碑上只刻着他的姓名和 $h = 6.626\times10^{-34}$ 焦·秒

黑体辐射的研究卓有成效地展现在人们的眼前，紫外灾难的疑点找到了，为人类解决了一大难题。使

热爱科学的人们又一次倍感欣慰，但真理与谬误之争就此平息了吗？

没有。

物理难题：1888 年，霍瓦(Hallwachs)发现一个带负电的金属板被紫外光照射会放电。近 10 年以后，1897 年，汤姆孙发现了电子 ，此时，人们认识到那就是从金属表面射出的电子，后来，这些电子被称作光电子(photoelectron)，相应的效应叫做光电效应。人们本着对光的完美理论（光的波动性、电磁理论）进行解释会出现什么结果？明天，我们就继续学习“科学的转折：光的粒子性”

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：“问题与练习”1、2、3 题

★教学体会

思维方法是解决问题的灵魂，是物理教学的根本；亲自实践参与知识的发现过程是培养学生能力的关键，离开了思维方法和实践活动，物理教学就成了无源之水、无本之木。学生素质的培养就成了镜中花水中月。

17．2 科学的转折：光的粒子性

★新课标要求

（一）知识与技能

1．通过实验了解光电效应的实验规律。

2．知道爱因斯坦光电效应方程以及意义。

3．了解康普顿效应，了解光子的动量

（二）过程与方法

经历科学探究过程，认识科学探究的意义，尝试应用科学探究的方法研究物理问题，验证物理规律。

（三）情感、态度与价值观

领略自然界的奇妙与和谐，发展对科学的好奇心与求知欲，乐于探究自然界的奥秘，能体验探索自然规律的艰辛与喜悦。

★教学重点　光电效应的实验规律

★教学难点　爱因斯坦光电效应方程以及意义

★教学方法　教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：　投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排　2 课时

★教学过程

（一）引入新课

提问：回顾前面的学习，总结人类对光的本性的认识的发展过程？

（多媒体投影，见课件。）

学生回顾、思考，并回答。

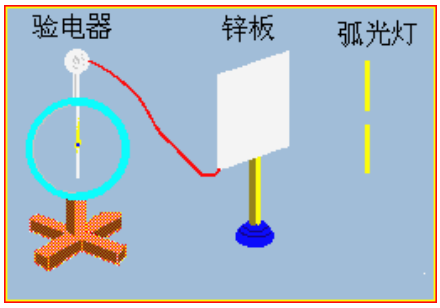
教师倾听、点评。

光的干涉、衍射现象说明光是电磁波，光的偏振现象进一步说明光还是横波。19 世纪 60 年代，麦克斯韦又从理论上确定了光的电磁波本质。然而，出人意料的是，正当人们以为光的波动理论似乎非常完美的时候，又发现了用波动说无法解释的新现象——光电效应现象。对这一现象及其他相关问题的研究，使得人们对光的又一本质性认识得到了发展。

（二）进行新课

1．光电效应

教师：实验演示。（课件辅助讲述）



用弧光灯照射擦得很亮的锌板，(注意用导线与不带电的验电器相连），使验电 器张角增大到约为 30 度时，再用与丝绸磨擦过的玻璃棒去靠近锌板，则验电器的指针张角会变大。

学生：认真观察实验。

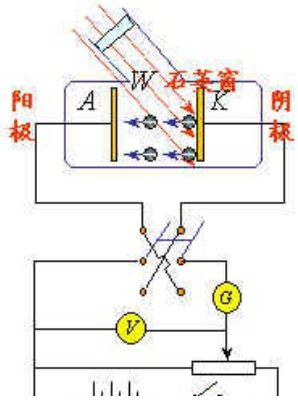
教师提问：上述实验说明了什么？

学生：表明锌板在射线照射下失去电子而带正电。

概念：在光(包括不可见光)的照射下，从物体发射电子的现象叫做光电效应。发射出来的电子叫做光电子。

2．光电效应的实验规律

（1）光电效应实验



如图所示，光线经石英窗照在阴极上，便有电子逸出----光电子。

光电子在电场作用下形成光电流。

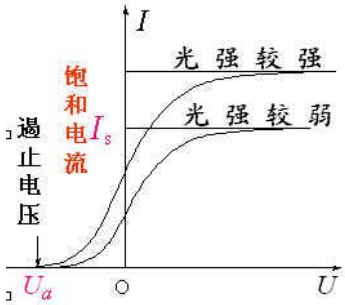
概念：遏止电压

将换向开关反接，电场反向，则光电子离开阴极后将受反向电场阻碍作用。

当 K、A 间加反向电压，光电子克服电场力作功，当电压达到某一值 U_c 时，光电流恰为 0。 U_c 称遏止电压。

根据动能定理，有

（2）光电效应实验规律



① 光电流与光强的关系

饱和光电流强度与入射光强度成正比。

② 截止频率 ν_c ----极限频率

对于每种金属材料，都相应的有一确定的截止频率 ν_c 。

当入射光频率 $\nu>\nu_c$ 时，电子才能逸出金属表面；

当入射光频率 $\nu<\nu_c$ 时，无论光强多大也无电子逸出金属表面。

③ 光电效应是瞬时的。从光开始照射到光电子逸出所需时间<10^{-9}s。

3．光电效应解释中的疑难

经典理论无法解释光电效应的实验结果。

经典理论认为，按照经典电磁理论，入射光的光强越大，光波的电场强度的振幅也越大，作用在金属中电子上的力也就越大，光电子逸出的能量也应该越大。也就是说，光电子的能量应该随着光强度的增加而增大，不应该与入射光的频率有关，更不应该有什么截止频率。

光电效应实验表明：饱和电流不仅与光强有关而且与频率有关，光电子初动能也与频率有关。只要频率高于极限频率，即使光强很弱也有光电流；频率低于极限频率时，无论光强再大也没有光电流。

光电效应具有瞬时性。而经典认为光能量分布在波面上，吸收能量要时间，即需能量的积累过程。

为了解释光电效应，爱因斯坦在能量子假说的基础上提出光子理论，提出了光量子假设。

4．爱因斯坦的光量子假设

（1）内容

光不仅在发射和吸收时以能量为 $h\nu$ 的微粒形式出现，而且在空间传播时也是如此。也就是说，频率为 ν 的光是由大量能量为 $E=h\nu$ 的光子组成的粒子流，这些光子沿光的传播方向以光速 c 运动。

（2）爱因斯坦光电效应方程

在光电效应中金属中的电子吸收了光子的能量，一部分消耗在电子逸出功 W_0，另一部分变为光电子逸出后的动能 E_k。由能量守恒可得出：

$$h\nu = E_k + W_0$$

W_0 为电子逸出金属表面所需做的功，称为逸出功

W_k 为光电子的最大初动能。

（3）爱因斯坦对光电效应的解释：

① 光强大，光子数多，释放的光电子也多，所以光电流也大。

② 电子只要吸收一个光子就可以从金属表面逸出，所以不需时间的累积。

③ 从方程可以看出光电子初动能和照射光的频率成线性关系

④ 从光电效应方程中，当初动能为零时，可得极限频率：$\nu_c = \dfrac{W_0}{h}$

爱因斯坦光子假说圆满解释了光电效应，但当时并未被物理学家们广泛承认，因为它完全违背了光的波动理论。

5．光电效应理论的验证

美国物理学家密立根，花了十年时间做了“光电效应”实验，结果在 1915 年证实了爱因斯坦光电效应方程，h 的值与理论值完全一致，又一次证明了“光量子”理论的正确。

展示演示文稿资料：爱因斯坦和密立根

由于爱因斯坦提出的光子假说成功地说明了光电效应的实验规律，荣获 1921 年诺贝尔物理学奖。

密立根由于研究基本电荷和光电效应，特别是通过著名的油滴实验，证明电荷有最小单位。获得 1923 年诺贝尔物理学奖。

点评：应用物理学家的历史资料，不仅有真实感，增强了说服力，同时也能对学生进行发放教育，有利于培养学生的科学态度和科学精神，激发学生的探索精神。

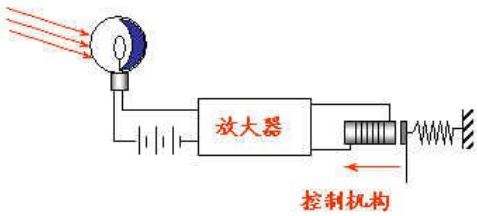
例题　（教材 36 页）

学生通过运算得出相应的正确结果。

点评：理论联系实际，适量的练习题可以进一步巩固和掌握所学理论知识。

6．光电效应在近代技术中的应用

（1）光控继电器



可以用于自动控制，自动计数、自动报警、自动跟踪等。

（2）光电倍增管

可对微弱光线进行放大，可使光电流放大 10^5~10^8 倍，灵敏度高，用在工程、天文、科研、军事等方面。

7．康普顿效应

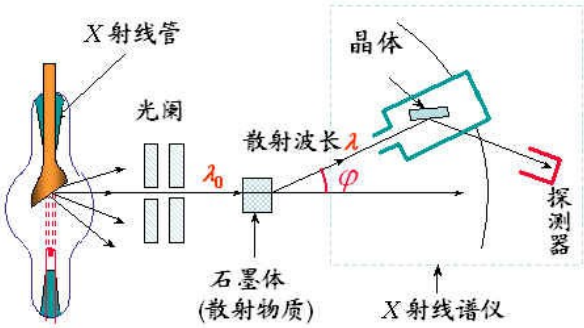
（1）光的散射

光在介质中与物质微粒相互作用，因而传播方向发生改变，这种现象叫做光的散射。

（2）康普顿效应

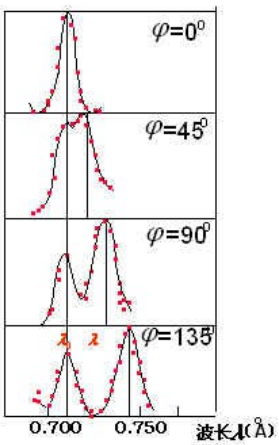
1923 年康普顿在做 X 射线通过物质散射的实验时，发现散射线中除有与入射线波长相同的射线外，还有比入射线波长更长的射线，其波长的改变量与散射角有关，而与入射线波长　和散射物质都无关。

（3）康普顿散射的实验装置与规律：



按经典电磁理论：如果入射 X 光是某种波长的电磁波，散射光的波长是不会改变的！

散射中出现 $\lambda \neq \lambda_0$ 的现象，称为康普顿散射。



康普顿散射曲线的特点：

① 除原波长 λ_0 外出现了移向长波方向的新的散射波长 λ

② 新波长 λ 随散射角的增大而增大。

波长的偏移为 $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$

波长的偏移只与散射角 φ 有关，而与散射物质种类及入射的 X 射线的波长 λ_0 无关，

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \lambda_c(1 - \cos\varphi)$$

$\lambda_c = 0.0241$ Å$=2.41\times10^{-3}$nm（实验值）

称为电子的 Compton 波长

只有当入射波长 λ_0 与 λ_c 可比拟时，康普顿效应才显著，因此要用 X 射线才能观察到康普顿散射，用可见光观察不到康普顿散射。

（4）经典电磁理论在解释康普顿效应时遇到的困难

① 根据经典电磁波理论，当电磁波通过物质时，物质中带电粒子将作受迫振动，其频率等于入射光频率，所以它所发射的散射光频率应等于入射光频率。

② 无法解释波长改变和散射角的关系。

（5）光子理论对康普顿效应的解释

① 若光子和外层电子相碰撞，光子有一部分能量传给电子，散射光子的能量减少，于是散射光的波长大于入射光的波长。

② 若光子和束缚很紧的内层电子相碰撞，光子将与整个原子交换能量，由于光子质量远小于原子质量，根据碰撞理论， 碰撞前后光子能量几乎不变，波长不变。

③ 因为碰撞中交换的能量和碰撞的角度有关，所以波长改变和散射角有关。

（6）康普顿散射实验的意义

① 有力地支持了爱因斯坦“光量子”假设；

② 首次在实验上证实了“光子具有动量”的假设；

③ 证实了在微观世界的单个碰撞事件中，动量和能量守恒定律仍然是成立的。

展示演示文稿资料：康普顿

康普顿的成功也不是一帆风顺的，在他早期的几篇论文中，一直认为散射光频率的改变是由于“混进来了某种荧光辐射”；在计算中起先只考虑能量守恒，后来才认识到还要用动量守恒。

康普顿于 1927 年获诺贝尔物理奖。

展示演示文稿资料：吴有训对研究康普顿效应的贡献

1923 年，吴有训参加了发现康普顿效应的研究工作.

1925Ð 1926 年，吴有训用银的 X 射线(λ_0=5.62nm) 为入射线，以 15 种轻重不同的元素为散射物质，在同一散射角($\varphi=120^\circ$)测量各种波长的散射光强度，作了大量 X 射线散射实验。对证实康普顿效应作出了重要贡献。

点评：应用物理学家的历史资料，不仅有真实感，增强了说服力，同时也能对学生进行发放教育，有利于培养学生的科学态度和科学精神，激发学生的探索精神。

（7）光子的能量和动量

$$\because\ E=mc^2 \qquad E=h\nu$$

$$\therefore\ m=\frac{h\nu}{c^2}$$

$$\therefore\ P=mc=\frac{h\nu}{c^2}\bullet c=\frac{h\nu}{c}=\frac{h}{\lambda}$$

说明：动量能量是描述粒子的，频率和波长则是用来描述波的

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：“问题与练习”1～6 题。

★教学体会

思维方法是解决问题的灵魂，是物理教学的根本；亲自实践参与知识的发现过程是培养学生能力的关键，离开了思维方法和实践活动，物理教学就成了无源之水、无本之木。学生素质的培养就成了镜中花水中月。

17.3 崭新的一页：粒子的波动性

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解光既具有波动性，又具有粒子性。

2．知道实物粒子和光子一样具有波粒二象性。

3．知道德布罗意波的波长和粒子动量关系。

（二）过程与方法

1．了解物理真知形成的历史过程。

2．了解物理学研究的基础是实验事实以及实验对于物理研究的重要性。

3．知道某一物质在不同环境下所表现的不同规律特性。

（三）情感、态度与价值观

1．通过学生阅读和教师介绍讲解，使学生了解科学真知的得到并非一蹴而就，需要经过一个较长的

历史发展过程，不断得到纠正与修正。

2．通过相关理论的实验验证，使学生逐步形成严谨求实的科学态度。

3．通过了解电子衍射实验，使学生了解创造条件来进行有关物理实验的方法。

★教学重点

实物粒子和光子一样具有波粒二象性，德布罗意波长和粒子动量关系。

★教学难点　实物粒子的波动性的理解。

★教学方法　学生阅读－讨论交流－教师讲解－归纳总结

★教学用具：

课件：PP 演示文稿（科学家介绍，本节知识结构）。多媒体教学设备。

★课时安排　1 课时

★教学过程

（一）引入新课

提问：前面我们学习了有关光的一些特性和相应的事实表现，那么我们究竟怎样来认识光的本质和把握其特性呢？请同时举出相应的事实基础。

学生阅读课本、思考后回答：光是一种物质，它既具有粒子性，又具有波动性。在不同条件下表现出不同特性。（分别举出有关光的干涉衍射和光电效应等实验事实）。

点评：让学生阅读课本内容结合前面所学知识进行归纳总结，形成正确观点。

教师：原来我们不能片面地认识事物，能举出本学科或其他学科或生活中类似的事或物吗？

学生举例说明：例如哲学中对事物的辨正观点等。

点评：培养学生对事物或规律的全面把握，并与与其他学科进行横向渗透联系。

（二）进行新课

1、光的波粒二象性

教师：讲述光的波粒二象性。

在学生的辨析说明下进行归纳整理。

（1）我们所学的大量事实说明：光是一种波，同时也是一种粒子，光具有波粒二象性。

光的分立性和连续性是相对的，是不同条件下的表现，光子的行为服从统计规律。

（2）光子在空间各点出现的概率遵从波动规律，物理学中把光波叫做概率波。

点评：通过学生归纳总结形成结论，教师再进行讲解，学生容易接受。充分注重知识的学生自主形成过程。

2、光子的能量与频率以及动量与波长的关系。

$$\varepsilon = hv \quad p = h/\lambda$$

让学生找到更多的关系公式：$p = h/\lambda = hv/\lambda v = \varepsilon / c$

提问：受此启发，人们想到：同样作为物质的实物粒子(如电子、原子、分子等)是否也具有波动性呢

学生阅读课本“粒子的波动性”。

点评：让学生带着问题阅读，提高阅读的效率，培养学生从课文材料中提取有关信息的能力。

3、粒子的波动性

提问：谁大胆地将光的波粒二象性推广到实物粒子？只是因为他大胆吗？

学生回答：法国科学家德布罗意考虑到普朗克能量子和爱因斯坦光子理论的成功，大胆地把光的波粒二象性推广到实物粒子。

展示演示文稿资料：有关德布罗意。

点评：使学生了解对知识理论的推广和假设并不是一味 的凭空猜想，而是有一定的理论或事实基础。

（1）德布罗意波

实物粒子也具有波动性，这种波称之为物质波，也叫德布罗意波。

（2）物质波波长

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{E}{p\gamma}$$

提问：各物理量的意义？

学生回答：λ 为德布罗意波长，h 为普朗克常量，p 为粒子动量。

点评：对物理原理公式的理解关键在于对各物理量意义的理解。

讲述：当时这一观点超出了人们的想象，不被人们所接受，历史上类似的事例我们还知道那些？

学生回答：伽利略的两个铁球同时落地等。

点评：使学生了解正确的知识理论往往并不是一提出就能被大家所接受的。

教师：让学生带着问题阅读课本有关内容，为什么德布罗意波观点很难通过实验验证？又是在怎样的条件下使实物粒子的波动性得到了验证？

4．物质波的实验验证

提问：粒子波动性难以得到验证的原因？

学生阅读教材后回答：宏观物体的波长比微观粒子的波长小得多，这在生活中很难找到能发生衍射的障碍物，所以我们并不认为它有波动性．作为微观粒子的电子，其德布罗意波波长为 10^{-10}m 数量级，找与之相匹配的障碍物也非易事．

点评：让学生知受实际条件的限制而使很多理论在开始都处于假设阶段，不易被人们接受。

例题：某电视显像管中电子的运动速度是 4.0×10^{7}m/s；质量为 10g 的一颗子弹的运动速度是 200m/s．分别计算它们的德布罗意波长．

引导学生分析，学生解答：根据公式 $\lambda = h/p$ 计算得 1.8×10^{-11}m 和 3.3×10^{-34}m

点评：通过具体计算使学生对实物粒子的德布罗意波长有感性认识，进一步理解实物粒子波动性验证的困难。

说明：由计算结果知，通常生活中观察不到实物波动特性征的原因。

展示演示文稿资料：电子波动性的发现者———戴维森和小汤姆逊

（电子波动性的发现,使得德布罗意由于提出实物粒子具有波动性这一假设得以证实,并因此而获得 1929 年诺贝尔物理学奖.而戴维森和小汤姆逊由于发现了电子的波动性也同获 1937 年诺贝尔物理学奖）

学生阅读有关物理学历史资料，了解物理学有关知识的形成建立和发展的真是过程。

点评：应用物理学家的历史资料，不仅有真实感，增强了说服力，同时也能对学生进行发放教育，有利于培养学生的科学态度和科学精神，激发学生的探索精神。

教师：讲述电子衍射实验：1927 年，两位美国物理学家使电子束投射到镍的晶体上，得到了电子束的衍射图案．从而证实了德布罗意的假设。

学生了解更具体的相关历史资料。

点评：增加真实感，使学生初步体会如何创造条件进行科学实验探索，体会其中的奇妙之处。

讲述：除了电子以外，后来还陆续证实了质子、中子以及原子、分子的波动性。

点评：引用更多实验事实来增强对理论的证明。

提问：衍射现象对高分辨率的显微镜有影响否？如何改进？

学生阅读课本材料：显微镜的分辨本领。

点评：对所学知识进行拓展，加强对实际生产生活应用的联系。

（三）课堂小结

教师活动：本节课我们学习了光的本质，即光是一种物质，它既具有粒子性，又具有波动性。在不同条件下表现出不同特性。注意对光的本质的全面把握。学习了得到实验事实验证的实物粒子波动性，其对应的波称之为物质波，注意掌握物质波的计算公式。

点评：反思小节为学生提供本节内容的主要知识框架，有利于学生对所学知识的及时巩固和知识重点的把握。

（四）作业：

复习本节教材

43 页“问题与练习”中各题，预做回答。

点评：加深对课堂所学知识的理解和掌握，联系实际对所学内容进行应用。

★教学体会

本节课作为近代物理部分内容，比较抽象，学生没有生活经验和感观认识，也没有演示实验可以做，在课堂上注意以学生为主导，通过补充的一些史料，加深学生感受，让学生阅读思考后归纳得出结论，同样能收到好的效果。

（1）在有关事实和已知观点基础下，归纳光的本性，培养学生注意全面把握物理规律和全面把握物理规律的能力。

（2）课本材料和补充的史料让学生先行阅读，通过思考、辨析后归纳得出正确结论，比教师一人讲解更具有真实感和说服力。同时也培养了学生阅读材料提取有关信息的能力。

（3）对于难以理解的粒子的波动性，并且实际条件不允许进行实验验证，必须充分展示真实的历史资料，加强说服力。同时通过对历史上创造条件进行实验验证的方法学习，使学生初步体会如何创造条件进行科学实验探索，体会其中的奇妙之处，增强进行科学探索的兴趣。

§17.4　　概率波

【教学目标】

（一）知识与技能

1．了解微粒说的基本观点及对光学现象的解释和所遇到的问题.

2．了解波动说的基本观点及对光学现象的解释和所遇到的问题.

3．了解事物的连续性与分立性是相对的，了解光既有波动性，又有粒子性.

4．了解光是一种概率波.

（二）过程与方法

1．领悟什么是概率波

2．了解物理学中物理模型的特点初步掌握科学抽象这种研究方法

3．通过数形结合的学习，认识数学工具在物理科学中的作用

（三）情感、态度与价值观

理解人类对光的本性的认识和研究经历了一个十分漫长的过程，这一过程也是辩证发展的过程．根据事实建立学说，发展学说，或是决定学说的取舍，发现新的事实，再建立新的学说．人类就是这样通过光的行为，经过分析和研究，逐渐认识光的本性的.

【重点难点】

1、重点：人类对光的本性的认识的发展过程.

2、难点：对量子化、波粒二象性、概率波等概念的理解

【授课内容】

一、经典的粒子和经典的波

在经典物理学的观念中，，人们形成了一种观念，物质要么具有粒子性，要么具有波动性，非此即彼。任意时刻的确定位置和速度以及空中的确定轨道，是经典物理学粒子运动的基本特征。与经典的粒子不同，经典的波在空间中是弥散开来的，其特征是具有频率和波长，也就是具有时空的周期性。

显而易见，在经典物理学中，波和粒子是两种不同的研究对象，具有非常不同的表现。那么，为什么光和微观粒子既表现有波动性又表现有粒子性的双重属性呢？

学生跟随老师的讲述对于原来所学的相关知识进行自主的回顾和归纳整理。

点评：对于已经学习过的知识可以穿插在平常的教学过程中时常进行温习反思和类比迁移，多次反复一定可以帮助学生更好的掌握和利用知识。

[问题]：在微观世界中，如何把波的图象与粒子的图象统一起来呢？

学生思考、讨论后给出一些答复，就各种答案加以分析提炼总结。

点评：给学生一定的自主学习的时间和空间效果比被动的接受知识要好，能够更加有效的培养他们的学习主动性和能动性。

二、概率波

1、德布罗意波的统计解释

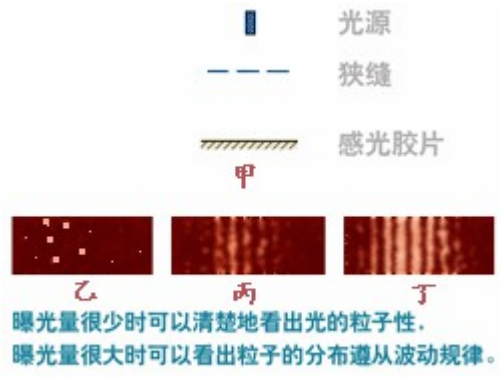
1926 年，德国物理学玻恩 （*Born*， 1882--1972） 提出了概率波，认为个别微观粒子在何处出现有一定的偶然性，但是大量粒子在空间何处出现的空间分布却服从一定的统计规律。

展示演示文稿资料：玻恩

点评：应用物理学家的历史资料，不仅有真实感，增强了说服力，同时也能对学生进行发放教育，有利于培养学生的科学态度和科学精神，激发学生的探索精神。

２、概率波对光的双缝衍射现象的解释：

光是一种粒子，它和物质的作用是“一份一份”地进行的.用很弱的光做双缝干涉实验.从光子打在胶片上的位置，我们发现了规律性.



实验结果表明，如果曝光时间不太长，底片上只出现一些无规则分布的点子，那些点子是光子打在底片上形成的，如果曝光时间足够长，我们无法把它们区分开，因此看起来是连续的.单个光子通过双缝后的落点无法预测,但是研究很多光子打在胶片上的位置,我们发现了规律性:光子落在某些条形区域内的可能性较大.这些条形区域正是某种波通过双缝后发生干涉时振幅加强的区域.这个现象表明，光子在空间各点出现的可能性的大小（概率），正是由于这个原因，1926 年德国的物理学家波恩指出：虽然不能肯定某个光子落在哪一点，但由屏上各处明暗不同可知，光子落在各点的概率是不一样的，即光子落在明纹处的概率大，落在暗纹处的概率小。这就是说，光子在空间出现的概率可以通过波动的规律确定，所以从光子的概念上看，光波是一种概率波。

物理学中把光波叫做概率波. 概率表征某一事物出现的可能性.

经过长期的探索，人们对光的认识越来越深入了.光既是一种波,又是一种粒子,光既表现出波动性又表现出粒子性.而在我们的经验中找不到既是波,又是粒子的东西.这是因为我们的经验局限于宏观物体的运动,微观世界的某些属性与宏观世界不同，我们从来没有过类似的经历.随着人类的认识范围不断扩展，不可能直接感知的事物出现在我们面前.在这种情况下我们就要设想一种模型，尽管以日常经验来衡量，这个模型的行为十分古怪，但是只要能与实验结果一致，它就能够在一定范围内正确代表所研究的对象.

３、光的波动性与粒子性是不同条件下的表现：

讲述：大量光子行为显示波动性；个别光子行为显示粒子性；

光的波长越长，波动性越强；光的波长越短，粒子性越强

４、概率波对物质波的双缝衍射现象的解释

对于电子和其他微观粒子，由于同样具有波粒二象性，所以与它们相联系的物质波也是概率波。也就是说，单个粒子位置是不确定的。对于大量粒子，这种概率分布导致确定的宏观结果。

总之，按光子的模型，用统计观点看待单个粒子与粒子总体的联系，并将波的观点与粒子观点结合

起来了，但这里的波是特殊意义的波，因而被称为“概率波”． 这种对物质波衍射与实物粒子的波粒二象性的理解，称作统计解释或概率解释．

点评：存疑——求解，人类社会的不断发展和科学技术的日益进步都是在这样的情景下取得。

三、课堂小结

教师活动：光既具有波动性，又具有粒子性。

既不可把光看成宏观观念中的波，也不可把光看成宏观观念中的粒子。

学生在老师进行小结的同时可以同步把自己对于本节课的内容小结进行参照对比，查漏补缺。

点评：课堂小结有利于学生对当堂课的内容形成完善的知识框架，强化理解和把握一些知识重点和难点。

四、作业：完成讲义相应练习

★教学体会

17.5 不确定关系

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解不确定关系的概念和相关计算．

2．了解物理模型与物理现象

（二）过程与方法

经历科学探究过程，认识科学探究的意义，尝试应用科学探究的方法研究物理问题，验证物理规律。

（三）情感、态度与价值观

能领略自然界的奇妙与和谐，发展对科学的好奇心与求知欲，乐于探究自然界的奥秘，能体验探索自然规律的艰辛与喜悦。

★教学重点 不确定关系的概念

★教学难点 对不确定关系的定量应用

★教学方法 教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具： 投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排 1 课时

★教学过程

（一）引入新课

提问：对光的本性的认识？

学生思考、回答：光具有波动性和粒子性，是一种概率波。

设疑：既然光是粒子，那么它的运动还遵守牛顿运动定律吗？还能用质点的位置和动量来描述它的运动吗？

点评：引发学生的好奇心，激发学习的兴趣。

教师：回答是否定的。光子的运动具有不确定性。这节课我们就来学习有关知识。

（二）进行新课

1．德布罗意波的统计解释

1926 年，德国物理学玻恩 （*Born*， 1882--1972） 提出了概率波，认为个别微观粒子在何处出现有一定的偶然性，但是大量粒子在空间何处出现的空间分布却服从一定的统计规律。

展示演示文稿资料：玻恩

点评：应用物理学家的历史资料，不仅有真实感，增强了说服力，同时也能对学生进行发放教育，有利于培养学生的科学态度和科学精神，激发学生的探索精神。

2．经典波动与德布罗意波（物质波）的区别

讲述：经典的波动（如机械波、电磁波等）是可以测出的、实际存在于空间的一种波动。而德布罗意波（物质波）是一种概率波。简单的说，是为了描述微观粒子的波动性而引入的一种方法。

3．不确定度关系（uncertainty relatoin）

经典力学：运动物体有完全确定的位置、动量、能量等。

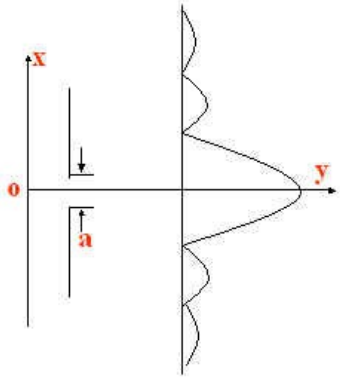
微观粒子：位置、动量等具有不确定量（概率）。

（1）电子衍射中的不确定度

展示演示文稿资料：

如图所示，一束电子以速度 v 沿 oy 轴射向狭缝。

电子在中央主极大区域出现的几率最大。



讲述：在经典力学中，粒子（质点）的运动状态用位置坐标和动量来描述，而且这两个量都可以同时准确地予以测定。然而，对于具有二象性的微观粒子来说，是否也能用确定的坐标和确定的动量来描述呢？

下面我们以电子通过单缝衍射为例来进行讨论。

设有一束电子沿 oy 轴射向屏 AB 上缝宽为 a 的狭缝，于是，在照相底片 CD 上，可以观察到如下图所示的衍射图样。如果我们仍用坐标 x 和动量 p 来描述这一电子的运动状态，那么，我们不禁要问：一个电子通过狭缝的瞬时，它是从缝上哪一点通过的呢?也就是说，电子通过狭缝的瞬时，其坐标 x 为多少?显然，这一问题，我们无法准确地回答，因为此时该电子究竟在缝上哪一点通过是无法确定的，即我们不能准确地确定该电子通过狭缝时的坐标。

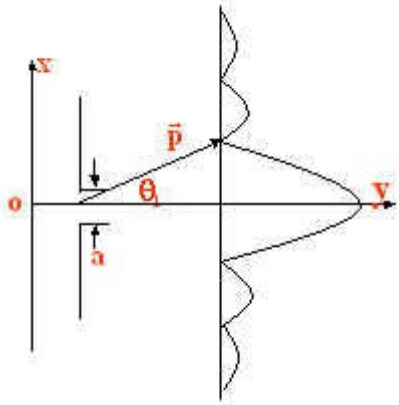
研究表明：

对于第一衍射极小，

$$\sin\theta_1 = \frac{\lambda}{a}$$

式中 λ 为电子的德布罗意波长。

电子的位置和动量分别用 x 和 p 来表示。



电子通过狭缝的瞬间，其位置在 x 方向上的不确定量为

$$\Delta x = a$$

同一时刻，由于衍射效应，粒子的速度方向有了改变，缝越小，动量的分量 p_x 变化越大。

分析计算可得：

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

式中 h 为普朗克常量。这就是著名的不确定性关系，简称不确定关系。

上式表明：

①许多相同粒子在相同条件下实验，粒子在同一时刻并不处在同一位置。

②用单个粒子重复，粒子也不在同一位置出现。

例题解析：

例 1．一颗质量为 10g 的子弹，具有 200m´s^{-1} 的速率，

若其动量的不确定范围为动量的 0.01%(这在宏观范围是十分精确的了)，则该子弹位置的不确定量范围为多大?

解：子弹的动量

$$p = mv = 0.01 \times 200 kgm/s = 2.0 kgm/s$$

动量的不确定范围

$$\Delta p = 0.01\% \times p = 1.0 \times 10^{-4} \times 2kgm/s = 2.0 \times 10^{-4} kgm/s$$

由不确定关系式 $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$，得子弹位置的不确定范围

$$\Delta x = \frac{h}{4\pi \bullet \Delta p} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 2.0 \times 10^{-4}} m = 2.6 \times 10^{-31} m$$

我们知道，原子核的数量级为 10^{-15}m，所以，子弹位置的不确定范围是微不足道的。可见子弹的动量和位置都能精确地确定，不确定关系对宏观物体来说没有实际意义。

例 2．一电子具有 200 m/s 的速率，动量的不确定

范围为动量的 0.01%(这已经足够精确了)，则该电子的位置不确定范围有多大?

解 ：电子的动量为

$$p = mv = 9.1 \times 10^{-31} \times 200kgm/s = 1.8 \times 10^{-28} kgm/s$$

动量的不确定范围

$$\Delta p = 0.01\% \times p = 1.0 \times 10^{-4} \times 1.8 \times 10^{-28} kgm/s = 1.8 \times 10^{-32} kgm/s$$

由不确定关系式，得电子位置的不确定范围

$$\Delta x = \frac{h}{4\pi \bullet \Delta p} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 1.8 \times 10^{-32}} m = 2.9 \times 10^{-3} m$$

我们知道原子大小的数量级为 10^{-10}m，电子则更小。在这种情况下，电子位置的不确定范围比原子的大小还要大几亿倍，可见企图精确地确定电子的位置和动量已是没有实际意义。

4．微观粒子和宏观物体的特性对比

宏观物体	微观粒子
具有确定的坐标和动量，可用牛顿力学描述。	没有确定的坐标和动量，需用量子力学描述。
有连续可测的运动轨道，可追踪各个物体的运动轨迹。	有概率分布特性，不可能分辨出各个粒子的轨迹。
体系能量可以为任意的、连续变化的数值。	能量量子化 。
不确定度关系无实际意义	遵循不确定度关系

5．不确定关系的物理意义和微观本质

（1）物理意义：

微观粒子不可能同时具有确定的位置和动量。粒子位置的不确定量 Δx 越小，动量的不确定量 Δp_x 就越大，反之亦然。

（2） 微观本质：

是微观粒子的波粒二象性及粒子空间分布遵从统计规律的必然结果。

不确定关系式表明：

① 微观粒子的坐标测得愈准确($\Delta x \to 0$)，动量就愈不准确($\Delta p_x \to \infty$)；

微观粒子的动量测得愈准确($\Delta p_x \to 0$)，坐标就愈不准确($\Delta x \to \infty$)。

但这里要注意，不确定关系不是说微观粒子的坐标测不准；也不是说微观粒子的动量测不准；更不是说微观粒子的坐标和动量都测不准；而是说微观粒子的坐标和动量不能同时测准。

② 为什么微观粒子的坐标和动量不能同时测准?

这是因为微观粒子的坐标和动量本来就不同时具有确定量。这本质上是微观粒子具有波粒二象性的必然反映。

由以上讨论可知，不确定关系是自然界的一条客观规律，不是测量技术和主观能力的问题。

③ 不确定关系提供了一个判据：

当不确定关系施加的限制可以忽略时，则可以用经典理论来研究粒子的运动。

当不确定关系施加的限制不可以忽略时，那只能用量子力学理论来处理问题。

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：“问题与练习”1～4 题。

★教学体会

思维方法是解决问题的灵魂，是物理教学的根本；亲自实践参与知识的发现过程是培养学生能力的关键，离开了思维方法和实践活动，物理教学就成了无源之水、无本之木。学生素质的培养就成了镜中花水中月。

18．1 电子的发现

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解阴极射线及电子发现的过程

2．知道汤姆孙研究阴极射线发现电子的实验及理论推导

（二）过程与方法

培养学生对问题的分析和解决能力，初步了解原子不是最小不可分割的粒子。

（三）情感、态度与价值观

理解人类对原子的认识和研究经历了一个十分漫长的过程，这一过程也是辩证发展的过程．根据事实建立学说，发展学说，或是决定学说的取舍，发现新的事实，再建立新的学说．人类就是这样通过光的行为，经过分析和研究，逐渐认识原子的。

★教学重点　阴极射线的研究

★教学难点　汤姆孙发现电子的理论推导

★教学方法　实验演示和启发式综合教学法

★教学用具：　投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排　1 课时

★教学过程

（一）引入新课

教师：很早以来，人们一直认为构成物质的最小粒子是原子，原子是一种不可再分割的粒子。这种认识一直统治了人类思想近两千年。直到19世纪末，科学家对实验中的阴极射线深入研究时，发现了电子，使人类对微观世界有了新的认识。电子的发现是19世纪末、20世纪初物理学三大发现之一。

（二）进行新课

1．阴极射线

讲述：气体分子在高压电场下可以发生电离，使本来不带电的空气分子变成具有等量正、负电荷的带电粒子，使不导电的空气变成导体。

设疑：是什么原因让空气分子变成带电粒子的？带电粒子从何而来的？

科学家在研究气体导电时发现了辉光放电现象。

史料：1858年德国物理学家普吕克尔较早发现了气体导电时的辉光放电现象。德国物理学家戈德斯坦研究辉光放电现象时认为这是从阴极发出的某种射线引起的。所以他把这种未知射线称之为阴极射线。

对于阴极射线的本质，有大量的科学家作出大量的科学研究，主要形成了两种观点。

（1）电磁波说：代表人物，赫兹。认为这种射线的本质是一种电磁波的传播过程。

（2）粒子说：代表人物，汤姆孙。认为这种射线的本质是一种高速粒子流。

思考：你能否设计一个实验来进行阴极射线的研究，能通过实验现象来说明这种射线是一种电磁波还是一种高速粒子流。

如果出现什么样的现象就可以认为这是一种电磁波，如果出现其他什么样的现象就可以认为这是一种高速粒子流，并能否测定这是一种什么粒子。

2．汤姆孙的研究

英国物理学家汤姆孙在研究阴极射线时发现了电子。

实验装置如图所示，

从高压电场的阴极发出的阴极射线，穿过C_1C_2后沿直线打在荧光屏A'上。

（1）当在平行极板上加一如图所示的电场，发现阴极射线打在荧光屏上的位置向下偏，则可判定，阴极射线带有负电荷。

（2）为使阴极射线不发生偏转，则请思考可在平行极板区域采取什么措施。

在平行极板区域加一磁场，且磁场方向必须垂直纸面向外。当满足条件

时，则阴极射线不发生偏转。

则：

（3）根据带电的阴极射线在电场中的运动情况可知，其速度偏转角为：

又因为：$\tan\theta = \dfrac{y}{(D+\dfrac{L}{2})}$

且

则：$\dfrac{q}{m} = \dfrac{Ey}{(D+\dfrac{L}{2})B^2L}$

根据已知量，可求出阴极射线的比荷。

思考：利用磁场使带电的阴极射线发生偏转，能否根据磁场的特点和带电粒子在磁场中的运动规律

来计算阴极射线的比荷？

汤姆孙发现，用不同材料的阴极和不同的方法做实验，所得比荷的数值是相等的。这说明，这种粒子是构成各种物质的共有成分。并由实验测得的阴极射线粒子的比荷是氢离子比荷的近两千倍。若这种粒子的电荷量与氢离子的电荷量机同，则其质量约为氢离子质量的近两千分之一。汤姆孙后续的实验粗略测出了这种粒子的电荷量确实与氢离子的电荷量差别不大，证明了汤姆孙的猜测是正确的。汤姆生把新发现的这种粒子称之为电子。

电子的电荷量　$e=1.60217733\times10^{-19}$C

第一次较为精确测量出电子电荷量的是美国物理学家密立根利用油滴实验测量出的。

密立根通过实验还发现，电荷具有量子化的特征。即任何电荷只能是 e 的整数倍。

电子的质量　$m=9.1093897\times10^{-31}$kg

阅读书本材料：P55 科学足迹

【课堂例题】

例题 1、一只阴极射线管，左侧不断有电子射出，若在管的正下方，放一通电直导线 *AB* 时，发现射线径迹向下偏，则：（　　）

A．导线中的电流由 *A* 流向 *B*

B．导线中的电流由 *B* 流向 *A*

C．若要使电子束的径迹往上偏，可以通过改变 *AB* 中的电流方向来实现

D．电子束的径迹与 *AB* 中的电流方向无关

例题 2、有一电子（电荷量为 e）经电压为 U_0 的电场加速后，进入两块间距为 d，电压为 U 的平行金属板间，若电子从两板正中间垂直电场方向射入，且正好能穿过电场，求：

（1）金属板 *AB* 的长度

（2）电子穿出电场时的动能

（三）课堂小结

科学家在对阴极射线的研究中发现了电子，使人们对微观世界的认识进入了一个新的时代，电子的发现是 19 世纪末物理学史上的三大发现之一。在物理学的发展中具有比较重要的作用。了解科学家是如何发现电子的，应用了哪些研究方法，对我们学好物理有重要的帮助作用。

（四）作业：完成问题与练习。

★教学体会

思维方法是解决问题的灵魂，是物理教学的根本；亲自实践参与知识的发现过程是培养学生能力的关键，离开了思维方法和实践活动，物理教学就成了无源之水、无本之木。学生素质的培养就成了镜中花水中月。

18．2 原子的核式结构模型

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解原子结构模型建立的历史过程及各种模型建立的依据。

2．知道 α 粒子散射实验的实验方法和实验现象，及原子核式结构模型的主要内容。

（二）过程与方法

1．通过对α粒子散射实验结果的讨论与交流，培养学生对现象的分析中归纳中得出结论的逻辑推理能力。

2．通过核式结构模型的建立，体会建立模型研究物理问题的方法，理解物理模型的演化及其在物理学发展过程中的作用。

3．了解研究微观现象。

（三）情感、态度与价值观

1．通过对原子模型演变的历史的学习，感受科学家们细致、敏锐的科学态度和不畏权威、尊重事实、尊重科学的科学精神。

2．通过对原子结构的认识的不断深入，使学生认识到人类对微观世界的认识是不断扩大和加深的，领悟和感受科学研究方法的正确使用对科学发展的重要意义。

★教学重点

1．引导学生小组自主思考讨论在于对α粒子散射实验的结果分析从而否定葡萄干布丁模型，得出原子的核式结构；

2．在教学中渗透和让学生体会物理学研究方法，渗透三个物理学方法：模型方法，黑箱方法和微观粒子的碰撞方法；

★教学难点

引导学生小组自主思考讨论在于对α粒子散射实验的结果分析从而否定葡萄干布丁模型，得出原子的核式结构

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

讲述：汤姆生发现电子，根据原子呈电中性，提出了原子的葡萄干布丁模型。

学生活动：师生共同得出汤姆生的原子葡萄干布丁模型。

点评：用动画展示原子葡萄干布丁模型。

（二）进行新课

1．α粒子散射实验原理、装置

（1）α粒子散射实验原理：

汤姆生提出的葡萄干布丁原子模型是否对呢？

原子的结构非常紧密，用一般的方法是无法探测它的内部结构的，要认识原子的结构，需要用高速粒子对它进行轰击。而α粒子具有足够的能量，可以接近原子中心。它还可以使荧光屏物质发光。如果α粒子与其他粒子发生相互作用，改变了运动方向，荧光屏就能够显示出它的方向变化。研究高速的α粒子穿过原子的散射情况，是研究原子结构的有效手段。

学生：体会α粒子散射实验中用到科学方法；渗透科学精神（勇于攀登科学高峰，不怕苦、不怕累的精神）的教育。

教师指出：研究原子内部结构要用到的方法：黑箱法、微观粒子碰撞方法。

（2）α粒子散射实验装置

α粒子散射实验的装置，主要由放射源、金箔、荧光屏、望远镜和转动圆盘几部分组成。α粒子散射实验在课堂上无法直接演示，希望借助多媒体系统，利用动画向学生模拟实验的装置、过程和现象，使学生获得直观的切身体验，留下深刻的印象。通过多媒体重点指出，荧光屏和望远镜能够围绕金箔在一个圆周上运动，从而可以观察到穿透金箔后偏转角度不同的α粒子。并且要让学生了解，这种观察是非常艰苦细

致的工作，所用的时间也是相当长的。

动画展示α粒子散射实验装置动画展示实验中，通过显微镜观察到的现象

（3）实验的观察结果

必须向学生明确：入射的α粒子分为三部分。大部分沿原来的方向前进，少数发生了较大偏转，极少数发生大角度偏转。

提问学生，师生共同用科学语言表述实验结果。

2．原子的核式结构的提出

（1）投影出三个问题让学生先自己思考，然后以四人小组讨论。其中第1、2个问题学生基本上能讨论出，第三个问题，通过师生共同分析，然后让学生小组讨论，进行逻辑推理得出原子的结构。

三个问题是：用汤姆生的葡萄干布丁模型能否解释α粒子大角度散射？请同学们根据以下三方面去考虑：

（1）α粒子出现大角度散射有没有可能是与电子碰撞后造成的？

（2）按照葡萄干布丁模型，α粒子在原子附近或穿越原子内部后有没有可能发生大角度偏转？

（3）你认为原子中的正电荷应如何分布，才有可能造成α粒子的大角度偏转？为什么？

学生小组讨论、小组间互相提问，解答。

（2）教师小结：

对于问题1、2：

按照葡萄干布丁模型，①碰撞前后，质量大的α粒子速度几乎不变。只可能是电子的速度发生大的改变，因此不可能出现反弹的现象，即使是非对心碰撞，也不会有大角散射。

② 对于α粒子在原子附近时由于原子呈中性，与α粒子之间没有或很小的库仑力的作用，正电荷在原子内部均匀的分布，α粒子穿过原子时，由于原子两侧正电荷将对它的斥力有相当大一部分互相抵消，使α粒子偏转的力不会很大，所以α粒子大角度散射说明葡萄干布丁模型不符合原子结构的实际情况。

师生互动，学生小组讨论，学生分析推理得到卢瑟福的原子结构模型。

对于问题3：

先通过课件师生分析，然后小组讨论，推理分析得到卢瑟福的原子结构模型。教师起引导和组织作用

教师小结：实验中发现极少数α粒子发生了大角度偏转，甚至反弹回来，表明这些α粒子在原子中某个地方受到了质量、电量均比它本身大得多的物体的作用，可见原子中的正电荷、质量应都集中在一个中心上。

① 绝大多数α粒子不偏移→原子内部绝大部分是“空”的。

② 少数α粒子发生较大偏转→原子内部有“核”存在。

③ 极少数α粒子被弹回　　表明：作用力很大；质量很大；电量集中。

点评：教师进行科学研究方法教育：模型法

（实验现象）、→（分析推理）→（构造模型）

（通过汤姆生的原子结构模型到卢瑟福的原子的核式结构模型的建立，既渗透科学探究的因素教学，又进行了模型法的教学，并将卢瑟福的原子的核式结构模型与行星结构相类比，指出大自然的和谐统一的美，渗透哲学教育。通过学生对这三个问题的讨论与交流，顺理成章地否定了葡萄干布丁模型，并开始建立新的模型。希望这一部分由学生自己完成，教师总结，总结时，突出汤姆生原子模型与α粒子散射实验之间的矛盾，可以将α粒子分别穿过葡萄干布丁模型和核式结构模型的不同现象用动画模拟，形成强烈的对比，突破难点）

联想在以前的学习中有哪些进行了模型法的教学，在哪些方面的研究中可以应用模型法来研究。

得到卢瑟福的原子的核式结构模型后再展示立体动画α粒子散射模型，使学生有更清晰的直观形象、生动的认识。

3．**原子核的电荷与大小**

关于原子的大小应该让学生有个数量级的概念，即原子的半径在10^{-10}m左右，原子核的大小在10^{-15}～10^{-14}m左右．原子核的半径只相当于原子半径的万分之一，体积只相当于原子体积的万亿分之一。为了加深学生的印象，可举一些较形象的比喻或按比例画些示意图，同时通过表格展示，对比。

	半 径 大 小 （数量级）	类 比
原子	10^{-10}m	足球场
原子核	10^{-15}m~10^{-14}m	一枚硬币

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：课本 P55 第 1、3、4 题

★教学体会

本节课在未准备前，本人开始和大部分的老师一样，均认为该课很容易上，也没什么多少内容可教学，作为上公开课不合适；因为传统的教学中，只是告诉学生汤姆生的葡萄干布丁模型，α 粒子散射实验，卢瑟福的原子核式结构模型，一节课 15 分钟就可以讲完了。

传统的教学中只是“授人以鱼，并未授人以渔”，学生并不知道卢瑟福的 α 粒子散射实验为什么要这样做，并没有学会卢瑟福通过推理分析得出原子的核式结构模型的科学方法，可以说，这节课最精华的所在：科学研究方法如模型法、黑箱法、微观粒子碰撞法，学生并没有从中体会到，是舍本求末的教学法。

本节课最大的成功之处有：

（1）通过动画展示了卢瑟福的 α 粒子散射实验，突破了传统教学中本实验不够条件做，只能通过图片介绍的不足；使难的知识变得更形象生动，更容易。

（2）通过让学生小组讨论三个问题：有关用汤姆生的葡萄干布丁模型能否解释 α 粒子散射实验现象，一步一步得出卢瑟福的原子核式结构模型，从而利于提高学生的逻辑推理能力，观察能力，有利用培养学生勇于攀登科学高峰，不怕苦、不怕累的科学精神。

（3）使学生通过本课的学习，体会并掌握到研究原子内部结构（未知世界）的三种方法：模型法、黑箱法、微观粒子碰撞法，充分体现了新课程中“授人以鱼，不如授人以渔”的基本思想。

（4）探索在扩招情况下，进行教学有效性的策略研究，是本节课的试验主题之一，也是我校开展的一个重要课题；本节课在有些学生的能力要求太高的地方，采用小步跑的方法，将难点的梯度设置为几个台阶，如三个问题的回答讨论，就采用这一方法，从而有利于提高学生的学习兴趣和保持学习物理的积极性，使学生不断获得成就感，在小组中体会到自己的重要性和学会在小组学习中进行协作团结。

（5）在教学中虽然不能进行真实的实验，但同样处处渗透着新课程理念的科学探究思想；

例如：根据原子里面的结构是怎样的？（提出问题）——电子的发现——原子呈电中性——汤姆生因此提出葡萄干布丁模型（猜想与假设）——是否正确？可以解释一些实验现象，有其一定的正确性——但无法解释 α 粒子散射实验（进一步实验验证）——根据 α 粒子散射实验现象——在原有葡萄干布丁模型基础上进行修正，卢瑟福提出新的原子的核式结构——建立新的理论（新的猜想与假设）——进一步的实验验证——电子云

教学之中要注意的地方和教学中的火花：

在学习的回答三个问题中，教师要灵活地处理学生问到的问题，不要回避问题，这些问题有的也许是思想的火花，有的是学生理解中的误区，教师要能及时发现问题，而这些就更要求新课程下的教师要更具有较高的研究水平，要进一步提高教师的备课水平和质量，要能及时引导学生如何去分析问题和进行研究，而不是单一提供现成的答案；

例如：（1）学生可能在分析问题同时，α 粒子能将电子打出，那么在屏上就能看到的是电子的亮点，这样打在屏上的亮点就不一定是散射后 α 粒子。教师可以引导学生分析：α 粒子打出电子后，根据碰撞的相关知识可知，α 粒子的速度几乎不变；又由于电子的质量很小，α 粒子的质量较大，当电子碰撞到屏上时，能量较小，体积较小，不易观察到，从屏上观察到的应该是 α 粒子。

附 1：学情分析

1．学生的认识水平

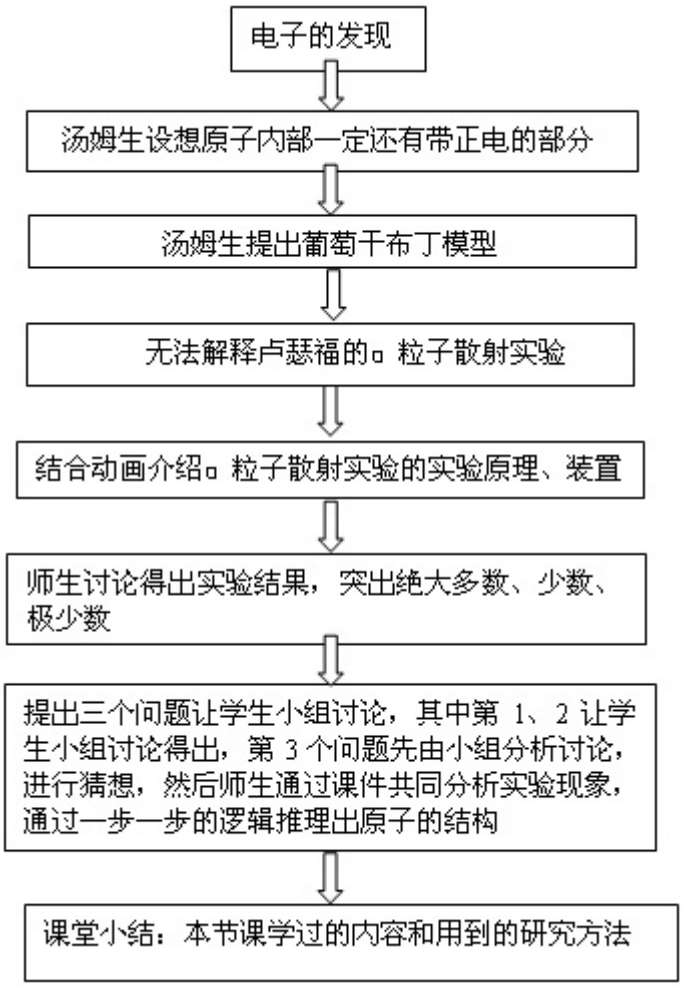
我校从去年扩招后，由原来的 6 个班扩招到 16 个班，而广州市的其他学校也在扩招，明显感到学生的整体素质及物理基础在下降，因此根据现有学生的具体情况设计教案、一步步设计难度梯度，进行教学有效性的策略研究成为我校的重点课题。

为了使教学更具有代表性，所教教学班为物理选修普通班，学生的逻辑思维能力一般，但对物理有较大的兴趣。

2．可能存在的学习困难

估计学生利用 α 粒子散射实验现象进行讨论和通过观察实验现象推理出卢瑟福的原子的结构模型会有一定的困难；对提出的 3 个问题，前二个问题放手让学生进行小组讨论，对于问题 3 采用先让学生猜想，师生共同分析实验现象，然后再放手让学生小组讨论出原子的结构。

附 2：教学主线设计



附 3：教学媒体设计

教师演示实验：

介绍 α 粒子散射实验的实验原理、装置、现象由于中学阶段没有条件进行实验，采用动画模拟的方法。

多媒体的应用的设计：

由网上下载 2 个相关的 flash 小课件，再将其有机地、无缝地插到自制 PPT 课件，只使用网上小课件的一小部分对自己有用的部分

18．3 氢原子光谱

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解光谱的定义和分类。
2．了解氢原子光谱的实验规律，知道巴耳末系。
3．了解经典原子理论的困难。

（二）过程与方法　　通过本节的学习，感受科学发展与进步的坎坷。

（三）情感、态度与价值观

培养我们探究科学、认识科学的能力，提高自主学习的意识。

★教学重点　氢原子光谱的实验规律

★教学难点　经典理论的困难

★教学方法　教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排　1 课时

★教学过程

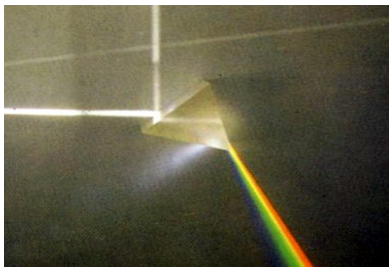
（一）引入新课

讲述：　α 粒子散射实验使人们认识到原子具有核式结构，但电子在核外如何运动呢？它的能量怎样变化呢？通过这节课的学习我们就来进一步了解有关的实验事实。

（二）进行新课

1．光谱（结合课件展示）

早在 17 世纪，牛顿就发现了日光通过三棱镜后的色散现象，并把实验中得到的彩色光带叫做光谱。



（如图所示）

讲述：

光谱是电磁辐射（不论是在可见光区域还是在不可见光区域）的波长成分和强度分布的记录。有时只是波长成分的记录。

（1）发射光谱

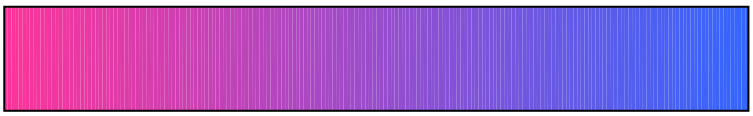
物体发光直接产生的光谱叫做发射光谱。

发射光谱可分为两类：连续光谱和明线光谱。

引导学生阅读教材，回答什么是连续光谱和明线光谱？

学生回答：连续分布的包含有从红光到紫光各种色光的光谱叫做连续光谱。只含有一些不连续的亮线的光谱叫做明线光谱。明线光谱中的亮线叫谱线，各条谱线对应不同波长的光。

教师讲述：炽热的固体、液体和高压气体的发射光谱是连续光谱。例如白炽灯丝发出的光、烛焰、炽热的钢水发出的光都形成连续光谱。如图所示。



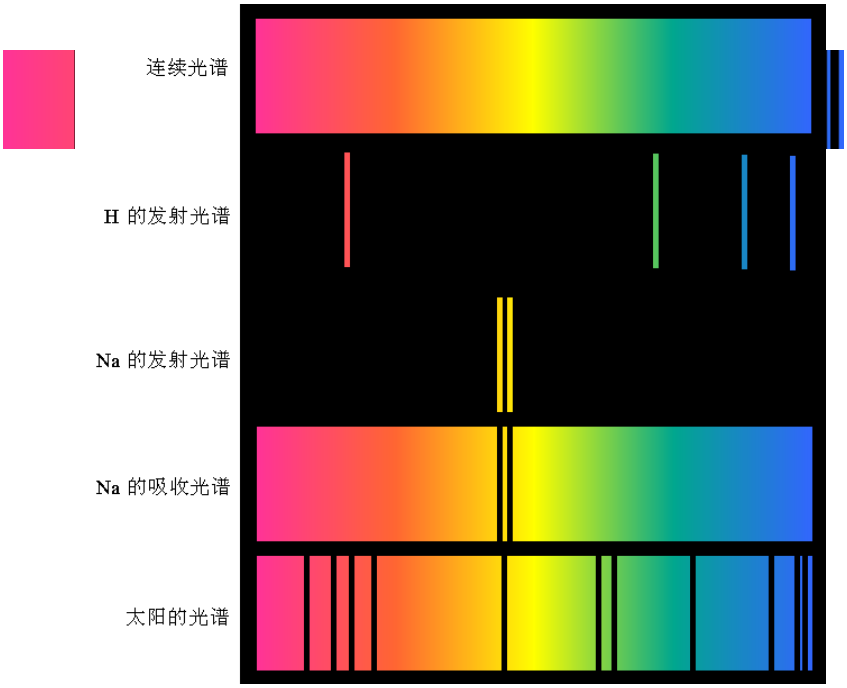
稀薄气体或金属的蒸气的发射光谱是明线光谱。明线光谱是由游离状态的原子发射的，所以也叫原子的光谱。实践证明，原子不同，发射的明线光谱也不同，每种原子只能发出具有本身特征的某些波长的光，因此明线光谱的谱线也叫原子

的特征谱线。如图所示。

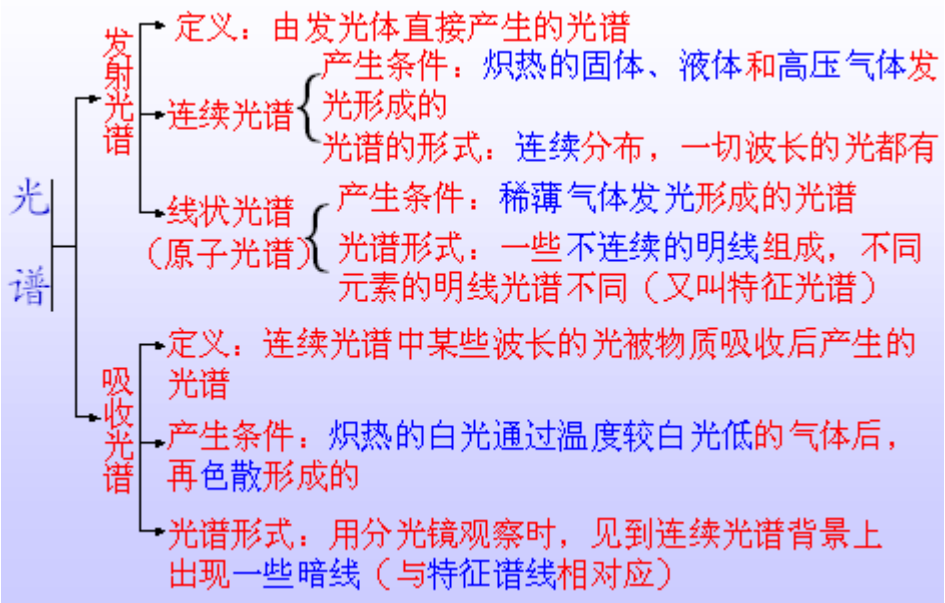
（2）吸收光谱

教师：高温物体发出的白光（其中包含连续分布的一切波长的光）通过物质时，某些波长的光被物质吸收后产生的光谱，叫做吸收光谱。各种原子的吸收光谱中的每一条暗线都跟该种原子的原子的发射光谱中的一条明线相对应。这表明，低温气体原子吸收的光，恰好就是这种原子在高温时发出的光。因此吸收光谱中的暗谱线，也是原子的特征谱线。太阳的光谱是吸收光谱。如图所示。

课件展示，氢、钠的光谱、太阳光谱



投影各种光谱的特点及成因知识结构图：



（3）光谱分析

由于每种原子都有自己的特征谱线，因此可以根据光谱来鉴别物质和确定的化学组成。这种方法叫做光谱分析。

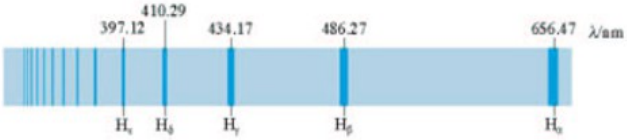
原子光谱的不连续性反映出原子结构的不连续性，所以光谱分析也可以用于探索原子的结构。

2．氢原子光谱的实验规律

教师讲述：氢原子是最简单的原子，其光谱也最简单。

引导学生阅读教材 61 页有关内容。

（课件展示）



$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2}) \qquad n=3,4,5,\ldots$$

巴耳末公式 R=1.10×$10^7 m^{-1}$　　里德伯常量

3．卢瑟福原子核式模型的困难

教师：（讲述）卢瑟福原子核式模型无法解释氢原子光谱的规律。

引导学生阅读教材 62 页有关内容。

教师总结：按经典理论电子绕核旋转，作加速运动，电子将不断向四周辐射电磁波，它的能量不断减小，从而将逐渐靠近原子核，最后落入原子核中。

轨道及转动频率不断变化，辐射电磁波频率也是连续的，　原子光谱应是连续的光谱。实验表明原子相当稳定，这一结论与实验不符。实验测得原子光谱是不连续的谱线。

（三）课堂小结

教师活动：让学生概括总结本节的内容。请一个同学到黑板上总结，其他同学在笔记本上总结，然后请同学评价黑板上的小结内容。

学生活动：认真总结概括本节内容，并把自己这节课的体会写下来、比较黑板上的小结和自己的小结看谁的更好，好在什么地方。

点评：总结课堂内容，培养学生概括总结能力。

教师要放开，让学生自己总结所学内容，允许内容的顺序不同，从而构建他们自己的知识框架。

（四）作业：课本 P62 第 1、3、4 题

18．4 玻尔的原子模型

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解玻尔原子理论的主要内容。

2．了解能级、能量量子化以及基态、激发态的概念。

（二）过程与方法

通过玻尔理论的学习，进一步了解氢光谱的产生。

（三）情感、态度与价值观

培养我们对科学的探究精神，养成独立自主、勇于创新的精神。

★教学重点

玻尔原子理论的基本假设

★教学难点

玻尔理论对氢光谱的解释。

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

复习提问：

1．α粒子散射实验的现象是什么？

2．原子核式结构学说的内容是什么？

3．卢瑟福原子核式结构学说与经典电磁理论的矛盾

教师：为了解决上述矛盾，丹麦物理学家玻尔，在 1913 年提出了自己的原子结构假说。

（二）进行新课

1．玻尔的原子理论

（1）能级（定态）假设：原子只能处于一系列不连续的能量状态中，在这些状态中原子是稳定的，电子虽然绕核运动，但并不向外辐射能量。这些状态叫定态。（本假设是针对原子稳定性提出的）

（2）跃迁假设：原子从一种定态（设能量为 E_n）跃迁到另一种定态（设能量为 E_m）时，它辐射（或

吸收）一定频率的光子，光子的能量由这两种定态的能量差决定，即 $h\nu = E_m - E_n$（h 为普朗克恒量）

（本假设针对线状谱提出）

（3）轨道量子化假设：原子的不同能量状态跟电子沿不同的圆形轨道绕核运动相对应。原子的定态是不连续的，因此电子的可能轨道的分布也是不连续的。（针对原子核式模型提出，是能级假设的补充）

2. 玻尔根据经典电磁理论和牛顿力学计算出氢原子的电子的各条可能轨道半径和电子在各条轨道上运动时的能量（包括动能和势能）公式：

轨道半径：$r_n = n^2 r_1$　　n=1，2，3……

能　　量：$E_n = \frac{1}{n^2} E_1$　　n=1，2，3……

式中 r_1、E_1、分别代表第一条（即离核最近的）可能轨道的半径和电子在这条轨道上运动时的能量，r_n、E_n 分别代表第 n 条可能轨道的半径和电子在第 n 条轨道上运动时的能量，n 是正整数，叫量子数。

3．氢原子的能级图

从玻尔的基本假设出发，运用经典电磁学和经典力学的理论，可以计算氢原子中电子的可能轨道半径和相应的能量。

（1）氢原子的大小：氢原子的电子的各条可能轨道的半径 r_n：　$r_n=n^2r_1$，

r_1 代表第一条（离核最近的一条）可能轨道的半径

$r_1=0.53\times10^{-10}$ m

例：$n=2$，　$r_2=2.12\times10^{-10}$ m

（2）氢原子的能级：①原子在各个定态时的能量值 E_n 称为原子的能级。它对应电子在各条可能轨道上运动时的能量 E_n（包括动能和势能）　$E_n=E_1/n^2$　$n=1$，2，3，´´´´´

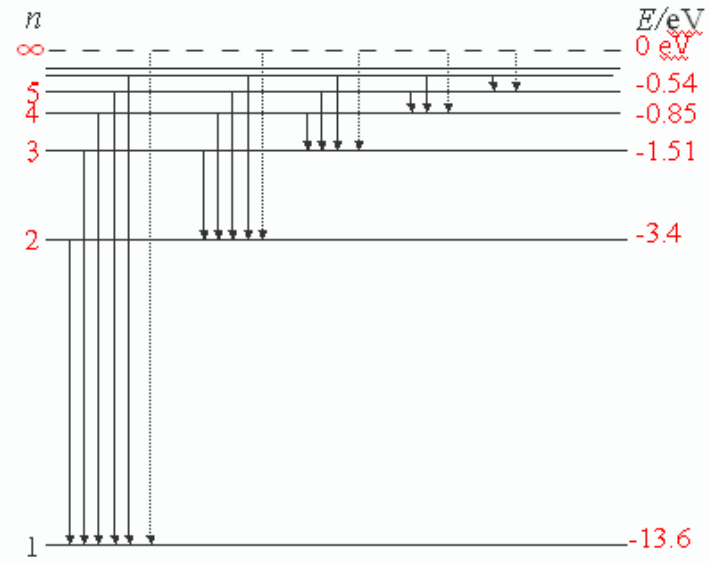
E_1 代表电子在第一条可能轨道上运动时的能量

$E_1=-13.6$eV

注意：计算能量时取离核无限远处的电势能为零，电子带负电，在正电荷的场中为负值，电子的动能为电势能绝对值的一半，总能量为负值。

例：$n=2$，$E_2=-3.4$eV，　$n=3$，$E_3=-1.51$eV，　$n=4$，$E_4=-0.85$eV，……

氢原子的能级图如图所示。



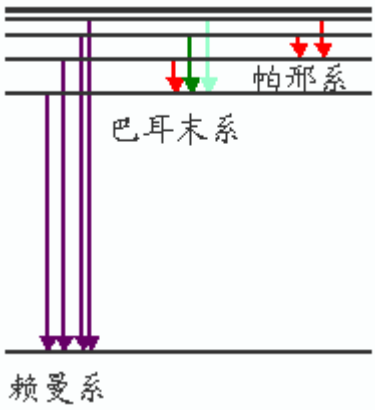
4．玻尔理论对氢光谱的解释

（1）基态和激发态

基态：在正常状态下，原子处于最低能级，这时电子在离核最近的轨道上运动，这种定态，叫基态。

激发态：原子处于较高能级时，电子在离核较远的轨道上运动，这种定态，叫激发态。

（2）原子发光：原子从基态向激发态跃迁的过程是吸收能量的过程。原子从较高的激发态向较低的激发态或基态跃迁的过程，是辐射能量的过程，这个能量以光子的形式辐射出去，吸收或辐射的能量恰等于发生跃迁的两能级之差。



说明：氢原子中只有一个核外电子，这个电子在某个时刻只能在某个可能轨道上，或者说在某个时间内，由某轨道跃迁到另一轨道——可能情况只有一种。可是，通常容器盛有的氢气，总是千千万万个原子在一起，这些原子核外电子跃迁时，就会有各种情况出现了。但是这些跃迁不外乎是能级图中表示出来的那些情况。

5．夫兰克—赫兹实验

（1）实验的历史背景及意义

1911 年，卢瑟福根据α粒子散射实验，提出了原子核式结构模型。1913 年，玻尔将普朗克量子假说运用到原子核式结构模型，建立了与经典理论相违背的两个重要概念：原子定态能级和能级跃迁概念。电子在能级之间跃迁时伴随电磁波的吸收和发射，电磁波频率的大小取决于原子所处两定态能级间的能量差。随着英国物理学家埃万斯对光谱的研究，玻尔理论被确立。但是任何重要的物理规律都必须得到至少两种独立的实验方法的验证。随后，在 1914 年，德国科学家夫兰克和他的助手赫兹采用电子与稀薄气体中原子碰撞的方法（与光谱研究相独立），简单而巧妙地直接证实了原子能级的存在，从而为玻尔原子理论提供了有力的证据。

1925 年，由于他二人的卓越贡献，他们获得了当年的诺贝尔物理学奖（1926 年于德国洛丁根补发）。夫兰克-赫兹实验至今仍是探索原子内部结构的主要手段之一。所以，在近代物理实验中，仍把它作为传统的经典实验。

（2）夫兰克—赫兹实验的理论基础

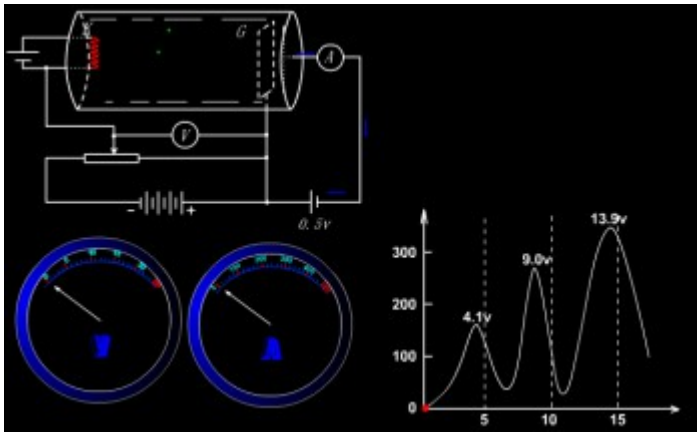
根据玻尔的原子理论，原子只能处于一系列不连续的稳定状态之中，其中每一种状态相应于一定的能量值 E_n（n=1，2，3..），这些能量值称为能级。最低能级所对应的状态称为基态，其它高能级所对应的态称为激发态。

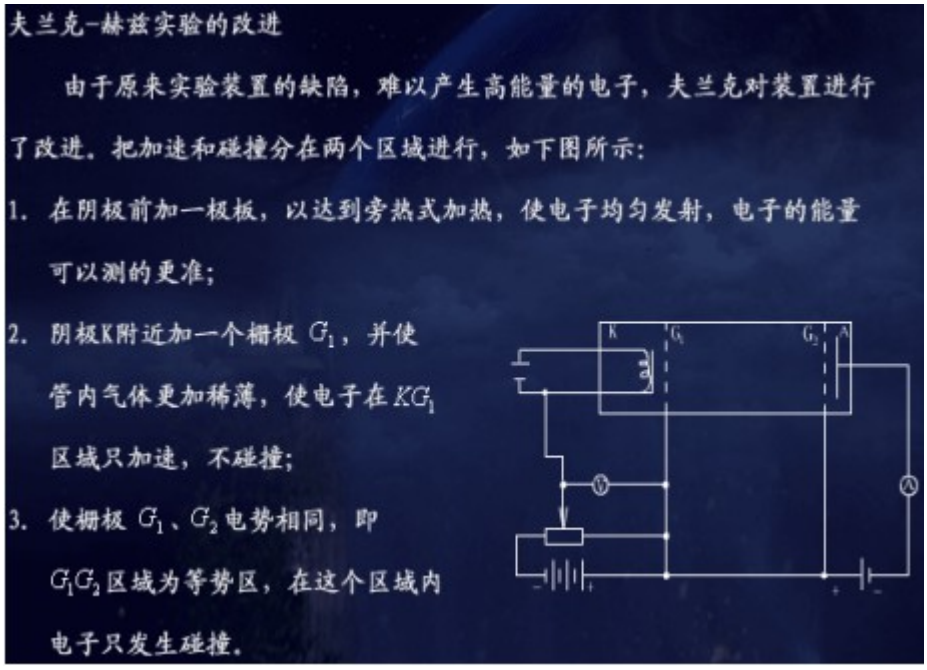
当原子从一个稳定状态过渡到另一个稳定状态时就会吸收或辐射一定频率的电磁波，频率大小决定于原子所处两定态能级间的能量差。 $h\nu = E_m - E_n$（h 为普朗克恒量）

本实验中是利用一定能量的电子与原子碰撞交换能量而实现，并满足能量选择定则：

$eV = E_m - E_n$ （V 为激发电位）

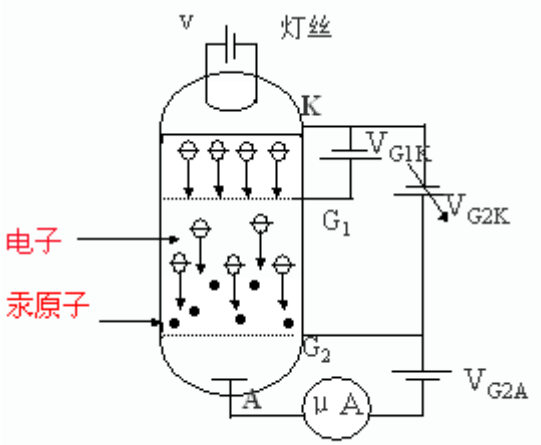
夫兰克-赫兹实验玻璃容器充以需测量的气体，本实验用的是汞。电子由阴级 K 发出，K 与栅极 G 之间有加速电场，G 与接收极 A 之间有减速电场。当电子在 KG 空间经过加速、碰撞后，进入 KG 空间时，能量足以冲过减速电场，就成为电流计的电流。





（3）实验原理：

改进的夫兰克-赫兹管的基本结构如下图所示。电子由阴极 K 发出，阴极 K 和第一栅极 G_1 之间的加速电压 V_{G1K} 及与第二栅极 G_2 之间的加速电压 V_{G2K} 使电子加速。在板极 A 和第二栅极 G_2 之间可设置减速电压 V_{G2A}。



夫兰克—赫兹管结构图

设汞原子的基态能量为 E_0，第一激发态的能量为 E_1，初速为零的电子在电位差为 V 的加速电场作用下，获得能量为 eV，具有这种能量的电子与汞原子发生碰撞，当电子能量 $eV<E_1-E_0$ 时，电子能量几乎不损失。如果 $eV\geq E_1-E_0=\Delta E$，则汞原子从电子中取得能量 ΔE，而由基态跃迁到第一激发态，$\Delta E=eV_C$。相应的电位差 VC 即为汞原子的第一激发电位。

在实验中，逐渐增加 V_{G2K}，由电流计读出板极电流 I_A，得到如下图所示的变化曲线.

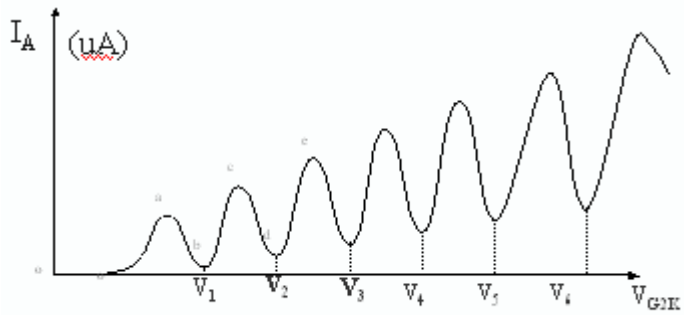


图2-2-4 夫兰克—赫兹管的I_A~V_{G2K}曲线

（4）实验结论

夫兰克—赫兹实验证明了原子被激发到不同的状态时，吸收的能量是不连续的，进而说明原子能量是量子化的。

6．玻尔理论的局限性

玻尔理论虽然把量子理论引入原子领域，提出定态和跃迁概念，成功解释了氢原子光谱，但对多电子原子光谱无法解释，因为玻尔理论仍然以经典理论为基础。如粒子的观念和轨道。

量子化条件的引进没有适当的理论解释。

7．电子在某处单位体积内出现的概率——电子云

（课件演示）

（三）课堂练习

1．对玻尔理论的下列说法中，正确的是（　　ACD　　）

A．继承了卢瑟福的原子模型，但对原子能量和电子轨道引入了量子化假设

B．对经典电磁理论中关于“做加速运动的电荷要辐射电磁波”的观点表示赞同

C．用能量转化与守恒建立了原子发光频率与原子能量变化之间的定量关系

D．玻尔的两个公式是在他的理论基础上利用经典电磁理论和牛顿力学计算出来的

2．下面关于玻尔理论的解释中，不正确的说法是（　　C　）

A．原子只能处于一系列不连续的状态中，每个状态都对应一定的能量

B．原子中，虽然核外电子不断做加速运动，但只要能量状态不改变，就不会向外辐射能量

C．原子从一种定态跃迁到另一种定态时，一定要辐射一定频率的光子

D．原子的每一个能量状态都对应一个电子轨道，并且这些轨道是不连续的

3．根据玻尔理论，氢原子中，量子数N越大，则下列说法中正确的是（　　ACD　）

A．电子轨道半径越大　　B．核外电子的速率越大

C．氢原子能级的能量越大　　D．核外电子的电势能越大

4．根据玻尔的原子理论，原子中电子绕核运动的半径（　D　）

A．可以取任意值　　B．可以在某一范围内取任意值

C．可以取一系列不连续的任意值

D．是一系列不连续的特定值

5．按照玻尔理论，一个氢原子中的电子从一半径为r_a的圆轨道自发地直接跃迁到一半径为r_b的圆轨道上，已知$r_a>r_b$，则在此过程中（ C ）

A．原子要发出一系列频率的光子

B．原子要吸收一系列频率的光子

C．原子要发出某一频率的光子

D．原子要吸收某一频率的光子

（四）课堂小结

玻尔的原子模型是把卢瑟福的学说和量子理论结合，以原子的稳定性和原子的明线光谱作为实验基础而提出的．认识玻尔理论的关键是从“不连续”的观点理解电子的可能轨道和能量状态．玻尔理论对氢光谱的解释是成功的，但对其他光谱的解释就出现了较大的困难，显然玻尔理论有一定的局限性。

（五）作业：课本P68问题与练习。

18．5 激光

一、教学目标

1、知识与技能

（1）理解自发发射、受激吸收和受激发射。

（2）了解激光产生的机理。

（3）了解激光器的构造和工作原理。

2、过程与方法

（1）通过对自发发射、受激吸收、受激发射的学习，了解原子发光的原理及特点，进一步理解原子能级理论。

（2）对激光产生的机理、激光器的结构和工作原理的学习和分析，认识科学探究并掌握科学探究的方法。

3、情感、态度与价值观

（1）通过学生对激光产生机理及激光器的学习和分析，发展学生对科学的好奇心和求知欲，体验探索自然规律的艰辛与喜悦。

（2）通过对学习过程的调控、对物理问题的解决，培养学生信息收集和处理能力和分析解决问题的能力。

二、设计思路

本节内容在科课程标准中的要求不高，主要是让学生了解激光的产生机理以及一些常用激光器的构造和工作原理。但是通过本节课的学习，能使学生更进一步了解原子的结构和理解原子的能级理论。

本节课的设计思路是在向学生介绍激光产生机理和激光器的构造、工作原理的同时，设计一些问题，让学生在解决这些问题的过程中，对原子的结构和原子的能级理论加深记忆和理解，达到对知识的复习与巩固，培养学生应用知识及进行科学探究和创新的能力。

三、重点与难点

激光的产生机理是本节的重点，需要在教学过程中加深学生对原子结构和原子能级理论的理解。

激光器的工作原理是本节课的难点，在教学过程中应使学生了解抽运装置的作用，理解如何产生粒子数反转。

四、教学资源

演示原子跃迁过程吸收和释放光子的课件，多媒体教学设备，红宝石激光器、氦氖激光器的结构示意图。

五、教学设计

课题的引入

提出问题：

我们在选修 3-4 中学习过激光的特点及应用，请大家回忆一下激光的特点及相关应用。

我们知道，激光是一种人造光，那么激光是如何产生的呢？

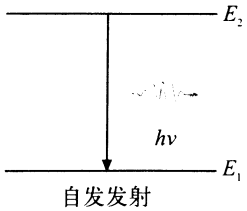
一、激光产生的机理

前面我们学习了原子的能级理论，原子是如何在能级之间进行跃迁的呢？

1、**自发发射**

提出问题，引导学生思考和分析：

对于普通的光源，如我们熟悉的白炽灯，它们是如何发光的呢？

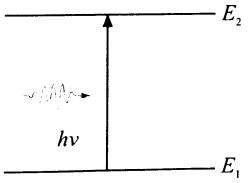


自发发射

概念：灯丝原子吸收了电流做功产生的热而被激发到能量较高的状态；能量较高状态的原子是不稳定的，会自发地跃迁到较低的能量态，同时放出光子。这就是**自发发射**。

在自发发射中，原子以随机的方式回到基态，也就是说，每个原子发光的时刻、方向、初相位都是不确定的，发光的频率一般也不一样。因此普通光源发出的光不是相干光。

2、受激吸收



受激吸收

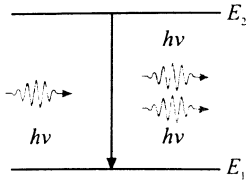
常温下处于热平衡状态的原子系统，多数原子都处在基态。如果一个人射光子的能量恰好等于原子基态与某个激发态的能量差，那么原子就很容易吸收这个光子而跃迁到这个激发态上。

这种跃迁不是自发产生的，是在入射光子的刺激下产生的，所以称为**受激吸收**。

3、受激发射

如果一个入射光子的能量正好等于原子的某一对能级的能量差额 E_2-E_1，那么处于激发态 E_2的原子就可能受到这个光子的刺激而跃迁到能量较低的状态 E_1，同时发射一个与入射光子完全相同的光子，这就是**受激发射**的过程。

它们还具有相同的相位、偏振态，且沿同一方向发出。



受激发射

教师：对，但是通常状态下多数原子处于基态，怎么办呢？

是的，这种状态就叫做**粒子数反转**，是一种非热平衡的状态。这时，一个入射光子引起的受激发射要比它被吸收的概率大得多，可以形象地说，入射光被“放大”了。

大家可以阅读书上的内容并加以体会。

二、激光器

1、激光器的原理

展示激光器的原理图，并介绍各组成部分及作用。

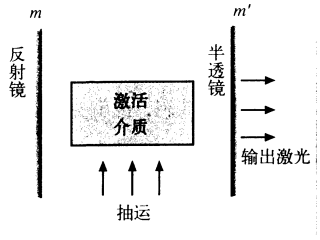


图 18.5-2 激光器的工作原理

根据激活介质的不同，激光器可以分为固体、液体、气体、染料、半导体激光器等。

2、红宝石激光器

展示红宝石激光器的结构示意图并介绍各部分的用途。

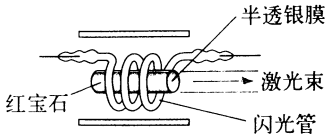


图 18.5-3 红宝石激光器的结构示意图

3、氦氖激光器

展示氦氖激光器的结构示意图并介绍各部分的用途。

作业布置：

完成问题与练习的 1、2、3。

19．1 原子核的组成

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解天然放射现象及其规律。
2．知道三种射线的本质，以及如何利用磁场区分它们。
3．知道原子核的组成，知道核子和同位素的概念。

（二）过程与方法

1．通过观察，思考，讨论，初步学会探究的方法。

2．通过对知识的理解，培养自学和归纳能力。

（三）情感、态度与价值观

1．树立正确的，严谨的科学研究态度。

2．树立辨证唯物主义的科学观和世界观。

★教学重点　天然放射现象及其规律，原子核的组成。

★教学难点　知道三种射线的本质，以及如何利用磁场区分它们

★教学方法　教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：　投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排　1 课时

★教学过程

（一）引入新课

教师：本节课我们来学习新的一章：原子核。本章主要介绍了核物理的一些初步知识，核物理研究的是原子核的组成及其变化规律，是微观世界的现象。让我们走进微观世界，一起探索其中的奥秘！

我们已经知道，原子由什么微粒组成啊？

学生回答：原子由原子核与核外电子组成。

点评：由原来的知识引入新课，对新的一章有一个大致的了解。

教师：那原子核内部又是什么结构呢？原子核是否可以再分呢？它是由什么微粒组成？用什么方法来研究原子核呢？

学生思考讨论。

点评：带着问题学习，激发学习热情

教师：人类认识原子核的复杂结构和它的变化规律，是从发现天然放射现象开始的。

1896 年，法国物理学家贝克勒尔发现，铀和含铀的矿物能够发出看不见的射线，这种射线可以穿透黑纸使照相底片感光。

居里和居里夫人在贝克勒尔的建议下，对铀和铀的各种矿石进行了深入研究，又发现了发射性更强的新元素。其中一种，为了纪念她的祖国波兰而命名为钋（Po），另一种命名为镭（Ra）。

学生一边听，一边看挂图。

点评：配合挂图，展示物理学发展史上的有关事实，树立学生对科学研究的正确态度。

（二）进行新课

1．天然放射现象

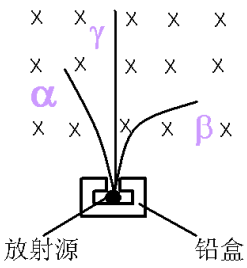
（1）物质发射射线的性质称为放射性(radioactivity)。元素这种自发的放出射线的现象叫做天然放射现象．具有放射性的元素称为放射性元素．

（2）放射性不是少数几种元素才有的，研究发现，原子序数大于 82 的所有元素，都能自发的放出射线，原子序数小于 83 的元素，有的也具有放射性．

学生一边听，一边看书。

2．射线到底是什么

教师：那这些射线到底是什么呢？这就激发着人们去寻求答案：把放射源放入由铅做成的容器中，射线只能从容器的小孔射出，成为细细的一束。在射线经过的空间施加磁场，发现射线如图所示：（投影）



思考与讨论：

① 你观察到了什么现象？为什么会有这样的现象？

② 如果 α 射线，β 射线都是带电粒子流的话，根据图判断，他们分别带什么电荷。

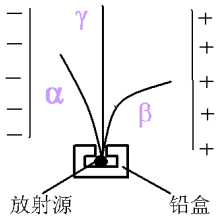
③ 如果不用磁场判断，还可以用什么方法判断三种射线的带电性质？

学生分组讨论，回答问题以及实验方案。

①射线分成三束，射线在磁场中发生偏转，是受到力的作用。这个力是洛伦兹力，说明其中的两束射线是带电粒子。

②根据左手定则，可以判断α射线是正电荷，β射线是负电荷。

③带电粒子在电场中要受电场力作用，可以加一偏转电场，也能判断三种射线的带电性质，如图



点评：给出实验现象，设置问题情境，引导学生自己得出结论，培养学生的观察，分析，探究的能力。培养学生合作式学习的能力

用多种方案解决一个问题有利于培养学生的扩散散性思维。

教师：我们已经研究了这三种射线的带电性质，那么这些射线还有哪些性质呢？请同学们阅读课文后填写表格。

学生看书，进行总结。

射线种类	组成	速度	贯穿本领	电离作用
α射线	α 粒子是氦原子核 $^{4}_{2}He$	约 $\frac{1}{10}c$	很小一张薄纸就能挡住	很强
β射线	β粒子是高速电子流 $^{0}_{-1}e$	接近 C	很大能穿过几毫米厚的铝板	较弱
γ 射线	波长很短的电磁波	等于 C	最大能穿过几毫米厚的铅板	很小

点评：培养学生自学，总结的能力。

教师：（帮助小结）

①实验发现：元素具有放射性是由原子核本身的因素决定的，跟原子所处的物理或化学状态无关。不管该元素是以单质的形式存在，还是和其他元素形成化合物，或者对它施加压力，或者升高它的温度，它都具有放射性。

②三种射线都是高速运动的粒子，能量很高，都来自于原子核内部，这也使我们认识到原子核蕴藏有巨大的核能，原子核内也有其复杂的结构。

学生对照表格，理解书本知识。

点评：通过对照表格，可以让学生更好的掌握规律性质。

3．原子核的组成

教师提问：

①质子：由谁发现的？怎样发现的？

②中子：发现的原因是什么？是由谁发现的？

学生看书，然后回答问题

①卢瑟福用α粒子轰击氮核，发现质子。

②查德威克发现中子。发现原因：如果原子核中只有质子，那么原子核的质量与电荷量之比应等于质子的质量与电荷量之比，但实际却是，绝大多数情况是前者的比值大些，卢瑟福猜想核内还有另一种粒子。

教师：（帮助小结）

①质子(proton)带正电荷，电荷量与一个电子所带电荷量相等，$m_p = 1.6726231 \times 10^{-27} kg$

中子(nucleon)不带电，$m_n = 1.6749286 \times 10^{-27} kg$

②数据显示：质子和中子的质量十分接近，统称为核子，组成原子核。

点评：加强学生对书本知识的理解能力，以及语言概括能力。

教师：提问：

③ 原子核的电荷数是不是电荷量？

④ 原子荷的质量数是不是质量？

学生看书，然后回答问题：

③ 不是，原子核所带的电荷量总是质子电荷的整数倍，那这个倍数就叫做原子核的电荷数。

④ 原子核的质量几乎等于单个核子质量的整数倍，那这个倍数叫做原子核的质量数。

点评：加强学生对书本知识的理解能力，以及语言概括能力。

小结：

③ 原子核的电荷数=质子数=核外电子数=原子序数

④ 原子核的质量数=核子数=质子数+中子数

⑤ 符号 ${}^{A}_{Z}X$ 表示原子核，X：元素符号；A：核的质量数；Z：核电荷数

教师：给出思考与讨论题。

一种铀原子核的质量数是 235，问：它的核子数，质子数和中子数分别是多少？

学生回答：核子数是 235，质子数是 92，中子数是 143。

点评：学生回答调动他们学习的积极性。

4．同位素(isotope)

（1）定义：具有相同质子数而中子数不同的原子，在元素周期表中处于同一位置，因而互称同位素。

（2）性质：原子核的质子数决定了核外电子数目，也决定了电子在核外的分布情况，进而决定了这种元素的化学性质，因而同种元素的同位素具有相同的化学性质。

学生一边听，一边看书。

提问：列举一些元素的同位素？

学生回答：

氢有三种同位素：氕（通常所说的氢），氘（也叫重氢），氚（也叫超重氢），符号分别是：

${}^{1}_{1}H, {}^{2}_{1}H, {}^{3}_{1}H$ 。

碳有两种同位素，符号分别是 ${}^{12}_{6}C, {}^{14}_{6}C$ 。

点评：举例说明同位素的性质，加深对这一概念的理解。

例：下列说法正确的是（　　）

A．β 射线粒子和电子是两种不同的粒子

B．红外线的波长比 X 射线的波长长

C．α 粒子不同于氦原子核

D．γ 射线的贯穿本领比 α 粒子强

学生回答：BD

点评：本题考查了粒子的性质及电磁波波长的比较等基本知识。19 世纪末 20 世纪初，人们发现 X，α，β，γ 射线，经研究知道，X，γ 射线均为电磁波，只是波长不同。可见光，红外线也是电磁波，波长从短到长的电磁波波谱要牢记。另外，β 射线是电子流，α 粒子是氦核。从 α，β，γ 三者的穿透本领而言：γ 射线最强，α 射线最弱，这些知识要牢记。

（三）课堂小结

1．天然放射现象及其规律。

2．三种射线的性质。

3．原子核的组成。

学生总结，讨论。

（四）作业：

1．认真阅读课后的“科学足迹”。完成问题与练习。

2．探究活动：β射线的来源：原子核内没有电子，β射线如何而来？

点评：学生课后探究。激发学生学习的热情，为以后的学习作好准备。

★教学体会

这节课由天然放射现象开始，揭示了原子核是可分的。展示物理学发展史上的有关事实，是对学生进行辨证唯物主义思想教育的好素材。放射性元素放出的三种射线只可能从原子核里放出来的，从而引起人们去探索原子核的奥妙，揭开了核物理学的第一页。核物理研究的是原子核的组成及其变换规律，是微观世界的现象，不想宏观世界那样看得见，摸得着，研究起来也就更困难。通过本节的学习，要使学生能对核物理的相关实验基础和研究问题的思路，方法有所体会，了解人类是怎样认识微观世界的。

19．2 放射性元素的衰变

★新课标要求

（一）知识与技能

1、知道放射现象的实质是原子核的衰变

2、知道两种衰变的基本性质，并掌握原子核的衰变规律

3、理解半衰期的概念

（二）过程与方法

1、能够熟练运用核衰变的规律写出核的衰变方程式

2、能够利用半衰期来进行简单计算（课后自学）

（三）情感、态度与价值观

通过传说的引入，对学生进行科学精神与唯物史观的教育，不断的设疑培养学生对科学孜孜不倦的追求，从而引领学生进入一个美妙的微观世界。

★教学重点

原子核的衰变规律及半衰期

★教学难点

半衰期描述的对象

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

投影片，多媒体辅助教学设备

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

教师：同学们有没有听说过点石成金的传说，或者将一种物质变成另一种物质。

学生讨论非常活跃，孙悟空，八仙，神仙；魔术，街头骗局。

点评：通过这样新颖的课题引入，给学生创设情景，能充分调动学生的积极性，挑起学生对未知知识的热情。

教师：刚才同学们讲的都很好，但都是假的。孙悟空，八仙，神仙：人物不存在。魔术，街头骗局：就是假的。

学生顿时安静，同时也心存疑惑：当然是假的，难道还有真的不成？

点评：对于学生来讲要使其相信科学技术反对迷信，同时也要提高警惕小心上当受骗，提高学生自我保护意识。更加吊起了学生学习新知识的胃口，为新课教学的顺利进行奠定了基础。

教师：那有没有真的（科学的）能将一种物质变成另一种物质呢？

学生愕然。

点评：进一步吊起了学生学习新知识的胃口。

教师：有（大声，肯定地回答）

学生惊讶，议论纷纷。

点评：再一次吊起了学生学习新知识的胃口。

通过这样四次吊胃口，新课的成功将是必然。

教师：这就是我们今天要学习的放射性元素的衰变。

点评：及时推出课题。

（二）进行新课

1．原子核的衰变

教师：原子核放出α或β粒子，由于核电荷数变了，它在周期表中的位置就变了，变成另一种原子核。我们把这种变化称为原子核的衰变。

学生豁然开朗：科学、真实的将一种物质变成另一种物质，原来就是原子核的衰变。

点评：及时给出问题的答案，学生并不会索然无味，相反会对原子核的衰变这一新知识产生浓厚的兴趣。

教师：铀 238 核放出一个α粒子后，核的质量数减少 4，核电荷数减少 2，变成新核-----钍 234 核。那这种放出α粒子的衰变叫做α衰变。

学生定有这样的想法：放出α粒子的衰变叫做α衰变。那放出β粒子的衰变叫做β衰变？

点评：这里一下子会出现了“α衰变”，“衰变方程式”两个新名词，教师要耐心的讲解，学生有插嘴的，如果正确要及时肯定并表扬。

教师：这个过程可以用衰变方程式来表示：$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$（一边说一边写，不要解释，要请学生来分析其中的奥秘）

学生定有这样的想法：衰变方程式和化学反应方程式、离子反应方程式有何联系与区别？

点评：理论基础：建构主义认为学习过程是学生在一定条件下，对客观事物反映的过程。是一个主动建构过程，作为认识对象的知识并不像实物一样可以由教师简单地传递给学生，须由学生自己来建构，并纳入他自己原有的知识结构中，别人是无法替代的。在此要充分利用学生原有的知识基础即：化学反应方程式、离子反应方程式，来帮助学生自己来建构衰变方程式，并把它纳入自己原有的知识结构中去。

学生充分讨论：衰变方程式和化学反应方程式、离子反应方程式有何联系与区别，并由学生自己表述

点评：可以让学生自己归纳总结，有不到之处教师再帮助总结。

教师：衰变方程式遵守的规律：

（1）质量数守恒

（2）核电荷数守恒

（进一步解释：守恒就是反应前后相等）

α衰变规律：$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$

学生进一步理解两个守恒：

（1）质量数守恒

（2）核电荷数守恒

教师：钍 234 核也具有放射性，它能放出一个β粒子而变成 $^{234}_{91}Pa$（镤），那它进行的是β衰变，请同学们写出钍 234 核的衰变方程式？

学生探究、练习写出钍 234 核的衰变方程式。

点评：写钍 234 核的衰变方程式是要求学生可以查阅化学书后面的元素周期表，但不可以看物理教材。在此培养学生查阅质料的能力。学生在此会碰到β粒子的表示，教师要及时直接给出结论：β粒子用 $^{0}_{-1}e$ 表

示。

教师：钍 234 核的衰变方程式：

$^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e$

衰变前后核电荷数、质量数都守恒，新核的质量数不会改变但核电荷数应加 1

β 衰变规律：$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e$

学生再一次理解两个守恒：

（1）质量数守恒

（2）核电荷数守恒

点评：β 衰变如果按衰变方程式的规律来写的话应该没有问题，但并不象 α 衰变那样容易理解，因为核电荷数要增加，学生会问为什么会增加？哪来的电子？

这里就顺理成章的来解释中子转化的过程。

教师：原子核内虽然没有电子，但核内的的质子和中子是可以相互转化的。当核内的中子转化为质子时同时要产生一个电子

$$^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}H + ^{0}_{-1}e$$

这个电子从核内释放出来，就形成了 β 衰变。

可以看出新核少了一个中子，却增加了一个质子，并放出一个电子。

学生更进一步理解两个守恒：

（1）质量数守恒

（2）核电荷数守恒

教师：γ 射线是由于原子核在发生 α 衰变和 β 衰变时原子核受激发而产生的光（能量）辐射，通常是伴随 α 射线和 β 射线而产生。γ 射线的本质是能量。

学生理解 γ 射线的本质，不能单独发生。

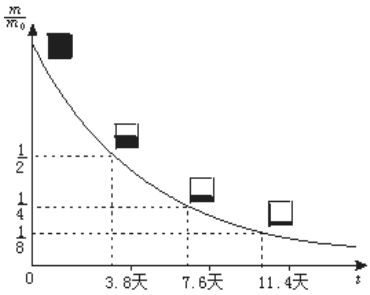
2．半衰期

教师：阅读教材半衰期部分放射性元素的衰变的快慢有什么规律？用什么物理量描述？这种描述的对象是谁？

学生带着问题看书。

点评：培养学生自学能力、阅读能力、提炼有用信息的能力。

教师提供教材上的氡的衰变图的投影：



$m/m_0 = (1/2)^n$

学生交流阅读体会：

（1）氡每隔 3.8 天质量就减少一半。

（2）用半衰期来表示。

（3）大量的氡核。

点评：第三个问题：描述的对象是谁？这个问题学生比较难理解，需要教师做引导和类比。培养学生阅读图象的方法和能力。

教师：同学们的回答都很精彩（鼓励）

教师总结：

半衰期表示放射性元素的衰变的快慢

放射性元素的原子核，有半数发生衰变所需的时间，叫做这种元素的**半衰期**

半衰期描述的对象是大量的原子核，不是个别原子核，这是一个统计规律。

学生进一步整理自己的阅读体会并形成自己的知识。

点评：教师做引导和类比可以从统计规律的角度出发。

例如：数学上的概率问题

（抛硬币）将 1 万枚硬币抛在地上，那正反两面的个数大概为 5000 对 5000，但就某个硬币来看要么是正面，要么是反面。这个事实告诉我们统计规律的对象仅仅对大量事实适用，对个别不适用。

教师：元素的半衰期反映的是原子核内部的性质，与原子所处的化学状态和外部条件无关。

简单介绍：

镭 226→氡 222 的半衰期为 1620 年

铀 238→钍 234 的半衰期为 4.5 亿年

学生对原子所处的化学状态和外部条件进行理解。

点评：一种元素的半衰期与这种元素是以单质形式还是以化合物形式存在，或者加压，增温均不会改变。

教师给出课堂巩固练习题

例 1：配平下列衰变方程

$^{234}_{92}U \rightarrow ^{230}_{90}Th + (^{4}_{2}He)$

$^{234}_{90}U \rightarrow ^{234}_{91}Pa + (^{0}_{-1}e)$

例 2：钍 232（$^{232}_{90}Th$）经过_____次 α 衰变和_____次 β 衰变，最后成为铅 208（$^{208}_{82}Pb$）

学生独立分析：因为 α 衰变改变原子核的质量数而 β 衰变不能，所以应先从判断 α 衰变次数入手：

$$\alpha\text{衰变次数}=\frac{232\,u-208\,u}{4\,u}=6.$$

每经过 1 次 α 衰变，原子核失去 2 个基本电荷，那么，钍核经过 6 次 α 衰变后剩余的电荷数与铅核实际的电荷数之差，决定了 β 衰变次数：

$$\beta\text{衰变次数}=\frac{(90e-2e\times 6)-82e}{(-1)e}=4$$

点评：这些课堂练习都很基本完全可以由学生自己讨论解决。

（三）课堂小结

教师引导学生自己进行总结。

学生总结，讨论。

本堂课研究了放射性元素的衰变，其实质是原子核发生衰变。衰变有二种：α 衰变、β 衰变。γ 辐射伴随 α 衰变和 β 衰变而产生。

原子核衰变的快慢用半衰期表示，它是放射性元素的原子核有半数发生衰变所用的时间，完全由原子核自身的性质决定，与原子所处的化学状态和外部条件无关。

（四）作业：

布置学生课后看科学漫步

探究：如何利用放射性元素的衰变来测定古物的年代。

点评：留给学生课后思考和学习的空间。

★教学体会

本堂课探究原子核内部的美妙世界，在教学过程中合理的设置疑问来吊学生的胃口是行之有效的方法。要充分运用建构主义的教育理论来指导本课的教学工作，在此基础上把大部分时间留给学生去思考，去讨论、去实践、去练习，从而培养学生的主体意识和创新能力，它的优势主要在以下三个方面：①主体意识：学生在学习中能够自启入境、自学探究、自研交流、自评完善；②独立意识：学生能够根据自身的特点，选择适合自己的方法，独立的解决问题；③创新意识：学生在继承传统，掌握原有知识的基础上学会迁移，能运用原来的知识体系去开拓新的领域，敢于提出新问题、新思想。

19．3 探测射线的方法

★新课标要求

（一）知识与技能

1．知道放射线的粒子与其他物质作用时产生的一些现象.
2．知道用肉眼不能直接看到的放射线可以用适当的仪器探测到.
3．了解云室、气泡室和计数器的简单构造和基本原理.

（二）过程与方法

1．能分析探测射线过程中的现象.
2．培养学生运用已知结论正确类比推理的能力

（三）情感、态度与价值观

1．培养学生认真严谨的科学分析问题的品质.
2．从知识是相互关联、相互补充的思想中，培养学生建立事物是相互联系的唯物主义观点
3．培养学生应用物理知识解决实际问题的能力

★教学重点

根据探测器探测到的现象分析、探知各种运动粒子。

★教学难点

1．探测器的结构与基本原理。
2．如何观察实验现象,并根据实验现象，分析粒子的带电、动量、能量等特性，从而判断是何种射线，区分射线的本质是何种粒子。

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

1．挂图，实验器材模型，课件等。
2．多媒体教学设备一套：可供实物投影、放像、课件播放等。

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

复习提问：前面我们学习了天然放射现象，知道了三种射线的本质.

请同学们回忆：

α、β、γ 射线的本质是什么？各有那些特征？

学生回答：（略）

点评：通过学生回忆三种放射线的本质以及三种粒子的基本特征，既用引导新课，也为后面分析探测器探测到的现象提供理论依据。

老师进一步设问：放射线是看不见的，我们是如何探知放射线的存在的呢？这节课，我们来学习几种常用的探测射线的方法.

（二）进行新课

教师：引导学生阅读教材 83 页的第一部分，思考并讨论：

放射线虽然看不见，但我们根据什么来探知放射线的存在呢？

学生阅读教材并讨论后会回答：放射线虽然看不见，但我们可根据放射线的粒子与其他物质作用时产生的一些现象来探知放射线的存在.

学生回答上述问题后老师追加提问：这些现象主要有哪些呢？

学生会抢着回答：

这些现象主要有：

1．使气体电离，这些离子可使过饱和汽产生云雾或使过热液体产生气泡；

2．使照相底片感光；

3．使荧光物质产生荧光．

点评：培养学生阅读教材、提取有用信息的能力。

下面我们学习三种核物理研究中常用的探测射线的方法．

1．威耳逊云室

教师：引导学生阅读教材“威耳逊云室”部分的内容，并组织学生对课文内容进行讨论．

提问：（1）构造是什么？

（2）基本原理是什么？

（3）怎样才能观察到射线的径迹？

引导学生回答问题（1），并进行补充评价．

学生讨论并选出代表回答问题 1：威耳逊云室主要部分是一个圆筒状容器，下部是一个可以上下移动的活塞，上盖是透明的，可以通过它来观察和拍摄粒子运动的径迹．室内由光源通过旁边的窗子照明．少量放射性物质（放射源）放在室内侧壁附近（或放在室外，让放射线从侧壁的窗口射入）．

点评：培养学生在日常生活中多注意观察的良好习惯。

教师：引导学生回答问题 2，并注意结合以前学过的过饱和汽的知识，讲清云室实验的基本原理．

学生讨论后回答问题（2）时，可能回答仍不明确，不够全面。此时，教师可多叫几个同学加以补充，最后请同学们总结威耳逊云室的原理。再请学生代表问答。

教师：引导学生回答问题（3），并进行补充评价．

学生总结回答问题（3）：实验时，先往云室里加少量的酒精，使室内充满酒精的饱和蒸气，然后使活塞迅速向下运动，室内气体由于迅速膨胀，温度降低，酒精蒸气达到过饱和状态．这时如果有射线粒子从室内气体中飞过，使沿途的气体分子电离，过饱和酒精蒸气就会以这些离子为核心凝结成雾滴，这些雾滴沿射线经过的路线排列，于是就显示出了射线的径迹．

点评：要让学生知道，提出问题也是学习的一个重要组成部分。

教师：说明这种云室是英国物理学家威耳逊（1869～1959）在 1912 年发明的，故叫做威耳逊云室．

注意向学生强调：在云室看到的只是成串的小液滴，它描述的是射线粒子运动的径迹，而不是射线本身．

老师演示课件、出示挂图，引导学生观察α、β射线在云室中的径迹，比较两种径迹的特点，并分析其原因．

学生分析并回答：

α粒子的质量比较大，在气体中飞行不易改变方向，并且电离本领大，沿途产生的离子多，所以它在云室中的径迹直而粗．β粒子的质量小，跟气体碰撞时容易改变方向，并且电离本领小，沿途产生的离子少，所以它在云室中的径迹比较细，且常常发生弯曲．γ粒子的电离本领更小，一般看不到它的径迹．

老师点评：

我们根据径迹的长短和粗细，可以知道粒子的性质．把云室放在磁场中，从带电粒子运动轨迹的弯曲方向，可以知道粒子所带电荷的正负；根据径迹的曲率半径的大小，还可以知道粒子的动量的大小．

点评：培养学生观察能力，培养学生运用已学知识、已知结论正确类比推理和归纳得出新的结论的思维能力

【例 1】在云室中，为什么α粒子显示的径迹直而粗、β粒子显示的径迹细而曲？

提示：因为α粒子带电量多，它的电离本领强，穿越云室时，在 1cm 路程上能使气体分子产生 10^4 对离子.过饱和酒精蒸汽凝结在这些离子上，形成很粗的径迹.且由于α粒子质量大，穿越云室时不易改变方向，所以显示的径迹很直。

β粒子带电量少，电离本领较小，在 1cm 路程上仅产生几百对离子，且β粒子质量小，容易改变运动状态，所以显示的径迹细而弯曲.

一位同学分析，其余同学补充、纠正。

点评：学生用自己的语言叙述，基本正确即可。

2．气泡室

教师：引导学生阅读课文，学习气泡室的基本原理.

提问：比较气泡室的原理同云室的原理。

学生讨论并回答：

控制气泡室内液体的温度和压强，使室内温度略低于液体的沸点．当气泡室内压强降低时，液体的沸点变低，因此液体过热，在通过室内射线粒子周围就有气泡形成．气泡室在观察比较稀少的碰撞事件时是有很大优点的．液体中原子挤得很紧，可以发生比气体中多得多的核碰撞，而我们将有比用云室好得多的机会来摄取所寻找的事件.

出示挂图：教材中图 19.3－3 为粒子经过气泡室时的径迹照片，教师可向学生进行简单说明.

老师点评：人们根据照片上记录的情况，可以分析出粒子的带电、动量、能量等情况.

点评：培养学生运用类比和比较的方法来分析未知的知识，从而得到新的认识。

3．盖革— 弥勒计数器

引导学生阅读教材“盖革—弥勒计数器”部分的内容，并组织学生对课文内容进行讨论.

提问：（1）盖革— 弥勒计数管的构造如何？

学生回答问题（1）：

管外面是一根玻璃管，里面是一个接在电源负极的导电圆筒，筒的中间有一条接正极的金属丝．管中装有低压的惰性气体（如氩、氖等，压强约为 10kPa～20kPa）和少量的酒精蒸气或溴蒸气．在金属丝和圆筒两极间加上一定的电压（约 1000V），这个电压稍低于管内气体的电离电压

点评：老师可以强调，学生回答问题时，尽量用自己的语言回答。

（2）盖革— 弥勒计数管的基本原理是什么？

学生回答问题（2）：

盖革管的原理是某种射线粒子进入管内时，它使管内的气体电离，产生的电子在电场中被加速，能量越来越大，电子跟管中的气体分子碰撞时，又使气体分子电离，产生电子……这样，一个射线粒子进入管中后可以产生大量电子．这些电子到达阳极，阳离子到达阴极，在外电路中就产生一次脉冲放电，利用电子仪器可以把放电次数记录下来.

点评：培养学生的自学能力。认真阅读，是学习必不可少的。如果学生能够回答（基本）正确，教师就没有必要重复。

（3）GĐ M 计数器的特点是什么？

在学生思考和讨论的过程中，老师各个小组巡查，了解学生的掌握情况，并进行个别答疑。

学生回答问题（3）：

①G－M 计数器放大倍数很大，非常灵敏，用它来检测放射性是很方便的．② G－M 计数器只能用来计数，而不能区分射线的种类．③ G－M 计数器不适合于极快速的计数．④ G－M 计数器较适合于对 β、γ 粒子进行计数.

教师：另外，还有如闪烁计数器、乳胶照相、火花室和半导体探测器等探测器装置，利用这些装置能更精确地测定粒子的各种性质，感兴趣的同学可以查找这方面的资料阅读.

随着科学技术的发展，探测射线的手段不断改进，近年来，由于探测仪器大都和电子计算机直接连接，实现了对实验全过程电子计算机控制、计算、数据处理，已经使实验方法高度自动化.

学生课后查阅有关资料，了解更精确的探测放射线的方法。

点评：拓宽学生的知识面，进一步了解探测射线的方法还要很多。

（三）课堂小结

教师引导学生自己进行总结。

学生总结，讨论。

（四）作业：“问题与练习”1－3 题。

★教学体会

1．本节所介绍的三种仪器是核物理研究中最基本、最常用的实验仪器，通过对仪器原理的介绍，应让学生知道，研究原子核变化中的微观现象，可以根据各种粒子产生的次级效应来进行观察和判断，进而了解核物理中这种研究问题的方法．教学中要注意渗透这一点．

2．教学中应注意结合以前学过的知识来帮助学生理解．如结合过饱和汽的知识，讲清云室的原理；结合电场的知识，讲清射线粒子进入盖革管中产生大量电子的过程．

3．教学中应注意引导学生阅读课文内容，组织学生对课文中的问题进行讨论，由学生自己解决一部分问题．教师可及时进行评价和补充，对难点和重点部分给以解释和强调．

4．教学中尽可能地做好演示实验，或者组织学生观看图片、实物、录像或课件等．

5．教学中注意培养学生的兴趣，鼓励学生阅读相关书籍和资料．下面介绍一种科学研究中常用的探测射线的方法，供读者参考．

乳胶照相　放射线能够使照相底片感光．放射线中的粒子经过照相底片上的乳胶时，使乳胶中的溴化银分解，经显影后，就有一连串的黑点显示出粒子的径迹．这些径迹可用显微镜来进行观察与测量，根据径迹的长短和形状，可以判断入射粒子的性质、种类和能量．乳胶的密度较大，粒子在乳胶中的射程约为空气的千分之一，因此容易看到径迹的全部．乳胶照相的主要优点是能够连续地工作，能够将入射粒子每个时刻的径迹都记录下来．并且，它体积小、轻便，并能将粒子的径迹永久地保存，常用于探测高能量粒子的性质．它的缺点是利用径迹来测量粒子的能量不够准确．现在使用较多的是核乳胶片，与一般的照相乳胶片相比，前者含的溴化银量多，颗粒细，分布均匀，并且乳胶层通常很厚，大约是 5×10^{-3} 到 1×10^{-1} 厘米．因此也能用来分析斜向射来的粒子的径迹．

19．4 放射性的应用与防护

★新课标要求

（一）知识与技能

（1）知道什么是核反应，会写出人工转变方程。

（2）知道什么是放射性同位素，人造和天然放射性物质的主要不同点。

（3）了解放射性在生产和科学领域的应用。

（4）知道放射性污染及其对人类和自然产生的严重危害，了解防范放射线的措施，建立防范意识。

（二）过程与方法

渗透和安全地开发利用自然资源的教育。

（三）情感、态度与价值观

培养学生收集信息、应用已有知识、处理加工信息、探求新知识的能力。

★教学重点

人工转变的两个核反应方程及反应过程中遵循的规律。

★教学难点

人工转变的两个核反应方程及反应过程中遵循的规律

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

1．挂图，实验器材模型，课件等。

2．多媒体教学设备一套：可供实物投影、放像、课件播放等。

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

教师：前面已经学习了核反应的一种形式：衰变。本节课我们要学习核反应的另一种形式：人工转变以及人工转变产生的放射性同位素的应用和核辐射的防护。

学生：回忆前面学习的衰变方程以及衰变过程中遵循的规律。同时学生说出三种衰变物质的性质。

点评：开门见山引入本节课的课题，这能很快让学生知道本节课要做的事情，符合这一部分内容的教学。

通过复习巩固前面的知识，对这一部分内容的教学是有帮助的，有利于学生对人工转变的理解。

（二）进行新课

1．核反应：原子核在其它粒子的轰击下产生新原子核的过程叫核反应。在核反应中质量数守恒、电荷数守恒。

人工转变核反应方程：

$$^{14}_{7}N+^{4}_{2}He\rightarrow ^{17}_{8}O+^{1}_{1}H$$

$$^{9}_{4}Be+^{4}_{2}He\rightarrow ^{12}_{6}C+^{1}_{0}n$$

例：写出下列原子核人工转变的核反应方程。

（1）$_{11}^{23}$Na 俘获 1 个 α 粒子后放出 1 个质子

（2）$_{13}^{27}$Al 俘获 1 个 α 粒子后放出 1 个中子

（3）$_{8}^{16}$O 俘获 1 个中子后放出 1 个质子

（4）$_{14}^{30}$Si 俘获 1 个质子后放出 1 个中子

学生：理解并记住核反应方程，通过方程理解核反应中遵循的规律。

点评：这部分主要为老师讲解，学生通过前面已学的知识来掌握新的知识。再通过例题进行巩固。

2．人工放射性同位素

（1）放射性同位素：有些同位素具有放射性，叫做放射性同位素。放射性同位素有天然和人造两种，它们的化学性质相同。

（2）人工放射性同位素

$$^{27}_{13}\mathrm{Al}+^{4}_{2}\mathrm{He}\rightarrow ^{30}_{15}\mathrm{P}+^{1}_{0}\mathrm{n}$$

（3）人工放射性同位素的优点：放射强度容易控制；形状容易控制；半衰期短，废料容易处理。

（4）凡是用到射线时，都用人造放射性同位素

学生：从这部分开始主要为学生自习和上网查找资料，一方面要掌握书本的知识，另一方面要扩展自己的知识面，同时有问题的地方及时向老师提问，

点评：这一节大部分为陈述性的知识，教学难度不大，学生很容易掌握，如果让学生自习并上网查相关资料，他们一样可以掌握的很好，同时还能扩展他们的知识面，更能激发学生学习的热情。

3．放射性同位素的应用：

（1）利用射线：

射线测厚装置

烟雾报警器

放射治疗

培育新品种，延长保质期

学生要能说出如何利用放射性物质的射线的。对于书本的几种事例要能够讲清楚工作的原理。对学生上网查找的有关射线的应用也要能说出原理。

点评：通过学生的自习与回答问题，培养学生搜索信息，加工信息的能力，同时培养学生的表达能力，规范应用物理术语的能力。

（2）作为示踪原子

棉花对磷肥的吸收

甲状腺疾病的诊断

学生要说出如何将放射性物质作为示踪原子的原理。

4．辐射与安全

学生通过看书与上网查找资料，了解放射性辐射的用处以及危害，知道只要控制好辐射量，我们就可以利用它的射线，知道身边的一些放射性物质，以及如何防护一些有害的放射性物质。

点评：这部分内容同样通过学生的自主性学习获得知识，同时也让学生知道核辐射并不可怕，只要控制好量并注意防护，培养学生学科学，讲科学的意识。

（三）课堂小结

本节课的内容相对比较简单，通过学生的自主学习学生要能够掌握核反应的概念以及核反应方程，两种放射性同位素的异同点以及人工放射性同位素的一些应用，并能从物理学的原理上进行解释，还要了解核辐射的应用和防护。

（四）作业：完成课本书后练习 1、3、4、5。

19．5 核力与结合能

★新课标要求

（一）知识与技能

1．知道核力的概念、特点及自然界存在的四种基本相互作用；

2．知道稳定原子核中质子与中子的比例随着原子序数的增大而减小；

3．理解结合能的概念，知道核反应中的质量亏损；

4．知道爱因斯坦的质能方程，理解质量与能量的关系。

（二）过程与方法

1．会根据质能方程和质量亏损的概念计算核反应中释放的核能；

2．培养学生的理解能力、推理能力、及数学计算能力。

（三）情感、态度与价值观

1．使学生树立起实践是检验真理的标准、科学理论对实践有着指导和预见作用的能力；

2．认识开发和利用核能对解决人类能源危机的重要意义。

★教学重点

质量亏损及爱因斯坦的质能方程的理解。

★教学难点

结合能的概念、爱因斯坦的质能方程、质量与能量的关系。

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流

★教学用具：

多媒体教学设备一套：可供实物投影、放像、课件播放等。

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

复习提问：氦原子核中有两个质子，质子质量为 $m_p=1.67\times10^{-27}$kg，带电量为元电荷 $e=1.6\times10^{-19}$C，原子核的直径的数量级为 10^{-15}m，那么两个质子之间的库仑斥力与万有引力两者相差多少倍?

学生通过计算回答：两者相差 10^{36} 倍

问：在原子核那样狭小的空间里，带正电的质子之间的库仑斥力为万有引力的 10^{36} 倍，那么质子为什

么能挤在一起而不飞散?会不会在原子核中有一种过去不知道的力，把核子束缚在一起了呢?今天就来学习这方面的内容，也就是第五节：核力与结合能(板书)

点评：让学生从熟悉的库仑定律和万有引力定律出发，比较氦原子核中两个质子之间的库仑斥力与万有引力的大小，产生强烈的认知冲突,进而引入核力的概念。

（二）进行新课

1．核力与四种基本相互作用(板书)

点拨：20 世纪初人们只知道自然界存在着两种力：一种是万有引力，另一种是电磁力(库仑力是一种电磁力)。在相同的距离上，这两种力的强度差别很大。电磁力大约要比万有引力强 10^{36} 倍。

基于这两种力的性质，原子核中的质子要靠自身的引力来抗衡相互间的库仑斥力是不可能的。核物理学家猜想，原子核里的核子间有第三种相互作用存在，即存在着一种核力，是核力把核子紧紧地束缚在核内，形成稳定的原子核,后来的实验证实了科学家的猜测.

问：那么核力有怎样特点呢?

学生：阅读教材核力的特点部分，讨论、总结并回答核力特点：

（1）核力是强相互作用(强力)的一种表现。

（2）核力是短程力，作用范围在 1.5×10^{-15} m 之内。

（3）核力存在于核子之间，每个核子只跟相邻的核子发生核力作用，这种性质称为核力的饱和性。

教师总结：除核力外，核物理学家还在原子核内发现了自然界的第四种相互作用—弱相互作用(弱力)，弱相互作用是引起原子核 β 衰变的原因，即引起中子转变质子的原因。弱相互作用也是短程力，其力程比强力更短，为 10^{-18}m，作用强度则比电磁力小。

点评：通过学生自主学习培养学生的自学能力，同时通过讨论激发学习兴趣。

教师讲述：四种基本相互作用力

弱力、强力、电磁力、引力和分别在不同的尺度上发挥作用：

① 弱力（弱相互作用）：弱相互作用是引起原子核 β 衰变的原因→短程力

② 强力（强相互作用）：在原子核内，强力将核子束缚在一起→短程力

③ 电磁力：电磁力在原子核外，电磁力使电子不脱离原子核而形成原子，使原子结合成分子，使分子结合成液体和固体。→长程力

④ 引力：引力主要在宏观和宇观尺度上“独领风骚”。是引力使行星绕着恒星转，并且联系着星系团决定着宇宙的现状。→长程力

学生：阅读课本左边的阅读内容总结自然界的四种基本相互作用力及它们的作用范围。

2．原子核中质子与中子的比例

教师：随着原子序数的增加，稳定原子核中的中子数大于质子数。

引导学生阅读教材原子核中质子与中子的比例部分及挂图，思考两个问题：随着原子序数的增加，稳定原子核中的质子数和中子数有怎样的关系？

学生回答：随着原子序数的增加，较轻的原子核质子数与中子数大致相等，但对于较重的原子核中子数大于质子数，越重的元素，两者相差越多。

引导学生阅读教材思考为什么随着原子序数的增加，稳定原子核中的中子数大于质子数?

点评：提示学生从电磁力和核力的作用范围去考虑。

总结：若质子与中子成对地人工构建原子核，随原子核的增大，核子间的距离增大，核力和电磁力都会减小，但核力减小得更快。所以当原子核增大到一定程度时，相距较远的质子间的核力不足以平衡它们之间的库仑力，这个原子核就不稳定了；

若只增加中子，中子与其他核子没有库仑斥力，但有相互吸引的核力，所以有助于维系原子核的稳定，所以稳定的重原子核中子数要比质子数多。

由于核力的作用范围是有限的，以及核力的饱和性，若再增大原子核，一些核子间的距离会大到其间恨本没有核力的作用，这时候再增加中子，形成的核也一定是不稳定的。因此只有 200 多种稳定的原子核长久地留了下来。

3．结合能

由于核子间存在着强大的核力，原子核是一个坚固的集合体。要把原子核拆散成核子，需要克服核力做巨大的功，,或者需要巨大的能量。例如用强大的γ光子照射氘核，可以使它分解为一个质子和一个中子。

从实验知道只有当光子能量等于或大于 2.22MeV 时，这个反应才会发生.

相反的过程一个质子和一个中子结合成氘核，要放出 2.22MeV 的能量。

这表明要把原子核分开成核子要吸收能量，核子结合成原子核要放出能量，这个能量叫做原子核的结合能.

原子核越大，它的结合能越高,因此有意义的是它的结合能与核子数之比，称做比结合能，也叫平均结合能。比结合能越大,表示原子核中核子结合得越牢固,原子核越稳定.

点拨：那么如何求原子核的结合能呢?爱因斯坦从相对论得出了物体能量与它的质量的关系，指出了求原子核的结合能的方法。

4．质量亏损

（1）质量亏损

讲述：科学家研究证明在核反应中原子核的总质量并不相等，例如精确计算表明：氘核的质量比一个中子和一个质子的质量之和要小一些，这种现象叫做质量亏损，质量亏损只有在核反应中才能明显的表现出来.

让学生回顾质量、能量的定义、单位，向学生指出质量不是能量、能量也不是质量，质量不能转化能量，能量也不能转化质量，质量只是物体具有能量多少及能量转变多少的一种量度。

点评：质量亏损与质量与能量的关系是本节的难点。

学生很容易从字面上得出错误结论：

① 质量就是能量、能量就是质量，质量可以转化能量, 能量可以转化质量。

② 在核反应中不遵守质量守恒定律、能量守恒定律;

（2）爱因斯坦质能方程： $E=mc^2$

讲述：相对论指出，物体的能量（E）和质量（m）之间存在着密切的关系，即 $E=mc^2$ 式中， c 为真空中的光速。

爱因斯坦质能方程表明：物体所具有的能量跟它的质量成正比。由于 c^2 这个数值十分巨大，因而物体的能量是十分可观的。

（3）核反应中由于质量亏损而释放**的能量：** $\triangle E=\triangle m\,c^2$

讲述：物体贮藏着巨大的能量是不容置疑的，但是如何使这样巨大的能量释放出来？从爱因斯坦质能方程同样可以得出，物体的能量变化 $\triangle E$ 与物体的质量变化 $\triangle m$ 的关系：$\triangle E=\Delta mc^2$.

单个的质子、中子的质量已经精确测定。用质谱仪或其他仪器测定某种原子核的质量，与同等数量的质子、中子的质量之和相比较，看一看两条途径得到的质量之差，就能推知原子核的结合能。

点评：向学生指出以下几点：

① 物体的质量包括静止质量和运动质量，质量亏损指的是静止质量的减少，减少的静止质量转化为和辐射能量有关的运动质量。

② 质量亏损并不是这部分质量消失或转变为能量，只是静止质量的减少。

③ 在核反应中仍然遵守质量守恒定律、能量守恒定律;

④ 质量只是物体具有能量多少及能量转变多少的一种量度。

点拨：师生共同阅读原子核的比结合能挂图，指出中等大小的核的比结合能最大(平均每个核子的质量亏损最大)，这些核最稳定。另一方面如果使较重的核分裂成中等大小的核，或者把较小的核合并成中等大小的核，核子的比结合能都会增加，这样可以释放能量供人使用。

（**巩固练习**）已知 1 个质子的质量 m_p=1.007 277u，1 个中子的质量 m_n=1.008 665u.氦核的质量为 4.001 509 u. 这里 u 表示原子质量单位，1 u=1.660 566×10^{-27} kg. 由上述数值，计算 2 个质子和 2 个中子结合成氦核时释放的能量。（28.3MeV）

学生：学习课本例题，做巩固练习，加深对质量亏损、原子核的结合能及比结合能的理解

（三）课堂小结

根据爱因斯坦质能方程自然界中物体的质量和能量间存在着一定对应关系：$E=mc^2$，可见物质世界贮藏着巨大能量，问题是如何使贮藏的能量释放出来。人类以前利用的是燃料燃烧时释放的化学能。在发生化学反应时，是原子外层电子的得失，这种情况下人类获取的能量可以说属于原子的“皮能”。在核反应时，可以产生较大一些的质量亏损，从而使人类获得了大得多的能量，这里的变化属于原子核的变化，相应的能量称作原子核能。换句话说，即物体贮藏的能量是巨大的。迄今为止，人类所利用的能量还只是很小的一部分，如果人类在探索中能掌握新的方式，以产生更大的质量亏损，也就必然能够获得更为可观的能量， 这对解决人类的能源危机具有重要意义。

（四）作业：1、理解原子核的结合能的概念；理解质量与能量的区别及它们之间的对应关系；

2、完成课本后面的练习 1、2、3、4

★教学体会

思维方法是解决问题的灵魂，是物理教学的根本；亲自实践参与知识的发现过程是培养学生能力的关键离开了思维方法和实践活动，物理教学就成了无源之水、无本之木。学生素质的培养就成了镜中花，水中月。

19．6 重核的裂变

★新课标要求

（一）知识与技能

1．知道核裂变的概念，知道重核裂变中能释放出巨大的能量。

2．知道什么是链式反应。

3．会计算重核裂变过程中释放出的能量。

4．知道什么是核反应堆。了解常用裂变反应堆的类型，了解核电站及核能发电的优缺点。

（二）过程与方法

1．通过对核子平均质量与原子序数关系的理解，培养学生的逻辑推理能力及应用

教学图像处理物理问题的能力。

2．通过让学生自己阅读课本，查阅资料，培养学生归纳与概括知识的能力和提出问题的能力。

（三）情感、态度与价值观

1．激发学生热爱科学、探求真理的激情，树立实事求是的科学态度，培养学生基本的科学素养，通过核能的利用，思考科学与社会的关系。

2．通过教学，让学生认识到和平利用核能及开发新能源的重要性。

3．确立世界是物质的，物质是运动变化的，而变化过程必然遵循能量守恒的观点。

★教学重点

1．链式反应及其释放核能的计算。

2．重核裂变的核反应方程式的书写。

★教学难点

通过核子平均质量与原子序数的关系，推理得出由质量数较大的原子核分裂成质量数较小的原子核释放能量这一结论。

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

多媒体教学设备一套：可供实物投影、放像、课件播放等。

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

教师：大家都知道在第二次世界大战即将结束的时候，美国于 1945 年 8 月 6 日、9 日先后在日本的广岛、长崎上空投下了两颗原子弹，刹那间，这两座曾经十分美丽的城市变成一片废墟．大家还知道目前世界上有少数国家建成了许多核电站，我国也相继建成了浙江秦山核电站和广东大亚湾核电站等。我想，现在大家一定想知道原子弹爆炸及核发电的原理，那么，我们这节课就来学习裂变，通过学习，大家就会对上述问题有初步的了解。

播放 VCD 光碟，展示原子弹爆炸的过程及原子弹爆炸后形成的惨景的片段。

学生：观看原子弹爆炸的过程，并形成裂变能放出巨大能量的初步认识。

点评：激发起学生主动探求知识的欲望，从而为下一步进行教学活动奠定一个良好的基础。

（二）进行新课

1．核裂变（fission）

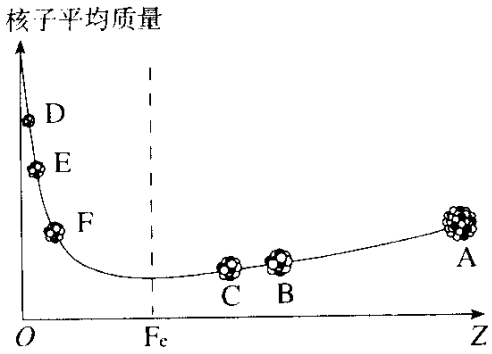
提问：核裂变的特点是什么？

让学生阅读课本核裂变部分内容，分小组讨论。每一小组由一位同学陈述小组讨论的结果。

学生回答：重核分裂成质量较小的核的反应，称为裂变。

教师总结：重核分裂成质量较小的核，释放出核能的反应，称为裂变。

提问：是不是所有的核裂变都能放出核能？



让学生阅读有关核子平均质量有补充材料。分小组讨论。每一小组由一位同学陈述小组讨论的结果。

学生回答：只有核子平均质量减小的核反应才能放出核能。

点评：有利于培养学生合作式学习的能力。

知识总结：不是所有的核反应都能放出核能，有的核反应，反应后生成物的质量比反应前的质量大，这样的核反应不放出能量，反而在反应过程中要吸收大量的能量。只有重核裂变和轻核聚变能放出大量的能量。

点评：个人及小组的竞争，活跃课堂气氛，激活学生思维，增加学习的趣味性。

2、铀核的裂变

（1）铀核的裂变的一种典型反应。

提问：铀核的裂变的产物是多样的，最典型的一种核反应方程式是什么样的？

让学生阅读课本核裂变部分内容

分小组讨论

每一小组由一位同学陈述小组讨论的结果。

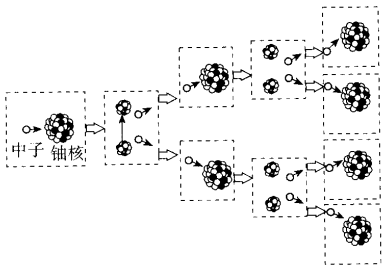
学生回答：

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n$$

（2）链式反应：

提问：链式反应〔chain reaction〕是怎样进行的？

学生回答：这种由重核裂变产生的中子使裂变反应一代接一代继续下去的过程，叫做核裂变的链式反应。



点评：学生用自己的语言叙述，基本正确即可。

（3）临界体积（临界质量）：

提问：什么是临界体积（临界质量）？

学生回答：通常把裂变物质能够发生链式反应的最小体积叫做它的临界体积，相应的质量叫做临界质量。

（4）裂变反应中的能量的计算。

裂变前的质量：

$m_U = 390.3139 \times 10^{-27}$ kg，$m_n = 1.6749 \times 10^{-27}$ kg

裂变后的质量：

$m_{Ba} = 234.0016 \times 10^{-27}$ kg，$m_{Kr} = 152.6047 \times 10^{-27}$ kg，$3m_n = 5.0247 \times 10^{-27}$ kg，

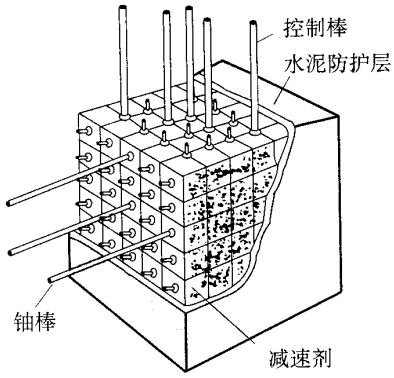
学生计算：质量亏损：

$\Delta m = 0.3578 \times 10^{-27}$ kg，

$\Delta E = \Delta mc^2 = 0.3578 \times 10^{-27} \times (3.0 \times 10^8)^2$ J=201MeV

知识总结：由重核裂变产生的中子使裂变反应一代接一代继续下去的过程，叫做核裂变的链式反应。裂变物质能够发生链式反应的最小体积叫做它的临界体积。铀核裂变的产物不同，释放的能量也不同。

3、核电站



提问：核核反应堆各组成部分在核反应中起什么作用？

让学生阅读课本核电站部分内容，分小组讨论。每一小组由一位同学陈述小组讨论的结果。

学生回答：铀棒由浓缩铀制成，作为核燃料。

学生回答：控制棒由镉做成，用来控制反应速度。

学生回答：减速剂由石墨、重水或普通水（有时叫轻水）做成，用来跟快中子碰撞，使快中子能量减少，变成慢中子，以便让 U235 俘获。

学生回答：冷却剂由水或液态的金属钠等流体做成，在反应堆内外循环流动，把反应堆内的热量传输出，确保反应堆的安全。

学生回答：水泥防护层用来屏蔽裂变产物放出的各种射线，防止核辐射。

教师（提问）：核能发电的优点、缺点？

学生回答：

优点：①污染小；②可采储量大；③比较经济。

缺点：①一旦核泄漏会造成严重的核污染；②核废料处理困难。

点评：学生用自己的语言叙述，基本正确即可。

教师（补充）：了解常用裂变反应堆的类型：

秦山二期、大亚湾二期是压水堆，秦山三期是沸水堆。

4、例题

例题 1、下列核反应中，表示核裂变的是（　　）

A、 ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

B、 ${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

C、 ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n$

D、 ${}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$

分析：核反应中有四种不同类型的核反应，它们分别是衰变、人工转变、重核裂变、轻核聚变。其中衰变中有 α 衰变、β 衰变等。

$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$ 是 α 衰变，

$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$ 是 β 衰变，

$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$ 是人工转变，只的 C 选项是重核裂变。

学生回答：

解：表示核裂变的是 **C**

$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n$

点评：培养学生的扩散散性思维。

例题 2、秦山核电站第一期工程装机容量为 30 万 kW，如果 1g 铀 235 完全裂变时产生的能量为 8.2×10^{10} J，并且假定产生的能量都变成了电能，那么，每年要消耗多少铀 235?（一年按 365 天计算）

学生回答：

解：核电站每天的发电量为 $W=Pt=3\times10^{8}\times24\times3600$ J$=2.592\times10^{13}$ J.
每年的发电量 $W_{总}=365W=9.46\times10^{15}$ J 而 1 g 铀完全裂变时产生的能量为
8.2×10^{10} J.

所以，每年消耗的铀的量为

$$m=\frac{9.46\times10^{15}}{8.2\times10^{10}}kg=1.15\times10^{2}kg$$

点评：培养学生推理及公式演算的能力。注意速度单位的换算，运算过程中带单位运算。适当进行爱国主义教育。

（三）课堂小结

通过本堂课的学习，主要让学生知道核裂变的概念，知道什么是链式反应，会计算重核裂变过程中释放出的能量，知道什么是核反应堆，了解核电站及核能发电的优缺点。

本堂课的学习主要采用让学生自学阅读、小组相互交流、师生共同概括，学生讨论等方式来组织教学主要培养学生合作式学习的能力，自主学习的能力和习惯。让学生树立实事求是的科学态度，培养学生基本的科学素养。

（四）作业：

（1）请学生课后阅读课本内容，巩固课堂学习的知识。

（2）请学生课后阅读“STS 原子弹与科学家的责任”，并上网收索“切尔诺贝利核电站”，了解核泄漏对环境会造成严重的核污染。

（3）请学生课后探讨课本第 99 页“问题与练习”中的 2~5 题。

★教学体会

本节内容比较抽象，应让学生多思考、多总结、多归纳，体验知识的获得过程，加强对知识的理解。让学生树立实事求是的科学态度，培养学生严谨、踏实的科学素养，通过核能的利用，思考科学与社会的关系。

19．7 核聚变

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解聚变反应的特点及其条件.

2．了解可控热核反应及其研究和发展.

3．知道轻核的聚变能够释放出很多的能量,如果能加以控制将为人类提供广阔的能源前景。

（二）过程与方法

通过让学生自己阅读课本，培养他们归纳与概括知识的能力和提出问题的能力

（三）情感、态度与价值观

1．通过学习，使学生进一步认识导科学技术的重要性，更加热爱科学、勇于献身科学。

2．认识核能的和平利用能为人类造福，但若用于战争目的将给人类带来灾难，希望同学们努力学习，为人类早日和平利用核聚变能而作出自己的努力。

★教学重点

聚变核反应的特点。

聚变反应的条件。

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

多媒体教学设备一套：可供实物投影、放像、课件播放等。

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

教师：1967 年 6 月 17 日，我国第一颗氢弹爆炸成功。从第一颗原子弹爆炸成功到第一颗氢弹爆炸成功，我国仅用了两年零八个月。前苏联用了四年，美国用了 7 年。氢弹爆炸释放核能是通过轻核的聚变来实现的。这节课我们就来研究聚变的问题.

学生：学生认真仔细地听课

点评：通过介绍我国第一氢弹爆炸，激发同学们的爱国热情。

（二）进行新课

1．聚变及其条件

提问：请同学们阅读课本第一段，回答什么叫轻核的聚变？

学生仔细阅读课文

学生回答：两个轻核结合成质量较大的核，这样的反应叫做聚变。

投影材料一：核聚变发展的历史进程[1]

提问：请同学们再看看比结合能曲线（图 19.5-3），想一想为什么轻核的聚变反应能够比重核的裂变反应释放更多的核能？

让学生了解聚变的发展历史进程。

学生思考并分组讨论、归纳总结。

学生回答：因为较轻的原子核比较重的原子核核子的平均质量更大，聚变成质量较大的原子核能产生更多的质量亏损，所以平均每个核子释放的能量就更大

点评：学生阅读课本，回答问题，有助于培养学生的自学能力。

教师归纳补充：

（1）氢的聚变反应：

$^{2}_{1}H+^{2}_{1}H\rightarrow^{3}_{1}He+^{1}_{1}H+4\ MeV$、

$^{2}_{1}H+^{3}_{1}H\rightarrow^{4}_{2}He+^{1}_{0}n+17.6\ MeV$

（2）释放能量：$\Delta E=\Delta mc^2=17.6$ MeV，平均每个核子释放能量 3 MeV 以上，约为裂变反应释放能量的 3～4 倍

提问：请同学们试从微观和宏观两个角度说明核聚变发生的条件？

学生阅读教材，分析思考、归纳总结并分组讨论。

得出结论

微观上：参与反应的原子核必须接近到原子核大小的尺寸范围，即 10^{-15} m，要使原子核接近到这种

程度，必须使它们具有很大的动能以克服原子核之间巨大的库仑斥力。

宏观上：要使原子核具有如此大的动能，就要把它加热到几百万摄氏度的高温。

点评：从宏观和微观两个角度来考虑核聚变的条件，有助于加深理解。

教师说强调：聚变反应一旦发生，就不再需要外界给它能量，靠自身产生的热就可以维持反应持续进行下去，在短时间释放巨大的能量，这就是聚变引起的核爆炸。

教师补充说明：

（1）热核反应在宇宙中时时刻刻地进行着，太阳和很多恒星的内部温度高达 10^7 K 以上，因而在那里进行着激烈的热核反应，不断向外界释放着巨大的能量。太阳每秒释放的能量约为 3.8×10^{26} J，地球只接受了其中的二十亿分之一。太阳在“核燃烧”的过程中“体重”不断减轻。它每秒有 7 亿吨原子核参与碰撞，转化为能量的物质是 400 万吨。科学家估计，太阳的这种“核燃烧”还能维持 90 亿~100 亿年。当然，与人类历史相比，这个时间很长很长！

教师：希望同学们课后查阅资料，了解更多的太阳能有关方面的知识及其应用。

（2）上世纪四十年代，人们利用核聚变反应制成了用于战争的氢弹，氢弹是利用热核反应制造的一种在规模杀伤武器，在其中进行的是不可控热核反应，它的威力是原子弹的十几倍。

提问：氢弹爆炸原理是什么？

学生阅读教材：课本图 19.7-1 是氢弹原理图，它需要用原子炸药来引爆，以获得热核反应所需要的高温，而这些原子炸药又要用普通炸药来点燃。

［教师点拨］

［录像］氢弹的构造简介及其爆炸情况。

根据你收集的资料，还能通过什么方法实现核聚变？

学生回答：日英开发出激光核聚变新方法、有人提出利用电解重水的方法实现低温核聚变。

点评：学生自学看书，自己归纳总结，

有助于培养学生分析问题、解决问题的能力，逐步提高学生的归纳总结能力。

2．可控热核反应

（1）聚变与裂变相比有很多优点

提问：目前，人们还不能控制核聚变的速度，但科学家们正在努力研究和尝试可控热核反应，以使核聚变造福于人类。我国在这方面的研究和实验也处于世界领先水平。请同学们自学教材，了解聚变与裂变相比有哪些优点？

投影材料二[2]：可控热核反应发展进程

例：一个氘核和一个氚核发生聚变，其核反应方程是 ${}^2_1H+{}^3_1H\rightarrow{}^4_2He+{}^1_0n$，其中氘核的质量：$m_D$=2.014 102 u、氚核的质量：$m_T$=3.016 050 u、氦核的质量：$m_\alpha$=4.002 603 u、中子的质量：$m_n$=1.008 665 u、1u=1.660 6×$10^{-27}$kg，e = 1.602 2×$10^{-19}$C，请同学们求出该核反应所释放出来的能量。

学生计算：

根据质能方程，释放出的能量为：

$$\Delta E=\Delta mc^2=(m_D+m_T-m_\alpha-m_n)c^2=\frac{0.0186\times1.6606\times10^{-27}\times(3\times10^8)^2}{1.6022\times10^{-19}}eV=17.6MeV$$

教师点拨：平均每个核子放出的能量约为 3.3MeV，而铀核裂变时平均每个核子释放的能量约为 1MeV。

总结：聚变与裂变相比，这是优点之一，即**轻核聚变产能效率高**。

教师点拨：常见的聚变反应：${}^2_1H+{}^2_1H\rightarrow{}^3_1He+{}^1_1H$+4MeV、${}^2_1H+{}^3_1H\rightarrow{}^4_2He+{}^1_0n$+17.6 MeV。在这两个反应中，前一反应的材料是氘，后一反应的材料是氘和氚，而氚又是前一反应的产物，所以氘是实现这两个反应的原始材料，而氘是重水的组成部分，在覆盖地球表面三分之二的海水中是取之不尽的。从这个意义上讲轻核聚变是能源危机的终结者。

总结：聚变与裂变相比，这是优点之二，即**地球上聚变燃料的储量丰富**。如 1L 海水中大约有 0.03g 氘，如果发生聚变，放出的能量相当于燃烧 300L 汽油。

聚变与裂变相比，优点之三，是轻核聚变反应更为安全、清洁。

实现核聚变需要高温，一旦出现故障，高温不能维持，反应就自动终止了。另外，氘和氚聚就反应中产生的氦是没有放射性的，放射性废物主要是泄漏的氚以及聚变时高速中子、质子与其他物质反应而生成的放射性物质，比裂就所生成的废物的数量少，容易处理。

（2）我国在可控热核反应方面的研究和实验发展情况。

EAST 全超导托卡马克实验装置以探索无限而清洁的核聚变能源为目标，这个装置也被通称为“人造太阳”，能够像太阳一样给人类提供无限清洁的能源。目前，由中科院等离子体物理研究所设计制造的 EAST 全超导非圆截面托卡马克实验装置大部件已安装完毕，进入抽真空降温试验阶段。我国的科学家就率先建成了世界上第一个全超导核聚变“人造太阳”实验装置，模拟太阳产生能量。

点评：通过了解我国在可控热核反应方面的成就，激发学生的爱国热情和献身科学的能力。

（三）课堂小结

本节主要研究了聚变核反应的特点和条件，聚变反应要比裂变反应释放更多的能量，但它发生的条件是要达到几百万度的高温，因而聚变反应也叫热核反应.可控热核反应的研究和实验将为人类和平利用核能开发新的途径。

（四）作业：

完成课后练习

★教学体会

本节课虽然教学要求不高，但却是开展中学科技教育活动的生动内容。然而课本的编写，却限于篇幅等因素的影响，存在正如爱因斯坦所说的问题：“科学结论几乎是以完成的形式出现在读者面前，读者学生体验不到探索和发现的喜悦，感觉不到思想形成的生动过程也很难达到清楚地解释全部过程。”

在课堂教学过程中，结合内容的讲授，以史为鉴，虽着墨不多，却寓意深远，本材料正是以此为设计思想的：沿着科学家的足迹，剖析科学家的思维，领略科学家的创造；激发同学们的兴趣，培养同学们的能力，陶冶同学们的情操。

附：

[1]投影材料一

时间	人物	事件
20 年代	阿斯顿	指出：中等大小的原子核结合最紧密，核裂变或轻核聚变都会放出能量，核聚变放出的能量比裂变大许多
1920 年	爱丁顿	猜测：太阳的能量来自亚原子粒子的相互作用
1926 年	爱丁顿	指出：太阳总体积具有 2000 万度的高温和极高的密度。
1929 年	罗素	指出：太阳总体积的 60％是氢气，如果太阳的能量真是依靠核反应的话，那么这种核反应只能是氢气的聚变。
1938 年	贝 特	证明：太阳的能量确实是靠氢气的聚变来维持的。

[2]投影材料二

事件	人物	事件
1933 年	科学家们	在实验室中首次观测到核聚变就是氘的聚变
1934 年	卢瑟福	用氘核去轰击氘靶产生了氚，发现氚聚变温度比氘更低。

1942 年　特勒　　在探索制造原子弹的各种途径的讨论中提出了一个可怕的问题。

1944 年　费米　　用氢的同位素氘和氛做燃料，只需五千万度就可以发生核聚变。

1945 年　美国　　原子弹研制成功后，人们立即觉察到，可以利用裂变反应所产生的超高温来实现核聚变反应，这就是氢弹的原理。

19.8 粒子和宇宙

★新课标要求

（一）知识与技能

1．了解构成物质的“基本粒子”及粒子物理的发展史

2．初步了解宇宙的演化过程及宇宙与粒子的和谐统一

（二）过程与方法

1．感知人类（科学家）探究宇宙奥秘的过程和方法

2．能够突破传统思维重新认识客观物质世界

（三）情感、态度与价值观

1．让学生真正感受到自然的和谐统一并深知创建和谐社会的必要性。

2．培养学生的科学探索精神。

★教学重点

了解构成物质的粒子和宇宙演化过程

★教学难点

各种微观粒子模型的理解

★教学方法

教师启发、引导，学生讨论、交流。

★教学用具：

1．Internet 网络素材、报刊杂志、影视媒体等。

2．多媒体教学设备一套：可供实物投影、放像、课件（基于网络环境）播放等。

★课时安排

1 课时

★教学过程

（一）引入新课

教师：宇宙的起源一直是天文学中困难而又有启发性的问题。宇宙学中大爆炸论的基本观点是宇宙正在膨胀，要了解宇宙更早期的情况，我们必须研究组成物质的基本粒子。

问题：现在我们所知的构成物体的最小微粒是什么？

学生：构成物体的最小微粒为“原子”（不可再分）。

点评：从宇宙的起源角度去引起对物质构的粒子的了解，激发学生的兴趣，积极回答。

教师：其实直到 19 世纪末，人们都认为原子是组成物质不可分的最小微粒。20 世纪初人们发现了电子，并认为原子并不是不可以再分，而且提出了原子结构模型的研究。

问题：现在我们认为原子是什么结构模型，由什么组成？

学生回忆并回答：现在我们认为原子是核式结构，说明原子可再分，原子核由质子与中子构成。

点评：引起学生回忆旧知识并巩固知识。

（二）进行新课

1．“基本”粒子　“不”　基本

教师：1897 年汤姆生发现电子，1911 年卢瑟福提出原子的核式结构。继而我们发现了光子，并认为“光子、电子、质子、中子”是组成物质的不可再分的粒子，所以把它们叫“基本粒子”。那么随着科学技术的发展“它们”还是不是真正意义上的“基本”粒子呢？

学生思考并惊奇。

点评：因为学生所能了解的最小粒子只有这些，所以这节课引起了学生的兴趣。

（可以不按教材顺序介绍，接着介绍新粒子的发现）

2．发现新粒子

教师：20 世纪 30 年代以来，人们对宇宙线的研究中发现了一些新的粒子。

请学生看教材（103 页“发现新粒子”）

思考下面的问题：

（1）从宇宙线中发现了哪些粒子？这些粒子有什么特点？

（2）通过科学核物理实验又发现了哪些粒子？

（3）什么是反粒子？

（4）现在可以将粒子分为哪几类？

在老师的引导下学生带着问题阅读教材。

学生回答：

（1）1932 年发现正电子；1937 年发现 μ 子；1947 年发现 K 介子与 π 介子

（2）实验中发现了许多反粒子，现在发现的粒子多达 400 多种。

（3）许多粒子都存在着质量与它相同而电荷及其他一些物理性质相反的粒子，叫做反粒子。

（4）按粒子与各种相互作用的关系，可分为三大类：强子、轻子和媒介子。

教师（讲授评析）：

强子：是参与强相互作用的粒子。 （强子又分为介子和重子）

轻子：轻子是不参与强相互作用的粒子。

媒介子：传递各种相互作用的粒子。

学生举例：

强子：质子、中子…

轻子：电子、电子中微子

媒介子：光子、胶子…

点评：激发学生了解相关知识，更进一步了解这个世界。比较三类粒子，让学生形成直观的认识，知道三类粒子的主要作用。

3．夸克模型

问：上述粒子是不是最小单位，有没有内部结构呢？

请学生看教材（第 104 页“夸克模型”）

学生：在老师的引导下学生带着问题阅读教材。

教师：1964 年提出夸克模型，认为强子由更基本的成分组成，这种成分叫做夸克（quark）。夸克模型经过几十年的发展，已被多数物理学家接受。

那么，现代科学认为夸克有哪几种？有什么特征？

学生回答：

（1）上夸克、下夸克、奇异夸克、粲夸克、底夸克、顶夸克。

（2）夸克带电荷为元电荷的 $+\frac{2}{3}$ 或 $-\frac{1}{3}$ 倍

点评：提示学生现代科学不仅发现 6 种夸克而且发现了反夸克存在的证据。使学生知道知识的学习和科学的探究是无止境的。

教师（提示）：科学家们还未捕捉到自由的夸克。夸克不能以自由的状态单个出现，这种性质称为夸克的“禁闭”。能否解放被禁闭的夸克，是物理学发展面临的一个重大课题。

夸克模型的提出是物理学发展中的一个重大突破，它指出电子电荷不再是电荷的最小单元，即存在

分数电荷。而另一方面也说明科学正由于一个一个的突破才使得科学得到进一步的发展。

例：已知π⁺介子、π⁻介子都是由一个夸克（夸克 u 或夸克 d）和一个反夸克（反夸克 $\bar{u}$ 或反夸克 $\bar{d}$ ）组成的，它们的带电荷量如下表所示，表中 e 为元电荷。

	π^+	π^-	u	d	$\bar{u}$	$\bar{d}$
带电量	+e	-e	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$	$-\frac{2}{3}e$	$+\frac{1}{3}e$

下列说法正确的是（　　）（2005 全国）

A．π^+由 u 和 $\bar{d}$ 组成

B．π^+由 $\bar{u}$ 和 d 组成

C．π^-由 u 和 $\bar{d}$ 组成

D．π^-由 $\bar{u}$ 和 d 组成

解析：根据各种粒子带电情况，π的带应为 u 和 d（“+º或“-º）所以选“ADº

归纳：基本粒子不基本（列出框架图）

点评：逐步突现物质世界的微观与宏观的和谐统一。

4．宇宙的演化、恒星的演化

前面我们提到要了解宇宙起源需了解物质的组成的粒子，这是因为在物理学中研究微观世界的粒子物理、量子理论，与研究宇宙的理论竟然相互沟通、相互支撑。

阅读教材（第 105 页“宇宙演化”）并要求学生初步了解宇宙演化的发展过程。

点评：培养学生自学的习惯。学生简单了解宇宙演化和恒星演化过程。

教师：讲授“宇宙**演化过程**和恒星**演化过程**”：

宇宙大爆炸后，“粒子家族”（宇宙形成之初）：

10^{-44}秒后，温度 10^{32}K，产生夸克、轻子、胶子等→

10^{-6}秒后温度 10^{13}K，夸克构成了质子和中子等（强子时代）→

温度为 10^{11}K 时，少量夸克，光子、大量中微子和电子存在（轻子时代）→

温度 10^{9}K 时进入核合成时代→

温度降到3000K时，电子与质子复合成氢原子→

冷却，出现了宇宙尘埃 $\xrightarrow{\text{万有引力作用}}$

密集尘埃→

星云团 $\xrightarrow{\text{温度升高}}$

开始发光→
一颗恒星诞生。
恒星收缩升温→
热核反应成氦→
氢大部分聚变为氦→
收缩→
氦聚合成碳→…
（类似）直到产生铁元素。
恒星最后的归宿：
恒星质量小于太阳1.4倍→白矮星
恒星质量是太阳1.4~2倍→中子性
恒星质量更大时(无法抵抗)→黑洞

教师：引导学生阅读课外材料“科学足迹”，课本第106页“华人科学家在粒子物理领域的杰出贡献”,了解科学发展史。

学生：了解华人对物理科学的贡献，增强学生的爱国主义热情和热爱科学的高尚的道德情操。

点评：激发学生的求知欲，让学生有一种探索科学奥秘的愿望。

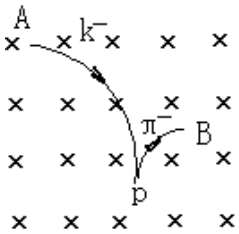
5．课堂练习（可选为例题）

练习1、目前普遍认为，质子和中子都由被称为μ夸克和d夸克的两类夸克组成，μ夸克带电量为2e/3，d夸克带电量为-e/3，e为元电荷，则下列论断可能的是（　）

A．质子由1个μ夸克和1个d夸克组成，中子由1个μ夸克和2个d夸克组成
B．质子由2个μ夸克和1个d夸克组成，中子由1个μ夸克和2个d夸克组成
C．质子由1个μ夸克和2个d夸克组成，中子由2个μ夸克和1个d夸克组成
D．质子由2个μ夸克和1个d夸克组成，中子由1个μ夸克和1个d夸克组成

答案：B

练习2、K^-介子衰变方程为：$K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$其中$K^-$介子和$\pi^-$介子带负的基元电荷，$\pi^0$介子不带电，如图所示，一个$K^-$介子沿垂直于磁场的方向射入匀强磁场中，其轨迹为圆弧A*p*，衰变后产生的π^-介子的轨迹为圆弧*p*B,两轨迹在p点相切，它们半径R_{k^-}与R_{π^-}之比为2：1（π^0介子的轨迹未画出）由此可知π^-的动量大小与π^0的动量大小之比为（ ）



A．1：1　　B．1：2　　C．1：3　　D．1：6

答案：C

（三）课堂小结

1．知道组成物质的粒子的发展史
2．了解粒子的种类及特点。
3．知道宇宙演化和恒星的演化过程
4．理解物质世界粒子与宇宙的和谐统一。

学生：整理课堂笔记，进一步回忆巩固所学知识。

点评：要求学生梳理知识，进行课堂小结。

（四）作业：

（1）查找有关华人科学家在粒子物理领域的更多成果和事迹与其他同学交流。

（2）“问题与练习”中的 1~2 题。

★教学体会

粒子和宇宙是近现代物理学重要内容，让学生了解人类对物质结构的认识过程从而进一步认识到物质世界的发展过程：粒子→宇宙。本节内容有很多知识相对抽象，课堂教学以讲授为主，并加以适当的补充介绍，使内容更象形象。一方面让学生了解科学知识，另一方面通过发展名的介绍（尤其是华人在粒子物理学方面的贡献）激发学生爱国主义的精神，培养学生热爱科学、热爱自然的高尚的道德情操，并鼓励他们为祖国、为科学而努力学习，争取更大贡献。

第四节　　概 率 波

[学习目标]：

（一）知识与技能

1．了解微粒说的基本观点及对光学现象的解释和所遇到的问题.

2．了解波动说的基本观点及对光学现象的解释和所遇到的问题.

3．了解事物的连续性与分立性是相对的，了解光既有波动性，又有粒子性.

4．了解光波和物质波都是概率波.

（二）过程与方法

1．领悟什么是概率波

2．了解物理学中物理模型的特点初步掌握科学抽象这种研究方法

3．通过数形结合的学习，认识数学工具在物理科学中的作用

（三）情感、态度与价值观

1、理解人类对光的本性的认识和研究经历了一个十分漫长的过程，这一过程也是辩证发展的过程．根据事实建立学说，发展学说，或是决定学说的取舍，发现新的事实，再建立新的学说．人类就是这样通过光的行为，经过分析和研究，逐渐认识光的本性的.

2、通过科学家们对传统观念的解脱以及重大科学思想的萌发和突破，培养学生对新事物敏感的思维品质，并勇于提出新见解。

[学习过程]：

[温故知新]：

1、光的波粒二象性说明光既具有　　性，又具有　　性。

2、德布罗意波，又叫　　波，是指

其波长的表达式是　　。

3、光电效应和康普顿效应证实了光具有　　性，而光的干涉和衍射说明光具有　　性，因此，我们说光既具有　　性，有具有　　性，即光具有　　性。

[自主学习]：

学生自己看书，完成下列问题。

1、在经典的物理学的观念中，粒子有一定的　　、　　、有的还具有　　性。它们的运动遵从　　，因此，任意时刻的确定的　　以及时空中确定的　　，是经典物理学中粒子运动的基本特征，而经典的波其特征是具有　　和　　也就是具有时空的　　。

2、光的波动性不是光子之间的　　引起的，而是光子　　的性质。

[合作探究]：

（1）、（问题）：从课本上电子的干涉条纹的甲、乙、丙的三个图中，你是怎样理解物质波也是概率波的？

（2）、一个光子通过狭缝后落在哪一点是不确定的，但光子在空间出现的概率可以通过确定，所以从光子的概念上看，光波是一种　　波。

（3）、对于电子和其他微观粒子，同样具有　　性，与它们相联系的物质波也是　　波，也即单个粒子的位置是　　的，但在某点附近出现的概率的大小可以由　　的规律确定。

（4）、通过电子干涉实验的现象表明：个别粒子的行为表现为　　性，大量粒子的行为表现为　　性，波长越长的越容易表现出　　性，频率越高的越容易表现出　　性。

[典型例题]：　下列说法正确的是：

A、光波是一种概率波

B、光波是一种电磁波

C、单色光从光密介质进入光疏介质时，光子的能量改变

D、单色光从光密介质进入光疏介质时，光的波长不变

[跟踪练习]：

1、下列说法正确的是：

A、概率波就是机械波

B、物质波是一种概率波

C、概率波和机械波的本质是一样的，都能发生干涉和衍射现象

D、在光的双缝干涉实验中，若有一个光子，则能确定这个光子落在哪个点上

2、在双缝干涉实验中出现的明暗条纹说明了：

A、光具有波动性　　B、光具有粒子性

C、光波是一种概率波　　D、以上全都错误

3、任意时刻的确定　　和　　以及时空的确定　　，是经典物理中粒子运动的基本性质。而经典波的特征是具有　　和　　。

4、在日常生活中，我们不会注意到光是由光子构成的，这是因为普郎克常量很小，每个光子的能量很小，而我们观察到的光学现象中涉及大量的光子。试估计 60 w 的灯泡 1s 内发出的光子数。（已知绿光的频率为 6 1014 HZ）

[课堂小结]：

（1）、本节课的主要收获：知识：

方法：　　，

（2）、本节课存在的疑问：