安徽省百所高校百万大学生科普

创

意

创

新

大

赛

申

报

书

作品名称： 用实验和仿真带你走进原子物理学

参赛分类： 科普展演

参赛子分类： 科学实验秀

1. 作品简介

我的作品是：用模型带你走进原子物理学。

我们从原子物理学起始的德谟克利克微观理论开始，

密里根的油膜实验测原子直径，再到阴极射线管的性质观察研究，再到汤姆逊发现电子和枣糕模型，再到威尔逊的云室实验让微观粒子“现身”。用模型和仿真软件来直观的学习原子物理学，辅助人们理解，击发学习兴趣。

1. 创意说明

我们对于原子概念的引入来源于公元前240年德谟克利克的原子理论，所以的物体都是由大量微粒组成的，这些微粒极小，不可在被分割下去，德谟克利克称它为原子。原子的概念第一次出现在人类的历史车辙里。

1909年，密里根和福莱柴尔进行了著名的“油膜实验”，成功测出了油滴的分子的直径。我们用生活中常见的几种物品重现实验，计算油分子的直径。

1894年冬，查尔斯·威尔逊在不列颠最高峰本内维斯天文台实习，专门收集气象数据。一天，他在悬崖边看见自己的影子映射在云上，他被云朵的神奇震撼，于是立志研发一款人工云装置——威尔逊云室。作为天文学家，他怎么也没想到此举极大促进了原子物理学研究，使电子等微粒得以肉眼观测。

那么我们手上的就是自制的简易威尔逊云室，我们先操作演示一下，首先打开加热开关，加热片对湿海绵加热，海绵上喷洒了高浓度酒精溶液，将装置放在干冰盒上，打开聚光灯和小风扇，关闭室内灯光，可以看到在云室的底部出现了波动的“云层”，我们放入放射性物质二氧化镅，在其四周不断有射线冒出，这就是二氧化镅放射出的高能α粒子（氦-4），及放射性物质射线，在其他方位我们也能观察到偶尔有白线冒出，这就是云室捕捉到的漫步在自然空间的宇宙粒子，其中路线弯曲的是β射线及电子，它的质量小，所以受地球磁场影响，路径会发生偏移；路径笔直的则是α射线及氦核射线，它的质量大，不容易受地球磁场影响，所以路径不会偏移。我们用常见的物品重现了该实验，成功观察了高能粒子的运动轨迹。

1. 创作目的和方法

本作品的创作目的是让观看者更直观的了解原子物理学，相反与枯燥的文字，能让观看者身临其境，击发学习和了解原子物理学的兴趣，同时分享实验仪器制作过程，旨在拉近人们于原子物理学的距离，证明用生活中的材料也可以还原壮观的物理实验。

本作品运用了生活中的实例，引入原子思想；对于“密里根油膜实验”和“威尔逊云室”的操作，我们采用自制仪器来还原实验；对于“阴极射线管”的性质讲解和“威尔逊云室”的原理部分，我们采用专业软件：Ansys、Maxon Cinema 4D 、Soildworks、Keyshot;最终整合成动画的形式，把晦涩和实验不好表达的知识用仿真的形式展示出来，帮助人们理解。

1. 实验人设

1.油膜法测原子直径的步骤：

（1）准备油酸溶液：首先，需要准备一定浓度的油酸酒精溶液。油酸易溶于酒精，且能形成稳定的单分子层油膜。

（2）滴加油滴：使用滴管等工具，将一滴油酸酒精溶液滴加到平静的水面上。由于表面张力的作用，油滴会在水面上迅速散开。

（3）形成单分子油膜：随着油滴的散开，油酸分子会在水面上形成一层单分子油膜。这层油膜由油酸分子紧密排列而成，其厚度可以近似看作油酸分子的直径。

（4）测量油滴体积：在滴加油滴之前或之后，需要准确测量出所用油滴的体积V。这通常可以通过测量一定量油酸酒精溶液的体积，并计算出一滴溶液中所含纯油酸的体积来得到。

（5）测量油膜面积：油滴在水面上形成油膜后，需要使用适当的方法（如撒痱子粉、使用显微镜观察等）来测量油膜的面积S。

（6）计算分子直径：根据油滴的体积V和油膜的面积S，可以计算出油酸分子的直径d。计算公式为d = V/S。

2.威尔逊云室操作过程：

（1）向容器内部海绵上喷洒高浓度酒精

（2）打开加热片开关，对海绵上的酒精加热

（3）密封好容器，放入二氧化镅

（4）在底座中加入干冰将装置平放在其上

（5）打开聚光灯，关闭室内灯光

（6）观察记录高能粒子射线

1. 科学原理及方法

* 1.德谟克利特认为，宇宙万物的本原是原子（atom）和虚空（void）。原子是一种最后的、不可分割的物质微粒，而虚空则是原子运动的场所。他认为原子有以下性质

不可分割性：原子是最小的、不可再分的物质单位。

内部充实：原子内部充实坚固，没有虚空。

数量无限：原子的数目是无穷的。

形态多样：原子在形状、体积和序列上有所不同，这些差异导致了万物的多样性。

运动属性：原子永远运动于无限的虚空之中，运动是原子固有的属性。

我们简化的叙述了他的理论，用来切入原子物理学科普的主题

2.油膜法是一种用于粗略测定分子大小的方法，其基本原理是将一滴油酸（或油酸酒精溶液）滴在水面上，油滴会在水面上均匀散开，形成一层单分子油膜。由于这层油膜是由油酸分子紧密排列而成的，因此可以认为油膜的厚度就等于油酸分子的直径。通过测量油滴的体积和油膜的面积，就可以计算出油酸分子的直径。

我们重现了该实验，完成了测原子直径的全部过程，能从中学习该种测量方法。

3.阴极射线管测电子荷质比实验原理：

电场力与洛伦兹力的平衡：

当极板间同时存在匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场时，电子流会受到电场力和洛伦兹力的作用。电场力的大小为eE（e为电子电荷量，E为电场强度），方向沿电场方向；洛伦兹力的大小为evB（v为电子速度，B为磁感应强度），方向垂直于电子速度和磁场方向。

若电子流不发生偏转，则电场力和洛伦兹力必须平衡，即eE = evB。由此可以解出电子的速度v = E/B。

电子在磁场中的圆周运动：

当极板间只存在垂直纸面向里的匀强磁场时，电子流将受到洛伦兹力的作用而发生偏转，做匀速圆周运动。此时，洛伦兹力提供向心力，即evB = mv²/r（m为电子质量，r为圆周运动半径）。

结合之前求得的电子速度v，可以解出电子的荷质比e/m = v²/rB² = E²/B²r。

几何关系的运用：

在实验中，可以通过测量电子流穿出平行板电容器时的偏向角θ和极板长度L来估算圆周运动的半径r。由于偏转角很小时，可以近似认为r ≈ L/θ。

将r的表达式代入电子荷质比的公式中，即可得到e/m = E²θ/B²L。

4.威尔逊云室原理：

凝结中心的形成：在威尔逊云室中，通过一定的方法（如绝热膨胀）使气体达到过饱和状态。此时，气体中的离子（如由带电粒子产生的离子）成为蒸汽凝结的中心。

带电粒子的作用：当带电粒子（如电子、质子、α粒子、β粒子等）穿过云室中的过饱和蒸汽时，它们会在其路径上产生离子。这些离子随后成为蒸汽凝结的核心，导致周围的蒸汽分子凝结成小液滴。

径迹的形成与观察：随着蒸汽分子在离子周围凝结成小液滴，粒子所飞过的轨道上便形成了一条狭窄的雾带状痕迹，即粒子的径迹。在适当的光照条件下，这些径迹可以被观察到，甚至可以通过照相机拍摄下来。