

初二物理小粒子和宇宙上海科技版

【本讲教育信息】

一. 教学内容:

小粒子和宇宙

基本要求:

1. 知道物质是由分子和原子组成的。
2. 了解原子的核式模型。了解人类探索微观世界的历程,并认识到这种探索将不断深入。
3. 大致了解人类探索太阳系及宇宙结构的历程,并认识到人类对宇宙的探索将不断深入。
4. 对物质世界从微观到宏观的尺度有大致地了解。
5. 能从生活、自然中的一些简单热现象推测分子的热运动。初步认识宏观热现象和分子热运动的联系。
6. 能举例说明自然界存在多种多样的运动形式。知道世界处于不停的运动中。

二. 重点、难点

重点内容: 物质是由分子和原子组成的; 分子动理论的基本观点; 物质世界从微观到宏观的尺度的大致数量级概念; 人类对微观世界和宇宙的探索将永无止境。

难点内容: 对微观世界概念的建立, 人类探索微观和探索宇宙过程中的科学方法和科学态度的形成, 以及从中感受科学精神和人文情操的过程。

重点内容讲解:

我们可观察一下我们周围的一切, 我们生活的自然界是由什么组成的呢? 同学们会说是各种各样的东西, 这些东西我们称其为物质, 我们生活的世界是物质的, 人们

呼吸的空气、喝的水、盖房的木料、织布的棉花、制造汽车的钢铁、农田施用的化肥等都是物质。

从无垠的宇宙到微小的粒子，物质以各种各样的形态展现着。

（一）自然的尺度

浩瀚的星空，群星闪烁，距我们最近的恒星也有 4.21 光年。宇宙到底有多大呢？人们还在探索着。

在我们的周围，有潺潺的流水，美丽的鲜花，飞翔的小鸟，嬉闹的人群。这便是人们所熟悉的世界。

在人们不能直接看到的世界里，同样奥秘无穷，那里有细胞、病毒、分子、原子……，目前科学家的研究已进入到了这样的微观领域。下图就是另人类感到措手不及的 SARS 病毒的电子显微镜照片。

（二）物质的组成

物质是由什么组成的呢？从古到今，人们一直在探索着这个问题的答案。

1. 四元素说

四元素说是古希腊关于世界的物质组成的学说。这四种元素是土、气、水、火。这种观点在相当长的一段时间内影响着人类科学的发展。

巴比伦人和埃及人曾经把水，后来又把空气和土，看成是世界的主要组成元素。米利都派哲学家阿那克西曼德又加上第四元素火，并且设想在元素形成之前还有一种原始物质。四大元素由这种原始物质形成之后，就以土、水、气、火的次序分为四层。火使水蒸发，产生陆地，水气上升把火围在云雾的圆管里。人们眼中看见象是天体的东西，就是这些管子的洞眼，使我们能从洞眼中望见里面的火。

在中世纪，四元素说曾经作为了炼金术的理论依据。炼金术士们认为只要改变物质

中这四种原始性质的比例，即可使普通金属变为黄金。

四元素说承认了世界的物质性，是其进步的一面。但是却使化学的发展长期受到了阻碍。直到波义耳才否定了四元素说的错误，使得化学得以迅速发展。

2. 五行说

五行是中国古代的一种物质观。多用于哲学、中医学和占卜方面。五行指：金；木；水；火；土。认为大自然由五种要素所构成，随着这五个要素的盛衰，而使得大自然产生变化，不但影响到人的命运，同时也使宇宙万物循环不已。

五行学说认为宇宙万物，都由木、火、土、金、水五种基本物质的运行（运动）和变化所构成。它强调整体概念，描绘了事物的结构关系和运动形式。如果说阴阳是一种古代的对立统一学说，则五行可以说是一种原始的普通系统论。

3. 科学发现

后来人们认识到若将物质无限的分下去，所得到的颗粒愈分愈小，小到这种颗粒能保持其化学性质（物质在发生化学变化时所表现出来的性质叫化学性质。化学变化是指变化时生成了新物质。与此相对的是物理性质，物质不需要发生化学变化表现出来的性质叫物理性质，包括：颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度等。）不变为止，通常所说的物质就是由这种颗粒构成的。1811年，意大利物理学家阿伏加德罗第一个把这种颗粒命名为“分子”。所以在化学中人们认为分子是保持物质化学性质的最小微粒。

物质是由分子或原子组成的。现代科技可以使人们观察到构成物质的分子或原子。

分子很小，而且组成物质的分子的个数很多。氢分子是最小的分子，其尺度相当于一根头发丝直径的十万分之一，如果把分子看作球形的，一般分子的直径只有几个埃（ $1=10^{-10}\text{m}$ ）。质量只有 10^{-27} 千克左右。组成生命的基本组成 DNA 分子每个都含有几百万个原子。1cm 的水中就含有 3.34×10^{22} 个水分子。一个水分子的质量只有 3×10^{-26}

千克。

（三）微观粒子

分子是由原子构成的。

大约在 2400 年前，古希腊哲学家德谟克利特相信一切都是由微小的粒子组成的。分子也是如此吗？直到 19 世纪初，英国科学家道尔顿才证明了原子的存在。他认为物质由原子组成，原子不能创造，也不能毁灭，且在化学变化中不可再分割，它们在化学反应中保持本性不变。有的分子由单个原子组成，叫做“单原子分子”；绝大多数分子都是由多个原子组成的，叫做“多原子分子”；例如，水分子是多原子分子，它是由两个氢原子和一个氧原子组成的。如图所示：

下图则是一个水分子的结构示意图：

19 世纪后期，物理学家对低气压下气体的放电现象进行进一步研究，发现了阴极射线。1897 年，英国物理学家汤姆生发现了电子，进一步的实验又证明电子是一种带负电并具有一定质量的微粒，电子能从各种不同物质中分离出来，说明电子普遍存在于原子中。既然电子是原子的一个组成部分，电子又是带负电荷的微粒，而整个原子是呈电中性的，说明在原子中还存在着某种带正电荷的组成部分，而且它所带正电荷的电量必定和原子中所含电子的负电总量相等。

1911 年英国物理学家卢瑟福通过 α 粒子散射实验证明，原子中这个带正电荷的部分集中在一起，被称为原子核。在此实验的基础上，卢瑟福提出了带核的原子模型：原子由原子核和核外电子组成，原子核带正电荷，并位于原子中心，电子带负电荷，在原子核周围空间做高速运动，就像行星绕太阳运转一样。地球沿着固定轨道围绕太阳运动，地球的卫星（月球或人造卫星）也以固定的轨道绕地球运转。这些宏观物体运动的共同规律是有固定的轨道，人们可以在任何时间内同时准确地测出它们的运动速度和所在位置。电子是一种极微小的粒子，质量为 $9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$ ，在核外的

运动速度快（接近光速）。因此电子的运动和宏观物体的运动不同。原子核所带的正电荷数与核外电子所带负电荷总量相等，所以整个原子是电中性的。原子很小，原子核更小，如果把原子看成是乒乓球体，则原子核只有大头针尖大小，所以，原子内部绝大部分是空的，而原子的质量几乎全部集中在原子核上。

原子核也具有复杂的结构，它由带正电荷的质子和不带电荷的中子组成。

原子是由原子核和电子构成的，原子核是由质子和中子构成的，质子和中子是由什么构成的呢？这的确是轮中之轮！到了 20 世纪 60 年代，科学家发现质子和中子都是由被称为夸克的更小的粒子组成。夸克又分为上夸克和下夸克。一个质子由两个上夸克和一个下夸克组成；一个中子由两个下夸克和一个上夸克组成。

下图给出了微观粒子的空间尺度。

20 世纪中叶起，人类为了探索微观世界的奥秘，制造了各种各样的粒子加速器（下图就是我国自行设计制造的粒子加速器）。借助于不断完善的粒子加速器，又发现了 μ 子、 π 介子、 K 介子、 Λ 超子、 Σ 超子及 τ 子等 400 余种粒子。这些粒子是比原子核更深一个层次物质存在形式。人类对自然界的认识永无止境，探索永不停止，微观世界的神秘面纱还有待于同学们去揭开。

（四）物质结构概要

近代以来的物理学研究发现，物质是由不同层次的微粒构成的，形成了一个阶梯系列。二三百年来，人们发现物质由分子及原子组成。到 19 世纪末，在科学实验基础上，科学家认识到原子由原子核和核外电子构成。原子很小，直径约亿分之一厘米。原子核大约是原子的 10 万分之一，电子则更小，大约是原子的亿分之一。再进一步，人们发现原子核又是由质子和中子组成的。

到此，曾有人以为找到了构成物质的最小“砖块”。然而，不久人们就发现了这种认识的局限性。

通过对宇宙射线的观察分析和高能加速器的实验，又发现了比上述微粒更小、更基本的大批新粒子，如介子、中微子、反粒子以及组成质子、中子的夸克等，达到几百种之多。其中，大部分在自然界中并不存在，而是在高能束流的轰击下才产生出来的。

下图是中子结构示意图。从中可见到中子内部有三个夸克。

微观粒子之间存在不同的相互作用。根据这些相互作用力的特点，可把几百种粒子分为强子、轻子和传播子三类。夸克、轻子是不是就是最基本的物质结构单元呢？也不是。已有许多迹象表明，它们也可能还存在内部结构。

对更微观层次的探究，是当代科学研究的最前沿之一。1979年的诺贝尔物理奖得主格拉肖曾建议，假如一旦在实验上发现了比夸克更小的微粒，应命名为“毛子”，以纪念毛泽东关于物质无限可分的哲学思想。这一设想虽尚未实现，但说明了科学家对辩证思维的重视。

同学们可能会问：这样无限分下去有什么意义呢？当然有它的意义了。一是哲学上的意义，证明世界的物质性和人类认识永无止境；二是科学理论上的意义，丰富了人们关于物质世界的基本知识；三是实践上的意义。当年对原子核内部结构的探索，导致了核能的广泛利用和开发。反物质有可能成为未来人类更强大的能源。除这些以外；研究超微观世界，需要庞大的高能实验设备，如对撞机、加速器等，这些设备的研制是高技术发展极强的推动力量，如我国自行设计、研制的北京正负电子对撞机，不仅取得了“精确测量 τ 轻子质量”这一高水平理论研究成果，而且，在对撞机的研制过程中，还带动了一大批高技术的发展。

（五）看不见的运动

物质是由分子组成的，分子是极小的微粒。如果把分子看做球形，它的直径约 10^{-10} 米，这是一个极小的长度，不仅肉眼看不到，即使用现代的显微镜也看不清分子。

由于分子极小，所以物体含分子数目大得惊人。通常情况下，1 厘米³空气里大约有 2.7×10^{19} 个分子，如果人数数的速度能达到每秒数 100 亿个，要数完这个数，也得用 80 多年。

又小又轻的分子是不是一个挨一个地挤在一起不动呢？我们来看一个实验：酒精和水的混合。

在托里拆利管中放一半水，再放一半加颜色的酒精，用手堵住管口，来回倒置几次，总体积的高度下降 1 厘米多。

由于分子间有空隙，在酒精与水混合的过程中，有些酒精分子进入了水分子的空隙中，有些水分子也进入酒精分子的空隙中，这一实验证明了水分子、酒精分子之间有空隙。这就好比一碗黄豆和一碗小米混合，混合后的总体积一定小于两碗。因为小米与小米、黄豆与黄豆之间存在间隙。

又例如，人们用高分辨率的电子显微镜拍摄的三硫化二钛 (Ti_2S_3) 晶体内硫原子的图象，也证实了分子间空隙的存在。

构成物质的分子永不停息地运动着。由于分子太小，目前尚无法直接观察分子的行为，但我们可以从宏观的实验现象，来判断分子的行为。

实验：扩散现象

事先装有二氧化氮（或溴气）气体的广口瓶。瓶内红棕色的气体是二氧化氮。再取一只空的广口瓶，其实瓶内装满了空气。将装有二氧化氮的瓶子向空瓶倾倒，这时看到红棕色气体流入空瓶，开始先沉到瓶底。此现象说明二氧化氮的密度大于空气的密度。

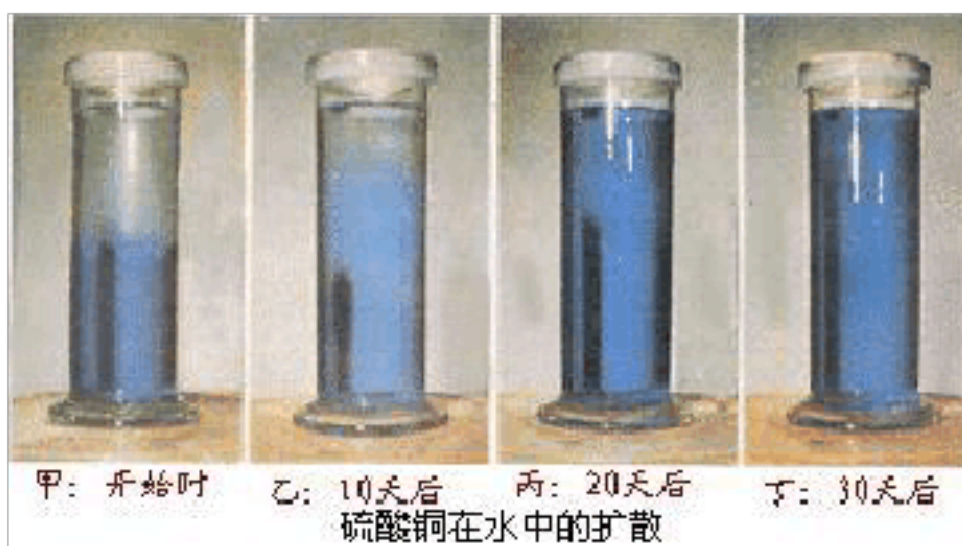
另取一只“空”瓶，将其倒扣在装有二氧化氮气体的瓶子上。装有密度较大的二氧化氮气体的瓶子在下，装有空气的瓶子在上，抽掉玻璃隔板，二氧化氮气体不会流进空气瓶内，没有出现二氧化氮气体流动的现象，过一会儿观察瓶内出现的现象。

我们发现空气瓶出现了红棕色，下面红棕色的二氧化氮瓶中颜色变淡。实验现象表明，二氧化氮气体进入了空气，空气进入了二氧化氮气体中。像这样，不同的物体在互相接触时，彼此进入对方的现象，叫做扩散。

扩散现象也可以发生在液体之间。

墨水扩散实验：桌上的烧杯里盛有清水，不要振动桌子，保持清水平静。向清水里慢慢的滴入一滴墨水，观察墨水的变化情况。滴入的墨水将下沉，在清水中留下了清晰的墨迹，过一段时间墨迹的轮廓变模糊，墨迹变淡，周围的水色变黑。

再观察一下刚才滴入清水的墨水，已经没有明显的墨迹了，整杯水都变黑些了，说明墨水和水也发生了扩散。为了说明液体的扩散现象，我们再来做个实验：硫酸铜与水的扩散实验。



固体之间也会发生扩散现象。将铅片和金片紧压在一起，放置5年后再将它们分开，可以看到它们相互渗入约1毫米。其实在日常生活中，我们也观察到过固体的扩散。煤研石有的原来就是石灰岩，由于长期地跟煤挤压在一起，它的内部也变黑了。大量事实说明气体、液体、固体都有扩散现象，即使在日常生活中大家也能找到许多事例。例如，某同学擦点清凉油，周围同学就能闻到清凉油味。

扩散现象表明：一切物体的分子都在不停地做无规则的运动。只有分子不停地运动才能相互进入对方。同时也说明分子不是紧密地挤在一起，而是彼此间存有间隙。

分子间的作用力

固体、液体的分子都在不停地做无规则运动，且分子间又有间隙，为什么分子不会飞散开，反而聚合在一起呢？这可能是分子间存在着吸引力，这个猜想是否正确呢？需要我们用实验来证实。

实验：分子引力实验

我们把两个铅圆柱随意将它们对在一起，这时两铅块并没有表现出吸引力。实验似乎得到分子间没有引力的结果，但是我们不要轻易地放弃我们的猜想，应再进一步

分析原因。大家都知道磁铁能够吸引铁钉，但把铁钉远离磁铁，这时磁铁不能吸起铁钉，这是为什么？因为距离太远。两铅块没有表现出吸引力，是不是也是因为分子间的距离不够近呢？那么我们想法让两铅块靠的更近些。先用小刀将两铅块表面刮光亮，然后用力将两铅块挤压在一起。实验结果两铅块能吸引在一起，并能负重达 500 克以上。这表明分子之间的吸引力，这种吸引力只有在分子靠得很近时，才能表现出来。一般分子距离要小于 10^{-9} 米时才能表现出引力。

在实际生产中，人们早就利用分子间有吸引力，来进行金属焊接了。一般焊接是靠熔化金属，从而使分子间的距离足够近，金属冷却后就焊接到一起。近代还有爆破焊接技术，它是将金属表面清洁后靠在一起，然后靠爆炸产生的巨大压力，将两金属压接在一起。

液体分子之间也存在吸引力。静止在玻璃片上的水滴，总是呈球形。

实验证实了我们关于分子引力的猜想。我们再进一步思考，又会发现新的矛盾：分子之间有间隙，分子之间又有引力，这两者是矛盾的，分子相互吸引最终应该相互靠紧，而不应该有间隙。既然分子间有间隙，物体应该很容易压缩。我们利用针筒抽取半筒水，用食指按住针筒嘴，然后用力推入活塞，我们发现水很难被压缩。其他物体也是同样如此。事实表明我们对分子的认识还不够全面，还有没认识到的方面。

原来分子之间还存在斥力。分子之间既有引力，又有斥力，会不会两种力总是相互抵消呢？当然不会，只有在特定的距离 r 时，分子间的引力不等于斥力，这个距离 r 就是通常的分子间隙的距离，大约是 10^{-10} 米。当分子距离小于 r 时，斥力和引力都增大，但斥力增大得快，分子间表现为斥力。当分子间距离增大时，斥力和引力都减小，但斥力减小得更快、分子间表现为引力。当分子距离再增大，分子引力继续减小，当分子距离大于 $10r$ 时，分子间的作用力将变得十分微弱，可以忽略了。有了对分子间存在斥力的认识，前面所说的矛盾也就迎刃而解了。

物质中的分子状态：

在固体中，分子彼此靠的很近，因而，固体有一定的体积和形状。

确定的形状，但占有一定的体积。

在气体中，分子分离得比较远，能自由地沿各个方向运动。因而，气体没有固定的形状，也没有确定的体积。

（六）探索宇宙

1. 探索的历程

宇宙自古以来就是人类关注、困惑、探索的一个重大问题。

在人类漫长的历史进程中，大部分时间人们主要依靠肉眼观察、简单的猜测与推理来认识宇宙。他们对宇宙的认识很有限，并具有很深的神话与宗教色彩。

中国古代的人们很早就对星空进行观察、并根据星象制定历法。下图就是中国古代的星象图。

在欧洲，在宗教的影响下，人们长期认为地球是宇宙的中心。下图所示是地心说的宇宙观：地球居于中心，太阳和其他行星围绕地球转动。这种理论影响人们思想长达千年之久。

公元 1500 年左右的欧洲，文艺复兴运动和地理大发现，极大地解放了人们的思想。展现在人们面前的，一方面是古希腊和古罗马哲学和艺术的辉煌；另一方面是新大陆的发现和环球航行的成功，让欧洲人大开眼界，大长见识。所以说 15 世纪末期，由于欧洲文艺复兴运动解放了人的思想，使人类进入了一个崭新的、对宇宙进行科学探索的伟大时代。

1543 年，哥白尼通过 30 多年的观察与分析，提出了“日心说”。

作为一个牧师，哥白尼并没有把精力完全放在宗教职位上，而是更多倾注于天文学的研究和观测方面，他用教堂城垣的箭楼建立了一个小小天文观测台，自制了一些

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/648027034130006100>