

文章编号: 1000-0364(2007)02-0203-03

从原子分子物理出发, 经由物理力学的思路 和方法搞发明创造^{*}

钱学森

(1966 年 2 月 3 日晚上 7:00 于北京科学会堂)

我们今天召开“首届原子分子物理与物理力学学术座谈会”, 来了这么多代表, 我非常高兴. 这次会议, 是药清泉教授和我一起酝酿, 由中国物理学会和中国力学学会联合召开的. 药清泉教授让我致开幕词, 就算是一个开场白吧. 精彩的内容还要由参加会议的同志们报告.

我首先要给大家读一段周恩来总理在政府工作报告中引用的毛主席的话“人类总是要有所发现, 有所发明, 有所创造, 有所前进. 停止的观点、悲观的观点、无所作为和骄傲自满的观点都是错误的.”

我们这次会所要讨论的是物理学的一部分—原子分子物理和力学的一部分—物理力学, 我们首先要认真学习、深刻领会毛主席的这段话, 要想想这段话与我们讨论的问题有什么关系, 要想想对于我们自然科学工作者有什么指导意义.

物理学已经发生过 3 次大突破, 正面临第四次大突破.

我们有二点是特别值得注意的: 一、物理学的每次大突破都伴随有工业的技术的大革命; 二、第三次物理学大突破在生产上的反映还没有完结, 我们还应当扩大第三次大突破的成果.

我们搞科学研究的根本目的是什么呢? 最终要促进生产, 为了把我们国家建设成为社会主义现代化的强国. 我们的工作可以分为二个方面来强化生产过程: 一是苦干硬干的办法; 另一是巧干的办法, 找寻新途径, 利用我们的知识找出新的窍门来. 二个方面都要做工作, 要努力. 先说高温高压方法,

物理学第三次大突破后, 微观问题已经解决了, 粒子能量可达几十个 eV. 1 eV 的能量相对应的温度是一万度, 我们已装备了研究几百万度的高温高压的条件, 几百亿度等于几百万 eV. 这还是很普通的物理学研究的范围. 第三次大突破给我们提供了研究几十万至几百万度高温的条件. 所差的是由微观到宏观的过程. 幸而现在已有一些办法. 历史上倒过来的, 人们是用宏观去判定微观的假定是否正确. 现在已没有人怀疑微观理论的正确性了, 我们就是要从微观推出宏观. 我们可以由微观找到高温下宏观物体的性质. 对于高压的研究, 情况也是相同的, 我们可以粗料地估计高压下一个分子的能量. 在压力下分子的能量可以由弹性模量或杨氏模量乘以每个原子所占有的体积, 再用 K 除, 就得到温度, 如, Al: 83000 度, 相当于 8.3 eV, Cu: 10 万度, 相当于 10 eV, Fe: 18 万度, 相当于 18 eV, W: 40 万度, 相当于 40 eV. 高压的问题从微观上看也不是很大的, 还属于第三次大突破之内的问题. 我们有两个任务: ①从微观上搞清楚, 得到数据. 这是原子分子物理工作者的任务; ②由微观到宏观, 这是物理力学工作者的任务. 怎样找到工程中利用的各种各样的物质的性质, 列出方程式. 然而, 各种物理性质是力学本身所不能解决的, 过去是靠测量, 现在看来, 要完全靠测量是困难的, 工作量很大, 有些问题相当于全工程的工作. 我们不可能在工程之前测出. 我们已具备有微观到宏观的知识, 可以通过由微观到宏观的方法, 来得到工程上需要的物理量. 现在, 我们工程中需要解决的问题很多, 我提出

^{*} 该文为钱学森先生在首届原子分子物理与物理力学学术座谈会上的报告(摘记), 由吉林大学超硬材料国家重点实验室邹广田院士记录整理, 未经钱学森先生审阅.

下面几个问题,供大家讨论研究,想办法解决.

1 高温气体

(1)高温气体平衡性质

温度为一万至几万度,压力不很大,100个大气压.

(2)高温气体的输运性质

粘度,热传导

2 高压气体

(1)平衡性质

压力为几十万大气压,二、三十万大气压,温度为4~5千度.

(2)输运性质

3 超高压态平衡性质及输运性质

我们感兴趣的是几百至几千万大气压,温度为几万度以上的条件下超高压高温下的物质.

4 超临界态物质的性质

临界态,特别是超临界态在工程中100,200大气压是很容易达到的,这种条件下,物质处于临界态工程上常用,但我们对超临界态物质的结构与性质的了解很不够.

5 弥散固体的结构与性质

粉状物粘起来而成为整体是工程中的重要材料,我们暂时称为弥散固体.如何理解这些固体的结构和性质?如烧结铝,有氧化铝,也有铝金属,其性质既不同于金属铝,也不同于氧化铝.超高强度的钢也属于此例,有许多很细的金属间化合物分布在基底中,强度可以达到 $200\sim 400\text{ kg/mm}^2$.再如,火药过磷酸铵粉(70%或75%)与橡胶高分子粘起来,很需要知道粘剂及结合起来的性质.高强度炸药(黑缩金95%,粘接剂5%)如何粘,找什么粘接剂最好?

6 土力学

各种各样的土,是大家都知道的.但是,土是什么?各种学派,各种模型,有很多争论.土是固体骨架里有水,恐怕太简单了.“固体颗粒,外面是胶体,再外面有水”,是不是就能很好的描述真实的土?究竟怎么看,还需要深入研究.

7 高强度金属合金

现在的高强度金属合金是靠经验摸索的,按照工程需要,怎样配合金钢,还应找理论根据.

我们的工作就是给力学工作者解决材料的宏观物质性质的问题.

我们还应该考虑的第二个方面的问题,我看这是更为重要的问题.那就是利用微观性质理论搞些发明创造,由原子分子物理出发,经由物理力学的思路和方法搞发明创造.

物理学第一次、第二次大突破是属于宏观的,看得见,摸得着,创造发明来自于生产实践,现在还是一个重要方面.目前,我们已经钻到微观去了,也将产生新技术,创造发明来自科学实验.我们不应满足只解决工程上提出的问题,而且应当搞新的东西,把微观东西搞得很熟,摸得很透,可以搞发明创造.要有搞大的发明创造的雄心壮志.如分子筛是应当由搞分子的人提出.如666中存在甲、乙、丙、丁、戊等各种构型,只有丙型有杀虫作用.在紫外光幅照条件下,666中的丙型仅占12%. $\text{Co}_{60}\gamma$ 光子幅照下可以达到17~20%.我们是否可以找一种催化剂使之有利于生成更多的666丙?由分子构造出发,可以找出很多新途径.如,人的嗅觉,从分子的形状来理解,人的神经有各种盒子,气体分子的大小刚好装下,就嗅到气味.再如化学激光,HI可以产生化学激光,但功率小.可否产生电子高激发态的分子,在电子从高激发态跃迁到基态之前,有足够的亚稳态积累,然后跃迁下来发出激光.再如,西德生产乙炔的专利,用电弧加热碳氢化合物,通过骤然冷却过程,把化学反应冻结下来就生成了乙炔.我们就是要算算一万到两万度高温下,碳和氢的化学反应和平衡问题.如果我们制造硼和氢的化合物,在高温下是否也有一定BH形成?高温气体的反应与平衡性质是要研究的.以上列举的都是一些随时想到的几个例子,这种类型的工作应该有很多很多.总之,我们是否可以由微观出发,由原子分子物理出发,经由物理力学的思路和方法搞发明创造,搞一些新的东西.

要搞这些新东西,我们不要仅仅把自己局限于本行的范围,我们还应该知道其他临近学科领域的知识,还要了解其他学科对本学科的需求,还要对我们国家的科学技术中出现的问题有很好的了解,知道的越多越好.如,有人提出用火箭发动机产生磁流体来发电,在3000~4000度,100大气压的高

温气体里面放一些容易电离的 Li、Cs 等金属粉,利用磁场,产生磁流体.要搞这项工作,知识面太窄的同志是不行的,他们是搞不出来的.必须懂得火箭发动机,懂得磁流体发电,懂得有这种需要.过去,希奇古怪的东西都是洋人搞的,中国人行不行呢?行.过去是没有需要,或是我们的知识面太窄,要尽量了解关心我们国家的需要,要以极大的热情去接受不是我们本行的新知识,要不断地扩展我们的知识领域,这样才能有搞出新发明、新创造的可能性.

我们应当超世界水平,发挥我们自己的特长.

我们的工作是有光明前途的.我们就是要把物理学第三次大突破提供的可能性,全发挥出来,创造性地应用到国家的工程中.我们的工程已经涉及到物质的第六态 辐射物质态,原子火球产生的一

瞬间,就是这种状态.理论上预言了正反物质同时存在的第七态,等等.我们的工作是多么宽广的前途呀!

最弱的作用的能量是 $1/2000 \text{ eV}$,原子是几个 eV .核子是百万 eV .我们敢不敢往下捅他一家伙. 10^{12} eV ,敢不敢?单个粒子很重,但几个粒子,现在我们还不知道他叫什么东西,一作用就变成很轻的物质了.我们这个活还是把第三次大突破扫扫尾,但物理学家已经考虑第四次大突破的问题了.

我相信大家在原子分子物理和物理力学方面一定做出了很多工作,今后几天将由大家报告.上面这些是我自己的独白.大家还没有机会提意见.不对的地方一定很多.请大家批评指正.

钱学森先生在分组报告会上的即席讲话

(1966年2月6日下午5:00于北京科学会堂)

钱学森先生下午2:00参加了高压状态方程的分组报告.在听了吉林大学在药清泉教授指导下,用紧束缚方法计算闭合壳层的排斥势,进而得到铜高压状态方程等报告之后,钱学森先生做了下面的即席讲话.

为了国家需要,根据使用户的要求,中关村学派,长春学派,应该互相结合起来,搞出中国学派.这是有前途的.充分摆出来互取所长,搞工程的同志们也提出要求,共同讨论.我们有不同看法那是最好了,矛盾经过斗争解决了,会更上一层楼,等明天中关村学派摆出来之后,再讨论一下.

我也是来学习的,药清泉同志和我谈过,紧束缚法处理原子问题最彻底的就是 He 原子, H_2 分子离解能是个过硬的东西,两大项之差,不少人争着算,算准了真不容易,为量子力学在化学中的应用树立了一个光辉的典范.现在不是原则问题,原则问题已由量子力学解决了.但是具体算出来可不容易,是要出不少汗的.用紧束缚法算出东西来取得不少成绩,这是不得了的,长春学派做得不错嘛!过去,紧束缚法的缺点是用得不当,不能说它不行,我看这个方法还行,算能量不太好,但算状态方程

可能可以,我也由存疑到相信.

力学所同志明天报告的工作是另一回事,叫“一锅粥”,是经验的东西. Cu 与 Al 压缩模量为什么不同,中关村同志们没有考虑.我是学工程的,喜欢“一锅粥”.杨氏模量 E 和每个分子体积之积 $E_0 V_0$ 为做的功,等于几个电子伏, k 为玻尔兹曼常数, Θ_k 为与压缩有关的德拜特征温度:

$$E_0 V_0 / k = \Theta_k$$

下面给出一些重要金属的与压缩有关的德拜特征温度,供大家参考: Al 82900 度, Sb 170700 度, Cu 106700 度, Pb 34400 度, Mg 70200 度, Fe 176000 度, W 407000 度.

相变所能影响的能量要比这个能量小得多.所以冲击曲线做为第一级近似,不用考虑相变的那些小弯弯.要满足工程的要求不难,粗活可以过得去,冲击压缩曲线并不是很难的.更困难的问题还等着我们.肯定有些东西,我们“一锅粥”的办法不行,紧束缚法也不行,那些东西可真得出汗了.我们先把容易搞的问题弄清楚,然后搞难的.我们互相启发,找出更好的方法,更好地为国家服务.