

原子称重取代千克原器

周道其

(湘潭机电高等专科学校·湖南 411101)

从 1883 年起,保存在法国塞夫勒市国际度量衡局两个玻璃罩中的一个铂铱合金圆柱体一直被作为国际标准质量单位——千克。千克这样定义已有 100 多年,期间总共只将它从玻璃罩中取出过 3 次。迄今对米标准原器的保存仍采取不少预防性措施,但这已经成了一种传统而已。因为现在米已定义为光在 $1/3 \times 10^8$ 秒内通过的距离,而秒同样也定义为铯原子作 9192631770 次振动所需的时间。因此,已没有必要再有这些单位的实物标准原器。可以在任何一个具有相应设备的物理实验室中再现它们。

美国马萨诸塞工学院物理学家戴维·普里查特试图“推翻”千克原器。他认为,如能以很

性的一种方法。大概一件事是简单的,当你至少能用几种不同的方式去描述它,但却不能立即知道,你在描述同一件事。

“...比起能够证明的真理来说,有许许多多的真理,人们知道它们,却不能给以证明。”

现在我相信,因为我们已经解决了经典电动力学中的问题(并且完全与我自麻省理工学院以来的计划一致,只有粒子间的相互作用,没有场),所有的一切都将顺理成章。我相信,我所要做的是构造与此经典理论相类似的量子理论,所有的问题都会解决的。因此,问题是去构造一个量子理论,它的经典理论有着作用量表式(1)。是的,从经典力学构造量子力学并没有唯一的方法,虽然所有的教科书想让人相信存在着唯一的办法。这些教科书告诉你,去找到动量变量,并以 $(h/i)(\partial/\partial x)$ 代替它们;但是我不能找到动量变量,因为根本没有这样的变量。

高的精确度测量某种元素单个原子的质量,则千克就可以用该元素的某个原子数目来定义。为此,在普里查特主持下的一个科学家小组对从氢到氫 9 种元素的原子,以空前的精确度——达到小数点后面 10 位进行了称重,比现有的称重精确 20~100 倍。

物理学家们利用了带电原子(或离子)在磁场中的振动频率取决于它的原子(或离子)质量这一效应:原子越重,其振动就越缓慢。例如,硅原子每秒作 460 万次振动。美国物理学家正准备用硅原子数目作为新的千克标准。目前研制成的纯硅晶培植方法很快就能用来制备含有确定原子数目的晶体。届时千克将可以在任何一个具有良好设备的物理实验室中再现。

普里查特希望将原子称重法转向某些基础物理的试验上。例如试验表达式为 $E=mc^2$ 的质能守恒定律,以及测定精细结构常数,而精细结构常数与电子电荷和光速这些基本量值相关。

译自俄《科学与生活》1995 年第 5 期

那个时候的量子力学的特征是,用著名的哈密顿方式——即以微分方程的方式描述事件,它描述了波函数从一个时刻到另一时刻是如何变化的,这是借助于某个算子 H 得以实现,如果经典物理可以化为某个哈密顿形式,那么一切都好了。但若作用量不只是同一时刻的位置和速度的函数,最小作用量就无法以哈密顿形式表示。如果作用量可以表示成某个称之为拉格朗日的函数的积分,此函数是同一时刻的位置和速度的函数,

$$S = \int L(\dot{x}, x) dt \quad (2)$$

那么,你可以由拉格朗日量出发,然后构造出哈密顿量,并由此差不多唯一地构成量子力学。但是,作用量(1)所涉及的关键的变量,即位置是不同时刻的,因此如何去构成这类理论的量子力学,就不是显然的了。

(待续)

(译自 Physics Today 1966 年第 8 期,原作者:费曼)