

探索中的新型氢能源——分数氢

孙兴明

氢作为最安全环保可再生的清洁能源载体正在日益受到人们的重视。常规氢能利用方式主要是直接燃烧、燃料电池和核聚变。其中直接燃烧和燃料电池是利用普通氢释放其中化学能的方法,虽有商业化的应用,但受其产出成本等因素的限制,短期内还不能大规模开发利用。核聚变是利用氢同位素的热核聚变,虽然可以释放巨大的能量,但就目前技术水平,实现商业化应用还有较长的路要走。能够高效率、低成本的应用氢能,目前人们正关注着介于普通氢能利用与核聚变之间的一种新的氢能利用方式,即探索中的新型氢能源——分数氢或负态氢。

分数氢的概念,是米尔斯等人对玻尔氢原子模型中电子量子化轨道(轨道量子数 $n = 1, 2, \dots$ 等整数)进行改造,扩展了氢原子能级的范围,突破了轨道量子数只能是整数的限制提出来的,即氢原子电子能级的轨道量子数为 $1/2, 1/3, 1/4, \dots$ 等分数,能量处于比量子态数为 1 的基态能量更低能量状态的氢原子。

米尔斯等人的理论是将核外电子看作是一个围绕原子核外的二维球壳,而不是一个点或几率波。由此建立了一个新的原子模型——“轨道球”模型,并采用了麦克斯韦方程推导出的边界条件,从而得出量子态数为分数的能级状态,计算出相应的分数量子能级下的电子能量, $n = 1/2, 1/3, 1/4$ 和 15 时相应为 $-54.4, -122.4, -217.7$ 和 -340.1eV , 都比 $n = 1$ 时基态的电子能量 -13.6eV 低得多,当电子由基态向分数能级或分数能级之间转变时将释放出相应的能量差值,从 $n = 1$ 到 $n = 1/2$ 时为 40.8eV , 往下依次为 $60.8\text{eV}, 95.3\text{eV}$ 和 122.4eV 。与这些能量差值相对应的谱线波长分别为 $30.39\text{nm}, 18.24\text{nm}, 13.01\text{nm}$ 和 10.13nm 。这些数据表明,如果氢原子由基态向分数量能级转变时,每次都能释放多达几十电子伏特的能量,超过了氢原子由激发态向基态跃迁所释放的能量,由此可开辟出一条高效率应用氢能源的新途径。

分数氢在自然界中是否存在呢?宇宙中氢的含量超过 95%,可以通过对宇宙射线的观测来探讨各种可能存在的氢原子能级。宇宙中客观存在的中子

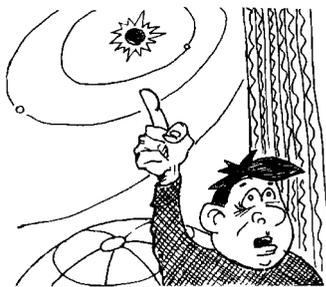
星就是氢的轨道电子塌缩进原子核形成的,它是超新星演变结果之一。科学家在测量星际暗物质发出的软 X 射线波长时,发现了三个波长为 $29.77\text{nm}, 17.81\text{nm}$ 和 9.87nm 的极紫外线,被认为可能是前面得到的氢原子相应的电子能量从 $n = 1$ 到 $n = 1/2, 1/2$ 到 $1/3, 1/4$ 到 $1/5$ 的分数能级之间转变时所辐射谱线的波长,这可能是自然界中存在分数氢的一个间接证据。说明在星际空间中分数氢能级转变过程能够自发地进行。同样人们发现了太阳发射的谱线中也有分数氢能级间转变谱线的波长。

是否能够通过人工的方法获得分数氢呢?根据理论分析,氢可以通过被称为“能穴”的元素或离子间的相干反应,实现普通氢向分数氢的转化,过程中获得的能量将比常规的化学能高出许多倍,具体倍数取决于氢原子因相干引起降低能态的次数或相应的塌缩次数。发生这种相干反应,除了要满足边界条件中相应的物理过程外,还要使氢原子与起“能穴”作用的元素或离子相接触,发生能量相干后迫使其外层电子由基态向分数量子能级转变,释放出过能或过功率。有人设计通过电解实验来实现这种相干反应,用镍作阴极,镍或铂作阳极,电解含有碳酸钾的水溶液,电解得到的氢原子被钾离子相干吸收其能量迫使其外层电子由基态向分数量子能级转变成成为分数氢。实验结果发生了相干反应,同时有过能或过功率输出,输出能量是输入能量的倍数决定于实验状态和参数等,从小于 1 倍直到超过几十倍不等。并且在吸氢的镍阴极表面上找到了分数氢。世界上有一批实验室作过类似的实验并取得积极的成果,最著名的是科学家米尔斯创建的美国黑光功率公司(因分数氢产生的过程向外辐射极紫外的光,又把该过程称为黑光功率过程,公司也因此而得名)。莫斯科动力工程研究所的实验室也在做分数氢的实验,其实验能够长时间连续地实现这种能量相干反应,并且间断后仍能重复正常运行。在我国也有科研单位的人员从事分数氢及相关实验研究,并有所进展。

分数氢作为新型氢能源,其研究和开发确有其极为诱人的前景,但是由于分数量子能级与已被大

火星的现在, 地球的未来

金 逊



在“勇气”号登陆火星时,美国一位科学家指出,火星的现在预兆地球的未来。下面将根据天体运动规律和一些天文资料对此作简单的说明。

一、行星运行轨道的理论分析

太阳系内行星绕太阳做椭圆运动,为简单起见我们将其视为匀速圆周运动。设太阳的质量为 M , 行星的质量为 m , 太阳与行星之间的距离为 r , 万有引力常量为 G , 万有引力为 F 。根据牛顿的万有引力公式,得

$$F = GMm/r^2. \quad (1)$$

设行星绕太阳做匀速圆周运动的周期为 T , 其向心加速度可表示为 $a = v^2/r = \omega^2 r = (2\pi/T)^2 r$ 。根据牛顿第二定律,得

$$F = ma = m(2\pi/T)^2 r, \quad (2)$$

由(1)、(2)得

$$T = 2\pi \sqrt{r^3/(GM)}. \quad (3)$$

按照爱因斯坦质能方程 $E = mc^2$ (式中 E 表示物体的能量, m 表示物体的质量, c 表示光速), 物体的能量与它的质量成正比。由于太阳几十亿年来一直在不断的发光、发热,即释放能量。所以太阳的质量 M 在不断的减少。另外,根据目前被科学界普遍接受的有关天体演化的学说——宇宙大爆炸学说,万有引力常量 G 也在不断地变小。在太阳质量 M 和引力常量 G 同时减少的情况下,由(1)式知,太阳与行星之间的万有引力将会不断变小。我们知道,任何物体只有受到一定的向心力作用才会做圆周运动,其需要的向心力为 $m = v^2/r$ 。一旦外界提供给物体沿法向(垂直速度)的合力小于其做圆周运动所需向心力,物体必做离心运动。

由于太阳与行星之间的万有引力在不断变小,所以行星不断的做离心运动,即绕太阳运动的半径在不断变大。也就是说,行星绕太阳的轨迹应该是一个逐渐远离太阳的螺旋运动。由(3)式知,行星公转的周期也在相应的变大。金星和火星是地球的两近邻,金星位于地球轨道的内侧,而火星则位于地球轨道的外侧。因此经过一定时间的演化,地球的轨道将会转移到现在火星的轨道位置。因为万有引力常量 G 和太阳质量 M 的变化都是极其缓慢的,所以行星绕太阳运动的半径变化也是极其缓慢的。据估计,从金星的轨道转移到现在地球的轨道位置需要超过 10 亿年的时间。因此,短期天文观测是很难看到轨道外移的变化。但地球向现在火星轨道的转移毕竟是大势所趋。所以从天体运行的角度来看,我们可以说,火星的现在预兆地球的未来,地球的现在预兆金星的未来。

二、天文观测的证据

火星是一颗和地球最相似的行星,也是惟一能用望远镜看得清楚的类地行星。火星由于发出荧荧的红光,在中国古代被称为“荧惑”。17 世纪,科学巨人伽利略第一次把望远镜对准了这颗红色星球。此后,人们观察到,火星的多种特性都与地球很相似。火星也因此被誉为“天空中的小地球”。

火星的自转周期几乎与地球一样,火星上的一昼夜仅比地球上的一昼夜长 41 分 19 秒。火星自转轴的倾角也几乎和地球相同。因此,火星也有四季变化、地表平均温度与地球也相差不大。与地球一样,火星内部也有核、幔、壳的结构。只是火星的公转周期几乎是地球公转周期的两倍,所以火星上的每个季节要持续 6 个月,而不是地球上的 3 个月。值得说明的是:根据(3)式,行星的公转周期与其轨

家公认的玻尔原子模型和量子理论相矛盾,目前该理论还受到一些资深科学家的怀疑和反对,同时分数氢的实验研究还要做很多深入的工作。虽然如此分数氢的理论实验研究仍然吸引了部分企业及集团的关注并投入科研经费。美国航天局也资助了用

分数氢来研制火箭推进系统的项目。在科学家的不断努力探索下,可以期待不久的将来这种新型氢能源——分数氢能够得到广泛的应用,造福人类的生

(河北秦皇岛燕山大学理学院 066004)