

“天宫课堂”神奇实验背后的奥秘

对地球上的孩子们来说,承载着无限梦想的星辰大海浩瀚无边,也很遥远。但翟志刚、王亚平、叶光富老师的声音和面孔,却格外清晰和亲切。从某种意义上说,三位“太空教师”的形象就是他们心中梦想的样子。

3月23日,“天宫课堂”在中国空间站再次开讲,太空“冰雪”实验、液桥演示实验、水油分离实验、太空抛物实验又一次唤醒大家对太空的奇思妙想。仿佛开启一扇门,“天宫课堂”再次将孩子的想象力和星辰大海之梦打通,太空探索继续远航。



冰墩墩在太空走了直线

忙完冬奥会之后,“顶流”冰墩墩又在空间站“加班”。太空抛物实验演示了天地之间抛物区别。王亚平手拿冰墩墩抛出,如果是在地面,冰墩墩一定会下坠,但在“天宫课堂”,正如王亚平所说:“冰墩墩并没有像在地面一样下坠,而是沿着直线近似匀速前进。这和牛顿第一定律描述的现象相同。”

太空授课地面主课堂老师、北京师范大学第二附属中学物理教师张健解释,牛顿第一定律,又叫惯性定律,就是任何物体都要保持匀速直线运动或静止状态,直到外力迫使它改变运动状态为止。

在地球上,人们被地心引力牢牢吸在地上,但空间站属于微重力环境,冰墩墩没有往下坠。张健解释说,平抛运动是中学物理知识中一个非常重要的运动规律,同学们日常生活中对于这种现象司空见惯,但是在完全失重的情况下,平抛运动到底遵循怎样的规律,运动轨迹如何,老师平常只能通过想象的方式让同学们去理解。他看到这次太空授课冰墩墩所演示的情况非常兴奋,“这样就能使学生清楚地认识到,在失重时物体平抛的规律”。

实际上,平抛运动的原理在现实生活中应用非常广泛。张健在黑板上画了个半径为R的球体,代表地球,地球上标出一座高山。他说:“如果我们在高山上做平抛实验的话,把物体抛出,它将落向地面。如果将物体抛出的速度变大,它将会落向更远的地方。如果抛出的速度足够大,它有没有可能不落回地面而成为环绕地球的一颗卫星呢。”

这个想法最早由牛顿提出,是一个思想实验,也被称为“牛顿的高山大炮实验”。所谓思想实验,又称为理想实验,指的是用一定的逻辑法则在头脑中进行物理问题研究的思维方式和研究方法。

这类思想实验在科学发展的历史中并不鲜见,张健举例,伽利略通过理想斜面对接实验,帮助人们认识了力与运动的关系,在广义相对论中,爱因斯坦用理想升降机提出了强等效原理,海森堡提出的测不准原理,也是利用了单电子衍射理想实验。

“基于逻辑法则和事实基础开展的思想实验,对科学进步起到了重要的作用。”张健说。

至于“牛顿的高山大炮实验”,则引出了第一宇宙速度等概念,成了发射人造卫星、空间站的重要依据。

张健解释,7.9千米/秒是第一宇宙速度,也是最小的火箭发射速度,如果抛出速度大到11.2千米每秒,就达到了第二宇宙速度,是脱离地球引力的最小发射速度,比如可以飞向火星,如果抛出速度大到16.7千米每秒,就达到了第三宇宙速度,这是飞出太阳系的最小发射速度。

其实,中国航天就是这样越走越远的。

“冰球”实验为无容器柜出场打前站

此次太空授课中,晶莹的热“冰球”实验给不少人留下了深刻的印象。实际上,这是最让人捏把汗的一个实验。

过饱和乙酸钠溶液被王亚平从储液袋里挤出,形成球体悬浮在空间站中,她手中的毛杆一碰小球,球体随即开始结晶,变成了一个“冰球”的样子。只是结晶过程放热,王亚平拿手碰了碰小球,告诉大家,其实是热的。

中国科技馆中国空间站科创体验基地辅导员吴彦旻告诉记者,这个实验对这个过饱和溶液的状态要求比较高。

为啥容易失手还非要选这个实验呢?吴彦旻透露,这是为了引出叶光富展示的“宝物”——无容器材料实验柜。他幽默地说,授课专家打了一个非常形象的比方,把这个实验柜比作西游记里太上老君的炼丹炉。

吴彦旻介绍,通常熔炼物质都需要使用容器承载材料,就是坩埚,往往因此会引入杂质,在材料凝固过程中,会受容器影响,导致实验取得的数据不准确。

“无容器”就是不用容器承载,使物体在悬空的状态下实现熔炼的过程。再回头看亚平老师的实验,溶液球飘浮在空中,这次并没有使用固水环,和地面最大的不同是,材料在悬浮条件下完成了结晶变化。同样没有使用容器,“天宫课堂”还向大家展示了,无容器柜用激光加热合金小球到熔融状态以及再辉现象。

“容器对材料的生长影响还是挺大的,因为在材料生长的过程中容器的形状,它表面的结晶度,表面的粗糙度,对材料的晶格结构、缺陷、纯度都是有很大影响的。”中科院物理研究所研究员魏红祥进一步解释,特别是一些多元的合金,比方说二元或三元合金,由于它的浓度不一样,在地面上做的时候它会分层,在微重力环境下,它这方面的影响没有了,如果再把容器的影响去掉的话,就有可能长出纯度更高、结晶度更高、结晶更好的材料。

太空水油分离基本靠“甩”

在地面上,受重力影响,密度不同的水和油会出现分层现象。而在太空中,水和油分离的现象显然不同。王亚平老师将装有水和油的小瓶用力摇晃后,水油并没有分层,而是依然混合在一起,直到叶光富老师的“人工离心机”启动,才将水和油成功“甩”分层。

太空的微重力环境怎么来的?人们的第一感觉是去了太空当然就失重了,地球引力够不到了,真的是这样吗?

吴彦旻笑着回答:“咱可能小瞧地球大大的能力了。”他算了一下,空间站离地的高度大约400公里,这个是重力加速度的计算方法,分母就是地球半径的平方,计算得出,空间站轨道高度的重力水平并没比地面

低太多,大约是地面重力水平的88.5%。

那到底是什么原因呢?吴彦旻解释,空间站微重力的成因和它的飞行速度有关,目前公布的天宫空间站的飞行速度是7.68公里每秒,差不多是步枪子弹速度的10倍。这么快的速度如果没有什么力量拉着,那妥妥地就飞向宇宙了。此时尚存的88.5%的重力正好提供了一个恰到好处的向心力,保证空间站既没有飞离也不会坠落,它老老实实地围绕地球做圆周运动。

那为啥都要说微重力,而不是零重力呢?吴彦旻说,首先,地球不是一个理想的均匀球体,本身形状就不是,

各部分的密度也不一样。它拉扯空间站的力道就有波动。其次,受空间站机动能力和稀薄大气的影响,空间站也很难做到速度恒定。此外,空间站是个复杂的机器设备,上面有各种仪器在运动,航天员每天还有大量的运动处方任务要完成。他说:“把空间站的环境描述为微重力是非常准确的说法。”

“液桥”实验操作简单原理高深

相比其他实验,“液桥”实验操作起来比较简单,这个看似简单的实验是怎么被选上天的呢?

王亚平在太空用水搭起一座“桥”,相比于地面主课堂上同学们手里微小的液桥,她在空间站中的液桥可谓巨大。“天宫课堂”授课专家组成员、中国科技馆科普讲师团副团长、北京交通大学副教授陈征揭秘:“天宫课堂”实验设计有三条基本原则。

陈征说:第一是安全,不能危及空间站的运行,不能有任何的安全隐患。第二,实验现象要和地面有明显的差异,地面上完全不可能随便拿一杯水就能做出一个液桥的。第三是方便航天员的操作,不要给航天员太多额外的负担。这几方面液桥实验都很符合,所以就把它作为太空授课中的一个内容了。”

此外,看似简单的液桥实验其实并不简单。陈征解释,在大学教师看来,关于液桥已经不再仅讨论表面张力,而是需要让同学们关心物质的流动和能量的交换。

物理学界流传着一个故事,著名理论物理学家沃纳·海森堡临终前曾说:“当我见到上帝后,我一定要问他两个问题——什么是相对论,什么是湍流。我相信他只对第一个问题应该有了答案。”著名科学家理查德·费曼称湍流为“经典物理学中最后一个尚未解决的重要问题”。

陈征说:“空间站可以最大限度摆脱地面重力影响研究流体,给今天的物理学家创造了最好的探索条件。”

在太空授课过程中,“天宫课堂”地面主课堂授课教师、北京市第十三中学物理教师李晓彤和学生们同步做了液桥实验,她说:“同学们特别喜欢,觉得很神奇。”

事实上,正如陈征所想,小小的液桥一头拉住了正在勤奋读书的孩子,一头拉住了星辰大海的梦想。

据《中国青年报》

