

中国空间站首次太空授课吸引亿万目光关注,太空课堂已成为全球青少年与航天的最好桥梁 超越地球视角,太空教育“带飞”科学梦想

■ 庞之浩

12月9日15时40分,中国首个太空科普教育品牌“天宫课堂”正式推出。通过面向全球的直播,神舟十三号乘组航天员翟志刚、王亚平、叶光富在天和核心舱内进行了中国空间站的首次太空授课。从“太空第一课”到“天宫课堂”第一课,中国用了8年。8年前,王亚平在“天宫一号”进行的中国首次太空授课成为一代人心中珍藏的记忆。8年后,来自中国空间站的这堂科学课又一次唤醒了无数中小学生对宇宙的向往。

天宫课堂

每分钟都经过精心设计

与8年前相比,此次太空授课讲台更大、互动更多、“新课表”内容更丰富。短短60分钟的太空授课,每分钟都经过精心设计,每一步都来之不易。事实上,太空授课的“选题”条件相当苛刻。比如,实验所需的材料和设备必须安全可靠、质量小、体积小、功耗小、对航天员健康无影响、不会污染座舱环境等。当然,同时还要考虑创意新颖、简单可行、不需要花费航天员很多时间等因素。

早在2013年6月20日,神舟十号航天员王亚平在聂海胜、张晓光协助下,在“天宫一号”目标飞行器内进行了中国首次太空授课。当时,全国6000余万中小学生对太空授课直播,产生巨大社会反响。这堂课在一代人心中播下追逐航天梦想的种子。为了准备这堂太空授课的内容,我国专门成立了太空授课专家组,笔者也是该专家组成员。太空授课专家组先后研究了“竹篮打水”“乒乓球”“回旋镖”“溜溜球”“跳绳”等20多种方案,再根据科学性、教育性、趣味性、可行性、可视性、即时性、操作性和安全性等原则,经过集思广益、反复筛选、严格论证,最终确定进行两个方面的物理实验,即物体运动特性和液体表面张力。

接下来,专家组还要对确定的每项实验进行精心细致的研究。例如,用于制作水膜的金属圈的大小和形状,哪种更合适?单摆实验是用绳还是用杆连接小

球?这些实验细节都需反复进行论证。作为在轨载人航天器最直接明显的特色,失重环境一直激发着各国航天员的奇思妙想。他们经常会利用空闲时间,录制太空实验的教育演示视频。这些被称为“星期六工程师”的航天员们将陀螺、足球、纸飞机、曲棍球等很多地面的运动、游戏和玩具搬到了空间站上,演示了包括失重环境中物体的质心、旋转、共鸣、波动,牛顿定律、质量和重量、线性动量、角动量守恒、液体表面张力、伯努利定律、向心力与加速度等在内的诸多物理概念和定律。

制作这些视频虽然不需要耗费额外的能源或者特别的硬件设备,但需要至少两名航天员配合,他们一个负责摄像,一个负责演示。教育演示视频已成为国际空间站一项成功的太空教育活动。它只需要简单的教具,利用失重环境,就可把物体运动特性、液体表面张力等在地球上不容易理解的概念讲得生动有趣,让更多学生参与到真正的太空任务和实验中来,接触最前沿航天设备,获得前所未有的体验,极大激发了学生的好奇心和创造力。太空教育还有多种方式,如创办太空教育网站、与载人航天器上的航天员进行视频通话等。2022年,我国将建成“天宫”空间站,“天宫课堂”将持续开展太空授课活动,中国太空教育的形式和内容将会更加丰富多彩。

失重环境

空间站调不出鸡尾酒

载人航天器内的失重环境给人们最直观的感受是:“那里的物理世界变得不一样了”。演示失重环境下不一样的物理现象,能帮助青少年更好地理解物理概念、物理规律。这次太空授课,几乎所有实验都与失重相关。

在失重科学实验方面,国外已开发了不同面向青少年授课的太空实验。2007年,美国女航天员芭巴拉·摩根在国际空间站上对地面青少年进行了世界上首次太空授课。根据学生想了解太空怎样锻炼的要求,她将身旁两位航天员一手一个举了起来。2012年,航天员佩蒂特在国际空间站给地球上的学生演示了一个有趣的实验——水滴绕毛针在太空飞舞,以验证带静电的毛针在太空如何影响水滴运动。

此外,水的沸腾现象在失重环境中也与地面大相径庭。在失重状态下,由于没有对流和浮力,加热产生的气泡会附着在容器底部,停留很长时间,最后形成一个大气泡,漂浮在水中。研究失重环境中的沸腾现象,对太空或地面工程中的散热设计很有用,可防止出现“空气锁”。

更有趣的是,在失重环境中,不同密度的介质不再相对沉淀并分层,而是呈彼此悬浮和均匀分散的空间分布状态。所以,即使是调酒大师,在太空也调制不出鸡尾酒。

离开重力场,燃烧也变得不同,这是一般人没想过的。常见的泪珠状火焰就是因重力引起的对流而产生的。在太空失重环境下,没有了对流现象,蜡烛不仅燃烧速度比地面慢得多,碳黑也能够充分燃烧,从而呈现出蓝色的球状火焰。

所有这些现象,都是太空课堂特有的,对青少年更好地理解物理规律非常有帮助。除了进行失重条件下的物理科学实验外,太空课堂还经常开展一些生物实验。例如,2003年,美国“哥伦比亚号”航天飞机曾开展过一项太空蚂蚁实验。在航天飞机飞行的16天中,航天员发现,在太空中,蚂蚁变得更活跃,会拼命挖隧道,而且挖掘方向变得没有规律。

又如,“太空蛋白质晶体生长”实验是载人航天活动中的重要项目,各国都很重视。在地面上,由于受重力影响,很难制成大而纯的蛋白质晶体。在失重条件下,蛋白质晶体可以比在地球上生长得更纯净,体积也更大。目前,在国际空间站上也开展了促进蛋白质晶体生长的实验,其中有500多个蛋白质样本的准备有青少年参与,这可使学生了解什么是结晶、结晶的分析方法、结晶的先进生物工程、结晶在医学和生物学研究中的作用等。

太空实验

学生们的科学心愿可上天

除了在地面观看视频,青少年还可以自己设计太空实验,争取送到载人航天器上进行实验的机会。

在美国航天飞机服役期间,航天飞机的大货舱内专门安装有用于太空实验的“搭载箱”,想在航天飞机上进行实验的学生可租用它。“搭载箱”可放置“零星搭载实验”专用容器,根据不同的质量和重量,收费标准分别为10000美元、5000美元和3000美元。有些国家为了培养青少年对太空科学的兴趣,为其学生租下“搭载箱”进行太空实验。

目前,在国际空间站的各国实验舱内,有进行植物发育实验的“太空温室”、观察外太空对材料影响的“手提箱”,可完成各种生理实验的“实验架”,能进行各种实验的“手套箱”等各种太空实验设备。

太空科学实验多种多样,如材料加工实验、生物学实验、失重科学实验、医学和生命实验、对地观测实验等。迄今为止,国际空间站已完成了几十项学校与学生的科研项目,在太空开展了教学实验活动,设置虚拟课堂和虚拟演示验证课。

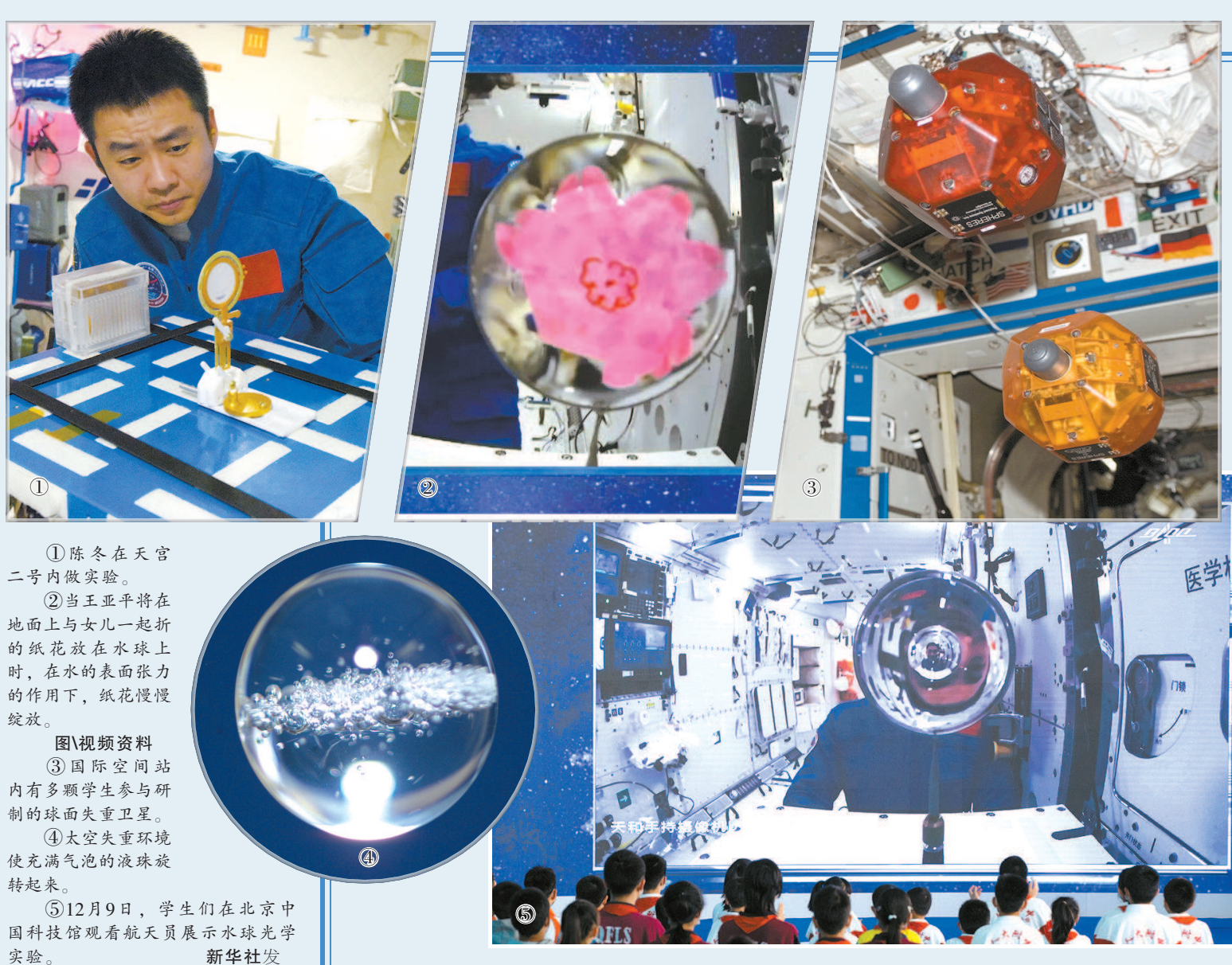
2012年,美国“龙”飞船把全美多所高校学生参与的23项研究运送到太空,后又带回地面。这些学生的研究项目是“学生航天飞行实验计划”的一部分,该计划给学生提供机会,设计微重力下物

理、化学和生物学方面的研究项目。我国曾从全国各地征集的上万份提案中,评选出五项由中小学生提出的上天方案。它们是:用胶粘法控制航天飞机舱内垃圾、液态混合物的凝固、微重力环境对草履虫生长和繁殖的影响、失重环境中固-液表面间的相互作用、蚕吐丝织茧实验。

这五项实验先后登上美国的航天飞机。前四项实验中除了草履虫实验由于电池工作寿命限制未获得成功外,其余三个方案都取得了很好的结果。最不幸的是蚕宝宝实验,由于“哥伦比亚号”航天飞机在返回过程中失事,中国的蚕宝宝也随之“香消玉殒”。

为了实现学生们的心愿,我国航天部门于2005年让蚕宝宝登上了中国第22颗返回式人造卫星。太空蚕回到地面后,学生们与科学家一起分析太空飞行对蚕宝宝和它们后代的影响。这是中国航天器首次搭载由孩子们自己设计的实验,对中国航天科技的发展具有开创性意义。

我国有关部门已组织青少年设计太空实验方案,并定期请专家评审。未来,优秀的青少年科学实验方案有望在中国空间站上实施。(作者系全国空间探测技术首席科学传播专家、中国首次太空授课专家组成员)



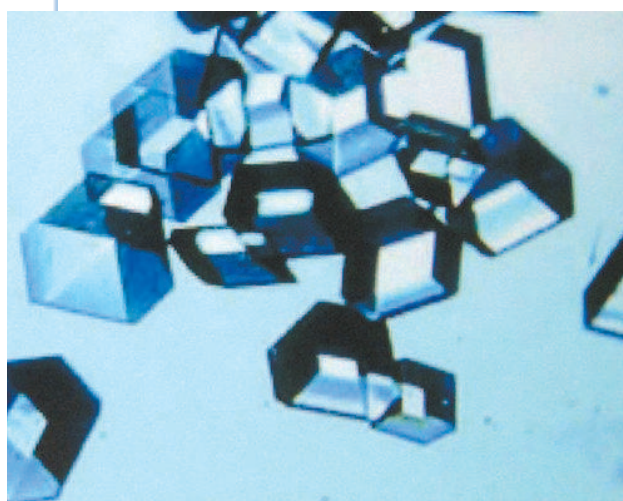
①陈冬在天宫二号内做实验。
②当王亚平将在地面上与女儿一起折的纸花放在水球上时,在水的表面张力的作用下,纸花慢慢绽放。
③国际空间站内有多颗学生参与研制的球面失重卫星。
④太空失重环境使充满气泡的液珠旋转起来。
⑤12月9日,学生们在北京中国科技馆观看航天员展示水球光学实验。
新华社发



国际空间站俄罗斯温室内,水珠借助附着力停留在植物的叶片上。



美国太空女教师芭巴拉·摩根在太空表演空翻。



太空生长的胰岛素结晶品质高,研究人员从中可以获得胰岛素的生命形态,这对糖尿病人获得更好的治疗具有重要意义。



太空人都是“大力士”。

■ 孙正凡

神舟十三号乘组在“天宫课堂”第一课上演示的每个实验,都包含着物理学定律。这堂太空科普课上究竟有哪些知识点?一起来看详解。

太空转身 角动量和角动量守恒

角动量是指物体绕某个轴线旋转时,物体旋转速度与自身到轴线的距离有关。比如,旋转的陀螺、正在转身的花样滑冰运动员,乃至地球绕太阳转动、太阳系和银河系自转,都拥有大小不一的角动量。角动量有方向和大小,在一个孤立系统里,角动量是守恒的。航天员叶光富“游泳”和“吹气”时,对自身改变很小,无法实现转身。当他抡起一个手臂时,手臂拥有了一个角动量,那么身体的另一部分就产生了相反的角动量,从而实现了转身。

要改变整体的角动量,需要系统跟外界有接触作用,比如扔出一个重的物体或用手脚去触碰舱壁,这也是为何太空舱壁要安装那么多把手。

浮力消失 没有重力就没有浮力

浮力定律是人类历史上很早就发现的定律,其产生源自物体上下表面所受的液体压力差,这意味着重力是产生浮力不可或缺的条件。所以,在几乎不受重力的空间站,这里的液体只由分子间作用力(尤其是表面张力)聚集在一起,内部各处没有压力差。

当航天员王亚平把乒乓球放入水中,乒乓球不会浮在水面上,而是在水体中自由游荡。也因为失重,当王亚平把水杯“倾斜”时,水也不会洒出来。不过,如果水杯总是开口放置的话,由于随机运动,水还是会逐渐溢出。所以,叶光富还是立刻用盖子把水杯盖上了。

水膜张力 分子“手拉手”的力量

水球、水膜的形成,用到的是液体一种被称为“表面张力”的性质。液体分子之间存在的吸引力,会让液体表面积尽量缩小,从而形成球形。

太空授课中,王亚平在叶光富的帮助下,把一个带柄圆环伸入水袋中,再小心翼翼地拉出来时,圆环上就附着了一层水膜。这是因为水跟圆环的物质分子之间也有吸引力,所以水没有兀自聚集成球,而是变成了近似平面。而且,由于空间站处于失重状态(微重力环境),水膜不会下垂。所以,当王亚平继续向水膜上加水时,水膜逐渐变厚,最后变成了一个球,这仍是表面张力在起作用。

当王亚平将在地面上与女儿一起折的纸花放在水球上时,同样是在水的表面张力的作用下,纸花慢慢绽放。

水球成像 水和空气的透镜游戏

水球就像一个凸透镜(放大镜),当我们跟随摄像机镜头观察水球另一侧的王亚平时,就会看到她在水球里呈现的倒影。

其实,光线在一种均匀物质里是呈直线传播的。但在物质的界面处,光会发生折射,让物体看起来改变了位置和大小,并由此产生很多有趣的光学现象。

王亚平往水球中间轻轻注入一些气体,水球中间就出现了一个气泡(气体球)。同样由于失重,没有浮力,气泡不会“浮出”水面。这时候,我们可以看到气泡上出现了一个更小的正像。

为何会同时存在的倒像和正像?我们可以把水球看成是一个凸透镜,即呈现外圈的倒像。而从气泡来看,它的外围是水,内侧的两个气-水界面相当于两个凹透镜,所以就呈现出了航天员的正像。

泡腾片实验 泡而不腾水球“长胖”

王亚平把水球中的气泡吸走之后,又往水球上放了半片泡腾片。众所周知,泡腾片在溶解过程中会释放二氧化碳,形成许多小气泡。在地面上做这个实验时,我们可以看到气泡纷纷从水杯中逃走。但在空间站的失重状态下,气泡感受不到浮力,它们会“安逸”地待在水球里。

由于泡腾片的溶解过程是在分子量级上发生的作用,随着泡腾片和水接触、溶解,形成了越来越多的小气泡。在失重状态下,各处都没有压力,小气泡既不会溢出,也不会集中,只是随着气体释放,使水球的体积不断增加,最终变成了一个越来越“胖”的大水球。(本版图片除注明外,均为庞之浩提供)

太空老师演示了哪些物理定律