

# 「博士乘組」天宮開課 喻夢天艙為「煉丹爐」 太空點蠟燭 乒乓打水球



◆「天宮課堂」第四課在中國太空站正式開講，神舟十六號航天员景海鵬、朱楊柱、桂海潮進行授課。

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）9月21日下午，生動有趣的「天宮課堂」第四課，在距離地面400公里的中國太空站中開講。蠟燭在太空中首次被點燃，呈現出奇妙的球形淡藍色火焰；用乾毛巾包裹住球拍，就可以在太空站中使用水球進行有趣的「乒乓球」比賽……「博士乘組」神舟十六號航天员景海鵬、朱楊柱、桂海潮用趣味十足的太空實驗，深入淺出地為全國同學們講解了現象背後的科學原理。

北京時間2023年9月21日15時48分，「天宮課堂」第四課在中國太空站如期而至，「太空教師」景海鵬、朱楊柱、桂海潮首次在太空站夢天實驗艙進行太空授課，並向同學介紹了充滿「科幻感」的夢天艙。「夢天實驗艙提供了太空站裏最多的科學實驗設備，它具有13個科學實驗艙的安裝空間，還具備載荷自動進出艙功能」，桂海潮介紹說。

「我們可以把它理解為一個『太空煉丹爐』」，航天员朱楊柱幽默地介紹夢天艙的高溫材料科學實驗艙。他說，微重力條件是進行材料科學研究的寶貴條件，第一批在「煉丹爐」裏接受高溫考驗製備的材料，已隨着神舟十五號航天员返回地面，其中有一種材料具有非常好的柔性性能，非常適合製作新型的晶體電子器件，有希望推動半導體技術的進步和升級換代。

「同學們，你們知道世界上最冷的地方在哪裏嗎？」「太空博導」桂海潮介紹夢天艙的超冷原子物理實驗艙。他說，實驗艙可以製備出地面無法實現的溫度、接近絕對零攝氏度的超低温物質，這種物質的原子會呈現特殊的狀態，更好地探索量子力學的奇異世界。

夢天艙中高精尖實驗艙，如果出現問題怎麼辦？桂海潮介紹，科研人員還在夢天艙專門設計了太空站裏的太空維修工廠。「就是這一台在線維修裝調操作櫃，配置了一款小機械臂，一款VR眼鏡以及一個可移動的維修平台，用多種手段來輔助我們完成對載荷的裝配、維修、清潔等精細操作」，桂海潮說。

48分鐘授課 五地面課堂實時互動  
在約48分鐘的授課中，「博士乘組」演示了球形火焰實驗、奇妙「乒乓球」實驗、動量守恒實驗以及又見陀螺實驗，並生動講解了實驗背後的科學原理。此外，他們還通過視頻通話形式與地面課堂師生進行了實時互動交流。

據介紹，此次天宮課堂在北京、內蒙古、浙江、安徽、陝西設置五個地面課堂，北京地面課堂地點設置在北京航空航天大學體育館內。據媒體報道，不少航天员桂海潮的學生也來到了北京地面課堂的現場。桂海潮的博士生王世傑說，這次太空授課實驗的科學性更強，尤其陀螺實驗內涵特別豐富，都與航天器動力學與控制相關，「有一種導師在太空給我們補課的感覺」。



◆在北京航空航天大學，學生們正在收看「天宮課堂」第四課。圖為航天员演示奇妙「乒乓球」實驗。

## 天宮課堂實驗介紹及其原理

### 球形火焰實驗

◆展示在太空站中蠟燭的燃燒與地面的區別。太空站的蠟燭火焰呈近似球形，地面上豎直狀態下蠟燭的火焰呈錐形。這是因為地面有重力，燃燒後熱氣上升冷氣下降形成了浮力對流，因此，蠟燭的火焰呈錐形。太空站微重力環境幾乎消除浮力對流，燃燒後的氣體向各個方向運動的趨勢相同，因此不管蠟燭朝向哪一個方向，其火焰都呈近似球形。

### 奇妙「乒乓球」實驗

◆在微重力環境下，用普通乒乓球拍擊打水球，水球直接沾到球拍表面；將乾毛巾包裹住球拍再擊打水球，水球像乒乓球一樣彈起來。通過這一實驗，展示出水的表面張力及疏水材料結構特性。

### 動量守恒實驗

◆演示不同質量鋼球的質心碰撞現象，使用同樣質量的鋼球和不同質量的鋼球進行碰撞，展示出微重力環境下的動量守恒定律。

### 又見陀螺實驗

◆微重力環境下，當陀螺自轉時，如果改變陀螺的方向，人的身體也會轉身。這顯示出，陀螺快速自轉，具有了比較大的角動量，再改變陀螺方向時其角動量就產生顯著變化。這一原理可以應用在太空站，在太空站上使用的一種特殊裝置，控制力矩陀螺高速自轉，就具有非常大的角動量，當改變控制力矩陀螺方向的時候，可以對太空站施加很大的力矩，從而改變太空站的姿態。  
整理：香港文匯報記者 劉凝哲

**Q：太空站上能看見太空垃圾嗎？針對太空垃圾，太空站採取了哪些防護措施？**

**航天员景海鵬：**我們通常把太空垃圾叫做太空碎片。它們確實存在，而且還不少，對我們太空站的危害也不小。其實和大家一樣，我們也非常好奇，經常通過太空站的舷窗去看，甚至還用望遠鏡去找，但到目前為止，還沒有發現太空垃圾的踪影。地面科技人員會利用科技手段時刻盯着它們的一舉一動，一旦對太空站有威脅，就會採取軌道機動等措，進行主動規避。同時，中國太空站還有一些特殊的防護裝備，就好像穿了一副鎧甲，即使碰到太空碎片也會安然無恙。

**Q：在太空站看到的太陽與地球有何不同？**

**航天员朱楊柱：**在太空站裏看地球，看到的地球確實是圓的，而且比在飛機上看到的更加遼闊更加壯觀。另外有一點，在太空站看到的雲似乎都是雪白的。在地面上看，則會有白雲，會有烏雲，還有各種彩雲等等。在太空站裏看太陽，不敢看也不能直接去看，因為沒有大氣層遮擋，陽光變得特別耀眼、強烈，比在地面強得多。出艙活動時，如果是陽照區，必須使用特殊的防護面窗，防止眼睛被灼傷。

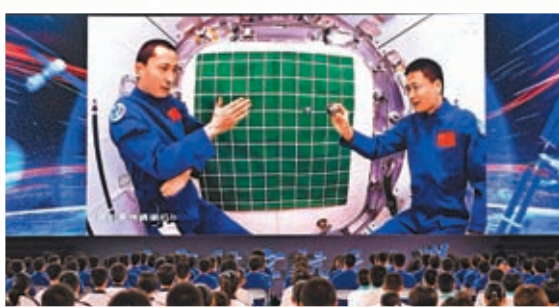
**Q：如何對抗失重對人體的不利影響？**

**航天员朱楊柱：**科研人員精心設計了各種有效的防護措施和方法，比如企鵝服、梯度加壓褲等等，另外我們每天都會進行體育鍛煉，大的設備有太空跑台、太空單車等；小的設備有拉力器、握力器、呼吸鍛煉器等，這些設備都可以讓我們有效地防止肌萎縮和骨丟失，對抗失重帶來的不利影響。

**Q：如何判斷太空站的姿態和軌道變化？**

**航天员桂海潮：**太空站在太空當中飛行不像汽車在路上有路標可以參考，但是太空站上有特殊的敏感器，比如地球敏感器、太陽敏感器等等，這些敏感器就像一雙雙敏銳的眼睛，可以準確地測量地球、太陽、恆星的方向，從而就可以確定太空站姿態。在地面打開手機可以用北斗來定位，太空站上也裝了北斗定位設備，用來確定太空站當前的軌道位置。此外，太空站在太空當中的飛行是有軌道力學的特定規律，用軌道力學的方法，不僅可以知道太空站現在在哪兒，還能預告出它接下來要飛到哪兒，航天员只需要打開儀表，太空站所有的信息就都一目了然。

## 授課「行雲流水」 自製乒乓球實驗



◆航天员正進行動量守恒實驗。



◆貴州省黔南州學生在收看「天宮課堂」第四課中航天员進行的球形火焰實驗。

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）21日的天宮課堂，是「博士乘組」的太空教課首秀。「他們的表現可以用行雲流水、圓滿成功來形容」，中國航天员科研訓練中心助理研究员石玉生說。他還透露，9月21日神十六乘組展示出的奇妙乒乓球實驗，並不是地面設計的方案，而是「博士乘組」在太空自主探索，利用在軌材料自製的方案，可以看到神十六航天员「非常專業，能力非常強」。

石玉生在接受央視採訪時表示，這次天宮課堂中，將在太空站點燃第一根蠟燭，這存在一定的風險。為此，地面科研單位針對項目、教具的設計，到燃燒產物的分析，以及對環境的影響等方面都進行了大量的分析和實驗。在航天员進行在軌驗證時，地面也進行了全程密切

的監視和分析，確保航天员和太空站的絕對安全，最終在課堂中呈現出了精彩的球形火焰。

此次天宮課堂直播課，畫面、語音都格外清晰，真正堪稱天地同步。在這背後，是多顆中繼衛星在保駕護航。專家透露，中繼衛星就相當於通信基站，其傳輸速率非常高，不僅能夠實現天地通話，太空站與地面的通信時延也越來越小，使地面學生能向航天员進行實時提問。

目前，神舟十六號乘組的任務已進行大半。石玉生表示，神舟十六號乘組入軌後先後順利完成太空會師、出艙活動、貨物進出艙等重大任務，並開展了大量實驗項目。後續，乘組將繼續開展站務管理、在軌維修維護以及大量的實驗項目。