

最小的一滴水有多少个水分子

一滴水大约为0.05 毫升，约10 万亿个水分子。半滴水0.025 毫升，5 万亿个水分子。那么，半滴水还算一个水滴么？如果半滴水算，那半滴水的半滴呢？如此细分下去，终点将是一个水分子。那么，一个水分子能算是一滴水么？如果不算，那最少要多少个水分子才可称为一滴水？

2020 年年底，发表在英国皇家化学会旗舰期刊《化学科学》上的一项研究，报告了答案：米兰理工大学的科学家发现，21 个水分子组成的分子团，与宏观的一滴水的光谱基本吻合。也就是说，最少需要21 个水分子才可以组成一滴水。

■光谱让水分子说话

我们不妨从一个水分子的视角，来思考这个问题：假设在一滴水中随机挑选一个水分子，我们叫它 W。尽管 0.05 毫升的一滴水中大约有 1021 个水分子，但真正围绕在 W 周围的水分子并不多。

我们把 W 转移出来，在其周围不断增加水分子，直到 W 觉得，周围的水分子似乎跟之前一样多了。此时 W 相信，自己处在一滴水中。于是 W 和增加的

水分子这个整体，就可以被定义为最小的一滴水。这一过程被称为 W 的溶剂化。

但 W 究竟是怎么想的，我们并不知道。得想个办法让 W 告诉我们，它不是在一滴水中。

幸运的是，水分子每时每刻都处于不断的运动当中，这被称为分子振动。每一种分子振动的能量不同。我们可以用光谱学方法，来侦测各类振动的频率，就如同耳朵听不同频率的声音一样。

水分子的振动光谱与其周围的其他水分子密切相关。我们可以利用光谱学这一工具来观察，随着周围水分子个数增加，W 的分子振动如何变化。当 W 的分子光谱与宏观上水滴的光谱一致时，我们也就找到了最小的这滴水。

不过，科学家迄今还没有掌握在一个水分子周围精确增加水分子的技术，而且一个水分子的分子光谱信号太弱，根本没有办法侦测到。科学家发现，通过计算机建立模型，就可以模拟得到在 W 周围添加水分子时，它的光谱如何变化。

化学中对分子的模拟主要有两个方向。一个方向是利用量子力学方法模拟系统中每一个分子，包括分子中每

一个原子、电子的量子相互作用，计算量巨大，这种方法主要用于研究分子的静态特性。另一个方向是利用分子动力学方法，将分子想象成刚性原子用弹簧连接而成，分子之间的作用主要考虑静电相互作用，计算量小，可以方便模拟分子振动这样的动态过程。

W 的分子振动自然是动态过程，需要使用分子动力学方法来实现。另一方面，因为水分子之间是氢键相互作用，又不得不同时考量量子力学效应。因此，化学家将两种方法结合，来计算 W 的光谱信息。

■寻找最小的水滴

米兰理工大学的化学家在对比光谱学计算与实验测得的光谱后发现，当 W 周围有 4 个水分子（即 5 个分子组成的团）时，它的外围已经包裹了一层完整的水分子层，分子光谱也与一滴水的光谱比较接近，但还有一些偏差。

他们进一步增加 W 外围水分子的个数，发现当有 20 个水分子，即形成 21 个水分子的分子团时，计算得到的 W 分子光谱与实验值吻合得很好。这说明 W 此时已经认为自己真的在一滴水中了。于是，研究人员得出结论：最小的

水滴由 21 个水分子组成。

从极小到极大，现代科学关注自然各个尺度的现象。一方面，科学家不断将研究目标缩小，小到原子核内部的质子、夸克；另一方面，也不断将研究目标放大，大到整个星系、宇宙。而在这小和大的中间，存在许多跨尺度的有趣现象。

比如，21 个水分子组成的纳米尺度下的一滴水，在一定程度上具备宏观上一杯水的特征。又比如，厚度仅为一层碳原子、径度却可延展到几米的石墨烯，具有优异的电学、力学性能。另比如，电子转移仅需 10~12 秒，但电池充电却需要数小时。这些跨越时空尺度的问题，沟通了物质的微观组成与宏观性质。

而微观和宏观的界限在哪里，常常不是那么分明。比如在一块晶体中，晶胞可以被认为拥有晶体很多宏观性质，但多少个-CH2-重复出现才能算一个聚乙烯分子，似乎就很难严格定义了。因为水是生命体系最重要的溶剂，也是很多化学和物理变化的介质，我们找到水分子到宏观水滴的这个界限，或许可以帮助更好地认知和模拟生命体，理解更多的化学物理过程。

（科普中国）

出生时即可预判发育潜力 基因芯片 精准筛选肉牛良种

在陕西杨凌农业高新技术产业示范区郊外的西北农林科技大学畜牧教学试验基地，值班人员李建奇走过一间间牛栏，把青贮饲料拨进槽里。这时，一只只健壮的黄牛纷纷探出头来，伏下身子享用美餐。

“最近正是黄牛换毛的时节，也是摄取营养的关键时期，别看它们一天吃得多，但贴膘慢。”李建奇说，值守人员在春节期间不仅要保证牛的安全，还得实时监测健康状况并加以记录。

他告诉记者，目前在基地里生活的400多头黄牛，并不是一般意义上的肉牛，而是经过基因选型的秦川牛肉用新品系种公牛、基础母牛以及良种犊牛。它们身上既沾着地气，也带着高科技，凝聚着国家肉牛改良中心长期以来的智慧结晶。

国家肉牛改良中心在2008年成立于“中国农科城”杨凌，但其相关研究最早可追溯到1956年，养牛学专家邱怀率团队在陕西省对我国黄牛的代表品种秦川牛进行调研，开创了新中国黄牛品种选育改良的先河。

受制于我国肉牛科研起步较晚、起点较低等因素，中国黄牛的肉用选育和改良水平长期落后于欧美和日本，肉牛良种率低、出栏率少等问题长期得不到解决。同时，我国黄牛遗传改良长期依赖国外种牛或冻精，造成了品种混杂、受制于人的局面。

本土黄牛保种事关产业安全。围绕秦川牛选育改良目标，国家肉牛改良中心将传统育种手段与现代生物技术相结合，于2005年启动的肉牛重要经济性状功能基因组学研究在近期取得了突破性成果。科研人员首次解析出了中国黄牛的遗传多样性和起源进化，并研发出首个中国黄牛高密度SNPs芯片，打破了国际基因芯片在该领域的垄断。

国家肉牛改良中心主任鲁林森表示，芯片的问世提升了中国黄牛肉用选育工作的效率及精准性，突破了国内肉牛良种以往选种难、速度慢和育种周期长、成效差等技术难题。

“现在利用高密度芯片进行基因分型，我们能够在牛出生时就对其未来的生长发育潜力和种用价值进行科学预判，把选种认定的时间从原来的3至5年缩短到3个月内。”西北农林科技大学动物科技学院副教授王洪宝说。

同时，通过将基因型选择和表型选择结合起来，以秦川牛为代表的中国黄牛的 生长速度也可以提升将近一倍，有利于解决国内肉牛生长速度慢、养殖效益低等问题。

“在科研人员的共同努力下，中国黄牛选育改良和新品种培育工作的短板正得到改善，牵住了肉牛改良科技的‘牛鼻子’，将有助于中国黄牛打一场翻身仗。”鲁林森说，国家肉牛改良中心将争取在肉牛选种和育种领域早日实现独立、自主、可控，在牛年、在未来培育出更多更好的中国牛。

（据中国科技馆）



太倉市科学技术协会

光学波段信号可当探测大气逃逸探针

中国科学院云南天文台与美国亚利桑那大学研究人员合作，发现光学波段的信号可以作为探测热木星大气逃逸的探针。国际著名期刊《天体物理杂志快报》发表了这一成果。

早在2003年，人们通过观测远紫外波段的信号，发现离主星很近的热木星大气中处在低能态的较冷氢原子以一种剧烈的形式向外逃逸。这种逃逸可对行星演化造成严重影响。

“近几年，人们在光学波段成功探测到行星大气中较热氢原子对主星遮挡时产生的微弱吸收信号，如氢

的光学波段透射光谱。”云南天文台研究员郭建恒说，然而研究者一直缺乏有力的模型，来论证这些较热的氢原子产生的吸收信号与大气逃逸之间的关系。

郭建恒与博士研究生闫冬冬以及亚利桑那大学博士黄辰亮等人合作，基于自主开发的流体动力学逃逸大气模型和辐射转移模型，在细致地计算了冷热氢原子的分布后，模拟了热木星 WASP-121b 在不同观测时刻光学波段透射光谱的数据。研究表明，这颗行星周围存在数量巨大的

逃逸中性氢气体，每年损失物质以10 万吨计。这些被行星抛射的物质中，热氢原子的速度比声速更快，并造成了光学波段的吸收。这也说明，光学波段的信号可以用作探测大气逃逸探针。

进一步研究发现，行星大气在不同时刻的吸收水平变化，反映了主星不同的活动特性，恒星更强的活动水平可导致行星大气更深的吸收。这一发现有助于更好地理解主星活动性对行星大气逃逸的影响。

（科技日报）

6亿年前 深海动物首次拥有了“吸氧自由”

距今5.38亿~6.35亿年前，深层海水或许已经开始大规模氧化，这段时期海洋中出现了大量复杂多细胞生物，被认为是地球生命演化的关键转折时期。但是，过去的研究却一直认为当时的深海仍然缺氧。

2月初从中国科学院南京地质古生物研究所获悉，该所王伟副研究员等人的最新研究成果显示，距今5.38亿~6.35亿年前的深层海水可能已经开始大规模氧化，相关成果1月底在线发表于国际知名期刊《地质学》。

氧气是复杂多细胞生物得以生存和繁衍的重要条件之一。现代海洋中从浅水至深水有足够的氧气可以供动植物生存需要，比如在西太平洋深达11000米的马里亚纳海沟，已确认在约8500米处发现鱼类等动物生存，但在5亿年前的古海洋却并非如此。

一般认为，显生宙（大约5.4亿年前至今）植物完全出现后，现代氧化海洋的雏形才完全形成，之前的海洋环境总是在氧化与缺氧之间反反复复。

近年来，科学家已在埃迪卡拉纪地层中找到大量由复杂多细胞生命组成的化石生物群，例如：华南扬子地台的“蓝田生物群”“瓮安生物群”“庙河生物群”“石板滩生物群”等。复杂多细胞生物的生命活动需要消耗大量氧气，它们的出现代表着当时海洋

环境中含氧量的增高，但是这却与过去的研究结果相反。

南京地质古生物研究所王伟副研究员、关成国助理研究员和周传明研究员等与中国科学院地质与地球物理研究所同事合作，利用黄铁矿硫同位素原位微区分析方法，并结合岩石学和矿物学分析，揭示了埃迪卡拉纪海洋中的硫酸根库容量比先前估计的要高，表明当时深层海水可能已经开始大规模氧化。

硫同位素方法是恢复古海洋环境的重要手段之一。地质历史时期古海洋环境的恢复多借助于地球化学手段，硫同位素是其中最常用的地化指标之一。在大气含氧量普遍较低的情况下，陆源硫酸根离子是海洋的重要氧化剂，对古海洋深水区的氧化起到关键性作用，充足的硫酸根库是古海洋深水氧化的重要前提。

地质历史时期古海洋中的硫酸根浓度无法直接测得，其浓度水平一般用古海洋中硫同位素分馏程度来表征。王伟认为，以往传统硫同位素方法的应用多采取全岩分析手段，缺乏系统的岩石学和矿物学分析，并未充分考虑沉积硫化物（例如黄铁矿）形成过程及其后期成岩作用的复杂性。早期的方法有可能导致所提取的古海水中的同位素信号叠加了其他介质（例如孔隙水、成岩后期的地下水体）的信号，致使我们对当

时海洋水体的氧化还原状态的认识产生偏差。

研究人员以新鲜的蓝田岩芯样品为研究对象，把岩石标本进行仔细的切片抛光，在光学显微镜下仔细观察黄铁矿的形态特征，发现黄铁矿具有不同的形态特征。他们又运用扫描电镜，在微米尺度下对黄铁矿的形态进行观察，并运用SIMS质谱，对黄铁矿原位微区同位素组成进行打点测试。

在实验数据基础上，研究团队运用数学模型，初步估算了当时海洋的硫酸根浓度的低估值，得出这样的结论：埃迪卡拉纪深水区的硫酸根浓度此前被严重低估，海洋中的硫酸根库容量可能已经足够满足深层海水的氧化，这表明古海洋深层海水在“雪球地球事件”结束后可能已经开始了大规模氧化，从而为复杂多细胞生命的发展提供了保障。

这项研究成果，从新的视角推翻了以前关于埃迪卡拉纪古海洋深水氧化能力的研究，认为6亿年前的古海水深水区已经有发生大规模氧化的能力，这为深水复杂生命的出现提供了有利保障，也在一定层面上解答了为什么在6亿年前的海洋深水中出现了“蓝田生物群”。同时，本研究指出全岩硫同位素指标在古环境重建中存在一定的局限性，并提供了相应的解决方案。

（人民网）



宇宙是如何膨胀的？ 科学家准备吹“泡泡”找答案

在我们视线之外，世界是什么样的？这个问题似乎没有答案。一些科学家的猜想是：我们的宇宙是一个膨胀的气泡，并且宇宙之外，还有更多的泡沫宇宙。它们都存在于一个永恒膨胀、充满能量的海洋中，这个海洋便是多重宇宙。

一些物理学家接受多重宇宙这一说法，认为它可以解释为什么我们的宇宙与众不同，而另一些人拒绝接受这一理论，因为它仅仅预测了可以想象的宇宙，根本无从检验。

现在，各个团队都在寻找新方法来推断宇宙是如何像气泡一样膨胀的，以及这些泡泡相互碰撞时会发生什么。

随机量子事件或导致了宇宙诞生

20 世纪 80 年代初，物理学家在研究宇宙如何开始或停止暴涨的时候发现，尽管我们的宇宙或其他宇宙可能已经停止暴涨了，但量子效应应该会让大部分空间持续膨胀，这被称为永恒暴涨理论。

气泡宇宙与周围环境的差异，归根结底体现在空间本身的能量上。当空间尽可能空旷，不可能损失更多能量时，就达到了物理学家所说的“真真空”状态。想象一个放在地板上的球，是不可能继续下落的。但系统也可以有“假真空”状态，设想一个球放在桌子上的碗中，球可以滚来滚去，同时又多或少停留在原地。但若施加足够大的震动，可以让球掉落地上——达到真真空状态。

在宇宙学中，宇宙同样会陷入假真空状态，由于随机的量子事件，微小的假真空会偶尔松弛成真真空，而这个真真空会像气球一样向外膨胀，吃掉假真空的剩余能量，这就是假真空的衰变，宇宙或许由此诞生。“一个真空的泡泡可能是我们宇宙历史上的第一个事件。”伦敦大学学院的宇宙学家希拉尼亚·佩里斯说道。

但物理学家在预测真空泡的行为上花费了巨大的努力。一个真空泡会变成什么样，取决于无数个微小细节的整体影响。这些气泡变化飞快，壁面向外扩张飞行时达到光速，同时气泡也具有量子力学的随机性与波动性。对于这些过程的不同假设会得出自相矛盾的预测，无法判断到底哪个最接近真实情况。

模拟真空泡实验输给了量子纠缠

包括美国加州理工学院著名理论物理学家约翰·普雷斯基尔在内的研究团队最近从简单的模拟中诱导出了类似真空泡的行为，共同参与研究的阿什利·米尔斯泰德解释说：设置一串约 1000 个箭头，可以朝上或朝下。一串几乎都向上的箭头与一串几乎都向下的箭头相遇的地方，就代表气泡外缘。通过翻转箭头，研究人员可以使气泡外壁移动或碰撞。在特定情况下，这个模型完美模拟了自然界中更复杂系统的行为。研究人员希望用它来模拟假真空衰变和气泡碰撞。

最初，这个简单的设定并没有按实际情况来表现。当气泡壁相互碰撞时，它们完美反弹，没有出现预期的复杂混响或粒子外流（表现为涟漪一样的箭头翻转）。但随着研究深入，团队观察到碰撞的外壁喷出了高能粒子，碰撞越剧烈，喷出的粒子越多。

然而，研究人员发现，当产生的粒子混杂在一起时，它们会纠缠，共享量子态。每增加一个额外的粒子，它们状态的复杂程度就呈指数级增加。

研究人员表示，因为量子计算机本身就是靠量子纠缠来完成计算，所以只有等到成熟的量子计算机出现，关于气泡行为的研究才可能实现突破。

量子计算或者吹一个量子泡泡

英国杜伦大学的物理学家迈克尔·斯潘诺夫斯基和史蒂文·阿贝尔认为，使用一种和真空状态遵循相同量子规律的设备，就可以绕过棘手的计算过程，“这就从理论预测变成了做实验”。

这种设备被称为量子退火机，是一种受限的量子计算机，它通过寻找量子比特的最低能态，专门用于解决算法优化问题。这个过程与假真空衰变相差无几。

阿贝尔和斯潘诺夫斯基利用商用量子退火机 D-Wave，对一串 200 个量子比特进行编程，来模拟一个高能态或低能态的量子场，类似于假真空和真真空。然后他们观察前者如何衰变成后者，最后导致真真空泡的诞生。

这项实验只是验证了已知的量子效应，并没有取得关于真空衰变的新发现。但研究人员希望最终能利用 D-Wave 超越当前的理论预测。

还有一种方法是干脆直接吹泡泡。

接近光速膨胀的量子泡泡没那么容易得到，但在 2014 年，澳大利亚和新西兰的物理学家提出了一种能在实验室制作这种泡泡的方法，即利用物质的一种奇特状态——玻色-爱因斯坦凝聚态（BEC）。一团稀薄的气体冷却到接近绝对零度时便可以凝聚成 BEC，其具有不寻常的量子力学特性，包括能与另一个 BEC 干涉（类似两束激光的干涉）。该团队预测，如果两个凝聚态干涉的方式恰到好处，那么实验人员应该能捕捉凝聚态中生成气泡的直接图像，这些气泡与多重宇宙中假设的气泡相似。

佩里斯带领着一个物理学家团队，研究如何稳定凝聚态混合物，以防止不相关效应导致的崩塌。经过多年努力，她和同事们终于做好了建立原型实验的准备，他们希望未来几年内能吹出冷凝聚态气泡。

如果实验顺利，他们就可以解答两个问题：气泡形成的速度，以及一个气泡的膨胀如何改变附近另一个气泡膨胀的概率。

这些信息将帮助宇宙学家计算出，来自附近气泡宇宙很久以前的撞击，如何导致我们这个宇宙的颤抖。这种碰撞留下的疤痕，可能是宇宙中一个圆形的冷斑。而其他细节，比如碰撞是否会产生引力波，还要取决于未知气泡的具体情况。

（环球科学）