

以古诗词为载体普及物理学

熊万杰^{1*} 郭子政¹ 陈娟²

(华南农业大学电子工程学院, 广州 510640)¹

(上海市建平中学西校, 上海 201204)²

[摘要] 诗词是传统文化中的重要文学体裁形式, 我国当代粒子物理学家们就曾以诗词来反映他们的内心世界和物理学的发展进程。本文以古诗词为载体, 展现了其中描述的自然现象或诗人对自然规律的领悟, 并从现代物理学的角度对其予以解析。这有助于提升物理学普及的趣味性、有效性, 同时对于分析古代科技的成就与局限以及诗词的推广也具有一定的积极意义。

[关键词] 古诗词 自然现象 物理学普及 古诗词推广

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2017.06.011

诗词歌赋是中华传统文化的重要表现形式, 好的诗词, 穿越了时空, 传唱了千年, 沉淀为我们民族文化的基因。古人云:“吟诗喜作豪句, 须不叛于理方善。”^[1] 文学虽然允许虚构、夸张、想象、比喻, 但不违背事物的道理、不背离生活的真实是一些优美诗词作品的重要特征。一些诗词中包含了对自然现象与人类生活实践的描述^[2], 甚至渗透了诗人对自然规律的理解和领悟^[3], 令人叹为观止。而作为自然科学的基础学科, 物理学从它诞生起就一直以探索自然规律为己任。尽管诗词与物理学分属文理科的不同研究领域, 但他们都对自然现象进行描述与分析, 都对社会的发展进步发挥积极作用, 两者之间并不是毫无关联性, 并没有一道不可逾越的鸿

沟。如果以诗词为载体, 用现代物理知识解读其中所描述的自然现象及其背后所蕴含的科学原理, 既能引导人们认知和探索物理学, 提升物理学普及的趣味性、有效性, 又能进一步发掘古诗词的丰富内涵, 促进诗词的推广, 可谓一举两得。

1 古诗词在物理学普及中的作用

从文化的角度来看, 古诗词中描述的自然现象或是赋、比、兴等写作手法的需要, 或是为塑造鲜明的艺术形象作铺垫, 或是为作者触景生情、借景抒情服务。从科学的角度来看, 古诗词中对自然规律的思考与描述来源于人们的生产生活实践, 体现了古人对科学技术的探索, 同时也承载了普及科学的功能。

收稿日期: 2017-09-24

基金项目: 广东省科技计划项目“中华传统文化中的物理学知识和思想探析”(2016A070712014)。

* 通信作者: E-mail: xiongwanyjie@163.com。

以下将从参照物——参考系、杆秤——杠杆原理、茶声——蒸发与沸腾、露珠——表面张力、潮汐——引潮力、雷电——放电现象、彩虹——光的色散、海市蜃楼——光的折射、颜色——眼睛的视觉效果等九个物理学知识点展开，分析古诗词中的相关描述，展示其在物理学普及中的作用。

1.1 参照物——参考系

北宋词人张先（990—1078年）曾作《天仙子》：

水调数声持酒听，午醉醒来愁未醒。送春春去几时回？临晚镜，伤流景，往事后期空记省。沙上并禽池上暝，云破月来花弄影。重重帘幕密遮灯，风不定，人初静，明日落花红应满径。

这首词上阙描述了作者借歌、酒来消愁，但却于事无补，烦恼尤甚。而下阙则表达了百无聊赖之余对酣歌妙舞的府会了无兴趣的心理，尽管似乎有些消极，但词中的“云破月来花弄影”一句却是备受推崇，张先因此有“张三影”的美誉。这句词前半段写月亮破云而出，后半段描述花在忽明忽暗的月光下形成的影子摇曳不定。其中“月来”以云为参考系观察月亮，“花弄影”所选的参考系则又变成了地面。词人从生活经验出发，通过变换参考系，写出了既自然美妙又有物理学意味的优美诗句。

而清朝诗人孙原湘（1760—1829年）在《西陵峡》中写道：

一滩声过一滩催，一日舟行几百回。郢树碧从帆底尽，楚台青向橹前来。

郢是古代中国楚国的都城，在今湖北省荆州市境内。这里的“郢树”与“楚台”对仗工整，都是指西陵峡岸边的景物。诗人以自己所坐的船为参照物，把江边的树描绘成从帆底退去，把面前楚台描述成扑向船橹一样。正是诗人以船为参照物，才有了动、静物体互为颠

倒的写法。这样既写出船行至西陵峡独特的感受，又给读者以新奇的印象^{[2]6}。

1.2 杆秤——杠杆原理

晚唐著名诗人杜牧（803—约852年）在《早秋》中写道：

疏雨洗空旷，秋标惊意新。大热去酷吏，清风来故人。樽酒酌未酌，晚花颯不颯。铢秤与缕雪，谁觉老陈陈？

颯同“颯”，皱眉。铢，最小计量单位，二十四铢为一两。缕雪即雪缕，白色的丝线，这里指代高雅洁净的事物。陈陈，指陈年的粮食，泛指陈旧的东西。全诗大意为：疏雨潇潇，碧空如洗。秋之刚至，气象清新。炎热如酷吏离去，清风似故人来到。举杯欲饮，斟而未斟；晚花折皱，谢而未谢。早秋时节，粮食买卖和丝线贸易正当其时。这首诗的最后两句也可意译为：谁说公平正义和高雅洁净已是陈年旧事？这实质上暗喻着诗人对政治清明之期盼^{[2]16}。

杆秤在这首诗中被赋予了公平正义的人文意义，事实上，它在古代是称重和度的重要工具（如图1），可以将其视为一个杠杆：提纽为支点，提纽到秤钩的距离为阻力臂、到秤砣的距离为动力臂，待测物体对秤钩的作用力为阻力，秤砣对杆的作用力为动力。使用木杆秤称重时，根据被称物的轻重移动秤砣，使砣与物体对提纽形成的力矩相等，秤杆因而保持平衡，此时砣绳对应的杆秤上的星点读数，即被称物体的质量。

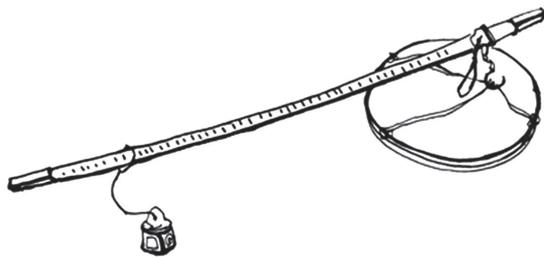


图1 木杆秤

1.3 茶声——蒸发与沸腾

宋代学者罗大经（1196—1242年）有经

邦济世之志，他所编撰的《鹤林玉露》记述了宋代文人轶事，并对前代及宋代诗文的文学流派、文艺思想、作品风格，作过中肯而又有益的评论，有较强的文学史料价值。该书中录有宋代词人李南金的诗作《茶声》：

砌虫唧唧万蝉催，忽有千车捆载来。听得松风并涧水，急呼缥色绿瓷杯。

这首诗实际上详细描述了茶水从加热、快速蒸发到沸腾过程（如图2）。水初沸时如虫声唧唧同鸣，又如万蝉齐噪。二沸如同千辆重载大车驶过。到了松涛骤起，涧流喧豗（撞击），已是三沸，应即注入放好茶末的绿瓷杯中。古人的观察，何等认真与细致！

用壶烧开水时，冷水重而往下沉，热水轻而往上浮，形成一定的环流。在环流过程中水分子相互碰撞，导致出现振动而发声。而气泡上浮至液面后破裂也会产生声音，这是因为由于持续加热，水面下离热源最近的水会先达到沸点，一部分水汽化为水蒸汽，形成气泡，向上运动，并挣脱液体表面的束缚，释放到空气中。在此过程中，水的响声有高低不同的两种：一种是快要沸腾时，水发出非常连续的响声，音调很高，正如“砌虫唧唧万蝉催，忽有千车捆载来”；另一种是沸腾时，水发出“噗噜、噗噜”可辨的断续响声，音调远没有前者的高。这又是为什么呢？原来，水壶盛水前，壶壁上吸附着一层空气，加了水后，这层空气就变成了大量微小的气泡。气泡受到壶壁的吸附力大于气泡自身所受到的浮力，因此它们粘附在壶壁上。当水温升高，气泡受热膨胀，且水温达到70~80℃时包裹住气泡的水蒸发加快，水蒸气渗透进入气泡使其体积明显增大，它所受到的浮力就相应增加。直至浮力大于壶壁吸附力时，气泡就要离开壶壁上升，之后遇到周围的凉水，里面的水蒸气就要液化，使气泡变小或破裂。气泡在水中运动，而且上升

过程中体积大小交替变化非常快，再加上因上下温度不均匀引起的水的对流，使壶里的水处于频率较高的振动状态，进而又经过空气的传播，形成了音调较高的水声。随着不断加热，壶里各处的温差越来越小，水的对流渐渐平息，气泡体积大小交替变化也越来越慢，壶内水的振动也越来越弱。尽管沸腾时气泡在水面上破裂引起了空气的振动，但其频率远不如前者的高，水声的音调也就不那么高了。这就是“开水不响，响水不开”的物理原因。至于其人文意义，则是指真正有本领和水平的人不事张扬，而喜欢自我标榜的人往往能力不济^{[2]85}。



图2 煮水泡茶

1.4 露珠——表面张力

中唐时期的著名诗人白居易（772—846年）曾作七言绝句《暮江吟》：

一道残阳铺水中，半江瑟瑟半江红。可怜九月初三夜，露似真珠月似弓。

该诗语言清丽流畅，格调清新，尤其是后半段写到了江边的草地上挂满了晶莹的露珠，而这绿草上的滴滴清露，很像是镶嵌在上面的粒粒珍珠。这里的“真珠”通“珍珠”，用“真珠”作比喻，不仅写出了露珠的圆润，而且写出了在新月的清辉下，露珠闪烁的光泽。“露似真珠”表明露珠呈球形且晶莹透亮。

无独有偶，另两首唐诗也描写了露珠的圆润（如图3），一首是韦应物（737—792年）

创作的一首五言绝句《咏露珠》：

秋荷一滴露，清夜坠玄天。好来玉盘上，不定始知圆。

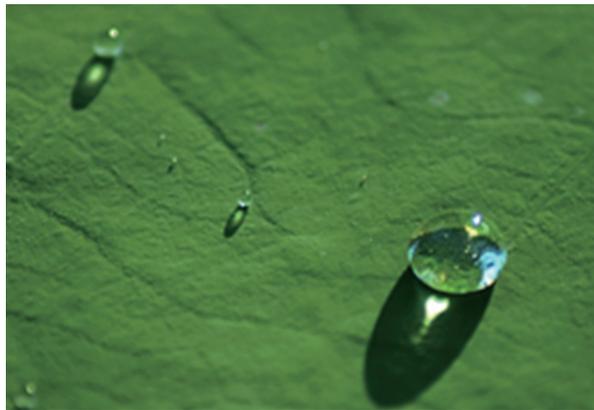


图3 荷叶上的露珠

另一首是羊士谔（约762—819年）的《林馆避暑》：

池岛清阴里，无人泛酒船。山蛭金奏响，荷露水精圆。静胜朝还暮，幽观白已玄。家林正如此，何事赋归田。

露珠之所以是球形的，这是水的表面张力在起作用。在液体表面，由于表面层里的分子向液面内扩散比液体内部分子向表面扩散来得容易，表面分子变得稀疏了，分子间的距离比液体内部大一些，分子间的相互作用整体表现为引力^[4]。因分子间的引力，液体表面就像一张绷紧的橡皮膜，这种促使液体表面收缩的绷紧的力，就是表面张力。正如成语“张弛有度”所体现的，“张”是紧张、绷紧的意思，就像你要把弹簧拉开些，弹簧反而表现具有收缩的趋势。体积相等的各种形状的物体中，球形物体的表面积最小。对于一定体积的露水，由于液体表面张力的作用，其具有收缩到最小面积的趋势，因此，露水会呈现球形。

1.5 潮汐——引潮力

初唐诗人张若虚（约647—约730年）的《春江花月夜》被现代著名诗人闻一多称为“诗中的诗，顶峰上的顶峰”“以孤篇压倒全

唐之作”。该诗的前两句就写道“春江潮水连海平，海上明月共潮生。”这两句诗所描绘的景象就是浩瀚的潮汐带来的滔滔江水，一轮明月悬挂在空中，潮汐和月亮仿佛商量好了一般，同步出现。这其实说明潮汐的形成与月亮的运动有关。的确如此，地球上各处海水受到月球对它的万有引力以及因地球绕地月质心旋转而形成的惯性离心力，人们把的这两力的合力称为引潮力。如图4所示，P是月球，E是地球，Q是地月质心，在引潮力的作用下，近月点A和远月点B处的海水都出现涨潮，分别到达A'和B'处，使本是球形的海平面微微出现纺锤体形状。

此外，唐代诗人白居易在《潮》中写道：

早潮才落晚潮来，一月周流六十回。不独光阴朝复暮，杭州老去被潮催。

这实际上描述了钱塘江一天内有两次高潮，分别为早潮和晚潮，若按30天计，一个月中就有60次高潮。这是因为随着地球的自转，一个地方一昼夜会有两次靠近和远离月球，形成两次高潮。

而北宋诗人陈师道（1053—1102年）在《十七日观潮》中写道：

漫漫平沙走白虹，瑶台失手玉杯空。晴天摇动清江底，晚日浮沉急浪中。

意思是说，涌上来的潮水向一道白色的长虹，奔腾汹涌，好似天上瑶台的水被泼向人间。这其实是因为海水涨潮倒灌进钱塘江的入海口，受到河床的约束，排山倒海般层层相叠，掀起巨大的波澜。而且一般而言，农历八月十六日至八月十八日潮涌最大，因为这一时间段太阳、月亮、地球几乎在一条直线上，海水受到的引潮力最大。这里需要说明的是，尽管太阳对海水的引力是月亮对海水的引力的180倍，但月球的引潮力是太阳的2.3倍，原因在于引潮力与距离的立方而不是平方成正比^[5]。

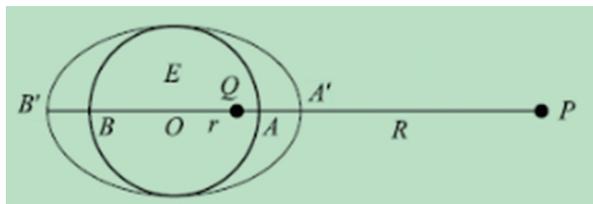


图4 引潮力示意图

1.6 雷电——放电现象

晚唐诗人李洞的诗作《华山》通过对大自然风云变换的描述，有声有色地勾画出华山的千姿百态：

碧山长冻地长秋，日夕泉源聒华州。万户烟侵关令宅，四时云在使君楼。风驱雷电临河震，鹤引神仙出月游。峰顶高眠灵药熟，自无霜雪上人头。

华山海拔 2 154.9 米，挺拔屹立于海拔仅 330~400 米渭河平原，北临咆哮的黄河，南依秦岭，是秦岭支脉分水脊北侧的一座花岗岩山。这首诗介绍了华山的四季风光，及其高、奇、险、峻的特点。尤其是“风驱雷电临河震，鹤引神仙出月游”一句，指出了因风的驱动产生了雷电，而雷电带来了如此壮观的景象，以至于震动山河，从而把华山磅礴的气势与雄伟的气魄体现得淋漓尽致。

雷电是一种自然放电现象。一般而言，因气候和光照等原因，地表水吸收热量后汽化为水蒸气。水蒸气随着热空气上升，与高空中的冷空气相遇后产生对流，吸附空气中游离的正离子和负离子，并在地球电场的作用下，凝结成大量带电的小水滴和小冰粒，形成带电积雨云。若水珠和冰粒体积增大，就会下落到地上成为雨滴和冰雹。在大气层的对流圈附近，随着风的驱动，积雨云对流发展越来越旺盛，云与云之间的碰撞加剧，它们分离、组合成分别带正电和带负电的不同云块。随着异种电荷的不断积累，不同电极性云块之间的电势差不断增大，当电势差达到 250 万~300 万伏时便会击穿云层或空气进行放电，瞬间形成强烈的弧光和火花，

这就是我们看到的闪电。在闪电通道中电流极强，电能转化为热能，空气受热急剧膨胀，气压突增，随之发生爆炸的轰鸣声，这就是雷声。

1.7 彩虹——光的色散

《诗经·邶风》第七篇《蟋蟀》中写道：“蟋蟀在东，莫之敢指。”“朝隰于西，崇朝其雨。”“蟋蟀”就是虹的别称。“莫之敢指”，字面意思是“没人胆敢将它指”，实际上指晴天对着高照的太阳看可能会灼伤人眼。隰，“升起”的意思。“崇”通“终”，“崇朝”即整个早上。这几句意思是说，暮虹出现在东方，次日就会是艳阳高照的晴天；朝虹出现在西方，整个早上都会是蒙蒙雨的天气。这实际上是古人对生活经验的总结。人必须背对太阳时，才能看到太阳光因穿过云层和空气中的小水滴而形成的主虹，因此暮虹在东，此时太阳在西，云层在东；朝虹在西，此时太阳在东，云层在西。所谓“东边日出西边雨”，人们根据云层厚度及其所在的位置判断天气的情况。

而毛泽东（1893—1976 年）在《菩萨蛮·大柏地》也写到了彩虹：

赤橙黄绿青蓝紫，谁持彩练当空舞？雨后复斜阳，关山阵阵苍。当年鏖战急，弹洞前村壁，装点此关山，今朝更好看。

这首词是毛主席 1933 年重返江西瑞金市北部的大柏地，想起四年前在此处金戈铁马的往事而写就的。其中前两句意思是说：天空中有赤橙黄绿青蓝紫七种颜色，是谁又在手持这彩虹临空舞蹈？这实际上是说彩虹有红橙黄绿青蓝紫七种颜色。从物理学解析，这正是太阳光的色散现象。太阳发出白光，而白光是一种复合光，由红橙黄绿青蓝紫七种单色光组成。不同色光进入同一种介质，波长小的频率高，介质的折射率随之变大，这使入射光的折射能力增强，在入射角

相同时，相应的折射角也大。红光的波长最长，紫光波长最短，因此紫光的折射角最大，红光最小。于是，太阳光经过折射之后原本混合在一起的白色光被分离成七种颜色。

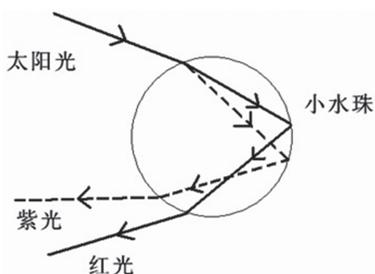


图5 小水珠对太阳光的色散

如图5，太阳光照射到由大量小水珠组成云层时，由于光在小水珠内被反射，观察者看见的光谱应该是倒过来，红光在最下方，紫光在最上方，其他颜色居中，而且入射太阳光与色散光呈 $40^{\circ}\sim 42^{\circ}$ 。但是，人们看到的彩虹多为弧形，且外侧为红色，紫色居于最内侧，这是为什么呢？原来，彩虹是多个小水珠对太阳光色散的结果，因空间的广阔，人眼只能观察到某个水珠散射出来的一种色光。也就是说如果人眼看见了甲水珠散射的紫光，那么它散射的红光位于紫光的下方且相距较远而不能为该处的人眼所探知（如图6）。人眼看到彩虹中的红色，来源于位于甲水珠上方的乙水珠的散射，因此人们发现彩虹的外侧是红光，内侧是紫光^[6]。又因为排列成弧形的水珠散射的同一种色光能为人眼感知，所以彩虹成弧形。

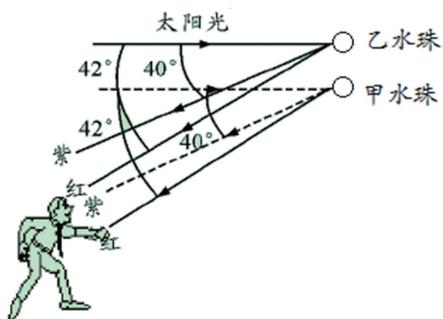


图6 人眼看到的彩虹颜色次序^[7]

1.8 海市蜃楼——光的折射

宋代大文豪苏轼（1037—1101年）在《登

州海市》中写道：

东方云海空复空，群仙出没空明中。荡摇浮世生万象，岂有贝阙藏珠宫。心知所见皆幻影，敢以耳目烦神工。岁寒水冷天地闭，为我起蛰鞭鱼龙。重楼翠阜出霜晓，异事惊倒百岁翁。人间所得容力取，世外无物谁为雄。率然有请不我拒，信我人厄非天穷。

登州即为现在的山东蓬莱一带，这首诗描述的就是在此处出现了海市蜃楼现象，苏轼在诗中认为这种现象是人的视觉所产生的一种幻境。“海市蜃楼”现在已经是一个成语，比喻虚幻的事物；蓬莱附近的海域就是古代神话小说《八仙过海》中“海”的所在地。

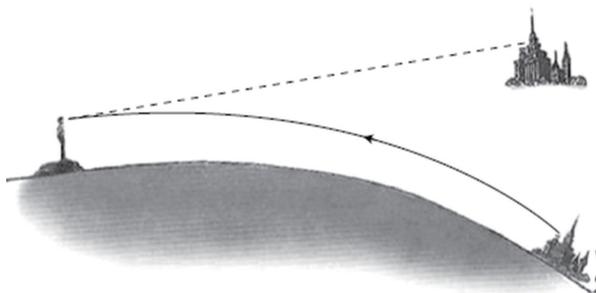


图7 海市蜃楼（上蜃）

元代马钰（1123—1183年）也曾作《蓬莱客·咏海市》：

灵烟漠，红光紫雾成楼阁。成楼阁，鸾飞凤舞，往来琼廓。神仙队仗迎丹药，虚无造化龙生恶。龙生恶，蓬莱三岛，横铺碧落。

这就进一步表示海市蜃楼是幻境了，人们看到了空中楼阁，甚至看到了列队的神仙等，后者是因为当时人们无法了解其中的原理而进行的臆测。事实上，山东蓬莱与辽宁大连隔海相望，古人在蓬莱看到的似乎浮在天上的景物，实际上就是大连的某些景象。具体而言，海市蜃楼中出现的“物体”是地球上真实的物体所成的虚像，人们看到其所处的位置并非对应真实物体所在的实际位置。如图7所示，在炎热的夏季，海平面上方的气温较高而空气密度小，其折射率也小，而因海水蒸发等原因，紧贴海面的空气温度较低

而密度较大，其折射率也大^[8]。这就导致远处的景物反射出来的光线射向空中时，在海平面附近不再是一条直线，而是不断被折射而发生偏折后射入人眼，人们逆着光线看过去，感觉物体在该光线切线方向（即虚线）上，就会看到远方景物的虚像悬在空中，这就是人们看到的“上现蜃景”。

而艳阳天之时，人们在公路上骑车，发现在远处伸展的路上出现了一汪水，开到近处却发现路面很干燥，这就是海市蜃楼的下蜃现象。如图8，当路面很热的时候，路面附近的空气温度高、密度低、折射率小，其上的空气相对较冷、密度高、折射率大。空气层的折射率不一样，光通过时会发生折射，光线从天空中到达地面附近后先向下弯曲进入到路面上的炎热空气区域，之后向上弯曲沿偏折的路径入射人眼^[9]。人们所看到的公路上的潮湿地方，实际上是沿着折射光线的切线方向看到路面时形成的，它是天空中某处景象的虚像。

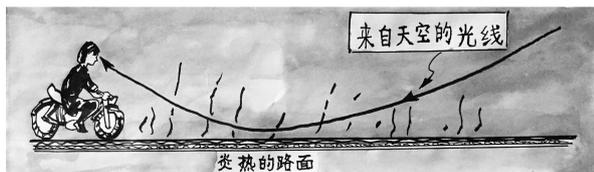


图8 海市蜃楼（下蜃）

1.9 颜色——眼睛的视觉效果

唐代诗人崔护（772—846年）曾写过一首《题都城南庄》：

去年今日此门中，人面桃花相映红。人面不知何处去，桃花依旧笑春风。

诗人在郊外春游时偶遇一位姿色艳丽、风姿婉约的女子。一年后因思念之心日盛，再去寻访，桃花依旧，但人面杳然。诗人无限怅惘间，写下这首诗。“人面桃花相映红”，诗人记忆中那位姑娘的脸和桃花相映，光彩照人，美丽非凡。桃花和人脸“相映红”的原因，从人文的角度分析，也许是姑娘因爱

慕得不到回应感到羞涩、期待而脸红；也许是因为在诗人的眼中，姑娘的脸在桃花的映衬下显得娇羞可人、令人陶醉。从物理学上看，在“桃花红”的氛围中，人脸发射出的红光为诗人所感知。当光线照射时，物体的反射光进入人眼形成视觉效果，我们就说看到了这个物体。光对不同物质的反射能力，会导致人眼感觉到不同的颜色。同一种光线照射下，因对色光具有不同的吸收与反射能力，物体发射出来的光颜色不同，眼睛就会看到不同的色彩。白花不含色素，细胞组织会将组成白光的赤、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种色光全部反射出来，人们看到的便是白花。有些花的细胞液里含有色素，其主要成分是类胡萝卜素或花青素。不同种类的类胡萝卜素能使花显出黄色、橙黄色、橙红色等；而花青素在不同的酸碱反应中显示出不同的颜色，它在酸性溶液中呈现红色，在碱性溶液中呈现蓝色，在中性溶液中呈现紫色。桃花中含有酸性的花青素，它吸收除红光外的其他色光，而唯独把红光反射出来为人眼所探知，人们看到的便是红花。桃花与人脸“相映红”是因为当太阳光照射到桃花上时，其他色光被吸收，只剩下红光反射出来又照到离桃花不远的人脸上，构成了一幅相映成趣的美景。

2 物理学在理解古诗词中的作用

古诗词是传统文化世界里一座瑰丽的艺术殿堂，它既是知识的宝库，又是思想的源泉、故事的摇篮^[10]。从物理学的角度分析古诗词，有助于进一步了解诗词的意境、体认诗词的特点、领悟作者的创作意图。这既有助于诗词的推广，又契合文化创新的需要。以下分析诗词名句“日照香炉生紫烟”和“春来江水绿如蓝”，例证现代物理学在理解古诗词中的作用。

2.1 日照香炉生紫烟

人们对李白（701—762年）的《望庐山瀑布》耳熟能详：

日照香炉生紫烟，遥看瀑布挂前川。飞流直下三千尺，疑是银河落九天。

全诗对庐山瀑布的美丽景色做了深入刻画，第一句中的“香炉”指香炉峰；“紫烟”指日光透过云雾，远望如紫色的烟云。但是，从现代物理学的角度分析，这里的“烟”应该为“雾”。根据此诗的意境，经过一晚上的积累，香炉峰上云雾缭绕，湿度很大。日照香炉，让香炉峰上产生了大量的水蒸气，水蒸气升空过程中，遇到较冷的空气，凝结成小水滴漂浮在空气中，形成“雾”。从科学意义上讲，“烟”是指固体小颗粒，因此此诗描绘的“烟”实则是“雾”。另外，早上香炉峰的“雾”应该是白色，而不是紫色。当光线通过不均匀介质向各个方向再发射时，出现光的散射。玉宇澄清的时候，人们看到的天空是蓝色的，这是因为频率高的可见光被大气中的氮气和氧气散射得非常多，而且人的眼睛对蓝光较为敏感。这种散射叫作瑞利散射，散射微粒的尺度小于光的波长，散射光的强度与入射光频率的四次方成正比。但是，早上的香炉峰水蒸气含量比较大，周围的空气处于高湿度状态，水蒸气分子的数量大于氧分子、氮分子，它们凝结成雾滴后，其尺度大于入射光的波长，散射光的强度与入射光频率的依赖关系变得不再明显，这种散射称为米氏散射。此时较低频率的光（比如红、橙、黄光）也被强烈散射，也就是说各种颜色的光都被散射，形成复合光，天空看起来发白。因此，诗中的“紫烟”应为“白雾”。

那么诗中所言的“紫”，究竟是怎么回事？要考证清楚这个问题，我们不妨先来搜索包括“紫烟”一词的诗句：

外发龙鳞之丹彩，内含麝芬之紫烟。

[晋]谢灵运《拟行路难》
相期红粉色，飞向紫烟中。

[隋]江总《箫史曲》
借问吹箫向紫烟，曾经学舞度芳年。

[唐]卢照邻《长安古意》
列室窥丹洞，分楼瞰紫烟。

[唐]王勃《三月曲水宴得烟字》

即便是李白自己，在他的另一首作品《古风》中也写道：“金华牧羊儿，乃是紫烟客。我愿从之游，未去发已白”。这就说明“紫烟”一词在古诗词中是一个固定的词语，指代祥瑞的云烟、仙境等。尽管庐山香炉峰上的云雾是白色的，但在李白的眼里它就是紫色的，香炉峰上缭绕的云雾被他想象成祥瑞的征兆^[1]。有了这些分析，人们对李白的浪漫主义写作方法及其“诗仙”的称谓会有更深的认识。

2.2 春来江水绿如蓝

唐代诗人白居易（772—846年）在《忆江南·江南好》中写道：

江南好，风景旧曾谙。日出江花红胜火，春来江水绿如蓝。能不忆江南？

本诗的第三、四句通过“红胜火”和“绿如蓝”的异色相衬，让江南的江水获得了色彩感，从而层次丰富而又灵动地展现了江南之美，这两句诗的因此也成为了千古名句。从物理学来看，“日出江花红胜火”说的是当日出之时，江边的花被照得像火焰一样。初升的太阳是红色的，这是因为当清晨的阳光斜射入厚厚的大气层之时，空气中漂浮的微粒和水滴会将波长较短光侧向散射出去，而波长较长的红光散射较小，几乎直线出射大气层而被人眼观察到。当红色光照射在江边的花上时，几乎所有的红色光漫反射，造成了“日出江花红胜火”的奇妙视觉体验。而“春来江水绿如蓝”中的“蓝”一般被解释为是一种用来做青绿色染料的植物——蓝草，因此，这一句单从字面

上理解是说春水荡漾，碧波千里，江水比蓝草还要绿。事实上，当阳光照射在无色透明江水中时，江面上大量的水分子散射阳光中波长较短、频率较高的可见光，结合人的视觉敏感程度，最终绿色光和蓝色光进入观测者眼中，所以无色透明的江水被岸上的人看起来产生了“绿如蓝”的绚丽效果。因此，通过物理学分析，这里的“如”应该是连词，相对于现代汉语中的“和”“同”。儒家十三经之一的《仪礼·乡饮酒》中有一句：“公如大夫入，主人降，宾介降，众宾皆降，复初位。”此句中的“如”即是此意。

3 结论与启示

诗词用优美、精炼的文字描述自然现象或人类的生活实践，在此基础上表情达意，向世人展现着中华民族的伟大创造力和独特的艺术追求。物理学与诗词的交流、碰撞往往能够产生意想不到的效果，例如，经钱三强先生倡导，我国当代物理学家们也曾以诗词这种文学体裁来反映物理学在新中国的发展进程以及他们的内心世界，令人读起来饶有兴味。^[12] 本文展示了古诗词在物理学普及中的作用以及物理学在理解古诗词中的作用，尽

管大部分古诗词中涉及的仅仅只是自然现象，但是如果我们以此为载体，或者说将其作为引子，合理运用这些古诗词，就可以增加物理学普及素材的亲密度，毕竟科普活动不是用刻板的知识来教育受众，而是用深刻的体验来感染人们。一些富有韵味和美感的古诗词出现在物理学普及活动中，较为容易获得人们的感知和认同。它们既能展现物理之理，又能显示文化之妙，这能激发人们的兴趣而提高对物理学普及活动的参与度，从而促进人们科学素质、人文素养的提升。

此外，用现代物理学知识来理解、领会一些诗句的内容，有助于发掘古诗词的丰富内涵，领会诗词的意境，还原作者的写作背景，从而激发人们对诗词的进一步关注与研究，扩大诗词的传播面，增加古诗词的受众群体。这对于诗词推广具有积极意义，甚至会促进人们重新审视对一些古诗词约定俗成的理解而开展文化创新。

总之，以现代物理知识解析古诗词中所描述的自然景观和物理学现象，对于物理学的普及以及诗词的推广都有积极意义。同时，既能了解前人是如何看待自然及其内在的规律，又能分析他们的视角可能存在的一些局限。

参考文献

- [1] 吴文治. 宋诗话全编 [M]. 南京: 江苏古籍出版社, 1998: 2326.
- [2] 熊万杰. 物理学与传统文化 [M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [3] 戴念祖. 诗词与物理同行 [J]. 物理, 2014(10): 693-697.
- [4] 赵凯华, 罗蔚茵. 新概念物理教程——热学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1998: 57.
- [5] 赵凯华, 罗蔚茵. 新概念物理教程——力学 (第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 351.
- [6] 余小英, 李凡生. 彩虹形成的光学原理及散射角的推导 [J]. 南宁师范高等专科学校学报, 2007(4): 138-140.
- [7] 张文慧, 张协成. 虹的几何光学原理 [J]. 物理通报, 2007(8): 5-8.
- [8] 鲁永伍. 海上奇观——海市与海滋 [J]. 中学物理教学参考, 2015(2): 22-23.
- [9] Paul G Hewitt. 概念物理 [M]. 舒小林, 译. 北京: 机械工业出版社, 2015: 438.
- [10] 胡森. 唐诗的博物学解读 [M]. 上海: 上海书店出版社, 2016.
- [11] 赵黎英. “紫烟”, 紫烟乎 [J]. 黑龙江教育·小学文选, 2008(6): 13-14.
- [12] 沈鼎昌. 粒子物理学家的诗情 [J]. 民主与科学, 2004(8): 31-33.

(编辑 姚利芬)