生活与物理

“纸”上得来终觉“妙”*

——例谈新材料纸在初中物理实验教学中的应用

欧旭升 （东莞中学松山湖学校 广东 523808）
刘作志 （高密市崇文中学 山东 261500）

摘 要 动手实验是学好物理提升核心素养的重要途径，文章介绍巧妙利用遇水变红贴纸、可逆测温纸、导电纸、镜子纸等一些新材料纸的特性改进传统实验教学，突破教学难点，简化实验操作，开展自主探究，发展学生学科核心素养的一些具体做法。

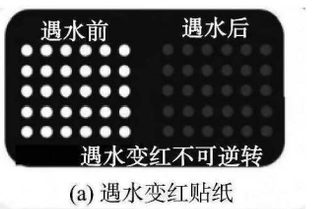
关键词 新材料纸 初中物理 创新实验 核心素养
文章编号 1002-0748(2024)5-0077 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

2019年11月教育部在《关于加强和改进中小学实验教学的意见》中提出，实验教学要“强化学生实践操作、情境体验、探索求知、亲身感悟和创新创造，着力提升学生的观察能力、动手实践能力、创造性思维能力和团队合作能力”[1]。新材料纸作为一种新型的实验材料，具有遇水或遇热变红、导电、黏性等特性，能够引领出更多新颖和独特的实验方法和材料应用，弥补实验器材和实验手段的欠缺，增强实验教学的实践性、情境性、探究性、体验性和创新性，进一步促进学生核心素养的发展。有新材料纸这种神器的加持，让我们在物理教学中妙手纷呈。

1 妙手一 遇水变红试纸突破物态变化难点，举证更真实

案例1 霜形成过程有液态出现吗？

“升华和凝华”一课老师往往习惯性地给学生灌输：升华是物质由固态直接变为气态，凝华是气态直接变为固态。比较牵强，难以服众。霜是固态，是由水蒸气直接凝华还是先液化再凝固而来呢？只需验证物态变化过程没经历过水这种状态就清楚了。老师首先给学生演示遇水变红试纸功能，用手指沾少许水涂在纸上，贴纸马上变红。然后学生分组实验：把遇水变红试纸贴于易拉罐外表，少许干冰放到易拉罐里面，不一会就看到易拉罐上蒙上了一层白色粉末，刮掉覆盖在试纸表面的粉末，没看到试纸变红（见图1），从而得证。通过遇水变红贴纸学生清晰地看到凝华过程没有“水”这一液态的出现，现象一目了然，为实验结论的得出提供了真实有力的证据，加深对“直接”的认识。



(a) 遇水变红贴纸

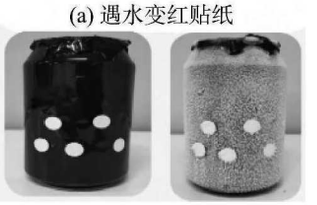

(b) 易拉罐+遇水变红贴纸+干冰

图1


图2

案例2 “白气”是水蒸气吗？

在学习“汽化和液化”知识时，学生对“白气”概念理解不透，总认为“白气”就是水蒸气，并在头脑中形成思维定势。为了纠正学生头脑中错误的“前概念”，一些老师强行灌输水蒸气是看不见的，只有变

* 基金项目：本文系山东省教育科学“十四五”规划课题“基于学生自主创新实验的教学评研究”（项目编号：2021ZC220），和东莞市基础教育高层次人才2022年度立项课题“基于跨学科实践的初中物理大单元作业设计”（项目编号：2022GCZX17），以及东莞市教育科研“十四五”规划2022年度立项课题“核心素养导向下的学校STEM课程开发研究”（项目编号：2022GH632）阶段性研究成果。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为小水珠反射和折射光才看得见，学生也是半信半疑。为了突破这一难点，老师上课的时候只要端上一杯热水，在冒白气的地方放上遇水变红试纸，过一会看到白气多的地方试纸变红（见图2），把手放白气上方，也发现手马上变潮湿，证明“白气”不是水蒸气，而是由许许多多的小水珠构成的。当然还有个别学生质疑是温度较高的水蒸气遇到温度低的试纸才液化成小水珠，这时我们就可以让学生共同设计实验，用加热器把试纸加热到100℃左右（温度不能太高，避免纸会着火）后靠近“白气”，再次通过相同的实验现象彻底打消学生的疑虑。

初中生的认知水平总是感性多于理性，通过真实明确的实验现象对比给学生丰富的感性认识，化解学生强烈的思维冲突，瓦解学生头脑中顽固的“前概念”。证据是科学探究的重要组成部分，而科学论证、质疑创新则是科学思维的重要体现，教学中教师要引导学生不断质疑，树立证据意识，实事求是，利用收集的证据进行科学分析和论证，得出科学结论。

2　妙手二　可逆测温纸简化探究过程，思维更深刻

案例3　如何更方便快捷完成焦耳定律分组实验？

“探究焦耳定律”一课探究电流热效应与电阻和电流的定性关系时，老师让学生设计实验，交流、讨论方案的优缺点。有的同学说可以利用转换法将电阻通电产生的热量转化为可测量的物理量如温度，但不能直接放在电阻上测（见图3），因为很难与被测物体充分接触，有的同学建议可以将电阻置于液体（见图4）或气体中（见图5）改进，根据$Q_{电阻放}=Q_{液体吸}=cm\Delta t$，通过液体温度高低即可判断出谁产生的热量多。学生想到的大多为测温法或膨胀法，通过观察煤油温度的升高情况来反映电阻产生热量的多少来进行测量，但器材繁杂，操作步骤多，影响课堂进度，可能实验没完成已经下课。采用55℃可逆型变色测温贴片（见图6）则可以很好地解决以上问题。这种贴片当温度超过标定温度55℃时由黑色变成红色，并在测温贴片上显示55℃；冷却时测温贴片又会恢复为原来的黑色，将测温纸贴于发热电阻上观察其变色快慢可以很快比较产生热量的多少。为探究电流的热效应与电阻的关系，将两阻值不同的电阻串联片刻则可观察到10Ω电阻快速变红（见图7）。为探究电流的热效应与电流的关系，将一个10Ω的电阻和滑动变阻器串联，一组同学将电路电流调至0.2A或更小，另一组同学将电流调至0.5A或更大，同时开始实验，比一比谁的贴纸红得快（见图8）。“探究焦耳定律”一课的重点是让学生设计实验方案分析推导出电流热效应与电阻、电流的关系，电路连接等实验操作如果耗时太长留给学生分析思考的时间则有限。可逆测温试纸成本低廉，实验现象明显，可重复使用，大大缩短实验时间，留给学生有更充足的时间通过实验现象对比分析，讨论交流，不断拓展学生思维的深度[2]。

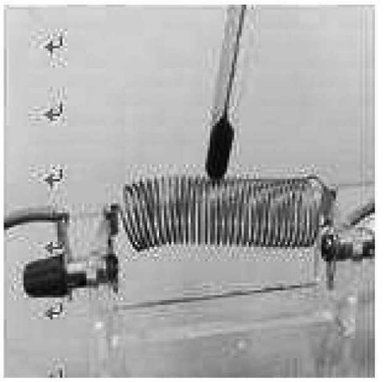


图3



图4

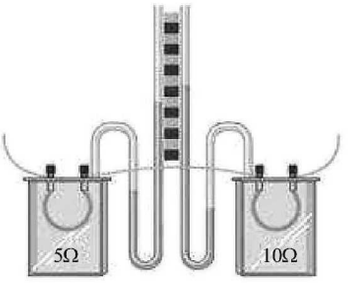
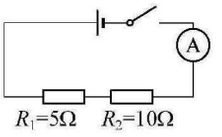


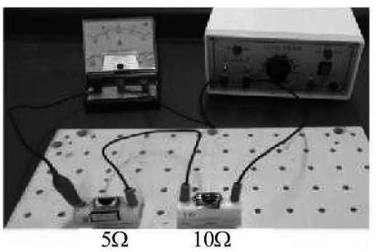
图5



图6

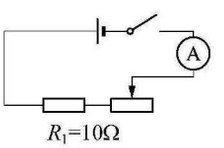


(a)

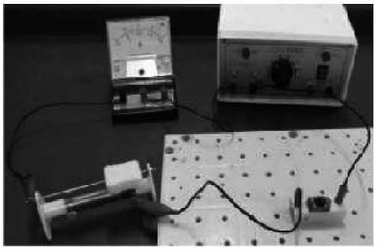


(b)

图7



(a)



(b)

图8

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3　妙手三　镜子贴纸丰富实践路径，学习更多元

镜子贴纸（见图9）便捷、可随意弯曲、安全（少了被玻璃割伤的安全隐患）、容易加工、不易碎，可以自由建构各类反射模型，创设不同情境，给课堂教学、课外活动、科技节表演等光学研究提供更多元的实践体验。

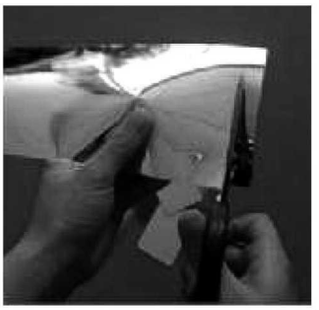


图9

案例4　光的反射探究

学习光的反射一课，让学生将镜子贴纸裁剪为条形竖立于桌面用平行光照射可观察到反射光线是平行的（见图10），随意弯曲模拟凹凸不平的表面，这时反射光线射向各个方向（见图11），很容易得出漫反射、镜面反射特点。有些学生将纸条弯折成90°，发现光总能“原路”反射回去（见图12），了解到角反射器的神奇，进一步查阅资料可以明白自行车尾灯“发光”和雷达都用到同样原理。利用镜子贴纸学生可以轻松建立物理模型进行各种探究，并加深对相关知识的理解，成为学习的主人。

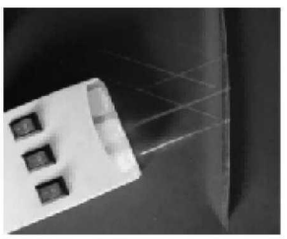


图10

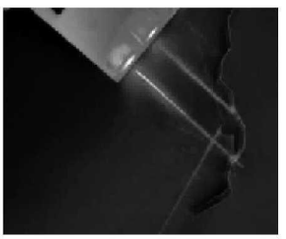
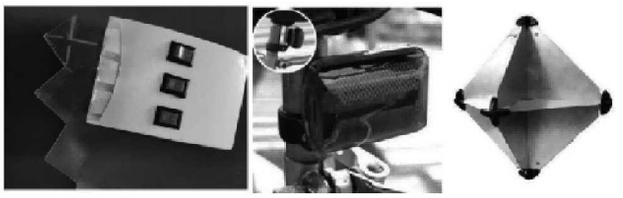


图11



(a)　(b)　(c)

图12

此外，我们还可以利用镜子贴纸解决平面镜成像实验中成像清晰和找像的矛盾。实验时将电池放在平面镜前（平面镜是贴有镜子贴纸的透明塑料板）观察镜中的像，此时在镜后无法确定像的位置，撕下塑料板下端的贴纸，学生就既可以从上面观察到电池清晰的像，也可以从下面撕开贴纸的地方透过透明塑料板确定电池所成的像（见图13），借此直观向学生解释为什么要用透明的塑料板代替平面镜做实验。

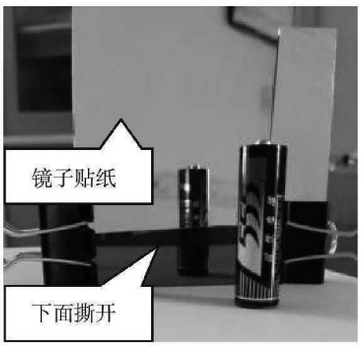


图13



图14

校本课程中学生可利用镜子纸的各种特性开展更多实践活动，例如利用镜子纸容易裁剪、成像清晰的特点进行潜望镜、万花筒、哈哈镜、凸面镜、凹面镜等小制作；利用其反射面薄的特点可以探究两镜子在同一平面分开其像的位置是否变化等。

科技节表演中利用其重量轻，便于携带的特点将其贴在平整的泡沫上，挂上假腿，踩上平衡车模拟空中飞人魔术秀（见图14）。

镜子贴纸可以弥补学生实验器材欠缺，实验场所有限的问题，让学生随时随“玩”实验，玩得花样百出，玩中充满想象，玩中习得知识，玩中认识世界，玩中获得智慧，从而达到教育无痕的作用。

4　妙手四　导电纸提供传统电学实验新做法，探究更灵活

导电纸是一种可以自由粘贴、割断的金属箔胶带（见图15），几元钱就有一大捆，这种价廉物美的新材料通过变身让很多电学经典实验有了创新做法[3]。



图15

案例5　代替金属丝探究影响电阻大小的因素

由于铜箔和铝箔电阻非常小，所以实验时选择20 cm以上电阻较大的导电胶布粘贴在桌面上代替笨重的金属架（见图16）探究电阻大小与长度、横截面积的关系，再和相同长度、粗细的铜箔纸、铝箔纸对比探究电阻与材料的关系（见图17），还可以把导电胶布放到热水中探究电阻与温度的关系。利用数字万能表则更快速地测出不同材料、不同长度以及粗细的导电纸的电阻值，更直观地得出实验结论（见图18）。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

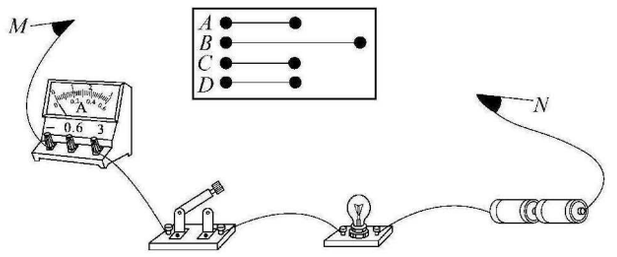


图16

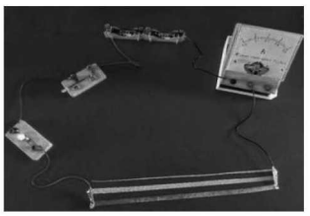


图17



图18

案例6　代替导线完成奥斯特实验

传统的奥斯特实验(见图19),需要一个支架把导线架起来,下面放小磁针。利用铜箔导电纸则只需弄成拱桥形粘贴在桌面,下面放小的指南针即可,不需要专门的支架,快捷方便(见图20)。

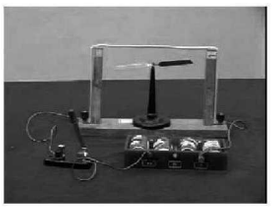


图19



图20

案例7　变身金属棒化重为轻探究通电导体在磁场中受力的作用

该实验装置(见图21)时间长了金属棒容易氧化导致接触不良、金属较重导致摩擦力大,闭合开关后金属棒根本不能动,效果很不明显。而用铝箔纸包裹在吸管上代替铝棒,此举让绝缘体有了导电的属性,而且更轻便,成功率大大提高,学生还可以把较粗的吸管包上金属箔作为支架,下面再放上块状磁铁,变演示实验为自主探究(见图22)。

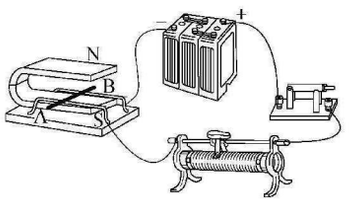


图21

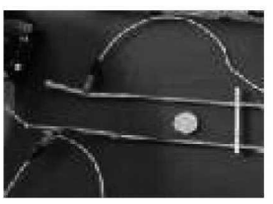


图22

案例8　粘贴物品组成小制作

金属箔胶带通过与其他电学元件自由粘连在物体上都可以构成电路,例如将发光二极管、电位器、纽扣电池用铜箔粘贴在一张小贺卡上可以制作出可爱的"渐变眼睛"(见图23),将铜箔绕在纸巾筒上即可快速做成简易通电螺线管(见图25)代替普通螺线管(见图24)。

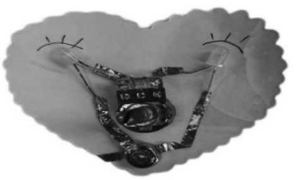


图23

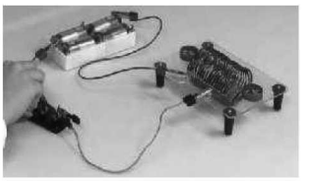


图24

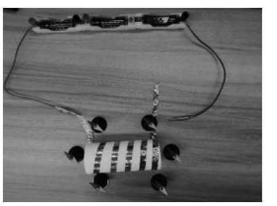


图25

5　结　语

纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行!实践出新知,学习物理更重要的是将纸面知识通过实验探究来学习,而利用新材料纸进行实验妙处很多:(1)创新度高。利用其特点可以轻易突破教学难点,打破传统思维,培养学生的质疑创新精神;(2)操作性强。贴纸都有方便粘贴、割断、标记等特点,学生自主性更强,可以变演示实验为分组实验甚至自主探究,方便学生随时随地进行实验学习;(3)分享易。作品轻便,容易保存和移动,更便于展示分享。传统物理实验通常具有明确的目标和要求,操作流程被固定化,学生的角色是被动的接受者和执行者,而利用新材料纸创新实验则可以让学生自主选择实验题目、设计实验方案和进行实验操作,积极参与实验过程,探究和发现实验现象背后的本质规律和物理原理,真正成为学习的主人。因此日常教学中我们应多了解新材料,并想法将其应用于教学。创新实验设计,让学生多做实验、在实验中观察、在观察中思考,在分析中理解和内化物理知识,让物理学科核心素养在学生实践过程中落地、生根、发芽、成长!

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部.关于加强和改进中小学实验教学的意见[Z].2019-11-20.

[2] 欧旭升,汤金波.整合创新实验　提升核心素养[J].中学物理,2019(22):49　52.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net