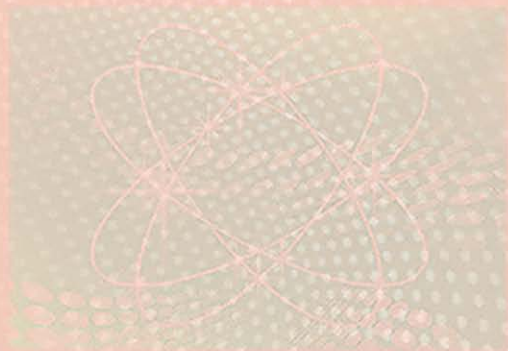


科学实验动手做·物理 热学实验改进设计实践



目 录

1 固体、液体实验的操作与改进

对“晶体和非晶体导热性能演示实验”的改进·····	(1)
用感热纸显示晶体与非晶体的导热特性·····	(4)
表现液体表面张力的几个有趣实验·····	(5)
对液膜收缩演示实验的改进·····	(9)
最大气泡压力法测定溶液表面张力的改进·····	(10)
弯管中毛细现象的分析·····	(11)
毛细现象实验的改进·····	(14)
观察不浸润毛细现象的方法·····	(15)

2 气体方程与饱和汽实验的操作与改进

气体压强模拟实验·····	(17)
气体的压强与体积的关系的实验设计·····	(19)
自制玻意耳定律实验仪·····	(22)
查理定律演示实验的改进·····	(25)
气体等容变化演示实验的改进·····	(27)
气态方程的实验·····	(29)
喷泉实验的演示·····	(34)

3 物态变化实验的操作与改进

一个简单易做的实验	(36)
演示沸腾和液化的实验	(37)
气体加压液化	(39)
用实验解释“白气”	(40)
水蒸气凝结成水实验的改进	(42)
水的汽化热测定的简易装置	(43)
液体蒸发时温度降低实验的改进(一)	(44)
液体蒸发时温度降低实验的改进(二)	(45)

4 汽化实验操作与改进设计

沸点与压强关系演示实验的改进	(47)
液体蒸发时温度降低的实验改进	(49)
用冷水使水沸腾	(50)
演示低压沸腾的简易方法	(53)
对水沸腾实验的质疑及改进	(54)
萘的熔解实验	(55)
晶体熔化实验的改进	(57)
一个简单而有趣的热学实验	(58)
晶体熔化实验的一种新设计	(59)
碘的升华和凝华实验的改进(一)	(62)
碘的升华和凝华实验的改进(二)	(63)

封闭、低温型碘的升华和凝华演示器·····	(65)
-----------------------	------

5 传导、对流、辐射实验的操作与改进

水的对流实验的改进·····	(66)
对流实验的改进三则·····	(67)
简易气体对流演示装置·····	(69)
空气对流实验·····	(70)
粗测太阳的温度·····	(72)
对太阳辐射吸收实验的看法与改进·····	(76)
辐射演示实验的改进·····	(79)
热辐射演示实验的简易设计·····	(81)
物体吸收辐射热实验的改进·····	(83)

6 温度、热量与比热实验的操作与改进

空气温度计应用五则·····	(85)
演示用酒精温度计·····	(88)
简易量热器·····	(92)
比热实验的改进·····	(94)
比热概念引入演示仪的改进·····	(96)
测比热实验的简化·····	(97)
比热实验装置的改进·····	(99)
混合法测物质比热实验的改进·····	(101)
比热实验的几种方法·····	(103)

7 内能改变与热机实验的操作与改进

电能和机械能相互转化的演示实验·····	(104)
两用叶轮的制作及演示·····	(106)
热力学第一定律演示仪·····	(109)
内能做功实验的改进·····	(113)
气体膨胀做功使物体热能减少演示实验的改进·····	(114)
压缩空气引火仪实验的改进·····	(116)

8 热膨胀实验的操作与改进

固体的热膨胀的演示·····	(118)
热膨胀小实验·····	(119)
“固体热膨胀演示仪”的改进·····	(121)
固体膨胀演示装置·····	(122)
水的反常膨胀的演示·····	(124)
自制简易固体热胀冷缩演示仪·····	(125)
4℃水密度最大演示装置·····	(127)
“气体膨胀实验”的改进·····	(128)

9 分子运动论实验的操作与改进

分子间间隙的演示·····	(130)
液体扩散演示器的设计与使用·····	(131)
液体间扩散现象实验的改进·····	(134)

提倡用蜂粮做“布朗运动”实验·····	(136)
用头发丝衬托布朗运动·····	(139)
扩散实验的改进·····	(141)
对布朗运动的实验改进·····	(142)
气体分子运动模拟演示器·····	(143)
自制热辐射演示仪·····	(146)
热学演示实验改进三则·····	(148)

1

固体、液体实验的操作与改进

✿ 对“晶体和非晶体导热性能演示实验”的改进

在高一物理“晶体和非晶体”这一节中,需要做云母片和玻璃片的导热性能的演示实验。教学实践表明,按照课本所述方法进行实验,效果极差,严重影响教学顺利进行。

按照课本上的方法进行实验,主要存在以下缺陷。(1)对云母片和玻璃片要涂上一层薄而匀的石蜡,操作起来很麻烦,而要达到真正薄而匀实际上很难做得到;(2)用烧热的钢针做热源,一是由于散热现象不可避免,钢针的温度很快下降,二是钢针与云母片和玻璃片的接触面很小,这两个原因产生的后果是,形成的蜡斑很小而且熔融的石蜡很快回流凝固,实验

后几乎看不出明显的蜡斑；(3)一手拿钢针，一手持云母片或玻璃片进行操作演示，手极易抖动或晃动，使得受热点不停移位，得到的蜡斑形状极不规则（不是椭圆形或圆形），而且这样操作，即使得到椭圆形和圆形蜡斑，也不能使学生信服；(4)石蜡、云母片和玻璃片三者的颜色差不多，因此形成的蜡斑和背景间的对比度极小，学生用眼直接观察或放到投影仪上投影到银幕上显示，蜡斑不明显。

广东东莞实验中学章剑和老师经过多次试验和反复研究，发现要使该实验成功，教学效果显著，必须做到以下三点：

(1)在云母片和玻璃片上涂蜡要薄而匀，为使实验效果明显，涂的蜡层应是深颜色的。

(2)热源要能相对较长时间维持一定的温度且发热均衡，最好热源与云母片和玻璃片的接触面稍大一些。

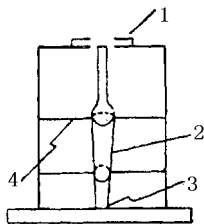
(3)在实验操作时，热源在接触云母片和玻璃片涂蜡的反面时，要平稳，不能有晃动，抖动等，必须保持受热点位置恒定。

针对课本上演示实验的缺陷和该实验的关键点，作了如下的改进。

(1)不在云母片和玻璃片上涂白色的石蜡，而改成涂抹一层兰色的“打字蜡纸改正液”，待片刻风干后即在云母片和玻璃片上得到一薄蜡层，真正可做到薄而匀，而且涂起来很简便，特别是“打字蜡纸改正液”呈兰色，而受热后形成的蜡斑为透明白色，对比非常明显。

(2)废弃钢针和酒精灯，改用 15W 内热式电烙铁，去掉烙铁前部的尖头，用剩下的平直头作为热源，通电半分钟后就行。电烙铁热效率高，热得快且温度高而均衡，烙铁和平直头

是一个规则的圆面,因此用它作为该实验的热源极佳。



附图 1

(3)为克服操作时手的抖动或晃动,保证实验的成功且使学生信服,特设计制作了“晶体和非晶体导热性能实验仪”,如图 1 所示为其平面图。其中 1 为放置云母片或玻璃片的嵌缝,2 为去掉尖头的电烙铁,3 为烙铁电源线,4 为烙铁固定架。

实验演示程序:

(1)向学生出示云母片和玻璃片;

(2)在云母片和玻璃片的一面涂上一层兰色的“打字蜡纸改正液”。注意,无需涂满整个表面,只涂表面的三分之二即可。

(3)片刻后涂层风干,再出示涂蜡后的云母片和玻璃片,让学生观察云母片和玻璃片受热前的背景。如有投影仪,最好投影给全班学生观察。

(4)将云母片涂蜡层朝上水平插进实验仪的嵌缝,云母片涂蜡层反面正好紧贴烙铁平直头,将电烙铁的电源插头接通电源约半分钟即拔下。从实验仪的嵌缝中取下云母片让学生观察或投影到银幕上,云母片上形成一个规则的白色透明椭圆形蜡斑。

(5)接下来将玻璃片插进实验仪的嵌缝,重复第4步操作程序,观察到玻璃片上形成了一个规则的白色透明圆形蜡斑。

改进后的晶体和非晶体导热性能演示实验简明易做,特别是教学实践中使用设计制作的“晶体和非晶体导热性能实验仪”,成功率百分之百,而且和投影仪配合使用,教学效果极佳,深受师生欢迎。

✿ 用感热纸显示晶体与非晶体的导热特性

高中物理以导热性为例,通过实验从热学性质方面反映了晶体的各向异性和非晶体的各向同性。教材上采用的实验方法是,用烧热的钢针的针尖接触云母片或玻璃片,使接触点周围的石蜡薄层融化成不同图形,从而反映晶体与非晶体的导热特性和差别。这一实验方法虽然比较简便,但由于石蜡薄层的固态或液态都呈透明状,必须须仔细观察才能看清融化了的石蜡图形,为了提高该实验的可见度,江西新干县教研室刘则平老师介绍可以用感热纸代替石蜡,这样实验效果较为理想。

在一烧杯中装入碘化钾溶液,另一烧杯盛着配好的二氯化汞饱和溶液(应注意此液有毒)。用滴管将二氯化汞饱和溶液逐滴加到碘化钾中,每加一滴就有黄色沉淀析出,经振荡后立即溶解。继续滴入,继续振荡一直到沉淀不能溶解为止。所得透明溶液用三倍水稀释后,再注入硝酸银溶液,就发生黄

色沉淀。将此沉淀过滤,用蒸馏水洗涤,把沉淀收集起来和稀的浆糊混合后,涂在很薄的白纸上,就制成了浅黄色的感热纸。感热纸什么位置受热,什么位置就会由浅黄色变成深黄色,冷却后又成为浅黄色。把感热纸贴住云母片和玻璃片的一面,另一面不贴,以便于区分是何物质。

实验时用烧热的钢针的针尖去接触云母片,能清楚地看到接触周围的感热纸由浅黄色变成深黄色,形成一个橙色的椭圆图案,再用玻璃片代替云母片重做上面的实验,接触点周围的感热纸呈现一个橙色的圆斑。

❀ 表现液体表面张力的几个有趣实验

液体表面存在着表面张力,犹如橡胶成膜一样,有使表面积收缩到最小的趋势,液体所具有的这种性质,在我们观察日常生活等各种现象时,随时都能遇到,西北国棉四厂中学孙毓民、西安师专物理系胡应东老师分析了几个有趣的实验:

(1) 浮游在水面上的物体相互“吸引”。

取一玻璃水槽,给水槽内盛以新鲜自来水,在水面上放置两个漂浮的硬币,然后用细玻璃棒轻轻拨动其中一个硬币,使其与另一个硬币靠近,当其间距离大约一公分时,会观察到这样一种有趣现象——两个硬币急剧相吸靠在一起。再用玻璃棒轻轻拨开靠在一起的硬币,只要使其距离保持在约一公分之内,还会出现上述现象。用两个塑料瓶盖代替硬币,也会观察到同样现象。这是为什么呢?

硬币经常和手接触,表面有一层油脂,使水对它不浸润,当放入水面时,它的周界上受到水的表面张力,表面张力和浮力的合力方向竖直向上和重力在竖直方向上构成一对平衡力,使硬币能漂浮在水面上静止不动,如图 1 所示:如果同时

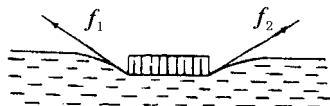


图 1

漂浮在水面上有两个硬币,且二者相距较近,它们在水面上的情形如图 2 所示。两个硬币之间的水面 A 呈凸曲面状。由于液体表面存在着表面张力,它有使液体表面积收缩到最小的趋势。所以水面 A 将向下收缩,表面变得趋于水平面。因为表面张力的方向总是沿着液面的切线方向,因此水面 A 上的表面张力方向趋于水平方向。此时两个硬币在水平方向上各自受力不再是平衡的了,图 2 中左边硬币在水平方向上所受水平表面张力的合力指向右;右边硬币在水平方向上所受水的表面张力的合力指向左,所以我们观察到两个硬币相互“吸引”的现象。

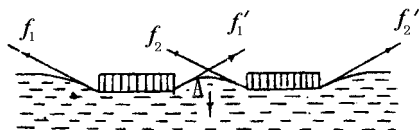


图 2

塑料对水的吸附力较强,使水对它浸润。试把一个塑料瓶盖放入水面上,其周界上受到水的表面张力,其合力方向竖

直向下,与重力及浮力在竖直方向上构成平衡力,使塑料瓶盖能漂浮在水面静止不动,如图 3 所示。如果同时在水面上漂浮两个塑料瓶盖,且二者相距较近时,它们在水面上情形如图 4 所示。两个塑料瓶盖之间的水面 A' 呈凹曲面形,在水表面张力作用下凹曲面形水面 A' 将向上趋于水平面,它所受的表面张力随之趋于水平方向,使塑料瓶盖在水平方向上受力不再平衡。如图 4 中,左边的水平方向上所受合力指向右;右边的在水平方向所受合力指向左。所以我们也能观察到塑料盖相互“吸引”的现象。

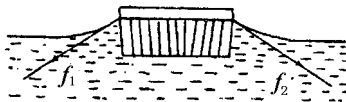


图 3

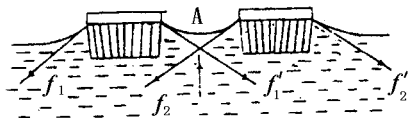


图 4

(2) 浮游在水面上的物体又能相互“排斥”。

给盛有新自来水的玻璃槽中放置一个漂浮的硬币和一个浮游的塑料瓶盖,然后用细玻璃棒轻拨硬币(或塑料瓶盖),使其靠近塑料瓶盖(或硬币),在操作过程中,我们会感觉到硬币或塑料瓶盖有排斥力存在。停止玻璃棒的作用,会观察到它们迅速分离的现象。如果用一个除去表层上油脂层的硬币代替塑料瓶盖,也能观察到彼此相互“排斥”的分离现象。这又

是什么呢？

由于水对表层附有油脂层的硬币是不浸润的，塑料瓶盖（或除去油脂层的硬币）是浸润的，所以在水面上放置一个漂浮的硬币和一个漂浮的塑料瓶盖，当它们之间的距离较近时，在水面上的情形如图 5 所示。硬币和塑料瓶盖之间的这部分水 A'' ，其表面近乎呈三次抛物面($y=ax^3$)形。易发现它和硬币所接触的部分向硬币一侧靠近，水表面张力在水平方向上的分量变小，在硬币的左测，水面偏离硬币较大，表面张力沿水平方向上的分量较大，硬币受力不再平衡，合力在水平方向上，指向左方；塑料瓶盖左侧所接触的水面，向塑料瓶盖一侧靠近，水表面张力在水平方向上的分量随之变小；在塑料瓶盖右侧，水面偏离瓶盖较大，水表面张力在水平方向上分量较大。塑料瓶盖所受水表面张力的合力在水平方向上，指向右（除去油脂层的硬币受力情况跟塑料瓶盖相同）。故能观察到硬币跟塑料瓶盖（或除去表层上油脂层的硬币）相互“排斥”的现象。

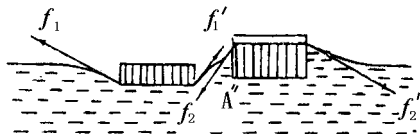


图 5

综上所述可知：(1)浮游在液面上的物体相互“吸引”或相互“排斥”，只取决于液体和物体周界相接触的液面形状，而与物体本身的材料无直接关系；(2)两物体间相互“吸引”或“排斥”是两物体彼此同时都受到在水平方向上不为零的液体表面张力作用的结果。

对液膜收缩演示实验的改进

在高等农业、医药院校、中专和普通高中的物理课本中,讲解“液体的表面张力”时,都以液膜收缩演示实验作为重要的基础。因此,作好液膜收缩演示实验,是教学中讲清“液体表面张力”这个概念的关键,江苏淮阴农业学校赵廷璧老师在物理教学中,对液膜收缩演示实验作了些改进,提高了教学效果。

首先介绍一下改进后的演示器具,如图 1 所示。1 为金属框,由直径为 1 毫米的铜丝弯焊而成。圆框直径为 6 厘米,框的手柄长 6 厘米。2 为纯涤纶缝纫线,长约 20 厘米,一端系在圆框上。在距固定端 3 厘米处结一线圈,其周长约 6 厘米,另一端为自由端。3 为用低泡洗衣粉加开水搅拌而成的溶液(体积比为 1:10)制成的液膜。4 为钢针,在距缝被钢针针尖一厘米处开始用卫生纸条裹捻成针柄而制成;纸柄直径为 2~3 毫米。

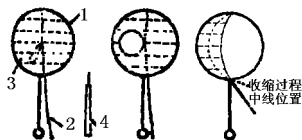


图 1 图 2 图 3

操作过程:静放深液,待冷却到室温、无泡沫后,手拿框架手柄和线的自由端,并把线拉直和手柄方向相同。把圆框竖

直浸入溶液中,然后再反向从溶液中提出。液膜先水平放置,并用针尖拨开线圈。接着用针纸柄刺破线圈中的液膜(一触就破),即成圆形,如图 2 所示。成形后,竖起来给学生观看约 20 秒左右。再用金属丝框再次制膜,并用针纸柄刺破线右边的液膜。线在左边液膜作用下,收缩成圆弧形,如图 3 所示。右手拉着线的自由端,逐渐放线,圆弧半径逐渐变小,缩向边框,直到到达边框为止。学生可以完全看清液膜的收缩过程,时间长达 30 秒左右。

改进后的实验,用纸柄刺膜,一戳就破,减少了操作时间。这是因为液膜用针纸柄刺戳时,由于卫生纸极易吸水,使接触处液膜水分很快被吸收,溶液膜浓度剧增,表面张力系数剧减所造成。

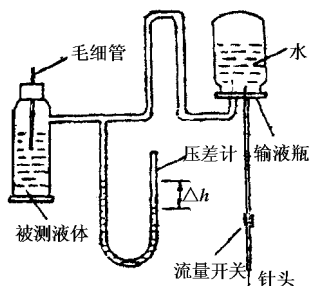
所用纯涤纶缝纫线极细、轻质、吸水性小,重力对其作用也很小,很容易成圆形。

✿ 最大气泡压力法测定溶液表面张力的改进

最大气泡压力法测定溶液表面张力时气泡的增大速度不易控制,因此很难在气泡半径等于毛细管半径时及时读准压差 Δh ,造成较大的实验误差。

采用医用输液瓶代替抽气机可取得好效果。华中工学院汉口分院谷里鹏老师设计的装置如图所示。抽气的针头和排水的针头细一点好。用输液管上的夹子可控制流量,还可以

改变排水针头的高低位置来更缓慢地调节流量。这样可以有效地控制抽真空速度,为读准 Δh 创造了条件。



最大气泡压力法测量表面张力装置

倒 U 形弯是为了防止输液瓶操作不当时回一二滴水设置的。也可用橡皮管打个圈再联接在玻璃管上。

✱ 弯管中毛细现象的分析

如图 1 所示,内径均匀且相同的两根细玻璃管,一为直管,一为弯管。当两管插入水中时,由于毛细现象的作用,水沿直管上升高度为 h 。如果弯管的顶点低于 h ,那么①水能沿弯管上升并通过弯曲部分吗?

我们知道,水沿直管上升,表面层的表面张力的合力方向是向上的。当此合力等于水柱重量时,水停止上升,水柱高度保持在 h 处。

有人以为,对于弯管,水上升到转变处时,液面凹部方向不再竖直向上,表面层产生的表面张力的合力与竖直方向成