

全国重点大学化学实验教学研究会常务理事

北京航空航天大学教授

高中化学

创新
教学设计

第二本

新大纲
新理念
新思维
新模式
新课型
新方法

典库

高中化学实验改进设计 (八)

化学工业出版社

目 录

红磷变白磷,白磷自燃的实验	(员)
红磷转化为白磷实验的改进(一)	(员)
红磷转化为白磷实验的改进(二)	(圆)
利用毛细管做红磷转化实验	(圆)
红磷和白磷的相互转化实验(一)	(猿)
红磷和白磷的相互转化实验(二)	(源)
红磷和白磷的相互转化实验(三)	(缘)
红磷与白磷着火点比较实验的改进(一)	(缘)
红磷和白磷着火点比较实验的改进(二)	(苑)
怎样干燥和保存红磷	(愿)
磷的 悦 ₂ 溶液保存及自燃	(怨)
磷化氢的简易制法	(园)
磷的氢化物自燃的实验	(园)
磷的一个小综合实验	(猿)
为什么磷酸钙表面不能形成硫酸钙覆盖层	(源)
硅化镁的制取及硅烷的自燃	(缘)
硅酸盐定性分析的简易方法	(缘)
硅酸实验的设计与改进	(园)

硅酸制备实验的改进	(圆)
水玻璃耐火性粘合性的演示实验	(圆)
硅和氢氧化钠溶液反应实验的补充	(圆)
粉笔柱上分离法	(圆)
纸上层析实验	(圆)
层析法分离 Cl^- 、 Br^- 离子实验的改进	(圆)
硅烷的制取及自然实验	(圆)
硅烷的简易制法	(圆)
自制银白色金属钠标本	(圆)
巧妙回收钠渣一法	(圆)
金属钠燃烧生成 Na_2O_2 实验的改进	(圆)
钠在空气中燃烧实验的改进	(猿)
常温下钠与空气中氧气反应生成氧化钠	(猿)
钠与水的反应(一)	(猿)
钠与水的反应(二)	(猿)
钠与水反应实验的新方法(一)	(猿)
钠与水反应实验的新方法(二)	(猿)
钠与水反应实验的新方法(三)	(猿)
钠与水反应实验的新方法(四)	(猿)
钠与水反应实验的新方法(五)	(猿)
钠与水反应实验的新方法(六)	(源)
利用滤纸进行金属钠与水反应	(源)
金属钠与水反应实验的改进	(源)
钠与水反应的一个实验装置	(源)

巧做 羰基与 匀韵反应的实验	(源)
钠与水反应实验中三种现象	(源)
钠跟水反应能形成喷泉	(源)
钠与水反应微型实验器的制作	(源)
安全方便演示钠和水反应的方法	(源)
用平底烧瓶做碱金属和水的反应	(源)
过氧化钠性质实验的改进和补充(一)	(源)
过氧化钠性质实验的改进和补充(二)	(源)
过氧化钠性质实验的改进和补充(三)	(源)
羰基与 匀韵反应实验	(缘)
羰基与 愆韵反应的实验改进(一)	(缘)
羰基与 愆韵反应的实验改进(二)	(缘)
羰基与 愆韵反应实验的改进(三).....	(缘)
羰基与 愆韵反应实验的改进(四)	(缘)
羰基跟 愆韵反应实验的改进(五)	(缘)
羰基与 愆韵反应实验的改进(六)	(缘)
羰基和 愆韵反应实验的改进(七)	(缘)
羰基与 愆韵反应实验的改进(八)	(远)
羰基与 愆韵反应实验的改进(九)	(远)
羰基和 愆韵反应实验的改进(十)	(远)
巧做 羰基与 愆韵的演示实验	(远)
羰基和 愆韵反应是放热反应的验证	(远)
羰基与 愆韵反应的连续快速实验	(远)

钠的点火——羰基钠与钠的反应.....	(远)
羰基钠与钠反应装置(一)	(远)
羰基钠与钠反应装置(二)	(远)
过氧化钠和二氧化碳反应演示实验	(远)
高中化学两个演示实验的改进	(远)
羰基钠和钠反应的定量实验	(远)
羰基钠与钠和匀基钠的反应的综合演	(远)
羰基钠与钠,匀基钠反应实验	(远)
过氧化钠的制法及性质实验	(远)
过氧化钠生成的演示实验	(远)
羰基钠晶体析出的实验条件	(远)
实验技术碳酸氢钠的快速制备实验	(远)
碳酸钠和碳酸氢钠溶液的鉴别	(远)
鉴别碳酸钠和碳酸氢钠实验的改进	(远)
羰基钠,羰基钠跟盐酸反应实验的改进	(远)
碳酸钠、碳酸氢钠与盐酸反应快慢比较	(远)
碳酸钠、碳酸氢钠与盐酸反应快慢比较	(远)
羰基钠与羰基钠热稳定性对比实验的设计	(远)
羰基钠与羰基钠热稳定性对比实验的设计	(远)
羰基钠与羰基钠热稳定性比较实验的设	(远)
钾跟硫反应的补充实验	(远)
钾离子焰色反应实验的改进(一)	(远)
钾离子焰色反应实验的改进(二)	(远)

钾离子焰色反应实验的改进(三)	(愿韵)
妙用火柴巧做钾离子的焰色反应	(愿韵)
自制“钴玻璃片”	(愿韵)
焰色反应实验的改进(一)	(愿韵)
焰色反应实验的改进(二)	(愿韵)
焰色反应实验的改进(三)	(愿韵)
焰色反应实验的改进(四)	(愿韵)
焰色反应演示实验的改进(五)	(愿韵)
焰色反应实验的改进(六)	(愿韵)
焰色反应实验的改进(七)	(愿韵)
焰色反应实验的改进(八)	(愿韵)
焰色反应实验的改进(九)	(愿韵)
无载体焰色反应	(愿韵)
用焰色反应试纸做焰色	(愿韵)
用栅极钨制作焰色反应棒	(愿韵)
用灯丝脚代替铂丝做焰色反应实验	(愿韵)
焰色反应的简便做法	(愿韵)
利用启辉器、废锯片进行焰色反应	(愿韵)
焰色反应小考	(愿韵)
巧做焰色反应	(愿韵)
金属镁还原性实验三则	(愿韵)
镁在一些常见气体中的燃烧实验	(愿韵)
碘和镁反应实验的改进(一)	(愿韵)
碘和镁反应实验的改进(二)	(愿韵)

碘和镁反应实验的改进(三)	(页码)
镁使溴水褪色的实验	(页码)
镁带燃烧实验改进	(页码)
镁与水反应实验的改进(一)	(页码)
镁与水反应实验的改进(二)	(页码)
镁与水反应实验的改进(三)	(页码)
镁条在二氧化碳气体中燃烧实验的改进(一)	(页码)
镁条在二氧化碳气体中燃烧实验的改进(二)	(页码)
镁条在二氧化硫气体中燃烧实验的改进	(页码)
二氧化碳和氧化镁反应实验的改进	(页码)

高中化学实验改进设计 (八)

第十三部分

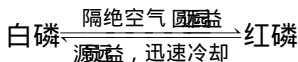
磷实验的改进设计

红磷变白磷，白磷自燃的实验

取一装有单孔塞的大试管，单孔塞中装上放入冷水的试管。将红磷放入在试管底部，用酒精灯在底部加热，受热而升华的红磷遇冷后变成白磷，附在小试管底部，取出小试管，白磷即自然。

红磷转化为白磷实验的改进 (一)

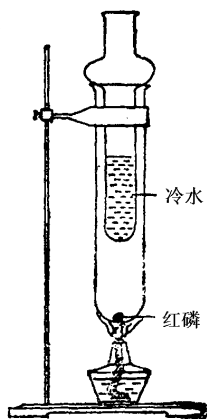
红磷和白磷都是磷元素形成的单质，是磷的同素异形体中最重要的两种。它们在一定条件下可以互相转化。



实验用品：试管，酒精灯，铁架台，铁夹，药匙，橡皮塞，红磷。

实验方法

(员) 在一支大试管中放入黄豆粒大小一块红磷，再取一支小试管（试管上部^圆处吹成泡状），注入^猿容积的冷水。然后将小试管置于大试管中，大试管固定在铁架台上。装置如下图所示。



(圆) 用酒精灯小火加热试管底部红磷。可观察到，红磷受热升华，其蒸气上升至小试管底部迅速冷却而转化为白磷，并凝结在小试管底部。

(猿) 迅速取出小试管，用橡皮塞塞住大试管。此时，附着在小试管底部的白磷与空气接触氧化而燃烧，可看到有白烟（五氧化二磷）生成。

红磷转化为白磷实验的改进 (二)

取少量的红磷装入一试管中，然后，往装有红磷的试管充入二氧化碳，直至灌满为止。当试管充满二氧化碳后，用一带导管的塞子塞紧试管口，在该导管上接上橡胶管。此时用夹子夹住橡胶管。

用酒精灯给平放的试管加热，先从管口开始，后逐渐往后移至试管底加热红磷。在加热的过程中二氧化碳从试管中逸出，因此可将夹在橡胶管上的夹子拿开。当观察到试管中部有油滴状的白磷生成后，可停止加热，同时用夹子夹住橡胶管让其自然冷却，观察生成的固态白磷。

利用毛细管做红磷转化实验

取一根长约^猿厘米的玻璃管，用煤气灯在玻管中部加热，拉

成尖嘴口直径约为 4 毫米的毛细管，中间截断。再取试管一只配上相应的橡皮塞，橡皮塞中间打一孔，将拉好的毛细管，插入孔中，装置如图所示。

利用碳酸钙和稀盐酸制取二氧化碳气体，用向上排气法收满一试管二氧化碳。试管内加入少量干燥的红磷，盖上带有毛细管的橡皮塞，然后在试管底部用小火加热，即可看到白磷凝结在试管的上部。

拔出橡皮塞，并使试管口朝下，不久就可以看到白磷燃烧，生成的白色烟雾充满了整个试管。



装置图

红磷和白磷的相互转化实验 (一)

白磷隔绝空气加热到 40℃，会转变成红磷；红磷隔绝空气加热到 260℃ 时就开始升华，它的蒸气凝华后变成白磷。白磷与红磷的相互转化实验关键在于隔绝空气，采用方便易得的氮气来隔绝空气，可以达到满意的效果，四川北碚西南师范大学附属中学王忠文老师介绍具体方法如下：

具体操作

取一根长 1 米，直径为 4 毫米的干燥洁净的玻璃管，在左端距离玻璃管口 1 厘米处放置黄豆大小的红磷，套上乳胶管，连上制氮装置，通入干燥的氮气，待玻璃管内的空气排尽后，再取黄豆大小的白磷，迅速用吸水纸吸干其表面的水后，放置于距右端玻璃管口 1 厘米处，套上乳胶管，继续通一会儿氮气，然后用止水夹夹住两端的乳胶管，把玻璃管水平固定在铁架台上，小火加热白磷处，可见有红棕色的红磷产生；加热红磷处，可见其附近有一层白色或淡黄色的白磷生成。

几点说明

(1) 本实验现象明显，对比鲜明，避免燃烧，安全可靠，用药少，无污染。

(圆) 本实验可提前装备，并能存放很长时间，演示时，只需加热。

(猿) 红磷和通入玻璃管用以排出空气的氨气必须干燥。

(源) 乳胶管还具有缓冲压强的功能。

(缘) 本实验实毕可接着演示白磷自燃等实验，其方法是：打开两端上水夹，用洗耳球从任何一端向玻璃管内鼓气，每鼓一次，管内就会产生一团火苗（白磷自燃）并伴有轻微响声，同时产生一般白烟（孕韵），用导气管将白烟导入滴有蓝色石蕊的水中，溶液变红，说明 孕韵 溶于水显酸性。

(远) 玻璃管的洗涤：先用水冲洗，再把一小团湿润的吸水纸用长竹签从玻璃管的一端推至另一端，重复猿-源次，即可洗净。

红磷和白磷的相互转化实验 (二)

药品、仪器：红磷、琉璃管、酒精灯、吸耳球（阅园苑-员）。

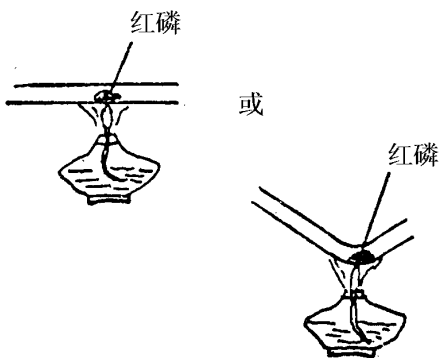
实验装置：

本实验不用试管，只用一根玻璃管，可首先看到红磷在加热时转化为白磷（黄磷），然后白磷又转化为红磷，操作简单，玻璃管可夹在铁架台上，手持也很方便；现象明显；在实验过程中不接触白磷，避免了白磷的毒害。

操作步骤及实验现象：

(员) 将少量红磷放入玻璃管适当位置。

(圆) 用纸堵住管子一端，加热红磷，红磷升华，其蒸汽就在红磷原先位置两边凝结，颜色为浅黄色，



加热到红磷消失为止。

(獭) 放开堵口，用吸耳球轻轻从一端鼓气，这里白磷燃烧，管内红亮，且向外喷火，这时原来管内黄色消失，壁内很长一段覆盖了一层暗红色的红磷，这时白磷又转化为红磷（一部分白磷燃烧，一部分转化为红磷）

注意点：①红磷不能取得过多，比大米粒小，过多红磷完全转化为白磷所需时间稍长。

②鼓气速度不能太猛，以防将白磷吹出管子。

③要一直鼓气到玻璃管内无火焰，将白磷完全转化或燃烧掉为止。

红磷和白磷的相互转化实验 (三)

取一大的干燥试管，将少量红磷放在距试管底部的三分之一处，向试管内充二氧化碳或氮气作为保护气，并在试管口塞一带孔的胶塞，将试管放水平，加热有红磷的部位，片刻可以看到红磷受热变成蒸气，并聚集在试管底部和上部，有少量磷蒸气逸出胶塞孔，变成白烟，黑暗处可以看到有磷光出现。冷却后，可观察到试管底部和中上部凝结成淡黄色的白磷环。

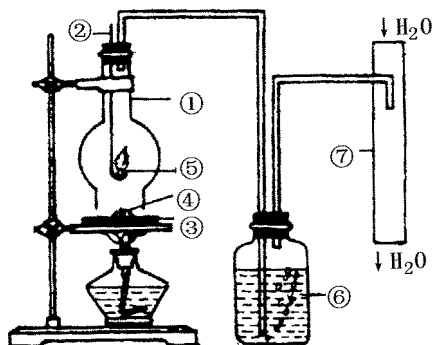
特点：消除了磷燃烧时产生白烟干扰实验效果，简便、省时。

红磷与白磷着火点比较实验的改进 (一)

对于红磷与白磷着火点比较的演示实验，如果按中学课本上介绍的方法去做，因大量白烟散发到空气中造成环境污染，有损师生健康。为此，四川省万县师范学校覃文秋老师对该实验作了如下改进。

[实验装置]

见下图。



[主要仪器及药品名称]

①玻璃灯罩；②燃烧匙；③铁片；④红磷；⑤白磷；⑥氢氧化钠溶液；⑦水流抽气管。

[实验步骤及实验原理]

首先，按上图所示，将装置连接好，把抽气管上端套在水龙头上。然后，降低铁圈；取约少半药匙红磷置于铁片上，并稍稍压紧；另取一颗约豌豆大小的白磷，擦干水，放在燃烧匙中。再将铁圈回升到原来的位置，立即用酒精灯对铁片加热。不一会，白磷首先燃烧起来。这时，开启水龙头，让水从抽气管中快速流下。通过这样的抽气，会造成中间玻璃灯罩内的气体压强小于外界，使空气能不断地从玻璃灯罩下口边缘与铁片间的缝隙进入其内而助燃，也使得磷燃烧产生的白烟能不断地被吸入试剂瓶内，被氢氧化钠溶液吸收。待红磷燃烧时，又可流水抽气，使白烟再次被吸收处理。

[实验分析]

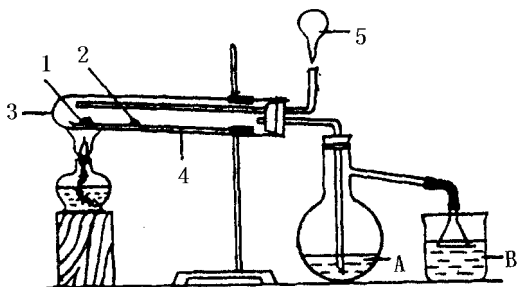
红磷在下，白磷悬空；红磷受热于高温铁片，白磷则受热于铁片周围上升的热空气。因此，上述现象同样说明红磷着火点高于白磷。又由于磷燃烧产生的白烟被氢氧化钠溶液吸收后，余下的还可被吸入抽气管，被水吸收，这使得白烟能全部被处理掉，保护了环境，也保护了师生健康。

[注意事项]

①取药品应先红磷，后白磷，以防白磷因缓慢氧化，未加热而先自燃；②将红磷稍稍压紧于铁片上，可加快传热速度，使红磷温度较快达到着火点；③玻璃灯罩下口边缘与铁片之间应稍稍留缝隙，以便空气顺利进入灯罩内助燃，也便于白烟被吸收。

红磷和白磷着火点比较实验的改进 (二)

内蒙伊敏河矿区二中费国友老师介绍的方法是：把少量的红磷和白磷隔开相当的距离分别放在铁片上，并按下图装好。然后用酒精灯在红磷的下面加热，结果白磷先燃烧产生白烟充满大试



①红磷 ②白磷 ③试管 ④铁片 ⑤吸耳球

管，这时，用吸耳球在上面的导管口往里压入空气，起的作用是补充试管内的氧气和排出白磷燃烧生成的氧化物于大蒸馏烧瓶中。再过一会红磷才燃烧也产生大量的白烟，把其白烟排到大蒸馏烧瓶中和烧杯中被吸收，现象，大蒸馏烧瓶中的石蕊试液变红。这样做既可验证磷的氧化物对应的水化物的酸性，又使学生掌握如何吸收磷的氧化物的方法，还可避免磷的氧化物对环境的污染，整个实验过程仅需 圆- 源分钟。

说明：

①铁片要弯成能与试管壁相吻合，这样白磷红磷放得稳，试管壁向铁片传热也快，能缩短实验的时间。

②用大蒸馏烧瓶的目的，一是用石蕊试液验证磷的氧化物对应水化物的酸性，二是起到收集磷的氧化物的作用。

③烧杯中盛 ~~草酸~~ 溶液是为了防止磷的氧化物污染环境。

怎样干燥和保存红磷

在 ~~15—20~~ 分钟内，可使受潮的红磷干燥。干燥的原理是，在浓的含碱的酒精溶液中，磷不能形成稳定的悬浮物。

用刮刀把少量潮湿呈糊状的红磷移入容积为 ~~100—150~~ 毫升的烧杯中，并且向烧杯中加入 ~~1—2~~ 毫升 ~~冰~~ 冷的苛性钠溶液，用玻棒搅拌以便得到均匀的悬浮物。用石蕊试纸检验，介质应当显碱性，因为在磷的保存期间，由于和空气接触所形成的磷酸将完全被苛性钠中和。当介质显酸性时，还应当补充碱溶液。然后向烧杯中加入 ~~10—15~~ 毫升浓的变性酒精。悬浮物很快以硬片状或松散的颗粒状沉淀在烧杯底和烧杯壁上。而液体则变成无色澄清液。倾出液体。重新向烧杯中加入等量的酒精，小心粉碎硬片状固体并搅拌混合物 ~~1—2~~ 分钟，静置使液体澄清。把第二次加入的酒精倾出之后，把磷转移到微热的玻璃片上。经过 ~~1—2~~ 分钟，磷就被干燥了。用微弱的热风去吹产品，并且在玻璃片上不断地使之粉碎，可以加快干燥速度。

在产品中，苛性钠、磷酸钠、连二磷酸钠的杂质含量是很少的，不影响教学大纲中实验的进行

应当估计到在中和磷酸的过程中，由于磷和碱溶液微弱的互相作用，有微量的磷化氢析出。所以，提纯大量的潮湿的磷，必须在通风的条件下进行。每次干燥的数量，应是一次实验的用量，随用随干燥。

以潮湿的或液体膏状的形式保存红磷是贮存红磷的较好的方法。液体膏状红磷可以向盛有红磷的玻璃瓶中加入少量水得到。潮湿的磷在具有强氧化剂的爆炸混合物中活泼性很小，引起火灾的危险性很小，考虑到红磷中存在的磷酸具有吸湿性，不必使红

磷干燥保存。

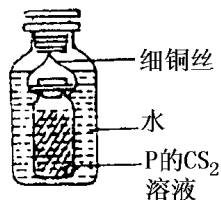
磷的贮存溶液保存及自燃

装置图：

步骤：

(1) 取 1 毫升带有玻璃塞的小口试剂瓶一个，瓶内装二硫化碳 1 毫升。

(2) 用小刀在煤油中切约 0.5 克白磷，用镊子夹出，用滤纸将表面的煤油吸去，并立即投入装有二硫化碳的试剂瓶中，使其全部溶解。盖上玻璃塞。(瓶塞必须密闭) 在试剂瓶颈部系铜丝并拴过瓶塞之上，以携取。



(3) 将小试剂瓶置于 100 毫升带有玻璃塞的广口试剂瓶中，瓶内盛水约半瓶。

自燃实验：

用能够插五支蜡烛的烛台一个。将每支蜡烛削去蜡烛头，露出灯芯约一寸。用二硫化碳将灯芯上的蜡洗去。在进教室前，用胶头滴管把保存白磷的二硫化碳溶液吸取适量，浸透灯芯，蜡烛插在烛座上，携入教室，置于讲台上。隔不多时，蜡烛自燃。

说明：

(1) 用时只需打开瓶塞，用胶头滴管吸取，避免白磷的二硫化碳溶液与皮肤、衣服或其它可燃物接触。

(2) 白磷的二硫化碳溶液瓶通常是浸在水中，这样保存比较安全。

磷化氢的简易制法

用白磷跟碱液反应制磷化氢较繁，所用药品较多，适合制多量的磷化氢。用 CaH_2 制磷化氢的实验简便安全，可作学生科技活动内容，安徽省阜阳市红旗中学方子忠老师介绍的具体过程如下。

磷化氢的制取

(员) 取红磷 员—员缘克放入一支 员缘—员圆厘米的硬质试管里，上面加层砂子，砂层高 员—员圆厘米。

(圆) 把红磷和砂子一起加热，以去其中所含水分，同时加热整个试管，使管内全部干燥。

(猿) 把经过灼热过的生石灰粉末装入上述试管里，至大半试管。

(源) 斜执试管，用喷灯加强热，并使火焰集中在砂子附近一段石灰上，此时由于气体膨胀，可能会有石灰向上推移现象，可用铁丝把它压下去，将试管一面慢慢旋转，一面加热，到管壁发红时，另用酒精灯加热试管底部，使红磷升华，磷蒸气通过灼热的砂层跟石灰反应，反应物会突然红热，而后变为褐色。此时可能会有少量磷蒸气逸出在管口燃烧，切勿吸入。将喷灯火焰慢慢上移，灼热未反应物质，一方面将红磷加热，到红磷完全升华为止。

(缘) 反应结束后停火冷却，用铁丝把上层石灰逐层弄松，先行倒出，最后倒出黄色物质，具有烈蒜臭，这是 PH_3 和 $\text{PH}_3 \cdot \text{CaH}_2$ 的混合物，把它保存在干燥器里备用，主要反应为：



磷化氢的制取

在烧杯里盛大半杯水（以浸没整个漏斗为准），向水中投入几块 CaH_2 ，立即用过滤漏斗罩住 CaH_2 ， CaH_2 立即跟水反应，生成的 H_2 通过水冒出来，在空气中燃烧，可观察到一圈一圈白烟从水中升起。如在暗处，可看到 H_2 燃烧的淡蓝色火光。上述反应