

有机化学实验常识

欢迎大家来到有机化学实验室！先不要被实验室的味道呛得捂鼻子，对于你们这些今后的化学工作者，要对这些味道习以为常，像爱香水味一样爱它。

在动手进行实验前，大家非常有必要先来了解一些有机化学实验的基本常识。

有机化学实验这门课程既不隶属于有机化学理论课，也不能被有机化学理论课所替代，它与有机化学理论课是平等的、相辅相成的关系。因为有机化学的理论概念只有通过有机化学实践才能真正变得生机勃勃，所以希望各位能对这门课程给予足够的重视。

首先我们要知道有机化学实验主要研究的内容有哪些。

1.1 有机化学实验的主要内容

1. 有机物的提取与合成

有机化学实验研究的主要对象就是有机化合物，因此我们要知道这些有机化合物是怎么得来的，这是有机化学实验中所占比重很大的一部分内容。有机物的获取途径主要有两种：一种是从自然界的天然产物中提取得到，如从茶叶中提取咖啡因；另一种是通过化学技术合成出来，就是我们通常所说的有机合成。

2. 有机物的分离和纯化

不管是通过天然产物提取的有机物还是有机合成出来的有机物，大多数都是混合物，因此需要使用各种分离纯化方法以得到我们想要的单一纯净有机物，通常采取的分离纯化方法有以下几种：①分离纯化固体物质或固-液混合物常用重结晶、过滤、升华、离心、膜分离等方法；②分离纯化液体有机物常用蒸馏、分馏、萃取等方法；③用于精细分离纯化的色谱法和电泳法。

3. 有机物的性质及有机化学反应

知道了有机物是怎么得来的还远远不够，还要进一步弄清其性质和化学反应规律。有机物的性质是受其特征结构影响的，具有相似结构的有机物在化学反应规律上也表现出一定的相似性。这方面的内容将在有机化学理论课上得到全面详细的诠释，因此在有机化学理论课的基础上，才能通过有机化学实验对此项内容进行验证和合理利用。

上述内容理论课上虽然介绍得很全面，但针对有机化学实验，有机物的性质和有机化学反应具有以下典型特点：

(1) 由于有机化合物结构上的特点,造成有机化合物的极性大多小于无机物,而且有机化合物之间微小的极性差别还会引起其性质上的较大差异,因此有机物的极性直接影响到选择的溶剂体系。记住“相似相溶”的规律。

(2) 有机物的性质具有多样性,因此有机化学反应也受其性质的影响,主反应与副反应共存,而且受反应条件的影响很大,这就造成了有机合成产物常为混合物,直接影响到合成产率。所以我们做有机合成实验时,一定要知道都有哪些副反应,生成哪些副产物,怎样去除掉这些副产物,不要追求百分百的合成产率,那是不现实的,只要实事求是的实验结果。

(3) 有机化学反应不像无机化学反应进行得那么痛快,有机化学反应大多速度缓慢,需要较长的反应时间,一般还要加热进行。所以做有机实验时千万不要着急,一定要按照规定的时间和步骤来做,作为回报你可以练就合理利用时间的本领。

(4) 大多数有机化合物易燃、易爆、易挥发,因此实验安全非常重要,但大家千万不要因害怕危险而不敢动手做实验,在后续内容中专门有一节是介绍有机化学实验安全常识和事故的预防及处理的。只要大家都能按照安全注意事项操作,危险就会离你远去。

4. 有机物的结构分析和表征

众所周知,物质的“结构决定性质”,有机物的性质及有机化学反应并不是凭空想象出来的,而是通过有机物结构特点的确凿证据所确定的,因此有机物的结构分析和表征就是上述一切内容研究的根源和依据。有机物的结构分析在理论上的方法相信大家都不陌生,因为在有机化学理论课以及结构化学课上都有详细的讲解,比如原子轨道理论、电子轨道理论、分子轨道理论、电子效应、空间效应、立体化学等,而在有机化学实验中我们主要通过借助一些精密分析仪器,采用现代分析技术对有机物的结构进行表征,如紫外光谱法、红外光谱法、核磁共振谱法、X 射线衍射法、旋光度法等。这些方法在后续章节中均有介绍。

5. 有机物的开发和利用

我们提取或合成出来的有机物,最终目的是要“为我所用”,下面列举了有机物在多个领域中开发和利用的一些代表性实例:

医药——药品,生物相容性移植

生物化学——蛋白质、酶、核酸(DNA 和 RNA),激素

电子产品——液晶、发光二极管(LEDs)、绝缘体

聚合物/塑料——聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯

油漆和涂料——染色剂、交联剂

日化——化妆品、防晒剂

农业——杀虫剂、信息素、除草剂

生活——食品及添加剂、空调及冰箱制冷剂

机械工业——燃料、润滑剂

军事——炸药、推进剂

纺织品——染料和纤维等

还有其他许多新的有机物正在被开发和利用出来。我们在第6章创新及应用型实验中,就会切切实实接触到这些有机物如何“变身”为日常生产生活中的有用之物。

以上这几方面内容也是我们这门课程需要大家按顺序由浅入深掌握的内容。

1.2 有机化学实验室的安全常识及事故的预防和处理

本节内容关乎每位进入实验室做实验人员的切身安全,你是否能和进来时一样完好无损地走出实验室,关键就在于你对这一节内容记住多少,领会多少。

1.2.1 有机化学实验室安全须知

(1) 必须佩戴安全护目镜或面屏。因为在加热液体的实验过程中,可能由于忘加沸石或加热过猛而引起液体暴沸冲出反应器,或因清洗不当造成玻璃仪器炸裂,这些都可能使玻璃碎片、滚热的或具有腐蚀性的化学药品溅入眼睛或面部,而佩戴安全护目镜或面屏是最方便、最有效的防护措施,隐形眼镜最好不带,它只能使情况变得更糟。当然细心并完全按照实验规则来操作才是阻止事故发生的根源,防护是将事故发生后的伤害降至最低的补救措施。

(2) 必须穿实验服做实验,这是为了保护自己的衣服、皮肤免受莫名飞溅过来的不明液体的腐蚀;女孩子的长发也要事先扎起来,如果不想让你留了数年的长发被毁的话;鞋子最好不要穿露脚趾和脚面的,谁知道浓酸什么时候会不小心洒到脚上。

(3) 不能在实验室吃东西,严禁在实验室吸烟。这些举动最好远离实验室进行,为了你自己和他人的安全。

(4) 随时准备应对紧急情况。一定要熟悉实验室的安全设施包括灭火器、灭火毯和急救药箱的摆放位置和使用方法。考虑好在紧急事件中(如着火、液体暴沸、灼伤等意外事件)你能做些什么。

(5) 除非有明确说明,否则不要使用明火,同时在点火前仔细检查附近是否有可燃物品存在。

(6) 不允许做任何未经准备的实验。前期预习思考不充分的实验过程几乎总是导致不好的实验结果,甚至发生危险。一定要在实验前充分预习,理解掌握各步骤的意义及安全注意事项。

(7) 不要在加热期间擅自离开你的实验台。一旦开始进行加热操作,千万不要让实验台处于无人值守状态,这样可以防止加热过猛液体溅出导致伤人或火灾以及玻璃容器烧干烧炸等有危害的事件发生。

如果你能完全做到上面的这几点,实验室的大门将永远安全地向你敞开。

1.2.2 有机化学实验事故的预防及处理

1. 火灾的预防及处理

防火是有机化学实验室安全工作的重中之重,因大多数有机溶剂(如乙醚、乙醇、丙酮等)都具有易燃、易挥发的特点,一旦发生火灾而扑救不及时时,就会火烧连营。要想防患于未然,有机化学实验室基本不能出现明火(只能使用电热套、水浴锅、电炉子等进行加热),除

非某个特定实验,万不得已使用明火时,必须牢牢记住“点明火必须远离有机溶剂,操作易燃物质必须远离火源”。而且含有有机溶剂的废液也不能随便倒入水槽和下水道中,以免引起下水道起火,必须倒在指定的废液桶中。点火后继续燃着或带有火星的火柴梗不能乱扔,不能随手丢进垃圾桶中,可先放在装水的容器中,最后扔入垃圾桶。

如果发生失火,切勿惊慌失措,应尽快冷静下来,迅速决定该怎样灭火。若是烧瓶上的小火,通常只需要用一块石棉网或玻璃片盖住瓶口即可;若是实验台面或其他平面的小火,可用灭火毯覆盖在着火处;若是火势较大,首先应立即切断实验室电源(一般都安装在门口旁),然后拿取灭火器(一般也放置在门口处)灭火,切忌用水灭火,这反而会使火势蔓延。无论哪种灭火器(常用的有泡沫灭火器和干粉灭火器),都应从起火点的四周向中心扑灭。若是你的衣服着火了,切勿乱跑,这样只会加剧火焰燃烧,而且还会把火种带到其他地方,正确的做法是用灭火毯包裹住自己使火熄灭,如果火势较大,应躺在地上(这样做是为了防止火势烧向头部),裹紧灭火毯至其熄灭,也可以在地上打滚使其熄灭。灭火后如果有轻度烧伤或烫伤,可取用急救药箱中的烫伤软膏涂抹伤处,伤势严重的话应立即送往医院急救。关于灭火器的种类和使用常识,每年都有消防部门进行专门的培训,在此就不再赘述了。总之“火灾猛于虎”,预防为主,施救必然。

2. 爆炸的预防及处理

有机化学实验中预防爆炸的一般措施如下:

(1) 常压蒸馏和回流装置必须与大气相连通,不能造成密闭体系,而且必须加入沸石,以防止液体暴沸冲出;减压蒸馏时,不能用三角烧瓶、平底烧瓶、锥形瓶、薄壁试管等不耐压容器作为接收瓶或反应瓶,否则易发生爆炸,应选用圆底烧瓶作为接收瓶或反应瓶。无论是常压蒸馏还是减压蒸馏,均不能将液体蒸干,以免局部过热或产生过氧化物而发生爆炸。

(2) 切勿使易燃易爆的气体接近火源,有机溶剂如醚类和汽油一类物质的蒸气与空气相混合时极为危险,当达到一定极限时,可能会由一个热的表面或者一个火花而引起爆炸。

(3) 使用乙醚等醚类时,必须检查有无过氧化物存在,如果发现有过氧化物存在,应立即用硫酸亚铁除去过氧化物,才能使用,同时应在通风较好的地方或在通风橱内进行。

(4) 对于易爆炸的固体,如重金属乙炔化物、重氮盐、三硝基甲苯等都不能重压或撞击,以免引起爆炸,对于这些危险的残渣,必须小心销毁。例如,重金属乙炔化物可用浓盐酸或浓硝酸使它分解,重氮化合物可加水煮沸使它分解等。

(5) 卤代烷不能与金属钠接触,因反应剧烈易发生爆炸。钠屑必须放在指定的地方。

如果不幸发生爆炸事件而受伤,小伤用急救箱处理,大伤一定要送医院。

3. 中毒的预防及处理

有机化学实验经常接触的无机和有机化学药品中有个别是有毒的,使用时请务必小心谨慎。另外还有些药品是有腐蚀性和刺激性的,使用时也要小心。因此,要事先了解实验中使用的每种化学药品有无毒性,提高警惕,加强防护十分重要。

下面列举一些本书的实验中常接触到的有毒物质及其防护处理措施。

1) 有毒气体

本书涉及的实验中能产生的有毒气体有溴(蒸气)、溴化氢、氯化氢、二氧化硫、二氧化氮

等刺激性气体。进行这些产生有毒气体的实验时,最好在通风橱内进行,并注意安装气体吸收装置,一定要开窗通风,打开所有的室内通风系统。若有毒气体大量泄漏,要立即关闭反应电源,停止实验,迅速离开现场。如有中毒情况发生,要立即将中毒者抬到空气流通的地方,保持静躺,必要时尽快去医院进行给氧急救或人工呼吸。

2) 有机溶剂

这是有机化学实验中大量使用的化学试剂,除了易燃性外,它们的第二种危害就是毒性。许多含氯有机溶剂吸入体内不易排出,会发生积累中毒而引起肝硬化,过多接触苯也会发生积累中毒从而导致白血病。氯仿和乙醚都是麻醉剂,当过量吸入时会引起昏睡不醒、恶心、呕吐等症状。甲醇对视神经特别有害。当使用有机溶剂,特别是易挥发的溶剂时应在通风橱内操作。需要检查某种试剂的气味时,切忌用鼻子凑近容器口深深吸气,正确方法是在离鼻子较远的距离,用手扇动,让蒸气飘过来,嗅到气味即可;另一种方法是用一个被该物质润湿的塞子,放在鼻子下面晃动,轻轻吸气即可,总之这两种都有点像闻香水的方法。一旦中毒,采取的措施和1)中一样。

3) 其他有毒物质

(1) 汞: 其实汞在有机化学实验中只存在于温度计中,如果温度计打碎了,一定要记住下面的话。汞,为银白色的液态金属,室温下易挥发。汞中毒以慢性为多见,长期吸入汞蒸气和汞化合物粉尘所致。以精神-神经异常、齿龈炎、震颤为主要症状。大剂量汞蒸气吸入或汞化合物摄入即发生急性汞中毒。水银温度计打碎后,要尽快用滴管将汞珠吸起,放入水中或甘油中保存,尽量收集完全,无法收集上来的细小汞粒再洒上硫磺粉或三氯化铁溶液予以清除。所以打碎水银温度计并不可怕,可怕的是不知怎样处理,置之不理只会让你自己和周边的人发生汞中毒的慢性积累。

(2) 苯胺及其衍生物: 长期大面积接触均会导致慢性中毒,从而导致贫血。

(3) 苯酚: 烧伤皮肤,引起皮肤坏死或皮炎,沾染后应立即用温水及稀乙醇清洗。

(4) 硝基苯及其他芳香族硝基化合物: 中毒后引起顽固性贫血及黄疸病,刺激皮肤会引起湿疹。

以上这些毒物主要是通过呼吸道和皮肤接触对人体造成危害,预防中毒应做到以下几点。

(1) 称量药品时应使用工具,不得直接用手接触,尤其是有毒药品。做完实验后,应洗手后再吃东西。任何药品不能用嘴尝。

(2) 剧毒药品应妥善保管,不许乱放,实验中所用的剧毒物质应由专人负责收发,并向使用毒物者提出必须遵守的操作规程。实验后的有毒残渣必须做妥善而有效的处理,不准乱丢。

(3) 有些剧毒物质会渗入皮肤,因此,接触这些物质时必须戴橡皮手套,操作后应立即洗手,切勿让毒物沾及五官或伤口。

(4) 反应过程中可能生成有毒或有腐蚀性气体的实验应在通风橱内进行,使用后的器皿应及时清洗。在使用通风橱时,实验开始后不要把头部伸入橱内。

4. 药品灼伤、烫伤的预防及处理

有机化学的合成实验经常会用到强酸(如浓硫酸、浓磷酸、浓硝酸)作为催化剂或氧化

剂,偶尔还会接触到强碱,取用这些强腐蚀性酸碱的时候可以佩戴耐酸碱手套以保护手部皮肤,一旦皮肤接触了这些腐蚀性物质后可能被灼伤。发生灼伤时应按下列要求处理。

1) 酸灼伤

皮肤上——立即用大量清水冲洗,然后用5%碳酸氢钠溶液洗涤后,涂上油膏,并将伤口包扎好。

眼睛上——轻轻沾去溅在眼睛外面的酸,立即用水冲洗,用洗眼杯或将橡皮管套上水龙头用慢水对准眼睛冲洗后,即到医院就诊,或者再用稀碳酸氢钠溶液洗涤,最后滴入少许蓖麻油。

衣服上——依次用水、稀氨水和水冲洗。

地板上——撒上石灰粉,再用水冲洗。

2) 碱灼伤

皮肤上——先用水冲洗,然后用饱和硼酸溶液或1%醋酸溶液洗涤,再涂上油膏,并包扎好。

眼睛上——轻轻沾去溅在眼睛外面的碱,用水冲洗,再用饱和硼酸溶液洗涤后,滴入蓖麻油。

衣服上——先用水洗,然后用10%醋酸溶液洗涤,再用氢氧化铵中和多余的醋酸后用水冲洗。

其实大家可以看到,处理酸碱灼伤的第一步就是用大量清水冲洗,谨记之!

上述各种急救法,仅为暂时减轻疼痛的措施。若伤势较重,在急救之后,应速送医院诊治。

3) 烫伤

通常会发生在加热液体暴沸,冲出反应瓶,而你恰好在旁边之时,或是长时间触摸过热的容器。

处理:轻伤者涂以玉树油或鞣酸油膏,重伤者涂以烫伤油膏后送医务室诊治。

5. 玻璃割伤的预防及处理

有机化学实验所用到的玻璃仪器远远多于无机化学实验。其实有机化学实验用到的药品很简单,有些基础型合成实验只用到两三种药品,而玻璃仪器却是在有机化学实验中经常要接触的,包括反应仪器(圆底烧瓶、冷凝管、接引管,各种连接管等)、后处理仪器(分液漏斗、锥形瓶、量筒等),这些玻璃仪器在操作过程中一不小心就会被打碎。不要因为打碎玻璃仪器而惊慌失措,这是很正常的,每个搞化学的人都会经历,磨口仪器的赔偿是小事,不要伤到自己才是重点。预防措施有:将不需要或用完的玻璃仪器随手收拾到相应位置,不要在实验台上乱放(如量筒,实验室的量筒经常是上口碎的,毋庸置疑是在实验台面上刮倒而造成的);接引管在安装时一定要最后安装,也就是在不需调整仪器位置、可以开始加热时再安装上去,它的作用只是起到将馏出液引流到接收瓶中,而且它还是悬空安装的(尤其在有长长的分馏柱时更为危险易碎)。经实践统计,接引管的打碎率是最高的,其次是分液漏斗,分液漏斗起到对粗产品中的副产物及杂质的分离萃取作用,几乎每个合成实验都会用到。分液漏斗打碎有两种情况,一是它下面长长的导液管,清洗的时候容易碰到水槽壁而碰断;二是它的活塞,有些同学没有加装橡皮筋而使活塞无固定,脱落打碎。

一旦发生玻璃割伤,要仔细观察伤口有没有玻璃碎粒,如果有,应先把伤口处的玻璃碎粒取出。若伤势不重,先进行简单的急救处理,如涂上万花油,再用纱布包扎;若伤口严重、流血不止时,可在伤口上部约 10 cm 处用纱布扎紧,减慢流血,压迫止血,随即到医院就诊。

6. 触电的预防及处理

有机化学实验加热时经常会使用电加热器,在使用时应防止人体与电器导电部分直接接触,不能用湿手或手握湿的物体接触电插头。为了防止触电,装置和设备的金属外壳等都应连接地线,实验后应切断电源,再将连接电源的插头拔下。一旦发生触电事故,切不可惊慌失措,束手无策,首先要马上切断电源开关,如电源开关距离较远,可用绝缘的物体(如木棒、竹竿、手套等)将电线移掉,使触电者脱离电流损害的状态。千万不能徒手去拉触电者,这样只能好心救人却害了自己。

将脱离电源后的触电者迅速移至比较通风、干燥的地方,使其仰卧,将上衣与裤带放松,如情况不严重,能在短期内恢复知觉,如情况严重,应就地用人工心肺复苏术进行施救,并同时联系就近医院接替救治。

看了上面这几条安全事故方面的预防及处理方法,请大家不要对有机化学实验存在畏惧心理,其实以上事故的发生几率是非常非常小的,而且预防工作做充分的话,几乎可以杜绝事故的发生。因此希望大家胆大心细地进行实验操作。

1.3 实验室学生守则

为了使我们的实验课能够愉快、顺利地进行,使大家养成良好的实验室工作习惯,希望大家遵守以下有机实验室规则:

(1) 实验前必须认真预习有关实验内容,明确实验的目的和要求,了解实验原理、反应特点、原料和产物的性质及可能发生的事故,写好预习报告,否则不允许做实验。

(2) 进行实验前要把你所有的仪器设备核对一下,如有缺损应立即告诉指导教师。

(3) 实验过程中要认真操作,仔细观察,如实记录实验数据,实验结束后要经过教师审阅并签字,不做与该次实验无关的事情。

(4) 遵从教师的指导,严格按规程操作,未经教师同意,不得擅自改变药品用量、操作条件和操作程序。实验中发生错误,必须报告教师,作出恰当处理。

(5) 保持实验台面、地面、仪器及水槽的整洁。不是立即要用的仪器,应保存在实验柜内,需要放在台面上待用的仪器,也应放得整齐有序。书包、衣物及与实验无关的物品应放在指定位置。公用仪器、药品、试剂要在原处取用,不能擅自拿回自己的实验台。

(6) 爱护公物,节约水、电、药品。取完药品要立即盖好瓶盖,不得私自将药品、仪器带出实验室,仪器损坏应及时报损。

(7) 所有废弃的固体物应丢入废物缸,不得丢入水槽,以免堵塞下水道。废弃有机溶剂、废液及废渣不许直接倒进水槽,必须倒在指定的废液桶中统一回收处理。

(8) 实验完毕,清洗仪器并收藏好,清理实验台面,经教师检查合格后方可离开实验室。

(9) 值日生须做好地面、公共台面、水槽的卫生并清理废物缸,检查水、电、煤气,关好门窗,经检查合格后方可离开。

1.4 有机化学实验的预习、记录和实验报告的基本要求

有机化学实验课是一门综合性较强的理论联系实际的课程。它是培养学生独立工作能力的重要环节。完成一份正确、完整的实验报告,也是一个很好的训练过程。实验报告分三部分:实验前预习、现场记录及课后实验总结。

每一位有机化学实验指导教师都有自己关于实验室安全、实验室规则和实验报告的想法和要求。本书列出的内容只是作为一个参考,一切都应以你的指导教师的要求为准。

1.4.1 实验预习

实验预习的内容包括:

- (1) 实验目的——写出本次实验要达到的主要目的。
- (2) 反应及操作原理——用反应式写出主反应及副反应,简单叙述操作原理。
- (3) 物理常数表——包括在实验中用到的所有反应物、产物及溶剂等的名称或结构,给出其分子式、相对分子质量和用量(克、毫升,并换算成摩[尔])。同时这个表中还应包括如相对密度、颜色和气味等物理性质,涉及安全或健康问题的药品也应突出表明。
- (4) 画出主要反应装置图。
- (5) 操作步骤——尽量用流程图表示,也可以用文字,叙述要简明扼要,必须用自己的话去表达,不要简单复制书上的步骤来做报告。
- (6) 回答实验前的任何问题。

预习时,应想清楚每一步操作的目的是什么,为什么这么做,要弄清楚本次实验的关键步骤和难点,实验中有哪些安全问题及注意事项,合理安排实验时间进度。预习是做好实验的关键,只有预习好了,实验时才能做到又快又好。

1.4.2 实验记录

认真做好实验记录是每个实验者必须做到的。实验记录是科学研究最重要、最原始的凭证,实验记录的好坏直接影响对实验结果的分析。因此,学会做好实验记录也是培养大家严谨的科学工作习惯以及实事求是精神的一个重要环节。

记录的具体内容有:

- (1) 日期,包括年、月、日和时间,环境条件(如温度、湿度等);
- (2) 实验名称;
- (3) 实验目的;
- (4) 实验方案;
- (5) 使用试剂(名称、批号、厂家、等级、用量);
- (6) 使用仪器(名称、型号、供货厂商);
- (7) 实验过程:详细描述实验步骤及各步骤出现的现象;
- (8) 实验结果:产品的产量、产率、测定的物理常数数据;
- (9) 实验小结:简短的实验结果总结和解释,将有助于指导后续的研究。其内容包括主要结论、存在问题、改进方法和实验体会等。

实验记录的要求：

要记住六个字——“真实”“详细”“及时”。“真实”是指记录应反映实验中的真实情况，不是抄书，也不是抄袭他人的数据或内容，而是根据自己的实验事实如实地、科学地记叙，绝不可做任何不符实际的虚伪记录。“详细”是要求对实验中的任何数据、现象都做详细记录，甚至包括自己认为无用的内容都要不厌其烦地记录下来。有些数据、内容宁可在整理总结实验报告时舍去，也不要因为缺少数据而浪费大量时间重做实验。“及时”是指实验时要边做边记，不要在实验结束后补做“回忆录”。回忆容易造成漏记和误记，影响实验结果的准确性和可靠程度。

实验记录不要随便记在一张纸上，最好记在实验记录本上。

1.4.3 实验报告

实验操作完成后，必须对实验进行归纳总结，分析讨论，整理成文。只有完成了实验报告的整理后，才能算真正完成了一个实验的全过程。

实验报告的具体内容包括：

- (1) 实验目的。
- (2) 实验原理。
- (3) 主要试剂及产物的物理常数。
- (4) 仪器装置图。
- (5) 实验步骤。
- (6) 实验结果及讨论：

结果部分要将实验记录上的原始数据写上，并描述产品的颜色、状态、气味等物理性质，同时将测出的产品物理常数一并写上。合成类型的实验一定要计算产率，在计算理论产量时，应注意：①有多种原料参加反应时，以物质的量最小的那种原料的量为准，并根据主反应方程式中反应物与产物的物质的量之比，计算出产物的理论产量（最后要将产物的物质的量换算成质量单位克）；②不能用催化剂或引发剂的量来计算；③有异构体存在时，以各种异构体理论产量之和进行计算，实际产量也是异构体实际产量之和。计算公式如下：

$$\text{产率} = \frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\%$$

讨论部分要分析实验中出现的问题和解决的办法，也可以对实验提出改进性的建议。通过讨论达到从感性认识上升到理性认识的目的。

(7) 思考题：每个实验后都有一些思考题，可以帮助大家对这个实验进行更深层次的思考，请根据指导教师的要求在实验报告中作出解答。

实验报告要求条理清楚，文字简练，图表清晰、准确。一份完整的实验报告可以充分体现各人对实验理解的深度、综合解决问题的能力及文字表达的能力。

下面给出实验报告的格式。

1.4.4 实验报告示例

实验题目 溴乙烷的制备

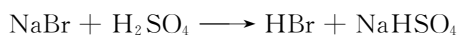
实验目的：

- (1) 学习从醇制备溴代烷的原理和方法；

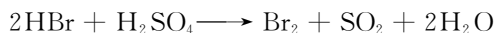
(2) 学习蒸馏装置和分液漏斗的使用方法。

实验原理:

主反应:



副反应:



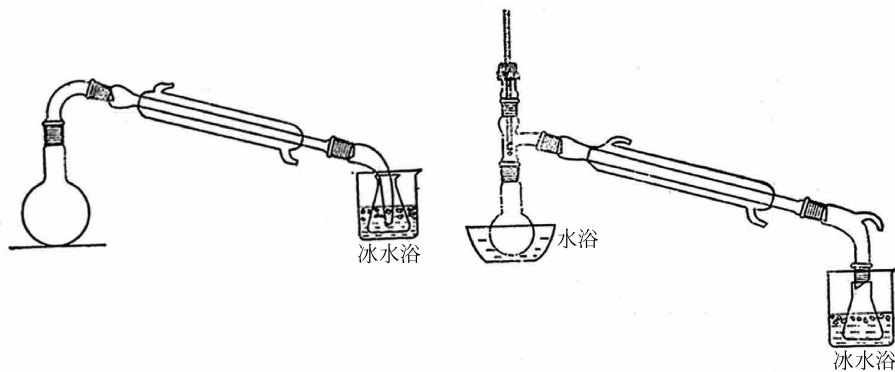
主要试剂及产物物理常数:

试剂名称	相对分子质量	熔点/℃	沸点/℃	相对密度	相对折光率	溶解度/(g/100 g 溶剂)
乙醇	46	-117	78.4	0.79	1.3993	水中∞
溴化钠	103				1.4398	水中 79.5(0℃)
硫酸	98	10.38	340(分解)	1.83		水中∞
溴乙烷	109	-118.6	38.4	1.46		水中 1.06(0℃), 醇中∞
亚硫酸氢钠	104	150		1.48		水中 42(25℃)
乙醚	74	-116	34.6	0.71		水中 7.5(20℃), 醇中∞
乙烯	28	-169	-103.7			

主要试剂的规格及用量:

试剂名称	规格	实际用量			理论量/mol	理论产量
		g	mL	mol		
95%乙醇	分析纯	8	10	0.165	0.126	
溴化钠	分析纯	13		0.126		
硫酸	98%, 分析纯		19	0.34	0.126	
溴乙烷					0.126	13.4 g

仪器装置图:



(a) 反应装置

(b) 蒸馏装置