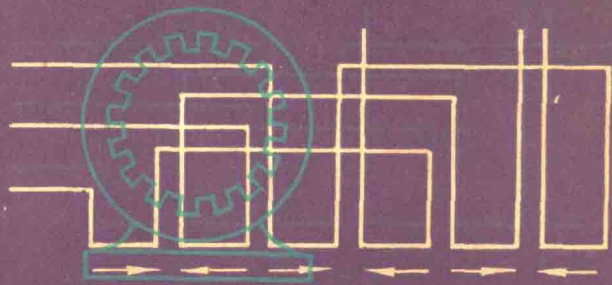




50.87
SHR

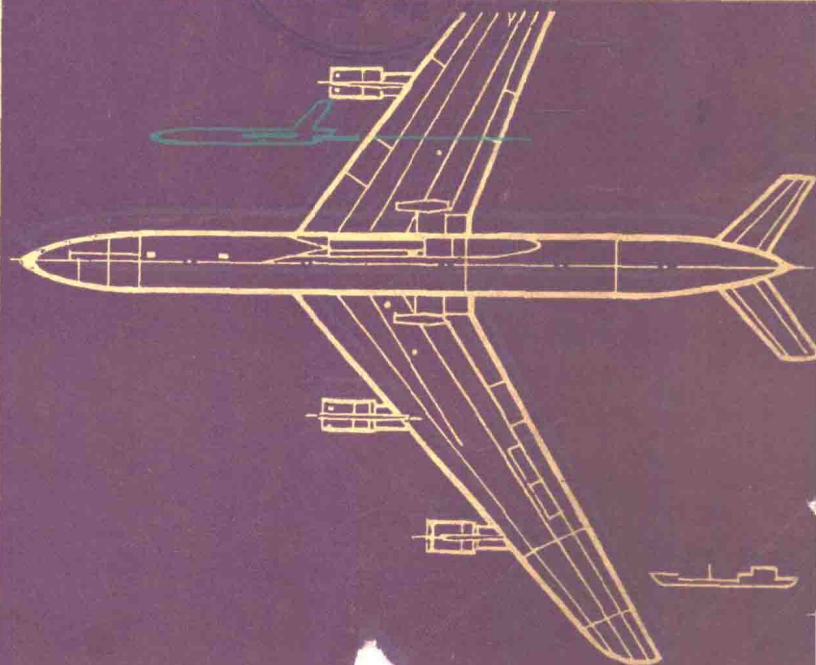


中学科技

ZHONGXUE KEJI



13



欣欣向荣的天文学

上海天文台 宇 翔

广阔无垠的宇宙空间里，分布着各式各样的天体和形形色色的物质。它们都处于不断地产生、运动、变化和消灭之中。天文学就是研究它们的位置、分布、运动和演变的规律，探讨它们的物理状态和结构，化学特征和组成的科学。天文学的产生和发展是和人类生产实践紧密相连的。恩格斯指出：“首先是天文学——游牧民族和农业民族为了定季节，就已经绝对需要它。”远古人类在游牧时期，凭日月星辰辨别方向，依寒暖变迁选择牧场，逐水草而居。待到农耕时期，对编制历法要求更高。我国古代劳动人民在大量实践基础上，总结出阴阳合历。公元前六世纪就已采用十九年七闰法置闰。公元前四世纪，魏人石申等编制恒星表，比希腊号称最古的依巴谷星表还早。汉武帝时所编《太初历》，采用135个月有23次的交食周期预报月食。在天象观测方面，古代中国人民的勤奋、细致更为世人所称颂。大量的记录，包括彗星、流星、流星雨、日食、月食以及太阳黑子和日珥等资料是极为珍贵的文化遗产。它对近代天文学中某些领域的研究具有相当重要的参考价值。公元1054年出现的天关“客星”，这个令人惊异的天象，至今吸引着世界上许许多多研究工作者的注意力。目前，认为著名的蟹状星云就是1054年天关客星这个超新星爆发遗迹的说法，已得到天文界越来越多的人的承认。这些事实，足见我国古代天文学一直走在当时世界的最前列。

在十六、十七世纪，欧洲几个资本主义国家工业和商业逐渐发展起来。美洲的发现，环球航行的成功，又刺激这些资本主义国家不断扩大海外贸易。残酷的掠夺，疯狂的争霸，需要航海业的发展。但航海中最大困难，就是舰船在大洋中的位置，即所在点的地理经纬度，特别是经

度的测定。为此，配合航海天文的需要，先后在德国、法国、英国等国家出现了天文台。为解决海上经度测定问题，当时采用了木星和它的卫星相互掩食的方法，月亮和亮星间的角距法等。于是天体力学相应地发展起来。由于人们对太阳系天体运动的关心，注意到土星、木星运动明显的不规则性。1781年发现了天王星。于是太阳系的直径扩大了一倍。使得人类眼界大为开阔。1846年又根据天体力学计算发现了海王星。1930年又发现了冥王星，都充分表明轨道理论的正确性。现今人造地球卫星、行星际宇宙飞行、月球轨道探测器的运行规律，也不外是经典天体力学的扩充和发展。

月亮位置，从十六世纪开始在航海历书中出现。它是船舶导航的基本资料。到十八世纪发现月亮运动长期加速，起因于地球潮汐摩擦的作用，减慢了地球自转速度的结果。到十九世纪发现月亮运行的不规则性。直到1926年，人们终于认识月亮运动不均匀，实际是由于地球本身自转不均匀所造成。这又为探讨地球内部物质运动规律，提供了新途径。

十九世纪开始，从对天体亮度的测定和光谱分析而开始的天体物理学，作为物理学的一个分支，研究宇宙中各种极端特殊条件下的物理现象。在广漠无边的宇宙中，具有地面实验室中很难获得或无法获得的各种物理条件：超高温、超低温、超高密、超真空等等。在恒星内部有达几亿度的超高温，而星际空间却保持接近绝对零度的超低温。目前，最引人注目的中子星，其密度远比地球高出千亿倍，相反星际气体却十分稀薄，每立方厘米还不到一个氢原子。地球上最猛烈的火山爆发，释出能量约 10^{27} 尔格，而一次超新星爆发释出能量 10^{48} 尔格（即为前者十万亿亿倍）以上。目前最大的加速器只能产

生 10^{11} 电子伏特的高能粒子,而现今已观测到的高能宇宙线粒子,竟高达 10^{21} 电子伏特(为前者一百亿倍)。这些极为特殊的物理现象,大都不能用近代物理理论加以阐明。因此天体物理与地面实验室研究起着互相补充、互相促进的作用。“氦”这个元素首先在太阳上发现,后来才在地球上找到,于是填充了元素周期表中的一个空档。气体星云光谱中的“氦”,一度被误认为某种未知元素。经过长期研究,所谓氦乃是氧元素在特殊条件下的产物,从而导致原子光谱中禁线理论的建立。原子能是二十世纪一项重大发现,而原子能概念的提出是来自太阳能源的探讨。另外某些物理学中理论,诸如广义相对论和超密态理论,它们的检验往往借助天文观测的配合,才得以完成。

随着生产的发展,大型光学望远镜不断出现。人们的眼界更为扩大了,对宇宙的认识更深化了。1926年用2.54米口径的大型反光望远镜,把仙女座大星云的边缘部份分解为恒星。1944年又把其核心部份分解为恒星。从而无可辩驳地证明了河外星系都是庞大的恒星集团,与我们的银河系并无根本差别。现代的天文观测已使人类的眼界扩大到100亿光年的深空,使我们可以看到约10亿个星系。每个星系都由十分众多的恒星所组成。无数恒星的物理特征又都是千差万别。这一切都说明千变万化的物质宇宙是多么丰富多采!

二十世纪三十年代发现了宇宙射电,到四十年代逐步建立了射电天文学。射电观测弥补了光学的不足。在短短的几十年中解决了光学天文多年悬而未决的问题,诸如银河系星际氢原子的分布以及银河系旋臂的确定等等。特别是近十年来新发现,纷至沓来令人有应接不暇之势。类星体、脉冲星、星际有机分子、宇宙背景的普遍辐射等的发现,大都归功于射电手段。射电观测更充分地展示天体物理本质极为重要的侧面。

五十年代末,人造地球卫星上天,开创了大气外天文观测的新阶段。六十年代以来宇宙航行有了较大的发展,于是天文学又有了新的飞

跃。过去天文观测只能“守株待兔”式地“靠天吃饭”。飞船和探测器使天文观测一变遥远的瞭望而为直接接触的实验,极大地克服了地面观测的局限性。

离地球最近的天体就是月亮。地球上不存在仙山琼阁。同样,月亮上也没有。流传的月里嫦娥和广寒宫那只是神话。近代的月球探测,已初步测定其化学组成以及电学、力学、热学、放射性等方面的特性。结果表明:月面多数地区岩石近于地球上的玄武岩,有些地区是斜长岩。但在化学成分上找不到什么新元素。近来发现月面上有几处特别显著的重力异常区,称之为“重力瘤”。有人认为是月球形成时巨大镍铁陨星撞击,沉入月面而形成。月球上只有极为微弱的磁场,尚不足地球磁场的百分之一。月球附近的流星粒子要比地球附近多上一倍,被认为是由于流星撞击月面后二次发射的结果。从质谱仪探知有二氧化碳气从月球内部释出。

我们说:“万物生长靠太阳”。与人类生产、生活关系最为密切的就是太阳。对地球影响最大的恒星也是太阳。因此,人类了解、探测太阳的要求越来越迫切。太阳耀斑的出现、日珥的爆发、黑子的多寡都直接影响人类。大耀斑能发射出强烈的紫外辐射、X射线、 γ 射线、微粒流等高能宇宙射线,使电离层状态发生激烈变化,地面上短波无线电通讯中断,有时长达1~2小时之久;激发地球产生极光和磁暴;高能粒子流对宇宙航行员的生命有致命的威胁。高能质子流能使卫星上某些设备,例如太阳电池等的工作性能严重衰退;还能改变高空大气的温度和密度。据研究在一个太阳活动周期内,密度变化相差百倍,从而影响卫星的轨道,导弹的弹着点,甚至飞船的回收等。由此可见,除军事需要外,宇宙航行和人造卫星的发射,都对太阳物理学提出许多迫在眉睫的课题。要求能及时、准确地预报太阳活动。当然,太阳活动对于气象、洪水、水文、农作物的生长、动植物的栖息和繁殖,甚至人类某些疾病的发病率也都有关。因此,对太阳活动现象进行多方面的观测,摸索太阳活动的本质,掌握太阳活动规律,是十分必要的。

长期以来,在天体演化领域里一直贯穿着唯物论与唯心论,辩证法与形而上学的激烈斗争。十六世纪,哥白尼“日心说”冲破了存在长达十四个世纪之久的托勒密“地心说”的束缚,使自然科学开始从神学统治下解放出来。康德和拉普拉斯先后提出太阳系起源的“星云说”,用物质的吸引和排斥来解释天体的起源和运动,从而推翻了牛顿所谓的太阳系由上帝“第一次推动”后开始旋转的这个地地道道的唯心主义宇宙观。到十七世纪又跳出来一个爱尔兰的大主教乌索尔。他公开声称“地球是在公元前4004年10月23日一个星期日被上帝创造出来。”这个奇怪怪论早被无数科学事实驳得体无完肤,被扔到历史的垃圾堆中去了。十八世纪法国反动哲学家孔德竭力散布宇宙不可知论。他宣称“无论什么时候,无论在什么情况下,我们都不能了解天体的化学成分。”可是,话说了不到20年,光谱分析恰恰揭示了太阳的化学成分。天文学的发现给予这个唯心主义先验论者以有力的回击。到十九世纪末,关于银河系结构的知识,人们仍相当贫乏和模糊。虽然许多天文学家作过不少恒星的研究,直到二十世纪夏普勒通过球状星团的研究,才将太阳位置赶出银河系中心。这正像哥白尼将地球赶出行星系中心一样。从而人们思想得以正确认识银河系结构。大量天文观测事实,证实了宇宙的物质性和无限性,为辩证唯物主义宇宙观提供了充分的例证。尽管天文研究极大地开扩了人类的眼界,丰富了辩证法的内容,然而两种宇宙观的激烈斗争,历史上存在过,现今仍在继续。什么“宇宙有限”、“宇宙产生在100亿年前”、“宇宙不可知”、“天文学是上帝概念的外延”等等谬论,还在被一些资产阶级学者大力鼓吹着,

公然对辩证唯物主义宇宙观进行负隅顽抗。因此,天体演化的研究,在哲学斗争中具有重大而深远的意义。

无产阶级文化大革命和批林批孔运动,推动了我国天文事业蓬勃发展。人造地球卫星按预定计划返回地面,精测定时间工作跃居世界前茅,独立编算《中国天文年历》,研制成功450兆赫太阳射电复合干涉仪及精密测时用的光电等高仪等等,标志着我国天文学达到了新水平。1968年用我国自制的天文仪器,进行了一次大规模日全食综合观测。1975年在白雪皑皑的珠穆朗玛峰地区开展太阳辐射观测。此外,还发现了一些新的小行星和彗星,天文战线面貌为之一新。广大工农兵破除迷信,解放思想,意气风发地投入到科学实验的群众运动中去。天鹅座新星的发现,吉林空前规模陨石雨的有效考察,显示了群众办科研的无比威力。新成果犹如雨后春笋,新发现光彩夺目。这一切都是对修正主义科研路线、蔑视工农兵以及“今不如昔”谬论的有力批判。“世上无难事,只要肯登攀。”广大天文工作者,在毛主席革命路线指引下,有志气、有能力,敢走前人没有走过的路,攀登前人没有攀登过的高峰。我国天文事业必将取得更大的成绩,争取对人类作出较大的贡献。

回顾过去,天文学曾长期居于自然科学发展中的领先地位,后来实验技术的兴起,为物理学迅速成长所取代。目前,天体物理学的发展,空间天文学的突飞猛进,正使天文学这门古老的学科进入到一个崭新的阶段。近十年来一系列重大发现更吸引自然科学界的广泛关注。日新月异的天体物理学已成为现代自然科学的前沿阵地之一。发展着的天文学正处在欣欣向荣的黄金时代。

(上接第27页)法进行多路并发,所以并发路数愈多,每一路音频信号的调制度就要减少,控制距离也会相应减少。因此一般均采用单路或双路。至于在实际操作时必须多路并发时,可采用频率分割和时间分割复用的多路多通道无线电遥控设备。

(5)问:第5辑介绍的发射机中用的电位器是否可用

微调电阻代替?

答:可以。

(6)问:第5辑介绍的发射机电源可用迭层电池吗?

答:参阅第8辑“无线电遥控设备使用的电池”。

(7)问:我想请你们代买电子元件和器材,不知行否?

答:本刊和作者均不代办购买元件事宜,请读者不要寄钱来。此类信件今后不再函复。(永明)



教学示波器的使用

③

上海市塘沽中学校办工厂

可控硅导电特性及应用

(1) 可控硅导电特性

电路如图 1 所示。 X 扫描频率放在 $20 \sim 50 \text{ Hz}$ 档, 调节同步旋钮使屏上显示 $2 \sim 3$ 个稳定波形。 Y 轴输入选择在“DC”档, 并调节 Y 衰减旋钮, 使波形达到一定幅度。 Y 、 $\perp$ 端分别接示波器的 Y 、 $\perp$ 端(下同)。

闭合 K_1 , 在屏上可见一直线, 无波形出现, 说明可控硅不导通, 如图 1① 所示。闭合 K_2 , 即在可控硅的 g 极加上正向电压, 调节 R 使在屏上出现和半波整流相同的波形, 如图 1② 所示。把电池反向连接, 即加反向电压, 此时在屏上只有一条直线, 说明可控硅又处于不导通状态, 如图 1③ 所示。

从上面演示可说明可控硅导通的条件是, 必须在可控硅的控制极 g 上加适当的正向控制

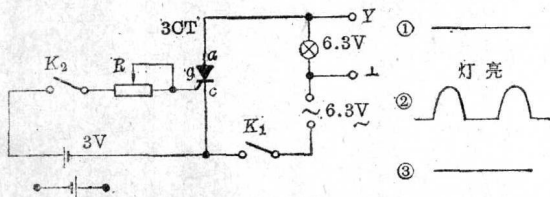


图 1

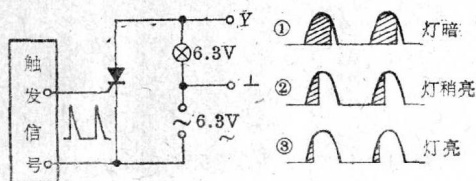


图 2

电压(对不同型号的可控硅和负载来讲, 导通时 R 值不同)。

(2) 利用可控硅调压

演示线路如图 2 所示。示波器调节和连接同上。其中触发信号可采用双基极二极管脉冲触发器线路, 如图 3 所示。当调节触发器的电

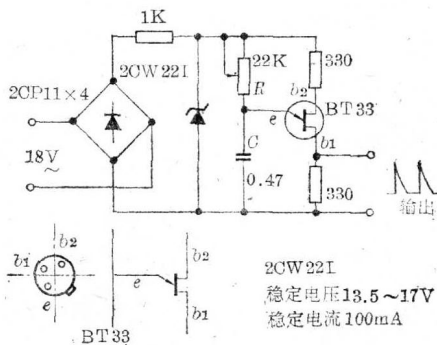


图 3

位器时, 可发现示波器屏上的波形作如图 2①、②、③ 所示的变化, 灯亦随着发生明暗的变化。这说明灯两端电压可以随着触发信号的变化通过可控硅的作用来调节。因为调节图 3 上的电位器, 可改变 C 的充电时间, 从而也改变了输出端引出的脉冲信号(触发信号), 而这个信号是加在可控硅控制极 g 上的, 因而也就是在改变可控硅的导通角, 从演示的情况说明, 可控硅可应用于调压。

晶体三极管的放大作用

(1) 工作点选择, 温度对工作点的影响
演示线路如图 4 所示。三极管可采用

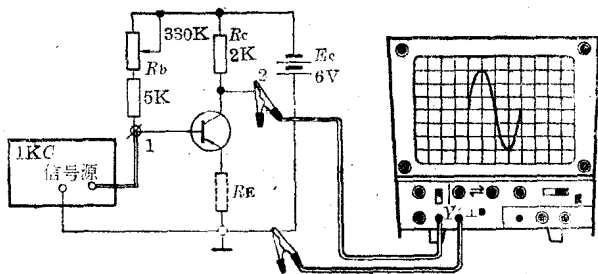


图 4

3AX31 或 3AX81。调节 R_b 使集电极电流在 $0.5 \sim 1\text{mA}$ 左右, 观察输出波形, 应尽量增大输入信号的幅度, 直至波形出现失真为止, 然后保持输出信号不变。调节示波器的 Y 轴衰减使波形成满幅度。把 Y 输入接在“1”处, 可观察未经放大的信号, 接在“2”处可观察放大后的信号。若三极管放大倍数太大, 使放大前后波形幅度相差太大无法观察, 可在其发射极上加 1k 可变电阻作负反馈以减小放大倍数。

调节 R_b , 使其值逐渐减小至零时, 则示波器上可观察到波形如图 5① 所示的从左到右的变化。说明 I_b 太大时, 出现了饱和失真。若 $R_b \rightarrow \infty$ (即断开 R_b), 则可观察到波形如图 5② 所示的从左到右的变化, 说明 I_b 太小时, 出现了截止失真。从演示可见, 调节 R_b 可影响三极管的工作点。

调节 R_b 使波形不失真, 这时对三极管加热 (可用电烙铁加温), 可以观察到加热前后波形如图 6 所示作从左到右的变化。从演示可见,



图 6

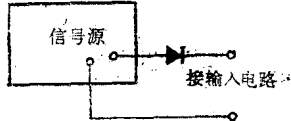


图 7

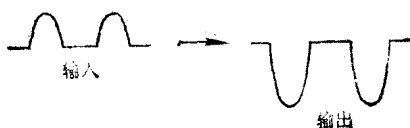


图 8

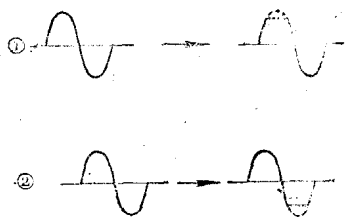


图 5

温度变化对三极管工作点有影响。

(2) 共发射极电路放大前后电压相位相反
演示线路和示波器的连接同上。因为正弦波放大后的相位变化不易显示, 如输入改用半波信号 (可在输入电路处加接一个二极管, 如图 7 所示), 这时放大前后的电压相位可在示波器上明显地显示出来, 如图 8 所示。可见, 共发射极放大电路放大前后的电压相位相反。

推挽放大电路工作原理

演示线路如图 9 所示。 BG_1 、 BG_2 可采用 3AX31 或 3AX81。

(1) 不失真输出波形的演示

按图 9 接线, 选择 β 和 I_{ceo} 较对称 (一般误差在 20% 内) 的晶体管作 BG_1 和 BG_2 , 调节 R_1 使流过“ A ”处的电流为 5mA 左右, 调节信号源输出, 使在示波器上显示出不失真的波形, 如图 10① 所示。

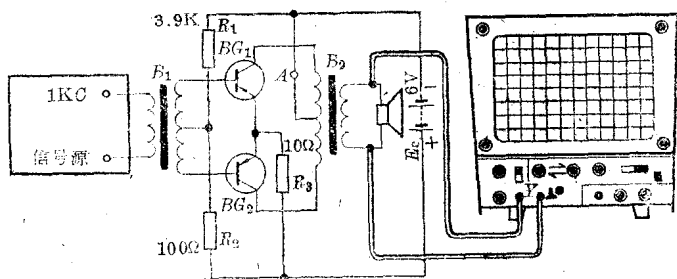


图 9

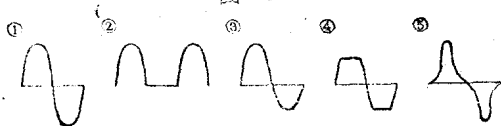


图 10

镀镍

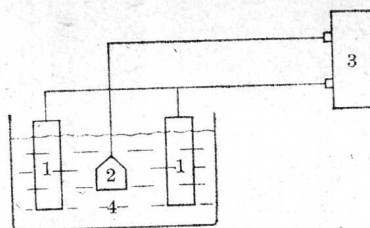
上海市复兴中学校办工厂

镍(Ni)为具有银白色光泽的金属,硬度高,化学稳定性强,在常温时能抗碱并能耐空气和水分的侵蚀,故能保持其金属光泽。根据镍的这种化学性质,在铜、铁等金属表面采用镀镍方法,可以保护金属基体免受腐蚀,延长使用寿命,同时又可美观制品。例如汽车、自行车的各种机械零件、仪器仪表、医疗器械、日用工业品等常采用镀镍处理;又如在印刷工业中用镀镍来提高铅板表面的硬度。镀镍的应用范围是很广的。

无产阶级文化大革命以来,我校遵照毛主席光辉的《五·七指示》,建立了学工学农基地,办起了校办工厂,使学校教育和三大革命斗争的实际联系起来,有效地转变了学生的思想,促进了原有教师队伍的改造。同学们通过在校办工厂电镀车间劳动,获得的知识比较牢固,有利于将来更好地为三大革命运动服务。

基本原理

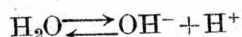
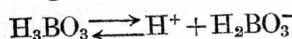
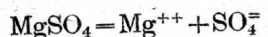
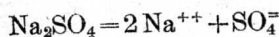
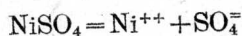
一般镀镍所用的电解液,主要原料是供



镀镍装置简图

- 1. 阳极(镍板或炭板)
- 2. 阴极(待镀零件)
- 3. 整流器 4. 电解槽

给镍离子的硫酸镍以及增加导电能力的硫酸盐(Na_2SO_4 、 MgSO_4)和作为缓冲剂的硼酸(H_3BO_3)等。这些电解质在水溶液中离解成带有正电荷的阳离子和带有负电荷的阴离子,它们的电离方程式如下:



(2) 半波输出波形的演示

取掉 BG_1 (或 BG_2), 这时电路仅一半工作, 另一半不工作(这时变成乙类单端输出)。示波器上可观察到如图 10② 所示的波形。

(3) 推挽管不对称时输出波形的演示

换 BG_1 (或 BG_2), 使两管 β 和 I_{ce0} 不对称, 这时示波器上可观察到如图 10③ 所示的波形。

(4) 饱和失真时的输出波形演示

增大振荡器输出, 这时从示波器上可观察到波形峰处缩小, 成为“削顶”, 电路处于饱和失真(或截止失真)状态, 如图 10④ 所示。

(5) 交越失真时的输出波形演示

减小偏流(增大 R_1 , 亦可把 R_1 、 R_2 去掉, 并把输入变压器中心抽头接地), 这时由于两管波形衔接不好, 而产生交越失真, 波形如图 10⑤ 所示。

在整个实验中需注意, 每次失真波形演示后, 都要回复到原来不失真状态, 然后再演示下一种失真状态的波形。上述演示亦可制成示教板形式, 并且 BG_1 和 BG_2 做成可插入式, 这样便于观察并减少演示时间。需指出, 上述演示中观察到的是电压波形。

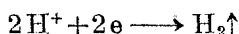
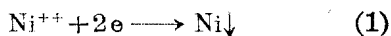
镀镍配方

成分	克/升		作用
	类型		
	暗镍	亮镍	
硫酸镍 ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	140~170	250~300	供给镍离子的主盐。
氯化钠	7~12	7~12	①以镍板为阳极时, NaCl 主要作为活化剂, 促进阳极溶解。②以炭板为阳极时, NaCl 主要增强溶液导电性能, 这时它的用量在 3~5 克/升即可。
硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)	60~80	0~50	增加溶液导电性, 改善镀液分散能力。
硫酸镁 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	20~30		使镀镍层白而柔软。
硼酸	25~35	35~40	作缓冲剂, 使镀液 pH 值维持一定范围。
糖精		0.6~1	发亮剂。
1, 4-丁二醇		0.2~0.4	发亮剂。(也可不加)
十二烷基硫酸钠		0.05~0.1	作润湿剂。减低溶液表面张力。使反应中生成的 H_2 不易吸附在镀件表面而逸去。(也可不加)

pH 值: 暗镍时为 5.2~5.6; 镀亮镍时为 4.5~5。

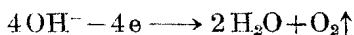
当电源接通后, 阴、阳极上发生化学反应:

阴极:



阴极上产生的镍, 沉积在镀件表面上形成镀层。

阳极:



阳极上镍板上的镍原子失去电子成为离子进入溶液中, 补充电镀时溶液中消耗的镍。

若用炭板或炭棒作为阳极, 则阳极反应为氢氧根放电, 如需连续生产, 则要定期补充硫酸镍以弥补电解过程中(1)式所消耗的镍。

工艺过程

制件表面若有锈蚀或沾有油污, 电镀后不能获得平滑、光亮、结合良好、防腐性优越的镀

层, 因此镀前的预处理是很重要的, 预处理包括磨光、化学去油、酸洗除锈, 然后再进行净水漂洗。

化学去油液的配方如下:

烧碱	40~50 克/升
碳酸钠	40~50 克/升
磷酸钠	30~40 克/升
硅酸钠	3~10 克/升

将镀件浸入上述配方的化学去油溶液中加热至油污洗净为止。再将镀件浸入 1:1 的盐酸溶液中浸蚀至铁锈除尽为止。镀件经水洗后, 浸在电解液中接上电源进行电镀, 一般采用的电流密度是 $0.5 \sim 1.2 \text{ A/dm}^2$, 我校采用 1 A/dm^2 , 如镀亮镍则用 $2 \sim 3 \text{ A/dm}^2$, 温度保持 $35 \sim 45^\circ\text{C}$, 时间约 15~30 分钟。镀件从电解液中取出后, 还必须经过热水冲洗、烘干, 整个镀镍工艺过程就算完成。

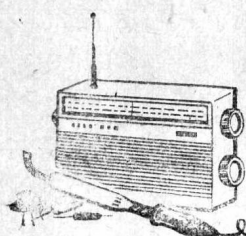
镀镍的工艺过程比较简单, 但是镀层质量如何, 还得靠实践, “你要知道梨子的滋味, 你就得变革梨子, 亲口吃一吃。”在镀镍过程中还会遇到一些故障, 例如, 镀层起皮、脱落, 就可能是 pH 值太高, 或是镀前预处理不当, 或镀液中有有机杂质过多(可加入活性炭 2 克/升, 将镀液过滤); 如果镀层粗糙, 则是电流密度过大; 如发现阳极钝化, 可添加 NaCl 至规定范围, 或增大阳极面积。总之, 要“对于具体情况作具体的分析”。

此外, 由于原料、制品等多种因素不同, 采用的镀镍工艺要求及镀液配方也有所不同, 需要我们在实践中不断总结经验。让我们鼓起更大的革命干劲, 以阶级斗争为纲, 进一步搞好开门办学, 把无产阶级教育革命进行到底!

经验交流

做光的干涉实验时需要一个单色光源, 简单的办法就是在酒精灯的灯芯上放上几粒食盐(NaCl), 点着后就能发出黄色的光。但这样做不十分方便, 因为固体盐一则容易掉下来, 二则在烈焰中会炸裂。如果不用固体食盐, 而在灯芯上滴上几滴食盐水(不可滴得太多, 否则不易点着火), 这样灯芯点着后就能发出均匀的光了。如果滴上硝酸锶的溶液, 就可得到红色的光。用两块玻璃迭在一起, 对着灯看, 就可看到干涉条纹。

(黄普)



怎样提高

收音机的最大输出功率

(下)

时 源

上一辑我们讨论了提高收音机最大输出功率的途径。这一辑我们以燎原 6A1 超外差式晶体管收音机(简称 6A1)为例,介绍把这类晶体管收音机的输出功率从原来的几十到一、二百 mW 提高到 1.5W 或 5W 的方法。

上辑我们导出了收音机实际能够输出的最大功率(不失真) $P_m \approx 0.5 \frac{E^2}{2R_o}$, 式中 0.5 是经验常数,表示在一般情况下收音机实际输出功率约是理想输出功率的一半, E 是收音机功放级的电源电压, R_o 是次级负载 R_L 反映到半边初级的等效电阻。以典型的 E192 型输出变压器为例,在次级接上 8Ω 喇叭时,初级等效电阻是 220Ω (参阅上海市业余工业大学编写的《晶体管收音机》),半边初级的等效电阻是整个初级等效电阻的 $1/4$, 即 $R_o = 55\Omega$, 使用这种输出变压器的功放级接上 6V 的直流电源时,功放级最大能够输出的功率 $P_m \approx 0.5 \frac{E^2}{2R_o} = 160\text{mW}$ 。普通的五至八管便携式收音机,其输出变压器的初级等效电阻在 $150 \sim 300\Omega$ 之间,电源电压不大于 6V, 所以这类收音机的输出功率不会超过 250mW。

图 1 是 6A1 低放部分的线路。6A1 收音机的最大输出功率(不失真)只有 100mW, 怎样加以提高呢? 关键在于功放级。为了获得 1.5W 的输出功率我们可同时采取两项措施: (1) 把功放级的电源电压从原来的 6V 提高到 12V。实际证明这是可行的, 因为耐压大于 $2E$ 。即 24V 的晶体管还是容易找到的; (2) 把输出

变压器半边初级的等效电阻减小到 24Ω , 实际证明这也是可行的。由上辑可知, 此时功放管输出电流的峰值 $I_m \approx \frac{E}{R_o} = 0.5\text{A}$ 。因此, 我们可把原来的 3AX31 功放管换成 $I_{cm} > 0.5\text{A}$ 的中功率晶体管 3AX83。功放级电路参数作了这样的改动以后, 功放级最大能够输出的功率即能达到 $P_m \approx 0.5 \frac{E^2}{2R_o} = 1.5\text{W}$ 。

6A1 功放级的最大输出功率提高以后, 功放级需要的推动功率以及低放总增益都要相应增加, 是否有必要增加一级低放呢? 为此我们又作了尝试: 把 6A1 推动级的电源电压也提高到

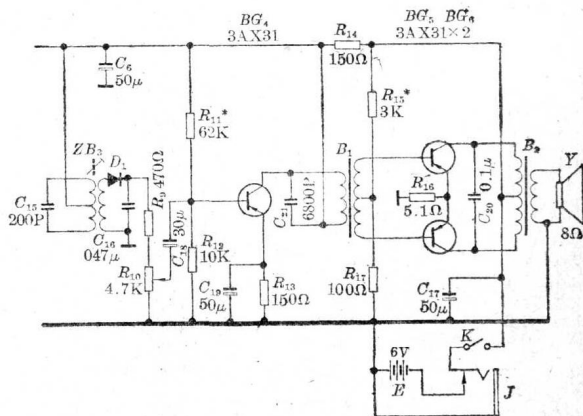


图 1

12V; 又换用了初级等效电阻高达 $7.5\text{k}\Omega$ 的输入变压器; 并把推动级的静态工作点也适当提高, 就这样, 在不增加低放级的情况下, 解决了上述问题。其道理因涉及低放增益计算等, 不在本文讨论范围之内, 就不多叙述了, 读者有

兴趣可参阅清华大学编《晶体管电路》第二册。

6A1 收音机作上述改动以后虽然仍然是一架六管机, 但输出功率却提高到 1.5W。考虑到 6A1 仍要单独携带使用, 我们把 6A1 的低放线路只稍作了修改, 而另做一只接续器, 把换用的输入、输出变压器和 3AX83 功放管等装置在里面。

图 2 (甲) 是稍作修改后的 6A1 低放线路, 接续器线路见图 2 (乙), 接续器数据见表 1。接续器和 6A1 收音机通过一对二芯插 J_2 联接。插座安装在 6A1 机壳上, 可供插入高阻耳机, 如果插入了接续器输入插头, 6A1 机内功放级和机内喇叭就不再工作, 此时接续器工作, 机外喇叭发声。经试听, 带 1.5W 接续器时, 收音机的音量、音质与交流声指标跟五灯电子管收音机差不多。

6A1 印刷板可照旧, 在印刷板空档处打上两只铆钉供安装电容器 C_{22} 用。

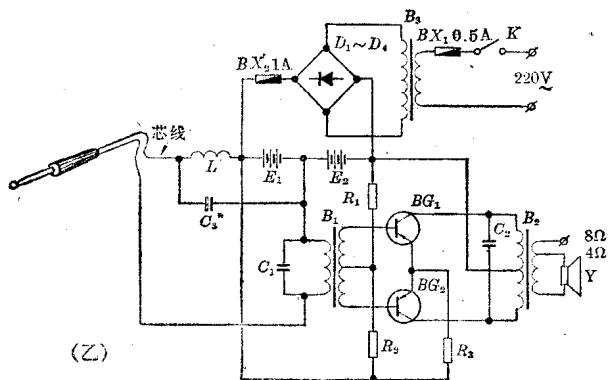
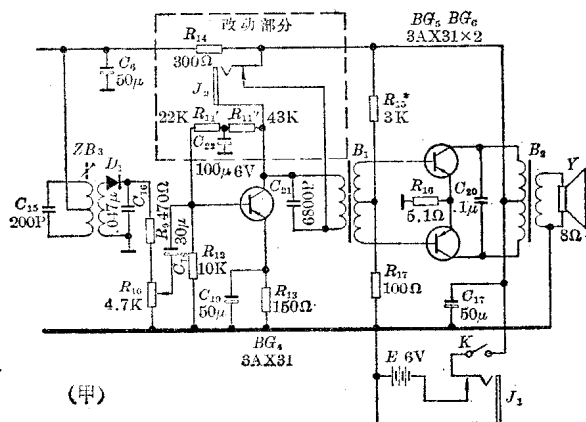


图 2

6A1 的接线改动如下:

(1) 焊下 R_{11} , 换成图 2 (甲) 所示的 T 型网络, 取 $R'_{11}/R''_{11}=2:1$, 如果 R_{11} 原来用 62k, 则可取 $R'_{11}=22k$, $R''_{11}=43k$ 。注意 R_{11} 的安装位置要改变。

(2) 将输入变压器初级同电源负端断开, 中间加接插座 J_2 。

(3) R_{14} 增大到原来的一倍左右, 如原来用 150Ω, 现可改用 300Ω。

6A1 经上述改装后, 如果单独使用, 性能与原来一样。

1.5W 接续器电源采用浮充式交直流两用电源。由于电池组经常被充电, 电池的使用寿命很长, 这在交流供电不正常的地区尤为适用。

表 1 接续器数据

	1.5W 接续器	5W 接续器
B_1	$\phi 0.11$ $\phi 0.16$ 2500T 8×14 高硅片	$\phi 0.11$ $\phi 0.23$ 2700T 14×14 高硅片
B_2	$\phi 0.31$ $\phi 0.44$ 235T 14×14 高硅片	$\phi 0.51$ $\phi 0.72$ 175T 19×25 高硅片
B_3	功率 3~5W 次级输出 12~15V	功率 10~15W 次级输出 10V×2
L	一般晶体管输入变压器的次级	一般晶体管输出变压器的初级
R_1^*	600Ω	1.2k
R_2	10Ω	10Ω
B_3	1Ω	0.5Ω
C_1	1000P~0.01μ	1000P~0.01μ
C_2	0.01~0.1μ	0.01~0.1μ
C_3	10~200μ/6V	50~500μ/15V
BG	3AX83 或 3AX61~63	3AD6 或 3AD30
D	200mA 以上的整流管	0.5A 以上的整流管
E_1	6V	12V
E_2	6V	12V

介绍一种扩音机线路

上海市京西中学五·七工厂

无输出变压器电路大家都已很熟悉了，下面我们介绍一个无输出电容耦合线路。它是从

无输出变压器线路演变过来的，由于省去一只与喇叭串联的大容量隔直流电容，所以它输出的频率响

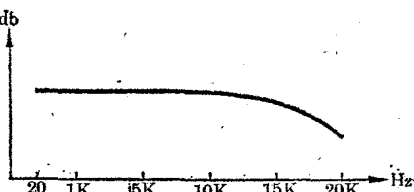


图 1

应就比较好，特别是低频响应，此外，它的失真度也比前者小。我们五·七工厂用这种线路试制一只扩音机，经测试其通频带如图 1 所示。

主要性能如下：

输出功率 10W(负载 8Ω)
通频带 10~15000Hz
失真度 小于 5%

一、电路简介

本电路见图 2。它除了采用正、负两组电源供电外，主要是有一级差分放大，图 2 中 BG_1 与 BG_2 组成差分放大器，因为取掉了与喇叭串联的隔直流电容，喇叭直接接在直流中心线与地之间，为防止喇叭中有直流电通过，要求中心线零电位非常平稳，因此，输入端要接一级差分放大级。 BG_2 实际上担任深度负反馈，起补偿零点漂移作用。无信号输入时，若温度升高，两管穿透电流同时增加， I_{ce01} 的增加将引起 I_{01} 的增加，但是由于 I_{ce02} 同样增加的结果，使 R_4 上的压降增加，从而使 BG_1 的基极电流减小，使 I_{c1} 减小， BG_1 的集电极电流基本维持不变。

二、元件及选择

对于三极管应能达到如下要求(12V 工作条件测试)：

BG_1, BG_2	3AX31,	$BV_{ceo} \geq 35V, I_{ceo} < 50\mu A, \beta \approx 70$	需配对
BG_3 ,	3DK9,	$BV_{ceo} \geq 40V, I_{ceo} < 1\mu A, \beta \approx 70$	
BG_4 ,	3DK9,	$BV_{ceo} \geq 40V, I_{ceo} < 1\mu A, \beta = 70 \sim 90$	配 对
BG_5 ,	3CG7,	$BV_{ceo} \geq 40V, I_{ceo} < 1\mu A, \beta = 70 \sim 90$	
BG_6, BG_7	3AD6,	$BV_{ceo} \geq 40V, I_{ceo} < 5mA, \beta = 30 \sim 70$	需配对

把 8 节 1 号电池串接成一组，中间抽一个头。有交流电输入时，电池组主要起稳压和滤波的作用，从而省去了大容量的滤波电容器。

带 5W 接续器时，由于耗电较大，可改用有正负输出的整流电源(见图 3)。当然也可采用浮充式两用电源，但此时电池组 E_1 和 E_2 各需 12V。

1.5W 接续器的调整：

(1) BG_4 集电极电流在插入接续器后不要

超过 4mA，否则应增大 $R_{11} + R'_{11}$ 。

(2) 接续器两管集电极电流之和调整在 5mA，不过，这与功放管的配对程度有关，可视实际情况而定。本接续器的负反馈量不大，要

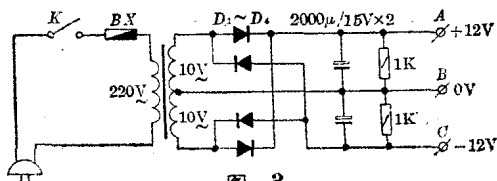


图 3

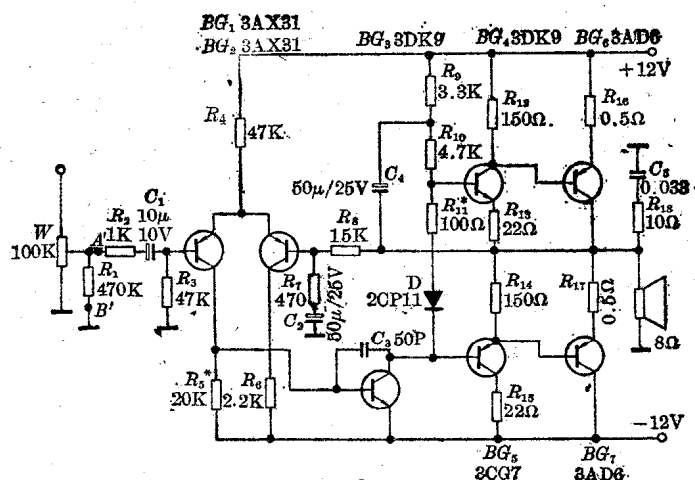


图 2

$BG_3 \sim BG_7$ 与无输出变压器电路要求相同, 但耐压应达到上述要求, 否则某一晶体管损坏, 就破坏了电路正常工作, 使零电平偏移, 可能引起喇叭音圈烧坏。晶体管 BG_1 、 BG_2 的特性要尽量挑选一致, β 相差在 5% 之内, 漏电流要小于 $50\mu A$, 电解电容在可能条件下尽量选用耐压高一些, 一般耐压高的电解电容漏电较小。

喇叭采用 10 吋或 12 吋, 8 吋喇叭功率太小。

三、调 试

线路装好后必须仔细检查几遍, 看看是否有假焊、漏焊、相碰之处。检查无误后, R_{11} 换用一个 1k 电位器, 把电位器旋到零值(切勿旋至最大值, 以防偏置过大烧坏三极管), 准备调静态电流。 R_5 换上 47k 电位器, 旋至中间位置上, 准备调零电位。然后, 在接喇叭位置上接一

个 8Ω 假负载(可用 10~50Ω, 5~10W 线绕电阻, 把外层绝缘物烧至发白, 轻轻刮去绝缘层, 拆下全部电阻丝, 量出 8Ω 一段, 重新绕在电阻上, 两端焊在电阻两只脚上, 作为代替喇叭的假负载), 把万用表放在 10V 档, 红表棒接在假负载的靠中心线一头, 黑表棒接在假负载的靠地一端, 接上电源, 调整 R_5 , 使万用表指示为零伏。再把万用表放在 500mA 档, 串在负 12V 一端, 调整电阻 R_{11} 使总静态电流在 35mA 左右, 由于相互牵制, 这两个电阻值要反复调整几次, 换上相同值电阻, 整机调整完毕。把电位器 W 旋到上端, 用手捏住螺丝批的金属部分, 碰击电位器输入端, 喇叭应发出响亮的“嚓嚓”声, 说明电路工作正常, 这时可输入信号试听。

四、其 他

1. 影响高频响应的是晶体管的截止频率,

求功放管的配对较好。

(3) BG_4 和接续器 BG_1 、 BG_2 的反压应大于 24V。 BG_4 的 β 应大于 50, 接续器的 BG_1 和 BG_2 的 β 应大于 30。

5W 接续器的调整:

(1) BG_4 集电极电流在插入接续器后不要超过 7mA, 否则应增大 $R'_{11} + R'_{11}$ 。

(2) 接续器两管集电极电流之和调整在 10~20mA, 视具体情况而定。要求功放管的

配对较好。

(3) 由于 BG_4 的静态功耗较大, 在 BG_4 上应加散热片或把 BG_4 换成 3AX81。 BG_4 的反压应大于 36V, 接续器的 BG_1 和 BG_2 的反压应大于 48V。

最后有必要说明一下, 并不是只有 6A1 收音机能这样做, 任何型号的收音机都可以这样做。我们也可将接续器直接装进去, 这就成了一架输出为 1.5W 或 5W 的台式收音机了。

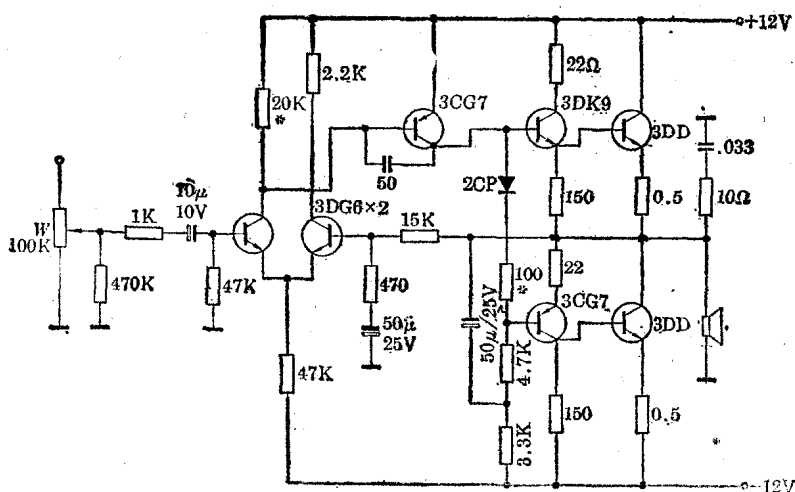


图 3

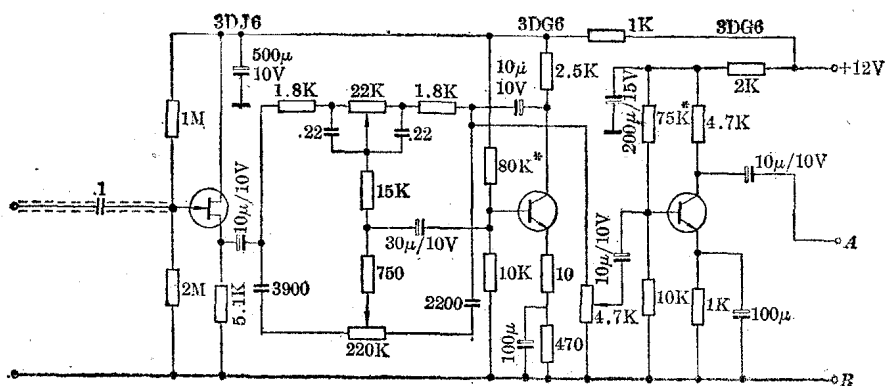


图 4

若把末级大功率管 3AD6 (f_B 只有 2~4kHz) 换上 3DD 型硅管, 则高频响应还要好。

2. 差分管 BG_1 、 BG_2 要靠紧安装, 最好用薄铜皮或铜丝把两管包在一起, 即使温度变化也能保证中心线的零电平。若用双三极管 S3DG6, TF1~4 则更好, 因为这两种管子两个三极管同封在一个壳内, 更能平衡温度影响, 若

用全硅管装此线路, 参考图 3。

3. 本线路曾配图 4 的前置级试听 (把 A、B 两端接在图 2 中 A'B' 两端, W、 R_1 去掉), 音质清晰, 效果很好。

4. 本机电源较简单, 电路如图 5, 由于零件少, 不需制印刷电路板, 四个二极管直接焊在电解电容上或变压器上。

5. 值得注意的一点是, 当正常收音后, 若发现喇叭只发出很强的交流声, 而听不到信号, 或声音很轻、失真、并伴有交流声, 说明喇叭音圈有强直流电通过, 应马上切断电源, 接上假负载测两端电压, 排除故障。一般问题是: BG_1 、 BG_2 、 BG_3 某管击穿, 或有关的电阻损坏。为保证喇叭安全, 可在喇叭上串联一个 0.5A 保险丝。

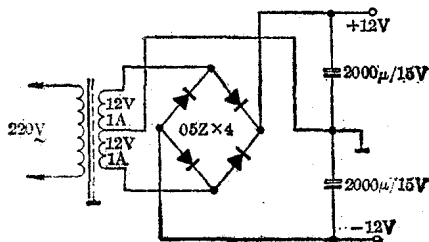
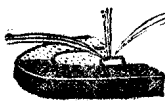


图 5



放射性同位素简介

金 音

我们把化学元素按其原子核中正电荷(质子)数进行排列,可以发现,元素的性质有周期性的变化,这个规律叫元素周期律,用表格形式表现出来就是元素周期表。每一种化学元素包括好几种核素,因为它们在周期表中占据同一个位置,所以又叫同位素。它们的化学性质虽然相同,核的性质却相差很大,其中一个重要的差别是:有的核素有放射性,有的却没有。所谓“放射性同位素的应用”,确切地讲,应该叫“放射性核素的应用”,因为尽管要考虑在什么场合应用哪一种元素,但应用的主要是它的核性质,而不是它的化学性质。然而,“同位素”这个词我们大家已相当熟悉了,它已深入到工业、农业和医学等许多领域,所以这篇文章仍按习惯叫它同位素。

要介绍放射性同位素的应用首先要谈到放射性,放射性是怎样发现的呢?

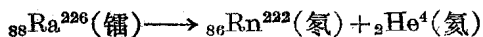
1895年一个名叫伦琴的德国人在研究阴极射线管时发现,在高速电子流轰击下,射线管阳极上会发出一种人眼看不见的、穿透力很强的辐射,它能使被很厚的黑纸包起来的照相底片感光。与从射线管阴极发出的电子流不同,它不带电。当时对这种射线的性质还不清楚,伦琴就叫它做X射线,因为在代数里X是未知数的意思。现在我们知道,X射线(又叫伦琴射线)是一种波长很短的电磁辐射。在阴极射线管产生X射线的同时,还可以观察到射线管内有一种绿色的磷光发生。这就使人联想到,能产生磷光的物质是否也同时能发射X射线?有一个叫贝克勒尔的法国人在1880年左右就研究过一种铀(U)化合物,它能在紫外光的激发

下产生磷光。于是他在伦琴发现X射线的第二年,即1896年,又用这种铀化合物进行研究,看它是不是也能产生X射线。结果发现,这种铀化合物能够发出一种性质和X射线十分相似的辐射,它也能透过黑纸、玻璃或其它物质,使照相底片感光,还能使验电器放电。但它毋须紫外光、日光或其它射线的激发,本身就能自发地放出这种辐射。进一步的研究发现,任何含铀的化合物,不管其化学状态如何,都能自动发出这种辐射,而且辐射的强度和铀的含量成正比。既然这种辐射和铀化合物的化学或物理状态无关,而仅和元素铀的存在有关,因此就把这种现象叫做元素铀的“放射性”。贝克勒尔所观察到的是天然放射性现象。二年以后,居里夫妇发现钍(Th)也有和铀相似的天然放射性现象。居里夫人还发现,一种沥青铀矿的放射性强度,比按它的铀含量所计算的放射性要大4倍。她当时认为这种沥青铀矿中,一定有一种比铀的放射性要大得多的未知放射性物质存在。经过艰苦的工作,居里夫妇从沥青铀矿残渣中,先后发现了两种新的放射性元素钋(Po)和镭(Ra)。

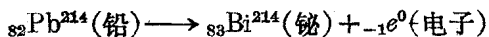
这些放射性元素放出的究竟是个什么东西呢?经过大量的科学实验,我们今天已经知道,天然放射性物质发射出来的是三种射线:一种是带正电的,叫 α 射线;一种是带负电的,叫 β 射线;另一种是不带电的,叫 γ 射线。 α 射线的穿透能力较差,用几张纸片就可以把它吸收掉,但它的电离本领比较强; β 射线的穿透能力比 α 射线强,能够穿透几毫米的铝片; γ 射线有极强的穿透能力,能够穿透很厚的铅板,但电离本

领最弱。1903年英国人卢瑟福用强磁场和电场来研究这些射线的性质。证明 α 射线就是高速运动的氦(He^4)元素的原子核; β 射线是以接近光速运动的电子;而 γ 射线并不能为电磁场偏转,这证明它不带电,是一种性质和X射线相似的电磁辐射,只是波长比X射线更短。应该指出,并不是所有的放射性元素都发射这三种射线,有的只发射 α 射线,有的只发射 β 射线,也有的同时发射 α 和 β 射线,而 γ 射线通常是伴随着 α 或 β 发射而产生的。

对放射性现象的研究表明,不能用改变温度、压力等办法来使任何一种核素的放射性现象加快或减慢。各种放射性核素的半衰期是不一样的,所谓半衰期就是放射性核素放出射线后其数量减少到原来的一半所需要的时间。各种放射性核素的半衰期差别很大,如 K^{40} (钾)的半衰期长达 1.3×10^9 年,而 Po^{212} (钋)的半衰期短到只有 3.0×10^{-7} 秒。在上一辑“深入原子核内部”一文中已经知道,放射性射线是从原子核内部发出来的。放射性元素的原子核在发射出 α 射线、 β 射线后又发生些什么变化呢?一个原子核在发射 α 射线(即氦核)以后,核的质量数减少4单位,即比原来的核轻些;核的电荷数减少2个单位,也就是原子序数减少2,这时,它变成了另一种元素的原子核了。如



一个原子核在发射 β 射线以后,核的电荷数就增加1单位,亦即原子序数加一,变成周期表右边一位的另一元素,如



如果一个放射性元素的原子相继放出两个 β 粒子和一个 α 粒子,则原子核的电荷数不变,元素还是原来的化学元素,但却比原来的原子轻了些。这就是说,它们具有相同的原子序数,处在元素周期表中同一个位置上,是同位素。从原子核结构来看,某一元素的不同同位素,核内都具有相同的质子数,但中子数不同。如 ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ (氯)的原子核包含17个质子和18个中子,而 ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ (氯)的原子核内有17个质子和20个中子。在同位素中能自发发射各种射线的叫

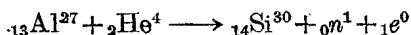
放射性同位素,不发射射线的就叫稳定同位素。同位素的质量可以用质谱仪来精确测定。根据质谱仪测量的结果,我们现在知道在原子序数从1到83之间的元素大多数都有几个天然稳定同位素,如锡(Sn)有10个稳定同位素,氙(Xe)有9个,钼(Mo)有7个,钙(Ca)有6个,氧(O)有3个,而铍(Be)、磷(P)、铋(Bi)等元素在自然界中只有1个稳定同位素。

在自然界大多数元素是几种天然同位素以一定比例混合而成的。如氖(Ne)有三种天然同位素, ${}_{10}\text{Ne}^{20}$ 占总数的90.92%, ${}_{10}\text{Ne}^{22}$ 占8.82%,而 ${}_{10}\text{Ne}^{21}$ 只占总数的0.26%。不管我们在地球上哪个地方,取氖来分析,三种同位素所占的百分比总是不变的。但是也有一些例外,例如铅(Pb)的同位素含量就可能有很大不同,特别是在含铀的矿石或含钍的矿石中。这是有原因的。因为在自然界中存在着三个放射性元素转化系统。第一个是铀系衰变系统:从 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 开始,经过各种衰变,而最后终止于铅的稳定同位素 ${}_{82}\text{Pb}^{206}$ 。第二个是钍系衰变系统:从 ${}_{90}\text{Th}^{232}$ (钍)开始,而终止于铅的稳定同位素 ${}_{82}\text{Pb}^{208}$ 。第三个是锕系衰变系统:从 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 开始,而终止于铅的稳定同位素 ${}_{82}\text{Pb}^{207}$ 。所以在不同地方,铅的同位素比例不同。我们可以用测定 ${}_{82}\text{Pb}^{206}$ 的含量多少,来判断是否有铀矿存在,或者从测定 ${}_{82}\text{Pb}^{208}$ 来判断钍的含量。也可以用测定 ${}_{92}\text{U}^{238}/{}_{82}\text{Pb}^{206}$,或 ${}_{90}\text{Th}^{232}/{}_{82}\text{Pb}^{208}$ 比来判定地质年龄。除了放射性同位素的衰变链所造成的局部地区同位素组分的异常外,有些稳定同位素也可能由于各种原因,而在某些地区有一些细微的变化。如氢的两种同位素——氢和重氢,与氧化合后形成普通水和重水。由于重水的蒸汽压比普通水略低一些,因而天长日久蒸发会造成重水的浓集;在死海的海水中,重水的含量就比其它地方略高些。

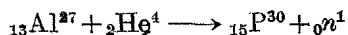
在自然界里所有原子序数大于83(元素铋)的元素都带有放射性,它们都是属于三个天然放射性元素转化系统中的产物。自然界中也还有一些天然放射性同位素不属于这三个转化系统,如 K^{40} (钾), V^{50} (钒), Rb^{87} (铷), In^{115}

(钢)等。但是这些天然放射性同位素的含量很少,半衰期又特别长,因此放射性很弱,测量比较困难,实际用处不大。只有在人类掌握了人工生产放射性同位素的技术以后,才有可能使放射性同位素获得广泛的应用。

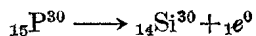
在历史上,第一次发现人造放射性是在1934年。当时约里奥·居里夫妇在用天然放射性元素钋(Po)放出的 α 粒子轰击铝(Al)靶时,探测到有中子和正电子放射出来,他们起初认为这时发生的核反应是这样的:



但把钋拿走后,虽然不再有中子放出来,却还继续有正电子发射出来,而且发射出来的正电子数,跟天然放射性现象一样,完全服从衰变规律,有一定的半衰期。这个核反应实际上应该是:



而 ${}_{15}\text{P}^{30}$ (磷)是一种人造的放射性同位素,它不断地发射出正电子来,即



约里奥·居里夫妇把 α 粒子轰击过的铝溶解在盐酸中,产生的磷就与盐酸作用而变成磷化氢气体蒸发出来,如果磷有放射性,那末这些磷化氢气体也应该具有放射性。实验结果完全证明了这点。

在约里奥·居里夫妇第一次发现人造放射性元素以后不久,很多人都紧接着研究这种人造放射性现象。人们不仅用天然放射性元素所放出来的 α 粒子作为炮弹,轰击各种元素的原子核,以期产生新的放射性同位素;而且发明了轰击原子核的大炮——各种加速器。加速器不仅可以加速 α 粒子,还可以加速质子和氘核,把这些粒子加速到很高的能量,而且被加速粒子的数目也比同位素源放出的粒子数大得多,从而可以更加有效地引起核反应,制造新的人工放射性同位素。其后不久又开始用中子作为轰击粒子,由于中子不带电,不会受到原子核的静电斥力,容易接近原子核而引起反应。人造放射性同位素的数量与日俱增。1937年时,人造放射性同位素约有200种,到1944年时达到450种,1949年时达650种,1954年时已超

过1000种,而目前已能用人工方法制备1300种以上的放射性同位素。周期表上的每种元素,现在都能用人工方法制造出它们的放射性同位素来,有些元素甚至可以制造出20多种同位素。

人工放射性同位素的应用虽然只有近30年的历史,但应用的范围已经非常广泛,在工、农、医等各方面都获得了广泛的应用。因此现在从应用方面对放射性同位素提出的要求,如品种,数量,射线的能量,放射性强度等等,已不是当初实验室内小规模实验性生产所能解决得了的。现在已有一些专门生产同位素的工厂,在这些专门生产同位素的工厂中,主要的生产设备就是核反应堆。核反应堆是一种利用核能的装置,它以 U^{235} 作为燃料,在 U^{235} 连续裂变过程中,能够有控制地释放出大量能量和中子。我们就是利用它所产生的大量中子来轰击某种元素,而使之生成所需的放射性同位素。更具体点说,就是把制造某种放射性同位素的原料,放在反应堆中接受中子照射,经过一定时间后,就生成一定量的所需的放射性同位素,经过加工后,再送到用户手中。

反应堆是目前生产放射性同位素的主要工具,绝大多数放射性同位素都是靠它生产出来的。一些短寿命的同位素虽然也能够反应堆中生产,但由于它们的半衰期太短了,来不及输送到用户手中,就已经衰变完了。为了弥补这方面的缺陷,很多地方开始用加速器来作为生产放射性同位素的工具。加速器比反应堆要小巧些,造价要低得多,管理也比较容易,可以普遍地建造在靠近用户地方。加速器不仅能生产那些反应堆无法生产的放射性同位素,而且一般说来,可以生产纯度较高的同位素,这在使用方面是很需要的。大多数加速器都可以作为制造放射性同位素的工具,但从经济上看回旋加速器是所有加速器中比较实用的一种。

我们已经从发现天然放射现象到人工制造放射性同位素作了一些简单介绍,有关放射性同位素在工业、农业和医学方面的应用情况,我们将在以后几辑分别予以介绍。

谈MOS场效应管的特性

吉 成

我们知道场效应管是一种电压控制元件，利用加在栅极上的电压来控制源极和漏极之间导电沟道中流过的电流。那末MOS场效应管究竟是怎样实现这种控制作用的呢？

增强型和耗尽型

先看看如图1所示的MOS场效应管是怎样工作的。由图可知，这是一种P型衬底N型沟道的管子。当它的栅极(G)上没有加电压

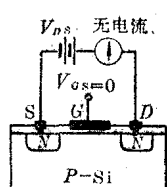


图 1

($V_{GS}=0$)时，由于源极(S)漏极(D)之间无法形成反型层，没有导通电流的沟道，所以即使将源漏两极接上电源，电流表中也不会有电流流过。

如果我们在栅极上加以一定的正电压呢？我们知道，由于表面场效应，这时栅极电场会把P型硅衬底内部的电子吸到表面附近，形成一个反型层——有很多电子的N型薄层。这个反型层与源区和漏区的导电类型相同，都是N型，因而就成为源漏之间的一个导电沟道。这时，将源极、漏极接上电源，就会有电流流过了。这就象两个水槽，如果两者之间不用水管连通，无论怎样抬高一只水槽，其中的水是不会流到另一个水槽中去的；如果两槽间接入一个水管，一抬高某只水槽，槽中的水就会流到另一只槽

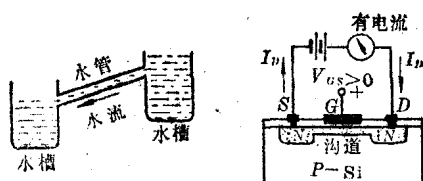


图 2

中去。上述导电沟道的作用就相当于这儿的水管(图2)。

当加在栅极上的正电压增大时，被吸引到反型层中来的电子也就增多，导电沟道的电阻减小，从而流过沟道的电流就增加。反之，当栅极上的正电压减小时，流过沟道的电流就减小。当栅极上的正电压低于某一值 V_T 时导电沟道

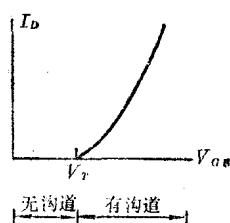


图 3

消失，电流为零。这个电压值 V_T 是管子由不导电变成导电的临界栅极电压，我们称为开启电压。源极和漏极之间沟道中流过的电流我们叫做漏源电流，又叫漏

电流，用 I_D 表示。栅极电压 V_{GS} 对漏电流 I_D 的控制作用，我们叫做转移特性。当漏源之间电压为一定时， I_D 随 V_{GS} 变化的关系(即转移特性)如图3所示。

由于这种管子本来没有导电沟道，要靠在栅极加上足够的正电压之后才能形成导电沟道，而且沟道的导电能力也随栅极正电压的增加而增强。我们称这种类型的管子为增强型的。

如果在制造管子的时候，使它有一个原始导电沟道。比如，采用掺杂浓度很低的P型硅作衬底，而氧化膜中由于含有杂质或存在缺陷等原因带有的正电荷又较多的话，氧化膜中正电荷形成的电场也能吸引足够的电子在硅衬底的表面形成反型层，从而使这种管子制造出来就带有一个原始的导电沟道，即使栅极不加电压，源漏间也能导通。这种管子的栅极电压 V_{GS} 对漏电流 I_D 的控制作用，可由图4所示的转移特性表示。 $V_{GS}=0$ 时，源漏之间可以导