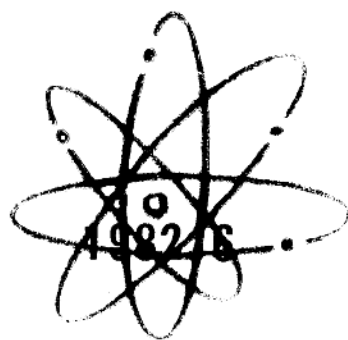


科技工作報告

REPORTS ON NUCLEAR SCI. AND TEC.

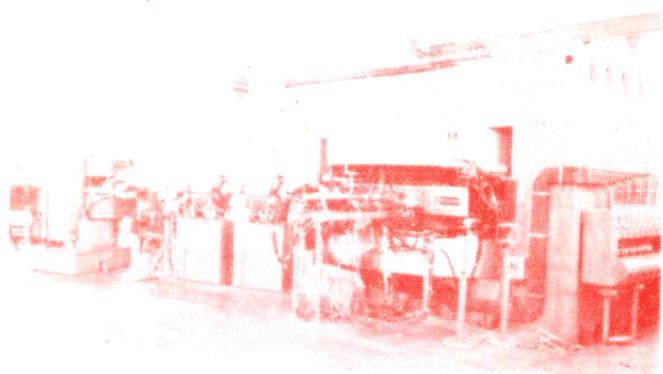
(一)



四川大学原子核科学技术研究所

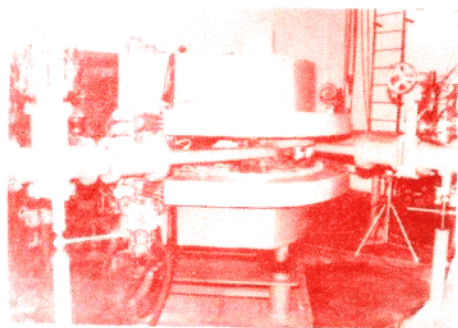


▲ 我所实验区一角

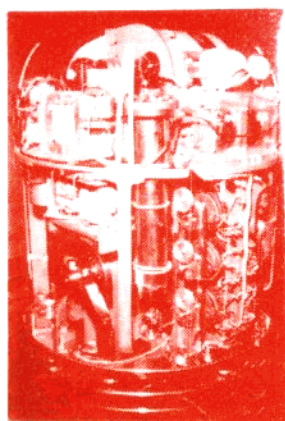


▲ 建于我所的国产第二台1.2米回旋加速器

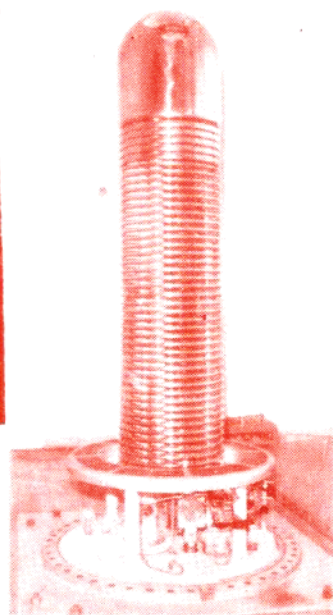
▼ 1.2米回旋加速器新设的
93°分析磁铁, 可将束流偏转
90°引入带电粒子实验厅



(摄影: 周世英)

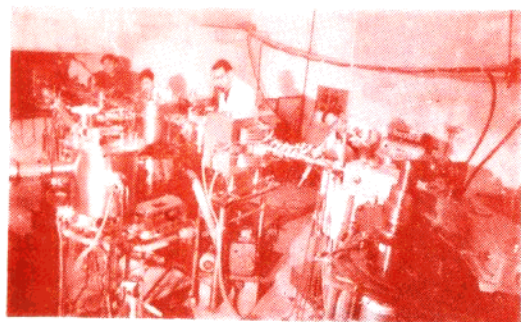
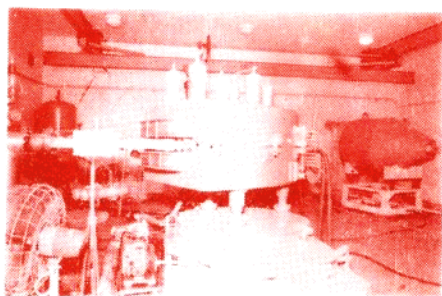


▲ 经过脉冲化改制后的质子静电加速器头部



▲ 2.5 MeV 质子静电加速器

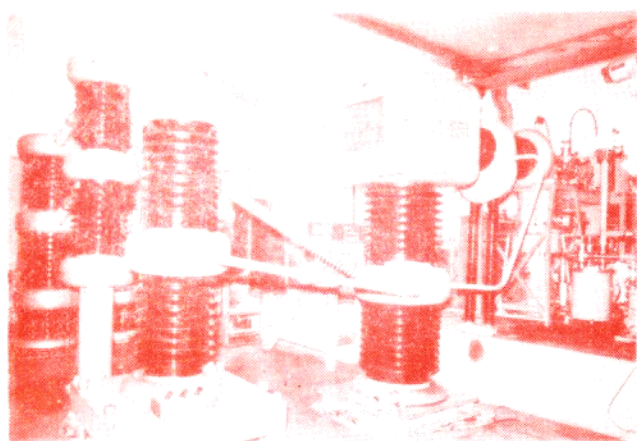
▼ 质子静电加速器束流毫微秒脉冲化系统的尾部时间压缩磁铁



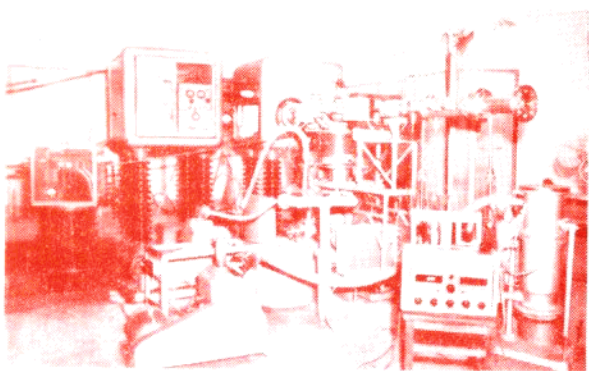
▲ 质子静电加速器带电粒子实验厅



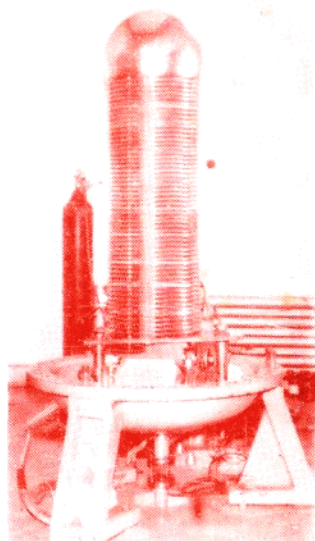
▲ 质子静电加速器第一中子物理实验厅



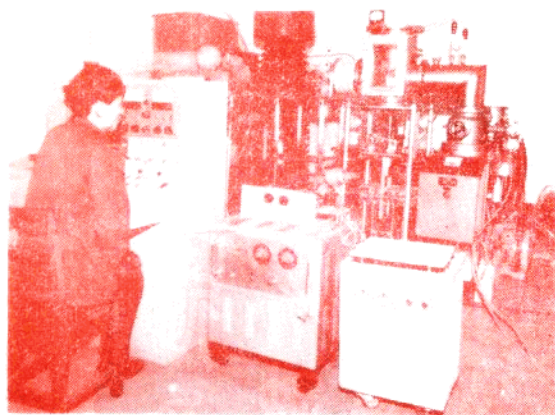
◀ 400仟伏高压倍加器



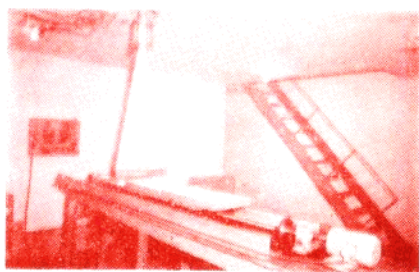
▲ 改作离子注入专用的200仟伏高压倍加器



▲ 2 MeV电子静电加速器



▲ 我所自行研制的用于金属表面处理
用强流离子注入机

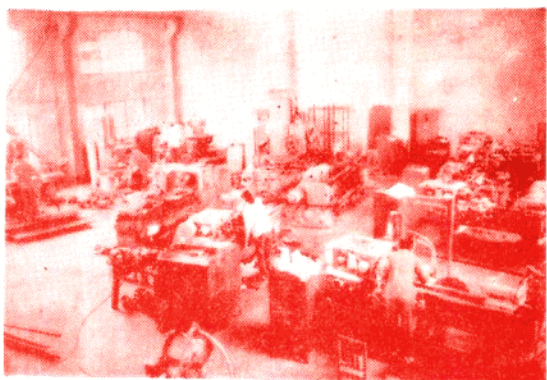


▲ 电子静电加速器实验厅的
辐照小车

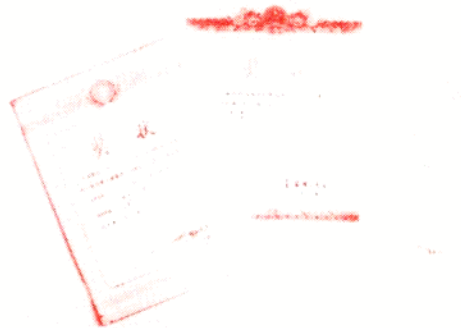


▲ TQ—15型电子计算机在运行中

▼ 所金工车间为我所实验手段的建立作出了贡献



◀ 电子仪器维修组承担了我所实验仪器的维修工作

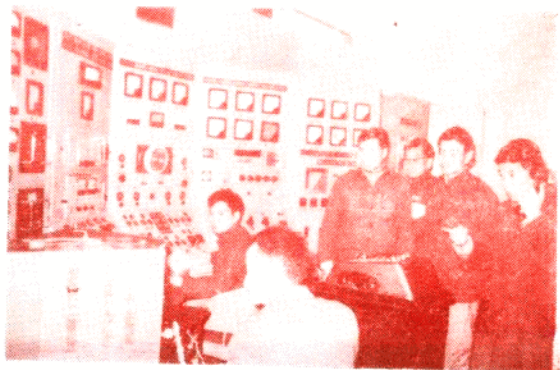


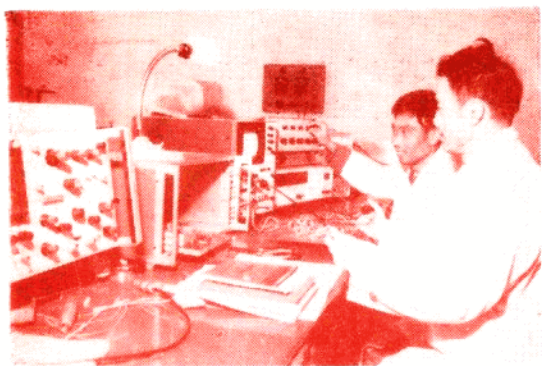
▲ 我所承担的核数据编评第一期任务和质子静电加速器束流毫微秒脉冲改制10ns阶段成果获国防科委奖和全国科学大会奖



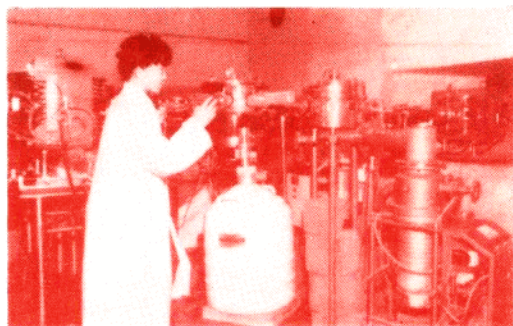
▲ 中子物理研究室科研人员在调试快中子飞行时间谱仪

► 质子静电加速器主控室，1 ns脉冲束于一九八〇年十月出来了！

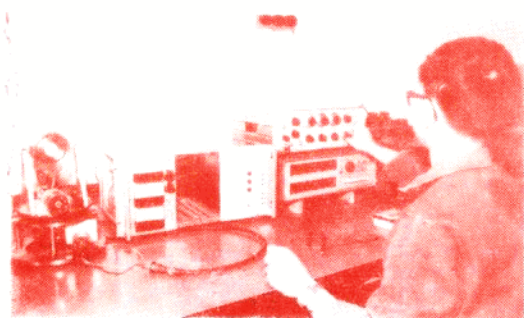




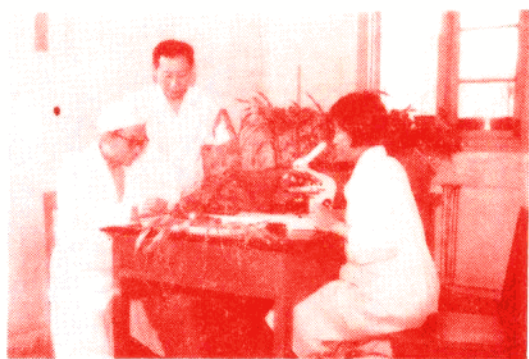
▲ 核电子学研究室科技人员在为中子物理实验研制多事件分析器



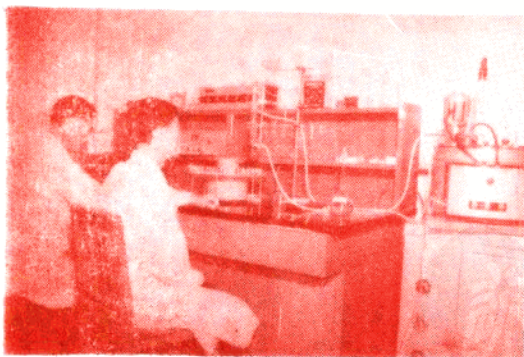
▲ PIXE分析实验在准备中



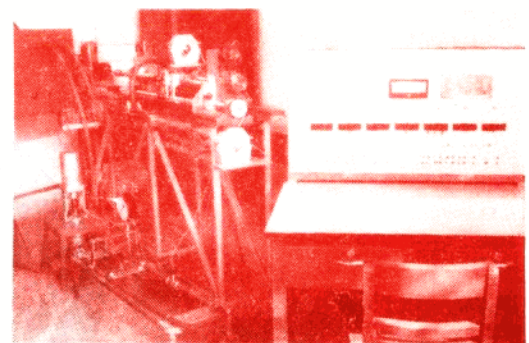
▲ 沟道效应课题组研制的三维定角仪



▲ 辐照育种组科研人员在观察辐照处理后作物根系的变化



▲ 放射化学研究室科研人员在进行冠醚萃取铀的研究

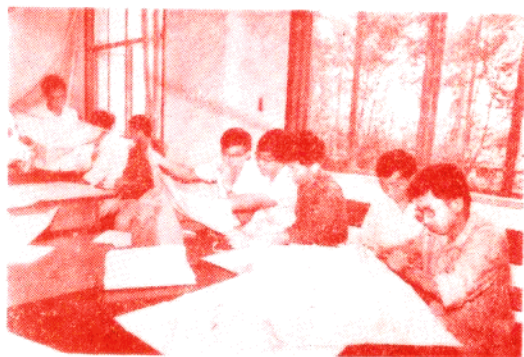


▲ 用于1.2米回旋加速器生产同位素的自动上卸靶装置



◀ 我所培养的首届攻读硕士学位研究生在进行毕业论文答辩

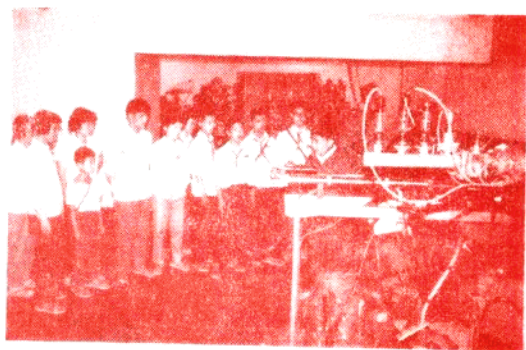
▶ 清华大学工程物理系毕业班学生来我所进行毕业实习 (82.8)



◀ 川大物理系核物理专业毕业班学生来我所作毕业论文实验



▼ 川大化学系放射化学专业毕业班学生来我所作毕业论文实验



▲ 成都市一九八二年暑期少年儿童夏令营物理班的小朋友来我所参观实习



◀ 著名美籍物理学家杨振宁教授于一九七八年七月来我所参观



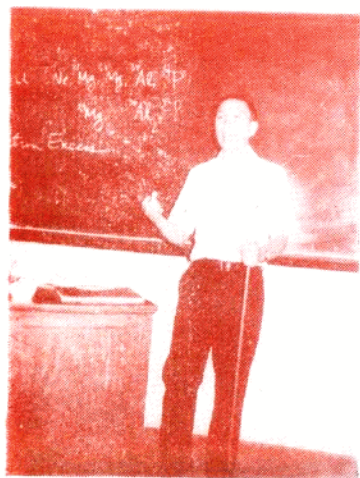
▲ 著名美籍物理学家吴健雄教授和她的丈夫袁家骝教授82年6月来我所讲学



◀ 美籍物理教授孙志锐八〇年六月来我所参观讲学



▲ 美国西雅图华盛顿大学物理系教授劳伦斯·威利兹八一年九月应邀来我所讲学



◀ 美国布鲁克海文国立实验所化学部朱永毅教授八一年六月来我所讲学

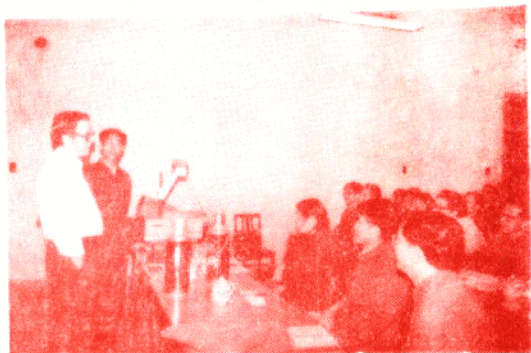


▲ 美国布鲁克海文国立实验所串列加速器工作委员会主席李·格罗德金斯教授80年8月来我所参观讲学



▲ 美籍高能物理学家邓昌黎教授八〇年八月来我所参观

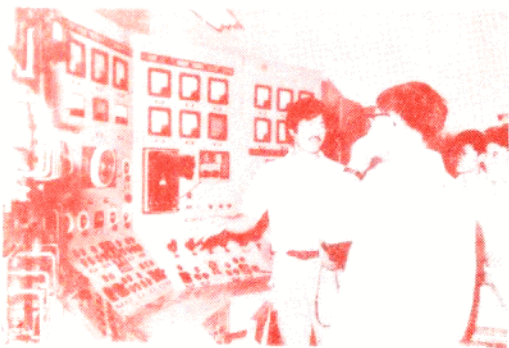
▼ 美国纽约州立大学阿伯尼分校物理系主任吉卜森教授来我所讲学



▼ 美国纽约州立大学阿伯尼分校物理系加速器主任工程师哈贝尔八二年八月应邀来我所短期工作指导

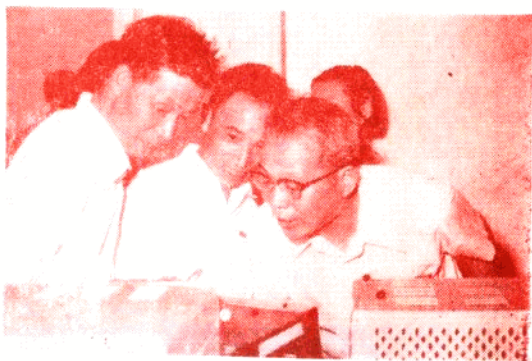


▲ 美国纽约州立大学阿伯尼分校物理系陈显邦教授同我所合作，开展原子分子碰撞物理研究



▲ 美籍物理教授杨汉强七九年八月来我所参观

▼ 美国亚利桑拿大学物理教授范章云七八年七月来我所参观座谈



前 言

为了推动我所科学技术工作的开展,向各级领导部门和核科学技术界同事汇报、介绍我们的工作,以取得更多的指导、支持和帮助,决定编辑出版反映我所科学技术活动及进展的《科技工作报告》。本期《报告》也是献给一九八二年在成都召开的全国第五次核物理会议的一份小礼物。

我所是于一九八〇年二月正式建立的。在正式建所前,主要搞了加速器及其配套工程的基建、安装、调试和科技队伍的组织建设等方面的工作。建所后,以加速器稳定运行和实验室建设为重点,逐步开展了一些实验研究工作。本《报告》汇集了包括建所前几年至今年六月这段时间开展科研技术工作所提出的报告、论文以及总结等(均以摘要的形式汇入)。

几年来我所开展的主要工作及其进展情况简介如下:

一、中子物理方面

主要开展了中子核数据编评和测量工作。从七七年起,先后承担了核工业部下达的关于Al、Pb、Fe、W和V、Cr、Ni、Cu、Zr、Nb等十个核素的的中子数据编评任务,已经联合评价推荐了Al、Pb、Fe、W四个核素的全套自治的中子核数据,提交核数据中心并提供有关方面使用;V、Cr、Ni、Cu、Zr、Nb六核素已完成各分反应道的实验数据编评,正进行联合评价的统调准备。在这同时,着手建立了中子核数据测量实验条件并初步开展了实验研究工作;在400千伏高压倍加器上建立了伴随粒子型快中子飞行时间谱仪,作了14MeV快中子在W、Mo上的弹性散射角分布和Fe片中子通量密度比对的测量工作;在质子静电加速器第一中子厅建立了脉冲型快中子飞行时间谱仪系统,作了中子谱测量的初步实验;正在进行1米直径大液体球闪烁探测器的装配调试和将束流引入第二中子厅的管道系统加工。

二、核技术应用方面

痕量元素分析 在2.5MeV质子静电加速器带电粒子厅建立了质子激发X射线荧光分析、背散射分析和沟道效应测量系统,并初步开展了分析测试工作;同我校物理系合作,在400千伏高压倍加器上正建立快中子活化分析系统。拟用离子束分析和活化分析方法广泛开展微量元素分析测试等应用研究。

离子注入金属改性研究 初步开展了 N^+ 离子注入高速钢刀具样品的试验研究;用于金属表面处理工艺用的小型离子注入机的研制,已进入调试阶段, N^+ 束流可达5mA。

材料辐射效应研究 同校内外有关单位合作,使用2MeV电子静电加速器对CMOS集成电路等半导体器件、高分子材料、电缆等的电子辐照效应开展了一些实验研究工作,取得了初步的应用效果。

辐照育种与辐射处理 在400千伏倍加器上建立了作物种子快中子辐照装置,在2MeV电子静电加速器上建立了辐照小车装置。与校内外有关单位合作,开展了辐射育种和蚕茧等辐射处理工作,参加了中国原子农学会组织的作物吸收剂量研究协作网,承担了种子的中子吸收剂量研究等任务。

放射性医用同位素研制 在1.2米回旋加速器上建立了生产同位素用的自动上卸靶装置(正进行安装调试),基本完成了同位素的放化分离流程方法试验,拟在年内拿出 G_{67} 样品并尽早开展小批量医用短寿命同位素的生产。

三、原子分子物理方面

已在质子静电加速器上建立了一套研究原子分子碰撞的装置,并同美国纽约州立大学阿伯尼分校物理系陈显邦(N. Cúe)教授合作,开展了用核物理方法对快分子离子在固体中的碰撞的研究,已作了 H_2^+ 、 H^+ 束通过碳膜的透射率的测量等研究。

四、加速器工程技术方面

主要进行了五台低能加速器的调试、运行、维修及改进。2.5MeV质子静电加速器束流毫微秒脉冲调制,已基本完成,在靶上获得了脉宽1.4ns,重复频率2Mc、 $2.4\mu s$ 的脉冲束流,并在最近用脉冲束测量了 $T(p,n)$ 反映的初级中子谱。1.2米回旋加速器 93° 分析磁铁的调试也已完成,并经该分析磁铁在带电粒子厅获得了质子束和 α 束。在400千伏高压倍加器上建立了可控硅高压稳定系统,经中子通量密度测量证明,此稳定系统性能良好。

另外,核理论方面,在核力的夸克理论、集团模型理论和核散射的微观描述等方面开展了研究工作;放射化学方面,主要开展了冠醚对铀络合作用的研究,取得了部分进展和结果;核电子学方面,配合中子物理实验研究研制了时间间隔编码器、多事件分析器等;辐射防护方面,围绕五台低能加速器的运行开展了本所环境本底调查、现场剂量监测、个人剂量监查、医学监督等常规防护工作。

我所作为科研、教学相结合的研究单位,还培养了研究生(已毕业两名);担负了我校核物理、放射化学等专业部分毕业生的毕业实践指导工作;为清华大学工程物理系学生实习提供基地和指导。还接受了省内外一些大、中学校有关教师、学生数百人次来所参观实习。

我们的工作还刚刚起步,还跟不上“四化”建设对原子核科学技术事业的要求。我们决心在上级党、政的领导下,在各兄弟单位的大力支持下,充分利用现有的设备条件,群策群力、发奋图强、埋头苦干,进一步完善实验手段,开阔视野,搞好核科学技术研究工作和人材的培养,为国家作出贡献。

对几年来各兄弟单位及同事们对我们的大力支持和援助表示衷心的感谢。

恳请各级领导和同事对我们的工作以及本《报告》提出批评和指导。

目 录

核物理与核技术应用

一、核理论部分

1、用杨图讨论SU(n)及其在物理中的应用.....	1
2、引入夸克中程势计算核力.....	2
3、原子核——原子核散射的微观描述.....	2
4、由唯象夸克势到核子势.....	3
5、从唯象层子势导出核子—核子相互作用.....	4
6、隐色组分对核力的贡献.....	4
7、集团几率.....	6
8、不等碎块散射的生成坐标方法及碎块极化的影响.....	6
9、生成坐标技巧介绍.....	7
10、生成坐标方法和共振群方法.....	7
11、不等碎块生成坐标下的变分方法.....	8
12、GCM到RGM及光学势初步.....	8
13、 $N_1 \leq 16$, $N_2 \leq 16$, GCM和RGM矩阵元解析表达式的计算机推导.....	9
14、 $N_1 \leq 16$, $N_2 \leq 4$, RGM矩阵元解析表达式的计算机推导.....	9
15、复杂核相互作用的几点附注.....	10
16、夸克互作用势的唯象研究.....	10
17、原子核三集团结构中的不等位阱参数效应.....	11
18、稳定原理及其在集团模型中的应用.....	11

二、实验部分

1、14.7 MeV 中子在钨上的弹性散射微分截面测量.....	12
2、用伴随粒子法测量 14MeV 中子通量.....	14
3、 $T(d,n)^4\text{He}$ 反应中平均相互作用能的测量.....	16
4、用硅半导体探测器测量 $T(d,n)^4\text{He}$ 反应产生的中子的平均能量.....	17
5、用 $^{27}\text{Al}(p,\gamma)^{28}\text{Si}$ 反应测量脉冲束流宽度.....	18
6、适用于核物理研究的高丰度灵敏度质谱计的物理图象(述评).....	20

7、一台伴随粒子型飞行时间谱仪·····	21
8、一台脉冲束型飞行时间谱仪·····	22
9、快中子弹性散射角分布仪的建立·····	24
10、中子屏蔽体的设计·····	25
11、用于大型闪烁液体探测器反光涂层的研究·····	26
12、中子物理实验用三通靶室的设计·····	27
13、PIXE分析实验装置·····	28
14、一个用于RBS的靶室系统·····	29
15、核反应靶室·····	30
16、DG—1型三维定角仪研制·····	30
17、Si(Li)X—射线谱仪调试·····	31
18、 π 型电解槽·····	32
19、一种高效率高纯度的氘发生器·····	35
20、亚微米厚自支撑单晶硅膜的制备·····	37
21、石英晶体测厚挖厚实验·····	38
22、PIXE靶的制备·····	38

三、核参数编评与计算

1、天然铝中子数据的联合评价·····	40
2、铝、铁中子总截面测量综评·····	40
3、铝的中子弹性散射微分截面实验数据编评·····	41
4、铝的中子非弹性散射截面实验数据评价·····	41
5、铝的快中子非弹散射能谱评价·····	42
6、天然铁中子数据的联合评价·····	42
7、天然铁的中子弹性散射微分截面实验数据编评·····	43
8、铁的非弹散射截面实验数据评价·····	44
9、铁的(N, N')和($N, 2N$)次级中子能谱评价·····	44
10、天然铅的中子数据的联合评价·····	45
11、铅的中子弹性散射微分截面实验数据编评·····	46
12、天然铅、钨的去弹散射截面实验数据编评·····	47
13、天然铅及其同位素的(N, N')和($N, 2N$)次级中子能谱评价·····	48
14、天然钨的中子数据联合评价·····	49
15、钨的中子弹性散射微分截面实验数据编评·····	50
16、钨和铅的非弹性散射截面数据评价·····	50
17、钨的(N, N')和($N, 2N$)次级中子能谱评价·····	51
18、勒让德多项式拟合弹性散射微分截面·····	51
19、中子在铅、钨、铁、铝上的弹性散射微分截面的光学模型计算·····	52
20、天然钒的中子全截面实验数据编评·····	52

21、天然钒的中子弹性散射截面实验数据编评.....	53
22、钒的中子非弹散射截面实验数据编评.....	54
23、 $V^{51}(n, x)$ 反应截面评价.....	54
24、钒的 (N, N') 和 $(N, 2N)$ 次级中子能谱编评.....	55
25、铬的中子全截面编评.....	56
26、天然铬的中子弹性散射截面和弹性散射角分布实验数据编评.....	57
27、铬的中子非弹散射截面实验数据编评.....	57
28、 $Cr(n, x)$ 反应截面数据评价.....	58
29、铬与锆的 (N, N') 与 $(N, 2N)$ 次级中子能谱编评.....	58
30、镍的中子全截面实验数据编评.....	59
31、镍及其同位素的中子弹性散射截面实验数据编评.....	61
32、镍的中子非弹散射截面实验数据编评.....	62
33、镍的 (N, N') 和 $(N, 2N)$ 次级中子能谱评价.....	63
34、铜的中子全截面实验数据编评.....	63
35、铜的中子弹性散射截面实验数据编评.....	64
36、铜的中子非弹散射截面实验数据编评.....	65
37、 Cu 的 (n, x) 反应截面实验数据编评.....	65
38、铜的 (N, N') 和 $(N, 2N)$ 次级中子能谱编评.....	66
39、锆的中子全截面实验数据编评.....	67
40、锆的中子弹性散射截面及角分布实验数据编评.....	68
41、锆的中子非弹散射截面实验数据编评.....	69
42、锆的 (n, x) 反应截面实验数据编评.....	70
43、铌的中子全截面编评.....	71
44、天然铌中子弹性散射截面及其角分布实验数据编评.....	72
45、铌元素的中子非弹散射截面实验数据编评.....	73
46、 Nb 和 Mn 的 (N, N') 和 $(N, 2N)$ 次级中子能谱编评.....	74
47、中重核中子去弹散射实验数据编评.....	74
48、镍、锆、钒、铌、铬、铜的中子弹性散射角分布计算.....	75
49、用勒让德多项式拟合弹性散射实验角分布与程序设计.....	75
50、实验数据的正交拟合和程序设计.....	76

四、核技术应用

1、用PIXE方法测定搪瓷餐具中的镭	77
2、用PIXE方法测定四川名酒中的微量元素	78
3、用质子背散射测定薄膜厚度.....	79
4、用卢瑟福背散射测定YIG单晶及磁泡组份	80
5、用卢瑟福散射法测量超薄碳膜厚度.....	81
6、静电场中的 $\alpha-LiIO_3$ 单晶沟道效应实验	83

7、质子注入双异质结砷化镓激光器·····	85
8、CMOS数字集成电路在电子场中的辐射效应·····	85
9、CMOS电路的动态电子辐射效应·····	86
10、Si—SiO ₂ —Al ₂ O ₃ 结构的电子束辐照效应·····	88
11、用连续电子束对辐射损伤晶体管退火·····	88
12、钝化膜晶体管的电子辐照效应·····	89
13、硅太阳能电池电子辐照效应及钝化膜的影响·····	90
14、蚕茧的电子辐照处理·····	90
15、用电子辐照改进输电带性能试验·····	92
16、电子辐照的剂量计算·····	92
17、电子束对聚苯酯的辐射效应研究·····	95
18、氮离子注入高速钢刀具研究·····	96
19、大力开展辐射育种,让加速器为发展农业生产服务·····	96
20、作物种子快中子辐照装置·····	97
21、一个用于PIXE分析计算的BASIC程序·····	98
调研·综述	
22、离子束分析及其应用·····	99
23、沟道效应进展·····	99
24、离子注入金属表面改性新工艺·····	100
25、离子注入形成非晶合金·····	101

原子分子物理

1、快分子离子与固体的相互作用·····	102
2、快分子离子在固体中的碰撞·····	103
3、快H ₂ ⁺ 通过碳膜的透射率测量·····	104
4、快H ₂ ⁺ 和H ⁺ 离子通过碳膜产生H ⁻ 及其产额的测量·····	106
5、加速器在原子碰撞物理研究中的作用(综述)·····	108
6、原子碰撞装置·····	109
7、KTL型可调光阑及其应用·····	110
8、静电偏转器及其应用·····	112
9、二维微调靶架·····	114
10、20°三路磁分析器·····	115
11、一种低温冷却装置·····	116
12、 ³ He气体操作系统·····	118

核电子学与探测器

1、时间间隔编码器	119
2、多事件分析器	120
3、高稳定恒流源电路的实验研究	121
4、三重快符合电路	122
5、毫微秒脉冲电流放大器的实验研究	122
6、一种亚毫微秒脉冲放大器	123
7、数控三路步进电机驱动器	123
8、半导体探测器的电荷收集	124
9、半导体探测器的电位电场分布和结电容计算	125
10、快中子探测器的调试和安装	126

加速器工程技术

一、国产第二台1.2米回旋加速器调束

1、1.2米回旋加速器安装调试概况及调束前的主要参数	128
2、1.2米回旋加速器磁场下降率的测量	129
3、核磁共振仪的改制与误差分析	131
4、回旋加速器内靶束流的调整	131
5、回旋加速器束流的偏转引出和外靶调整	132
6、高频机宽频带放大器的制作与调试	133
7、D电路调整	134
8、高频机末级的改进	135
9、晶体管同步器、调制器的研制	135
10、回旋加速器真空系统的几点改进	137
11、恒流铂电阻真空继电器	139
12、80KV偏转板电源电压稳定系统精度测试	140
13、扩散泵阀门控制及连锁保护的更改设计	140
14、去离子水对铜的腐蚀及沉淀实验	142

二、2.5MeV质子静电加速器运行与改进

1、J—2.5质子静电加速器运行	143
2、磁导向器	144
3、质子静电加速器主机系统检修两例	145
4、三组元四极磁铁工程设计	146

5、质子静电加速器第一、第二中子厅束流传输系统的物理设计	147
6、J—2.5质子静电加速器第二中子厅束流输运管道的设计	152
7、利用质子静电加速器加速 H_2^+ 和 H_3^+	153
8、J—2.5质子静电加速器1* 半导体冷阱的桌上试验	155
9、质子静电加速器离子源系统的几点改进	156

三、2.5MeV质子静电加速器束流毫微秒脉冲调制

1、2.5MeV质子静电加速器束流毫微秒脉冲化装置简介	159
2、脉冲离子源切割电路	162
3、时间压缩磁铁	163
4、质子静电加速器脉冲化装置的同步扫描系统	164
5、晶体管倍频移相器	165
6、质子静电加速器束流毫微秒脉冲系统的高频机及 π 升压网络	166
7、40 K V 高频高压提升网络	168
8、15 K W 高频机远控及巡检系统	169
9、质子静电加速器毫微秒脉冲束流时间特性的监测	171
10、质子静电加速器毫微秒脉冲束流的测量	172
11、2.5MeV质子静电加速器1~2毫微秒脉冲束流的测量	172
12、高频高压网络和时间压缩磁铁冷却系统设计	173

四、高压倍加器、电子静电加速器运行与改进

1、400 K V 高压倍加器可控硅高压稳压电源	175
2、400 K V 高压倍加器高压稳定系统	176
3、400 K V 高压倍加器真空系统的改进	177
4、三氟化硼气体发生器	178
5、200 KeV 高压倍加器保护电阻的改制	179
6、15°开关磁铁制作	179
7、简易靶室	180
8、扫描偏转装置的制作	180
9、J—2型静电加速器电阻分压设计及实验	182

五、小型离子注入机研制

1、金属表面处理用小型离子注入机研制	183
2、离子注入机靶室设计	183
3、固气两用的 P. I. G 冷阴极离子源	185

六、其它

1、粒子束发散度和亮度的物理概念	186
2、三园筒加速透镜的光路匹配	186