

医学专科学校试用教材

◀供医学专业用▶

生理学实验指导

菏泽医学专科学校
临沂医学专科学校 合编

04-33

山东大学出版社

前 言

实验课是启发智能的重要环节之一，其目的主要是通过有代表性的实验，培养学生学习生理学的思维方法和科学态度，学习基本技能，巩固理论。

本实验指导是根据高等医学专科学校三年制医学专业用《生理学教学大纲》（草案）的要求编写的。在编写中，考虑到目前实验室现有的设备条件，从实验课的实际出发，既保留了教学大纲规定的经典项目，又适当增加了电生理实验内容。经筛选，实验项目共50个，适合20周（60学时）左右的实验课时，编排顺序与理论课进度一致，适合医学专科学校医学专业使用。

鉴于“大纲”中指出，实验课的安排“可根据具体情况适当调整”，在编写具体内容时，略多于“大纲”的规定，以便有选择的余地。

本实验指导是在菏泽医专、临沂医专生理学教研室实验教学实践的基础上，并吸取全国其他兄弟院校的先进经验及参考有关资料编成的，力求准确、实用。但由于编者水平所限，加之时间仓促，错误和不足之处在所难免，请使用本书的教师和同学们批评指正。

菏泽医专
《生理学实验指导》编写组
临沂医专

1989年1月

目 录

第一章 绪言	(1)
实验课的要求	(1)
实验结果的处理	(1)
实验报告写作要求	(2)
实验室守则	(3)
第二章 生理学实验常用仪器	(4)
记录仪器	(4)
电刺激用具	(19)
常用手术器械	(23)
第三章 动物实验的基本操作技术	(25)
实验动物的选择和准备	(25)
动物的麻醉	(25)
动物的固定	(27)
急性动物实验的基本操作技术	(28)
第四章 细胞生理实验	(31)
实验一 坐骨神经腓肠肌标本制备	(31)
实验二 阈刺激、阈上刺激与最大刺激	(33)
实验三 神经干的动作电位	(34)
实验四 神经兴奋传导速度的测定	(36)
实验五 肌肉的单收缩、复合收缩和强直收缩	(36)
第五章 血液实验	(38)
实验六 红细胞比容的测定	(38)
实验七 红细胞计数	(39)
实验八 白细胞计数	(42)
实验九 血红蛋白量的测定	(43)
实验十 红细胞渗透脆性实验	(44)
实验十一 红细胞沉降率实验	(45)
实验十二 出血时与凝血时的测定	(47)
实验十三 血型的鉴定与交叉配血	(48)
实验十四 血液凝固	(51)
第六章 循环实验	(54)
实验十五 蛙心起搏点	(54)

实验十六	期前收缩和代偿间歇	(55)
实验十七	在体蛙心肌细胞动作电位	(56)
实验十八	蛙心灌流	(58)
实验十九	容积导体的导电规律	(59)
实验二十	人体心电图的描记	(63)
实验二十一	心音听诊	(66)
实验二十二	人体动脉血压的测定	(68)
实验二十三	蛙肠系膜微循环观察	(69)
实验二十四	减压神经放电	(71)
实验二十五	心血管运动的神经体液调节	(72)
第七章	呼吸实验	(77)
实验二十六	肺通气功能的测定	(77)
实验二十七	胸内负压与气胸	(80)
实验二十八	离体肺顺应性的测定	(81)
实验二十九	呼吸运动的调节	(83)
实验三十	膈神经放电	(85)
第八章	消化实验	(87)
实验三十一	胃肠运动的观察	(87)
实验三十二	消化道平滑肌的生理特性	(87)
实验三十三	胰液和胆汁的分泌	(89)
第九章	能量代谢与体温调节实验	(91)
实验三十四	基础代谢测定	(91)
第十章	泌尿实验	(97)
实验三十五	尿生成的影响因素	(97)
第十一章	内分泌实验	(99)
实验三十六	妊娠试验	(99)
第十二章	神经系统实验	(100)
实验三十七	反射弧的分析	(100)
实验三十八	脊髓反射	(100)
实验三十九	刺激大脑皮层引起的躯体运动和血压、呼吸反应	(101)
实验四十	去大脑僵直	(102)
实验四十一	大脑皮层诱发电位	(103)
实验四十二	脑的立体定位术	(105)
实验四十三	去小脑动物的观察	(107)
第十三章	感觉器官实验	(109)
实验四十四	视敏度测定与色盲检查	(109)
实验四十五	视野测定	(110)
实验四十六	盲点测定	(111)

实验四十七	视觉调节反射和瞳孔对光反射·····	(111)
实验四十八	声音的传导途径·····	(112)
实验四十九	动物一侧迷路破坏的效应·····	(113)
实验五十	微音器电位·····	(114)
附录:	一、卫生部规定生理学基本技能训练项目·····	(116)
	二、常用非挥发性麻醉药的用法及剂量表·····	(117)
	三、常用生理盐溶液成份及配制·····	(118)
	四、实验常用动物的选择及主要生理常数·····	(119)
	五、记纹纸描笔所用墨水及胶泥、骨蜡的配制·····	(126)

第一章 绪 言

生理学是与科学实验难以分割的重要医学基础课程，其一切结论、概念，均根据实验及观察而获得。通过实验不仅可帮助我们验证和理解本学科的内容，初步掌握生理学实验的基本操作技术，了解获得生理学知识的科学方法。而且还可培养对科学工作的严肃态度、严格要求、严密工作方法和实事求是的工作作风。培养学生客观地观察事物，进行分析、比较、综合的能力，发展独立思维和创造性思维的能力。

实验课的要求

一、实验前

(一) 仔细预习实验指导，了解本实验目的、要求、实验方法、步骤及操作程序。

(二) 复习有关实验内容的理论，做到充分理解、以便对实验各环节中应该出现的结果做出科学的预测。

(三) 注意和减少实验中可能发生的误差。

二、实验中

(一) 检查实验器材，放置整齐，保持清洁，用完放回原处。

(二) 循序操作，认真仔细，耐心观察，随时如实记录出现的现象。结合讲授内容思考，如：发现何种现象？为什么？该现象有何生理意义？

(三) 示教的动物标本及仪器不要擅自移动、观察时互相谦让。实验室说话轻声，勿进行与实验无关的活动。

(四) 爱护公物，注意保护实验动物和标本，节约实验器材和药品。

三、实验后

(一) 须将实验用具整理就绪，器械逐件清点，擦洗干净。有损坏短缺时，应立即报告指导教师。临时借用的器械物品，用毕应点交负责教师。并做好实验室清洁工作。

(二) 整理实验记录，作出实验结论、认真书写实验报告，及时送交指导教师评阅。

实验结果的处理

实验过程中所出现的结果需进行认真整理和科学的分析，由于试剂、动物种类及仪器规格的不同，或操作中的误差，出现与预期不同的结果亦属难免。应仔细寻找原因，不得做出错误结论。凡属测量结果，例如轻重、长短、快慢、多少、高低、幅度、频率等，均应定量写明具体的单位数值。能用曲线记录的结果，应首选采用，并在曲线上注明时间、刺激、加某种试剂的记号，以便于分析。

有些实验结果可用表格或绘图表示。制表时应将观察项目列于表格左侧，如各种刺激条件。右侧顺序描写各项结果变化数值，可附简要说明。绘图时应注意：①在图旁列出数值表格；②标明坐标轴所代表的数值与单位，通常横轴表示各刺激条件或时间，纵轴表示出现的反应与结果；③应对坐标轴作剂量单位等适当注解；④应选择适当大小的标度以便于作图，并根据图的大小确定坐标轴长短；⑤经过各点的曲线或折线力求光滑，若非连续性变化，亦可用柱形表示；⑥图的下方注明实验条件。

实验报告写作要求

一、无论自己操作、分组进行或示教实验，每人均应写出报告，按时由班长或课代表汇集交指导老师评阅。期末应将全部报告汇集成册，作为考核平时成绩参考。

二、实验报告要求文字通顺、简练、概念确切。切忌与科学结论无关的冗杂过程描述。并须按时独立完成报告。

三、实验报告要求书写清楚端正，标点符号正确。应包括以下各项目。

(一) 姓名、班次、组别、日期、室温、气压。

(二) 实验号数和题目、实验目的、实验原理、实验对象。

(三) 实验方法，可不描述，或作简要说明。

(四) 实验结果：是报告中最重要部份，应将实验过程中所观察到的现象及时准确记录，不能单凭事后记忆，以避免误差或遗漏。

(五) 讨论和结论：根据已知理论知识对实验结果进行讨论和分析，是验证理论和评价实验结论精确与否的重要环节。对于非预期的结果，应考虑分析其可能的原因。实验结论是从实验结果中能确凿证实、归纳出一般性、概括性的判断。即每项实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。不要罗列具体结果，不得写入实验中未能充分证实的理论臆测或不确切的结论。实验的讨论和结论是培养创造性思维和科学工作作风的重要环节。应严肃认真，切忌盲目抄袭书本或别人现成的结论。

附实验报告一般格式：

生理学实验报告

姓名 _____ 班次 _____ 组别 _____ 日期 _____ 室温 _____ 气压 _____

实验号数和题目 _____

实验目的 _____

实验原理 _____

实验对象 _____

实验方法 _____

实验结果 _____

讨 论 _____

结 论 _____

实验室守则

一、严守学习纪律，准时进入实验室，实验课不得早退，特殊情况应向指导教师请假。

二、按指导教师安排和实验指导要求，严肃、认真地进行实验操作，不得进行与实验无关的活动。

三、讲话轻声、提问举手，力求保持实验室安静有序，以免影响别人实验。

四、各组仪器、器材及实验动物、试剂等由各组专管专用，不得与别组擅自调换，以免混乱。如遇仪器缺损或机件失灵，应报告指导教师和实验技术人员更换或修理，不能自行拆卸。实验动物如需补充，须经有关老师同意。

五、爱护公物，节省器材、试剂，严格按照操作规程使用仪器。

六、保持实验室清洁整齐。与实验无关的物品不得带入实验室。做好实验完毕的善后工作。各组清点洗净实验器材，有缺损应登记并报告指导教师。动物脏器、废品及纸片棉球等，应集中置于指定污物桶。实验室及桌面均应收拾干净，注意勿乱扔污物堵塞下水道。

(张仰欣)

圆鼓部分由圆鼓和鼓轴管组成。圆鼓依靠螺丝钉甲固定在鼓轴管上，其固定位置可随需要而上下移动。将鼓轴管套在机座的鼓轴上，并使其下端的梢钉嵌入鼓轴基底部的小凹中，则圆鼓即随鼓轴而转动。鼓这样使用时称慢鼓，是最常用的。在鼓轴顶点还有螺丝钉乙，将其向下旋转时，由于鼓轴管上移而使其下端的梢钉脱离鼓轴小凹，此时圆鼓即可自由用手转动。鼓这样使用时称手转鼓。

记录快速的生理变化（如骨骼肌单收缩）时，需圆鼓作快速转动一周，以展开曲线便于分析。此时需使用快转装置（包括扁盘、弹片、拉手等）。将扁盘安装好，向下调节螺丝钉乙使圆鼓可用手自由转动，旋紧固定螺丝钉，以保证螺丝钉乙在鼓快速转动时不致放松。然后逆时针方向转动圆鼓，使扁盘的梢子甲紧推弹簧片，并使梢子乙嵌入扁盘小凹中，以抵制弹簧片复位。梢子乙与拉手相连，记录时一旦拉动拉手，弹簧片即迅速复位。此弹片回位力推动梢子甲从而推动圆鼓快速转动。将快转装置中的接线柱甲、乙串联在刺激电路中，平时接线柱甲与乙之间是绝缘的，电路不通。在鼓转动过程中，当接触片甲与接触片乙接触的瞬间，电路接通将对实验标本给予单个刺激。快鼓每转一周，对实验标本刺激一次，在鼓上描记一次单收缩曲线。因此使用快鼓时，必须在拉动拉手后，手立即离开拉手柄，使鼓在转动一圈后由于梢子乙自动嵌入扁盘小凹而停鼓，鼓面上只记录一次单收缩曲线，以便分析。

2、电动记纹鼓 电动记纹鼓分电动单鼓和电动双鼓（后者可粘贴长记录纸，以作较长时间的连续描记）。其原理和使用方法与弹簧记纹鼓基本上类似，只是动力不同，弹簧鼓是以旋紧的弹簧发条作动力，电动鼓是以交流电源带动马达作动力而使鼓转动的。电动鼓转速均匀，能长时间连续转动，而且鼓速快慢有多档调节，因此使用更为方便。

（二）记录纸的粘贴，熏烟和固定方法

为减少描记阻力，记录纸一般用光滑而坚韧的白纸，可用墨水笔尖直接在上面描记。也可先用煤油烟将白纸熏黑，记录时描笔笔尖将烟划去，在黑色背景上描出白色曲线，按后述固定法固定后留用。

1、贴纸法 将大小适当的记录纸放于洁净的桌面上，使纸的光面朝外。将鼓轴管和圆鼓同时取下，在鼓上方的横梁上拴一根较鼓为长的细线，供以后撕开记录纸之用。左手执鼓轴管下端，将圆鼓放置于记录纸的中段。拉紧细线，使其恰在记录纸的接缝处，再用右手将记录纸的右端复于鼓上，在纸左端边缘均匀地涂一薄层浆糊，然后将两端粘合，粘合时务使记录纸紧绕于鼓面上。

使用单鼓时可不需浆糊粘贴，代之以橡皮筋固定，在使记录纸紧绕于鼓面后，套上1~2根橡皮筋将记录纸固定于鼓面上。

2、熏烟法 一般应用普通宽灯芯煤油灯，燃起油灯后，两手持鼓轴管的两端，将贴好纸的圆鼓放在火焰上方的烟层中徐徐转动，使纸面熏上一层薄而均匀的熏烟。纸面不要接触火焰，以免烧焦。记录纸熏烟后不可触碰，以免黑烟抹去。

如实验记录没有保存价值，可用刷子将整张记录纸上的全部黑烟抹去（不能只擦去一小部分）。重新熏烟再用，以节约纸张。烟灰应擦落到一定的地方，不可随意擦落在地上以保持实验室的清洁。

3、固定法 记录完毕，取下鼓管和圆鼓。离开实验台。左手持鼓轴管下端，拇指按住记录纸的下缘，右手拉细线将记录纸撕开取下。如事先未放细线，可用剪刀剪开取下，但须

注意不要划伤圆鼓。将记录纸平放桌上，加以必要的文字注明后，两手分执纸的两端，熏烟的一面朝上，由一端起徐徐在固定液中将纸浸润一遍，然后将记录纸夹在架子上晾干。

固定液的配制方法：虫胶或松香50~100克，浸于95%酒精1升中，放置一、二日后，滤去渣滓后应用。多次应用后，经过过滤可继续使用。

固定液用过须盛于密闭容器内，以减挥发损失。熏烟固定室须特别注意防火。

（三）墨水描记法

熏烟法所使用的描记笔尖，一般以轻质而有弹性的废照相底片制成。考虑到操作方便而经济节约，常用墨水描记法：可用木工室的刨花剪制成笔尖（也可用狼毫小楷或塑料管控制成弯头笔尖），缚于描记杠杆上，蘸以适量墨水，直接描记于记纹鼓纸面上。

使用墨水描笔注意事项：

1、描记和加墨水时应注意墨水沾污记录纸和白大衣。

2、停鼓时应使记纹鼓鼓面离开笔尖，以免墨水持续在一处重复描记，造成墨水沾污曲线和笔尖阻塞。

8、实验结束时，应以清水清洗墨水描笔，以免阻塞。

（四）记纹鼓记录的整理方法

实验完毕，记录纸应立即整理，不可拖延。先根据实验目的对全张记录进行全面仔细的分析和对比，找出能客观而概括地反映实验结果的部分，将其剪下贴在报告纸上保存。实验记录的保留部分应在满足前述要求的条件下，尽量减少。但每张记录图在刺激所引起的反应前后必须有充分的对照部分，不可只留反应部分。记录图剪裁务必整齐，可预先用直尺铅笔画好剪裁范围，再用刀片割下。粘贴时各图的基线必须在同一水平，且各图间的距离应一致。记录图必须在正下方附有说明，说明一般应包括下列各项内容：实验名称或图片，动物的种类、性别和体重，麻醉药的种类、用量和用法，各曲线的意义，实验日期等。关于实验内容的详细分析和讨论应另纸记录。

（五）使用记纹鼓的注意事项

1、由于圆鼓是顺时针方向转动，故应将杠杆，电磁标和其它描笔置于记纹鼓的右侧。

2、描笔应放在记纹鼓的切线位置上，其笔尖与鼓面应在切点轻轻接触。同时使用数支描笔时，必须使各笔尖位于同一垂线上。

8、记录应从记录纸接缝处开始，取下记录纸时亦于此处撕开。如果记录简单，一张记录纸可分上下记录两次或多次。这样在开始记录时，应调节圆鼓高低位置，使笔尖在记录纸下端开始描记，如此，当描记第二曲线时，只要下移圆鼓即可。

4、鼓速应按记录的生理反应速度选择。一般应在保证清楚显示所要观察的现象的前提下，尽量慢些。调节弹簧记纹鼓的鼓速经常使用细调节器，粗调节器很少使用。使用粗调节器必须在鼓转动过程中顺势将其把手提起或放回，不可用力硬提或硬放。

5、开始记录前，应先上紧弹簧记纹鼓的发条，并检查记纹鼓是否运转正常；如有毛病，立即检修。实验完毕，应将发条放松以保持发条的弹性。

6、不可将圆鼓从机身取下横放于实验台上，以免滚落于地上摔坏。搬动记纹鼓时应用双手托住机座，切不可手执鼓轴提起。

二、机械描记传动装置

(一) 肌动描记杠杆

肌动描记杠杆简称杠杆，是用记纹鼓记录肌肉（包括骨骼肌、平滑肌和心脏）收缩活动时最常用的传动装置。杠杆的种类和式样很多，图Ⅰ—2①为普通杠杆，图Ⅰ—2②为通用杠杆，两者均以支点为轴，允许杠杆作垂直方向的自由活动。通用杠杆更由于本身结构特点，描笔和记录纸经常保持良好接触，常用于记录肠管平滑肌的舒缩活动。图Ⅰ—2③为心动杠杆，使用时将离体蛙的心室放置于该装置的平台，使描记杠杆与心室接触，则心室收缩时即顶举杠杆，舒张时相反，这样就在转动的记纹鼓上描记出心动曲线。心动杠杆上附有电刺激装置，可通电给予人工刺激，观察对心动周期的影响。为了减少描记阻力，并尽可能使描记幅度放大，杠杆宜用较长、轻而牢的材料制成，如细竹签、麦秆等。

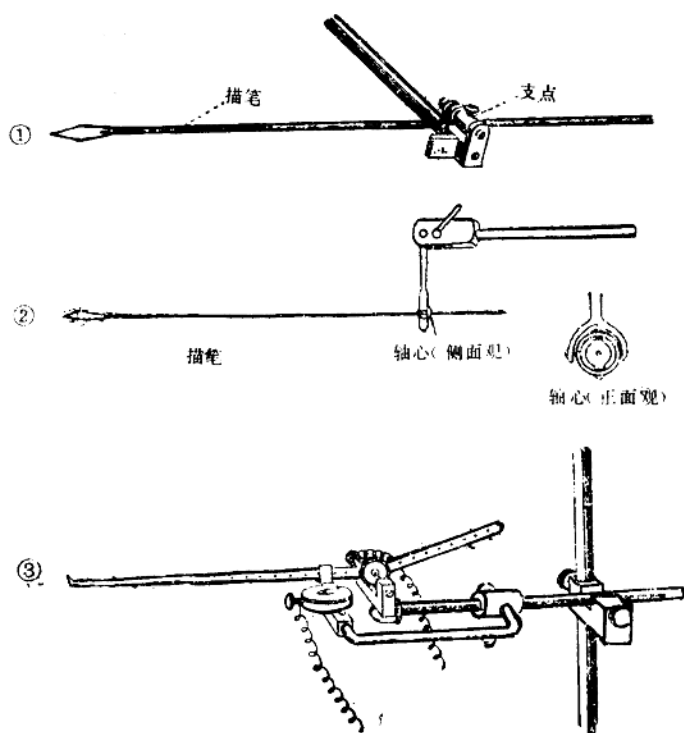


图 2—2 肌动描记杠杆

1 普通杠杆 2 通用杠杆 3 心动杠杆

使用普通杠杆和通用杠杆时，借缚线将肌肉标本与其短臂连结，缚线与描笔最好在同一个铅垂面上，其长臂顶端的描绘笔尖应与记纹鼓的鼓面接触，并在长臂上加适当重量（一般加胶泥），使肌肉负重。改变杠杆长短臂的长度比，即可调节描记曲线的幅度大小。

(二) 肌动器

肌动器是固定并刺激蛙类神经肌肉标本的装置，有平板式（图 1—3）和槽式等数种。平板式肌动器由绝缘材料制成，板上装有电极和固定标本螺丝，并附有杠杆和安置乏极化电极的支架。装置标本时，先将神经搭在电极上，将肌肉附着的骨断端插入电极旁的小孔内，并旋紧螺丝钉，再将肌肉游离端扎线缚在杠杆上。缚肌肉扎线时应先将杠杆移近电极，缚妥后再移动杠杆支架，使杠杆处于水平位置。最后向上旋转“后加负荷螺丝”到刚刚触及杠杆。后加负荷螺丝的作用在于使肌肉在弛缓时不受杠杆重量的作用，而只有当肌肉收缩抬起杠杆时，杠杆重量方始作用于肌肉（故称后加负荷）。装置标本时须注意勿使其被沾污和受牵拉。当电极通电时，神经受到刺激，引起肌肉收缩，拉动杠杆，便在记纹鼓上描出肌肉收缩曲线，槽式肌动器的特点是可以加盖，以保持槽内具有一定湿度，避免标本干燥。

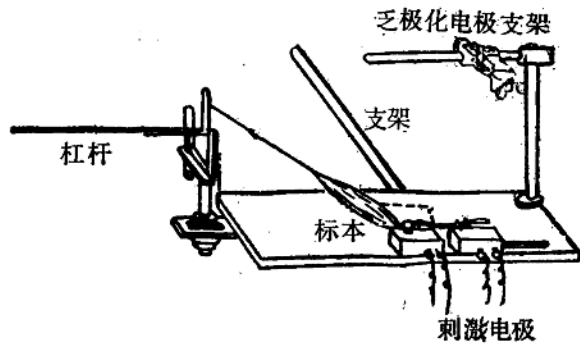


图 2—3 肌动器（平板式）

（三）描记气鼓

描记气鼓是利用气体压力变化的传动装置。它是一个带有中空侧管的金属浅圆皿，上面蒙有一层薄橡皮膜，在膜的正中粘一小支架，架上安放描笔（图 1—4）。使用时，使测管和器官容积器、呼吸描记器等反映器官容积或压力变化的装置相通，带动膜上描笔描记。使用时应注意整个压力传递系统内不漏气。

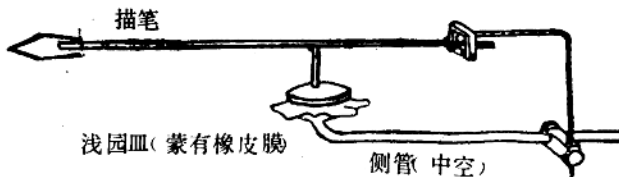


图 2—4 描记气鼓

（四）检压计

检压计为一“U”形玻璃管，固定于木板上，木板上标有长度刻度。检压计一般可分为水银检压计和水检压计两种。水银检压计使用时充以洁净水银至刻度 0 处，将“U”形管有侧管的一臂与需测压力变化的器官或其传动装置相连，另一臂插入一根下端有浮标的竹签，

竹签上端横装描笔或插上墨水笔尖，如此可将液体压力变化（如血压）描记于记纹鼓上。水检压计内径较大，为观察清晰起见，使用时充以有颜色的水，用空心玻璃泡作浮标。水检压计一般用于测量低压变化，如胸膜腔内压，静脉压等。

（五）器官容积器

器官容积器为一形状与被描记器官（肢体、心脏、脾脏或肾脏等）相似的容器，由玻璃或金属制成。用以反映器官血管舒缩活动等容积变化。使用时将器官放入容积器后加以密封，并将其侧管与描记气鼓连通。这样器官容积变化所造成的压力变化，将通过气鼓描记于记纹鼓上。

三、记 滴 器

记滴器是记录液体流出滴数的装置。常用于记录腺体的分泌量和尿的生成量等。最简单的记滴器可用两个气鼓连成。当液滴落在在一鼓的薄膜上时，造成鼓内压力变化，使另一气鼓的描笔振动，在记纹鼓上作出记号。

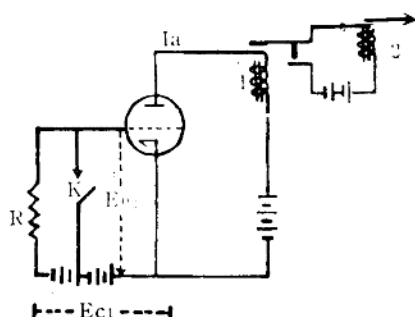


图 2—5 电子管记滴器

电子管记滴器的基本原理见图 2—5。当栅极电路的电键 K 未闭合时，其栅极偏压（ E_{c1} ）接近于截止电压，此时板流（ I_a ）近于零，继电器没有电流通过，电磁标电路未接通。当电键 K 闭合时，栅极偏压升高（ E_{c2} ），板流立即增大，继电器中有电流通过，吸动铁片，使电磁标电路接通，于是电磁标振动。实际上，电键 K 是两根银丝，当有电解质溶液通过将其一时性接通时，相当于 K 的暂时闭合。这两根银丝由有机玻璃或电木等绝缘物作外壳固定，称为受滴器。一般暴露的刺激电极接到记滴器上，也可改作为受滴器之用。

另外有的学生实验室使用光电流受滴器。即利用液滴通过光照光电管的间隙，间歇地遮断光电管的光照，从而在连通光电管的电路产生电流变化。每通过一滴液体，光电管被遮光一次，光电管连通的电路中将产生一次瞬时电流变化，此电流变化的次数可用号码记数管记数，反应液体滴数，也可转换为电磁标的机械振动次数，在鼓上记下滴数变化。

四、记 时 器

了解生理反应的时间特性（快慢久暂）对认识生理过程是十分重要的。因此在生理现象的记录图中必须标以时间记号。记纹鼓记录中常用的记时器如下：

（一）音叉记时器 这种记时器常用于快速反应（如骨骼肌的单收缩）的记录中，常用每秒 100 次振动频率的音叉，于其一叉枝末端缚一可在记纹鼓上描绘的笔尖，音叉柄固定在支柱上，笔尖接触鼓面。在使音叉振动的同时开动快鼓，将生理反应和音叉振动同时描绘在记录纸上。

因音叉每秒振动 100 次，则其振动曲线的波长为 0.01 秒。音叉记时器有两种：1、普通音叉，用时需施机械外力（先将音叉两叉枝用线缚起，用时将线剪断）使之振动；2、电磁音

叉，在两叉枝之间装一电磁铁，通以50周/秒的交流电（电压为5—6伏），则可使音叉按100次/秒的频率振动。

（二）1/100秒简单记时器 将普通电磁标的弹簧片拆去，换上大小相仿的硅钢片（厚度约0.5毫米），市电（200伏或300伏），经变压器变压后（输出为3—6伏的交流电）供给电磁标。因电源电流按50周/秒的正弦波变化，每一周包括有正负两个半周，出现两次磁化吸动硅钢片，所以硅钢片的振动频率就是100次/秒。

（三）间隔记时器 在一组同轴齿轮的每个齿轮的上方装一个弹片，弹片可借其下方附着一小块绝缘物与齿轮的齿牙接触。在弹片上方有电磁标电路的接触点。当齿轮转动至齿尖与绝缘物接触时，弹片遂被托起，从而使记时器的电磁标电路接通，引起电磁标的描笔振动，在记录纸上做出记号。齿轮有五个，其齿轮分别为60、30、12、6和2个。齿轮被马达带动，每分钟旋转一周，可使电磁标电路分别每隔1秒、2秒、5秒、10秒或30秒接通一次，从而做出相应的时间标记。供给马达的电源为220伏或110伏的市电，而电磁标电路则使用4~6伏的直流电或交流电。

如果在间隔记时器的电磁标电路中不直接接入电磁标，而接一继电器，再用继电器控制一个由市电经变压为6.3伏电源的电路，在该电路中并联多个电磁标，则一台间隔记时器可供许多实验组同时获得时间记号，对学生实验室颇为适用。

此外，在用阴极射线示波器记录时，则需用低频讯号发生器测定反应的过程，该仪器连续输出正弦波，其频率可精确调节。

五、电磁标

电磁标由线圈、铁芯和描笔构成（图Ⅱ—6）。构造规格不一，但原理相同。当有电流通过线圈时，铁芯被感应而产生磁性，吸动描笔，从而在记录纸上做出记号，当将电磁标连接于刺激器时，可作施加刺激的记号。使用时必须将其描笔的笔尖与记录生理反应的笔尖放在同一铅垂线上，否则失去使用意义。而连接于记时器时，则作时间记号。

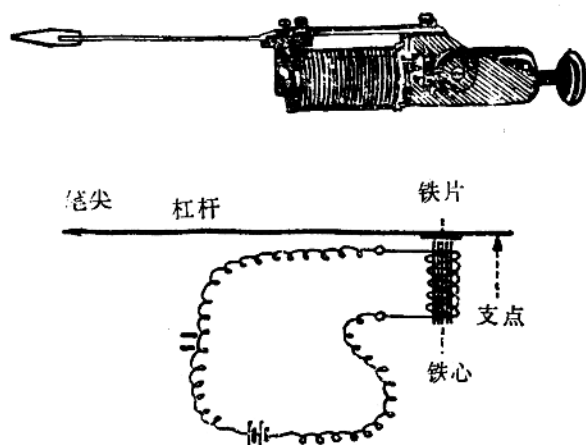


图 2—6 电磁标的外形（上）与结构（下）

六、SBR—1 型二线示波器

SBR—1 型二线示波器是一种精确度较高，价格昂贵的电子仪器，其原理除与通用示波器相同外，还具有双枪示波管，因此具有两套Y轴放大器，而且X轴既能扩展，又可触发扫描，均有明确标度及校正。使用前必须掌握正确的调整和使用方法。下面就该示波器的基本原理和使用方法作一简明介绍。

（一）显示单元

显示单元包括阴极射线示波管的荧光屏及其辉度、聚焦、标尺和亮度等控制钮（图 1—7）。

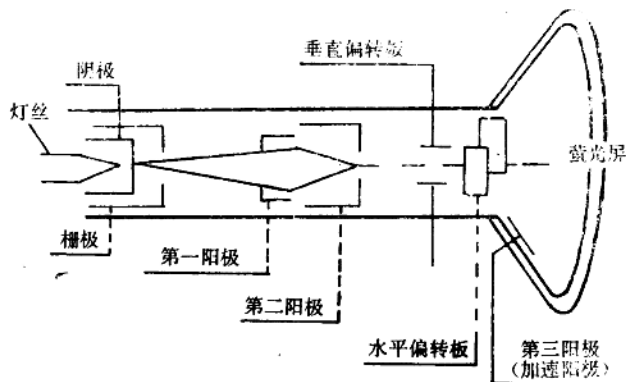


图 2—7 示波管的结构

1、荧光屏：系采用荧光粉（即磷光物）涂在管屏上做成。当电子束在正电场内高速运动打击在荧光屏上时，被打到的部位即产生光亮形成光点。磷光物质有：钨酸钙，产生蓝光，属短余辉，宜于拍照；硅酸锌，产生绿光，属中余辉，宜于观察高频生物信号；硫酸锌镉，产生黄光，属长余辉，宜于观察低频生物信号。

2、电子枪的组成及其作用：

（1）灯丝和阴极：发射电子。

（2）控制极（栅极）：控制发射电子的多少，起到控制荧光屏上光迹亮度的作用，由面板上的“辉度”旋钮调节。

（3）第一阳极和第二阳极：第一阳极和第二阳极组合在一起，分别加上一定的电压以后，就能起着电子透镜的作用，使电子束在荧光屏上会聚一点，即起“聚焦”的作用，由面板上的“聚焦”旋钮调节。第三阳极又称加速阳极，可加速电子运动，并有吸收屏幕上被击出的二次电子的作用。

3、偏转系统：它包括垂直偏转板（亦称Y轴偏转板）和水平偏转板（亦称X轴偏转板）两部分。

（1）Y轴偏转板：该偏转板上电压发生变化时，可使电子束作上下运动。输入信号经放大后即输至这对偏转板。

（2）X轴偏转板：该偏转板上的电压变化一般来自示波器的锯齿波发生器，用以产生

扫描基线。

(二) 垂直放大器 (Y轴放大器)

1、输入端：接受需要放大的待测信号。SBR—1型有两个输入端，分别标有“A”和“B”字样。

2、输入选择：具有三个选择位置，即“A”、“B”和“A—B”。

(1) 输入选择开关置“A”位置时，放大器B端接地，信号由A端输入。此时辨差放大器成为单端放大器。正信号输入“A”端时，光点向上偏转。反之，负信号由此输入时，光点向下偏转。

(2) 输入选择开关置“B”位置时，信号由B端输入，此时“A”端接地。正信号输入时光点向下，负信号则向上。

在电生理学工作中，由于视觉上的习惯，常使信号向上偏转。

(3) 输入选择开关置“A—B”位置时，信号由“A”和“B”两端输入。为辨差输入方式。

以上三种输入方式又分别分为隔直输入和直接输入两种偶联方式。在选择开关上标有“AC”和“DC”字样。

“AC”：放大器和输入端之间串入一个电容器。此时直流信号即不能进入放大器，当信号中的直流成分不需要时，以及为了消除由于外来的直流电压所引起的基线漂移时，可采用“AC”偶联。

“DC”：放大器为直接输入。此时信号中的交、直流成分均被放大。

3、增益控制钮 (Y轴灵敏度)：标有 v/cm 、 mv/cm 和 $\mu v/cm$ 字样，自 $20v/cm$ 至 $20\mu v/cm$ 共16档。用它来改变垂直放大器的放大倍数。顺时针旋此钮，放大器增益提高。

4、垂直移位钮：旋此钮可使扫迹上下移动。

5、直流平衡钮：调节此钮可防止在改变垂直放大器的增益时出现基线垂直移位。常需要配合垂直移位控制钮来调整直流平衡。

“直流平衡”四字为红色字样，还有暗旋钮，如需调正，应在开机30分钟后进行，一旦直接平衡调定后，请勿轻易拨动。

6、地线插孔：是放大器的接地端。此插孔通过电源线的三脚插头的接地脚经插座接地。有“⊥”标志。仪器面板、机壳的金属端点均与此相通。

(三) 时间基线 (简称时基)

时基的作用是使电子束从左至右进行水平扫描。其工作方式分为往复扫描和触发扫描两种。

1、扫描速度钮 (时间/厘米)：它是一个多档旋钮，用来调整光点的水平扫描速度，标有 S/cm 、 ms/cm 和 $\mu s/cm$ 字样。从 $5s/cm$ 至 $1\mu s/cm$ 共分21档。

3、触发选择钮：选择触发信号的来源。

(1) 外触发：当有一定幅度的脉冲信号由触发信号输入端输入时，光点即被触发扫描。在观察由刺激引起的电信号的实验中，经常选用外触发方式。触发信号来自刺激器输出的同步脉冲

(2) 内触发：触发信号由输入至垂直放大器的信号通过仪器内部的线路提供。内触发