

物理教学改革的尝试^{*}

(1965 年 7 月)

上学期我对高中二年级物理教学进行了一些改革试验,变原来教师讲、学生听、教师做、学生看的形式,为在教师指导下学生主动的学习。

一、新方法的几个阶段

先以“稳恒电流”一章为例,谈谈教学过程是怎样安排的。

1. 第一阶段是教师启发和指导

在这一阶段主要是在教师的启发和指导下,学生自己看书、做实验、解习题,自己发现问题、思考问题,并且学习着自己去解决问题。这一阶段开始时,教师分析讲解了下列几个问题:①这一单元的主要内容;②这一单元必须交教师批阅的习题(30题);③这一单元必须做报告的实验(3个);④蓄电池、电表等主要仪器的使用规则。分析讲解的目的是为了帮助学生了解教材的主要内容,明确学习要求,熟悉一些主要仪器的使用方法,便于学生自己钻研教材和动手实验。同时,提倡学生针对具体问题自由组合开展讨论,但强调这阶段以个人看书、实验和解题为主。

在这个阶段,学生一般都是先阅读课文,提出问题,然后带着问题去做实验、议论、翻阅参考书,边做实验、边读书、边做习题,并对习题进行分类分析,总结解题经验教训。在这个过程中,学生必

此文发表在《人民教育》1965年9月号,转载在《物理通报》1966年第一期。此次发表略有修改。

须反复阅读课文，钻研教材内容。

为了给学生创造自己动手的条件，我们将仪器柜从储藏室搬进了实验室，让学生根据需要自己选用；同时还将一些仪器说明书张贴出来，让学生自己去研究它的构造和使用方法。全部演示实验改为由学生自己动手做，实验仪器也由学生自己安装，做完后自己整理，将仪器放回原处。过去，教师每次为学生准备的实验仪器一个不多，也一个不少，现在将一个单元的基本仪器都放在实验桌上，要求学生根据实验需要自己选用。学生还可以自己设计实验，经教师同意即可进行。学生的实验报告也可根据要求自己设计，总结自己在实验中得到的体会与发现的问题。教师在鼓励学生动手的同时，加强了对他们的思想教育，要求他们自觉地爱护仪器；遇到实验误差太大时，不凑数字，而是要认真检查原因，反复进行实验，树立实事求是的科学态度；教育学生手脑并用，将实验观察到的感性认识上升到理性认识。如果损坏了仪器，凡是学生自己能够修理的，就指导他们自己修理。

这一阶段，教师的工作主要是启发引导和了解情况。在指导学生学习的过程中，教师随时记录他们提出的问题和学习的心得体会，以便在下一个阶段更好地指导他们学习。

2. 第二阶段是教师答疑小结

教师着重讲解学生提出的有普遍意义的疑难问题，小结本单元教材的重点内容，评讲习题和实验情况，介绍学生在自学过程中的心得体会，交流好的学习方法，帮助他们提高学习能力。

在小结后还补充讲解了有关半导体的一些基本常识，让学生们自己做了热敏电阻的实验。

3. 第三阶段是学生综合练习

在学生理解了基本知识的基础上，让他们自己动手做 6 个综合实验实习作业题。学生自己动脑筋，运用所学知识，解释一些现象和解决一些实际问题。例如学习了串并联电路的原理后，要求

他们解决这样一问题：在楼梯上方装一盏电灯，楼上楼下各装一个开关，要求都能控制这盏电灯，它的开关和线路应该如何设计？

在这章教学的最后 组织了一次大组讨论 以讨论 6 个实验实习题为主，交流大家在学习中的心得体会，共同研究还没有解决的问题。教师和学生一起讨论，教师做一些点拨，最后由教师简要地小结这一章教材的重点、难点和关键所在，评讲了学生们在学习态度、学习方法等方面的进步和缺点，鼓励他们不断提高自己的学习能力。

其他各章的教学安排与这一章基本相同。不过单元的大小不都相同，可以将一章分成几个小单元，也可以将几章合并为一个单元。这主要是根据教材的特点和学生原有的基础来确定。

二、教学改革后的新气象

这样做的结果是在教学过程中出现了前所未有的新气象。

1. 改变了教师讲 学生听的局面

过去教学总是教师讲 学生听 实际上就是要求所有的学生都按同一个步伐前进，完全不考虑学生在学习能力、学习方法和学习基础上的差异。

现在的教学方法 便于学生用自己的方法进行学习 初步形成了生动活泼的学习气氛。将一个单元交给学生，在教师指导下让他们主动学习，虽然基本要求相同，但学生可以按自己的方法和速度前进。有的学生是边读书边实验，也有的是先熟悉这一章的实验仪器的性能，阅读课文后再进行实验；有的学生遇到了不能理解的问题，就阅读“物理通报”上有关的文章，自己解决了存在的问题。

有些学习能力较强的学生，6 个综合实验实习作业题用两课时就完成了，其余的时间就帮助实验室修理电表，学到了不少书本

上没有的知识。

2. 改变了教师演示、学生看的局面

过去实验，主要是教师演示，学生动手的机会极少。现在不同了，“稳恒电流”一章除原来规定的 3 个分组实验外，其余的实验也全部改为由学生自己动手做，平均每个学生做了 7 个实验 最多的做了 15 个。实验效果也不同了。全电路欧姆定律的演示实验，长时期来教师也做不好，为了使学生看得清，而使用大电流计，这样，至多只能达到定性的效果。这一次，我们让每个学生独立做了这个实验，完全可以达到定量研究的效果。

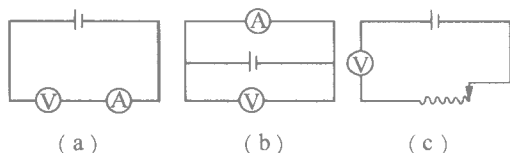
学生从很少动手到自己动手，一开始是遇到了不少困难 但是经过老师的具体指导，他们的动手能力逐步提高了。例如，有一位学生开始做实验时 手忙脚乱 困难很多 但是她坚持多做实验 在“稳恒电流”一单元 就做了 15 个实验。她每做一个实验都认真地写一份实验报告，认真地总结一次经验教训，半年多来，实验能力提高得很快。

过去只注意保管仪器，不注意培养学生。现在仪器的使用率虽然增加了，损坏反比过去有所下降。学生更加注意爱护仪器了，尤其是使用天平和电表，更加细心了。

过去教师做实验时 总是尽量撇开其他现象 只突出某一个现象。现在学生每做一个实验，总可以同时看到许多现象。在实践中遇到的问题总是综合性的，实践的结果提高了学生分析问题和解决问题的能力。例如，有一位学生在比较了用教材实验二的方法和用教材第 68 页习题 3) 的方法测定电源电动势和内电阻的实验结果后，提出用后者可以提高测量准确度的见解。学生的这些创见，说明他们掌握的知识比以前灵活了，运用知识的能力也提高了。

过去学生常说提不出什么问题 而这次仅“稳恒电流”一章 高二丁班的学生在学习过程中就提出了 173 个问题。学生不仅提出

了教师认为是重点、关键性的问题，而且还提出了不少教师原来没有想到的、有一定质量的问题。例如：“理想气体的密度公式 $\frac{p_1}{D_1 T_1} = \frac{p_2}{D_2 T_2}$ ，是否也适用于饱和气体？”“为什么如附图（a）接线实验，伏特计有读数，而安培计指针不动，若按附图（b）接线实验，则伏特计指针不动而安培计读数很大？”按附图（c）线路实验，当变阻器 R 增大时，为什么伏特计的读数反而会减小？”等等。这许多问题都是教师未想到的。



3. 学生作业负担减轻了 效果更好了

过去学生的作业都是在教师讲课以后做的。为了减少学生作业中的错误，遇到难题或是易错的地方，教师总是先提示或在讲课中安排“启示”或者作为例题讲解。这样做表面上学生作业的难度减少了，而实际上学生并没有得到提高。现在的作业都是学生自己钻研教材的基础上做的，出现了错误，教师就引导学生自己检查原因，总结经验教训，得出正确结论。过去补充题多，学生普遍反应物理作业负担太重，常常没有时间认真理解课文及动手实验，更没有时间提问题和想问题。而现在看来习题比过去做少了，但是效果比过去好了。学生在读书、实验、解题过程中普遍提出了大量的问题。

4. 学生解决实际问题的能力提高了

在过去的教学过程中，学生遇到问题总是找老师，实际上束缚了学生思维的发展。现在每进行一个单元的教学，总安排一定的时间，适当地组织学生进行小组或大组讨论，交流学习心得体会，

研究未解决的问题。在“物态变化”一章的教学中，在学生学习的基础上，组织了一次小组讨论，讨论题目也由他们自己确定。讨论进行得很热烈，很认真。高二丁班一个组就提出了 23 个讨论题，通过讨论解决了 11 个问题。不少组讨论了许多实际问题，如：雾、露、霜是怎样形成的？如何解释谚语“早霞不出门，晚霞行千里”？小组讨论一般都是在实验室进行的，当问题争执不下时，就边讨论边实验。

在“稳恒电流”单元的大组讨论中，学生的创见和集体智慧表现得更为突出。例如在讨论测定电源电动势和内电阻有哪几种方法时，有一位学生首先根据数学的排列组合原理提出，从电流、电压、电阻三个量中任取两个进行组合，所以她确定做这个实验的基本方法只能有三种。她讲述了通过测定电压和电阻求 ϵ 和 r 的方法。接着另一位学生提出用伏打电池、伏特计、安培计，测出内外电压 根据 $\epsilon = V + V' = V + Ir$ 的公式 求出 ϵ 和 r 的方法。但这个方法只适用于伏打电池这类可测内电压的电源。还有一位学生介绍了他用两个定值电阻 R_1 和 R_2 ，一次接成串联，一次接成并联 分别测定两次电流 I_1 和 I_2 得方程组：

$$\begin{cases} \frac{\epsilon}{R_1 + R_2 + r} = I_1, \\ \frac{\epsilon}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r} = I_2, \end{cases}$$

然后求出 ϵ 和 r 。最后，还有一位学生用了与前面一位学生同样的方法，但她建议使用两个阻值相同的定值电阻，可使计算简便一些。这样除书上原分组实验和习题中所介绍的两种方法外，学生们又提出了三种方法。

事后学生们普遍反映 这样的大组讨论好。有的学生说：“讨论不仅使我们学到了不少新的知识，更重要的是学到了别的同学

不少好的思想方法和学习方法。”

5. 读书与动手相结合，学习效率提高了

过去学生学习主要是读书，现在将读书与动手结合起来了。过去在实验中凑数字的现象极为普遍，现在不同了，如有一位学生测定功热当量的实验共做了 7 次；另一位学生在做测定电源电动势和内电阻的实验时，一共测定了 20 多组数据进行计算研究，寻找提高测量精确度的途径。现在不少学生还带着看书、解题中遇到的问题去做实验，加深对问题的认识。

现在，学生都很注意总结做习题的经验教训和解题规律。例如有一位学生在做“稳恒电流”一章的习题时错了 14 题她逐题认真地作了改正，并对每一题发生错误的原因作了分析。又如另一位学生在做完一章习题后，自己还总结了这章习题所用到的原理及公式。通过一年来的尝试，在学生中形成了严肃认真、实事求是的科学态度和自觉主动的学习风气。

三、几点体会

物理学的一切结论，都是人类长期实践认识的结果。过去学生自己动手接触实际的机会太少，学了电学不会装电灯，学了光学不会使用幻灯机。这是一种极不正常的现象。毛主席教导我们：“你要有知识 你就得参加变革现实的实践。”^①用这种思想来指导教学，就是要引导学生自觉地参加实践活动。凡是可以让学生动手的都应该让他们自己动手，让他们亲自观察现象，从实践中得到正确的认识。必须大胆打破教师做学生看的旧框框，改为在教师的指导下，充分地让学生动脑、动手。

过去我总认为 学生要掌握知识 离开了教师的讲解是不可能

^① 毛泽东：《实践论》（1937年7月）。

的。因此在上课的 50 分钟内 学生的听、读、看、做、说、思 无一不是受着教师的支配，我以为这就叫做发挥教师的主导作用。

实际上这是最不科学的。毛主席指出：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。……—事物和他事物的互相联系和互相影响则是事物发展的第二位的原因。”^① 这使我认识到：虽然学生学习的大都是间接的知识，但这是前人经历过的，因此学生学习这些间接知识时，需要一定的感性知识为基础。从总的原则来说，掌握知识的过程应该是学生自己主动地实践、认识、再实践、再认识的过程，是他们自己在实践中不断发现问题、解决问题的过程。教师的责任就在于积极、耐心地启发引导他们通过实践自己去掌握知识。教师不仅有责任使他们学到一定的知识，也应该不断地提高他们的学习能力，使他们学会怎样去学习，将学习的主动权交给学生。

充分调动学生的学习主动性，丝毫也不排斥发挥教师的作用。学生在其实践、认识的过程中是需要教师的指导的，我们应该积极地认真地给予学生必要的指导。我在前面叙述的教学过程中，教师的作用不是降低了，相反的，无论在指导实践方面、解答疑难方面，还是在启发讨论方面，教师的责任和作用是越来越大了。这里的关键问题在于教师应该在学生主动学习的基础上，在充分了解学生的基础上去指导学生。

过去我认为对一个教师来说，了解书本要比了解学生更为重要，只要掌握了书本知识，就掌握了教学的主动权。同时我认为自己还是了解学生的，教了好几遍了，学生的问题在哪里我当然知道，所以，每当领导提到教师不了解学生、有主观主义毛病时，心里总不是那么服气。这次我发现自己并不完全了解学生。有些问题我原以为是难点的，实际上多数学生并不感到困难；另一方面他们

^① 毛泽东：《矛盾论》（1937年8月）。

又提出了不少我没有想到的问题。因此，我深刻体会到：只有当学生学习主动了，问题才能充分暴露出来，教师才能真正了解学生，才能知道他们需要什么，应该讲什么和怎样讲，才能真正取得教学中的主动权，才会有真正的教学相长。

要向自己教育的对象学习

(1966 年 4 月)

教改以来，由于教学方法的改变，在教学过程中的师生关系也正在发生着深刻的变化。现在我从一件事情谈起。

上学期高三在做凸透镜成像情况的实验时，有位同学发现了一个现象：当物体放在一倍焦距到二倍焦距之间，在物距发生了一个变化数时所引起的像距的变化数，要比当物体放在二倍焦距以外，物距发生同一个变化数时所引起的像距的变化数来得大。要求我从理论上帮助她解决这个问题。当时我解答不出来。我就一边自己钻研，一边将这个问题告诉其他同学，希望大家一起研究解决。

在这个单元教学的大组讨论会上，有两位同学讲述了她们自己研究的结果。她们将透镜公式 $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ 变换成 $(u - f)(v - f) = f^2$ 。对于同一个凸透镜， f 为一个常量且 $f > 0$ ，所以这是一个双曲线方程，它的图象如图 1 所示。从图中可以看出，在 $u > 0$ 的范围内，当 $u > f$ 时成实像 ($v > 0$)， $u < f$ 时成虚像 ($v < 0$)。同时很容易证明 成实像时 曲线的

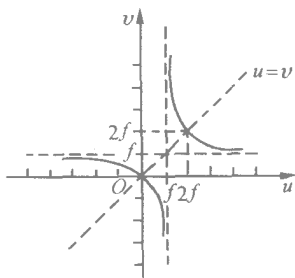


图 1

斜率 $\frac{\Delta v}{\Delta u}$ (当 $\Delta u \rightarrow 0$) 是随着 u 的增大而减小的，这就从理论上解决了那位同学提出的问题。她们还应用该图象说明了凸透镜成像的 5 种情况。并且指出： u 和 v 互换 方程不变 所以这条曲线关于 $u = v$ 是对称的。当物体和像之间的距离 L 固定时 ($L > 4f$)，

移动透镜两次成像就可证明必有 $u_1 = v_2, v_1 = u_2$ 的关系存在, 根据这个性质, 就很容易证明 $f = \frac{L^2 - d^2}{4L}$ (d 是两次成像时透镜位置之间的距离)

同学们还进一步找出了凹透镜的图象此时 $f < 0$ (如图 2)。从图象中也可以清楚地看出: 对凹透镜来说, 在 $u > 0$ 的范围内, 只能成虚像。

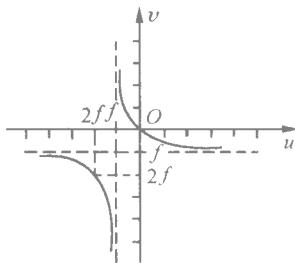


图 2

同学们的分析, 给了我很大的启发, 向他们学到了不少东西。同时我又向他们补充讲述了自己的两点体会:

(1) 在上述两个图象中, 不仅可以看出象的虚实, 还可以根据曲线上各点的 $|\frac{v}{u}|$ 值来确定所成的像是缩小还是放大。例如在图 1 中当 $u > 2f$ 时则 $K = |\frac{v}{u}| < 1$, 所以一定是成缩小的实像。

(2) 照相时物体总在二倍焦距以外所以 $\frac{\Delta v}{\Delta u}$ 的值总是随着 u 的增大而减小, 由此就可以解释为什么照相机上距离的刻度是不均匀的。在照近物时, 对调节距离的要求比较严格, 而当物体在二三十米以外时, 一般就可以放在“ ∞ ”上了。

讨论结束后, 同学们普遍反映收获很大。有的同学说: “过去只照书死背透镜的几种成像情况, 结果记不牢。现在有了这两个图象, 对于透镜成像的规律理解得深了, 各种成像条件也就变得形象具体了。”还有的同学说: “在讨论中不仅学到了很多新的物理知识, 更重要的是学到了不少好的研究分析问题的方法。”

事后, 我把这次讨论情况向另外几个班的同学作了介绍。在

期末考试中，又有不少同学选择这个专题进行研究。写成了《透镜成像规律的探讨》、《凹透镜焦距的测定方法》等好几篇具有较高水平的小结。

例如有两个同学，对透镜成像规律作了全面深刻的分析。为了找出上述图象中 $u < 0$ 的情况的物理意义，他们在书上望远镜光路图的启发下，研究了各种透镜组合的成像情况。如在图 3 中，透镜 O_1 所成之像 $A'B'$ ，可以看成是透镜 O_2 的“虚物”，此时的 $u_2 < 0$ ，且 $u_2 = O_2B'$ 。

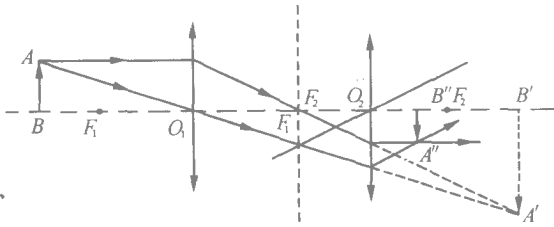


图 3

若从透镜公式分析：

$$\text{因为 } u_2 < 0 \text{ 所以 } v_2 = \frac{fu_2}{u_2 - f} > 0, K_2 = \left| \frac{v_2}{u_2} \right| = \left| \frac{fu_2}{u_2 - f} \right| < 1,$$

所以为一缩小的实像。

若从图 1 来分析就可直接看出对凸透镜来说当 $u < 0$ 时，总成缩小（相对虚物）的实像且 $v < f$ 。

对凹透镜来说在 $u < 0$ 的范围内只有当 $|u| < |f|$ 时才成实像；当 $|u| > |f|$ 时就成虚像；当 $|f| < |u| < |2f|$ 时就成放大的虚像，伽利略望远镜的目镜所成的像，就是属于这种情况。这样，他们不仅进一步理解了望远镜的原理，而且对透镜成像的规律有了更深刻全面的认识。

面对同学们的这些创见，我深深感到我们的学生，一旦从旧

教育制度的束缚下解放出来，就有无限的创造力。教改以来，由于开始让学生主动地学习，增加了学生自己动手实践的机会，教学中注意联系一定的生产、生活实际 并且大力鼓励学生创见 因此 像这种学生超过教师的现象是越来越多了。他们的每一个创见都成了我学习的材料，这一切使我受到了极深刻的教育。过去，在教学中我是很少想到要向自己的学生学习的，总认为在业务知识上，我是他们的老师，他们只能向我学。现在我认识到：不仅老师可以教学生，而且学生也可以教老师，学生也可以教学生。一个老师只有不断地向自己的教育对象学习，不断地集中学生集体的智慧，才能不断地提高自己，才能更好地教学生。这就是教学中的辩证法。过去那种认为自己在一切问题上都比学生强的想法，实际上是用形而上学的方法看待师生关系的结果。现在，我经常将同学们的创见记录下来，作为自己学习的材料，作为教育学生的活教材。同时，自觉地向学生学习，已成为我提高自己的教学水平，教好学生的重要手段之一。

一种理论联系实际的学习方法

(1966 年 5 月)

毛主席曾经说过：“我们现在看看一些学生，看看那些同社会实际活动完全脱离关系的学校里面出身的学生……算有知识了。但是他有的只是书本上的知识，还没有参加任何实际活动，还没有把自己学得的知识应用到生活的任何部门里去。”^① 时隔 20 多年了，我们的教学方法，仍然像毛主席所批评的那样，严重脱离实际，我们的学生在学校里只能得到一些不完全的书本知识。怎样改变这种状况？在上学期末，我结合高三期末考试，试验了一种新的学习方法。指导思想是，坚持理论联系实际的原则，要求学生运用所学的课本上的一般原理，去研究一些实际问题，在使用中发现问题进行复习，解决问题，从而加深对理论知识的认识，把精力集中在培养分析问题和解决问题的能力上，而不仅仅是死背硬记一些定律、公式。师生通过这种形式的考试，来检查教与学的情况，发现问题，研究改进办法。

具体的做法是：同学们可以自由组合成小组（一般 2~3 人一组），自己选定与本学期所学内容有关的专题，经教师同意后进行研究。具体专题，可以根据个人情况从下列几个方面去选择：

(1) 运用所学知识，去分析研究一些生活、学习中遇到的实际问题。例如分析一些教具的构造和原理，或分析一些实际现象问题。

(2) 运用所学的知识，去解决一两个实际问题。例如自己设计制作教具，或仿制、改进某些教具，也可以设计制作一些测量仪器。

(3) 对所学的某一部分教材，作深入的研究，或自编理论结合

^① 毛泽东：《整顿党的作风》（1942 年 2 月）。

实际的习题。

考虑到试验刚开始，有些同学自己一时还想不出研究的专题，我出了一批参考课题，供同学们选择（结果，只有极个别同学选择了这些题目）

考试时间为三天。要求同学们在选择专题时，不要看不起“小问题”不要好高骛远 最后都要将研究结果写成报告 报告的方式可以自己决定，但一定要贯彻理论与实际相结合的原则。第三天安排一次大组交流。

就两个班的统计 90 名学生 共研究了《电熨斗的研究》、《自行车摩擦式发电机的分析》、《学校部分照明电路的分析》、《透镜成像规律的探讨》、《显微幻灯机的制作》等 34 个专题 写了 40 篇总结报告，每一篇报告都能理论与实际相结合，且涉及的面很广，内容也十分丰富。

学习方法与过去大不相同了。同学们普遍走出教室，走出校门，迫切地要求在实践中进行学习。如有几个同学在研究显微幻灯机的制作时，当他们听说南京大学曾经做过显微幻灯机，就赶紧去请教 回来后结合自己的情况再做实验 失败了再试验，一次、两次……最终收到了较好的效果。有不少同学到市教师进修学院去参观那里的物理教具，还有的同学带着自己实践中遇到的问题到有关工厂去请教工人、技术人员。这就完全改变了过去那种关在教室里死记硬背、应付考试的状态。在实践中 同学们深深地体会到 只有学用结合 才能真正学到有用的知识。有的同学说：“在实践中发现了许多问题 这在没有实践之前是无论如何也做不到的。”还有的同学说：“我们需要的不是一个塞满死知识的脑袋 而是具有善于分析问题、解决问题的能力 以后一定要坚持理论联系实际的方向。”

通过这次教学活动 我也得到了不少体会 主要可归纳为下面两点：

(1) 读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。过去我总认为中学学习的物理都是些基础知识，很难联系实际，否则不

就成专业课了吗？因此，学生学习的惟一方式就是读书、做习题，至多做一些很有限的实验，从书本到书本。考试就更脱离实际，主要检查学生对书本知识的掌握情况。老师是这样考，学生当然就这样学，记概念、背定律、做习题成了他们学习的惟一方法。本来从实践中产生出来的活生生的知识，就这样被我们弄成僵死的知识了。而在这次考试中，很多同学将知识学活了。例如在研究自行车摩擦式发电机的过程中，发电机的一般原理虽然学过了，但是，当面对这个具体的发电机时又感到十分陌生。其实普遍性存在于特殊性之中，经拆卸观察分析，他们确定了这种发电机是旋转磁场式的。在进一步研究穿过电枢线圈的磁通量是如何变化时，又遇到了困难，经过反复实践和思考，他们终于想出了一个办法：将铁屑撒在线圈的铁芯架上，然后转动轮子，看在什么位置铁屑落下最多，说明此时穿过线圈的磁通量最小，从而确定了磁通量何时最大，何时最小。在讨论感生电动势的变化规律时，起先他们曾错误地认为：磁通量最大时，磁通量的变化率也最大。经过实验，用示波器观察电压波形，证实了在穿过线圈的磁通量最大时，磁通量的变化率却为最小，因而此时的感生电动势为最小，并验证了这种发电机产生的是交变电流。毛主席说过：“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”^①通过这次考试，同学们对毛主席的这一教导有了亲身的体会。研究实际问题，往往要比死背书本困难得多，有时甚至感到“浪费”时间，其实不然，正因为遇到困难，产生了矛盾，才会促使他们去思考、去研究，才能真正培养出分析问题和解决问题的能力，将困难变为顺利。不接触实际，不研究实际问题，只在教室里读书，看起来方便，但他们学到的只是些不完全的书本知识。今天学习中的顺利，往往会转化为明天

^① 毛泽东：《人的正确思想是从哪里来的》（1963年5月）。

工作时的困难，这就是困难与顺利的辩证关系。同时我还认识到，在我们周围的生活中存在着很多实际问题，只有联系实际地去学习理论知识，才能真正掌握好理论。考试也应该通过学与用的结合去检查教与学的效果。

(2) 考试要贯彻少而精的原则。过去考试，总认为每次都一定要全面复习，全面考查，这样一来，就不可能让学生有精力去接触实际，去研究一些实际问题。其实，实际问题总是综合性的。例如在研究电熨斗时，他们将家中的电熨斗拆开来，逐项加以分析，找出它们的理论根据：为什么底部要有一块质量较大的铁板？为什么要用云母片作绝缘材料？如何确定电阻丝的阻值？如何选择电阻丝的横截面积和计算电阻丝的长度？如何计算电熨斗的电功率？等等。他们还研究了怎样把额定电压为 220V 的电熨斗，改装成 220V/110V 两用的电熨斗。仅电熨斗这个专题，他们就用到力学、热学、电学的 9 条重要的物理定律或公式，还学到了不少书本上没有的活知识。在个人钻研的基础上，我们又组织了大组交流，最后选择优秀的研究总结报告印发给大家，请同学们做专题讲座。这种交流不仅仅是文化知识方面的，更重要的是学习态度、学习方法、思维方法等方面的，它起到了促进同学之间、师生之间相互学习的作用，这是平时的课堂教学所达不到的。

我们不可能要求每次考试都采用这种方法，但是都采用传统的考试方法也是不科学的，考试方法应该多样化。在一定的学习阶段中，如一个学期，或一个学年，创造机会让学生深入地去研究一两个实际问题，这是可以做到的。这种考试方法，看起来知识面小了一点，不一定能涵盖这段时间所学的全部内容，但是对于培养学生综合应用知识和分析、解决问题的能力，加深学生对所学知识的理解是非常重要的，是传统的考试方法所达不到的。同学们通过理论联系实际 交流经验 发挥集体智慧 掌握了认识规律 提高了学习能力 其结果是会化“少”为“多”的。