



物理学习的 思维方式

王苏梅 / 著

Wuli Xuexi de Siwei Fangshi

Wuli Xuexi de Siwei Fangshi

Wuli Xuexi de Siwei Fangshi

Wuli Xuexi de Siwei Fangshi

Wuli Xuexi de Siwei Fangshi



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

物理学习的思维方式 / 王苏梅著. —上海:

上海教育出版社, 2013.6

ISBN 978-7-5444-4720-1

I. ①物… II. ①王… III. ①中学物理课—数学参考资料

IV. ①G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第105895号

学林文丛

物理学习的思维方式

王苏梅 著

出版发行 上海世纪出版股份有限公司

上海教育出版社

易文网 www.ewen.cc

地 址 上海永福路 123 号

邮 编 200031

经 销 各地新华书店

印 刷 苏州望电印刷有限公司

开 本 700×1000 1/16 印张 12.5 插页 1

版 次 2013 年 8 月第 1 版

印 次 2013 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5444-4720-1/G·3740

定 价 30.00 元

(如发现质量问题,读者可向工厂调换)

前 言

有幸阅读了本书——王苏梅老师的《物理学习的思维方法》，颇有感慨：中学物理教育多么需要像王老师这样既有思想又有实践，既能创造又能总结的优秀教师啊！

王苏梅老师是市北中学实验中心主任，全国三八红旗手，闸北区学科带头人，闸北区高级教师研修班学员，曾获闸北区金穗奖、闸北区园丁奖。早先，王老师在连云港市任教物理，曾获得连云港市“教学能手”称号。

王老师来上海时恰逢二期课改，她全身心地投入其中，成为课改的先锋，特别是在物理学习思维方法方面，她颇有研究，造诣很深，曾先后两次开设市级公开课“高中物理科学思维方法系列训练”，获得一致好评。本书是王老师多年教学理论和经验的总结，共分为两大部分，第一部分是物理思想方法的分类概述，第二部分是王老师的教学经验和感悟。

笛卡尔曾经说过：“世界上最宝贵的知识，是关于方法的知识。”不少学生将高中阶段的物理课程视为洪水猛兽。其实，物理并非高不可攀。“世上无难事，只怕有心人”，学习物理，不但要有敢于登攀的勇气和信心，也要掌握必要的方法和手段。物理课程的内容，并非都很抽象、枯燥，也有许多直观的和有趣的东西，直接或间接地联系着自然现象和现实生活。当然，学习途中也会遇到一条条湍急的河流，科学而有效的方法就是渡河的“桥”与“船”。

“听得懂，记得住，解得出”，这是对物理学习认识上的误区，不少学生对学习物理还仅限于此。教学的有效策略之一是“授人以渔”，要教会学生科学的思维方法。

王老师曾说：“我从事高中物理教学30年，一开始时也如同在黑暗中摸索，总是以多多益善地‘授人以鱼’为己任，让学生‘听得懂，记得住，解得出’，在高考中得高分。在成败的经验教训中才能逐渐体会到思维方法的价值，并不断积累。确实，给几条鱼只能解一时之饥，却不能解长久之饿，如果想永远有鱼吃，

那就要学会抓鱼的方法。课堂上,我常会在学生迷茫或闪光的眼神中看到他们的渴求,就好像他们要我把抓鱼的方法教给他们。比较自觉地加强思维方法的教学,是在市里、区里上了几堂汇报课之后,专家和同行们多次肯定了我上的注意思维方法指导和开发实验特点的物理课。特别是我的导师冯容士老师,他高瞻远瞩地对我说过,希望我能从新的理论思维的高度来审视与思考教学中的实际问题,反思与梳理自己的教学经验,并鼓励我将物理科学思维方法作为一个专业水平提高的课题来开展研究,并以此方式将实践研究的收获呈现出来。”

正确的方法,是到达成功彼岸的渡船,是飞向理想高度的羽翼。黑格尔对方法的看法是:在探索的认识中,方法也就是工具……相反,在真理的认识中,方法不仅是许多已知规定的集合,而且是概念的自在和自为的规定性。在新课程的教学过程中,过程与方法三维目标中的两项。思维方法不仅是工具,更是一种学习理念。思维方法的外延很广,这些方法是打开众多物理难题之门的钥匙,使学生们能够简单地将这些方法应用于解题之中。本书针对的是高中物理课程中的思维方法和思维训练,在学习中学会学习,培养学生分析问题、解决问题,以及联系实际的应用能力。

希望通过本书,能对青年物理教师的教学理念和专业发展有所帮助。本书中所涉及的高中物理学科的思维方法主要来自王老师对30年教学实践的感悟,可以使广大年轻同行们在教育、教学中少走弯路,适应新课标和培养创新型人才的需要。

本书同样是写给学生阅读的。学生阅读本书,能提高其科学素养,在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个方面得到启发,为学生的可持续发展、应对现代社会和未来发展的挑战奠定基础,这是高中物理课程的宗旨。加强思维方法的指导,能帮助学生走上正确的道路;“促进学生自主学习,让学生积极参与、乐于探究、勇于实验、勤于思考”,有助于学生发展探索自然、理解自然的兴趣与热情。

本书第一部分内容是按思维方法归类并以例题解析的形式组织的。其中有逻辑方法、数学方法和实验方法,也涉及更上位的哲学方法。这一部分内容贴近学生,使学生易于接受和运用,因而不着重也并不拘泥于解题方法的分类界定,而较多的着眼于实用,选用了学生学习中较常用的几种方法,如等效法、

极限法、逆思法、整体隔离法、类比法、微元法、对称法、图像法、模型法、实验法等,结合较典型的例题来做具体的分析指导。正确的方法来自对客观对象的分析,具体问题又要具体分析。解题通常有以下四个步骤:一是审清题意;二是弄清需要运用的概念和规律;三是找出已知和未知的条件;四是选用适当的方法解决问题。书中例题的分析与解答,基本上都包含这些步骤,能尽可能的让学生知其然知其所以然。从涉及的知识内容来说,本书涵盖了基础型和拓展型,顾及了不同层次学生的需求,有的还出示了一题多解,以引导学生开拓思维。

思维方法的探索与掌握运用,最理想的是由学生自己去探索得出。而以学习知识为对象的学习活动,又是一种特殊的科学认识活动。解题练习的目的不是发现新知识,而是要掌握或运用已被证明为正确的知识。一个学习个体,在短短的时间内不可能从头体验人类几千年的发现与积累,这就决定了学习是一种高度浓缩的、模式化的认识过程。人们在历史进程中总结出了很多种学习方法,如果掌握了这些方法,足以事半功倍。因此了解和掌握科学的学习方法,对学习来说非常重要。

教师是教学活动的组织者和引导者,“引”在教学艺术中有着特殊的意义。编写本书最根本的目的,就是引导学生关注学习的过程与方法,引导学生经常做一些方法知识的梳理并及时反思;在物理学习中是如何思考的,运用了什么思想方法,还有什么更优的方法,这样才能深化理解、把握规律,使学习效率最大化。

知识的迁移运用,需要学生自己具有独立分析问题、解决问题的能力。思维方法的示例与指导,只是引导和启发,决不能用思维定势和死记硬套的方法束缚学生,更不能让学生习惯于“依样画葫芦”,寻求所谓“解题捷径”的固定的模式,去处理变化多端的物理问题。因此,无论是学生课外自学,还是教师在教学中借鉴运用,都不能忘记这一立足点,当然,最重要的还是培养学生独立解题、做作业的良好习惯,培养和发挥学生的创造力。

最后,还应指出的是王老师在课程教材改革中创造性地运用数字化实验(DIS)所取得的卓越成果。她在一堂有关导体切割磁感线与感应电动势的公开课中创造性地改革了实验手段,在DIS实验中心的支持下,成功地涉及了线框下落时定量研究影响感应电流因素的实验,并获得成功。市教材组部分老师听

课后评价说：“这项研究提高了 DIS 实验的水准，提高了中学物理实验的水准，也提高了物理教学的水准，它将有利于这部分教材的修订。”

目前王老师主持的市级课题“自助创新实验室与 DIS 的合作”正在顺利推进中，我们期待王老师能在课改中取得更大的成就，培育出更多、更优秀的创新型人才！

特级教师，上海市物理新教材主编 张 越

特级教师，上海市名师工程物理学科主持人 冯容士
DIS 研发中心主任

感谢师恩,授我以渔

——回忆王苏梅老师和她的方法论

清华大学航天航空学院工程力学系 2009 级 奚柏立

上海财经大学信息管理与工程系 2009 级 陈路逸

上海交通大学安泰经济与管理系 2009 级 刘钟书

难忘的人与事,这其中就有王苏梅老师以及她所教的方法论的痕迹。

王老师是一位平易近人的教师,她愿意,也经常深入学生中去,同大家一起探讨问题;王老师是一个直爽的人,对于做得对和做得好的事就大力支持、大加赞赏,而如果有人犯了错就会及时指出来,让学生们有过必改;王老师也是一个风趣的人,在本应充斥着枯燥公式的物理课上,常常有她的小幽默让大家回想起高中三年的读书时光。同学们对她的物理课无比向往;王老师更是一个对教育一丝不苟,对学生负责到底的教师,每每有同学成绩不理想,王老师都会非常重视,不顾自己每天上课劳累,身体不适,宁可牺牲自己的休息时间,也要为这些同学进行讲解;王老师对于自己所教授的学科有着深刻的理解,每每看到她不用看课件就能在课堂上讲得条理分明,我们都十分佩服,这是要多少年的累积才能达到的水平啊!也正是因为这些迷人的地方,我们班上选物理的学生特别多。总之,王老师在她的教学生涯中扮演着这样一个贴近学生、教学水平高超的可爱角色。

当然,王老师最主要的任务之一就是完成她的教学工作。作为一名数十年奋斗在教学第一线的物理教师,王老师的教学方法也确实有其独到的一面。

相对如今应试教育下应运而生的题海战术,王老师更侧重于讲授方法和思路。给我们印象最深刻的,莫过于王老师几近座右铭的那句“授人以鱼不如授人以渔”。因此,我们经常能在课堂上听到王老师对于各种方法的总结,其中有等效法、极限法、逆思法、整体隔离法、类比法、微元法、对称法、图像法、模型法、

实验法,等等。高中物理一开始并不是很难,虽然王老师讲了这些方法,但是很多学生都可以不用这些有些难懂的方法而轻易得到答案,可当知识内容越来越多,题目也越来越复杂困难后,那些学生解题越来越困难,甚至算不出答案;一直以来坚持去学王老师方法的学生,虽然一开始用起来并不是那么得心应手,但久而久之,这些方法就变成他们打开众多物理难题之门的钥匙。也有许多同学能够熟练地将这些方法应用于解题中去,例如:万有引力和库仑力的类比、用整体隔离法解决系统的简单运动学和力学问题、用微元思路化繁为简等。但是,扪心自问,我们是真的懂了吗?还是在解题时只会生搬硬套,亦或是一个个往上试?是王老师,一次又一次,不辞辛劳地强调方法和思路的重要性。在每一章节的教学和复习过程中,在习题的讲解分析中不厌其烦地穿插讲授各种方法的应用,并且总结出每个方法的优劣。正是这样,才造就了我们能真正灵活运用不同方法,并找到最适合的方法来解决问题。

其实,这些方法的重要性还远不止这些。即使是大学的学习,这些方法仍旧伴随着我们:整体隔离法、等效法依旧活跃在大学物理和众多力学相关学科中;微元法和极限法是高等数学中最基本的思想……如果我们能够在高中学习中就熟练的运用它来思考、解决问题,那么大学里微积分的思想想必也不那么难理解了。而量子力学中的对称性更是神秘美好的所在。其他的方法诸如图像法、模型法、实验法也在大学的一些实验学习中得到了进一步的完善。在这里,我们想说的是:我们要重视方法的学习,因为它对你将来的学习有百利而无一害,是各种学习任务中不可或缺的重要部分。我们也相信,即使踏上社会,面对新问题新的挑战,这些优秀的方法依旧会发挥其重要的作用。

最后,感谢王苏梅老师三年来孜孜不倦的授业解惑,同时也希望各位仍然在为高考奋斗的同学们能将目光放得更长远一点;方法之于问题正如渔之于鱼,能渔者又何愁难题呢?

目 录

MULU

1	前言
5	感谢师恩,授我以渔

第一部分 思维方法

3	图像法
19	模型法
32	微元法
43	对称法
55	整体法和隔离法
80	类比法
96	逆思法
106	极限法
120	等效法

第二部分 教学体验

141	“授鱼”与“授渔”
146	重视“实验是物理学习的基础”
155	采用 DIS 实验提高课堂教学效率
162	物理教学如何培养学生的自学能力
166	珍惜并用好学生的“思维火花”

172	不能忽视解题规范能力的培养
177	减少分化,大面积提高教学质量
180	如何培养学习的创新能力
185	课堂教学怎样才能达到效益的最大化

第一部分

思维方法

图 像 法

图像法是在对物理现象或过程分析的基础上,运用相关的物理规律,确定变量之间的函数关系,作函数图像,再根据图像的物理意义讨论和解决问题的方法。

图像是一种特殊且形象的数学语言和工具,运用数和形的巧妙结合恰当地表达各种现象的物理过程和规律。物理图像不仅可以使抽象的概念直观形象,使动态变化过程清晰可见,使物理量之间的关系更明确,还可以很好地表示用语言难以表达的内涵。

用图像法解题不但迅速直观,而且还可以避免繁杂的运算过程。

下面从几个方面,运用图像法解题,从中看出图像法在物理学习中的作用:

一、利用图像中的交点解题

例 1 如图 1-1 所示,直线 OAC 为某一直流电源的总功率 P 随 I 变化的图像,抛物线 OBC 为该直流电源内阻热功率 P_r 随电流 I 变化的图像,若 A 、 B 对应的横坐标为 2,那么线段 AB 表示的功率为多少? 当 $I=2\text{ A}$ 时,对应的外电路电阻为多少?

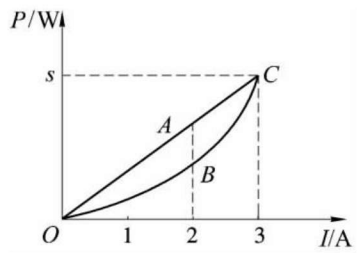


图 1-1

【解析】

由图中交点 C 可知,当电流 $I=3\text{ A}$ 时,电源消耗总功率也等于电源内阻热功率且等于 18 W 。

$$\because EI = P, \quad \therefore E = \frac{P}{I} = \frac{18}{3} \text{ V} = 6 \text{ V}.$$

$$\text{又} \because I^2 r = P_r, \quad \therefore r = \frac{P_r}{I^2} = \frac{18}{3^2} \Omega = 2 \Omega.$$

当电流 $I=2\text{ A}$ 时, $P = EI = 6 \times 2 \text{ W} = 12 \text{ W}$,

即 A 点的纵坐标为 12, 而 $P_r = I^2 r = 2^2 \times 2 \text{ W} = 8 \text{ W}$,

即 B 点的纵坐标为 8, 则线段 AB 表示 $P - P_r$,

即为电源输出功率 $I^2 R = P - P_r = 4 \text{ W}$,

得 $R = 1 \Omega$ 。

例 2 甲、乙、丙三个物体, 同时从同一地点出发做直线运动。它们的 $s-t$ 图像如图 1-2 所示, 它们的图像交于 $P(t', s')$ 点, 下面说法正确的是()

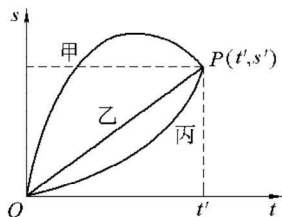


图 1-2

- A. 它们在 t' 内的平均速度相等
- B. 它们在 t' 内的通过的路程相等
- C. 它们在 t' 内时的即时速度有可能相等
- D. 它们在 t' 内通过路程满足关系 $s_{\text{甲}} > s_{\text{乙}} > s_{\text{丙}}$

【解析】

由图中交点 P 可知, 甲、乙、丙在 t' 时, 通过的位移均为 s' , 所以它们在 t' 内的平均速度 $\bar{v} = \frac{s'}{t'}$ 相等, 选项 A 正确; 而 t' 时的即时速度要看三条线的斜率, 故选项 C 错; 它们通过的路程应为 $s_{\text{甲}} > s_{\text{乙}} = s_{\text{丙}}$, 故选项 B、D 错。

例 3 小灯泡灯丝的电阻会随着温度的升高而变大。某同学为研究这一现象, 用实验得到如下数据 (I 和 U 分别表示通过小灯泡的电流和电压):

I/A	0.12	0.21	0.29	0.34	0.38	0.42	0.45	0.47	0.49	0.50
U/V	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00

(1) 在虚线框中画出实验电路图。可用的器材有: 电压表、电流表、滑动变阻器 (变化范围 $0 \sim 10 \Omega$)、电源、小灯泡、电键、导线若干;

(2) 在图 1-3(a) 中画出小灯泡的 $U-I$ 曲线;

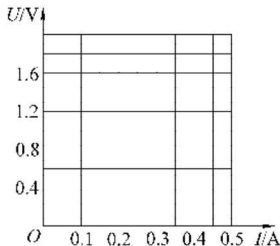


图 1-3(a)

(3) 将本题中的小灯泡接在电动势为 1.5 V 、内阻为 $2.0\ \Omega$ 的电池两端,小灯泡实际功率多大?

【解析】

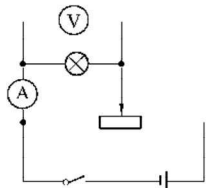


图 1-3(b)

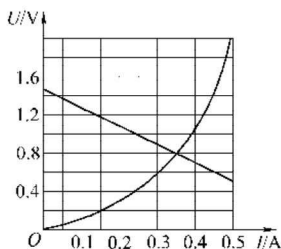


图 1-3(c)

(1) 对小灯泡电压要求从零开始逐渐增加,故应选分压电路如图 1-3(b)所示;

(2) 如图 1-3(c)所示;

(3) 在图 1-3(c)中,作出 $U=E-Ir$ 图像,由交点可得小灯泡的工作电流为 0.35 A ,工作电压为 0.80 V ,因此小灯泡实际功率为 $P=IU=0.28\text{ W}$ 。

例 4 如图 1-4 所示,图像①表示某电池组的输出电压—电流关系,图像②表示其输出功率—电流关系。该电池组的内阻为 $\underline{\hspace{2cm}}\ \Omega$ 。当电池组的输出功率为 120 W 时,电池组的输出电压是 $\underline{\hspace{2cm}}\text{ V}$ 。

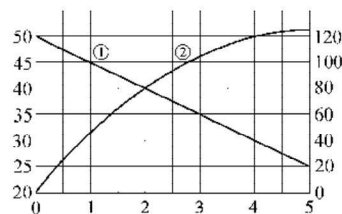


图 1-4

【解析】

观察图像①可求出该电池组的内阻为 $5\ \Omega$ 。

需要注意的是输出电压不是从 0 坐标记数的。观察图像②可知当输出功率为 120 W 时,电流为 4 A 。再根据图像①,可求出与 4 A 电流相应的电压值为 30 V ,亦即电池组的输出电压。

例 5 如图 1-5(a)所示的电路中,标准电阻 $R_0=1.0\text{ k}\Omega$,其阻值不随温度变化, R_1 为可变电阻。电源电动势 $E=7.0\text{ V}$,内阻忽略不计,这些电阻周围温度保持在 $25\text{ }^\circ\text{C}$,电阻 R 的电压与电流的关系如图 1-5(b)所示。

(1) 改变可变电阻 R_1 ,使电阻 R 和电阻 R_0 中消耗的电功率相等,通过电阻

R 的电流是多少? 加在电阻 R 两端的电压是多少?

(2) 电阻 R 向外散热与周围温度有关, 若温度每变化 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 放热 $5.0 \times 10^{-4}\text{ J}$, 这时电阻 R 上的温度是多少?

(3) 改变电阻 R_1 的阻值, 使 $U_{AB} = U_{BA}$, 这时通过电阻 R 的电流和电阻 R_1 的阻值各是多少?

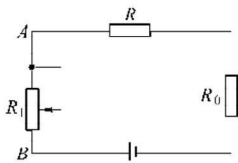


图 1-5(a)

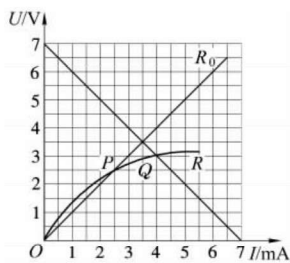


图 1-5(b)

【解析】

(1) 由 $R_0 = U_0 / I_0$ 可知, 标准电阻 R_0 的伏安特性曲线是如图 1-5(b) 所示的直线。因为 R_1 、 R 和 R_0 是串联, 所以

$$I_{R_0} = I_{R_1} = I_R$$

$$E = U_{R_0} + U_1 + U_R$$

由电阻 R 与 R_0 消耗功率相等, 得

$$I_R^2 R = I_{R_0}^2 R_0, \text{ 则 } R = R_0$$

在伏安特性曲线图 1-5(b) 上, 交点 P 满足上述条件。由 P 点坐标可知, 加在电阻 R 上的电压为 2.5 V , 通过电阻 R 的电流为 2.5 mA , 由此可得 $R = R_0 = 1.0 \times 10^3\text{ }\Omega$;

(2) 当由电能转化的内能与外界进行热交换所消耗的内能达到动态平衡时, 电阻 R 的温度不再升高。设电阻 R 上的温度增量为 ΔT , 则

$$I_R^2 R = K \Delta T$$

$$\Delta T = I_R^2 R / K = \frac{(2.5 \times 10^{-3})^2 \times 1.0 \times 10^3}{5 \times 10^{-4}} = 12.5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

电阻 R 的温度为 $T = T_0 + \Delta T = 37.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 要使 $U_{AB} = U_{BA}$, 必须使 $R_1 = 0$, 因为电源的内阻 $r = 0$,

所以 $E = U_{R_0} + U_R$

电阻 R 上的电压为

$$U_R = E - U_{R_0} = 7.0 \text{ V} - 1000 I R_0$$

在图 1-5(b) 中作出上式相对应的直线, 该直线与电阻 R 的伏安特性曲线相交于点 Q , 从点 Q 的坐标可知当 $U_{AB} = U_{BA}$ 时, 通过 R 的电流为 4 mA 。

二、利用图像中的特殊点解题

例 6 在用图 1-6(甲) 所示的电路进行探究试验中, 合上电键 S , 变阻器的滑动头 C 从 A 端滑至 B 端的过程中的一些物理量的变化关系如图 1-6(乙)、(丙)、(丁) 所示。电表、导线对电路的影响不计。

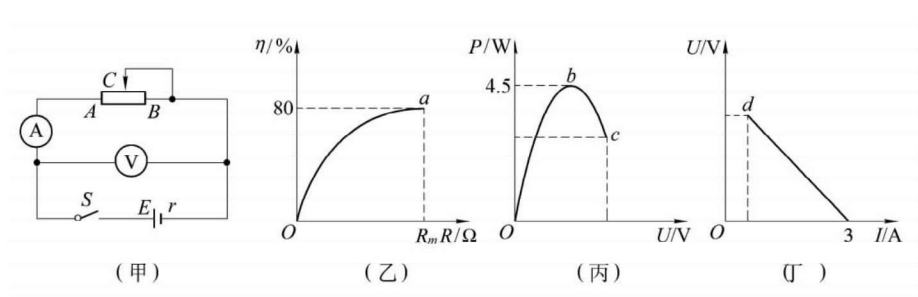


图 1-6

(乙) 图为电源的效率 η 与外电路电阻 R 的关系曲线, 这里的效率指电源的输出功率与总功率的比值; (丙) 图为输出功率 P 与路端电压 U 的关系曲线; (丁) 图为路端电压 U 与总电流 I 的关系曲线。

- (1) 请根据(乙)图求出滑动变阻器最大阻值 R_m 与电源内阻 r 之比;
- (2) 电路中电源电动势 E 、内阻 r 不变, 请写出在滑动变阻器滑动头 C 从 A 端滑至 B 端的过程中电源输出功率 P 与路端电压 U 的函数关系式(用字母表示);
- (3) 分别写出(乙)、(丙)、(丁)三图中的 a 、 b 、 c 、 d 各点的坐标(求出数值并注明单位)。

【解析】

由(乙)图可知: a 点表示外电阻为最大值 R_m 时由电源效率

$$\eta = \frac{I^2 R_m}{I^2 (R_m + r)} = 80\%$$