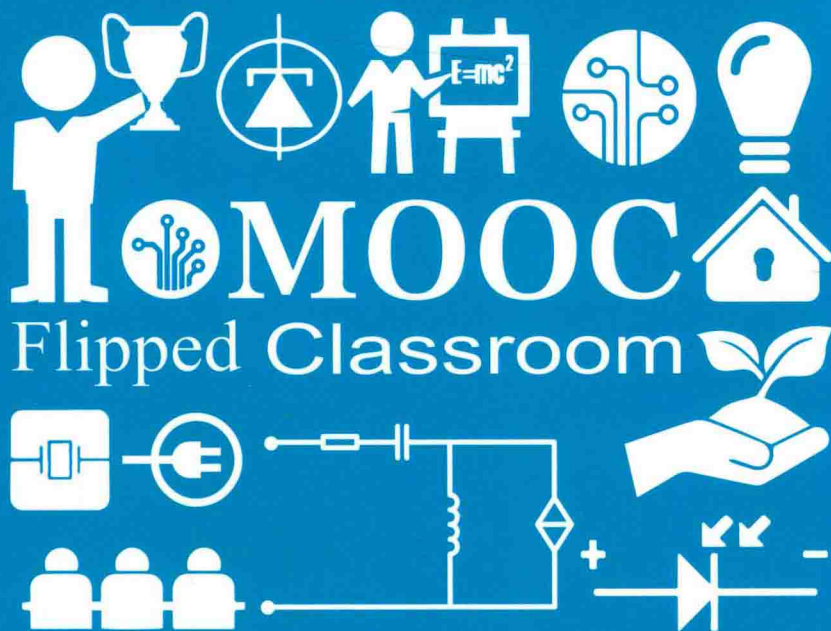


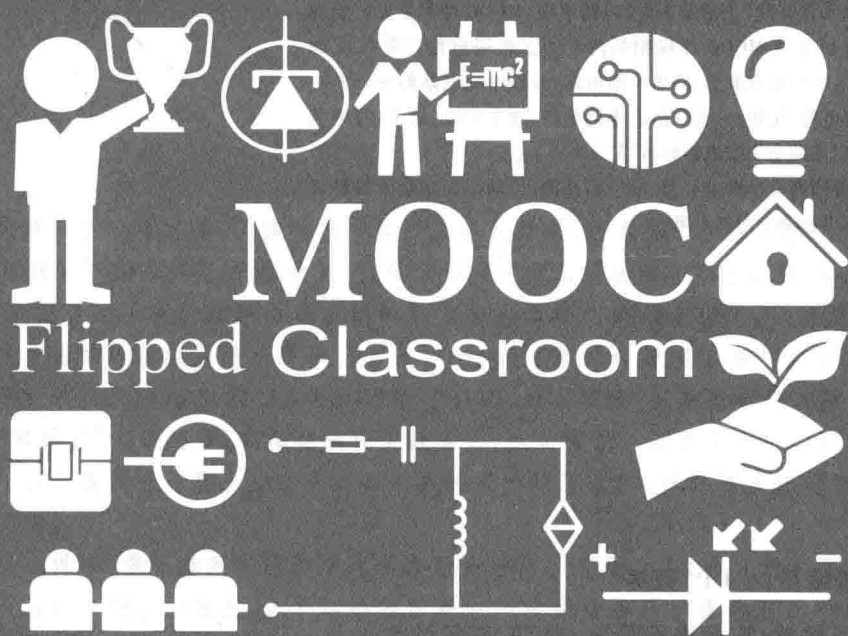


“电路原理”MOOC 配套用书

电路原理导学

陈燕秀 编著

高等教育出版社



“电路原理”MOOC 配套用书

电路原理导学



陈燕秀 编著

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是根据“学堂在线”上清华大学“电路原理”MOOC 课程开发的配套导学材料,书中提供了该 MOOC 课程相关内容的二维码链接。全书共 28 节,主要内容有:电路的基本概念、简单电阻电路、线性电阻电路的分析方法和电路定理、一阶电路、相量法、正弦稳态电路分析、频率响应、谐振、互感与变压器、三相电路、周期非正弦电路分析等。

本书可作为普通高等学校电气类、电子信息类、自动化类专业的教材或教学参考书,也可供社会学习者参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路原理导学/陈燕秀编著.--北京:高等教育出版社,2017. 12

ISBN 978-7-04-049085-5

I. ①电… II. ①陈… III. ①电路理论-高等学校-教材 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 300965 号

策划编辑 王勇莉	责任编辑 王楠	封面设计 李树龙	版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹	责任校对 张薇	责任印制 田甜	

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 三河市吉祥印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 10.25
字 数 240 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
网上订购	http://www.hepmall.com.cn http://www.hepmall.com http://www.hepmall.cn
版 次	2017 年 12 月第 1 版
印 次	2017 年 12 月第 1 次印刷
定 价	20.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 49085-00

序

很高兴应陈燕秀老师之邀,为她的新书作序。在我看来,这本书的出版,有很大的意义。

慕课(MOOC)自2012年以来备受关注,我认为有两方面的原因。用慕课资源服务社会学习者,让任何有意愿且能上网的社会学习者能够学习来自名校名师的名课,可以促进终身学习和教育公平。这方面的生动实例举不胜举。除此之外,应用慕课资源实施翻转课堂,可以提升校内学生的学习成效。2014年以来,20余所“985”“211”、地方院校、应用型本科高校,应用来自清华大学的“电路原理”慕课资源,实施翻转课堂教学法,成功实践了以学生为中心的教与学模式,很好地改善了各自的课程质量。陈燕秀老师所在的贵州理工学院,就是诸多应用型本科高校中的一个生动实例。

要想做成这件事,需要满足客观和主观两方面的条件。客观上,慕课资源需要普适性强、讲授清楚且留有讨论余地。主观上,各个学校的任课教师要结合自己的课程目标和学生特点,进行翻转课堂教学设计,从学习者角度考虑知识和技能的合理掌握流程。在教学设计中,最重要的是如何让学生感受到:相较传统听课,这种“课前预习+课内讨论”的学习方式收获更大。

对于基础较弱的学生来说,即使在课前认真观看了慕课视频,也往往不能抓住其中的关键,预习质量不高。因而教师难以在课堂上组织高效的讨论,学生也就无法获得比听课更大的收获。这是实现以学生为中心教与学模式的难点之一。

这恰恰也是本书贡献最大之处。陈燕秀老师与教学组同仁一起,创造性地针对重点慕课视频,结合基础较弱学生的认知特点,给出了合理的课前预习任务。学生只需逐步完成任务要求,即可确保预习质量。在此基础上,教师就能够在课堂上用分组讨论等方式提升学生的学习兴趣和学习成效!学生感受到更大收获后,就会主动投入精力进行后续内容的预习,从而实现翻转课堂教学的良性循环。此外,本书还考虑了不同层级学生的能力和教学内容的差异,具有循序渐进和循环上升的特点。2014年以来,以这种方法为基础,贵州理工学院“电路原理”课程教学改革取得了很大成绩,无论是同卷考试成绩,还是学生匿名评教结果,均有显著提升。

相信本书中展现的这些来自应用型本科高校一线教师的鲜活经验,对于相当多学校利用慕课资源开展翻转课堂教学,具有非常重要的借鉴价值,同时也会帮助基础较弱的学生更好地学习“电路原理”这门核心课程。

于歆杰

2017年3月于清华园

前言

一、本书的背景和出发点

自2013年起,MOOC、翻转课堂、“互联网+”等新名词、新理念的不断涌现昭示着教育发展的新趋势和新一轮教学改革的启动。我国加入华盛顿协议后,在高等教育领域,学生能力培养的重要性被提到新的高度。传统教育模式下,高等学校的教学活动其实并未真正做到“以学生为中心”,教育的过程也是重“知识传授”,轻“能力培养”,这直接导致了下述问题的存在:

1. 对学生学习能力定位和评价模糊。教学过程中常提及的学习能力更多是抽象概念,具体学生学习能力应包含哪些基础能力定位并不清晰,如何评价也就没有依据。
2. 教师对学生学习能力了解不够。无法根据学生学习能力情况进行针对性教学设计,导致学生学习效果不理想,学习体验差。
3. 传统模式在教学过程中以教师讲授为主,在学生能力培养的有效性 & 培养路径上存在一定程度的缺失。

由于在学生能力培养上的定位不清晰、评价无标准,培养路径缺失,导致了学生无法准确清晰地进行自我能力评价,在自身能力培养形成上无努力方向。加之高等教育大众化后学生普遍存在自我约束能力、执行能力弱等行为能力不足,最终导致了当前课堂低头族不断增多、教学质量不断下滑的教学现状。这种状况在地方院校、应用型本科高校尤为突出。

自2014年起,贵州理工学院电路原理课程团队参与了一场前沿的教学改革——利用清华大学“电路原理”MOOC资源进行翻转课堂教学实践。本书即这场教学改革中我们对学生能力培养的深入思考,并付诸实践取得的成果之一。它在内容和形式上遵循以“学生为中心”的基本理念,力求将学生的培养从“知识传授”向“能力训练”转化。

我们通过SPOC平台学生的学习情况和学习效果反馈、翻转课堂上学生的课堂表现,结合学生调查、访谈,对学生学习能力现状、特点、需求等情况进行分析、细化,构建可评价的底层能力体系,进而形成具有针对性、可操作性,且循序渐进的能力培养路径,在知识传授的过程中实现学生能力的有效提升。

通过上述手段及途径,最终将学生学习的基础能力定位为知识点挖掘能力、归纳总结能力及知识应用能力。且在培养路径上,这三项能力间存在着分层递进的关系:学生的知识点挖掘能力是最底层基础能力,如果学生该项能力较弱,在学习过程中就不能迅速敏锐地发现并找到核心知识要素。在此基础上的归纳总结也就无从做起,最终的结果就是不知学习之所云。我们在翻转课堂实施初期,很多学生反映听完视频后糊里糊涂,不知视频内容是什么,即是该项基础能力不足的后果。归纳总结能力是在此基础上的第二重能力,它的培养应伴随知识点挖掘能力的提高逐渐加强。知识应用能力的培养建立在上述两重能力之上,且更着重于促进学生综合能力提升,并随之进行学生文献查阅、知识拓展等各项能力的综合培养。这样的培养结构关注学

生的能力现状、注重能力形成的循序渐进性,一步一个台阶进行学生能力培养,能极大程度上改善学生的能力情况,进而改善学生的学习体验。实现培养目标从“知识传授”向“能力训练”转化。

二、本书的内容安排

本书按照清华大学“电路原理”MOOC 视频内容编排,全书共分为 28 节,每节为一次课(2 学时)的导学内容。每节涉及知识点均按知识点挖掘能力、归纳总结能力、知识应用能力架构进行内容设计:以填空题形式引导学生在观看 MOOC 视频时,将每个知识点的核心知识要素挖掘出来;在知识点挖掘基础上,以简答题形式引导学生进行归纳总结;再辅以问答题、案例题、计算题等形式培养学生知识应用能力。根据学习中的能力提升过程及课程具体内容,本书在内容安排上注重循序渐进性、针对性、帮助性特点,故全书在内容安排和能力训练侧重点上也有一定的递进规律。

在课程初期,直流部分前几节,基于学生各项能力均较弱的特点,此时重点培养知识点挖掘能力,初步培养归纳总结和知识应用能力。导学内容以知识点挖掘为主,辅以少量归纳总结及知识应用。随着学生能力情况变化,后几节知识点挖掘部分逐渐弱化,归纳总结和知识应用部分逐步加强。

至第 10 节进入动态电路部分,因该部分内容较为抽象,且和学生以前学习内容联系度低,思维方式差异度大。学生此时知识点挖掘能力虽较前大为提高,但更多为量变而非质变。为确保学生前期积累的学习自信心不被打击,同时考虑学生能力提升后其适应性及进步速度均较前提高的特点,在内容设计上做如下针对性安排:第 10 节(此部分第一节)将知识点挖掘与归纳总结两者并重、交叉融合;第 11—13 节加速压缩知识点挖掘部分比例,提高归纳总结和知识应用部分比例;第 13 节部分为以归纳总结、知识应用为主。

第 14 节进入课程第三大模块——交流部分,交流部分存在知识点多且杂的问题,一直以来都是学生电路原理课程的学习难点,故此部分设计特点为:第 14、15 节为交流部分基础知识,仍会侧重于进一步加强学生知识点挖掘、归纳总结能力的训练;自 16 节开始,加速弱化知识点挖掘能力,强化归纳总结能力和知识应用能力的训练;自 19 节开始,逐步强化学生知识综合、知识应用能力的训练。

总结下来:上述三个模块在内容设计上,充分考虑了学生能力情况及培养路径。遵循下述循序渐进特点:强化知识点挖掘能力→强化归纳总结能力、知识应用能力→强化知识综合应用能力。同时基于整个过程学生能力及适应性不断提高的特点,由前一阶段进入后一阶段的速度会越来越快。确保学生能力呈循环上升状态,逐步实现能力提升从量变到质变的根本目的。

三、本书特点

本书是贵州理工学院“电路原理”课程翻转课堂教学实践成果,具有以下特点:

1. 本书的诞生来源于贵州理工学院“电路原理”课程为期近三年的教学改革实践,点点滴滴均是实践的总结和改进,具有较强的可操作性和实用性。

2. 内容根据清华大学“电路原理”MOOC 资源设计,有针对性地、循序渐进地引导学生自主学习,促进学习的有效性,适合翻转课堂课前预习使用,为教师翻转课堂教学设计提供参考和帮助。

3. 内容形式侧重于学习者能力训练,循序渐进的基本结构帮助使用者各项能力逐步、稳步提升,实现学习过程重心由知识传授向能力训练转化。

4. 本书不仅可作为清华大学“电路原理”MOOC 教学辅导学习,还可帮助学习者提高能力,理解和掌握本课程知识要点和内容。

5. 书中在相应位置给出了对应课程 MOOC 资源的二维码,可直接链接到相应 MOOC 视频进行观看。

初看本书,读者可能都会有这样一种顾虑:每节(每次课)需要通过预习完成这么多任务,学生吃得消吗?会买账吗?我们的实践证明这完全是可行的。

1. 本书为清华大学“电路原理”MOOC 视频的配套导学材料,学生是在 MOOC 视频的学习过程中完成每讲内容。课程开始初期,内容大多是知识点挖掘、加少量归纳总结,学生可在视频学习过程中轻松找到答案,工作量不大。只是通过任务化方式引导学生主动学习。随着学习进程,预习难度逐渐加大,但与此同时大部分学生能力同样在提升,这使得任务的完成并不像想象中那么困难。再者学生通过前期学习经历,会明显体会到自身的能力提升,促使他们愿意为之付出努力。

2. 学生学习过程中会自动分为不同层次,特别认真的学生会尽力完成所有内容(每次耗时2—4小时);中等程度学生会努力完成可能完成的部分(1—2小时);较差学生会只完成直接有答案的部分(0.5—1小时);少部分学生会光看不做(0.5小时);极少部分学生会根本不看视频。随着课程开展,不同层次学生能力提升情况、知识掌握情况间的差异会极为清晰地展现在学生面前。这种强烈对比将极大地激发各类学生的学习热情,促使学生不断增大参与度、投入度,形成良性循环,这种情况在我们教改班级上表现得非常明显。

3. 利用导学材料进行预习后,大多数学生(尤其是认真预习的学生)在翻转课堂上兴致很高,他们可以尽情展现自己的风采和聪明才智,一分付出一分收获会体现得淋漓尽致。上述过程中的成就感、集体荣誉感(课堂以小组为单位进行表现评判)、能力提升使得他们愿意甚至乐于坚持完成看似繁重的预习任务。

我校“电路原理”课程教学实践中使用该材料,学生能力提升明显,课程教学效果显著改善。本书部分初稿还曾提供给温州大学、重庆科技学院、广西师范大学、三亚学院等多所高校试用,师生均反映该材料对学生能力提升、教学效果改善起到较大作用。根据各校师生反馈意见,本书不断对相关内容修改、补充,力求提高撰写质量。

本书的设计和 content 形式遵循“以学生为中心”的基本理念。我们对该书的适用性、实用性有极大的信心,期盼它的出版、使用,能对基础较弱的地方院校、应用型本科高校、高职院校的学生和社会学习者有所帮助。实现他们的学习能力提升,提高他们的学习自信心。这也是本书作者的愿望和初衷。

在写作过程中,清华大学于歆杰老师给予了大力支持和无私帮助,并为本书作序,编者在此特致以诚挚谢意!本书编写过程中得到了南京邮电大学于舒娟、扬州大学吴桂峰、重庆科技学院严利、温州大学闫正兵、三亚学院汪源、成都工业学院李若英、杨梅、厦门理工学院余长青等各位老师的大力支持和帮助,在此向他们一并致谢!

贵州理工学院电气工程学院、教务处对电路原理课程的教学改革给予了大力支持。参与教学改革的电气工程学院文方、张均、施文洁、郭华华等老师给予了诸多帮助和意见。教改班学生

的积极反馈也是本书最终形成的重要信息来源,在此一并致谢!

本研究得到教育部在线教育研究中心在线教育研究基金(全通教育)2016年一般课题资助。

本书是编者的一次用心尝试。由于本书编者水平有限,对此种全新形式的教学方法和教学资源把握不足,文中存在错漏之处、不合理地方和不恰当的提法在所难免,欢迎广大读者批评指正。编者邮箱:438179425@qq.com。

编 者

2017年3月

目 录

第 1 节	电路的基本概念	1	6.2	电源的等效变换	30
1.1	电路模型	1	6.3	最大功率传输	33
1.2	系统线性性	2	第 7 节	线性电阻电路的分析	
1.3	电流变量	2	方法 1		34
1.4	电压变量	3	7.1	2B 法	34
1.5	电位	3	7.2	支路电流法	35
1.6	电动势	4	7.3	节点电压法	35
1.7	变量大小写	5	7.4	节点电压法特殊情况 分析	37
1.8	参考方向	5	第 8 节	线性电阻电路的分析	
第 2 节	电路的基本概念及元件	8	方法 2		39
2.1	功率	8	8.1	回路电流法	39
2.2	电阻	10	8.2	回路电流法特殊情况 分析	41
2.3	独立电压源	11	第 9 节	叠加定理	43
2.4	独立电流源	12	9.1	线性系统	43
第 3 节	受控元件	14	9.2	叠加定理	44
3.1	端口	14	第 10 节	戴维南(诺顿)定理	47
3.2	受控源	15	10.1	戴维南定理	47
第 4 节	基尔霍夫定律	19	10.2	诺顿定理	51
4.1	基尔霍夫电流定律 (KCL 定律)	19	第 11 节	电容元件和电感元件	52
4.2	基尔霍夫电压定律 (KVL 定律)	21	11.1	电容元件的定义及电压 电流关系	52
第 5 节	简单电阻电路分析 1	23	11.2	电容的功率和储能	53
5.1	不含独立源的二端网络的 等效	23	11.3	电容的串并联	54
5.2	电阻串联	23	11.4	电感元件的定义及 电压电流关系	55
5.3	电阻并联	24	11.5	电感的功率和储能	56
5.4	电阻串并联连接	25	11.6	电感的串并联	56
5.5	平衡电桥	26	11.7	对偶	57
5.6	Y- Δ 电阻等效变换	27	第 12 节	动态电路的时域分析 1	59
第 6 节	简单电阻电路分析 2	29	12.1	动态电路	59
6.1	二端网络的等效电阻	29			

12.2	动态电路分析——列写 电路方程	60	16.1	基尔霍夫定理的 相量形式	79
12.3	常系数线性微分方程的 求解	61	16.2	元件约束的相量 形式	79
12.4	动态电路暂态分析的 关键点	61	16.3	电感感抗、电容容抗	80
12.5	动态电路分析——换路 定理	61	16.4	相量法分析正弦 稳态电路	81
12.6	换路定理的应用	62	16.5	复阻抗	82
第 13 节	动态电路的时域分析 2	64	16.6	复导纳	83
13.1	通解与特解	64	16.7	阻抗的串并联关系	84
13.2	时间常数 τ	65	16.8	相量图法	85
13.3	RL 电路的分析	66	第 17 节	相量法分析正弦稳态响应	86
13.4	一阶动态电路经典解法 总结	66	第 18 节	正弦稳态电路的功率 1	90
13.5	一阶动态电路常微分 方程特解	67	18.1	正弦稳态电路的瞬时 功率	90
第 14 节	动态电路的时域分析 3	68	18.2	正弦稳态电路的平均 功率	91
14.1	三要素法	68	18.3	有功功率的测量	93
14.2	三要素法的应用	69	18.4	正弦稳态电路中的最大 (有功)功率传输	93
14.3	三要素法分析脉冲激励 下的一阶 RC 电路	71	18.5	无功功率	94
14.4	零输入响应和零状态 响应	71	第 19 节	正弦稳态电路的功率 2	96
第 15 节	正弦稳态电路基础知识 1	73	19.1	视在功率及功率因数 对电路的影响	96
15.1	正弦量的三要素	73	19.2	补偿电容的选取	97
15.2	同频正弦量的 相位差	73	19.3	复功率	98
15.3	周期量的有效值	74	第 20 节	频率响应	100
15.4	电力系统简介	74	20.1	频率特性	100
15.5	正弦量的相量表示 引入	74	20.2	系统的频率特性	101
15.6	复数基础知识	75	20.3	分贝	103
15.7	旋转因子的讨论	76	20.4	滤波器	103
15.8	正弦量相量表示法	77	20.5	滤波器应用实例 分析	104
15.9	相量的代数运算	77	第 21 节	谐振	107
15.10	相量法的优点	78	21.1	谐振基本概念	107
第 16 节	正弦稳态电路基础知识 2	79	21.2	RLC 串联谐振	108
			21.3	$GLC(RLC)$ 并联 谐振	109

21.4	LC 谐振 1	109	第 26 节	三相电路	135
21.5	LC 谐振 2	110	26.1	三相电源的基本 概念	135
第 22 节	RLC 串联谐振电路的品质 因数	112	26.2	三相对称电路—— Y 型连接	136
22.1	谐振品质因数及 通用谐振幅频特性 曲线	112	26.3	三相对称电路—— Δ 型连接	137
22.2	谐振的应用	115	26.4	对称三相电路的 分析	138
第 23 节	互感	117	第 27 节	三相对称电路的功率	141
23.1	互感相关概念	117	27.1	三相对称电路的 功率	141
23.2	互感基本概念	117	27.2	三相电路的功率 测量	142
23.3	互感相关参数	119	27.3	三相对称电路功率 求解	143
23.4	同名端	120	第 28 节	周期性非正弦激励下动态 电路的稳态分析	145
23.5	同名端的使用	121	28.1	周期性非正弦激励的 傅里叶级数	145
23.6	互感应用实例分析	122	28.2	周期非正弦信号的 有效值	146
第 24 节	互感的去耦等效及电路 分析	125	28.3	周期非正弦信号的 平均功率	146
24.1	互感的去耦等效	125	28.4	周期性非正弦激励下 动态电路的稳态响应	147
24.2	互感线圈单点连接的 去耦等效分析	126	参考文献		149
24.3	含互感电路的一般 分析方法	127			
第 25 节	变压器	129			
25.1	空心变压器	129			
25.2	全耦合变压器	131			
25.3	理想变压器	132			
25.4	变压器的应用	133			

第 1 节 电路的基本概念

视频预习任务:L2、L3、L4

学习知识点:电路模型、系统线性性、电流变量、电压变量、电位、电动势、变量大小写、参考方向。

1.1 电路模型

⊙观看视频 L2-1

知识点挖掘

电路的构成:电路包括____部分,分别是电源(电源既包括____源,也包括____源),____,____处理电路,开关和线路。



L2-1 视频

⊙观看视频 L2-2

一、知识点挖掘

1. 电路的分类:

- (1) 根据负载不同,电路可分为____电路和____电路。
- (2) 根据电源类型不同,电路可分为____电路和____电路。

2. 电路模型:

- (1) 电路模型是由各类____元件组成的电路。

(2) 理想电路元件:

① 理想电路元件是通过对实际电路元件进行适当简化抽象,突出主要特点,得出具有比较简单的____关系的电路元件。

② 列出本门课程将用到的具有两个接线端的理想电路元件及其符号。

二、归纳总结

画出图 1.1 所示手电筒实际电路的电路模型,并总结:

(1) 怎么进行电路模型的建立?

(2) 由理想电路元件构成的电路模型和实际电路有什么差别? 由此角度总结“理想”的含义。(开放题)(Level 2)



L2-2 视频

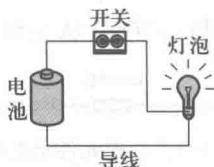


图 1.1 手电筒实际电路

1.2 系统线性性

⊙继续观看视频 L2-2

一、知识点挖掘

关于系统线性性的视频推导截图如图 1.2 所示。

linear and nonlinear

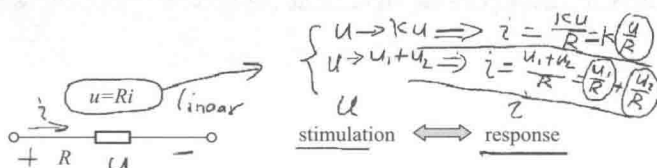


图 1.2 系统线性性推导截图

电阻为一线性元件,其输入输出为线性关系,若将电阻上的电压 u 视为输入激励,电流 i 视为输出响应,其输入输出关系为 $u = Ri$ 。该元件(可视为系统)满足线性性应包含下述内容:

(1) 齐次性。若输入激励为 Ku ,且 K 为常数,则输出响应 $i =$ _____,即响应为原来响应的 _____ 倍。

(2) 可加性。若输入激励为 $u_1 + u_2$,则输出响应 $i =$ _____,即响应是 _____ 之和。

(3) 若激励与响应的关系同时满足 _____ 性和 _____ 性,则称为 _____ 性。

二、归纳总结

1. 用数学关系式表达输入激励与输出响应的线性性。(Level 2)

2. 什么是线性电路? 什么是非线性电路?

1.3 电流变量

⊙观看视频 L3-1

一、知识点挖掘



L3-1 视频

1. 电流的数学定义式为 $i(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$,由该数学定义式可得到电流的物理意义为:电流是电荷随时间的 _____ 变化率(填平均或瞬时,根据极限的定义分析),其单位为 _____。

2. 由电流的物理意义可知,对图 1.3 所示任意二端元件,图示电流指正电荷在 $\Delta t \rightarrow$ _____ 时按电流指示方向(从左到右)移动的快慢程度。

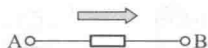


图 1.3 二端元件示意图

3. 电流可分为_____电流和_____电流。

4. 理想直流电流一般用什么符号表示? 正弦交流电流一般用什么符号表示?

二、归纳总结

1. 由电流定义式可知,电流为电荷的瞬时变化率,具有大小和方向两个特性。根据电流定义式,分析电流的大小代表什么,方向代表什么。(Level 2)

2. 图 1.4 所示为两电流随时间变化的曲线图,判断哪个是直流电流,哪个是交流电流,并总结直流和交流电流的特点。



图 1.4 直流、交流电流示意图

1.4 电压变量

⊙观看视频 L3-2

知识点挖掘

1. 电压的数学定义式为 $u_{AB} = \frac{dW_{AB}}{dq}$, 其物理意义为: 电场力将单位正电荷从 A 点移动到 B 点所做的功, 其做功的主体是_____力, 所以从 A 点到 B 点, 意味着电能的_____ (填消耗或吸收)。

2. 如图 1.5 所示, A、B 点间的电压 (降) U_{AB} 代表电场力将单位正电荷从_____移动到_____所做的功, 所以电压一定是表示_____点间电压。



图 1.5 电压降

3. $U_{AB} = \underline{\hspace{2cm}} U_{BA}$, 为什么?

1.5 电位

⊙观看视频 L3-3、L3-4

一、知识点挖掘

1. 某点电位的定义为: 从某一点到_____的电压。要获知任意点电位, 必须先定义_____点。

2. 参考点的电位定义为_____, 可人为任意指定, 但任何一个电路只能有_____个参考点, 又称为_____电位点, 单位为_____, 符号可为_____或者_____。



L3-2 视频



L3-3 视频



L3-4 视频

二、知识应用、归纳总结

1. 电压知识点视频中例题 1 的电路如图 1.6 所示。假设 c 为参考点, 则根据电位定义得出: $\varphi_a =$ _____, $\varphi_b =$ _____, $\varphi_d =$ _____。

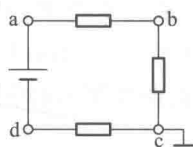
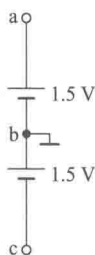


图 1.6 例题 1 电路图

2. 电压知识点视频中例题 2 的分析过程及内容如图 1.7 所示。



例 已知 $U_{ab} = 1.5 \text{ V}$, $U_{bc} = 1.5 \text{ V}$

(1) 以 a 点为参考点, $\varphi_a = 0$

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b \rightarrow \varphi_b = \varphi_a - U_{ab} = -1.5 \text{ V}$$

$$U_{bc} = \varphi_b - \varphi_c \rightarrow \varphi_c = \varphi_b - U_{bc} = (-1.5 - 1.5) \text{ V} = -3 \text{ V}$$

$$U_{ac} = \varphi_a - \varphi_c = [0 - (-3)] \text{ V} = 3 \text{ V}$$

(2) 以 b 点为参考点, $\varphi_b = 0$

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b \rightarrow \varphi_a = \varphi_b + U_{ab} = 1.5 \text{ V}$$

$$U_{bc} = \varphi_b - \varphi_c \rightarrow \varphi_c = \varphi_b - U_{bc} = -1.5 \text{ V}$$

$$U_{ac} = \varphi_a - \varphi_c = [1.5 - (-1.5)] \text{ V} = 3 \text{ V}$$

图 1.7 例题 2 分析过程及内容

请根据本题分析过程及分析结果进行下述总结:

- (1) 两点间的电压与该两点电位间的关系。
- (2) 选取不同参考点时, 电路中各点电位会发生改变吗? 两点间电压会发生改变吗?

1.6 电动势

◎观看视频 L3-5

一、知识点挖掘



L3-5 视频

1. 电动势的数学定义式为 $e_{BA} = \frac{dW}{dq}$, 其表征的物理意义为: _____ 力将单位正电荷从 _____ 点经电源内部移到 _____ 点所做的功称为电源的电动势, 其做功的主体是 _____, 所以从 B 点到 A 点, 意味着电能的 _____ (填消耗或吸收)。

2. 电动势主要是在电源中表示, 其电气符号是 _____, 单位是 _____。

二、归纳总结

电动势和电压在能量变换上有明显区别:

(1) 电动势 e_{BA} 为非电场力将单位正电荷从 B 点移动到 A 点所做的功。这使得单位正电荷具有 _____ 能量 (填更多或更少), 所以 A 点电位 _____ 于 B 点。这是电源内部非电场力工作的基本目的, 所以 e_{BA} 表征的是 _____。

(2) 总结电压 u_{BA} 在能量变换上的特点和功能。

三、知识应用

1. 若电源外接一负载,如图 1.8 所示,此时可知电动势 $e_{BA} = \varphi_A - \varphi_B$, 电压 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$ 。

(1) 分析并总结 e_{BA} 和 U_{AB} 的区别。(Level 2)

(2) 分析 e_{BA} 和 U_{AB} 之间的数值关系。

2. 观察图 1.9 所示两个电路。

(1) 分析两个电路中各有几个电动势,写出其电气符号及大小(例如 $e_{xx} = ? \text{ V}$)。

(2) 分别求出两图中 φ_a 、 φ_b 、 φ_c 及两点间电压 U_{ab} 、 U_{ac} 、 U_{bc} 。(参考电位选为 b 点)(Level 2)

(注:此题仅训练同学们对电动势、两点间电压的理解与掌握,不考虑元件在实际电路中的功率情况,特此说明。)

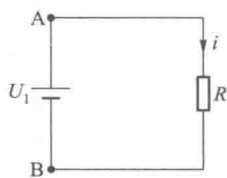


图 1.8 习题 1 图

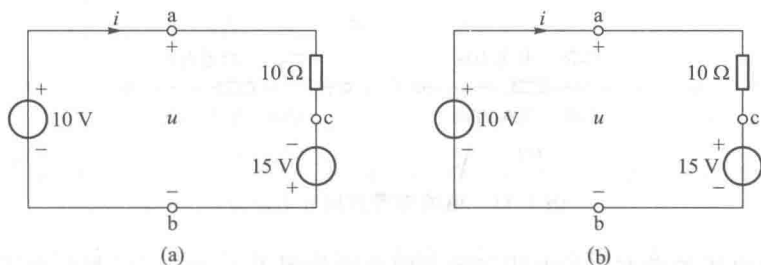


图 1.9 习题 2 图

1.7 变量大小写

① 观看视频 L3-6

知识点挖掘

本章我们讨论了____、____、____、____四个变量,关于大小写的规定为:

(1) 如果一个变量是常数,则用____表示,例如直流电压用____表示。

(2) 如果一个变量可能会发生变化,则用____表示,例如交流电压用____表示。



L3-6 视频

1.8 参考方向

① 观看视频 L4

一、归纳总结 1

分析图 1.10(a) 中电阻 R_3 支路电流、图(b) 电流两种情况,总结电路分析时需要设定参考方向的两个主要原因。

二、知识点挖掘 1

1. 参考方向:任意选定的一个方向即为电流(电压)的参考方向,无论对电流还是电压,参考方向都是假设的。



L4 视频

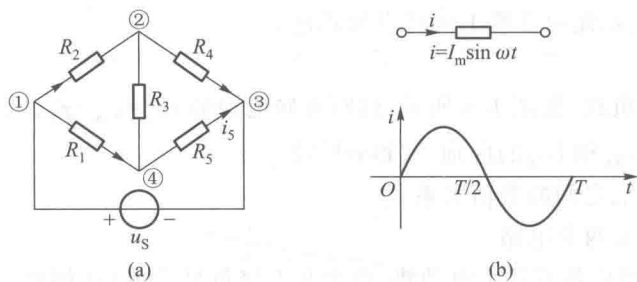


图 1.10 参考方向分析图

(1) 如图 1.11 (a) 所示, 若电流参考方向和实际方向相同, 则最后计算出的电流一定 _____ 0。

(2) 如图 1.11 (b) 所示, 若电流参考方向和实际方向相反, 则最后计算出的电流一定 _____ 0。

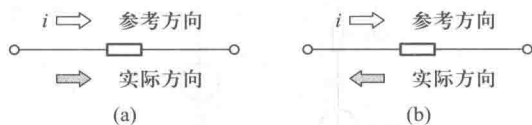


图 1.11 电流参考方向和实际方向

2. 某元件上电压参考方向和电压实际方向分别如图 1.12 所示, 试判断电压值的正负情况。

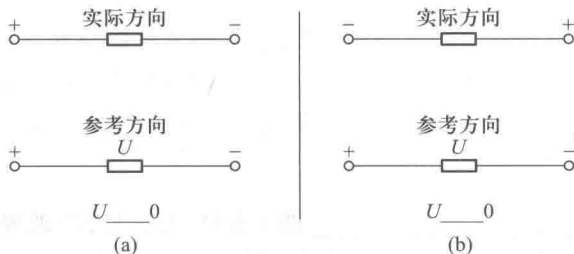


图 1.12 电压参考方向和电压实际方向

3. 电压、电流参考方向表示法。

(1) 电流: 有 _____ 种表示电流参考方向的方法。

① 用箭头表示: 箭头的指向为 _____;

② 用双下标表示: 例如 i_{AB} 表示电流的参考方向为 _____。

(2) 电压: 电压也称为电位降, 有 _____ 种表示电压参考方向的方法。

① 用箭头表示:

沿着箭头的方向, 电位在 _____;

② 用正负极性表示:

沿着参考方向, 正端比负端的电位 _____;