

新课改高中物理教材中出现的“循环论证”

顾 闻

一、什么是循环论证

设有命题 A 、 B 、 C ，且 $A \wedge B \Rightarrow C$ 、 $C \Rightarrow A$ ，如今已知 $B = \text{True}$ ，求证 $C = \text{True}$ 。循环论证者认为：因为 $C \Rightarrow A$ ，所以 $A = \text{True}$ ，因为 $A \wedge B \Rightarrow C$ 、 $A = \text{True}$ 、 $B = \text{True}$ ，所以 $C = \text{True}$ 。

显然，这个论证过程有错误。论证者在第一步由 $C \Rightarrow A$ 便得出 $A = \text{True}$ 时，实际上已经用到需要证明的结论： $C = \text{True}$ ，即论证者把结论悄悄作为条件引用了，这样的证明过程显然有悖逻辑。我们把这种证明过程称为“循环论证”。

二、出现在课本中的“循环论证”

下面是笔者在《物理》(人民教育出版社，普通高中课程标准实验教科书)中发现的两处“循环论证”。

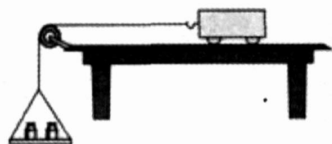


图 1

第一处是《物理(必修一)》第四章第二节《实验：探究加速度与力、质量的关系》，实验的目的是验证 $a \propto F$ 、 $a \propto 1/m$ 。现将“参考案例”摘录如下。“两个相同的小车放在光滑水平板上，前端各系一条细绳，绳的另一端跨过定滑轮各挂一个小盘，盘中可放砝码(图 1)。实验时，小盘和砝码牵引小车，使小车做匀加速运动的力与小盘和砝码的重力相等。因此，增减小盘中的砝码就可以改变小车受到的合力。”“两小车后段各系一条细绳，一起被一个夹子夹着而使小车静止(图 2)。打开夹子，两小车同时开始运动，关上夹子，两小车同时停下来。用刻度尺测出两小车通过的位移，位移之比就等于它们的加速度之比。”“为了改变小车的质量，可以在小车中增减砝码。”

现在，我们将实验思路命题化。令 $A = \text{“增减砝码质量可以改变小车受到的合力，两者成线性关系”}$ ， $B = \text{“小盘中的砝码$



质量与小车的加速度成线性关系”，其中 B 是可以通过实验测量得出的真命题。我们可以更简洁地表示 A 、 B ： $A = \text{“} m \text{ 砝码} \propto F \text{”}$ 、 $B = \text{“} m \text{ 砝码} \propto a \text{”}$ 。因此 $A \wedge B \Rightarrow a \propto F$ ，记作 $C = \text{“} a \propto F \text{”}$ ，另 $D = \text{“} 1/m \propto a \text{”}$ 。书中对命题 C 的证明采用的是 $A \wedge B \Rightarrow C$ 。也就是说仅当 $A = \text{True}$ 且 $B = \text{True}$ 时， $C = \text{True}$ 。其中命题 $B = \text{True}$ 是已知条件，然而命题 A 的真值并不知道。要想说明命题 A 为真，必然会用到公式 $G = mg$ ，而 $G = mg$ 正是牛顿第二定律 $F = ma$ 的一种特殊形式！

我们可对上述论证思路作如下描述：因为 $C \wedge D \Leftrightarrow F = ma \Rightarrow A$ ，所以 $A = \text{True}$ ；因为 $A \wedge B \Rightarrow C$ 、 $A = \text{True}$ 、 $B = \text{True}$ ，所以 $C = \text{True}$ 。显然这一过程使用了“循环论证”——只有在“认为牛顿第二定律是正确的”的情况下，命题 A 才为真，而命题 A 却恰恰是用来验证牛顿第二定律的！

第二处“循环论证”在《物理(必修二)》中第五章第九节《实验：验证机械能守恒定律》(如图 3)。文中实验的设计思路是这样的： $\Delta E_p = -\Delta E_k \Leftrightarrow mgh = -[(1/2)mv^2 - 0] \Leftrightarrow v^2 = 2gh$ 。于是，验证机械能守恒定律的问题简化成了验证 $v^2 = 2gh$ 这样一个运动学公式。同样，我们将这种思路命题化： $A = \text{“}\Delta E_p = -\Delta E_k \text{”}$ ， $B = \text{“}v^2 = 2gh \text{”}$ ， $A \Leftrightarrow B$ 。

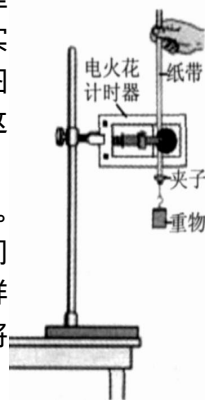


图 3

按照实验步骤，使用打点计时器可以验证 B 为真，这样看来这个实验似乎没有逻辑矛盾。但事实上，它同样也是一种循环论证， $\Delta E_k = (1/2)mv^2$ 实际上就是由运动学公式推导出来的。 $\Delta E_k = F \times \Delta s = F \times (1/2)at^2 = (1/2)m(a^2t^2) = (1/2)mv^2$ 。因此文中在论证 $A \Leftrightarrow B$ 的过程中，已经默认运动学公式是正确的，它用到了 $\Delta E_k = (1/2)mv^2$ 。但这种“默认”是不允许的，因为默认运动学公式的正确性就是直接默认命题 B 是真命题，这样必然会导致

“黑盒子”的设计与检测

戴心锐 刘燕玲

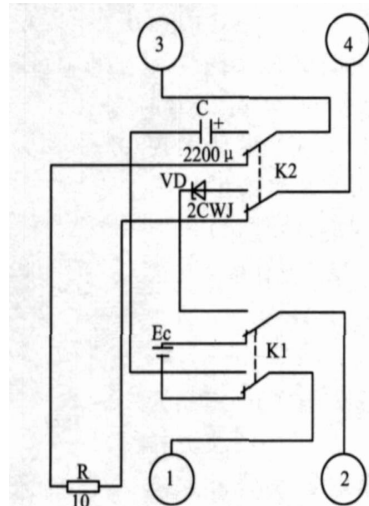


重庆大学数理学院物理实验中心是全国中学生物理竞赛实验培训基地之一。

在该中心开办的培训班中,根据全国中学生物理竞赛实验操作要求,围绕拓展参赛者的思维空间,提高参赛者动手解决实际问题的能力,开设了热学、光学、电学、力学等内容的实验。这些实验内容各具特色,激发了受训同学对物理实验的浓厚兴趣。本文就介绍该中心为竞赛参加者开设的一种电学实验——“黑盒子”实验。

“黑盒子”实验简介

“黑盒子”实际上是一种密封的待测元件盒,盒里的元件有干电池、定值电阻、电容器、半导体二极管等(如图所示,可根据要求变换盒里的元件)。盒外可见的有四个接线端(即检测点)①、②、③、④,各



黑盒子内元件线路图

接线端通过导线和两个双刀双掷开关变换触点位置,可分别连接盒内的待测元件,在两个双刀双掷开关的控制下,任意两检测点只有一个元件连接,或两检测点形成通路或断路状态。这样,实验操作者只要分别改变盒外的两个双刀双掷开关手柄方向(制作时两个开关并排地安装整齐,并注明“开关1”“开关2”,还要在盒上注明开关手柄朝向的“上”“下”标记)。然后分别按序 a. 开关手柄1朝“上”,开关手柄2朝“上”;序 b. 开关1手柄朝“下”,开关2手柄朝“下”;序 c. 开关手柄1朝“上”,开关手柄2朝“下”;序 d. 开关手柄1朝“下”,开关手柄2朝“上”,结合盒外四个接线端的编号,列出如下相同的四个表,注明

红表笔	①	①	①	②	②	②	③	③	③	④	④	④
黑表笔	②	③	④	①	③	④	①	②	④	①	②	③
数据记录或数据变化状态												
判断是何元件或检测两点的通、断状态												
极性正	正极											
负判断	负极											

填表说明:

一、①、②、③、④表示“黑盒子”外的四个检测点。

二、“数据记录或数据变化状态”表格里填测读数据,并注明单位。如果检测时数据有规律地变化,则表格里填“数值由大变小再变大”。

三、“判断是何元件或检测两点的通、断状态”表格里,如判断是元件则填元件名称,如判断没有元件,则填检测的两点处于“通路”或“断路”。

四、“极性正负判断”表格里,如判断是电池或二极管或电解电容则填检测端序号,如:判断检测点①为正极,则在正极栏填①、负极栏填②。判断是其他情况,表格不填。

“循环论证”。也就是说,这个实验失去了验证机械能守恒定律的作用。

三、后记

“……还有一些实验,尽管我们已经知道答案了,尽管理论预言已经确立了,理论并没有任何怀疑了,我们还是要做,因为现象本身太迷人了,而且可能带来进一步的实验,我们只需要向前走,去发现。”——引自温伯格(S. Weinberg)的《终极理论之梦》。

当一个理论被实验验证时,无疑是一个巨大的

鼓舞。可是,只有实验真正起到验证理论的作用时,实验才是试验。实验与理论和谐统一的故事,永远都是物理学定律无限伟大和优美的神话!

(江苏省天一中学高二(9)班 214101)

编者按: 闻阔同学通过自己的思考指出了高中物理教材中出现的两处“循环论证”问题,如果其他老师、同学觉得此提法有一定道理或者存在某些问题,欢迎来稿进一步讨论。