

# 指导学生“研制水火箭”的做法

康良溪

(福建省同安一中 361100)

高一年级物理新教材“课题研究”部分引用新修订的教学大纲的话：“在高级中学开展课题研究，是全面培养学生综合所学知识的能力、收集和处理信息的能力、分析和解决问题的能力、语言表达能力以及团结协作能力的重要环节。”“研制水火箭”是高一物理课后研究课题示例之一。该课题研制取材容易，学生课内课外，校内校外均可进行。有关研究性学习，新修订的教学大纲要求培养学生什么样的能力，已是很明确了，为了贯彻落实教学大纲提出的培养能力精神，本文拟谈指导学生“研制水火箭”的做法。

## 一、指导方法

现状分析：有关学生“水火箭的研制”课题，不管是一级、二级的水火箭，目前有关书本或杂志介绍的，基本上是“如何制作”、“如何发射”，以及在文章的开头或结尾简单点击说明是“反冲运动”的原理体现，这样的研究显然是不够的。从教师而言，对于如何通过指导学生“研制水火箭”来落实物理教学大纲提出的研究性学习课题的培养能力精神还是谈得少。

我们的做法：首先是明确认识，研制水火箭不能单纯地只看水火箭发射多高，或只发射几次玩玩而已，过于粗浅地认为原来是这么回事罢了，缺乏深入的研究。我们认为重要的是学生能运用所学知识进行研究，既然是研究，那么就不能只重视结论去看水火箭发射多高而忽视了研究过程。结论固然重要，但是作为学生研究性学习，其过程更重要，过程是体现学生的研究从理论到实践，实践印证理论，以及学生创新意识表现。像这样的研究性学习，最终要达到让学生了解科学过程，掌握科学的方法，培养科学的精神，端正科学态度，树立科学的价值观的目的，全面体现知识与技能，过程与方法，情感态度与价值三位一体的功能，从而实现培养能力的目标。

具体指导：确定研究对象，先从简单的研究起，若连简单的都研究不了，那么复杂一点的更是无法研究。因此，我们指导学生先用一个可乐瓶作箭体为研究对象；然后分小组有的选二、三个瓶子串联作箭体，研究一级水火箭，有的选二个瓶子作箭体，研究二级水火箭。为了使学生的视野更开阔，我

们指导学生运用多个课内所学知识进行研究，使研究试验得到发挥与延伸。水火箭研究运用的知识可以是：反冲运动、玻意耳定律（该定律是高二年级物理内容，可以事先指导学生自学该章知识）、测量打气管体积（游标卡尺和直尺的使用）、流体力学等。

运用数据分析法和图像分析法进行研究，对试验进行误差分析。从制作（包括找材料）到发射水火箭，从分析水火箭发射不高的原因到改进试验装置及操作方法，均由学生自己动手动脑进行。我们避免了给出具体步骤，限制学生的思路。要求学生操作训练要到位，只有熟练掌握试验过程的发射技巧，以及正确使用打气管保证每次打的气量相同，才能提高试验数据的准确性、有效性。学生也只有通过操作训练才学会鉴别试验数据是否可靠。反之，数据的可靠性差了，则会影响试验的结论。要求“研制水火箭”课题成果形式：既有研究报告又有仪器制作作品。我们的学生又在校科技节时向全校同学展示与表演了水火箭，以示汇报和交流。

整个指导过程，我们注意强调几个环节：研究目的；理论依据；提出问题；猜想与假设；制定研究计划；收集材料与制作；获取数据、处理数据；分析与论证；总结经验，使这几个环节在学生的交流与合作的研究性学习中进行。这样，学生按科学探究的过程来进行研究性学习，了解了科学探究的主要环节，体会科学探究的过程和乐趣，有效地提高探究的水平，基本贯彻落实了物理教学大纲提出的关于研究性学习课题的培养能力精神。

## 二、学生研制情况

现在，人类实行科研的空间不再局限于地球了，需要到太空中开辟新的天空领域。从地球到大气层以外的太空中，必不可少的“交通工具”，就是火箭。所以，我们研究性学习的课题就是——水火箭。

水火箭是新编高中物理第一册的研究性学习的一个课题。我们选择其进行研究。它包括了以下几点物理知识和原理：

### 1. 反冲作用

反冲作用是一个物体与另一个物体（或一个整体

现代物理知识

中的两部分)相互作用时,第一部分对第二部分作用力的反作用力可以推动第一部分向前运动。由于两部分的相互作用是变化的,不能直接应用牛顿第二定律进行求解,必须应用动量定理或动量守恒定理来进行研究,但反冲运动的本质就是牛顿第二定律。

在我们的实验中,水火箭这个整体是由水(燃料)和可乐瓶(箭身)所组成的。水火箭发射初速度  $v_0$  的推算如下:

设火箭(含水)的质量为  $M$ ,水的质量为  $m$ ,水喷出的速度为  $v$ ,水火箭的速度为  $v_0$ ,根据动量守恒定理:  $(M - m)v_0 = mv$ ,得:  $v_0 = mv / (M - m)$

### 2. 玻意耳定律

玻意耳定律是一定质量的气体,在温度不变的情况下它压强和体积的乘积保持不变,即:  $PV = C$  (定量)。

我们设瓶的容积为  $V_{\text{瓶}}$ ,水的体积为  $V_{\text{水}}$ ,打气筒的体积为  $V_{\text{筒}}$ ,打气的次数为  $n$ ,则一个大气压的气体体积为  $V_{0\text{气}}$ ;而瓶内压缩气体的体积就为  $V_{\text{压缩}} = (V_{\text{瓶}} - V_{\text{筒}})$ ,气体的压强为  $P_{\text{max}}$ ,大气压强为  $P_0$ 。水火箭内气体的最大压强  $P_{\text{max}}$  的推算如下:

根据玻意耳定律;  $P_{\text{max}}(V - V_1) = nP_0V_1 + P_0(V_{\text{瓶}} - V_1)$  我们可以算出瓶内气体的最大压强。

$$\text{得: } P_{\text{max}} = \frac{P_0V_{0\text{气}}}{V_{\text{压缩}}} = \frac{P_0(nV_{\text{筒}} + V_{\text{瓶}} - V_{\text{水}})}{V_{\text{瓶}} - V_{\text{水}}}$$

### 3. 研究的问题(实验目的)

水火箭发射的高度与哪些因素有关?关系如何?

瓶子内装一定量的水时,使瓶内的气体压强达到最大时,其压强为多大?

当瓶内的气体压强最大,选取不同体积的水时,箭体发射的高度为多少?

### 4. 研究的过程

#### (1) 实验器材:

箭体:1330ml 可乐瓶(由于可乐瓶可承受的压强较大)。

橡皮塞、气门芯,铁片、铁线和耐力纱绳线(封闭瓶体)。

打气筒:加压工具。

游标卡尺、毫米刻度尺.....测量打气筒的容积。

水:相当于“燃料”。

量筒:测量水的体积。

火柴(或剪刀等可使纱线断开的器材)

#### (2) 实验装置:

制作瓶塞:用自行车的气门芯和橡皮塞构成的(如图 1 所示),其作用是导向气体的输入。

制作活动夹板:由于橡皮塞与瓶口的摩擦力有限,当瓶内气压增大时,橡皮塞将被冲开,箭体的发射也就不高。为增大箭体的发射高度,必须增大瓶内气体的压强,因此必须固紧瓶塞。这就需要用铁片做一个活动夹板来卡住橡皮塞。活动夹板所用材料是1.8 mm的铁皮,制成后的形状和尺寸如图 2 所示。

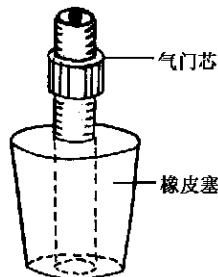


图 1

图 2

具体装置:将直径  $\phi = 3$  mm 的铁线折弯留出圆型卡孔(能卡住铁片一端的耳朵),再将两铁线拧成长度适当的一股,后将两铁线绕上瓶颈再拧紧并留出适当的长度打成圆圈(绑纱线用)。当橡皮塞紧塞瓶口后,活动夹板一端的(耳朵)套在铁线上端的圆

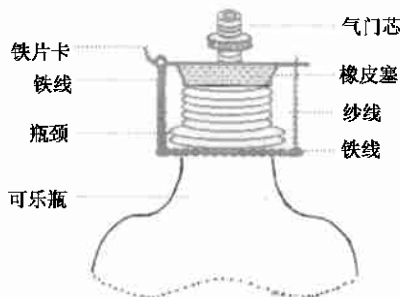


图 3

型卡孔上,活动夹板的另一端(耳朵)与铁线的另一端圆圈再用纱线捆紧。其装置如图 3 所示。

#### (3) 实验步骤:

测定套装的空瓶所能承受的最大气体压强  $P_{\text{max}}$ ;在箭体中加入适量的水;对箭体进行密封(用铁片,橡皮塞和绳子);

安装火箭,如图 4 所示;发射并记录。

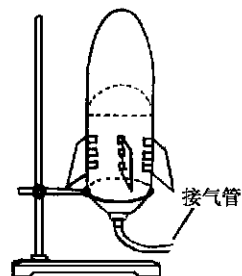


图 4

注意事项:

加水时应注意用量筒量出水的体积,再将水加入瓶内并记录水量。

密封时应注意将橡皮塞塞紧,活动夹板的耳朵与铁线的另一端圆圈要用纱线捆紧。防止在打气的过程中瓶内的水由于瓶内气压大而漏出。

安装时应注意将水火箭的箭体要竖直放稳,防止在发射时倾倒而伤人。

#### (4) 现象分析:

我们将实验中遇到的一些问题在这里进行讨论和研究。

在实验的打气过程中遇到一个问题就是如何判断瓶内的气体达到最大值?后来在试验很多次后,我们发现当瓶内的气体压强达到最大的时候,打气筒的活塞上的皮套会出现脱掉的现象。为了解决这个问题,我们对套装的瓶子所能承受的最大气体压强进行了多次测定,测定结果是:当用打气筒向空瓶内打气约 50 次时,瓶塞就会出现漏气,此时气压表的示数为 5 个大气压,相当于 500kPa,这就是套装的瓶子所能承受的最大气体压强。

在实验中,我们发现:当向瓶内打气,使瓶内的气压达到足够大时,因为瓶体是倒立放置的,水会从瓶口泄漏出来,把固定用的纱线弄湿。这样就无法用火将线烧断。这是由于橡皮塞的紧固密封程度有限。于是我们采取了另一种相对实用的方法,就是用剪刀将纱线剪断,这样从剪绳子到火箭发射的时间被缩短。这样可以减少流出瓶外的水量,增加水火箭发射升空的高度。

在实验中我们还发现,水火箭在上升过程中,并不是竖直上升的,经常会发生瓶体倾斜的现象,导致水火箭上升的高度不能令人满意。为使水火箭能竖直上升,我们分析:应当减少大气阻力对箭体的作用,并提高箭体飞行的稳定性。这就必须把箭体的顶端做成圆锥体,箭体本身应是相当于流线体,在安装箭体时还要注意竖直放置。这样既减小空气对箭体阻力,又可以提高箭体飞行的稳定性,使箭体能竖直升空。为竖直安装箭体,我们还制作了一台发射架。

在实验中我们解决了上述问题后,还发现在火箭的升空过程中火箭的轨道还会发生轻微偏离,这样对火箭升空高度还是会受到一定的影响。于是我们对火箭体的流线型进行了改造,我们将火箭尾部的“翅膀”做成螺旋状。这样火箭发射后就会螺旋式上升,由于箭体的旋转,稳定性增强,飞行的轨迹就接近于

直线,其发射后上升的高度也就有了一定的增加。

#### (5) 实验计算原理:

计算打气筒内气体体积  $V_{1筒}$ :

设打气筒的内径为  $r$ ,高为  $H$ ,则打气筒内气体体积  $V_1$  的计算是: $V_{1筒} = r^2 H$ 。

根据测量: $r = 1.4\text{cm}$ ,  $H = 33\text{cm}$ 。得: $V_{1筒} = 203\text{ml}$ 。

计算用打气筒打入瓶内一个大气压的气体体积  $V_{0n} = n \cdot V_{1筒}(\text{ml})$ 。

计算瓶内压缩气体体积  $V_{气}$ :由: $V_{压缩} = V_{瓶} - V_{水}$ 。

计算瓶内一个大气压气体的总体积  $V_{0总}$ :由: $V_{0总} = V_{瓶气} + V_{0n}$ 。

计算瓶内气体的实际压强  $P_{气实} = P_{max}$ :

$$\text{由: } P_{max} = \frac{P_0 V_{0气}}{V_{压缩}} = \frac{P_0 (nV_{1筒} + V_{瓶} - V_{水})}{V_{瓶} - V_{水}}。$$

计算空瓶内气体最大压强  $P_{气}$ ,得:

$$P_{max} = \frac{P_0 (nV_{1筒} + V_{瓶} - V_{水})}{V_{瓶} - V_{水}} = 863\text{kPa}$$

#### (6) 实验记录表:

项目	次数					
	1	2	3	4	5	6
空瓶的容积 $V/(\text{ml})$	1330	1330	1330	1330	1330	1330
瓶内水的体积: $V_{水}/(\text{ml})$	300	400	500	600	700	800
瓶内压缩气体体积: $V_{压缩}/(\text{ml})$	1030	930	830	730	630	530
打气筒打气次数 $n/\text{次}$	35	34	32	30	27	20
打气筒打入气体总体积: $V_{1n}/(\text{ml})$	7105	6902	6496	6090	5481	4060
瓶内 1 大气压气体体积 $V_{0'}/(\text{ml})$	8135	7832	7326	6820	6111	4590
计算瓶内气体压强: $P_{max}/(\text{kPa})$	789.8	894.6	882.6	934.2	970.0	866.0
实际瓶内气体压强: $P_{max}/(\text{kPa})$	411	465	460	485	500	450
水体积和瓶内气体体积之比:(%)	29.1	43.0	60.2	82.2	111.1	132.0
箭体发射高度: $H/\text{m}$	21	23	24.5	25	24	21

水火箭的射高是以楼层高度为参考系的。从表格中可以看出:

瓶内气体的最大压强与打气的次数的关系是:瓶内水的体积越大,打气的次数就减少,瓶内的气体量就减少,但各次瓶内气体的最大压强的变化并不很大。

当瓶内水的体积接近瓶子容积的(1/2)时,水火箭发射的高度为最高。

(7) 水的体积与发射高度的关系(图 5)。

#### (8) 实验结论:

从以上的表格数据和图像中可以看出:

水火箭的发射高度跟瓶内气体压强有关:瓶内气体压强越大,水火箭发射的高度就越高。

# 现代物理知识学习是培养中学生科学素养的新途径

沈亦红

(宝鸡文理学院物理系 陕西 721007)

国际世界已进入知识经济时代,高质量的人才,国民的综合素质是一个国家在 21 世纪能否具有国际竞争力,能否进行良性发展的关键。所以世界各国,特别是发达国家,如美国、日本、法国和英国等国家。他们竞相对基础教育进行改革,一致把人的全面发展作为基础教育的基本目标,重视培养中学生的科学素养。

物理学在培养学生科学素养方面有着十分重要的地位。在中学物理教学中要培养学生的科学素养,途径很多,如物理学史的学习、物理实验等等,这方面的文章也出了不少。而近代物理学在对中学生科学素养,培养方面的作用关注的人目前还较少。作者认为在中学物理教学中有效地讲授现代物理知识,是提高学生科学素养的新途径。而且在知识快捷更替和发展的今天让中学生了解科学发展的前沿是十分必要的。

## 1. 科学素养的定义

科学素养主要是指人们在认识自然和应用科学知识的过程中表现出来的内禀性。它的内涵和外延非常的深刻而广泛,包括政治的、伦理的、道德的以及科学本身等方面。单就科学本身而论,科学素养包括科学思想、科学方法、科学精神、科学态度、科学意识等。科学素养具有整体性、基础性、普遍性和稳定性。

## 2. 现代物理知识在中学物理中讲授的迫切性

我国现用的各种版本的初、高中物理教材基本上都是力、热、光、电部分中的经典内容,原子物理部分也只停留在对原子结构及能级的讲解上。新的实验教材虽作了一些改变,但这些变化都集中在增加学生生活、社会性物理知识的应用和提供学科内进行研究性学习的材料方面,在近代物理知识的吸纳方面,我认为做的很不够。最近几十年人类知识的增加量超过了在这之前所有知识量的总和。我们的基础教育如果不能在教学内容快速增加一些前沿知识的介绍和让学生进行一些准备性学习,那我们的基础教育可以说是缺失的。

在中学增加现代物理知识讲授不仅要让中学生学习有关基本知识,同时,还要通过现代物理知识的讲授达到其他经典物理内容教学不能比拟的科学思维方式训练,开阔学生知识视野。由于经典物理的“机械性”、“绝对性”对学生思维影响的根深蒂固,在大学里有将物理系戏称为“机械学院”。近代物理以其“相对性”有利于培养学生思维的灵活性。所以我认为在中学应适当加大现代物理知识内容的编排。

## 3. 现代物理知识在中学物理中讲授的可能性

对于在中学物理中增大现代物理知识内容的观点,会有相当一部分人认为不妥——拔苗助长吗!认为高深的物理知识、理论以中学生的知识基础不

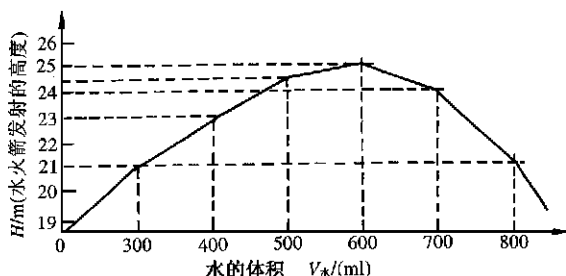


图 5

水火箭的发射高度跟瓶内水的体积有关:当水的体积比瓶内气体的体积相差较大时,水火箭发射的高度不是最高,当水的体积接近瓶内气体的体积

时,水火箭发射的高度为最高。

通过这一阶段的实验和研究,我们认识到了简单的事物里面却蕴藏着很深刻的道理。只有当我们认真观察、探索和研究,才发现它里面有着不少鲜为人知的道理。“水火箭”的研究在很多人看来是很枯燥甚至认为是无聊的。但我们一直坚持着完成了我们的探索和研究,查找了不少资料,让我们学到了许多课外的知识,而且让我们学到了课本上所学不到的科学探索 and 科学研究的方法。这让我们增强了更多的勇气和意志去克服学习上的困难,而更重要的是,我们学到了怎样学习的方法,这就更加坚定了我们的决心和信心,我们一定要,也一定能学好物理知识。