

中等专业学校教学用书

医药性质专业适用

物 理

WULI

人民教育出版社

序

江苏省卫生厅遵照中华人民共和国卫生部的指示，組織我們四所医学院、校的一部分物理教师，在中共南通医学院党委会的领导下，編写了物理学教材初稿，經南京药学院汪积恕等同志审閱，最后修改定稿。

本书是以毛澤东思想为指导。根据教学改革的精神，并参考了各中等医药学校提供的意見进行編写的，注意了保持物理学的系統性和完整性，以及与医药专业的結合。并尽量避免与初中物理課程内容重复。对于目前在生产上与医学上应用极为广泛的无线电、半导体和放射性同位素等内容，有較多的讲述，并充实了某些基础知識(如电磁学、交流电等)的内容。此外本书并反映了物理学上的新成就和提出了这些成就在生产上和医学上的应用。内容重視理論与实际的結合。书末附有实验内容，以扩大、加深和巩固学生的理論知識和培养学生掌握物理学的基本測量技术和实验方法。編排上分为大小字体，供应用时灵活掌握。

由于編者的水平和教学經驗所限，加之編写時間匆促，特别是对教学改革的精神还領会不深，内容上难免存在不少缺点和錯誤，恳切地希望使用这本教材的有关学校领导、教师和同学多多提供意見。賜教請寄北京人民教育出版社高教用书編輯部轉。

編者

目 录

序.....	iv
绪论.....	1

第一章 直线运动

1-1. 机械运动.....	5
1-2. 转动·平动.....	6
1-3. 匀速直线运动·速度.....	7
1-4. 矢量和标量的概念.....	9
1-5. 力·力的相互作用.....	10
1-6. 力的合成和分解.....	11
1-7. 变速直线运动·即时速 度和平均速度.....	13
1-8. 匀变速直线运动·加速 度.....	14
1-9. 匀变速直线运动的路程 公式.....	16
1-10. 重力加速度.....	17
1-11. 运动定律·质量.....	19
1-12. 力学单位制.....	21

第二章 曲线运动

2-1. 曲线运动的条件.....	23
2-2. 平抛物体的运动.....	25
2-3. 匀速圆周运动·角速 度.....	27
2-4. 线速度·角速度和角速 度的关系.....	28
2-5. 向心力·向心加速度·向 心力.....	29

第三章 功和能

3-1. 功和功率.....	34
3-2. 动能.....	36
3-3. 重力势能.....	37

3-4. 机械能·能量转换和守 恒定律.....	38
-----------------------------	----

第四章 流体动力学

4-1. 理想流体·稳流.....	40
4-2. 流管.....	43
4-3. 运动流体中的压强.....	45
4-4. 液体的空吸作用(水流抽 气机、喷雾器).....	46
4-5. 液体的粘滞性.....	48

第五章 波动与波

5-1. 简谐运动.....	50
5-2. 单摆.....	52
5-3. 波·横波和纵波.....	54
5-4. 波长·频率·波速.....	56
5-5. 声波及其传播.....	56
5-6. 超声波的获得和它的应 用.....	57

第六章 气体的性质

6-1. 理想气体的状态方程.....	60
6-2. 气体的液化及其应用.....	62

第七章 液体的性质

7-1. 液体的表面张力.....	65
7-2. 浸润现象.....	67
7-3. 毛细现象.....	69

第八章 热和功

8-1. 内能·功·热量.....	70
8-2. 包含热现象的能量守恒 与转换定律.....	72

第九章 电场

9-1. 电荷的相互作用·库仑	
-----------------	--

定律.....	74
9-2. 电场和电势强度.....	78
9-3. 电力线.....	81
9-4. 静电势、电势.....	83
9-5. 电场强度和电势差的关系.....	86
9-6. 电场中的导体.....	88
9-7. 电场中的电介质.....	91
9-8. 导体的电容 电容器.....	92
9-9. 电容器的串联和并联.....	95

第十章 直流电

10-1. 电流.....	99
10-2. 导体的电阻.....	101
10-3. 电阻的串联和并联.....	103
10-4. 电源的内电阻和电动势、全电路欧姆定律.....	106
10-5. 电池的连接.....	109
10-6. 电流的功和功率.....	111
10-7. 电流的热效应、焦耳楞次定律.....	115

第十一章 气体中的电流

11-1. 气体的导电.....	116
11-2. 大气压下气体的放电.....	117
11-3. 稀薄气体中的放电.....	119
11-4. 阴极射线.....	120

第十二章 电流的磁场

12-1. 磁感应.....	122
12-2. 磁感线对电流的作用、磁感强度.....	124
12-3. 磁力线、磁通量.....	126
12-4. 介质对磁感的影响.....	129
12-5. 动圈式电流计.....	130
12-6. 安培计和伏特计.....	131

第十三章 电磁感应

13-1. 电磁感应现象、楞次定律.....	136
------------------------	-----

13-2. 法拉第定律.....	138
13-3. 自感与互感.....	140
13-4. 感应圈.....	144

第十四章 交流电

14-1. 交流电、电动势和电流温度的有效值.....	147
14-2. 仅有自感的交流电路.....	151
14-3. 仅有电容的交流电路.....	153
14-4. 电阻、自感和电容串联的交流电路.....	155
14-5. 交流电功率.....	158
14-6. 变压器.....	160
14-7. 三相交流电.....	162
14-8. 交流测量仪表.....	163

第十五章 无线电基础

15-1. 电磁振荡、阻尼振荡和强迫振荡.....	165
15-2. 电磁波.....	168
15-3. 电磁波的发送和接收.....	172
15-4. 热电子发射、电子管.....	174
15-5. 电子管整流器.....	178
15-6. 电子管放大器.....	180
15-7. 电子管振荡器.....	183
15-8. 检波器.....	184
15-9. 三管接收机.....	185

第十六章 半导体

16-1. 半导体的导电性质.....	187
16-2. 半导体整流器和放大管.....	189
16-3. 热敏电阻.....	191
16-4. 半导体温差电现象.....	192
16-5. 光敏电阻.....	194
16-6. 光电池.....	195

第十七章 光医学

17-1. 发光强度、光通量.....	195
17-2. 照度.....	198

17-3. 照度定律	198
------------	-----

第十八章 几何光学

18-1. 光的折射	201
18-2. 全反射	203
18-3. 透镜	204
18-4. 透镜	206
18-5. 透镜成像作图法	207
18-6. 透镜公式	209
18-7. 眼睛	211
18-8. 显微镜	212

第十九章 光的波动性和 粒子性

19-1. 波的干涉	215
19-2. 光的干涉	216
19-3. 光的色散	217
19-4. 红外线和紫外线	219
19-5. 光电效应	222
19-6. 光电管及其应用	224
19-7. 光的本性	225
19-8. 电子显微镜	226

第二十章 原子结构

20-1. 原子的核外结构	228
20-2. 伦琴射线	232
20-3. 伦琴射线的剂量单位 伦琴射线在医学上的应用	235

第二十一章 原子核

21-1. 原子核的组成	237
21-2. 结合能	238
21-3. 放射性物质蜕变的位移 定则	241
21-4. 半衰期·放射性单位	243
21-5. 放射性的探测	245
21-6. 核的人工蜕变·人为放 射现象	247

21-7. 放射性同位素在医学上 的应用	249
21-8. 裂变链式反应	251
21-9. 反应堆的构造和工作原 理	252
21-10. 核的衰变	255
21-11. 基本粒子	257

物理实验

测量误差	259
实验一、基本量度	261
实验二、两个成角度的力的合 成	264
实验三、用单摆测定重力加速 度	266
实验四、研究气体方程	267
实验五、用直流电表测定电 阻	269
实验六、测定电源的电动势和 内电阻	269
实验七、用惠斯登电桥测定电 阻	270
实验八、安培表、伏特表的校准 和万用电表的使用	272
实验九、用交流安培表和伏特 计测电容和电感系 数	275
实验十、阻容电路的安装	278
实验十一、交流三管收音机的安 装	279
实验十二、测定玻璃的折射率	281
实验十三、测定透镜的焦距和研 究物象的关系	283
实验十四、光电自动控制电路的 制作	284
实验十五、用云室观察粒子径 迹	286
附录	287

緒 論

自然科学是以自然界作为研究对象的。研究自然科学的目的就是要发现自然界的各种规律，并在实践中运用这些规律来利用和改造自然，为人类谋福利。

自然界是由各种各样的物质构成的。凡是不依赖于我们意识而存在，并能作用于我们的感觉器官而引起感觉的东西都是物质。自然界中的各种物质总是在不断地变化着。例如物体的相互位置的变化，物体的状态变化、化学变化和生物的生长等等，所有这些变化都叫做运动。物质和运动是不可分割的，没有物质的运动和没有运动的物质同样都是不存在的。因此，整个自然界就是由各种各样的运动着的物质组成的。

物质的运动具有无限的多样性，物质运动的最普遍形式是物体的机械运动、分子的热运动、电子运动和原子核的运动等。物理学研究的就是物质的这些普遍的运动形式的规律以及它们之间的相互转换。

物理学对于科学技术的发展有着十分重要的作用。近代尖端科学技术如原子能的和平利用、放射性同位素在工农业生产和医学上的应用、无线电电子学、半导体、自动控制和火箭技术都是近代物理学发展的结果，没有物理学的基础知识要掌握这些尖端科学技术是不能想象的。因此物理学在自然科学中占有重要的地位。

物理学和生产也有着密切的联系，科学起源于生产实践，古代建筑技术和军事技术的需要，促使力学得到了最先的发展。十七世纪时，由于蒸汽机的应用，为了提高它的效率就要求物理学从理

論上来解决这个問題，这就使热学得到了发展。还有无数事实都可以說明生产实践是物理学和其他自然科学发展的最根本的动力。物理学的发展对推动生产技术的进步和提高也有重大的意义。由于电磁学的发展建立了电气化的基础。原子核物理学的发展为生产获得了巨大的能源，引起了生产技术的根本变化。无线电电子学、超声波技术和自动控制在各个生产部門中已經得到了广泛的应用，将大大地促进我国生产技术的发展和提高。目前，在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，在持續大跃进的形势鼓舞下，我国广大劳动人民发挥了无穷的智慧和創造精神，在党的领导下正开展着轰轰烈烈的技术革新和技术革命运动，在生产上广泛应用了尖端科学的最新成就，使我国的工农业生产向着机械化自动化的道路迅速前进。在这次技术革新和技术革命运动中，一定会向物理学提出許多新問題，对物理学的发展提出更高的要求，同时生产的发展也将为物理学提供丰富的实践經驗和物质基础，将为物理学提供大量精密的现代化的仪器設备。所有这些，都为物理学的发展提供了有利条件。可以預料，在技术革命和文化革命的新形势推动之下，我国的物理学一定能很快地发展，迅速达到世界先进水平。

物理学和医学也有很大的关系。我們知道，人体内部发生的生理过程总是和物理过程相联系的，例如神經傳导的过程和电現象相联系；人体体温的調节和热現象以及能量的轉換过程相联系等等。沒有物理学的知識，就很难理解这些生理过程的机制。同时，生活环境对于人体也有很重要的影响，例如温度、湿度、压强和放射綫等对人体都有很大影响。如果不了解这些物理因素的規律，就不可能了解人体在这些外界条件下活动的規律。因此，物理学是医学的基础，对于学习医学基础課程具备系统的物理知識是十分必要的。但是，在这里應該提出：物理学的理論和定律只是反

映物質普遍運動形式的規律，生命現象是物質的更高級形式，它有自己的特殊規律，物理定律只能有條件地應用到有機體。任何企圖把生命現象歸結為簡單的物理現象，企圖單純用物理定律去解釋生命現象都是錯誤的。

在醫學的診斷和治療方面，廣泛地應用着物理方法和物理學的儀器，例如倫琴射線診斷和治療疾病已經有了好幾十年歷史，它的診斷價值是人所共知的。利用物理學的原理製成的心電描記儀和腦電波儀可以用來診斷心臟和腦部的病患等病。在治療方面廣泛地應用着各種物理療法，如超高频電療、靜電療法、紫外線療法、離子透入療法等。近代物理學的最新成就也很快地被應用到醫學上來，電子學的發展為醫學提供了很多新型的精密醫療儀器，使醫學上能夠利用新的方法來診斷和治療疾病。例如利用電子線路可以方便地得到不同頻率和不同功率的超聲波，利用超聲波來治療疾病。由於脈沖技術的發展，有可能利用超聲波來探測腫瘤，對腫瘤病患進行早期診斷。放射性同位素在醫學上的應用也愈來愈廣泛，我國現在有很多地方已經利用放射性同位素診斷和治療疾病，這些科學上最新成就的應用一定會促進醫學的進一步發展。

由於上述的原因，我們必須重視系統物理知識的學習。通過學習使我們具備物理學的基本理論知識，在進行系統學習的同時，我們應該著重學好電磁學和無線電基礎和原子物理學。由於電磁學和無線電基礎對於醫學有特別重要的意義，所以我們除了必須要牢固地掌握基本理論以外，還應該掌握有關的實驗操作技術，並了解它們在醫學中的應用。隨著我國科學事業的進一步發展，放射性同位素在醫學上的應用也將愈來愈普遍，我們必須學好原子物理學，掌握這一部分的基本內容，使今後在工作實踐中應用放射性同位素時具有足夠的基礎知識。

物理學的內容非常豐富，與醫學的聯繫又極其廣泛，因此我們

必須通过反复思考、联系实际、深入理解理論知識，同时要不断把理論知識应用到实践中去。把理論知識与生产实际紧密地結合起来。理論来自实践，而理論的正确与否只有通过实践加以验证，因此实践是十分重要的。通过实践可以提高理論，反过来理論又可以更好地指导我們实践。我們在学习物理学时，也要貫徹这样的精神。实验是課程的不可分割的組成部分，通过实验可以巩固、扩大和加深对于知識的理解，并能学会綜合利用物理实验技术和方法去解决实际問題的能力，因此必須認真做好实验。同时应该把理論知識和生产劳动或科技活动結合起来，才能使我們的知識更加系统化和完整起来，才能牢固地掌握知識。

我国人民在党和毛主席领导下，正在进行着偉大的技术革命和文化革命，努力攀登科学和文化的高峰，我們青年学生是未来的卫生战綫上的有生力量，担負着为人民的健康和长寿服务，为社会主义建設事业和共产主义事业服务的光荣任务，担負着攀登医学科学高峰的偉大使命。因此我們必須發揮敢想、敢說、敢做的共产主义风格，創造性地进行学习、掌握物理学的基础知識和物理学上的最新成就，使我們在今后工作中自觉地把这些知識应用到实际工作中去，同时也要学好其他医学基础課程，为攀登医学科学高峰而貢獻出自己毕生的精力。

第一章 直線运动

1-1. 机械运动

宇宙中所有的物体,都处在毫不間断的永恒的运动状态中。在我們看来似乎是不动的物体(如房屋、树木、山岭等),实际上都在作极其复杂的运动,它們跟地球一道参与自轉和公轉。也許太阳和恒星是不动的吧?但是根据近代天文学的观测,它們也是以很大的速度在运动着。宇宙間绝对靜止的物体是不存在的。所以要描述物体的运动,就必须选择另一个运动物体作为参考,然后研究物体相对于参考物体是如何运动的。各种物体都可以被选为参考,比如研究車刀的运动,可以选定車床台基作为参考。研究人造行星的运动,可以选定运动着的太阳作为参考等等。这种描述物体运动时被选作参考的另一物体称为参考系。物体的位置由它到参考系的距离以及它的方向决定。物体对参考系的位置变化就叫做机械运动。

如果一个物体对参考系的位置沒有发生变化,那么物体相对于这个参考系就是靜止的。例如我們以地球作为参考系时,地球上的房屋、道路、树木等对地球来讲位置都沒有发生变化,因此房屋、道路、树木等物体相对于地球都是靜止的。又如甲乙二人以同一快慢并肩前进,如选甲做参考系,那么乙对甲来讲是靜止的,因为乙对甲来讲距离沒有改变,方向也沒有改变。在自然界中物体的靜止都是相对于参考系的靜止,因此一切物体的靜止都是相对靜止的。

参考系的选择沒有一定的标准,要看問題的性質和研究問題の方便来进行选择。例如研究地面上物体的运动,选择地球作为

参考系最为方便;研究火星的运动就要选择太阳做为参考系了。在本书中,我們討論到物体的机械运动,一般都是以地球作为参考系。

1-2. 轉动·平动

在自然界中物体的运动是非常复杂的,我們现在来研究机械运动的两种基本形式——轉动和平动。

如物体中各点在运动时都繞着同一直綫(旋轉軸)作圓运动,那么这种运动叫做轉动。例如門窗的开关、飞輪和螺旋桨的运动以及馬达轉子的运动皆是轉动的例子。应该注意,旋轉軸可以在物体内部也可以在物体的外部。

物体的平动是这样的:在物体中任意引一根直綫,如果在运动中該直綫总是与原来位置所引的綫保持平行,那么这种运动叫做平动。如果在选择的任意根直綫中,其中有一根直綫在运动中不与原来位置保持平行,那就不是平动了。例如图 1-1 中物体的运

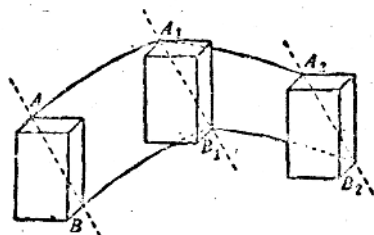


图 1-1. 物体的平动。

动就是物体平动的例子。平动的例子很多,象蒸汽机和內燃机里活塞的运动、刨床床面的运动等等都是平动。应该指出,物体的平动并不一定要沿直綫运动,也可沿着任意曲綫(在特殊場合下沿着圓周)运动。例如图 1-2 中,一物体的中心繞 O 点作圓周运动就是一例。在这个例子中,物体上任一点运动的轨迹都是圓,物体上 A

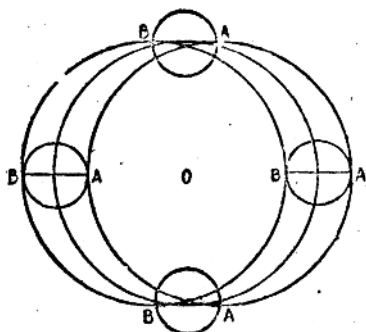


图 1-2. 物体的转动。

B 两点的联线在运动中总是保持与原来位置平行的。物体在平动时, 它的各点的运动都是相同的, 因此研究物体的平动, 只要研究它的任何一点的运动就行了, 在这里可以不用考虑它的大小和形状。为了使问题简化, 就可以用物体中任何一点的运动来代替这个物体的运动, 这种用来代替一个物体的点叫做质点。此外当所研究物体之间的距离比起它们本身的大小大得很多, 而且物体的转动在所研究的现象中又不起主要作用时, 也可以使用质点这一概念。比方说在研究地球绕太阳运动时, 可以将地球和太阳都看作质点。

1-3. 匀速直线运动 · 速度

在直线运动中, 如果在任意相等的时间内质点所通过的路程总是相等的, 那么质点的运动就叫做匀速直线运动。从这个定义可以看出, 时间增加到多少倍, 物体所经过的路程也增加到多少倍。举例来说, 如果物体在 1 秒钟内通过的路程是 20 厘米, 那么它在 2 秒钟内通过的路程是 40 厘米, 在 3 秒钟内通过的路程是 60 厘米。以 s 表示物体经过的路程, t 表示经过这段路程所需的时间

同时,可以列出下表。

时间 (t 秒)	路程 (s 厘米)
1	20
2	40
3	60
...	...

从表上可以看出,匀速运动的路程和时间成正比,路程与对应时间之比是不变的。

$$\frac{s}{t} = \frac{20}{1} = \frac{40}{2} = \frac{60}{3} = 20.$$

因此,在匀速直线运动中,路程和经过这段路程所需时间的比是一个恒量。

但是,在不同的匀速运动中,这个恒量的数值是不同的,这个比值越大,就表示在每秒内经过的路程越多,也就是物体运动得越快。因此,这个恒量可以表示匀速运动的快慢,我们把它叫做匀速直线运动的速度。

匀速直线运动的速度是路程跟经过这段路程所需时间的比,以 v 表示速度时

$$v = \frac{s}{t}. \quad (1-1)$$

从上式可以看出,速度在数值上等于物体在单位时间内通过的路程。速度愈大,物体在同一时间内通过的路程也就愈大。

速度的单位是长度单位和时间单位的组合。如果长度的单位用厘米,时间的单位用秒,那么速度的单位就是厘米/秒,读作每秒厘米。除此以外,速度单位还有米/秒、千米/秒和千米/小时等等,分别读作每秒米、每秒千米和每小时千米等。

【例题】A, B 两汽车作匀速运动。A 在 20 秒内走过 300 米,

B 在 5 分鐘內通過 9 千米，問哪一輛汽車的速度比較大？

〔解〕 比較物理量的大小必須化成同一單位。如果用 v_A 表示 A 車的速度，用 v_B 表示 B 車的速度，則

$$v_A = \frac{300 \text{ 米}}{20 \text{ 秒}} = 15 \text{ 米/秒},$$

$$v_B = \frac{9 \text{ 千米}}{5 \text{ 分}} = \frac{9 \times 1000 \text{ 米}}{5 \times 60 \text{ 秒}} = 30 \text{ 米/秒},$$

$$\therefore v_B > v_A (B \text{ 車較快}).$$

1-4. 矢量和標量的概念

設想有一列火車，在北京和天津間來回開行，它的速度是 10 米/秒。我們單憑這個數字只知道火車來回的快慢一樣，但不能說明火車開行的方向。因此，速度的意義必須同時指出大小和方向才能完全表達出來。

以後我們會碰到許多物理量，這些物理量也要由大小和方向才能完全表達出來。不但要由它的大小，而且還要由它在空間中的方向來確定的物理量叫做矢量。

速度就是一種矢量，我們今後還要學習其他的矢量，如力、加速度等。我們通常用“ $\rightarrow$ ”來表示矢量，箭頭的長短表示矢量的大小，箭頭的方向表示矢量的方向。例如图 1-3 中，右邊的箭頭表示

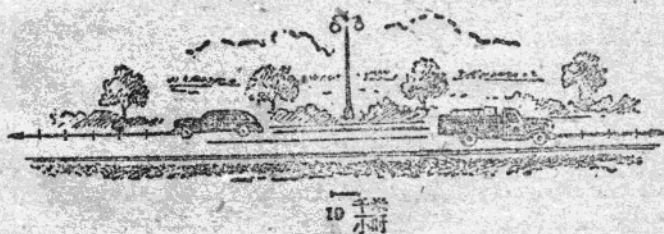


圖 1-3. 不同的速度矢量。

的卡车的速度矢量，它的大小是四个单位，如果每一单位代表 10 千米/小时，那么卡车的速度在数值上是等于 40 千米/小时，它的方向是向右。同样在图 1-3 中左边的箭头代表小汽车的速度，这个矢量的大小等于 60 千米/小时，方向是向左。

另外还有許多没有方向性的物理量，它們仅用大小就可完全确定的，这样的物理量叫做标量。例如：时间、温度、功、体积等都是标量。

1-5. 力 · 力的相互作用

从实验知道，物体不受到其他物体对它作用时，它的运动状态是不会改变的，物体之间的相互作用就是力。力不但要用大小来表示，也要用方向来表示，因为力对物体作用的方向不同，效果也是不同的，因此力是矢量。

物体如果不受外力作用，就会保持它原来运动状态不变。静止的物体继续静止，运动的物体将保持速度大小和方向不变的运动，即作匀速直线运动。物体的这种性质叫做惯性，这一规律叫做惯性定律。在前一节里，我们所研究的匀速直线运动就是在物体不受外力作用的条件下发生的。

一个物体“施”力于另一物体时，同时它也“受”到另一物体的反作用力。这一点可以从許多经验事实得到证明，我们在拉车子时，同时也感到车子在拉我们，而且我们用的力愈大，则感到车子对我们的作用力也愈大。同样，人走路时用脚向后蹬地，对地面施于一个作用力，与此同时，地面对脚也产生一个作用力，这个力就推动人行走。对某一物体来说，我们称它“施”的力为作用力，它所“受”的力为反作用力。作用力和反作用力之间的关系可从下面实验看出。

图 1-4 中有二辆小车，一车上放着磁铁，另一车上放一铁块，

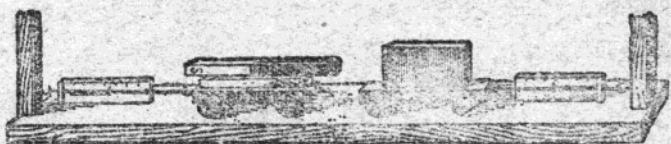


图 1-4. 作用力和反作用力。

两車分別和两个測力計相連接，由于磁鉄和鉄块相互吸引，两小車就相向运动。可以看到測力計所指出的力是大小相等的，这說明物体間的作用力和反作用力是方向相反而大小相等的，这就是作用与反作用定律。还應該特別注意，这两个力是分別作用在两个不同的物体上的。

火箭(图 1-5)之所以能够飞行就是由于火箭的尾部噴出的气体对火箭施于反作用力的結果。噴气式飞机和洲际導彈的飞行原理也是和火箭是一样的。

著名的俄国学者齐奥尔科夫斯基是近代火箭飞行理論的奠基人。他在 1903 年最先提出并且研究了可以作为星际交通工具的飞行火箭。现在苏联洲际導彈的射程可达 13000 千米，同时在世界上苏联最先应用了多級火箭，先后发射人造地球卫星、人造行星，拍摄了月球背面的照片，并闖进了月亮，发射了卫星或飞船将使星际交通和征服宇宙成为可能。

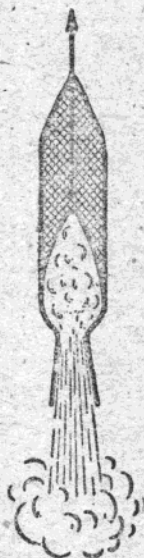


图 1-5. 火箭示意图。

1-6. 力的合成和分解

在我們所遇到的实际問題中，物体总是不止受到一个力的作用，而是同时受到几个力的作用。如果一个力对物体所产生的作

用和几个力共同产生的作用相同，那么这个力就叫做这几个力的合力，那几个力就叫做这个力的分力。求几个已知力的合力叫做力的合成。

现在我们来研究不在一直线上的力的合成。如图 1-6 的上图表示弹簧 AE 在力 P_1 和 P_2 的作用下沿直线 AB 伸长到竖直线 DC 处；图 1-6 的中間一图表示一个力 R 对弹簧 AE 的作用，因为它使弹簧的伸长与 P_1 和 P_2 两力共同对弹簧作用时完全相同，因此 R 是 P_1 和 P_2 两力的合力。

现在来求合力 R 与力 P_1 和 P_2 的关系，在綫段 EM 和 EL 的方向上作两个綫段，使它們按一定标度分別表示 P_1 和 P_2 的大小(图 1-6 的下图)，用表示 P_1 和 P_2 的綫段作鄰边画一平行四边形，量度指出合力在大小和方向上都可以用这个平行四边形的对綫来

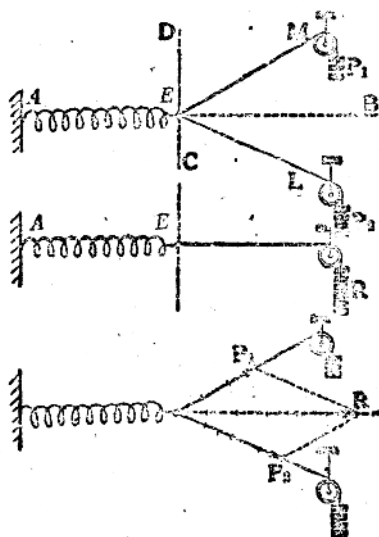


图 1-6. 研究力的合成的实验。