

普通高中课程标准实验教科书

配粤教版

物理

(必修2)

学习册

广东基础教育课程资源研究开发中心
物理学习册编写组 编

广东教育出版社



编写说明

《物理学习册》丛书是根据《普通高中物理课程标准(实验)》的要求,配合广东教育出版社出版的普通高中课程标准物理教科书的内容来编写,这套丛书按高中物理课程结构的12个模块编排,共分12册.本册《物理学习册(必修2)》供采用粤教版普通高中课程标准实验教科书《物理(必修2)》的高中学生使用.

本学习册的编写按教科书的章节顺序编排.每章章头设有名家名言,目的是使学生受到先哲们的深刻思想熏陶和启迪.每章开始设有本章概述,介绍本章学习的内容和要求.每节设有“学习指导”、“例题评析”、“练基本功”、“拓展与提高”、“休闲一刻”等栏目.其中“学习指导”,针对本节的学习重点、疑难给以思维和学习方法上的引导,特别对教科书中的“讨论与交流”、“实践与拓展”等栏目给以学习上的指引;“例题评析”,精选典型题目,为学生提供一般的解题思路 and 技巧;“练基本功”涉及的题目,主要用于本节知识的巩固与简单应用;“拓展与提高”涉及的题目,是本节知识和已学知识的综合运用,主要供学有余力的学生课后钻研;“休闲一刻”中的内容,涉及STS(科学、技术、社会)、物理趣闻、物理史料、科技动态、科学方法和物理与人文等,内容丰富多彩,可读性强,也是本学习册的重要特色之一,其目的是提高学生的科学人文素养.每章最后设“自我测评”,每册最后设“综合测评”.“自我测评”和“综合测评”设置了难易适当的A卷和B卷.A卷一般用于新课学习后的过程性测试,B卷用于通过反馈矫正后的平行性测试,学生通过两次测评和矫正,希望达到巩固提高的目的.

为了满足不同层次的学校、不同学生的需要,本书安排了较多难度不同的题目和课外阅读材料,教师应根据课程标准和本校的实际,在不增加学生负担的情况下有选择地使用,而不是要求所有学生完成所有的内容.

这套《物理学习册》丛书主编:保宗悌.副主编:布正明、王笑君.

本册主编:张军朋、姚跃涌.编写人员:张军朋、陈信余、邹旭光、李卫红、艾连娣.本册统稿、修改:张军朋.审稿:布正明.

因时间仓促,难免有错误和疏漏之处,恳切希望老师们对本书的编写提出宝贵意见,以便于今后的修订.

广东基础教育课程资源研究开发中心物理学习册编写组

2005年9月

目 录

第一章 抛体运动	1
第一节 什么是抛体运动	1
第二节 运动的合成与分解	7
第三节 竖直方向的抛体运动	12
第四节 平抛物体的运动	16
第五节 斜抛物体的运动	21
第一章自我测评	25
第二章 圆周运动	32
第一节 匀速圆周运动	32
第二节 向心力	37
第三节 离心现象及其应用	43
第二章自我测评	49
第三章 万有引力定律及其应用	56
第一节 万有引力定律	56
第二节 万有引力定律的应用	60
第三节 飞向太空	65
第三章自我测评	68
第四章 机械能和能源	75
第一节 功	75
第二节 动能 势能	79
第三节 探究外力做功与物体动能变化的关系	84
第四节 机械能守恒定律	89
第五节 验证机械能守恒定律	94
第六节 能量 能量转化与守恒定律	100
第七节 功率	105
第八节 能源的开发与利用	110
第四章自我测评	113
第五章 经典力学与物理学的革命	122
第一节 经典力学的成就与局限性	122
第二节 经典时空观与相对论时空观	125
第三节 量子化现象	128
第四节 物理学——人类文明进步的阶梯	130
第五章自我测评	135

综合测评 (A 卷)	138
综合测评 (B 卷)	142
参考答案	145

光有知识是不够的，还应当运用；光有愿望是不够的，还应当行动。

——歌德

第一章 抛体运动

在《物理（必修1）》中我们只研究了物体沿直线运动的力学问题。实际上，在自然界和生产技术中，有大量涉及物体做曲线运动的力学问题。本章研究的抛体运动和下一章的圆周运动就是两种非常重要的曲线运动。在研究直线运动时的方法同样也是适用于处理曲线运动，所不同的是由物体的一维运动扩展到二维运动即平面运动。因此，如何把二维平面运动问题转化成熟悉的一维运动问题就成为学习本章的关键。

这一章主要学习抛体运动的基本知识。研究抛体运动的基本方法是运动的合成与分解。

通过本章学习要能从生活中常见的抛体运动现象，认识抛体运动的一般特征，会判断抛体运动的速度方向，知道抛体做直线运动或曲线运动的条件，认识一般曲线运动的特征，会用运动合成与分解的方法分析抛体运动，并关注抛体运动与日常生活的联系。

第一节 什么是抛体运动

本节主要学习什么是抛体运动，抛体运动的速度方向，抛体做直线运动或曲线运动的条件。主要解决两个问题：（1）曲线运动的速度方向；（2）曲线运动的条件。



学习指导

1. 抛体运动的概念是一个理想模型。因此，形成抛体运动的概念，需经过一个科学抽象的过程：列举实例→分析归纳→抽象概括→抛体运动。而不是只记住它的定义。

一般而言，做抛体运动的物体在地面附近运动时，除了受重力作用外，还要受到空气阻力的影响，但在许多情况下，空气阻力的影响可以忽略不计。本章学习的抛体运动，仅限于在地面附近运动的物体，且只受重力作用。随着学习的深入，我们今后还会遇到其他情况下的抛体运动。

2. 曲线运动的特征是速度方向时刻在改变，如何确定其方向？在学习过程中，主要通过身边的事例或课本所举的事例来认识，如在砂轮上磨刀具，可以看到，刀具与砂轮接触处有火星沿砂轮的切线方向飞出。这些火星是从刀具与砂轮接触处擦落的炽热的微

粒. 它们被擦落时的运动方向, 也即此时的速度方向. 又如, 用绳拴一个小球, 让小球绕着绳上某点旋转, 突然放开绳, 可以看到小球沿切线方向飞出. 另外, 我们也可以利用实验方法来探究曲线运动的速度方向.

许多同学在学习时容易把曲线运动的速度方向和加速度的方向相混淆, 错误地认为加速度的方向和速度方向一致. 速度方向指的是质点的运动方向, 加速度的方向与物体所受的合外力的方向一致, 因此, 质点在做曲线运动时, 加速度的方向不可能与速度方向一致.

3. 从抛体做直线运动或曲线运动的条件, 可得出涉及分类、比较和归纳等科学方法, 即通过对抛体运动进行分类(竖直上抛、竖直下抛、平抛、斜上抛或斜下抛), 分析各种抛体运动的初始条件及运动过程中的受力情况和速度方向之间的关系(如图 1-1-1), 比较抛体做直线运动和曲线运动的情况, 初步归纳、总结物体做直线运动或曲线运动的条件.

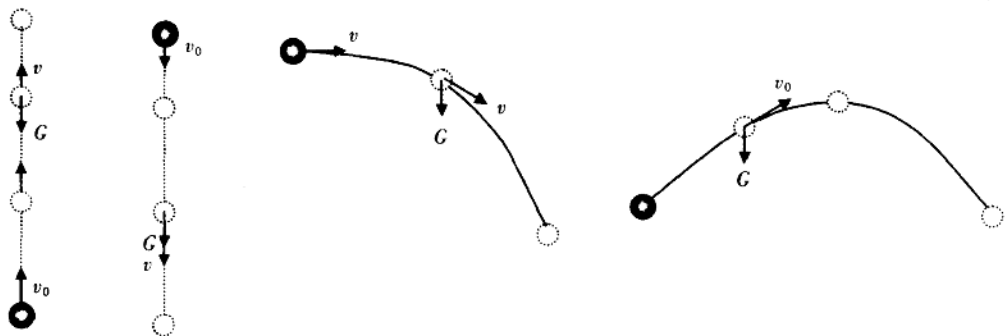


图 1-1-1

物体做曲线运动的条件也可以根据牛顿第二定律来说明. 如果合外力的方向跟物体速度的方向在同一直线上, 产生的加速度的方向也在这条直线上, 物体就做直线运动. 如果合外力的方向跟速度的方向不在一条直线上, 而是成一角度, 那么产生的加速度的方向也跟速度的方向不在一条直线上, 而是成一角度, 这时, 合外力就不但可以改变速度的大小, 而且可以改变速度的方向, 物体就做曲线运动了.

4. 本节的“实践与拓展”, 主要目的是要通过实验来探究物体做曲线运动的条件. 建议实验的操作过程在投影仪的玻璃平面上进行, 利用投影仪的放大作用, 效果会比较明显.

通过实验, 大致可得到如下结论: (1) 物体的初速度为零时, 物体在哪个方向的合力不为零, 物体就向哪个方向做直线运动. (2) 物体初速度不为零时, ①物体所受合外力与初速度方向在一条直线上时, 物体做直线运动; ②物体所受合外力与初速度方向不在一条直线上时, 物体做曲线运动, 而且轨迹向力的方向弯曲.

例题评析



【例】如图 1-1-2 所示, 物体在一恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B , 这时突然它所受力反向, 大小不变, 即由 F 变为 $-F$, 在此力作用下物体以后的运动情况, 下列说法正确的是 ().

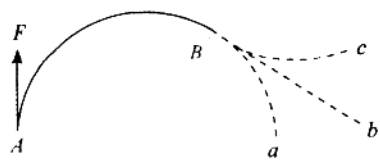


图 1-1-2

- A. 物体可能沿原曲线由 B 点返回到 A 点
- B. 物体可能由 B 点沿曲线 a 运动
- C. 物体可能由 B 点沿曲线 b 运动
- D. 物体可能由 B 点沿曲线 c 运动

【评析】根据曲线运动的条件，物体做曲线运动时，所受合外力与它的速度方向不在一条直线上。根据力的分解，这个合外力沿曲线的切线方向即速度方向有一个分力，这个分力只改变速度的大小，不改变速度的方向；沿垂直速度方向有一个分力，这个分力只改变速度的方向，不改变速度的大小，因此，做曲线运动的物体所受的合外力的方向只能指向曲线的凹方，不可能指向曲线的凸方。

根据题意，物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B ，恒力 F 的方向一定指向曲线 AB 的凹方。若突然它所受力反向，大小不变，即由 F 变为 $-F$ ，在此力作用下物体的运动情况，只可能由 B 点沿曲线 c 运动，不可能沿原曲线由 B 点返回到 A 点，也不可能由 B 点沿曲线 a 运动，更不可能由 B 点沿曲线 b 运动。所以只有 D 是正确的。

物体做曲线运动的条件有三层含义：①初速度不为零；②合外力不为零；③初速度和合外力不在同一条直线上。这是我们判断物体是否做曲线运动的基本依据。

由本题的解答过程来看，学习物理不能停留在对知识的表层理解上，大体上知道是什么，而不求甚解，只有透过现象，通过思维深入到事物的本质，才能对学到的知识有真正的理解。

练基本功



1. 关于抛体运动，下列表述正确的是 ()。

- A. 将一纸片向空中抛出，纸片的运动是抛体运动
- B. 在投掷铅球时，铅球的运动可以看成是抛体运动
- C. 抛体运动的轨迹，可以是直线，也可以是曲线
- D. 抛体运动的加速度大小是不变的，但方向可以变化

2. 下列表述正确的是 ()。

- A. 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
- B. 物体在变力作用下不可能做直线运动
- C. 物体在变力或恒力作用下都有可能做曲线运动
- D. 物体在变力或恒力作用下都可能做直线运动

3. 举出日常生活中的两个实例，说明物体做曲线运动的条件。

4. 某人骑着自行车以大小不变的速度驶过一段弯路，自行车的运动是匀速运动还是变速运动？为什么？

拓展与提高



1. 一质点在某段时间内做曲线运动, 则该质点在这段时间内的 ().

- A. 速度一定在不断地改变, 加速度也一定不断地改变
- B. 速度一定在不断地改变, 加速度可能不变
- C. 速度可以不变, 加速度一定不断地改变
- D. 速度可以不变, 加速度也可以不变

2. 如图 1-1-3 所示, 是一物体做抛体运动的轨迹示意图, 已知物体在 B 点的加速度方向与速度方向垂直, 则下列说法中正确的是 ().

- A. C 点速率小于 B 点的速率
- B. A 点的加速度比 C 点的加速度大
- C. C 点速率大于 B 点的速率
- D. 从 A 点到 C 点, 加速度与速度的夹角减小, 速率是先减小后增大

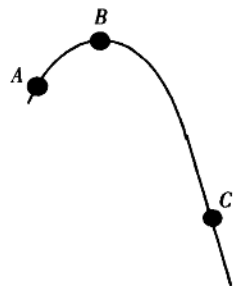


图 1-1-3

3. 一汽车在一段弯曲水平路面上匀速行驶, 关于它受到的水平方向作用力的示意图 (如图 1-1-4 所示, 图中 F 为地面对其的静摩擦力, f 为它行驶时所受阻力), 可能正确的是 ().

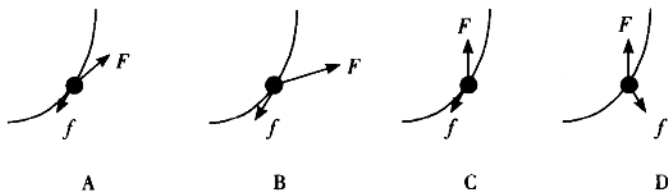


图 1-1-4

4. 什么是抛体运动? 它与日常生活中物体以一定初速度抛出的运动有哪些相同点和不同点?

休闲一刻



近代科学之父——伽利略

伽利略 (Galileo Galilei, 1564—1642), 伟大的意大利物理学家和天文学家, 他开创了以实验事实为基础并具有严密逻辑体系和数学表述形式的近代科学. 他为推翻以亚里士多德为旗号的经院哲学对科学的禁锢, 为改变与加深人类对物质运动和宇宙的科学认识

而奋斗了一生，因此被誉为“近代科学之父”。

1. 动手动脑，孜孜不倦

伽利略在1564年2月15日生于比萨一个乐师和数学家之家，从小爱好机械、数学、音乐和诗画，喜欢做水磨、风车、船舶模型。17岁时虽遵父命入比萨大学学医，但却不顾教授们反对，而独自钻研图书馆中的古籍和进行实验。1582年冬，托斯卡纳公爵的年轻数学教师O.里奇允许伽利略旁听，使他进入一个新世界。里奇擅长应用力学与应用数学，而且讲课生动，在他的引导下，伽利略学习水力学、建筑学和工程技术及实验。伽利略在此期间还如饥似渴地读了许多古代数学与哲学书籍，阿基米得将数学与实验相结合的方法使他深受感染，他深情地说：“阿基米得是我的老师。”

2. 善于观察，勤于实验

伽利略对周围世界多种多样的运动特别感兴趣，但他发现“运动的问题这么古老，有意义的研究竟如此可怜”。他的学生维维安尼在《伽利略传》中记叙了1583年19岁的伽利略在比萨大教堂的情景：

“他以特有的好奇心和敏锐性，注视悬挂在教堂最顶端的大吊灯的运动——它的摆动时间在沿大弧、中弧和小弧摆动时是否相同，当大吊灯有规律地摆动时，他利用自己脉搏的跳动，和自己擅长并熟练运用的音乐节拍测算，他清楚地得出结论：这些摆动的时间完全一样。他对此仍不满足，回家以后，用两根同样长的线绳各系上一个铅球做自由摆动。他把两个摆拉到偏离竖直线不同的角度，例如 30° 和 10° ，然后同时放手。在同伴的协助下，他看到无论沿长弧还是短弧摆动，两个摆在同一时间间隔内的摆动次数都准确相等。他又另外做了两个相似的摆，只是摆长不同。他发现，短摆摆动300次时，长摆摆动40次（均在大角度情况下），在其他摆动角度（如小角度）下它们各自的摆动次数在同一时间间隔内与大角度时完全相同，并且多次重复仍然如此。他由此得出结论：看来无论对于重物体的快速摆动还是轻物体的慢摆动，空气的阻力几乎不起作用，摆长一定的单摆周期是相同的，与摆幅大小无关。他还看到，摆球的绝对重量或相对比重的大小都引不起周期的明显改变，只要不专门挑选最轻的材料做摆球，否则它会因空气阻力太大而很快静止下来。

伽利略对偶然的发现，不但做了多次实测，还考虑到振幅、周期、绳长、阻力、重量、材料等因素，他还利用绳长的调节和标度做成了第一件实验仪器——脉搏计。

1585年，他因家贫退学，回到佛罗伦萨，担任了家庭教师并努力自学。他从学习阿基米得《论浮体》及杠杆定律和称金冠的故事中得到启示，自己用简单的演示证明了一定质量的物体受到的浮力与物体的形状无关，只与比重有关。他利用纯金、银的重量与体积列表后刻在秤上，用待测合金制品去称量时就能快速读出金银的成色。这种“浮力天平”用于金银交易十分方便。1586年，他写了第一篇论文《小天平》记述这一小制作。1589年，他又结合数学计算和实验写了关于几种固体重心计算法的论文。这些成就使他于1589年被聘为比萨大学教授，1592年，他又移居到威尼斯任帕多瓦大学教授，开始了他一生的黄金时代。

在帕多瓦大学，他为了帮助医生测定病人的热度做成了第一个温度计，这是一种开放式的液体温度计，利用带色的水或酒精作为测温物质，这实际上是温度计与气压计的雏形，利用气体的热胀冷缩性质通过含液玻璃管把温度作为一种客观物理量来测量。

伽利略认为：“神奇的艺术蕴藏在琐细和幼稚的事物中，致力于伟大的发明要从最微小的发明开始”。“我深深懂得，只要一次实验或确证，就足以推翻所有可能的理由”。

伽利略不愧是实验科学的奠基人。

3. 破除迷信, 闯出新路

伽利略认真读过亚里士多德的《物理学》等著作, 认为其中许多是错误的。他反对屈从于亚里士多德的权威, 嘲笑那些“坚持亚里士多德的一词一句”的书呆子。他认为那些只会背诵别人词句的人不能叫哲学家, 而只能叫“记忆家”或“背诵博士”。他认为: “世界乃是一本打开的活书”, “真正的哲学是写在那本经常在我们眼前打开着的最伟大的书里, 这本书是用各种几何图形和数学文字写成的”。

他从小好问, 好与师友争辩。他主张“不要靠老师的威望而是靠争辩”来满足自己理智的要求。他反对一些不合理的传统。例如他在比萨大学任教时就坚决反对教授必须穿长袍的旧规, 并在学生中传播反对穿长袍的讽刺诗。他深信哥白尼学说的正确, 他一针见血地嘲笑那些认为天体不变的人, “那些大捧特捧‘不灭、不变’等观点的人, 是因为他们渴望永远活下去和害怕死亡”。

伽利略依靠工匠们的实践经验与数学理论的结合, 依靠他自己敏锐的观察和大量的实验成果, 通过雄辩和事实, 粉碎了教会支持的亚里士多德和托勒密思想体系两千多年来对科学的禁锢, 在运动理论方面奠定了科学力学的基石(如速度、加速度的引入, 相对性原理、惯性定律、落体定律、摆的等时性、运动叠加原理等), 而且闯出了一条实验、逻辑思维与数学理论相结合的新路(参见《伽利略的运动理论与科学方法》)。

4. 热爱科学, 传播真理

伽利略在帕多瓦自己的家中开办了一个仪器作坊, 成批生产多种科学仪器与工具, 并利用它们亲自进行实验。1609年7月, 他听说荷兰有人发明了供人玩赏的望远镜后, 8月, 他就根据传闻及折射现象, 找来铅管和平凸透镜及平凹透镜, 制成第一台3倍望远镜, 20天后又将其改进为9倍望远镜, 并在威尼斯的圣马克广场最高塔楼顶层展出数日, 轰动一时。11月, 他又制成20倍望远镜并用来观察天象, 看到“明亮如镜”的月球上竟是凸凹不平, 山峦迭起。他还系统观察了木星的四颗卫星。1610年他将望远镜放大倍数提高到33倍, 同年3月发表《星空信使》一书, 总结了他的观察成果并用来有力地驳斥“地心说”。伽利略发明望远镜虽属偶然, 但他不断改进设计, 成批制造, 逐步提高放大倍数, 这成就不是一般学者、工匠或教师所能及的。

伽利略通过望远镜测得太阳黑子的周期性变化与金星的盈亏变化, 看到银河中有无数恒星, 有力地宣传了“日心说”。

5. 时代局限, 历史遗案

1615年, 伽利略受到敌对势力的控告, 他虽几经努力, 力图挽回局面, 但1616年教皇还是下了禁令, 禁止他以口头或文字的形式传授或宣传“日心说”。以后伽利略表面上在禁令下生活, 实际上写出了《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》一书来为哥白尼辩护。该书于1632年出版, 当年秋伽利略就遭到严刑审讯。1633年6月22日, 伽利略被迫在悔过书上签字, 随后被终身软禁。在软禁期间他又写了《关于两门新科学的对话与数学证明对话集》一书, 该书于1638年在荷兰莱顿出版。

伽利略于1642年1月8日病逝, 终年78岁。

科学的蓬勃发展早已证实了伽利略的伟大和教会的谬误, 1979年梵蒂冈教皇保罗二世宣布对这一历史判决平反, 只是平反来得过迟了。

选自《物理教师手册》

第二节 运动的合成与分解

本节学习的运动合成与分解的方法——平行四边形定则，是研究曲线运动的基本方法，是学习平抛运动和斜抛运动的准备知识。

本节要解决以下几个问题：（1）在具体的问题中能正确确定什么是合运动，什么是分运动；（2）知道合运动和分运动是同时发生的并且互不影响，即运动具有等时性和独立性；（3）理解运动的合成与分解遵循平行四边形定则，并能在具体问题中灵活运用。



学习指导

1. 对于分运动与合运动概念的理解，要从观察到的现象出发，从运动效果的等效性进行分析和理解。

除了课本上介绍的实验要仔细观察和分析外，还可以课后自己设计实验进行研究，比如，可找一个一端封闭、长约 1 m 的玻璃管，管内装满清水，水中放一个小浮标，然后将玻璃管的开口端用胶塞塞进。

如图 1-2-1 当玻璃管不动，让浮标以某一速度 v_1 向上运动，经过一段时间，浮标从 A 处到达 B 处，位移为 AB；如果控制浮标不动，将玻璃管以某一速度 v_2 水平移动，经过一段时间，浮标将从 A 处移至 D 处，位移为 AD；如果让浮标以速度 v_1 向上移动的同时，将玻璃管以速度 v_2 水平移动，浮标将沿直线 AC 运动，经过一段时间移动到了 C 点。在这种情况下，浮标同时参与了竖直方向和水平方向的两个运动，这两个运动称为分运动，而物体的实际运动沿 AC 方向，就是这两个分运动合成的合运动。同时我们把 v_1 、 v_2 叫做分速度， v 叫做这两个分速度的合速度。把有向线段 AB、AD 叫分位移，AC 叫合位移。

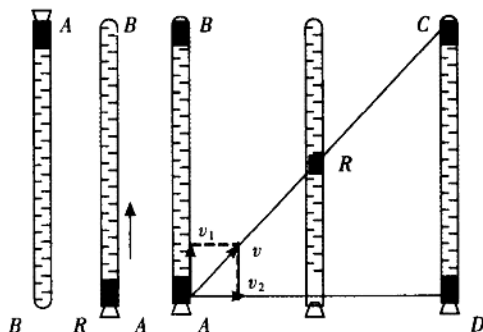


图 1-2-1

在具体问题中确定合运动和分运动时，物体相对于地面的实际运动，也就是静止在地面上的观察者观察到的运动是合运动，形成这个合运动的其他运动是分运动。

2. 合运动的性质和轨迹由分运动决定。

两个直线运动的合运动一定是直线运动吗？我们可以这样来研究这个问题。

（1）设一个物体在光滑水平面上的两个互相垂直的方向上，分别以速度 $v_1=3\text{ m/s}$ ， $v_2=4\text{ m/s}$ 做匀速直线运动。取 v_1 和 v_2 的方向分别为 x 轴 y 轴，列表求出 t 为 1 s、2 s、3 s、4 s 等两个分运动的位移，然后在 xOy 坐标系中描述出物体运动时每隔 1 s 所在的位置（如图 1-2-2 甲）。可以看出物体是沿直线运动。

（2）在上面的例子中，如果物体在 y 方向是以初速度为零，加速度为 2 m/s^2 做匀加速直线运动，那么它的合运动又怎样？我们同样分别作出物体运动时每隔 1 s 所在的位置的

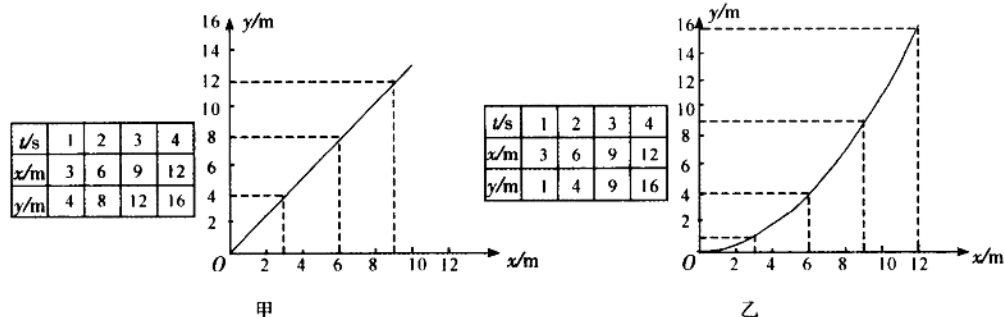


图 1-2-2

连线是曲线运动 (如图 1-2-2 乙)。

可见两个直线运动的合运动可以是直线运动, 也可以是曲线运动。反过来, 一个曲线运动也可分解为两个方向上的直线运动, 这是我们研究曲线运动的基本方法。

3. 有关船过河问题。

当船头与河岸垂直即 $v_{\text{船}}$ 与河岸垂直, 渡河时间最短, 且 $t_{\min} = \frac{d}{v_{\text{船}}}$, 其中 d 为河宽。

当 $v_{\text{船}} > v_{\text{水}}$ 时, 若船头偏向上游, 合速度的方向与河岸垂直, 此种情况有最短的渡河距离 (正好垂直过河)。

当 $v_{\text{船}} < v_{\text{水}}$ 时, 船不能垂直过河, 但仍有最短过河距离 ($v_{\text{船}} \perp v_{\text{合}}$ 时, 过河距离最短)。可通过矢量的平行四边形的边角关系, 利用数形结合求极值。

例题评析

【例 1】一架直升飞机以恒定速度 v 向斜上方向飞行, 方向与水平方向成 θ 角, 如图 1-2-3 所示。(1) 求直升飞机水平方向分速度 v_x 和竖直方向分速度 v_y ; (2) 经过 t 秒后, 该飞机上升的高度是多少? 离起飞点 O 点的水平距离是多少?

【评析】飞机向斜上方向的运动可分解为水平方向和竖直方向两个分运动, 利用平行四边形定则可得到它的合速度和分速度 v_x 、 v_y 的关系, 知道了分速度, 便可算出分位移 (即 t 时刻该飞机的高度和水平距离)。

解: 设水平分速度为 v_x , 竖直分速度为 v_y , 则

$$v_x = v \cos \theta$$

$$v_y = v \sin \theta$$

t 时刻该飞机上升的高度是

$$s_y = v_y t = v \sin \theta \cdot t$$

离起飞点 O 点的水平距离是

$$s_x = v_x t = v \cos \theta \cdot t$$

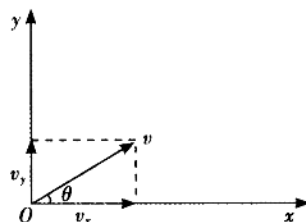


图 1-2-3

【例 2】下雨时雨点竖直落到地面, 速度为 10 m/s , 地面上放有一横截面积为 80 cm^2 , 高为 10 cm 的圆柱形量筒, 经过 30 min , 筒内接的雨水水面高度为 1 cm 。现因风的影响, 雨水下落时偏斜 30° , 若用同样的量筒接的雨量与无风时相同, 则所需的时间为多少分钟?

【评析】由于雨点竖直方向的运动不会受到风速的影响，因此不管有风还是无风，也不管风速等于多少，其竖直方向的运动与没有风时一样，“独立”地运动着，量筒内接的雨水水面高度为 1 cm 时，所需时间一定也等于 30 min.

解：根据运动的独立性原理可知：若用同样的量筒接的雨量与无风时相同，所需的时间为 30 min.

【例 3】如图 1-2-4，物体以速度 v 沿倾角为 α 的斜面匀速向左下方滑动，则该物体两个分运动的速度大小和方向如何？

【评析】此题抓住分解的依据是产生的效果. 沿斜面匀速下滑的效果有两个：一个是竖直向下降；一个是水平向左运动. 由于物体的合运动是匀速直线运动，所以物体处于平衡状态，所受合外力为零，所以在水平向左和竖直向下的运动均为匀速运动.

解：两个分运动是水平向左和竖直向下的匀速直线运动，如图 1-2-5，其速度大小是：

$$v_{\text{竖直}} = v \sin \alpha, \quad v_{\text{水平}} = v \cos \alpha$$

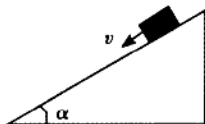


图 1-2-4

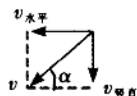


图 1-2-5

【例 4】小船在 200 m 宽的河中匀速横渡，水流速度是 2 m/s，船在静水中的航速是 4 m/s，当小船的船头始终正对对岸时，它将何时、何处到达对岸？

【评析】小船参与了两个运动，一个是随河水漂流的匀速直线运动，另一个是沿船头所指方向船在静水中的匀速直线运动. 这两个运动是相互独立、互不影响的，所以小船渡河时间等于垂直河岸分运动所用时间.

解：根据分运动与合运动的等时性，小船渡河时间等于垂直河岸分运动所用时间：

$$t = t_1 = \frac{d}{v_{\text{船}}} = \frac{200}{4} = 50 \text{ s}$$

沿河流方向的位移：

$$s_{\text{水}} = v_{\text{水}} t = 2 \times 50 = 100 \text{ m}$$

即在正对岸下游 100 m 处靠岸.

练基本功

- (1) 方向相同或方向相反的两个速度的合速度，其大小和方向是怎样确定的？
- (2) 互成任意夹角的两个速度的合速度，其大小和方向又是怎样确定的？

- 雨滴从一定高度由静止开始下落，遇到水平方向吹来的风，则 ().
 - 风速越大，雨滴下落的时间越长
 - 风速越大，雨滴下落的时间越短
 - 风速越大，雨滴着地时的速度越大
 - 风速越大，雨滴着地时的速度越小

3. 小汽艇在静水中航行速度是 2 km/h ，当它在流速是 2 km/h 的河水中向着垂直于河岸的方向航行时，合速度的大小和方向怎样？

4. 飞机与水平方向成 60° 斜向上匀速飞行，速度为 100 m/s ，当飞机升高 866 m 时，用时 _____ s ，这段时间通过的水平距离为 _____ m 。

5. 在顺流而下的船上，射击对岸目标。要击中目标，射击方向应直接对准目标还是应该偏向上游或下游一些，作图并说明理由。

拓展与提高



1. 有关运动的合成，以下说法中正确的是 ()。

- A. 两个直线运动的合运动一定是直线运动
- B. 两个不在一直线上的匀速直线运动的合运动一定是直线运动
- C. 两个初速度为零的匀加速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动
- D. 匀加速直线运动和匀速直线运动的合运动一定是直线运动

2. 河宽 $l=300 \text{ m}$ ，河水流速 $u=1 \text{ m/s}$ ，船在静水中的速度 $v=3 \text{ m/s}$ 。欲按下列要求过河时，船的航向应与河岸成多大角度？过河时间为多少？

- (1) 以最短的时间过河；
- (2) 以最小的位移过河。

3. 如图 1-2-6，在远处拉低处小船时，通常在河岸上通过滑轮用钢绳拉船，若拉绳的速度为 4 m/s ，当拉船的绳与水平方向成 60° 时，船的速度是多少？

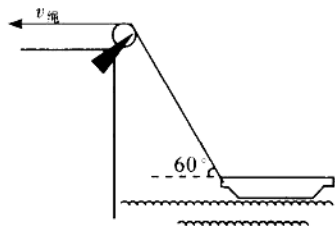


图 1-2-6

4. 以速度 v 匀速航行的舰艇准备射击与舰身垂直方向的水平面上的某一固定目标, 已知炮弹的发射速度为 v_0 (炮弹的运动看作水平方向上的匀速运动), 则发射方向与舰身的夹角应为多大? (提示: 炮弹在水平方向上的运动速度, 由炮弹的水平发射速度和舰艇的航行速度合成的.)

5. 船从甲码头顺水到乙码头用的时间为 t_1 , 返回时逆水行舟用的时间为 t_2 . 若水静止时完成往返甲、乙两码头用的时间为 t_3 . 在船速和水速恒定的条件下, 下述说法中正确的是 ().

A. $t_3 = t_1 + t_2$

B. $t_3 > t_1 + t_2$

C. $t_3 < t_1 + t_2$

D. 水静止时船往返的平均速率比水流动时船往返的平均速率大

休闲一刻



李政道教授谈物理的挑战

基础研究与应用研究就像水和鱼, 没有水, 就没有鱼.

可以说, 科技成就出于青年. 一代一代新的挑战, 造就一代一代新的人才.

好的导师和一段密切的师生共同研究过程, 对培养创新的科技人才, 是无法用 Internet、Web 等来取代的.

1. 基础研究促成 20 世纪人类文明

1942 年 12 月 2 日, 费米带领的科学家团队第一次获得人类可以控制的核能. 此前人类所有的能源都是直接或间接地来源于太阳能, 这是人类第一次不通过太阳取得能源. 这是有历史意义的事件. 我相信这种核反应堆对人类的影响足以与火对人类的影响相媲美. 为了纪念费米诞辰 100 周年, 美国发行了纪念邮票. 爱因斯坦和费米是 20 世纪杰出的科学家. 对 20 世纪科学的贡献除了他们之外, 还有很多人. 今天我想和各位谈一下 20 世纪的物理学, 再由此谈到人才的培养.

19 世纪末和 20 世纪初物理学有两大进展, 一是在 19 世纪的 1887 年, 美国的两位实验物理学家迈克尔孙 (Michelson) 和莫里 (Morley) 完成了一个著名的实验, 证明光顺着地球走和背着地球走的速度完全一样, 无论哪个方向速度都一样. 1900 年德国理论物理学家普朗克建立了普朗克方程式, 这个方程式试图阐明物体受热发光后, 光的颜色、波长与能量分布等的关系. 这种关系在经典物理学中是不能解的, 但普朗克大胆地提出了一个假设, 即普朗克方程式.

很多人当时并不觉得这些会与我们的生活有什么关系. 一般人很难想象, 整个 20 世纪的人类生活就因为迈克尔孙—莫里的实验和普朗克方程式而完全改变. 请看:

1905 年爱因斯坦就提出了狭义相对论. 由普朗克方程式的量子论, 到 1925 年海森

伯、薛定谔、狄拉克、费米等创建量子力学，再从狭义相对论、量子力学产生了原子结构、分子物理、核能、激光、半导体、超导体、超级计算机等几乎所有我们现在所知的20世纪绝大多数的科技文明，这一切就是从狭义相对论、量子力学，从研究光和地球旋转的关系，从求物体受热发光能量的分布而得来的。没有狭义相对论，没有量子力学，就不可能有20世纪的科技文明。

19世纪的人们很难想象我们今天的激光、半导体、超导体、超级计算机……可是，20世纪如果没有上述的基础研究成果，也就没有这些科技成就。这就是今天我要给大家讨论的，为什么这些看起来似乎与我们生活无关的东西会发生这样大的影响？这些发展1950年就全有了，到今天我们的生活已经很难离开这些科技工具。我曾经说过，基础研究、应用研究和市场开发的关系就像水、鱼和鱼市场的关系。没有水，就没有鱼，也就没有鱼市场。同样的，没有今日的基础研究，就没有明日的应用研究，也就没有将来的应用开发。这个规律是不会变的。

2. 一代新人才一片新科技

刚才讲到爱因斯坦和费米，他们两位是大师。实际上有贡献的是一批人。让我们看看他们在什么年纪什么时代做了什么事情：1905年，爱因斯坦创立了狭义相对论，那年他只有25岁。1912年，玻尔从普朗克的量子解释发展成量子论，时年27岁。1925~1926年，为量子力学和量子统计学的发展作出贡献的有薛定谔，37岁；海森伯，24岁；费米，25岁；泡利，25岁。1927年，狄拉克27岁完成了相对论性量子力学。1935年，汤川秀树28岁创立了介子理论，建立了核力基础理论。1942年，费米41岁建成第一个核反应堆。二次大战后，新一代年轻科学家向量子电动力学发起挑战，这一任务也是由年轻的一代人承担的：朝永振一郎（39岁）、施温格（29岁）、费曼（29岁），他们完成了电动力学的理论基础，20世纪50~60年代，从宇宙线和高能加速器，发现了很多新的粒子。阐明它们间的作用和规律是又一场新的挑战，由此产生了又一代的青年科学家，其中：1956年，李政道（29岁）和杨振宁（34岁）提出了宇称不守恒理论；1957年，吴健雄（44岁）完成了宇称不守恒的实验；1964年，盖尔曼（35岁）建立了夸克理论；1961年，格拉肖（29岁），1967年，温伯格（34岁），完成了统一电磁作用和弱作用；1972~1973年，特豪夫特（26岁）和泡利（28岁）建立了量子色动力学，如此就完成了强作用的基础理论。强作用和弱（磁）作用这两大作用再加上爱因斯坦的广义相对论，就构成了我们今天所有对宇宙的基本认识。

不仅在物理学上，而且在生物学上最重要的发展，也是年轻一代科学家完成的。其中最重要的是1955年，克里克（39岁）和沃森（27岁）发现了DNA的双螺旋结构。

可以这样说，科学成就出于青年，一代新人才，一片新科技，这是不会改变的。一代一代新的挑战，出来一代一代新的人才。我们说年轻是出人才的必要条件，但并不意味着青年人必定就会成为人才。我们不仅要研究必要条件，而且要研究充分条件。当然充分条件很多，但我们应该了解哪些条件是必需的。

第三节 竖直方向的抛体运动

本节是匀变速直线运动的特例，匀变速直线运动的规律同样适用于竖直方向的抛体运

动. 本节要解决以下几个问题: (1) 通过竖直下抛与自由落体运动、竖直上抛与竖直下抛运动的比较, 认识竖直方向上的抛体运动的特点和规律, 感受物理学中对称美. (2) 知道竖直方向上的抛体运动可分解为匀减(加)速运动和自由落体运动两个过程. (3) 通过对竖直上抛运动的分析, 掌握对具体问题进行分步处理和整体处理的方法, 并会求解有关的实际问题.



学习指导

1. 同一直线上两个分运动的合成, 如某人站在自动电梯上不动, 电梯以速度 v_1 从第一层楼上升到第二层楼. 如果电梯不动, 人沿电梯以速度 v_2 从第一层楼走到第二层楼. 在电梯正常运动的同时, 人也保持原有的速度向上走, 此时人的实际运动可看成是前两种运动的合运动, 即: $v = v_1 + v_2$, 相当于电梯不动, 人以速度 v 向上运动.

2. 竖直上抛运动和竖直下抛运动都是匀变速直线运动, 由于抛出时初速度方向不同, 竖直上抛做匀减速直线运动, 而竖直下抛做匀加速直线运动. 竖直上抛运动的速度公式为: $v_t = v_0 - gt$; 位移公式为: $s = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$, 所以竖直上抛物体的运动可以看成是 $v_t = v_0$ (或 $s_1 = v_0 t$) 和 $v_2 = gt$ (或 $s_2 = \frac{1}{2}gt^2$) 两个运动在反方向上的合成, 即竖直向上的匀速直线运动和自由落体运动合成.

3. 由于竖直上抛运动上升过程和下降过程的对称性, 使竖直上抛运动具有如下特点:

(1) 物体上升到最大高度所用的时间跟物体从这个高度落回到原地的时间相等.

(2) 物体落回原地的速度跟抛出的初速度大小相等, 方向相反.

(3) 上升阶段中从任一点上升到最大高度所用的时间, 跟物体落回到这一点所用的时间相等.

(4) 物体上升时通过任一点的速度跟下落时通过这一点的速度大小相等, 方向相反.

在解决问题时, 利用竖直上抛运动上述特点, 可以避免繁琐的数学运算, 使问题变得简单.

例如, 从同一地点以 $v_0 = 30 \text{ m/s}$ 的速度, 先后竖直向上抛出两个小球, 且第二个小球比第一个小球晚抛出 $\Delta t = 4 \text{ s}$, 求第二个小球抛出后多久与第一个小球相遇? 相遇点距地面多高? (不计空气阻力, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

由于小球从抛出到达最高点的时间为 $t_{\text{max}} = \frac{v_0}{g} = \frac{30}{10} \text{ s} = 3 \text{ s}$, 因为 $\Delta t = 4 \text{ s}$, 所以第二个小球抛出时, 第一个小球已过了最高点. 设第二个小球抛出后 $t \text{ s}$ 两球相遇, 因为两球初速度相同, 具有同一上抛物体运动的对称性. 根据相遇时两球到达同一点速度具有对称性, 有 $v_t = v_0 - gt = -[v_0 - g(t+4)]$, 得 $t = 1 \text{ s}$, 再由 $h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 = 25 \text{ m}$.

当然也可以根据时间的对称性. 因为小球到达最高点的时间为 $t_{\text{max}} = \frac{v_0}{g}$, 由时间对称有 $t = \frac{v_0}{g} - \frac{\Delta t}{2}$, 代入数据得 $t = 1 \text{ s}$, 同理得 $h = 25 \text{ m}$.

4. 在同一条直线上的运动, 当选定运动的正方向后, 可将两个直线运动进行代数相