

04-81V/A3

# 初等物理学

第一卷第一分册

兰茨别尔格主编

上海教育出版社

Под ред. Г. С. Ландсберга

Элементарный Учебник Физики

Том I

Государственное издательство  
технико-теоретической литературы  
Москва 1956

根据苏联国立技术理论书籍出版社1956年版译出

初 等 物 理 学

第 一 卷

(第 一 分 册)

(苏)兰茨别尔格主编

王 子 昌 译

\*

上海教育出版社出版

(上海湖南路9号)

上海市书刊出版业营业许可证出030号

上海奎記印刷厂印刷 新华书店上海发行所总經售

\*

开本：850×1168 1/32 印张：5 9/16 字数：127,000

1958年9月第1版 1958年9月第1次印刷

印数：1—13,000本

統一書号：7150·28

定 价：(7)0.60元

# 目 录

第一版原序 .....	1
第二版原序 .....	5
引 言 .....	7
第一編 力学 .....	11
第一章 运动学 .....	11
§ 1. 机械运动 (11) § 2. 运动和靜止的相对性 (12) § 3. 运动学的任务 (12) § 4. 运动的軌迹 (13) § 5. 物体的平动和轉动 (14) § 6. 质点的运动 (16) § 7. 运动的描写 (17) § 8. 长度的量度 (19) § 9. 时间的量度 (21) § 10. 运动的图示 (23) § 11. 运动的速度 (25) § 12. 速度的单位 (25) § 13. 匀速运动 (26) § 14. 关于匀速运动的历史資料 (28) § 15. 路程和速度跟时间的关系图綫 (29) § 16. 运动的合成 (32) § 17. 在同一直綫上的匀速运动的速度的合成 (34) § 18. 非匀速运动、平均速度 (36) § 19. 即时速度 (39) § 20. 加速度 (41) § 21. 即时加速度 (42) § 22. 匀加速运动 (43) § 23. 匀加速运动的速度 (45) § 24. 匀加速运动的速度图綫 (46) § 25. 匀减速运动 (48) § 26. 非匀速运动的速度图綫 (49) § 27. 应用速度图綫来求非匀速运动所經過的路程 (50) § 28. 匀加速运动所經過的路程 (51) § 29. 历史資料、伽利略实验 (53) § 30. 速度的方向、关于矢量的概念 (54) § 31. 互成角度的运动的合成 (55) § 32. 几何加法 (58) § 33. 互成角度的速度的合成 (59) § 34.	

速度的分解 (60)

**第二章 动力学**.....63

- § 35. 动力学 (63)
- § 36. 惯性定律 (63)
- § 37. 力的概念 (65)
- § 38. 力的标准、测力计 (67)
- § 39. 力的图示、力是矢量 (72)
- § 40. 沿同一直线方向的各力的合成 (73)
- § 41. 力和加速度间的关系 (74)
- § 42. 物体质量的概念 (77)
- § 43. 牛顿第二定律 (79)
- § 44. 质量和力的单位 (82)
- § 45. 单位制 (83)
- § 46. 根据牛顿第二定律进行计算 (85)
- § 47. 作用和反作用相等的定律(牛顿第三定律) (87)
- § 48. 几个物体间的相互作用 (91)
- § 49. 动量和冲量、牛顿第二定律的另一表述形式 (95)
- § 50. 物体的重量、称重量的方法 (98)
- § 51. 自由落体 (100)
- § 52. 自由落体的加速度 (101)
- § 53. 上抛物体的运动 (102)
- § 54. 质量和重量 (104)
- § 55. 密度和比重 (106)
- § 56. 形变的原因 (108)
- § 57. 在重力作用下的形变 (109)
- § 58. 物体落下时形变的消失 (110)
- § 59. 运动物体的破坏 (112)
- § 60. 摩擦力、滑动摩擦 (113)
- § 61. 滚动摩擦 (117)
- § 62. 媒质的阻力 (118)
- § 63. 摩擦力的作用 (118)
- § 64. 物体在空气中的落下 (121)

**第三章 静力学**..... 124

- § 65. 静力学的任务 (124)
- § 66. 刚体 (125)
- § 67. 作用在固体上的力的作用点的移动 (127)
- § 68. 在三个互成角度的力作用下物体的平衡 (128)
- § 69. 力的合成、合力 (132)
- § 70. 力的分解 (135)
- § 71. 力的投影、平衡的一般条件 (137)
- § 72. 固定在轴上的物体 (140)
- § 73. 固定在轴上的物体的平衡 (142)
- § 74. 力矩 (144)
- § 75. 力矩的合成 (147)
- § 76. 力矩的量度 (148)
- § 77. 力偶 (149)
- § 78. 平行力的合成、重心 (151)
- § 79. 物体重心的测定 (155)
- § 80. 平衡的种类 (159)
- § 81. 稳定平衡的条件 (161)
- § 82. 简单机械 (164)

**习题答案**..... 173

## 第一版原序

我們決定把這部書定名為“初等物理學”，表示我們想使這部書作為一本教材，適用於學習物理學這門科學的基本知識。使學生掌握物理學基本知識——這正是普通中學高年級以及中等技術學校或特殊中學的教學中所應該規定的任務。所以我們希望所有這些學校都能採用這部書作為物理學的基本教材，因為這部書的基本編輯方針對於任何一種中等學校都是適合的。

這些方針使本書具有一些跟中等學校現行教科書不同的特點。為了引起教師們的注意，這些特點需要先來說明一下。這篇序也正是為教師們寫的。

高等學校的教師們往往認為中學畢業生所具有的物理學知識水平是令人很不滿意的。事實上，所以使我們感到苦惱的，與其說是學生對於事實和理論掌握得不够，還不如說是他們對這些事實和理論之間的關係缺乏明確的理解。學生常常弄不清楚哪些是基本定義，哪些是實驗結果，哪些應該看做是這些實驗知識的理論總結。他們往往把許多新的事實當做不需要論證的結論，因而對於這些事實的深刻意義就完全沒有理解，或者相反地，把同一個理論的不同的表述形式當做不同的定律。

當然，就講授材料的範圍、敘述的深度以及系統地利用或繁或簡的數學工具而言，高等學校的教學跟中等學校的教學是有區別的。但是要肯定，即使在中等學校，所教的物理學也應該是科學

(或物理科学的基础),而不是許多个別事实的总合。換句話說,應該以实际教材为基础,使学生对物理学所特有的科学方法有明确的認識。毫無疑問,这方法就是实验法。沒有人会否認,物理学是实验的科学,物理学的定律是借助于实验而求得的。但是許多教科書常常把这些論断象宣言一样放在前几頁中。以后的实验主要只是为了說明而已,而使学生不注意物理概念跟实验具有最紧密联系的这种性質。事实上,必須使学生知道,合乎邏輯地表达出来的定义,只有依靠实验、通过量度,才得到它的内容。物理学中的任何一个概念,只有当它跟一定的观察和量度相联系时才有具体的意义,否則在研究实际的物理現象时,这种概念就不可能有任何用处。

現在用最簡單的匀速运动的概念做例子來說明一下。某一运动的匀速性問題是依賴观察方法而得到解决的。某种运动,例如列車的运动,如果我們采用粗略的方法来观察各段距离和各段時間,当然可以看做是匀速运动;但是用比較精密的方法来观察时,这种运动就可能是非匀速的了。如果在所选用的观察方法下,运动情况适合于規定的匀速性的定义,那末对于这个运动來說,匀速运动的全部定律就都适用,并且全部結論和所有計算(其精密度相应于所选的量度方法)也都正确。

明确地了解物理定律的这种实验性質,具有非常重要的意义。因为它使物理学成为一种自然科学,而不是一座空中樓閣;另一方面,它告訴我們已确定的物理定律以及基于这些定律的理論的应用是有一定范围的,同时还指出了科学进一步发展的远景。

在开始学习的阶段,对簡化許多所研究的現象这一工作的意义及价值,有正确的認識,是非常重要的。在这方面,当然任何教师或教科書的編者都承認簡化的必要性,还广泛地利用它。但是

这种簡化現在往往有些过分。

簡化的正确意义是：略去現象中对于所研究各个問題不重要的方面，而保留所需要的特点。这样，对于同一个現象可以根据所研究問題的不同而加以不同的簡化。并且在正确地进行簡化时，常常可以略去現象的某一些方面，而保留另一些看上去跟它有密切关系的方面。例如剛体的概念或不可压缩的液体的概念就是力学中广泛应用和十分有效的一种簡化。在研究許多力学問題时，如果其中形变的大小无关重要，物体的大小和形状的改变可以略去不計，那就要采用上述这些簡化。然而，形变会使物体产生胁强，而胁强在动力学方面是起着重大作用的。因此把一个物体簡化成沒有形变的剛体这一概念，如果无条件地加以应用，那就会使一些最基本的力学問題失去物理的内容。所以必須明确地指出，我們虽然略去了固体或液体的形变，但是对于被这样簡化的物体在形变时所产生的胁强，我們还是要考虑的，因为需要用它来解释所要研究的現象。

如果不明确这一点，我們就不可能了解最基本的現象，例如就不可能回答桌子上的重物既然有重力作用着为什么不动的問題，因为我們看不出除这重力以外，在重物上还作用着第二个跟重力相平衡的桌面的彈力。

在科学中和教学中引入这种簡化的概念时，必須十分小心。当这些概念用得正确时，是非常有用的，很便于叙述定律和进行計算。但是，如果这些概念用得不妥当或不正确，那末在教学上就会发生很大的危險，可能使所形成的概念妨碍进一步的深入理解。磁极或几何光綫的概念的利用可以作为例子。这些概念的利用，毫无疑问是有价值的，不利用它倒是不适当的。但是必須非常謹慎和仔細地闡明事情的本質，以避免应用这些概念时可能带来的害

处。我們中間許多人常常需要回答詢問或評定发明；因而都知道，如果錯誤地理解几何光綫这个有用的概念，而以为几何光学完全正确，那是会引起誤会的。

---

中学的教学也象任何別种教学一样，当然是不可能詳尽无遺的。但是这种教学必須使学生以后能够并且應該学完，而决不要使他們不得不重学。避免这个主要的危險，就是教科書編写者应有的目的。要达到这个目的，就必须尽量避免类似前述的方法論上和教学法上的錯誤。

从事編写“初等物理学”的几位物理学家就是本着这个意图編写这部書的。起着决定性作用的正是这些見解，而不是取材的改变。所以在本書里常常用相当多的篇幅来討論一些“簡單”問題，而这些問題通常只是用几行文字来叙述的。本書的篇幅所以比一般的要多些，主要就是由于这一点，而絕對不是由于取材的增加。

I. C. 兰茨列尔格

莫斯科，1948年6月29日



## 第二版原序

当中等学校的教师和学生們使用这本“初等物理学”約五年之后,我們开始准备它的修訂工作。在这一段時間里,我們发现,这本书对于物理学的教学工作产生了一定的作用,对于学生們,特别是那些以物理学作为最重要課程的学生們,帮助也很大。这使我們相信,虽然这本书的篇幅較多,内容較难,但它的一般特点还是应该保留的。因此对本书的内容,我們并未进行很大的修改,只作了一些較小的变动;其中一部分是由于科学上和技术上的新发展,而另一部分则是从教学法的观点着想的。在进行修訂时,对本书的某些批評,特别是 M. И. 勃魯多夫同志的詳細的書評,給我們的帮助很大,在这里特致謝意。

在本书的第一編(力学)中,除了若干編輯方面的改变外,我們还更加詳細地叙述了质量的概念,并加进一系列有关新型飞机結構的問題。本书的第二編(热学、分子物理学)修訂的地方較多。这一部分的基本内容——系統內能的学說——是保留的,但章节的安排則作了某些改变:把分子論的基础一章放在气体的特性一章前面,并对这两章作了适当的修訂。显然,这样安排在研究現象的規律时可以加强理論的作用,同时不使理論跟实验脫节。許多节的内容修改得很多;有好多节是新添进去的(热的傳遞、非晶体、聚合物、噴气发动机、致冷机——包括按凝結原理設計的家用致冷机作用的說明)。第一版中“气象学”一章現在用 A. X. 赫尔吉安和

M. A. 科洛索夫新写的“大气物理学”一章来代替。書中許多插图是新繪制的或大加修改的。习题的内容也有些改变，純粹計算性的习题减少了，而对理解有帮助的习题則增多了，在答案中对有些問題写了很詳細的解釋。

本書的編写人員并未更动，第一編“力学”由С. Э. 哈伊金(А. Г. 卡拉什尼科夫参加一部分工作)和 M. A. 伊薩科維奇編写；第二編“热学、分子物理学”由 M. A. 列昂托維奇和 Д. И. 沙哈罗夫編写。

校訂工作主要由伊薩科維奇(第一編)和沙哈罗夫(第二編)担任，并曾得到 E. Л. 斯塔罗卡多姆斯卡娅很多的帮助。总的編审工作則仍由本人担任。

Гр. 兰茨列尔格

1956年6月3日于莫斯科

## 引 言

在学校里从書本上所学到的知識，对周圍环境的观察，尤其是对于使我们感到惊讶的现代工业的力量的認識——这一切很自然地会使中学学生产生这样一个問題：人类怎样凭自己不强的体力以及只能直接观察有限范围現象的感觉器官，就能創造出远远超过法国小說家儒勒·凡尔納<sup>①</sup>的幻想的、有无限可能性的现代技术呢？对于这个问题，我們差不多每个人都会不加思索地回答道：这是自然科学創造出来的奇迹。在人类这一方面的胜利中，物理学起着特別重大的作用。

物理学究竟掌握着怎样的方法来支配着世界呢？

首先，很显然的，物理学跟现实世界的各种現象有联系，因之，要获得关于这些現象的知識，第一步应当观察。

然而科学的观察决不是一个很簡單的問題。例如，当我们注視落体时，很容易发觉，物体从不很高的地方落下时，就輕輕地撞击到地面上；而从很高的地方落下时，撞击的力量就会很大，甚至能使撞击的物体破碎。可是在观察从低空和高空的浮云中落下的雨滴时，就看不出它們跟地面的撞击有什么显著的区别。大家知道，飞行员从飞机上掉下来会摔死，可是他从高空乘降落伞跳下时，就会很平稳地着陆。另一方面，从飞机上擲下的炸彈，特别是重型

<sup>①</sup> 儒勒·凡尔納(1828—1905)——法国科学幻想小說家，著有“格兰特船长的儿女”等書。——譯者

炸彈，具有驚人的撞擊力量，往往會把多層的建築物打穿。這樣看來，這個比較簡單的落體現象就有各種不同的進行方式。因而，如果我們要控制這一現象，就必須尋找出它的各個方面之間的关系：確定物體運動的某些特性，確定物體的大小、形狀、重量和落下的高度對這些特性的影響以及其他種種关系；而最主要的，是從這些數據得出一個能夠解釋為什麼物體是這樣落下而不是那樣落下的**总的結論**。

在研究任何其他現象時也會發生同樣的問題。我們應當確定現象的某一進行過程跟什麼有關，用什麼方法可以減弱或加強它的各個方面。因此我們要能分析現象，分解出它的各個因素，並尽可能地**改變**產生這個現象的各種條件，也就是要從簡單的觀察轉變到**實驗**。

這時非常重要的是不能只以一般認識現象的定性特征為限，而更要探求它的個別因素的定量特征，用可以量度的量值來表明。換句話說，是應當確定，用哪些概念可以說明現象的合理的定量特征，用哪些方法可以測定相應的量值；求出這些量值就可以探求它們之間的数量关系，也就是用數量的（數學的）形式把現象的定律表述出來。例如在上述的落體例子中，我們就引入了落體速度、**加速度**（即速度的變化）、**落下高度**、**空氣阻力**、**物體的質量**和**重量**等概念。而尋求落體運動的定律也就是求得這許多量值間的相互关系。

確定能夠表明一個量怎樣隨着其他各量變化而變化的**数量关系的定律**，是用實驗方法研究現象的一個最重要任務。這些定律指示我們，應當怎樣變更發生現象的條件才能得到我們所希望的某種結果。另一方面，這些定律幫助我們了解現象的意義，因而使我們創造說明現象的**理論**，也就是使人們獲得一些总的觀念，借以

6278

04-81VAG

說明为什么所观察的現象会遵从已求得的定律，以及这一現象跟驟然看来相隔很远的其他現象之間具有怎样的关系等等。

例如在落体的例子中，我們在确定落体运动定律的同时，也闡明了空气阻力的作用以及这种阻力跟物体的形状、物体运动速度之間的关系。这样，我們就逐渐地了解这一現象的全部理論，这理論特別指出了物体在空气中迅速运动时所产生的渦旋在落体现象中所起的重要作用；因而闡明了物体的所謂流綫形的意义，也就是使渦旋减弱和减小运动阻力时物体所应具有的形状。闡明象这样的問題不仅可以解决飞机制造、合理形状的汽車制造、高速火車构造等一系列問題。

从上述的說明可以明显地看出实验在物理科学中有着怎样的重大意义。实验可以帮助我們找出現象的規律；利用实验，我們可以創立說明現象的理論。而理論反过来又会使我們預見現象中尚未知道的各种新特征，并指出这些特征可能发生的条件。这种从理論得出的結論應該重新受到实验的驗證，这时往往会因而修正或改进理論。这样，复杂而不明了的現象就会逐渐变成完全明了的現象，而我們也就学会了依照自己的愿望来控制这些現象的方法。現代技术的全部力量，就是从这种控制自然現象的技能中产生出来的。

在說明了实验的作用以后，为什么把物理学叫做实验的科学这一問題就很明显了。但是当然不應該認為仅仅把很好地完成的实验的各种結果简单地比較一下，就可以建立定律和創造理論。需要运用人的全部思考力和創造力来緊張地工作，才能从实验所得的材料建筑成宏偉的科学大厦。

在上面所分析的落体例子中，被研究的現象是比較簡單的；但是即使在这个現象中，也不是輕而易举地就可以确定，現象的哪些

方面起着重要的作用,哪些方面起着次要的作用,怎样简化这个现象,才能抛开次要方面而不致忽略重要方面。在许多情形中,由于实际现象中错综着各种极其不同的过程,问题就复杂了。例如在某个现象中可能是电的过程或热的过程起着重要的作用,它们产生了使物体得到加速度的力;也可能发现,甚至某种光学变化起着决定性作用等等。

现在用雷雨现象来做例子。在这里就密切地交织着热现象和分子现象(蒸发和凝结)、电现象(水滴形成时带电核心的作用,雷雨、云间电压的产生和由此而发生的放电现象等)、光现象和声现象(电闪和雷声)、许多力学现象(雨滴降落,风、云的运动,气旋的形成)等等。

显然,在许多类似的情形中,把一个复杂的现象划分成许多比较简单的、便于研究的现象,是有更重大的意义的。对复杂现象的许多观察指出,采取这种划分方法,可以把类似的现象分别归类,例如光现象、热现象、电现象等,正象我们在雷雨的例子中所做的那样。所以在研究物理学时,尽管在各类现象间并不可能有明确的界限,把所研究的材料分成这些类还是恰当的。至于教材的分类编排,以至它们的叙述次序,并没有严格的规定,而是可以采取各种不同的方式的。

在本书中我们先研究力学现象(包括液体和气体的力学),因为力学现象比较简单,而且还因为力学定律的知识对我们研究其他各部分有很大的帮助。其次是叙述跟分子现象有密切联系的热现象学说。然后是研究广泛范围的电现象和电磁现象。振动和波的现象则另成一编,其中包括机械振动、声的振动和电磁振荡。再其次则是光现象,它的叙述在很大的程度上要依靠振动和波的知识。最后是概要地叙述原子学说。

# 第一編 力 学

## 第一章 运 动 学

§ 1. 机械运动 当桌面上的小球或小車对桌面的位置发生改变时,我們就說它是在运动。同样地,如果汽車对道路的位置发生改变,我們也說它是在运动。

一个物体对于其他一些物体的位置的变化,叫做机械运动。

在广闊的太空中,地球、月球和其他行星、彗星、太阳、恒星、星云在作机械运动。在地球上,我們可以观察到天上的云、江河和海洋里的水、飞禽和走兽等的机械运动;人們制造的船艦、汽車、火車、飞机、机器、車床和仪器的个别部分,枪彈、炮彈、炸彈和魚雷等,也都在作机械运动。

物理学中研究机械运动的部門叫做力学。在俄文中,力学这个詞是 Механика, 它起源于希腊的 Μηχανή, 是机器或装备的意思。我們知道,甚至古代的埃及人,以后的希腊人、羅馬人以及其他民族都制造过在建筑、运

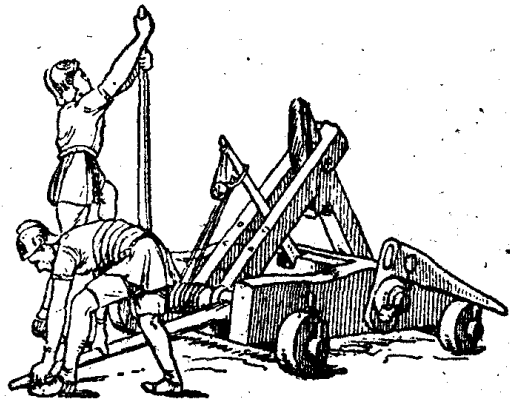


图 1 古希腊人用的投射武器。

輸和軍事技術方面使用的各種機器(圖1);當這些機器開動時,其中的個別部分、杠桿、輪子、重物等就發生運動(位置變化)。對這些機器個別部分位置變化的研究,引起了建立關於物體運動的科學——力學。

§ 2. 運動和靜止的相對性 同一個物體的運動可能具有完全不同的性質,這要看它的位置變動是相對於哪些物體而言的。

例如放在行駛的車廂中小桌上的蘋果,對小桌和車廂中其他物體來說是靜止的,但是對火車車廂外面的地面上的物體來說就是運動的。在無風的雨天,如果從停在站上的車廂中來看,雨絲是豎直的;這時雨滴在車窗玻璃上留下豎直的痕跡。但是對運動的車廂來說,雨絲是傾斜的;雨滴在玻璃上留下傾斜的痕跡,而且車行越速,雨痕越斜。

運動決定於對哪一個物體來觀察的這一性質,叫做運動的相對性。任何一個運動以及靜止,都是相對的。

由此可知,當我們要回答物體是靜止的還是運動的,以及是怎樣運動的這些問題時,應當首先說明,我們所討論的運動是對什麼物體來說的。

在有些情形下,並沒有直接說明運動是對什麼來說的,但是在這時我們心目中也總是有所指的。例如說到石塊落下、汽車或飛機運動時,這些運動就是對地面來說的;而在討論整個地球的運動時,通常就是對太陽或恆星來說的。

§ 3. 運動學的任务 開始研究個別物體的運動時,我們可以先不管引起運動的原因。例如我們可以只觀察雲的運動,而完全不注意使雲產生運動的風;我們可以只觀察汽車怎樣沿着公路運動,並描寫它的運動,而不注意汽車發動機的工作。

在力學中,描寫和研究運動,但不牽涉到引起運動的原因的這



一部分，叫做运动学。

§ 4. 运动的轨迹 一般地说，要描写物体的运动，就应当指出物体上各点的位置是怎样随时间而改变的。当物体运动时，物体上任一点要划过某一条线，这一条线叫做这个点的运动轨迹。

当我们让粉笔沿黑板移动时，黑板上留下的痕迹就是跟黑板接触着的粉笔头的运动轨迹。流星的发光径迹就是流星的运动轨迹（图 2）。曳光弹的发光径迹就是让射手能够看见它的轨迹，以便进行试射（图 3）。

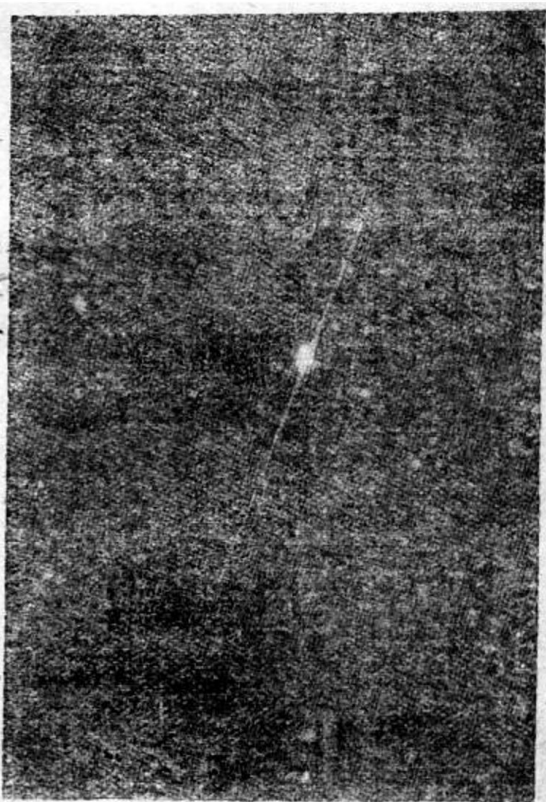


图 2 在晚上看到的空中流星的径迹。

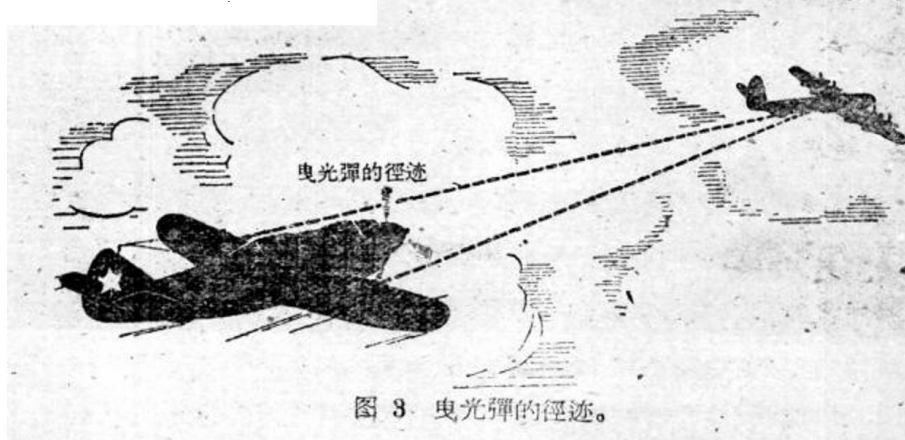


图 3 曳光弹的径迹。