

鐵路工廠職工教材

高中物理

上冊

鐵路工廠職工教材編輯工作組編



人民鐵道出版社

緒 論

人类是生活在自然界里，为了不断的改善自己的生活，人类就必须利用自然和改造自然，使自然为人类服务。

在广阔的自然界里的一切东西，都叫做**物体**。如桌子、书籍、石块、机车车辆、各种机械设备等都是物体。而所有的物体都是由物质组成的，如桌子是由木头做成的，机器是由钢铁制成的，木头和钢铁就是**物质**。

在自然界中的一切物体，都是在不断的发生变化，只要我们仔细地观察就可以了解，象昼夜、四季、风吹、水流、晴雨、植物的生长、动物的发育等。这种物体的变化是不以人们的意志为转移的，这就是自然界的客观规律。但是人类通过劳动，在劳动过程中逐步的掌握了自然规律，就可以把木头做成桌子；把铁矿石炼成钢，制造机械；进行人工降雨，控制气候；利用原子能把沙漠变成良田等，这些事实就说明人类可以掌握自然规律，向自然斗争，征服自然，使自然很好的为人类服务的凭证。

自然界中物体的一切变化，都叫做**现象**。如石块落下、闪电、电流通过金属丝发热和发光等都是现象。各种现象的发生虽然是多种多样的，如果仔细地加以研究，就可以知道任何一种现象都有一定的规律。象水加热到一定的温度，水就沸腾化为蒸汽，这种现象进行的过程，也就是水发生变化的规律。研究自然界的各种现象的规律的一种科学就叫做自然科学。物理学是自然科学的一种。

物理学的研究对象是各种物体的运动、关于声的、热的、电的和光的一些现象。当我们了解到现象进行的条件

后，便能够预测在其他情况下，现象进行的过程，这就是物理学中所应用来研究自然的方法。在物理学中，为了达到研究某一现象的目的，必须要细心地、反复地观察这种现象的演变，以及在可能的情况下制造出这种现象加以研究，这种方法，我们叫做实验。

根据观察和实验的结果，便能够对现象的过程得出结论。例如，在冬天我们可以看到水结冰，把冰放在暖和的屋内，又可以看到它溶成水。如果我们在实验里把其他的液体冷却，可以看到在冷到一定程度也会变成固体，在热到一定程度，又会变成液体。于是，我们得出结论：液体冷到一定程度会变成固体，这固体加热到一定程度时，又会变成液体。

在物理学中研究各种现象所得出的结论，不仅扩大了物理学的领域，而且在于它是其他自然科学（如天文学、化学、地质学等）的发展所不可缺少的知识，因为其他自然科学技术的发展都要依靠物理学的成就，如望远镜的发明促进了天文学的发展，显微镜的发明促进了生物学的发展，利用热学原理制造出蒸汽机后，改变了人类生产面貌，从手工操作进步到机械化，从而促进了生产力的发展，推动了社会的进步。所以说物理学是一切自然科学技术的基础，并且用以改造自然，为人类谋幸福，我们学习和研究物理学的重要意义也就在于此。

我国人民素来是勤劳、智慧、富于研究和创造的能力的。不论在科学上、技术上，我们的祖先都曾有过重要的创造和发明。解放以后，在党和毛主席的领导下，科学技术有了蓬勃的发展，全国范围内已掀起一个文化革命、技术革命的热潮，发挥了破除迷信、敢想、敢做的革命干劲，1956年我国已建成第一台试验性原子反应堆，1958年已制成了第一

台 25000 千瓦的成組蒸汽透平發電機，噴氣式飛機、各式汽車已大量成批生產。我們鐵路職工和全國人民一樣，在 1958 年大躍進的第一年中，以英雄的气概創造出我國有史以來未有的奇蹟，巨龍號、先行號等內燃機車、新式 1-5-0 蒸汽機車、×₆₀ 型貨車已在大連、戚墅堰、長辛店等鐵路工廠製造出來；交流工頻單相 25000 伏干綫電力機車在湘潭電機廠的協助下，已由株洲鐵路工廠製造出來；其他像鐵路自動控制、遠程控制設備已成批生產，有的已安裝在鐵路車站和綫路上運用。這些新式設備已達到或接近國際水平，事實說明我們中國人民，在黨的領導下，沒有攀不上的科學高峰，沒有攻不破的技術堡壘。在全國大躍進的形勢下，根據黨的八屆六中全會的指示，反對虛夸，實事求是的精神，為了更好的建設我們偉大的祖國，必須人人成為文化的主人，學習科學技術知識，掌握科學知識並運用到實際生產中去，使祖國日益繁榮富強，使人民的生活不斷提高。

物理學既然是一切科學和技術的基礎，它跟工業建設、國防建設有着密切的關係，相信，我們鐵路工廠的職工會通過物理學的學習，掌握自然科學的基礎知識，成為生產能手，生產出更多更好的機車車輛，在祖國的建設事業中做出更大的貢獻。

目 录

緒論.....	6
---------	---

第一編 力 学

第一章 直綫运动.....	1
§ 1. 机械运动.....	1
§ 2. 运动和靜止的相对性.....	2
§ 3. 物体的平动.....	3
§ 4. 質点.....	4
§ 5. 路程和位移.....	5
§ 6. 运动的速度.....	6
§ 7. 运动的分类.....	8
§ 8. 匀速直綫运动.....	9
§ 9. 运动的合成.....	10
§ 10. 速度的合成.....	15
§ 11. 速度的分解.....	16
§ 12. 变速直綫运动.....	18
§ 13. 初速度等于零的匀加速运动.....	22
§ 14. 自由落体运动.....	26
§ 15. 初速度不等于零的匀加速运动.....	29
§ 16. 豎直下抛物体的运动.....	31
§ 17. 匀减速运动.....	31
§ 18. 豎直上抛物体的运动.....	32
§ 19. 关于直綫运动的小結.....	33
第二章 慣性、力、力的合成和分解.....	35

60 § 20. 牛頓第一定律	35
§ 21. 力	37
§ 22. 重力	37
§ 23. 物体的形变和彈力	38
§ 24. 力的平衡和量度	40
§ 25. 摩擦力	42
§ 26. 摩擦的利弊	45
§ 27. 潤滑的作用	46
§ 28. 力是矢量	47
§ 29. 力的合成	48
§ 30. 力的分解	51
§ 31. 有固定轉动軸的平衡	53
§ 32. 平行力的合成	56
§ 33. 重心	58
§ 34. 物体平衡的种类	59
§ 35. 穩度	62

第三章 力、質量和加速度的关系 65

§ 36. 質量	65
60 § 37. 牛頓第二定律	65
§ 38. 質量是物体慣性的量度	70
§ 39. 質量和重量	71
§ 40. 密度和比重	72
§ 41. 力学單位制	74

第四章 物体的相互作用 80

§ 42. 物体的相互作用	80
60 § 43. 牛頓第三定律	80
§ 44. 动量、动量守恒定律	81
§ 45. 碰撞	86

第五章 机械能	88
(6) § 46. 功.....	88
§ 47. 功率.....	93
§ 48. 簡單机械.....	96
§ 49. 槓桿.....	96
§ 50. 机械的功的原理.....	101
§ 51. 滑輪.....	102
§ 52. 輪軸.....	106
§ 53. 滑輪和輪軸的联合应用——差动滑輪.....	108
§ 54. 机械效率.....	109
§ 55. 斜面.....	110
§ 56. 劈.....	112
§ 57. 螺旋.....	116
§ 58. 能的概念.....	119
§ 59. 势能.....	119
§ 60. 动能.....	122
§ 61. 在外力对物体作功时能量的增加.....	123
§ 62. 能量的轉換和守恒定律.....	125
第六章 曲綫运动、轉动	130
§ 63. 在曲綫运动中速度的方向.....	130
§ 64. 平抛物体的运动.....	131
§ 65. 斜抛物体的运动.....	134
§ 66. 匀速圆周运动 角速度.....	137
§ 67. 綫速度 綫速度与角速度的关系.....	139
§ 68. 匀速圆周运动的向心加速度.....	140
§ 69. 向心力和离心力.....	142
§ 70. 利用向心力来研究几种現象.....	144
§ 71. 离心机构.....	148

§ 72. 傳動裝置.....150

§ 73. 直綫运动与轉动的互換.....156

第七章 万有引力.....158

§ 74. 行星的运动.....158

§ 75. 万有引力定律.....158

§ 76. 物体重量的变化.....159

第八章 振动和波.....161

§ 77. 振动.....161

§ 78. 簡諧振动.....162

§ 79. 振动的周期、頻率和振幅.....165

§ 80. 單摆的振动定律.....166

§ 81. 振动的圖綫.....167

§ 82. 振动物体中能量的轉变及阻尼振动.....168

§ 83. 受迫振动.....169

§ 84. 共振及其在技术上的意义.....170

§ 85. 振动在物体里的傳播.....173

§ 86. 橫波.....173

§ 87. 縱波.....175

§ 88. 波長 波長、頻率和波的速度之間的关系.....177

第九章 声学的初步知識.....178

§ 89. 引言.....178

§ 90. 声音的傳播 傳播速度.....179

§ 91. 声音的分类.....181

§ 92. 音調 响度 音品.....181

§ 93. 声波的反射.....183

§ 94. 声音的共鳴.....183

§ 95. 声音的記錄和重發.....185

§ 96. 超声波.....186

第十章 流体力学	188
§ 97. 引言	188
§ 98. 压力和压强	188
§ 99. 压强在液体和气体中的傳遞	190
§ 100. 水压机	191
§ 101. 液体对于容器的压强	192
§ 102. 液体内部的压强	193
§ 103. 液体压强的計算	194
§ 104. 連通器及其在工業上的应用	195
§ 105. 气体的重量	197
§ 106. 大气压强	198
§ 107. 大气压强的值	199
§ 108. 抽水机	203
§ 109. 虹吸現象	205
§ 110. 液体的浮力	207
§ 111. 阿基米德定律	207
§ 112. 物体的浮沉 阿基米德定律的应用	209
§ 113. 穩流和流綫	211
§ 114. 液体和气体的流速和压强的关系	214
§ 115. 液体和气体的空吸作用	216
§ 116. 空吸作用的应用	217
§ 117. 物体在流体中运动时所受的阻力 流綫体	220
§ 118. 飞机上升的原理	222
§ 119. 水流的能的利用	224
§ 120. 水輪机	226

第一編 力 学

第一章 直綫运动

§ 1. 机械运动

当我们走进铁路工厂，就可以看到：崭新的机车車輛絡繹不絕地出厂；运料的汽車或电瓶車忙碌地把材料运往車間；移車台把車輛一輛輛地从一端挪向另一端；工作着的龙门鉋床，在它平台上固定着的工件，往复地移动着。我們說，这些物体都在运动。怎样来判断这些物体的运动呢？

我們可以找出工厂里某些不动的物体，例如：厂房、电綫杆，来观察机车对于这些物体的位置。如果，机车和这些被認為不动的物体的距离起了变动，那么，我們說机车在运动；如果距离不变，那么，我們說机车是靜止的。上面所說的崭新的机车車輛出厂，是把整个工厂当做不动的物体来看待的。

用同样的方法，我們可以判断汽車、电瓶車、移車台等是否在运动。

我們这里所講的物体的运动，指的是物体和物体間相对位置的簡單变动。

物体和物体間相对位置的簡單变动，叫做机械运动。

物体的运动是多种多样的，天体的运动，火車、汽車和飞机的运动，机器各部份的运动，人类、飞禽和走兽的运动，所有这些运动，都仅仅是机械运动的一小部份例子而已。

在物理学中，研究机械运动规律的这一部份，叫做力学。

在力学中所研究的运动，都是机械运动，也可以把“机械”二字省去，简称为运动。

§ 2. 运动和静止的相对性

我们来观察一些事实。

例如，假定輪船在内河里航行得很平稳，毫無颠簸，輪船的窗戶又用窗帘遮着。在这种情况下，船艙里的旅客，往往不能觉察輪船是否在开动。他們必須揭开窗帘，在岸上找出一个不动的物体，根据輪船和这个物体的相互間位置的变动，才能觉察輪船在运动。

再如，当我们坐在停靠在車站上的火車里，旁边还停着一列火車，遮住了車站的房子。当旁边的列車开动时，我們会觉得自己坐的火車在开动，等到旁边列車的最后一节車廂开过以后，我們看到了車站的房子，才知道我們自己坐的火車沒动，原来是旁边的列車开出車站去了。从这里可以看出，我們要判断某一物体的运动，必須拿另一个我們認為不动的物体来做标准，否則就無法判断这个物体是否在运动。

因此，我們需要引出参照物这个概念。

什么叫参照物呢？

設有甲乙兩物体，甲相对于乙而运动，这时，乙是被当作不动的物体来看待的，那末，乙叫做甲的参照物。

上面我們所說的輪船在开动，是拿碼頭或岸上一定的物体当作参照物的；火車开出車站，是拿車站当作参照物的；嶄新的機車車輛出厂，是拿整个工厂当作参照物的。

同一物体相对于不同的参照物来講，它的运动情况是不同的。天車司机坐在司机室里开动着天車，司机对于天車来

講是靜止的，因為司機對於天車的相對位置沒有變動；但是，司機開動着的天車對於廠房的某一端來講是運動的，因為它們之間的相對位置在不斷地變動着。工廠廠房對於地球來講是靜止的，而地球繞着太陽旋轉，地球對於太陽是運動的，因此，廠房也因地球的運動而運動。根據科學研究的結果證明，太陽對於整個銀河系來講，也是運動的。由此可知，我們研究機械運動時，被當作不動的物體，實際上都在運動着。所以，在自然界中找不出一個絕對靜止的物體，所有的物體都在運動着，所有的運動和靜止都是相對的。

在物理學中，除了研究地球或天體的運動以外，平常我們所講的物體的運動和靜止，都是相對於地球而言的，也就是說，以後我們所談到的運動是以地球為參照物的。

§ 3. 物體的平動

即使是機械運動，也還有各種不同的狀態和複雜的性質。物體的平動和轉動是機械運動中最簡單而又最基本的兩種形式。物體的轉動留在後面研究，現在，我們先來研究物體的平動。

我們來觀察一塊矩形木塊的運動（圖1）。當木塊運動時，它的稜 AB 的位置雖然不斷變化，但始終是平行的，就是 $AB \parallel A_1B_1 \parallel A_2B_2$ ；所有其它任意兩點的聯綫，在木塊整個運動過程中也都是平行的，例如， $AC \parallel A_1C_1 \parallel A_2C_2$ 以及 $AD \parallel A_1D_1 \parallel A_2D_2$ 等。

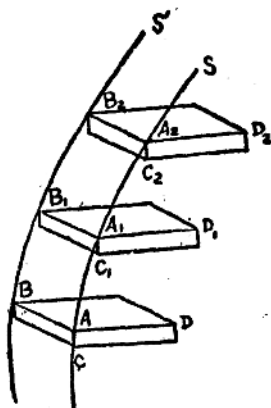


圖 1 物體的平動

我們說，這塊矩形木塊在作平動。

換句話說，一個運動着的物體，如果在物體上任取任意兩點所聯成的直綫，在整個運動過程中都是平行的，那麼，這個物體的運動，叫做平動，也叫移動。

抽屜從桌內拉出來的運動，火車車廂在筆直的綫路上的運動，機車勾貝的運動等都是平動。

平動可以是直綫進行的，例如移車台的運動以及上面所舉的例子，都是直綫進行的平動；平動也可以是曲綫進行的，例如機車的連杆和圖 1 中木塊的運動，都是曲綫進行的平動。

物體作平動的時候，在它上面任意找幾個點，那麼，這些點，在相同的時間內，所通過的距離都是一樣的，同時還沿着同樣的軌道運動，也就是說，這些點的運動都是相同的。所以在研究物體平動的時候，我們只要研究它的一點的運動，就可以了解整個物體的運動。

§ 4. 質 點

假定在大洋中停着一隻軍艦，它離開碼頭有 3000 哩（海里）遠，我們不禁要問，這 3000 哩到底指艦上的哪一點到碼頭的距離呢？是艦首的一點呢？還是艦尾的一點呢？還是艦上其它的一點呢？軍艦的大小和這 3000 哩比較起來，真是微不足道的，從碼頭到軍艦上不同的點的距離，實在是相差極小的，為了把問題簡化起見，我們可以不考慮軍艦的大小，而把它當作一個點來看待。

在力學中，研究一個物體的運動時，如果物體的大小和它通過路綫的長短比較起來，小到可以忽略不計時，我們就可以用一個點來代替它，這個點叫做質點。

我們能否把物體看成是質點，要看我們的研究的問題的

性質而定。當我們研究地球繞太陽運動時，也可以把地球看成是質點，因為地球的大小（半徑約為 6350 千米），和它離太陽的距離（約 150,000,000 千米）相比是非常渺小的，在這個問題里，可以忽略不計，但是，如果我們要研究地球自轉的時候，那就不能把地球當作質點了，因為，地球的大小對我們所研究的問題有着極為密切的關係。

前面我們已經討論過，物體作平動時，它的各個點的運動都是相同的，因此，我們把作平動的物體當做質點，那麼它的運動，就叫做質點運動。

§ 5. 路程和位移

一列火車從北京開往上海，在它行駛過程中，一定要經過一定的路綫。在物理學中，把一個運動物體從起點到終點所經過的路綫的長短，叫做路程。如果只考慮運動物體從起點到終點的距離時，這個距離叫做位移。

因此，運動物體在某一段時間里所通過的路程和位移是有區別的。火車從北京到上海，按它的路程（鐵路綫的長度）來說是 1484 千米，但是它的位移（直綫距離）只有 1070 千米。

如圖 2 所示，物體由位置 O 點運動到 M 點，它所通過的路程等於曲綫 OM 的長度。但是， O 點到 M 點的距離，或者說 O 點對 M 點的位移，只等於直綫 OM 的長度。

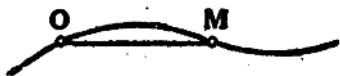


圖 2 路程和位移

在直綫運動中，物體的路程和位移在有些情況下是相等的，如圖 3 所示，運動物體沿直綫 OB 由 O 點到 A 點，路程和位移都是 OA ；在另一種情況下又不相等，運動物體沿

直線由 O 到 B ，再由 B 回到 A ，那么，路程等于 OB 和 BA 的和，而位移則仍然是 OA 。

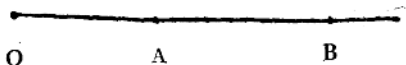


圖 3 路程和位移

§ 6. 运动的速度

三輪車和汽車在公路上行駛，飞机在天空飞行，虽然它們都在运动，但运动的情况是不同的，我們可以看到，汽車比三輪車运动得快，飞机又比汽車快，但是快慢的程度如何呢？为了比較物体运动的快慢程度，必須把路程和時間結合起来研究，因此我們引入了速度的概念。

运动物体在單位時間里所通过的路程叫做速度。

如果天車在 5 秒种內通过 15 米的路程，它的速度就等于 $\frac{15 \text{ 米}}{5 \text{ 秒}} = 3 \text{ 米/秒}$ 。从这个例子可以知道，速度等于 =

$\frac{\text{路程}}{\text{時間}}$ 。我們通常用 V 来代表速度，如果物体在時間 t 內所通过的路程为 S ，那么它在这一段時間內的速度为

$$V = \frac{S}{t} \quad \text{或} \quad \text{速度} = \frac{\text{路程}}{\text{時間}}。$$

可以很明显地看出，物体的速度越大，它的运动就越快；速度越小，运动就越慢。

速度的單位是随着所用的路程的單位和時間的單位来决定的。因为路程的單位是厘米、米、千米，時間的單位是秒、分、小时，所以速度的單位也就不一。在物理学上，常用厘米/秒、米/秒 来做單位，但也可用米/分、千米/小时 来做單位。

例 苏联發射的第一顆宇宙火箭，它的速度达到 11.2 千米/秒。那么它的速度每分鐘是多少千米？每小时 是多少千米？

解 $V = 11.2 \text{ 千米/秒} = 11.2 \times 60 \text{ 千米/分} = 672 \text{ 千米/分}$ 。

$V = 11.2 \text{ 千米/秒} = 11.2 \times 60 \times 60 \text{ 千米/小时}$
 $= 40,320 \text{ 千米/小时}$ 。

只知道速度的大小，是沒法清楚的理解物体运动的情况。例如，有兩列火車同时由北京开出，它們的速度都是 70 千米/小时，問一小时后这兩列火車相距多远？这个问题我們就無法肯定的回答，因为它们們若是同向运行，則距离保持不变，若是逆向运行，則一小时后相距 140 千米。所以在研究物体运动的时候，不仅要考虑速度的大小，同时还要考虑它的方向。象这种不仅要由大小而且要由方向来确定的物理量，叫做**矢量**。速度就是一个**矢量**。

一切矢量都可以用帶箭头的綫段来表示。按照一定比例，画出帶箭头的綫段，綫段的長短就表示矢量的大小，箭头所指的方向就表示矢量的方向，箭头的起点表示矢量的起点。圖 4 里帶箭头的两个綫段，就是按一定的比例画出来的，用以表示两个汽車的速度和方向。从圖 4 上可以看出：一輛以 60 千米/小时的速度向左运动，另一輛以 40 千米/小时的速度向右运动。

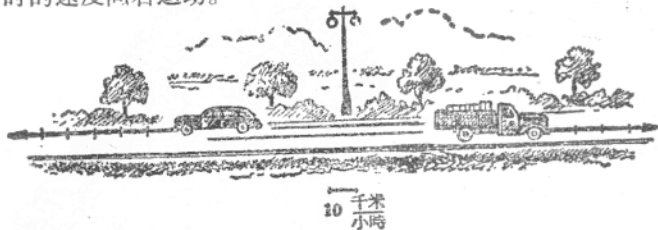


圖 4 不同的速度矢量

單由大小來確定的物理量叫作標量。例如：時間、溫度、面積、體積等都是標量。

我們在表 1 中列出幾種物體的運動速度。

表 1

運 動 物 體	速度 (米/秒)
繞太陽轉動的地球	29800
第一顆人造衛星 (指對地球的速度)	8000
繞地球轉動的月球	1000
步槍的子彈 (剛從槍筒射出時)	900
聲音 (不是物體)	340
噴氣式飛機	300
火車 (快車)	25
步行的人	1.5

習 題

1. 54 千米/小時的速度是多少米/秒？360 厘米/秒 是多少千米/小時？20 米/秒 是多少千米/小時？

2. 根據表 1 的數據，用千米/小時做單位，寫出人造衛星和火車的速​​度。

3. 快車以 90 千米/小時的速度前進，慢車以 65 千米/小時的速度前進，這兩列車的速​​度差是多少米/分？

4. 一人用 5.4 千米/小時的速度向東前進，用米/秒做單位來表示這個速​​度，並用矢量圖表示。

§ 7. 運動的分類

自然界里，物體的運動是各種各樣的。工廠中的移車台沿著兩根鋼軌的運動，龍門鉋床床面的往復運動，重物由高處落下的運動以及在斜面上拖東西的運動。這些運動都是筆直的，所以叫做直綫運動。