

高中物理自修參考書

(力 学 部 分)

修 訂 本

吉 林 人 民 出 版 社

高中物理自修参考書

(力学部分)

修訂本

張世光 編写

吉林人民出版社

1958·长春

高中物理自修参考書（力学部分）

張世光編寫

吉林人民出版社出版（长春市斯大林大街） 吉林省书刊出版业营业登记证出字第1号

長春新华印刷厂印刷 新华书店吉林省分店发行

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：5 $\frac{7}{16}$ 字数：178,000 印数：47,001—75,500册

1957年7月第1版 1958年4月第2版第1次印刷

統一書号：7091·30

定价（8）：0.70 元

緒 論

§ 1 物理学大意	1
§ 2 物理学的研究方法	1
§ 3 解题方法概要	2

第一篇 力 学

第一章 直线运动	5
§ 1—1 机械运动	5
§ 1—2 运动的相对性	6
§ 1—3 运动是空间变化与时间变化的关联	7
§ 2 物体的两类基本的运动形式——物体的平动和转动	8
§ 3 质点	9
§ 4 运动按轨迹分类	9
§ 5 运动的方向	10
§ 6—1 速率, 速率的单位	10
§ 6—2 速度	12
§ 7 向量与标量	12
§ 8—1 匀速运动方程式	13
§ 8—2 直线匀速运动的例题与匀速运动问题的一般解法	14
§ 8—3 匀速运动的图线	25
§ 9 变速运动的平均速度和瞬时速度	28
§ 10—1 匀变速运动——加速度	29
§ 10—2 匀变速运动的瞬时速度	31
§ 10—3 匀变速运动的平均速度	32
§ 10—4 匀变速运动的方程式	35
§ 10—5 初速度为零的匀变速运动的特征	37
§ 10—6 匀变速运动的速度图线	38

§ 11	自由落体运动	39
§ 12—1	直线匀速运动的例题	41
§ 12—2	运动学问题的一般解法	56
§ 12—3	运动学问题的解法分析	62
第二章	牛顿运动定律	65
§ 1	牛顿第一定律	65
§ 2	力	67
§ 3	力、惯性、加速度之间的关系	69
§ 4	质量	70
§ 5	牛顿第二定律	71
§ 6	作用与反作用	72
§ 7	牛顿第三定律	74
§ 8	牛顿第三定律在技术上的应用	75
§ 9	火箭原理	78
§ 10—1	重量	79
§ 10—2	从重量的比较来度量质量	79
§ 10—3	质量单位与重量单位	80
§ 10—4	密度与比重	81
§ 11—1	根据 $F = ma$ 所规定的力的单位——达因	81
§ 11—2	达因与克重的关系	82
§ 12	单位制度	82
§ 13—1	牛顿三定律例题	84
§ 13—2	牛顿三定律问题的解法分析	98
第三章	运动的合成与分解	103
§ 1	力的独立性	103
§ 2	向量的合成	104
§ 3	向量分解	107
§ 4	运动合成与分解的例题	110
§ 5	竖直下抛与上抛运动	116
§ 6	平抛物体的运动	123
§ 7	斜抛物体的运动	125

第四章	摩擦	135
§ 1	摩擦	135
§ 2	靜摩擦和滑動摩擦	136
§ 3	摩擦定律	137
§ 4	摩擦圖綫	139
§ 5	滾動摩擦	140
§ 6	潤滑劑對摩擦的影響	140
§ 7	摩擦的利弊	140
§ 8	有關摩擦作用的例題	141
第五章	功和能	143
§ 1	功	143
§ 2	功的單位	145
§ 3	功率	146
§ 4	功率的單位	147
§ 5	功和功率的例題	148
§ 6	能	150
§ 7	動能	150
§ 8	勢能	157
§ 9	能量轉換和能量守恆定律	158
§ 10	能量守恆例題	160
§ 11	關於利用能量守恆原理來解力學問題的分析	164
第六章	力的合成與分解	169
§ 1	力的平衡	169
§ 2	二力平衡的條件	170
§ 3	力的可傳性——力的作用點在 剛體里的移動	170
§ 4	合力、分力和平衡力	171
§ 5	作用在一點上的力的合成	172
§ 6	力的分解	174
§ 7	平行力的合成與分解	174
§ 8	力的合成與分解例題	176
第七章	圓周運動及轉動	180

§ 1	質点的匀速圓周运动	180
§ 2	向心加速度	182
§ 3	向心力与离心力	183
§ 4	离心器械	184
§ 5	物体匀速轉动的角速度	186
§ 6	使物体产生轉动的作用	188
§ 7	力偶	190
§ 8	匀速圓周运动及轉动例題	191
第八章	物体的平衡	193
§ 1	物体的平衡条件	193
§ 2	物体的重心	194
§ 3	在重力作用下物体平衡的三种可能性	195
§ 4	物体的稳定程度	197
§ 5	張衡的地动仪	198
§ 6	重心和物体平衡問題	199
第九章	机械原件	205
§ 1	机件的作用和种类	205
§ 2	杠杆	206
§ 3	天平	208
§ 4	杆秤	209
§ 5	滑輪	212
§ 6	滑輪組	214
§ 7	輪軸	215
§ 8	齒輪和傳輪帶	216
§ 9	斜面	218
§ 10	劈	219
§ 11	螺旋	220
§ 12	机件作功原理——力学的金科玉律	220
§ 13	机械利益	221
§ 14	机械效率	222
§ 15	机件例題	223
§ 16	簡單机件問題解法分析	234

緒 論

§1 物理学大意

物理学是自然科学之中的一門，是关于自然界的总的科学，是研究一切自然現象所共有的基本性質和普遍規律的。例如，万有引力定律、能量轉換及能量守恒定律等。

根据所研究的現象的性質，物理学可分成五个部分：（1）力学；（2）分子物理学和热学；（3）电学；（4）光学；（5）原子物理学。

§2 物理学的方法

关于自然科学的研究，首先應該搜集跟所研究的問題深切有关的事实，然后对它們加以确切的了解。

搜集事实的方法：一种方法是对自然界里所發生的現象做仔細的反复的觀察。例如研究天文学时，用望遠鏡来观察天体的运动。另一种方法是实验，就是按照我們的意愿，在适当条件下复制出各种現象，并且改变有关条件，来观察現象的改变。例如，改变挂在彈簧上的重物，来观察各次彈簧的伸長。

当人們掌握了充分可靠的事实以后，就进一步在这些事实的基础上进行理論研究：比較、分析、綜合、概括，找出物体所处的条件跟它在那些条件下所發生的現象之間的一定的依存关系，从而总结成为定律。例如，在做彈簧伸長实验以后，从各种不同重量和它們对彈簧所引起的不同伸長，找出‘彈簧的伸長与挂在彈簧下重物的重量成正比例’，从而总结出虎克定

律。应当注意：定律适用的范围是有限制的，例如，虎克定律，只有在弹性限度内才能适用。

§3 解題方法概要

关于物理学的问题，大致分为说明问题、计算问题、实验问题三种。列成表如下：

1. 說明問題	(I) 意义說明	(a) 有量度的术语	i. 是表示什么物理意义的； ii. 通过什么物理现象来認識； iii. 如何量度； iv. 举例。
		(b) 无量度的术语	i. 叙述术语的定义； ii. 附加定义中不明了处的說明； iii. 举例。
		(c) 原理、定律	i. 写出定律或原理的条文； ii. 用关系式把定律表示出来，并加以說明。
	(II) 叙述問題	i. 按次序記出，不必要的項目別写； ii. 說明的理由要充分。	
	(III) 証明問題	(a) 純粹証明——从物理意义出发用数学式子推演； (b) 理由說明——尽量用数学式，文字說明要簡單扼要充分。	
2. 計算問題	(IV) 机械說明	i. 画略图； ii. 逐条說明構造、原理、作用。	
		i. 画略图； ii. 簡單叙述式中所用文字； iii. 記出所求之量和已知量，并統一單位； iv. 想通問題的意义，推断出跟这个问题有关的原理、定律、公式； v. 在問題中找出能够解出所求之量的必須量，若缺少这种必須量，就把它看成未知量列入方程式中，有几个未知量就須要列出几个独立的方程式； vi. 最后代入数字計算。	
3. 实验問題		i. 画图； ii. 記出所用仪器的主要部分； iii. 按次序逐項列記实验方法——实验过程； iv. 关于該实验的主要注意事項，附記补正与討論。	

表上所写的只是一般性的常識，此外还有应当十分注意的，有的在以后各篇中要講到，有的还得靠讀者随时吸收这方面的經驗。

下面按表的順序来举一些例子，这些例子不仅闡明了怎样解答問題而且也說明了如何去理解物理概念的通則。

1. 說明問題

(I) 意义說明

(a) 具有量度的述語：

速度：i. 是代表运动状态的一项最基本的物理量——运动的快慢和方向，

ii. 速度的方向，当运动軌跡是直綫时，直綫的方向就是速度的方向；当运动軌跡是曲綫时，在軌跡上某一点的切綫方向就是在該点的速度方向。速度的大小可作如下認識：当时間一定，速度与路程成正比例，当路程一定，速度与時間成反比例。

iii. 速度的量度：用單位時間所通过的路程来表示。

$$V: \text{速度}, t: \text{時間}, s: \text{路程。則 } V = \frac{s}{t}$$

(b) 一般術語：

相对靜止：i. 是运动的特殊情形，就是两个物体在运动中的相对位置保持不变。

ii. 例如，山、森林、城市、建築物对地球都是相对靜止的。

iii. 所謂相对位置，是一个物体对另一个物体的位置。

(c) 原理定律：

牛頓第三运动定律：这个客观規律是描述物体間的作用是相互的。

甲物体以力 f_1 作用在乙物体上，則乙物体必同时以大小跟 f_1 相等而方向相反的力 f_2 作用在甲物体上。即， $f_1 = -f_2$ 。

(II) 敘述問題：

質点运动种类：

勻速度运动——速度的大小、方向均不变。

变速度运动	{	直线变速运动	{	直线匀变速运动.
				直线变加速运动.
		曲线运动	{	曲线匀速运动
				曲线变速运动
				曲线匀加速运动.
				曲线变加速运动.

(II) 証明問題

(a) 純粹証明:

例: 体积膨胀系数是线膨胀系数的三倍. [証] 設某物的线膨胀系数为 α , 当温度上升 $t^{\circ}\text{C}$ 时, 边长相应的由 l_0 变到 l , 体积相应的由 V_0 变为 V .

根据线膨胀系数的定义:

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \frac{l - l_0}{t}.$$

$$\text{即 } l = l_0(1 + \alpha t)$$

$$\therefore l^3 = l_0^3(1 + \alpha t)^3 = l_0^3(1 + 3\alpha t + 3\alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3)$$

$$\text{因 } l^3 = V, l_0^3 = V_0, \alpha \ll 1,$$

$$\text{故 } V = V_0(1 + 3\alpha t)$$

$$\text{所以 } 3\alpha = \frac{V - V_0}{V_0 t} \text{ 即体膨胀系数.}$$

(b) 理由說明:

例: 說明安全灯所用的道理.

安全灯是把灯焰的周圍用金屬網罩起来的裝置. 因金屬網是热的良导体, 灯焰产生的热量很快的导向他部, 使罩外的可燃气体达不到发火点, 而不致引起爆炸.

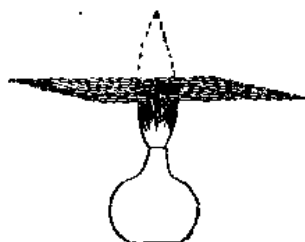


图 1

第一篇 力 学

力学是研究物質的最簡單的运动状态的科学。运动学，动力学、静力学是力学的三个組成部分。

运动学只研究运动怎样进行。即只研究位置的变动和时间之間的关联，也就是研究机械运动的部門，它不涉及为什么产生这种或那种运动的原因。

动力学只研究使物体的运动状态改变的原因。即只研究物体間的相互作用，怎样引起物体的运动状态的改变，也就是研究运动定律的部門。

静力学只研究物体的平衡条件。就是研究静止或速度不变的条件的部門。

第一章 直綫运动

§ 1—1 机械运动

一个物体对另一个物体的位置在发生变化，就叫做机械运动。简称运动。否則就叫做静止。

例如：人在走路时，不断的改变着自己对地上的建筑物或树木的位置，这就是一种运动。当人停住时，人对地上的建筑物或树木的位置沒有变化了，这就是一种静止。

§ 1—2 运动的相对性

任何一个机械运动都是相对运动，任何一个静止都是相对静止。

我們說一个物体运动或静止，必須相对于什么而言；即必須說相对于什么运动，相对于什么静止。

例如：乘客坐在前进的車上。乘客对地面来说是动的——因为車动，所以乘客随着車在地上动，但是乘客对他所乘的車来说，却是静止的——因为他坐在車上。因此，只說乘客是运动的或說是静止的，就沒有意义了，必須說‘乘客相对于地面是运动的’，‘相对于車是静止的’。

又例如：甲、乙二人賽跑，跑得一样快，他們之間的位置，一直保持不变。这时我們应当說：甲相对于乙是静止的，甲相对于地面是运动的；或說乙相对于甲是静止的，乙相对于地面是运动的。

我們說一个物体怎样运动着，也必須相对于什么而言。

例如：船向南急駛，乘客在船上由船头向船尾慢走。从乘客运动的快慢来看，單說运动的快或运动的慢是沒有意义的。必須說：乘客相对于船的运动是慢的，相对于地面的运动是快的。从乘客向什么方向运动来看，單說乘客向南或向北运动是沒有意义的。必須說：乘客相对于船是向北（向船尾）运动，相对于地面是向南运动。

习惯上的假定

我們說甲对乙的相对运动，常想成甲动乙不动，即把乙看成是静止的。例如：人在路上走，船在海上行，就意味着把地球看成是静止的。事实上所有物体都是运动着的。

相对运动的效果

从甲对乙的相对运动，或从乙对甲的相对运动，都会得到相同的效果。

例如：旋床上，工件转动，旋刀不动；和旋刀转动，工件不动，都能达到制成产品的目的。

§ 1—3 运动是空间变化与时间变化的关联

在运动的定义中，不仅指明了运动不能脱离空间（位置）；同时也指明了不能脱离时间。因为‘变化’一词就意味着时间，而且在运动过程中，物体的位置是随着时间变化而不断的改变着的，所以运动是空间变化与时间变化的关联。

从理论上讲，机械运动学的概念系统的展开，正是‘运动存在于时间与空间的关联中’这一概念从不同角度和不同程度上，使之深刻化、具体化的结果。

从事实上讲，在任何一个具体的运动中，我们只考虑空间或把空间变更与时间变化割裂开，而不去考虑空间与时间的关联，就不会了解运动的真实情况，甚至得出荒谬的结论。

例如，对于兔子追龟的问题，历史上曾经有过一位思想家，根据他的推理，竟得出永远追不上的谬论。

兔子追龟问题是这样：龟在兔子前面，相距 AB ，兔子从 A 点，龟从 B 点，同时向同一方向跑。

那位思想家，他说兔子追不上龟是根据这样的推理：

假设兔子能够追上龟，兔子就必须先追上龟兔之间的距离 AB 的一半 AA_1 ，如果连一半都追不上，那当然就得出‘追不上’的结论了；其次，根据同样的理由，兔子必须再追上余下的距离 A_1B_1 （因为龟在爬着所以 B 点也向前移）的一半 A_1A_2 ；再次，还

根据同样的理由，必須再追上余下的距离 A_2B_2 的一半 A_2A_3 ；...
 ...这样一半再一半的追下去（见图 2）。尽管可以追到离龟很近很近的距离，但是总有剩下的很小很小的一段距离是追不上的，这与‘能追上’的假设相矛盾。所以得出兔子不可能追上龟的结论。

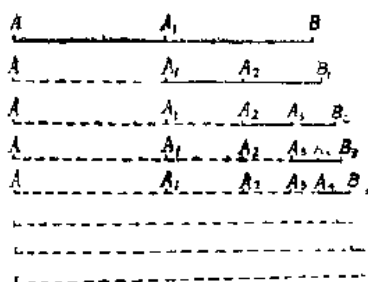


图 2

事实上，从常识我们知道，兔子一分钟能跑 1,080 公尺，而龟一分钟只能爬 1.2 公尺，兔子比龟跑的快得多，既或让龟在兔子前面 2,000 公尺，也用不了两分钟，兔子就跑到龟的前面去了。所以兔子能够追上龟，这是毫无疑问的。

那末，那位思想家，对于这个问题，形成错误结论的原因是什么呢？很显然，是因为他只是片面的从距离上来设想，而不是针对这个运动的时间与空间的关联，来考虑问题和解决问题的（但从他的论证中的逻辑演绎上看，是没有问题的）。

§ 2 物体的两类基本的运动形式—— 物体的平动和转动

在运动的物体上，一切点均能描出完全相同的曲线，这类运动称为平动（或平移）。

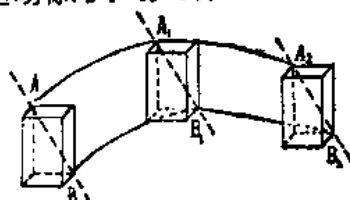


图 3

物体的平移 $AB || A_1B_1 || A_2B_2$

平动的最突出的基本特点是：由物体上任意两点所连成的直线，在整个运动过程中总是平行前进的（见图 3）。

例如，雪橇滑动时，就是一种平动。

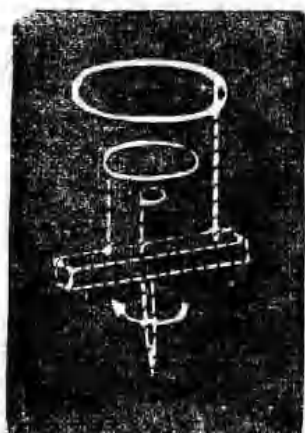


图 4

当木棒端旋轉时香火头
点火一端所画出的圓圈

到兼为平动和轉动的运动。例如，汽車輪对地面的运动。

在运动物体上，各点的軌跡都是圓，这些圓的圓心都在一条公共的直綫（轉动軸綫）上，这类运动称为轉动。

轉动的基本特点是：轉动軸綫垂直于轉动点軌道所在的平面（見图 4）。

例如，留声机唱片的运动，就是一种轉动。

平动和轉动是物体的运动兩类基本形式。平动是物体最簡單的运动。在自然界和工程上，常常会碰

§ 3 質 点

在一定的运动問題中，为了使問題簡單化，可以不考虑运动物体的大小和形狀，我們只用一个点来代替整个物体，这样用来代表一个物体的点，叫做質点。

同一个物体，由于問題的性質不同，有时把它看作質点，有时把它看作具有一定大小形狀的物体。例如，研究炮彈的运动，如果我們只研究它的軌道及射程，那我們就把它当作質点来看待；但是，如果我們想要研究炮彈的轉动，那我們就得把它当作是有一定大小与形狀的物体来看待。

§ 4 运动按軌迹分类

运动着的質点叫做动点。动点所描出的綫叫做質点运动

的軌迹。

例如，向斜上方拋出的石子所描出的綫是曲綫；从手中自由落下的石子所描出的綫就是直綫。



图 5—1



图 5—2

这就是說运动按軌迹分类就有两种：

直綫运动：質点的运动軌迹是直綫的，則称为直綫运动。

曲綫运动：質点的运动軌迹是曲綫的，則称为曲綫运动。

§ 5 运动的方向

質点的运动方向，就是質点在运动过程中位置的变化的方向。

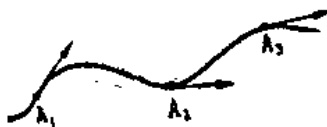


图 6

用箭号表示在 $A_1A_2A_3$ 各处的运动方向

沿一直綫运动的質点，它在运动过程中，在軌迹上任何一点的运动方向，都与直綫的方向相同。

运动軌迹是曲綫的动点，它在某一点的运动方向，就是在該点的运动軌迹的切綫方向。

§ 6—1 速率，速率的單位

在一定的時間內，动点在軌迹上，从出发点到終点所走的