高中生学习丛书

能力与方法

物理

NENGLI YU FANGFA

王亚伟 周光安 编著

农业出版社

高中生学习丛书

能力与方法

物　理

王亚伟　周光安　编著

农业出版社

高中生学习丛书

能力与方法

物　理

王亚伟　周光安　编著

*　*　*

责任编辑　刘洋河

农业出版社出版（北京朝阳区枣营路）

新华书店北京发行所发行　　农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 32开本　6.375印张　127千字

1989年2月第1版　1989年2月北京第1次印刷

印数 1—8,720册　定价 1.40元

ISBN 7-109-01188-7/G·36

丛 书 说 明

《高中生学习丛书　能力与方法（各科分册）》是高中生学习辅导读物，是遵循国家教委颁布的高中各科教学大纲，以现行教材为依据进行编写的。它按教材体系分成若干章，每章都包括能力培养和典型例题解析两大部分。“丛书”的编写是为了帮助中学生和广大青年全面系统地掌握高中各科基础知识和基本技能。前一部分，针对目前学生中存在学习不得法，复习方法少的现状，重点是指导学生掌握学习方法，摆脱死记硬背和题海战术的束缚。后一部分，书中精选少量典型例题，并对其解题思路，分析方法以及容易产生错误的前因后果予以具体辅导，从而进一步提高学生分析问题和解决问题的能力。本丛书按照各科教材的知识体系，根据“布鲁姆理论”从“识记、理解、分析、应用”四个方面总结出最受欢迎的“双向细目表”，这也是当前教学中令人瞩目的研究课题。丛书的出版也希望在高中教学中与同行们共同磋商提高。

这套丛书可供应届和历届高中毕业生、高中各年级学生、广大青年、高中各科教师，教研员学习参考。

各分册主编如下：

1. 英语　北京师大实验中学外语组长　沈信予
2. 数学　北京四中数学组长　傅以伟
3. 语文　北京市西城区教育局教研室主任　申士昌
4. 物理　北京朝阳区教育局教研室主任　王亚伟

5.化学　北京日坛中学高三年级组长　屠棕

6.生物　《生物学通报》常务编委、市教研员、北京日坛中学　陈正宜

7.历史　北京日坛中学教师、北京朝阳区教育局教研室历史教研员　张毅民

8.地理　北京八中教师　刘孟贤

9.政治　北京八中教师　吴松年

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.c

目　录

第一章　力学 …… 1
一、知识结构 …… 1
二、能力培养 …… 3
三、典型例题解析 …… 7
（一）力和物体平衡 …… 7
（二）直线运动 …… 19
（三）运动和力 …… 32
（四）曲线运动，万有引力 …… 47
（五）机械能 …… 56
（六）物体的相互作用　动量 …… 69
（七）机械振动和机械波 …… 82
第二章　热学 …… 93
一、能力培养 …… 93
二、典型例题解析 …… 94
第三章　电磁学 …… 103
一、能力培养 …… 103
（一）电磁学双向细目表 …… 103
（二）电磁学的知识结构和体系 …… 115
（三）电磁学应培养的几个能力 …… 122
二、典型例题解析 …… 137
（一）电场部分 …… 137
（二）稳恒电流部分 …… 147
（三）磁场部分 …… 157
（四）电磁感应部分 …… 165

（五）交流电、电磁振荡和电磁波、电子技术初步知识部分 …… 171
第四章　光学 …… 180
一、能力培养 …… 180
二、典型例题解析 …… 183
第五章　原子和原子核 …… 191
一、能力培养 …… 191
二、典型例题解析 …… 192

第一章　力　　学

力学是高中阶段初等物理学的重要组成部分。它在初等数学基础上，系统研究了简单机械运动的基本规律。所学的物理知识与物理方法，不仅与学习其它物理知识部分有关，而且是为进一步学习高等物理学奠定基础。所以学好力学无疑是系统学好整个物理学的关键。

一、知识结构

在初等物理学中，力学知识系统的主体是牛顿第二定律和动量定理与动能定理（或功能原理）。

即：

$$\sum \vec{F} = ma \begin{cases} \nearrow \sum \vec{I} = \Delta \vec{P} \\ \searrow \sum W = \Delta E_k \end{cases}$$

三个动力学方程从不同角度定量描述了力对物体运动状态的改变。其中牛顿第二定律回答了力对物体的瞬时作用效应，量化了力对物体产生的加速度，从而决定了物体作不同类型的机械运动，并与它们的运动规律联系起来。而两个定理则回答了力的持续效应，分别从时间和空间上积累了力的持续作用的两种效果，直接把力学过程跟物体运动状态的改变统一在一起。所以三个动力学方程将给我们从不同角度解决力学问题提供不同思路和方法。然而全部力学知识体系，并非

引入三个动力学方程为止，也并非三个动力学方程所能概括。因此，在两个定理基础上，力学延伸了特定条件下的两个守恒。即动量守恒和机械能守恒。两个守恒方程，分别从动量和能量两个角度给我们提供了纯状态关系，使我们有可能从特定条件下两个守恒方程出发，去解决短时间或变化着的力作用下的运动状态的变化，从而进一步丰富完善了初等物理学的知识系统，即：

当$\sum F=0$，即共点力平衡

$$\text{各类机械运动规律} \leftarrow \sum \vec{F} = m\vec{a} \begin{cases} \sum \vec{I} = \overrightarrow{\Delta P} \rightarrow \text{系统} \sum \overrightarrow{\Delta P} = 0 \\ \sum W = \Delta E_k \rightarrow \text{系统} \sum \Delta E = 0 \end{cases}$$

关于机械运动，初等物理只简单揭示各类运动的性质给出部分运动方程，介绍它们的最基本的规律，突出状态描述和逐步与力学过程结合起来。

- 机械运动
  - 物体转动：只介绍有固定转轴物体，在力矩作用下的平衡条件：$\sum M=0$
  - 质点平动
    - 匀变速直线运动（$\sum F=c$，$a=c$）
      - 速度公式 $v_t=v_0+a\cdot t$
      - 位移公式 $s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$
      - 辅助方程 $s=\bar{v}\cdot t$，$\bar{v}=\frac{v_0+v_t}{2}$
      - 特例：自由落体；竖直上抛
    - 平、斜抛：采用运动合成法则研究。
    - 曲线运动（$v_0\neq 0$ F与v_0成任意角）
      - 匀速圆周运动（$F\perp v$）：$v=\omega R$，$\omega=2\pi n$，$n=\frac{1}{T}$，$a=v^2/R$；$\sum F=m\frac{v^2}{R}$
      - 振动与波动
        - 简谐振动（条件 $F=-kx$）：$S=A\cos\omega t$，$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$
        - 简谐波：$v=\frac{\lambda}{T}=\lambda f$

二、能力培养

物理能力的培养具有共通性，在学习力学阶段就应逐步有计划地去完成。究其不少失败者的原因，多由一开始在力学这一部分就没能打好基础。要认识到力学是整个物理学的奠基。不仅因为它是系统知识的开端，而且是物理方法和物理素质形成与培养的开端，知识的积累故然重要，但方法培养、素质训练则更重要。因此，在接触第一部分力学时，就应该着眼于基本能力的培养和基本素质的训练，它的形成和不断成熟，将集中表现在分析解决实际问题能力上。

1.认知能力的培养和提高　这是学好任何学科的前提，对学好物理学同样重要。布鲁姆把认知水平分成几个初级阶段，进行有针对性的要求和评价，反映了认识的环节和阶梯。实质上是：通过一般认识规律和特殊认识规律，完成人们对事物的认识阶段。物理也存在由现象到实质，由简单到复杂，由孤立到整体，由浅入深的认识阶段，完成这一认识过程本身，就包含着对知识的识记、理解和简单应用三个环节。完成这一认识的普遍方法往往通过实物观察，模象分析，抽象认识由低级到高级的认识途径。因此，在学习物理时，通过对物理现象的观察，对物理模型向数学模型转化的方法，对基于模型引出的反应物理现象本质的基本概念和规律的理解，对使用物理语言进行物理现象的描述和物理过程的分析及解决物理实际问题等环节，进行专业素质的训练和强化，完成知识系统结构，形成认知程序，转化为认知能力。

2.表达能力的培养和提高　学科语言是反映学科概念和规律所赋予的专业用语。掌握专业用语用于表达专业知识的

需要。在力学中，已经开始确立整个物理学科所需的三种语言，它们是文字语言，算符语言，图象语言。掌握这些用语的意义，并熟练应用这些语言分析解决物理问题，自如表达物理现象、过程和规律，也是学好这个专业的特殊需要的能力。

物理专业用语并非仅指专业词汇，包括对概念记述，对规律表达的记号。而只借助于通用文字语言记述表达，对学科研究有其不方便的一面。所以物理常用算符和图象用语、作为学科特殊语言记述和表达物理概念和规律。而这种语言的产生源于物理的方法。初等物理学的方法概括为：物理数学法、物理实验法、物理思维法等，物理语言产生于物理数学方法。其特点是建立物理模型，并转化为数学模型，从而对一个物理现象的实质采取量化手段进行记录和描述。如：在质点为研究对象前提下，$\Sigma F = ma$揭示了力对物体运动状态改变的原因。为了表述这一物理规律，人们在实践或实验基础上，把参与机械运动的各种客观实体先概括成一个质点模型，再在模型基础上确立概念。如 m 表示物体质量，ΣF表示物体受到的合外力，a 表示 m 在ΣF 作用下产生的加速度（当然这些概念不一定是在研究某一规律需要时才确立的，可能在研究其它物理规律已经引进了）。那么力对物体运动状态改变的实质，被数学模型$\Sigma F = ma$集中反映出来。它不仅量化了三者关系，也显示了它的瞬时性、矢量性、独立性和单位配套关系。我们把这些具有概念意义的字母统称为算符，把方程称为反映力、质量、加速度关系的数学模型。它用算符和数学方法记述了牛顿第二定律，体现了数学作为工具在物理上的应用。在数学中各种函数关系是高度抽象后的量间关系，不具有任何意义，又概括了任何意义。你不能说 $y = Ax$ 是牛顿第二定律，但牛顿第二定律可以表达成这个

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.c

数学模型。因此，物理上的字符可能表达一个概念，也可能作为规律的数学模型（即数学表达式）中的一个算符。由这些符号建立起来的物理概念和规律称为算符语言。

我们说，对算符意义不理解（或理解不深刻），对数学模型反应的是什么物理现象、什么物理过程、什么物理规律及量间关系，如果都不清楚，那么面对诸多物理公式岂不也可称谓物理盲？也就谈不上应用这些算符语言表达记述对一个物理现象的分析，或对一个实际问题的解决过程。所以它是认识物理的语言，也是解决物理问题的语言。语言不通怎能有物理能力呢！

物理数学方法，使建立起来的算符语言和数学模型，有可能进一步采用函数图象记录并表达出来。使物理规律的意义更加简洁。我们学习掌握图像的描述及意义，也是利用图象语言记述、表达、解决物理问题的方法和能力。例如：对匀变速直线运动的 v-t 图象的建立，它实质上是速度公式（$v_t = v_0 + at$）中 v-t 一次函数关系的变式记录，但它比数学模型 $v_t = v_0 + at$ 语意更加丰富直观。

图像告诉我们，物体在作减速直线运动，a 与 v_0 反向；图像指出物体初速度 $v_0 = 20$ 米/秒，加速度 $a = -10$ 米/秒^2，而且利用该图像可以直读或简算一物体任意时刻的速度、位移和路程。如直读 2 秒末速率为零，简算 2 秒内位移为 20 米，分析 2 秒后物体又以相同加速度折回，判断 4 秒末物体又回到了出发点，位移为零。而路程为 40 米。速度为 -20 米/秒等。这说明图像语言能更简洁直观的告诉

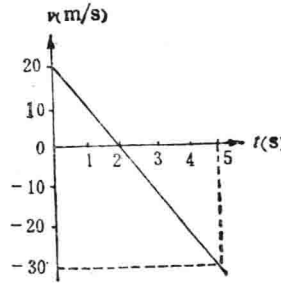

图 1—1

我们，质点的运动性质和有关参量值。

物理数学方法中的正负号意义既可区分矢量的相反方向，也可区分物理量值的增减。既可表示测量误差的性质，也可表达相关物理量间对立、对应关系。使我们采用算符和图像语言记述物理过程更富有物理色彩。无疑也是我们应用物理语言表述或解答物理问题必须注意的问题。

正交分解法(解析法)是物理数学方法中经常用来转化矢量运算为标量运算的手段，同样也是提高物理运算能力的关键。

总之，物理数学方法综合利用了初等数学手段，使我们认识物理现象和规律成为可能。我们研究物理数学方法，提高物理数学方法的素质，是我们培养分析物理问题、解决物理问题、提高运算能力的关键。

3.思维能力的培养和提高　思维能力是学习心理的最佳品质。在力学学习过程中，很重要的能力培养就是思维能力。它是我们培养各种能力的核心。通过物理思维方法的训练，综合提高思维能力，恰恰是目前物理教学中的薄弱环节。概括初等物理的思维方法有：

（1）整体隔离法　是分析解决物理问题的思维方法之一，不要只把它当作一种物理方法使用，要领会它的思维方法特点，要看到周围任何一个物理现象的发生往往不是孤立的。因此在物理上总是把直接关联物作为一个系统去研究，揭示它们共同的本质和属性。比如我们求联结体的加速度，利用系统守恒求机械运动状态参量，都是从系统整体出发。为了揭示系统中某一研究对象的个别问题，我们又需要把它从系统中孤立出来。或在一个理想封闭系统中进行个别本质属性的观察和研究。这实质上是突出主要矛盾哲学思想在物理上的应用。因此要有意把它作为一种物理思维方法进行训练和提高。

（2）合成分解法　也不是一种单纯处理力学复杂问题的方法，它也是分析解决物理问题的常用思维方法。物理上合力与分力、合运动与分运动、振动的合成、波的迭加、求等效电阻和电容等屡见不鲜。它在独立性原理的基础上进行化合化分，从而达到把复杂问题简单化，突出主要矛盾和矛盾实质。突出主要制约关系，给我们创造认识问题的透明度。因此它也是物理思维认识方法之一。

（3）阶段过程法　也是物理思维方法之一。物理上总是把一个综合物理过程按时间先后，划分成互相连接又互相独立的阶段。突出每一个物理情节和物理实质，简化问题过程，以达最终综合效果。

（4）假设推理法　是物理抽象思维、逻辑思维的论证方法。物理上对不太清楚或条件不充分的问题往往先通过假设，使其满足一个物理过程，创造研究前提而进行推理运算，最后讨论印证结果的合理性程度，无疑也是我们应该注意培养的物理思维素质。

总之，要把常用的物理方法作为思维方法的素材，不断训化强化。有目的地进行物理思维素质训练，才能不断提高我们对物理情景的想象，对过程的分析能力。从而综合提高解决物理问题的实际本领。

三、典型例题解析

（一）力和物体平衡

解物体平衡问题的主要物理依据是两个平衡条件。关于力矩平衡，大纲只要求有明显固定转轴，正确分析有转动效应的力及力臂和分清正负力矩，是根据$\Sigma M=0$解决力矩平衡问题的关键。要明确过轴的力无转动效应这一特点。关于

共点力平衡条件，实质是牛顿第二定律的特殊形式，在明确研究对象（质点化）和正确进行受力分析（应作示意图）及判断运动状态的前提下，采用正交分解法解题将更方便，即：

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

注意坐标的选择以减少力分解数量及充分利用已知条件为准则，还要注意静摩擦力的方向及取值范围（零至 f_m 间）及摩擦力与弹力与运动状态有关这一特点。要熟练简单三角函数和几何知识的应用。

1.选择题举例

〔例1〕 图1—2为一均匀木棒，它的一端可以A为轴自由转动。在棒的另一端以水平力 F，匀速缓慢将棒拉起的过程中，力 F 和 F 对A点的力矩 M 的变化情况是：〔　　〕

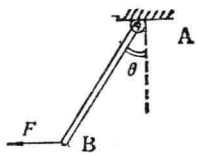

图 1—2

(A) F 变小，M 变大；　(B) F 变大，M 变小；

(C) F 变小，M 不变；　(D) F 变大，M 变大。

解：题为二因子一元答案组合的选择题。因为棒被 F 匀速缓慢拉起，使 θ 角增大引起力臂变化。所以可看成外力 F 与重力 G 对转轴A形成的二相反力矩，时刻满足平衡。

故有：$G\frac{L}{2}\sin\theta - FL\cos\theta = 0$（设棒长为 L，重为 G）

解得：$F = \frac{G}{2}\mathrm{tg}\theta$　　由结果知：$\theta\uparrow$，$F\uparrow$。

判断 F 对 A 点力矩的变化，不能以 F 对 A 的力矩原式 $FL\cos\theta$ 进行讨论，这将带来困难。所以可用等量代换关系讨论 F 的力矩

$$M_F = G\frac{L}{2}\sin\theta$$

来进行讨论。由上式知$\theta\uparrow$，$M_F\uparrow$。故此题应选答案（D）。

〔例2〕 图1—3为一不等臂天平，已知$L_2>L_1$，两个托盘重量相等。调节天平时，在左盘中放一重为G_0的砝码后，天平恢复平衡。然后把被秤物（设重为G）放至右盘中，当左盘再放重为G_1的砝码后，天平又恢复平衡，不考虑天平横梁重量，则：〔　　〕

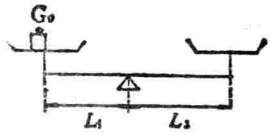

图 1—3

（A）$G<G_1$；　　（B）$G>G_1$；

（C）$G<(G_1+G_0)$；　　（D）$G>(G_1+G_0)$。

解：此题为二因子二元答案型力矩平衡选择题，题中给出的四个备选答案实际上是两组可比因素既大非小，或既小非大的答案，已经排除了不等臂天平砝码重量与物体重量相等的可能性。所以备选答案中应有两个是正确的。设两边盘重为G'，据$\sum M=0$有：

$$(G_1+G_0+G')\ L_1=(G+G')\ L_2$$

$\because$ 题设为$L_2>L_1$，

$$\therefore\quad (G+G')<(G_1+G_0+G')$$

两边同减G'得：

$$G<(G_1+G_0)$$

也可以不考虑盘重直接列方程$(G_1+G_0)\ L_1=GL_2$得相同结果。在比较G与G_1时，因天平称量前加G_0后为备用平衡状态，因此可直接列方程：$G_1L_1=GL_2$，得：$G<G_1$的结果。故此题答案应选（A）和（C）。

我们就此命题再发挥一下，如果命题中再给出两组$G>(G_1-G_0)$或$G<(G_1-G_0)$作备选答案，那么它将使命题失去意义。因为答案介于可能成立或不可能成立之中，亦

即此二备选答案是不确定的。如果在此两答案前都加“一定有”，此二答案都是错误的；如果在此两答案前都加“可能有”，则此二答案都是正确的。

〔例 3〕 图 1—4 为一密度均匀光滑的小球，放在光滑墙壁与木板之间，当 α 角发生变化时，下面哪些说法正确？

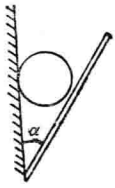

图 1—4

（A）当 α 角增大时，球对木板压力增大。

（B）当 α 角增大时，墙壁对球的弹力减小。

（C）当 α 角变化时，球对墙壁的压力不可能大于球重。

（D）当 α 角变化时，木板对球的弹力不可能小于球重。

解：该题研究球与板，球与墙壁每对作用力随 α 角变化的情况。题中给出的光滑条件告诉我们不研究对象间的摩擦力。所以以球为对象分析受力情况如图 1—5。其中 N_1 为木板对小球弹力（其反作用为球对木板压力），N_2 为墙壁对小球弹力（反作用为球对墙壁压力），题为四因子二元答案共点力平衡选择题。

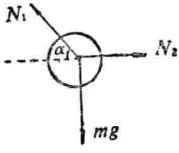

图 1—5

选水平竖直坐标，正交分解 N_1，据 $\sum F_x=0$；$\sum F_y=0$ 有：

$$N_1\sin\alpha-mg=0$$

$$N_1\cos\alpha-N_2=0$$

解得：$N_1=\dfrac{mg}{\sin\alpha}$；　　$N_2=\dfrac{mg}{\mathrm{tg}\alpha}$。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.c