



学习与应考百页丛书

物理应考的关键

《百页丛书》编委会 编

工人出版社

出版者的话

当前，社会上各种学习应试的参考书籍、辅导资料数不胜数，令人眼花缭乱。此类书籍大都洋洋洒洒三四十万言，五六百页。不管读者知与不知，知之多少，一概全面辅导、详加分析，以致篇幅冗长，针对性差，重点模糊。读者往往费时费力，却收效甚微。

《学习与应考百页丛书》摒除了上述出版物的弊病，根据读者的实际需要，着重研究他们学习中感到困难，应试中经常出现错误，广大教师教学中也感到棘手，而其它书籍未涉及或论述得欠透彻的若干问题，使读者掌握科学的学习方法，摆脱茫茫题海，开拓思路，迅速提高解题的技能与技巧，考取优异的成绩。

《百页丛书》每册虽只有六七万字，但正如百页之窗，启之，大千世界，尽收眼底；闭之，发人深思，启迪匪浅。各册内容均包括知识要点、测试题型、解题的思路与技巧、练习与思考。每册书又各具特色，重点突出，启发读者举一反三、触类旁通，收到事半功倍之效。它是广大自学青年、各类高考应试者的良师益友，也是中学教师、师范院校教师的重要参考书。

前 言

本书是以作者在北京电视台物理讲座的讲稿、北京高教音像出版社出版的《高中物理总复习讲座》的录相带讲稿、和在北京及外地给本市、外地、以及全国各地来京教师所做的讲座的讲稿为基础，结合执教三十八年来指导高考复习的体会而编写的。编写的目的是帮助读者在较短的时间内，提高学习质量和应试能力。

在高中物理教材中和各类高考中，力学和电学所占的百分比都是最大的（占百分之七十以上），所以要在较短的时间里取得较好的效果，必须狠抓力学和电学。因此本书在力学中选取了最关键的四个部分，即牛顿运动定律，圆周运动和万有引力，机械能，动量。这四个部分包括了解决力学问题的几个最重要工具：牛顿运动三定律，动能定理和机械能守恒定律，动量定理和动量守恒定律；这些都是每年必考内容。在电学中也选取了最关键的四个部分，即电场，稳恒电流，磁场，电磁感应。这四个部分，包括了中学电学的全部基本规律；也是每年高考必考内容。

本书每个部分都包括四项内容：第一项是本部分重点，高考要求，基础知识。详细分析了基本概念和基本规律，以及应该注意的问题和容易出错的地方，以便能准确、深刻的掌握概念和规律的实质，提高对标准化题的分析判断能力。

第二项是例题分析。在分析例题前特别突出了各部分知识之间的联系和交接点，以便对复杂的综合题有清晰的思

第一讲 牛顿运动定律

引言 这一讲主要讲三个规律和两个概念，就是牛顿三定律和惯性概念、质量概念。牛顿三定律是解决力学问题的最重要工具之一，必须重视。

高考对牛顿运动定律的要求是：

1. 理解牛顿第一定律和惯性概念，能说明简单的惯性现象。
2. 掌握质量的概念及其单位，理解质量和重量的区别和联系。
3. 熟练掌握牛顿第二定律及其应用，掌握国际单位制。
4. 熟练掌握牛顿第三定律，会分析物体间的作用力与反作用力。
5. 能正确地熟练地分析物体受力情况，画出物体受力图。

一、牛顿运动三定律

牛顿第一定律：一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。

应该注意：牛顿第一定律和惯性的区别。

牛顿第二定律：物体的加速度 a 跟所受的外力的合力 $F_{\text{合}}$ 成正比，跟物体的质量 m 成反比，加速度的方向跟合外力方

向相同。表达式为

$$a = \frac{F_{\text{合}}}{m}, \quad \text{或} \quad F_{\text{合}} = m a。$$

应该注意：牛顿第二定律表示的是力的瞬时效果。公式中的单位必须使用牛顿、千克、米/秒²——国际单位制，力的单位不能用千克。

牛顿第三定律：两个物体之间的作用力和反作用力，总是大小相等，方向相反，作用在一条直线上。

应该注意：作用力和反作用力一定是性质相同的力，并且总是分别作用在两个物体上。

二、有关重要概念

1. 惯性：一切物体都有保持运动状态不变的性质，这个性质叫做惯性。惯性是物体的固有性质，物体的运动并不需要力来维持。

关于惯性，要求能用惯性说明：物体为什么会发生超重现象和失重现象？物体为什么做匀速直线运动？上抛、平抛、斜抛运动？圆周运动？振动等等。说明这些现象时要抓住两点，一点是物体有惯性，要保持运动状态不变；一点是物体受到外力作用，要使它的运动状态（速度的大小和方向）发生变化。在这一对矛盾支配下，发生了这样那样的现象和运动。

2. 质量：质量是惯性大小的量度。怎样比较两个物体质量大小呢？一种方法是比较它们的惯性大小，惯性大的即不容易改变运动状态的物体质量较大；一种方法是比较它们受的引力大小，例如受地球引力大的物体质量较大。用这两

种方法都可判断出体积相等时，铜块比铁块质量大等一类问题。

要注意质量和重量的区别，质量是标量，是表示物体包含物质多少的量，大小不随地点改变；重量是矢量，是表示物体受重力大小的量，不同地点重量不同。但它们有联系，根据牛顿第二定律： $G = mg$ 可知，同一地点的重力加速度 g 相同，物体的质量 m 和重量 G 成正比。这正是能用物体所受的重力大小来比较它们质量大小的原因。

3. 加速度：加速度 a 是速度变化 ΔV 跟相应的时间 Δt 的比值， $a = \Delta V / \Delta t$ 。由此可知，加速度的方向就是 ΔV 的方向。

应该注意：这里的 ΔV 表示的是速度的矢量差，要用求矢量差的方法求 ΔV 。

例 做斜抛运动的物体在A点和B点的速度为 V_A 和 V_B 如图1-1甲所示，用图式法求出它们的矢量差： $V_B - V_A$ 。

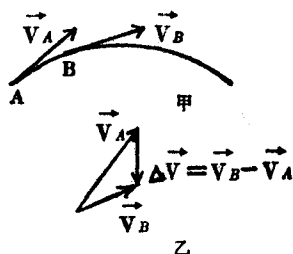


图 1-1

求法：(1)把 V_A 与 V_B 的起端放在一点，(2)用直线连结 V_A 和 V_B 的末端如图 1-1乙所示。则直线的长短表示矢量差 ΔV 的大小，矢量差 ΔV 的方向是从 V_A 末端指向 V_B 末端。掌握这个方法，就不难理解匀速圆周运动的加速度方向，为什么指向圆心。力、加速度、动量、电场强度等矢量差都可用此法求出。

三、力和运动的关系

力是改变运动状态的原因。根据牛顿第二定律， $F_{\text{合}} = ma$ 可知，

1. $F_{\text{合}} = 0$ 时， $a = 0$ ，物体做匀速直线运动。

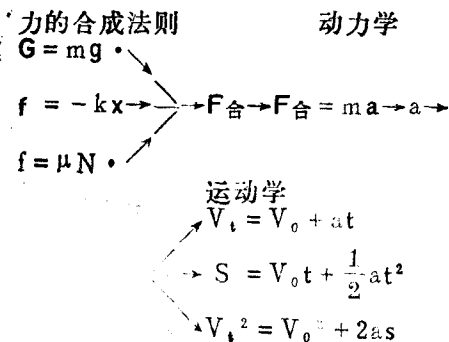
2. $F_{\text{合}} = \text{恒量}$ 时， $a = \text{恒量}$ ，物体做匀变速运动。

(1) 当 $F_{\text{合}}$ 与 V_0 平时，物体做匀变速直线运动。如果 $F_{\text{合}}$ 与 V_0 同向，物体做匀加速直线运动；如果 $F_{\text{合}}$ 与 V_0 反向，物体做匀减速直线运动。

(2) 当 $F_{\text{合}}$ 与 V_0 成 θ 角时，物体做匀变速曲线运动。如果 $F_{\text{合}}$ 跟 V_0 垂直，物体做平抛运动；如果 $F_{\text{合}}$ 跟 V_0 不垂直，物体做斜抛运动。

3. $F_{\text{合}} = \text{变量}$ 时， $a = \text{变量}$ ，物体做变加速运动。如果 $F_{\text{合}}$ 总跟即时速度垂直，物体做匀速圆周运动； $F_{\text{合}}$ 总跟位移成正比而且方向相反，物体做简谐振动。

四、动力学和其它知识的联系和交接点



由上表可知，动力学知识综合和灵活运用时，是以牛顿第二定律为中心，通过一个交接点“加速度”和运动学联系起来；通过另一个交接点“力”和静力学以及电场、磁场联系起来。

由上表可以清楚的看出，动力学的综合题有两类，即

1. 已知物体受力情况，根据受力情况确定物体运动情况，其解题顺序如表中箭头所示：

(1) 根据平行四边形法则求出物体所受的各力的合力。

(2) 根据牛顿第二定律求出物体运动的加速度。

(3) 根据运动学公式求出物体的速度、位移或运动的时间。

2. 已知物体运动情况，根据运动情况确定物体受力情况，其解题顺序与表中箭头相反：

(1) 根据运动学公式，求出物体加速度。

(2) 根据牛顿第二定律，求出物体所受合力。

(3) 根据平行四边形法则，求出物体所受的各个力。

掌握了动力学和其它部分知识的联系和交接点，解决动力学问题时就有了清楚的思路，就可以达到“以简驭繁”大半为倍的效果。

例题分析

下面针对容易发生错误的地方，举几个例题。

例1 升降机的质量为 m 千克，在运动中所受阻力为 f 牛顿，求下列情况，钢绳对升降机的拉力 T 。

1. 升降机以 a 米/秒²的加速度匀加速上升；

2. 升降机以 a 米/秒²的加速度匀减速上升；

3. 升降机以 a 米/秒²的加速度匀加速下降；

4. 升降机以 a 米/秒²的加速度匀减速下降。

分析 解这类问题时，常在 a 的正负号上，和 f 的正负号上发生错误。在解决力学问题时，常需要规定正方向，一般规定正方向的方法有三种，应该能根据情况，适当选择一种。

1. 以初速度 V_0 的方向为正方向。位移、末速度、加速度等与 V_0 同方向取正号，反方向取负号。在解决运动学问题时，常用此方法规定正方向。

2. 以合力方向为正方向。这种方法首先要根据运动情况确定合力方向，以合力方向为正方向，凡与合力方向相同的物理量取正号，反之取负号。因加速度方向与合力方向总相同，所以加速度总取正号。这种方法在根据牛顿第二定律列方程时可减少正负号错误，所以在解动力学问题时，常用这个方法规定正方向。

3. 在直角坐标中，一般以水平向右为正方向，竖直向上为正方向。在用正交分解法解题时，常用这个方法规定正方向。

但具体解题时，要看具体情况怎样方便，就怎样规定。

解答 1. 升降机受三个力作用：钢绳拉力 T ，重力 mg ，摩擦力 f 。因为是匀加速上升，所以合力向上，以向上为正方向， T 向上取正号， mg 和 f 向下取负号， a 总取正号。根据牛顿第二定律可得：

$$T - mg - f = ma$$

$$\therefore T = mg + f + ma。$$

2. 因为是匀减速上升，所以合力向下，以向下方向为正方向， mg 和 f 向下取正号， T 向上取负号。根据牛顿第

二定律:

$$mg + f - T = ma$$

$$\therefore T = mg + f - ma_0$$

3. 因为是匀加速下降, 所以合力向下, 以向下方向为正方向, mg 向下取正号, T 和 f 向上取负号。根据牛顿第二定律:

$$mg - T - f = ma$$

$$\therefore T = mg - f - ma_0$$

4. 因为是匀减速下降, 所以合力向上, 以向上方向为正方向, T 和 f 向上取正号, mg 向下取负号。根据牛顿第二定律:

$$T + f - mg = ma$$

$$\therefore T = mg - f + ma_0$$

小结 这类题也常以选择题形式出现, 以考查是否能适当选择正方向, 而不在 a 和 f 的正负号上出现错误。

例2 斜面与水平方向成 θ 角, 物体与斜面的摩擦系数为 μ , 在斜面底端的物体沿斜面向上的初速度为 V_0 , 求:

1. 此物体沿斜面向上运动的加速度 a_1 、最大位移 S 、和到达最大位移所需要的时间 t_1 。

2. 从最大位移处回到底端时的加速度 a_2 和所需时间 t_2 。

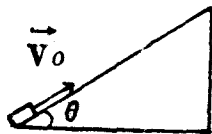


图 1-2

分析 解这类问题时常常错误的认为向上运动时的加速度等于向下运动时的加速度, 上升到最大位移所用的时间等于从最大位移回来的时间。

解答 1. 物体受三个力作用, 重力 mg , 支持力 N ,

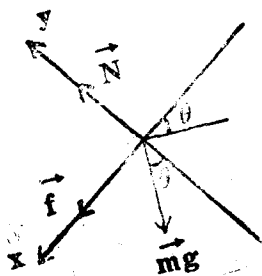


图 1-3

摩擦力 f 。如图 1-3。建立坐标：以沿斜面向下为 x 轴正方向，以垂直斜面向上为 y 轴正方向。物体向上运动时，根据牛顿第二定律，在 x 轴方向上和在 y 轴方向上有：

$$\sum F_x = ma_1$$

$$mg \sin \theta + \mu N = ma_1 \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N - mg \cos \theta = 0 \quad (2)$$

解①②可得物体沿斜面向上运动时的加速度

$$a_1 = g(\sin \theta + \mu \cos \theta) \quad (3)$$

根据运动学公式，向上做匀减速运动时，

$$V_1^2 = V_0^2 - 2a_1 S, \quad V_1 = V_0 - a_1 t_1.$$

到达最大位移时， $V_1 = 0$ 。可知最大位移为：

$$S = \frac{V_0^2}{2a_1} = \frac{V_0^2}{2g(\sin \theta + \mu \cos \theta)}.$$

到达最大位移所需时间为：

$$t_1 = \frac{V_0}{a_1} = \frac{V_0}{g(\sin \theta + \mu \cos \theta)}.$$

2. 物体向下运动时，摩擦力向上取负号重力沿斜面分力向下取正号，根据牛顿第二定律，在 x 轴方向上和在 y 轴方向上有：

$$\sum F_x = ma_2 \quad mg \sin \theta - \mu N = ma_2 \quad (4)$$

$$\sum F_y = 0 \quad N - mg \cos \theta = 0 \quad (5)$$

解④⑤可得物体沿斜面向下运动时的加速度

$$a_2 = g(\sin \theta - \mu \cos \theta) \quad (6)$$

根据运动学公式，物体沿斜面向下做初速度为零的匀加速运动时，

$$S = \frac{1}{2} a_2 t_2^2, \quad \therefore t_2 = \sqrt{\frac{2S}{a_2}}.$$

把从第1项中求得的S值，和⑥式中 a_2 值代入 t_2 式中，可得从最大位移回到底端所需时间，

$$t_2 = \frac{V_0}{g \sqrt{\sin^2 \theta - \mu^2 \cos^2 \theta}}.$$

小结 1. 从以上计算结果可知，在有阻力情况下，物体向上做匀减速运动时（如竖直上抛运动，和本题沿斜面向上运动），向上运动时的加速度大于向下运动时的加速度， $a_1 > a_2$ ；从底端到达最大位移时间小于从最大位移回到底端时间， $t_1 < t_2$ ；从底端向上的初速度大于回到底端时的速度。本题回到底端时速度

$$V_t = a_2 t_2 = V_0 \sqrt{\frac{\sin \theta - \mu \cos \theta}{\sin \theta + \mu \cos \theta}}$$

这个模糊点，常通过填空题形式或选择题形式考查，值得注意。

2. 此题采用的正交分解法十分有用，有些难题用此解法十分简便，应该练熟。

例3 在一光滑水平面上，有一质量是0.05千克的物体，原来静止，在一水平方向上的恒力作用下，在开始运动的4秒里位移是1.6米，

1. 物体做的是什运动？
2. 此恒力大小是多少？
3. 若在6秒末把这恒力取消，物体做什么运动。
4. 物体在8秒末的速度多大？8秒里的位移共是多少？

分析 这是一个在水平方向上，牛顿定律跟运动学结合的典型题。包括了根据运动情况确定受力情况，和根据受力情况确定运动情况两类题，较为灵活。

解答 1. 根据牛顿第二定律， $F_{\text{合}} = ma$ ，可知： $F_{\text{合}} = \text{恒量}$ 时， $a = \text{恒量}$ ，所以此物体做初速度为零的匀加速直线运动。

$$\begin{aligned} 2. \text{ 根据运动学公式, } S &= \frac{1}{2}at^2, \text{ 可知 } a = \frac{2S}{t^2} \\ &= \frac{2 \times 1.6}{16} \text{ 米/秒}^2 = 0.2 \text{ 米/秒}^2 \end{aligned}$$

根据牛顿第二定律可知此恒力为

$$F = ma = 0.05 \times 0.2 \text{ 牛} = 0.01 \text{ 牛}.$$

3. 根据速度公式， $V_t = at$ 可知物体在 6 秒末的速度为 $V_0 = 0.2 \times 6 \text{ 米/秒} = 1.2 \text{ 米/秒}$ 。

根据牛顿第一定律，此恒力取消后，将以 1.2 米/秒的速度做匀速直线运动。

4. 因为从 6 秒末开始做匀速直线运动，所以 8 秒末的速度仍为 1.2 米/秒。

因为前 6 秒做初速度为零的匀加速运动，后 2 秒做匀速运动，所以 8 秒里位移共是：

$$S = \frac{1}{2}a \times 6^2 + V_0 \times 2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 6^2 + 1.2 \times 2 \text{ 米} = 6 \text{ 米}.$$

例 4 两个质量相同的物体 1 和 2 紧靠在一起，放在光滑水平桌面上，如图 1-4。如果它们分别受到水平推力 F_1 和 F_2 ，且 $F_1 > F_2$ ，则 1 施于

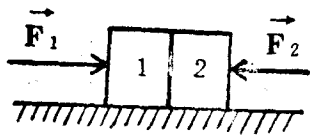


图 1-4

2 的作用力大小应为下列四个答案中哪一个

A. $\frac{1}{2}(F_1 - F_2)$ 。 C. F_1 。

B. $\frac{1}{2}(F_1 + F_2)$ 。 D. F_2 。

解答 B。因为：1对2的作用力跟2对1的作用力是一对作用力和反作用力，根据牛顿第三定律二力应大小相等方向相反，设为 T 。如图1-5。

根据牛顿第二定律和二物体受力情况可得：

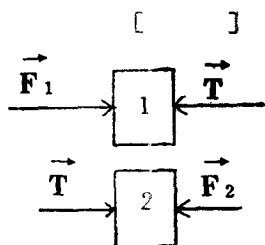


图 1-5

$$F_1 - T = ma \quad T - F_2 = ma$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}(F_1 + F_2)。$$

分析 这是一连结体问题，上面解题方法叫隔离法。隔离法很有用，一般解题步骤是：

1. 把每个物体隔离开，做为研究对象。
2. 分析每个物体受力情况画出示意图。
3. 根据 $F_{\text{合}} = ma$ ，列出每个物体的方程。
4. 解方程组，求出待求物理量。

单元测试

一、填空题

1. 水平放置的木板上放一质量为 m 的物体，物体与木

板的摩擦系数为 μ 。抬高木板的一端，使木板与水平方向的夹角 θ 逐渐加大。如果物体能与木板保持相对静止，那么物体所受的摩擦力为_____；随着 θ 角逐渐加大时，摩擦力逐渐_____。如果 θ 角继续加大，物体不能与木板保持相对静止而滑下时，摩擦力为_____， θ 角越大时，摩擦力_____。

2. 如图1-6。O为弹簧振子的小球的平衡位置。弹簧的倔强系数 $K = 10$ 牛/米，小球的质量 $m = 0.05$ 千克。小球中心有孔，孔套在固定的光滑杆上，弹簧一端固定在支架

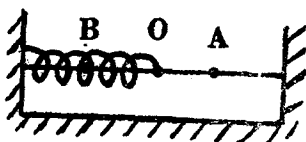


图 1-6

上，一端固定在小球上。OA = 0.02 米，把小球从平衡位置拉到A后放开，则小球在A点时加速度为_____米/秒²，小球在OA中点时加速度为_____米/秒²，小球在O点时加速度为_____米/秒²。

3. 有一个劈在水平面上向右做加速运动，如图1-7。质量为 m 的小物块与劈的竖直面摩擦系数为 μ ，要使 m 不向下滑动，加速度应达到_____。



图

4. 质量分别为 M 和 m 的两个物体A和B，放置在光滑的水平桌面上，它们的侧面互相接触，如图1-8。若以水平方向的力 F 从左向右推A，这

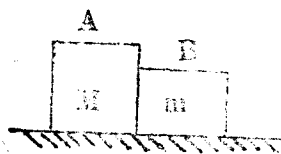


图 1-8

时A对B的推力为 f_1 ；若以同样大小的水平方向的力从右向左推B，这时B对A的推力为 f_2 ，则 f_1 的大小与 f_2 大小之比为_____。

二、图象题

1. 在不变的合力分别作用下，物体A和B的速度一时间图线如图1-9所示，如果A的质量是1千克，则B的质量是_____千克。

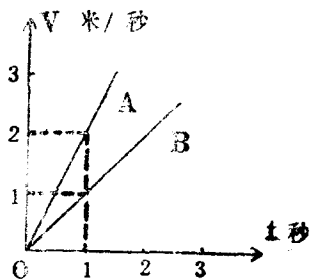


图 1-9

2. 物体沿直线运动，它的速度、加速度、位移和时间关系分别如图1-10所示，则下列各图表示物体所受的合力的情况是：

图甲的合力是_____；图乙的合力是_____；图丙的合力是_____；图丁的合力是_____。

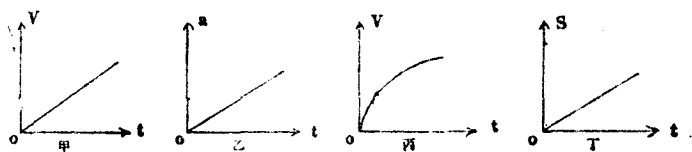


图 1-10

3. 在水平公路上以36千米/小时速度运动的汽车，关闭发动机后，汽车的速度图线如图1-11所示。则汽车与路面的摩擦系数为_____。(g取10米/秒²)

4. 静止在水平桌面上，质量为2千克的物体，受到力

F 后开始运动，力F作用 4 秒后消失，物体全部运动的速度图线如图1-12。则此力 $F =$ _____ 牛。

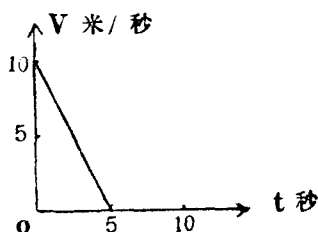


图 1-11

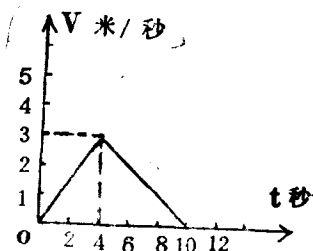


图 1-12

三、选择题

1. 静止在光滑水平面上的物体受到一个水平拉力，开始瞬间，正确的说法是：

- A. 物体同时获得速度和加速度。
- B. 物体立即获得加速度，速度仍为零。
- C. 物体立即获得速度，但加速度仍为零。
- D. 物体的速度和加速度仍为零。 []

2. m_1 与 m_2 用弹簧连接，且 $m_1 = m_2$ ，斜面倾角为 θ ，不考虑摩擦。当把系 m_1 的绳剪断的瞬间， m_1 和 m_2 的加速度应该是：

- A. 都是 $g\sin\theta$ 。
- B. 分别是 $2g\sin\theta$ ；0。
- C. 分别是 0； $2g\sin\theta$ 。
- D. 分别是 $2g\sin\theta$ ； $g\sin\theta$ 。 []

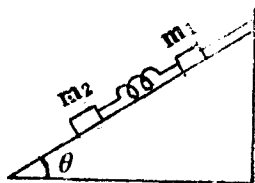


图 1-13