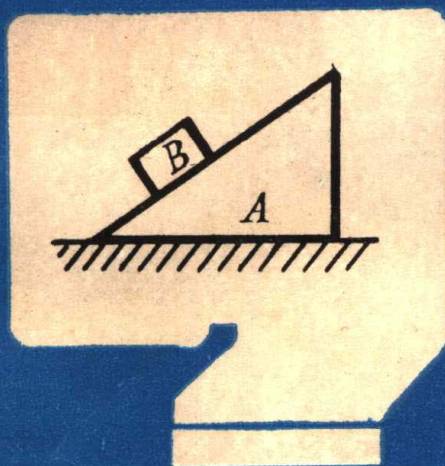
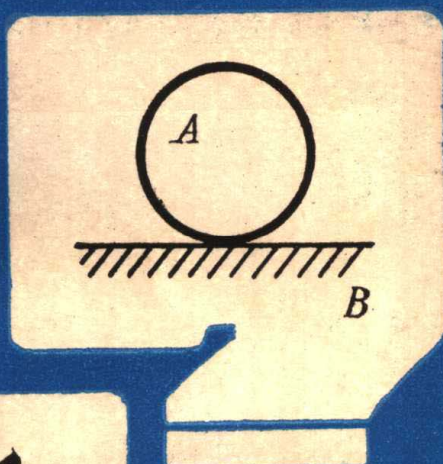


中学力学解题常见错误剖析

林柏善 赖祖良



福建教育出版社

中学力学解题常见错误剖析

林柏善 赖祖良

福建教育出版社

中学力学解题常见错误剖析

编著：林柏善 赖祖良

出版：福建教育出版社

发行：福建省新华书店

印刷：三明市印刷厂

787×1092毫米 32开本 4.5印张 91千字

1985年12月第一版 1985年12月第一次印刷

印数：1—4,320

书号：7159·1049 定价：0.68元

前 言

我们在长期的物理教学中，常见学生解题有这样或那样的困难和错误。有的对问题研究的对象不明确；有的对问题的性质搞不清楚；有的对问题中发生的物理现象和过程认识模糊，等等。其主要原因是对物理概念、规律理解不透、掌握不牢，应用数学解决物理问题的能力较差，因而缺乏分析、解决物理习题的能力。

为此，我们选择了力学中各章常见的解题错误进行剖析，着重分析产生差错的原因，阐明概念、规律，介绍解题的思路、方法，使同学们读了这本书后逐步做到：

1. 审题：一看就懂（要求明确研究的对象、性质和过程）；

2. 构思：一幅图景（要求建立清晰的物理活动的图象）；

3. 演算：一做就对（要求熟练掌握过硬的运算技巧）。

理论联系实际是重要的学习方法，分析、解决问题的过程，可以加深对所学知识的理解。同学们在解题中出现错误，并不可怕，只要我们能从失败中得到教训，弄明白错误

产生的原因，发现自己知识中的薄弱环节，进而深刻理解物理概念、规律，逐步培养自己分析、解决问题的能力，增强解决问题的信心，是一定能够学好物理、做好练习的。

编 者

目 录

第一章	静力学	(1)
第二章	运动学	(21)
第三章	运动定律	(36)
第四章	圆周运动 万有引力	(54)
第五章	机械能	(70)
第六章	动量	(83)
第七章	机械运动与机械波	(103)
第八章	流体静力学	(123)

第一章 静力学

1 如图 1—1，小球 A 静止于水平桌面上，下列是一些同学的不同说法：

【错解】(i) B 对 A 的支持力等于 A 的重力，这两个力是作用力和反作用力；

(ii) B 对 A 的支持力等于 A 的重力，这两个力是一对平衡力，且性质相同；

(iii) A 对 B 的正压力等于 A 的重力，这两个力实质是一个力。

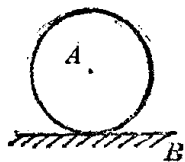


图 1—1

【剖析】(i) B 对 A 的支持力在数值上确实等于 A 的重力，但是作用力和反作用力必须是分别作用在两个不同的物体上，而 B 对 A 的支持力和 A 的重力却作用在同一物体上，所以可判定两个力不是作用力和反作用力。

(ii) B 对 A 的支持力与 A 的重力，不但大小相等、方向相反、作用在同一直线上，而且作用在同一物体上，所以是一对平衡力。但是， B 对 A 的支持力是由于水平面 B 的形变而产生的对 A 的弹力， A 的重力则由于地球的重力场作用而使 A 受到的一种场力，所以这两种力的性质是不相同的。

(iii) 原论断完全错误。因为：首先从施力者、受力者与作用点来看两力均不相同。 A 对 B 的正压力的施力者是

A 球, 受力者是桌面, 作用点在桌面上; A 的重力施力者是地球, 受力者是 A 球, 作用点在 A 球上, 其次, 从性质上两力也不同, 正压力是一种弹力而重力却是一种场力. 因此 A 对 B 的正压力在数值上虽然与 A 所受到的重力大小相等, 但这两者实质上不是同一个力.

2 一人用单手向上提一桶60千克的水时, 最大拉力可达40千克, 问:

- (i) 水桶向下拉手的力是多少?
- (ii) 地面对水桶的支持力是多少?
- (iii) 水桶所受到的合力是多少?



图1-2

【错解】(i) 重物向下拉手的力是60千克。(ii) 地面对水桶的支持力是60千克。
(iii) $F_{\text{合}} = 20$ 千克, 方向竖直向下。

【剖析】(i) 手向上提水桶的力和桶向下拉手的力, 是一对作用力与反作用力。今该人用全力40千克提水桶, 那么它的反作用力即重物向下拉手的力, 就应该是40千克不是60千克。

(ii) $T < G$ 重物处于静止, 据力的平衡条件地面对水桶的支持力 $N = G - T = (60 - 40)$ 千克 = 20 千克。

(iii) 重物处于平衡状态 $F_{\text{合}} = 0$ 。可见原解主要错误是不懂原理单靠主观猜测。

3 如图1-3, 试画出在下列两种情况下 D 球的受力图。

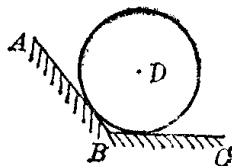


图1-3

(i) 整个系统在向右做匀速直线运动。

(ii) 用木板 ABC 托住球一起作斜向上抛运动, 不计空气阻力, 请画出在上升过程中 D 的受力图。

【错解】(i) 如图 1—4 D 球受到重力 G , AB 板对球的支持力 N_A , BC 板对球的支持力 N_C , 及 BC 板对球的摩擦阻力 f 等四个力。其中 N_A 在水平方向上的分力比摩擦阻力 f 会大一些, 从而使小球能向右运动。

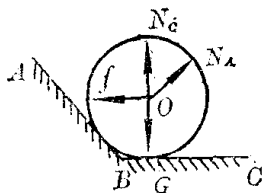


图1—4

(ii) 受力图与前小题相同, 只要 N_A 与 N_C 较大一些。也有一些同学说: “还有一个手推木板的力 F 。”

【剖析】(i) 原解错误。产生错误的主要原因是:

①对弹力与摩擦力产生的条件理解不清。弹力产生的条件是既要有相互接触, 又要有形变, 二者缺一就没有弹力产生。本题中球与 AB 板和 BC 板都互相接触, 球跟 BC 板之间有相互挤压形变, 因此 BC 板对球确实有弹力 N_C 存在, 但球跟 AB 板之间没有相互挤压, 因而 AB 板对球就不会产生弹力 N_A 。

②摩擦力产生的条件是既要有相互接触又要有相对运动或有相对运动趋势时才能产生, 二者缺一就没有摩擦力产生。本题情况下, 球跟 BC 板虽然相互接触, 但因球与板一起在向右做匀速运动, 球与板之间就没有相对运动或相对运动的趋势, 所以 BC 板对球也就没有摩擦阻力存在。

③是错误地认为“力是使物体维持匀速运动的原因”。而实际上作匀速运动的物体是不受力的或合力等于零。

正确的解答应该是球除了受到重力 G 和 BC 板对它的支

持力 N_C 之外，别无其他的力作用。如图1—5。

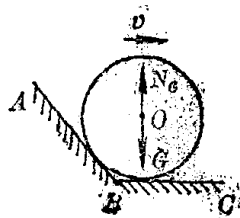


图1—5

(ii) 原解中产生错误的主要原因是：

①错误地认为：“力是物体运动的原因”，认为物体在整个上升的过程中都受到推力 F 的作用，其实板和球被抛出后，球和板均已和手脱离接触，所以在上抛运动的过程中 F 已经不存在了。

②对球和板之间的相互运动状态理解不清。其实在整个上抛运动的过程中，球和板都以相同的加速度 g 一起运动，球和板之间既没有相互挤压形变也没有相对运动或相对运动的趋势，因此这时球所受的力根本不存在重力之外的任何力。其正确受力如图1—6。

4 对于斜面上物体的受力分析，有些同学认为

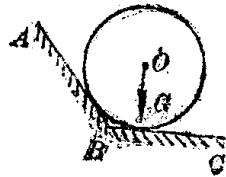


图1—6

【错解】把物体放在斜面上，这物体的重力可以分解成下滑力和对斜面的正压力。

【剖析】这同学的说法是错误的，对斜面的正压力不是重力的分力。因为：

①合力与分力应该作用在同一个物体上。但重力的作用点在物体上，而斜面的正压力其作用点却在斜面上。

②合力与分力应该是同一种性质的力。但本题中重力是由于地球的重力场作用而使物体受到的一种场力，正压力却

是一种弹力，是由于物体与斜面接触部分形变产生的。两力性质不同。

正确的说法是：重力可以分解成一个平行斜面向下的力（经常称为下滑力）和一个垂直指向斜面的分力。重力沿着垂直斜面方向的分力和物体对斜面的正压力，两者在数值上大小相等、方向相同，但作用点和力的性质不同，它们分别是两个不同的力。

5 下面是些同学在某些问题中对弹力的求法：

【错解】(i) 用细绳吊着的一个小球 m ，恰和光滑的斜面相接触，绳正处于竖直方向上，如右图 1—7。这时球对斜面的正压力是

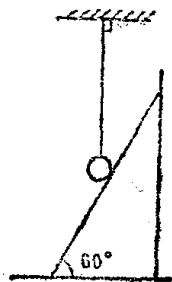


图1—7

$$N = mg \cos 60^\circ = \frac{1}{2} mg.$$

(ii) 质量为 m 的一个圆柱体，受到一个通过其轴心 $F = mgtg\alpha$ 的水平力后静止在如图 1—8 的光滑斜面上。这时竖直壁 CB 所受到的压力是

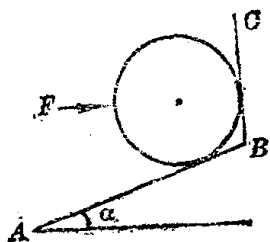


图1—8

$$N_{BC} = mgtg\alpha.$$

斜面所受到的正压力为

$$N_{AB} = mg \cos \alpha.$$

(iii) 如图 1—9，已知物体 A 与小车 B 之间的静摩擦系数为 μ 。不论小车 B 是静止或运动，由于 A 和 B 之间没有互相挤压，所以 A 和 B 之间就不会有弹力存

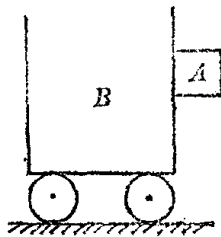


图1—9

在， A 和 B 之间没有正压力，它们之间也不可能有摩擦力存在，因此物体 A 只受到一个重力的作用必将下落。

(iv) 有两条性质完全相同的弹簧，倔强系数均为 $k = 5 \times 10^3$ 牛顿/米，现在把它们串联起来后水平放置，并在两端各用 F 牛顿的力来拉它们，此时弹簧的总伸长为 0.16 米。因此两端的拉力均为 $F = k \cdot \Delta x = 5 \times 10^3$ 牛顿/米 $\times 0.16$ 米 $= 800$ 牛顿。

【剖析】(i) 球对斜面 如果有正压力存在，那么斜面对球一定也有一个反作用力 N' 存在，这样球将受到 mg 、 T 与 N' 三个力作用（斜面光滑，所以球与斜面之间不可能有摩擦力），球在水平方向上的合力不等于零，细绳将不可能处于竖直方向上，小球也不可能处在静止状态，由此可知原解错误。其正确的解答是：这时球受到重力和绳子拉力的作用处在静止状态， $T = mg$ ，小球对斜面没有正压力作用。

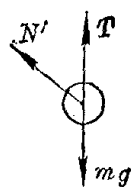


图1-10

(ii) 由题意可知小球受到：重力 mg 、水平推力 $F = mgtg\alpha$ 与斜面对球的弹力 $N = mg/\cos\alpha$ 等三个力的作用，处于平衡状态。 mg 、 F 、 N 三力的合力为零，球对竖直壁不存在压力作用，球对斜面的正压力

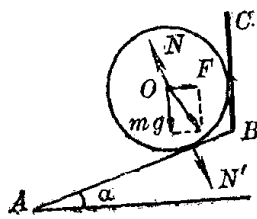


图1-11

$$N' = mg/\cos\alpha.$$

(iii) 原解对问题的考虑是片面的。① 当 小车向右做加速运动时， A 和 B 之间将会互相挤压产生形变，因而有弹

力产生，设物体 A 的质量为 m ，据牛顿第二定律 A 对 B 的弹力可写成

$$N = ma.$$

当 A 受到的静摩擦力等于重力，即

$$\mu ma = mg,$$

$$a = g/\mu.$$

时，物体 A 就不会下落。

(iv) 由于两根弹簧是串联的，所以两端的拉力和每根弹簧中的弹力，在本题情况下应该相等。在应用公式

$$F = k \cdot \Delta x.$$

时，必须认一根弹簧为研究对象，式中 Δx 应为 0.08 米，因此两端的拉力或弹力

$$F = k \cdot \Delta x = 5 \times 10^3 \text{ 牛顿/米} \times 0.08 \text{ 米} = 400 \text{ 牛顿}.$$

如果已知物体的形变，且这形变在弹性限度以内，那么弹力的大小可由 $F = -k \cdot \Delta x$ 来计算。如果形变不知，那么物体之间是否有弹力以及弹力的大小怎样？就要根据物体所处的状态、运动情况以及运动情况的变化，对物体进行具体的受力分析，然后按照对应的平衡条件或定律（如牛顿第二定律等）来求解。

6 如图 1—12 在地面上放一重为 10 千克的木板 D 。在板上放一重为 40 千克的货物。若货箱与木板间，木板与地板间的摩擦系数均为 0.5。先用一长 5 米的绳将货箱拉紧于墙上。这时量得货箱离墙刚好 4

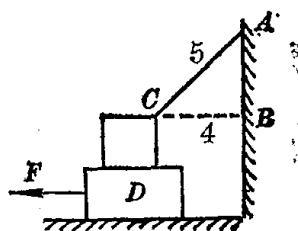


图1—12

米。今用一水平拉力 F 去拉木板，问当木板被匀速抽出时 F 是多少？

【错解】对木板 D 作受力分析如图1—13，因木板被匀速抽出，所以它处于平衡状态。按平衡条件有：

$$F = f_1 + f_2 = \mu N_C + \mu N_D,$$

$$N_C = G_C = m_C g,$$

$$N_D = N_C + G_D,$$

$$\therefore F = \mu m_C g + \mu(m_C + m_D)g$$

$$= 2\mu m_C g + \mu m_D g$$

$$= 2 \times 0.5 \times 40 \times 9.8 + 0.5 \times 10 \times 9.8$$

$$= 441 \text{ (牛顿)}.$$

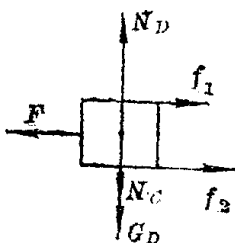


图1—13

【剖析】本题解法的主要错误在于，把重力误认为就等于压力。实际上，题中货箱 C 对木板的压力是由于货箱的重力 G_C 与绳的张力在竖直方向的分力 $T \sin \theta$ 的合力所引起的，即

$$N_C = G_C - T \sin \theta.$$

正确的解答是：首先，把货箱 C 与板 D 分别隔离进行受力分析，作出它们的受力图，如图1—14。这时 C 静止、 D 匀速运动，都是平衡状态，按平衡条件对 C 而言有：

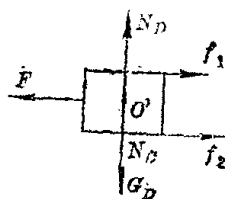
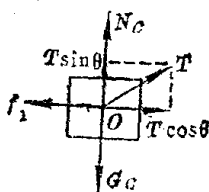


图1—14

$$T \sin \theta + N_C = G_C, \quad (1)$$

$$f_1 = T \cos \theta, \quad (2)$$

$$f_1 = \mu N_C. \quad (3)$$

对D而言有,

$$N_D = N_C + G_D, \quad (4)$$

$$F = f_1 + f_2, \quad (5)$$

$$f_2 = \mu N_D. \quad (6)$$

联后解得: $T = \frac{\mu G_C}{\cos\theta + \mu \sin\theta} = \frac{\mu G_C / \cos\theta}{1 + \mu \tan\theta},$

$$f_1 = T \cos\theta = \frac{\mu G_C}{1 + \mu \tan\theta} = \frac{0.5 \times 40}{1 + 0.5 \times 4/3}$$

$$= 12 \text{ (千克)},$$

$$f_2 = \mu N_D = \mu(N_C + G_D) = f_1 + \mu G_D,$$

$$= 12 + 0.5 \times 10 = 17 \text{ (千克)}$$

$$F = f_1 + f_2 = 12 + 17 = 29 \text{ (千克)} = 284 \text{ (牛顿)}.$$

7 水平面上迭放着物体A和B

如图1—15, A和B、B和水平面之间的摩擦系数分别是 μ_1 和 μ_2 . 若用水平向右的力F拉B, 试分析在下列三种情况下, 物体A和B分别受到什么样

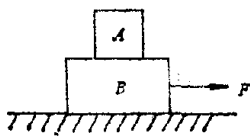


图1—15

的摩擦力? (i) B 仍保持静止. (ii) B 与A一起向右做匀速运动. (iii) B与A一起向右以a做匀加速运动.

【错解】(i) B与A之间、B与水平面之间的静摩擦力均为 $F/2$.

(ii) 与(i)相同.

(iii) A与B之间的摩擦力为

$$f_A = \mu_1 m_A g.$$

B 与水平面之间摩擦力为

$$f_B = \mu_2 m_B g.$$

【剖析】原解产生错误的主要原因是，

(1) 对物体间相对运动或相对运动倾向的分析产生错误。

(2) 对各种摩擦力产生的原因以及力是使物体运动状态发生变化(产生加速度)的原因而不是维持物体运动的原因等基本概念理解不清。

(3) 解题不从原理出发，而靠主观乱猜。

正确的解答是：(i) 因为 B 保持静止， B 与 A 之间就没有相对运动或相对运动的趋势，所以 B 与 A 之间不存在摩擦力作用。由于 F 的作用， B 与水平面之间虽然还没有相对运动，但 B 有向右运动的趋势，因此水平面对 B 会产生一个向左的静摩擦力 f ，据二力的平衡条件有 $f = F$ 。

(ii) B 与 A 一起向右做匀速运动时， B 与 A 之间没有相对运动或相对运动的倾向， B 与 A 之间不存在摩擦力作用，但 B 与水平面之间存在着相对运动，所以 B 将受到向左的滑动摩擦力 f ，据力的平衡条件有 $f = F$ 。

(iii) 由于力 F 是作用在 B 上，当 B 向右做加速运动时， A 相对于 B 来说就有向左的运动倾向，所以 A 将受到 B 给予它的向右的静摩擦力 f_A 作用，正是这静摩擦 f_A 使 A 向右作加速运动(相对于地面说)，因此 f_A

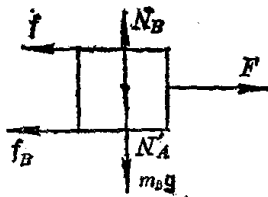
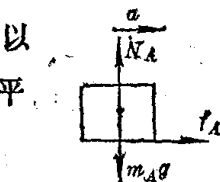


图1-16

$= m_A a$ 。式中 f_A 随着 a 的增大而增大，但其最大值为

$$f_{Am} = \mu_{1k} m_A g。$$

式中 μ_{1k} 为静摩擦系数。

对于 B 来说受到二个摩擦力的作用，一为 A 对 B 的向左的静摩擦力 f'_A ，它与 f_A 是作用力与反作用力关系，所以大小相等。二为水平面对 B 向左的滑动摩擦力，

$$f_B = \mu_{2k} (m_A + m_B) g。$$

式中 μ_{2k} 是滑动摩擦系数。也可以由

$$f_B = F - (m_B + m_A) a，$$

来求得。

8 图 1—17 在静止的传送带上，有一木块正在匀速下滑，当传送带突然向上开动后，木块滑到底部所用的时间与传送带不动时一样吗？为什么？

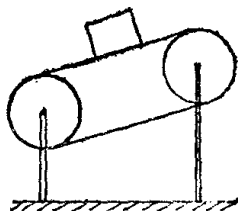


图 1—17

【错解】传送带开动后，传送带对于木块的摩擦力 f 增大，

$$f > mg \sin \theta，$$

于是木块运动的加速度沿斜面向上，木块的下滑变成减速运动，所以传送带开动后下滑时间延长了。

【剖析】原解错误是因为滑动摩擦力与相对滑动的速度无关，所以木块在传送带开始运动后的受力情况与运动状态均不改变，木块仍为匀速下滑，下滑的路程也没有改变，因此其下滑到底部所需时间也不变。

9 放在水平面上的斜块 A 上放有物块 B 如图 1—18，