

高中物理 上当题析

余绍有

编著

韩恭笃

四川科学技术出版社

高中物理上当题析

余绍有 韩恭笃 编著

四川科学技术出版社

责任编辑：张俊

版式设计：戈民

封面设计：黄振兴

重庆师院文化书屋主编

高中物理上当题析

余绍有 韩恭笃 编著

出版：四川科学技术出版社

发行：新华书店重庆发行所

印刷：四川荣昌县印刷厂

开本：787×1092 1/32

印张：6.25

字数：140千

版次：1988年11月第一版

印次：1988年11月第一次印刷

印数：1—10,000

书号：ISBN7—5364—0913—3/G·163

定价：1.50元

内 容 提 要

本书按力学、电学、热学、光学的顺序编辑了约150道比较新颖的上当题。对每个题都从上当解法，上当分析、正确解法三方面作了详尽的阐述。对启迪思维、提高分析问题和解决问题的能力定会有很大帮助。

本书不仅是高中理科学生的益友，（特别是高三学生）也适合具有高中程度的自学青年阅读；还可供中学物理教师 and 高等师范院校物理系（科）学生参考。

照 页 董

民 华 8 8 0 1

要 目 录

序

物理是一门紧密联系实际，包含着许多不断变化的各种现象的学科。检查学生对物理的掌握度，除考查动手实验操作技能之外，重要的是通过习题。因为每个习题都描述出一定的物理现象和有关的实际问题，加强练习，既可巩固知识加深理解，又可提高解决问题的能力。如果对物理现象的发生和变化过程不仔细区分，对不同过程的不同特点不能准确掌握，那么，在解答某些物理习题时，就常会出现错误的解答。

从学生错误答案中找原因：生搬硬套公式，知识迁移不当者有之；求同思维心理作祟，受习惯势力影响，主观臆断者有之；只看其表面貌似有理，忽视题设条件，未能探明隐蔽的物理过程的实质者有之；等等。从有关习题分析，有一部分练习题容易使学生上当，稍不注意，就会误入歧途。这类习题称为上当题。

余绍有和韩恭笃两位同志，从长期教学实践过程中，大量搜集改编和自编了一些习题、考题，编成《上当题析》一书。该书的特点是对每个示例都做了错误和正确的两种解答，并特别强调了“上当分析”，对错误原因的分析针对性强，这就有利于对物理概念和物理规律的理解，有利于思维能力发展和解题能力的提高，是一本重要的参考书。

重庆市教育学会物理教学研究会理事长

董 贞 熙

1988年4月

目 录

一、力学

- 1、静力学(例1—例5) (1)
- 2、运动学(例6—例9) (7)
- 3、动力学(例10—例32) (12)
- 4、圆周运动和万有引力(例33—例41) (42)
- 5、功和能(例42—例66) (52)
- 6、流体力学(例67—例68) (87)
- 7、机械振动和机械波(例69—例70) (89)

二、电磁学

- 1、静电场(例71—例84) (94)
- 2、稳恒电流(例85—例102) (114)
- 3、磁场(例103—例110) (139)
- 4、电磁感应(例111—例120) (151)
- 5、交流电(例121—例124) (166)

三、分子物理学和热学(例125—例141) (173)

四、光学(例142—例143) (193)

一、力 学

1、静力学

【例1】质量为 m 粗细均匀的金属杆，从中点 C 弯成直角，两边为 $\bar{AC} \perp CB$ ，并将其 A 端用铰链固定(如图1—1)。为了使 $\bar{AC}$ 边保持水平，应在什么地方、沿什么方向加力最小？这个力应为多大？

上当解法：

以过 A 端垂直于纸面的直线为转轴，重力的力距为正（逆时针），则应加外力距为负（顺时针）。欲使外力最小，则外力之力臂应为最大。由于重力方向竖直向下，故外力应竖直向上，作用于 B 点或 C 点均可。

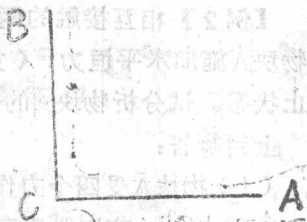


图 1—1

设金属杆全长为 L ，由力距平衡条件有：

$$mg \times \frac{L}{2} + \frac{mg}{2} \times \frac{L}{4} = F \times \frac{L}{2}$$

$$\therefore F = \frac{5}{4}mg$$

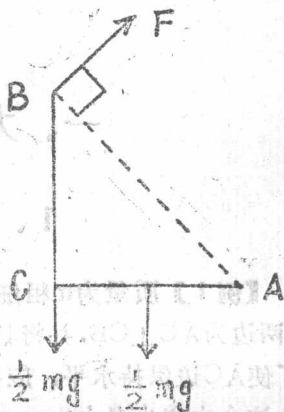
上当分析：

欲使外力最小，应有外力的力臂最大这是对的，但只有先确定外力方向后才能据此确定其最大力臂。再则， $\bar{AC}$ 之长是否就是最大的力臂呢？很显然， B 点到 A 端距离是 C 点到

A端距离的 $\sqrt{2}$ 倍。

正确解法：

若以AB为力臂，外力F应与AB垂直斜向上，这个外力方向应沿垂直AB加在B点方可达到要求（如右受力图）。



设金属杆全长L，并令A端为转轴，根据力矩的平衡条件：

$$F \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}L = \frac{1}{2}mg \cdot \frac{L}{2} + \frac{1}{2}mg \cdot \frac{L}{4}$$

这个最小外力，最后解得： $F = \frac{3}{8}\sqrt{2}mg$ 。

【例2】相互接触的两物块A和B，置于水平面上。当对物块A施加水平恒力F（如图1—2）时，两物块仍保持静止状态。试分析物块A的受力情况。

上当解答：

（1）物块A受四个力作用：

- ①重力 G_A ，方向竖直向下；
- ②地面的支持力 N_A ，方向竖直向上；
- ③物块B对A的弹力 N_{BA} ，方向水平向左；
- ④外力F，方向水平向右。

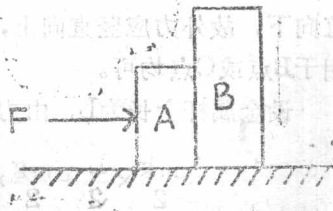


图 1—2

（2）物块A受五个力作用：除以上四个力外，还有地面对A的静摩擦力 f_A ，方向水平向左。

上当分析：

（1）虽然题设条件没明确指出地面是否粗糙，但物

块A和B在水平恒力F作用下，既能保持静止状态，它们与地面之间必然存在静摩擦力的作用，这是显而易见的，岂能疏忽！学生没发掘这一隐蔽条件，故而上当。

(2) 在上当的第二解答中虽然考虑到了地面对物块A静摩擦力的作用，但外力F的大小数值未知，于是物块B对A的弹力又是否肯定存在，那是无法断定的，故此解答仍是不全面的。

正确解答：

设物块A和B受地面静摩擦力分别为 f_A 和 f_B ，且物块A的受力情况与外力F的大小有关，可能有以下几种情况：

(1) 当 $F < f_A$ 时，物块A受力有四个：如图1-2(a)

①重力 G_A ，方向竖直向下；

②地面的支持力 N_A ，方向竖

直向上；

③外力F，方向水平向右；

④地面对物块A的静摩擦力

f_A ，方向水平向左。

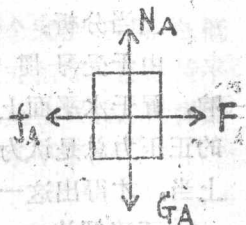


图1-2(a)

(2) 当 $F = f_A$ 时，物块A受力情况与(1)相仿，只是地面对物块A的静摩擦力此时为最大静摩擦力(受力图略)。

(3) 当 $f_A < F < (f_A + f_B)$ 时，物块A此时受力有五个：如图1-2(b)。

①重力 G_A ，方向竖

直向下；

②地面的支持力

N_A ，方向竖直向上；

③外力F，方向水平

向右；

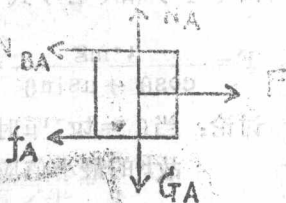


图1-2(b)

④地面对A的静摩擦力，方向水平向左；

⑤物块B对A的弹力 N_{BA} ($=F - f_A$)，方向水平向左。

(4) 当 $F = (f_A + f_B)$ 时，物块A受力情况与(3)相仿，只是物块B对A的弹力 $N_{BA} = f_B$ 而已(受力图略)。

【例3】质量m的小木块，停放在水平桌面上，它与桌面的摩擦系数为 μ ，某人想用最小的作用力F使之移动，则此最小外力的大小为多少？

上当解法：

由最大静摩擦力定义可得：

$$F = f_m = \mu mg$$

上当分析：

由于受习惯“势力”的影响，置于水平面上的物体对地面的正压力总是认为就是 $N = mg$ 而上当，才得出这一错误结论。

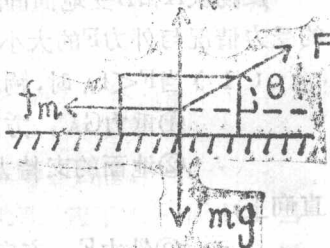


图 1—3

正确解法：

设外力F与水平面夹角 θ ，从图 1—3 可知：

$$F \cos \theta = f_m = \mu N \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$N + F \sin \theta = mg \quad \dots\dots\dots (2)$$

由(1)和(2)式可解得：

$$F = \frac{\mu \cdot mg}{\cos \theta + \mu \sin \theta} = \frac{\mu \cdot mg}{\sqrt{\mu^2 + 1} \cdot \cos(\theta - \text{tg}^{-1} \mu)}$$

讨论：当 $\theta = \text{tg}^{-1} \mu$ 时，F有最小值。

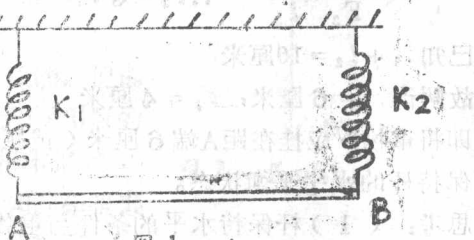
故F的最小值应是：

$$\frac{\mu \cdot mg}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

【例4】长10厘米的轻质细杆，悬挂于两根弹簧上处于水平静止状态。今在杆上挂一重物 W ，欲使棒仍保持水平，该重物 W 应挂于何处？已知两弹簧的倔强系数分别为 $K_1 = 2000$ 牛顿/米， $K_2 = 3000$ 牛顿/米。（如图1—4）

上当解法：

因杆原处于水平，欲使杆仍保持水平而平衡，只需将重物 W 挂在杆的中点即可。

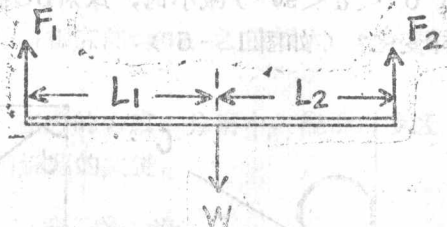


上当分析：

首先是混淆了“水平”和“平衡”两个完全不同的概念。虽然重物 W 挂于杆的中点时，两端受力相等，能维持平衡，但由于两弹簧的倔强系数不同，挂上重物 W 后，两弹簧的伸长量是不相等的，自然就不会再保持水平了。

正确解法：

要使杆仍然保持“水平”这一条件，必须使两弹簧的伸长量 Δl 相等。根据胡克定律：



$$F_1 = K_1 \Delta l, F_2 = K_2 \Delta l$$

$$\therefore \frac{F_1}{F_2} = \frac{K_1 \Delta l}{K_2 \Delta l} = \frac{2000 \text{ 牛顿/米}}{3000 \text{ 牛顿/米}} = \frac{2}{3}$$

当杆处于水平的平衡状态时，由 $\Sigma M = 0$ 可列方程：

以A端为转轴时有： $Wl_1 = F_2l$ (l 为杆的全长)

以B端为转轴时有： $Wl_2 = F_1l$

利用以上两式得：

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_1}{l_2} \quad \therefore l_2 = \frac{2}{3}l_1$$

已知： $l_1 + l_2 = 10$ 厘米

故解得： $l_1 = 6$ 厘米， $l_2 = 4$ 厘米

即将重物 W 应挂在距A端6厘米（或距B端4厘米）处方可保持杆的水平平衡状态。

思考：（1）杆保持水平的条件与重物 W 的轻重有关吗？

（2）若要计杆的重量时，上述结论是否再成立？

【例5】质量 m 的光滑小球，置于AB板和BC板组成的槽内，若AB板沿竖直方向始终不动，当BC板与水平面夹角 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) 减小时，球对BC板的压力 N 的大小将怎样变化？（如图1—5）

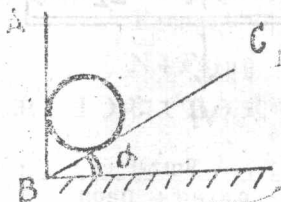


图 1—5

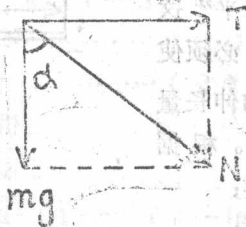


图 1—5 (a)

上当解法：

从受力示意图1—5(a)可知，球对BC板的压力

$$N = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

当 α 角减小时, $\cos \alpha$ 之值增大, 故 N 随之而减小。而题设条件 $\alpha \neq 0$, 则始终有 $mg < N$ 。

上当分析:

上述讨论的结论正确。但由于误将 N 视为重力 mg 和 AB 板的

弹力 T 的合力, 此乃根本错误。若只观其结论, 那 (如选择答案或填空) 就难以辨别真伪了。

正确解法:

小球受力应是图 1—5 (b) 才正确, 根据共点力的平衡条件可得:

$$N = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

显然, 当 α 角减小时, 相应的 $\cos \alpha$ 之值增大, 其 N 值则随之而减小。

注: 本例中已体现, 在力的合成、分解中, 能否正确区分合力还是分力, 是正确解题的关键。

2、运 动 学

【例 6】汽车驾驶员反应时间一般为 0.7 秒 (从看到或意识到停车信息到使用刹车的时间间隔)。如一辆汽车以 12 米/秒的速度行驶到十字街口, 驾驶员看到红灯时车距停车线 20 米, 刹车后汽车还能以 6 米/秒² 的加速度行驶, 问刹车后 3 秒末汽车是否会越过停车线?

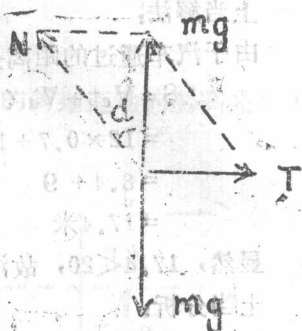


图 1—5 (b)

上当解法:

由于汽车通过的距离是匀速和匀减速两段位移之和,

$$\begin{aligned}\therefore S &= V_0 t + V_0 (t + \Delta t) - \frac{1}{2} a t^2 \\ &= 12 \times 0.7 + 12 \times (3 + 0.7) - \frac{1}{2} \times 6 \times 3^2 \\ &= 8.4 + 9 \\ &= 17.4 \text{ 米}\end{aligned}$$

显然, $17.4 < 20$, 故汽车不会越过停车线。

上当分析:

汽车刹车后到停车过程的实际时间是否就一定为 3 秒? 这不能主观武断, 按一般“经验”硬套公式。

正确解法:

分析一下汽车运动过程, 不难发现汽车在反应时间 Δt 内匀速运动行驶距离:

$$\Delta S = V_0 \Delta t = 12 \times 0.7 = 8.4 \text{ 米}$$

余下的距离 $S_2 = S - \Delta S = 20 - 8.4 = 11.6 \text{ 米}$

在这段距离 S_2 内, 汽车实际行驶时间

$$t' = \frac{0 - V_0}{-a} = \frac{-12}{-6} = 2 \text{ 秒}$$

而在 $t' = 2$ 秒内汽车继续行驶距离

$$\begin{aligned}S' &= V_0 t' - \frac{1}{2} a t'^2 \\ &= 12 \times 2 - \frac{1}{2} \times 6 \times 2^2 \\ &= 12 \text{ 米}\end{aligned}$$

比较 $S' > S_2$, 即 $12 > 11.6$

故结论是汽车已超过了停车线 0.4 米。

【例 7】摩托车驾驶员要通过图 1—6 所示的斜坡冲到右面高台上, 摩托车在斜坡上加速运动时的加速度至少应为多大? 设摩托车开始上坡时速度为 10 米/秒, 且在斜坡上运

动认为是匀加速运动。

上当解法:

根据题意, 斜面从顶端开始的斜抛运动的射高是2米, 设斜抛运动的初速度为 V_t , 则有:

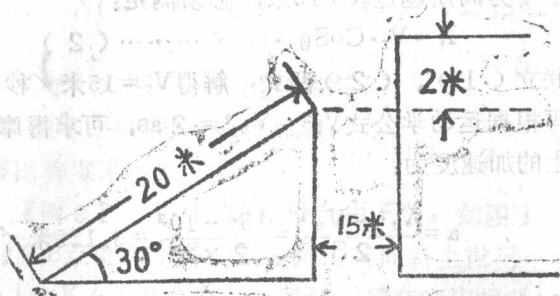


图 1-6

$$2 = \frac{V_t^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g}$$

$$\therefore V_t^2 = 160 \text{ 米}^2/\text{秒}^2$$

再由匀加速运动公式, 得

$$a = \frac{V_t^2 - V_0^2}{2S} = \frac{160 - 100}{2 \times 20} = 1.5 \text{ 米}/\text{秒}^2$$

上当分析:

由题意, 摩托车离开斜面后作斜抛运动是肯定的, 但摩托车做斜抛运动达到抛物线的最高点认为恰就达到高台这一根据是不充分的。因为斜抛运动是竖直上抛运动和水平方向的匀速直线运动 (两个分运动) 的合运动, 它必须受这两个分运动的同时制约。即是说, 在最高点处, 摩托车在水平方向未必就刚好越过15米的距离。

正确解法:

设摩托车的初速度 V_0 从斜坡底端沿斜面向上作匀加速

运动，到达顶端时的末速度为 V_t ，然后以投射角 $\theta = 30^\circ$ 以初速 V_t 斜上抛。车欲达彼岸高台，在竖直方向的位移必须满足：

$$h = V_t \cdot \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

而在水平方向所越过 $X = 15$ 米，必须满足：

$$X = V_t \cdot \cos \theta \cdot t \quad \dots\dots\dots (2)$$

联立(1)、(2)两式，解得 $V_t = 15$ 米/秒

再根据运动学公式 $V_t^2 - V_0^2 = 2as$ ，可求得摩托车在斜坡上的加速度为：

$$a = \frac{V_t^2 - V_0^2}{2S} = \frac{15^2 - 10^2}{2 \times 20} = 3.125 \text{ 米/秒}^2$$

【例8】一小球在离地面某一高度处，以速度 V_1 水平抛出，落地时速度大小为 V_2 ，若不计空气阻力，求小球飞行的时间是多少？

上当解答：

(1) 都知道平抛运动的飞行时间，在不计空气阻力时，如已知高度 h 、水平射程 x 或初速 V_0 时方可求其时间 t 。但本题 h 和 x 均未给出，所以不能求解。

(2) 由 $V_t = V_0 + gt$

$$\therefore t = (V_t - V_0) / g = (V_2 - V_1) / g$$

上当分析：

除乱套公式之外，还在于对平抛运动是由哪两个分运动的合运动缺乏正确认识，之所以上当，是误把标量公式直接用于曲线运动的计算所铸成。此时的 V_2 根本不是 V_y ，如图1—7所示。

正确解法：

将 V_2 正交分解，可得：

$$V_2^2 = V_x^2 + V_y^2$$

$$\therefore V_x = V_1, V_y = gt$$

$$\text{即 } V_2^2 = V_1^2 + g^2 t^2$$

$$\therefore t = \frac{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}{g}$$

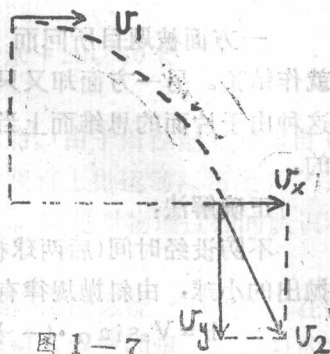


图 1-7

思考：本题若求抛出点的高度 h ，或水平射程 x ，或者都求，能解出答案来吗？

【例 9】一小球由 A 点处自由下落，如图 1-8 所示，同时在 B 点处与水平面成 α 角的方向斜上抛另一小球。若设 $H: L = K$ (K 为常数)，要使二球在空中相碰，投射角 α 与投射初速度 V_0 有什么关系？（不计空气阻力）

上当解法：

根据斜抛知识可知，当抛射的初速度 V_0 一定时，投射角 $\alpha = 45^\circ$ 时的射高为最大。所以 V_0 与 α 角的关系应有以下两种情况：

(1) 当 $0^\circ < \alpha \leq 45^\circ$

时， V_0 应随 α 角的增大而减小；

(2) 当 $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$

时， V_0 应随 α 角的增大而增大。

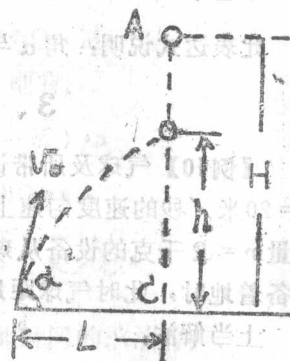


图 1-8

上当分析：