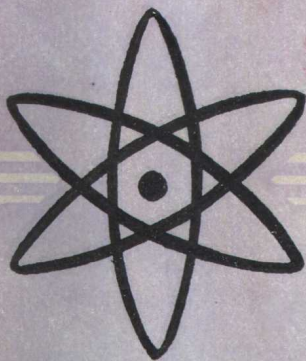


高中物理

G633.7/104

解题错误分析

施 纯 张亚新 周洪林 编著



JIETI CUOWU FENXI

黑龙江科学技术出版社

高中物理解题错误分析

施 纯 张亚新 周洪林 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八五年·哈尔滨

内 容 提 要

本书是上海复旦大学附属中学三位物理教师编著的。作者长期从事高中物理教学工作，具有丰富的经验，并掌握了大量的容易解错的典型题目。编著时以教育部颁布的教学大纲为依据，按课本顺序编排。每章分为学习基本要求、解题错误分析和练习题三部分，并附有练习题答案。

本书包括了高中物理主要的典型题目。可供高中学生、自学青年、技校和业校学生阅读，亦可供物理教师参考。

责任编辑：翟 明 秋

封面设计：昕 晖

高中物理解题错误分析

施 纯 张亚新 周洪林 编著

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街 35 号)

黑龙江新华印刷厂附属厂印刷·黑龙江省新华书店发行

787×1092 毫米 32 开本 13 印张 270 千字

1985 年 10 月第 1 版·1985 年 10 月第 1 次印刷

印数：1—21,400 册

书号：13217·145

定价：2.20 元

目 录

第一章 力 物体的平衡.....	1
学习基本要求.....	1
解题错误分析.....	2
练习题.....	26
第二章 变速运动.....	29
学习基本要求.....	29
解题错误分析.....	30
练习题.....	54
第三章 运动定律.....	57
学习基本要求.....	57
解题错误分析.....	58
练习题.....	85
第四章 圆周运动 万有引力.....	89
学习基本要求.....	89
解题错误分析.....	91
练习题.....	112
第五章 机械能.....	116
学习基本要求.....	116
解题错误分析.....	117
练习题.....	152
第六章 动量.....	160

学习基本要求	160
解题错误分析	162
练习题	191
第七章 机械振动和机械波	199
学习基本要求	199
解题错误分析	200
练习题	217
第八章 热学	223
学习基本要求	223
解题错误分析	225
练习题	248
第九章 电场	253
学习基本要求	253
解题错误分析	254
练习题	278
第十章 稳恒电流	282
学习基本要求	282
解题错误分析	283
练习题	317
第十一章 磁场	322
学习基本要求	322
解题错误分析	323
练习题	354
第十二章 交流电 电磁振荡 电子技术	359
学习基本要求	359

解题错误分析.....	331
练习题.....	374
第十三章 光学.....	378
学习基本要求.....	378
解题错误分析.....	379
练习题.....	396
第十四章 原子物理.....	398
学习基本要求.....	398
解题错误分析.....	400
练习题.....	405

第一章 力 物体的平衡

学习基本要求

本章的基本内容是研究静力学问题，即研究一个物体在几个力的作用下处于平衡状态时，这几个力之间的相互关系。

解题中容易发生错误的地方是：

(1) 选择隔离体不当，作用在隔离体上的力缺少或者多画。

(2) 作用力的方向不对，以致所有互成角度的力没有相交于一点。

必须注意：由于研究的物体是处在受力平衡状态，所以，如果几个力互成角度，这些力一定共点（包括力的延长线共点），而且合力一定为零；如果几个力是互相平行的，则这些力的合力偶一定为零（有固定转轴的物体的合力矩为零）。

解静力学问题的一般步骤是：

(1) 正确选择研究对象，作为隔离体；

(2) 画出正确的隔离体受力图；

(3) 选取适当的坐标系，列出三个平衡方程式，

即：

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_y = 0 \quad \Sigma M = 0.$$

解题错误分析

1. 均匀链条, 所受重力为 G , 两端挂在两个高度相同的钩子上, 在挂钩处的链条与水平方向成 α 角, 如图 1—1 所示。

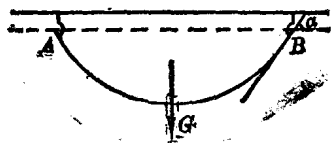


图 1—1

求:

- (1) 挂钩对链的作用力。
- (2) 链条最低点的张力。

【错误解答】

(1) 取链条为隔离体, 并作受力图如图 1—2。由于链条是均匀的, 而且两端挂在水平的 A 、 B 两个钩子上, 所以链条的重心一定在中间。由此可知

$$F_A = F_B = \frac{G}{2}, \text{方向向上。}$$

(2) 由于链条的最低点处于平衡状态, 所以合力应为零, 张力也是为零。

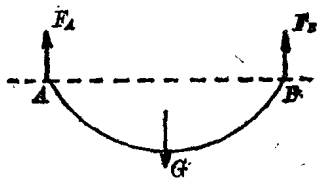


图 1—2

【错因分析】

上面的解法错误在于:

- (1) 错把链条当作刚体进行受力分析;
- (2) 对于张力的概念不清楚。

链条(或绳子)这类变形体的受力情况和刚体受力情况是不完全相同的。因为“刚体”在受到外力时, 形状不会发生改变。所以, 刚体在受力时, 只要符合静力平衡的条件,

不论这些外力是什么方向,都无关紧要。但是,链条却不同,链条在受力平衡时,除了要符合静力平衡的条件外,还要求除重力以外的所有外力要垂直于它的横截面,也就是外力必须是张力(或者能分解为张力)。

链条某处的张力,是指在该处横截面上一个侧面上所受到的垂直于截面的力,它不是合力。

【正确解法 1】

取链条的一半 AO 作为隔离体, O 为绳子的最低点,则链条 A 点所受到钩子的力 F_A 应与 A 点的主截面垂直,即与水平方向的夹角为 α ,如图 1—3 中所示。现将 F_A 分解成竖直方向的力 $F_A \sin \alpha$ 和水平方向的力 $F_A \cos \alpha$ 。由于所取的链条是半段,所以它所受的重力为 $\frac{G}{2}$ 。 T 为在 O

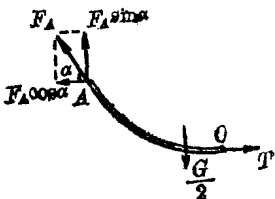


图 1—3

处的张力。根据物体平衡的条件有

$$\sum F_x = T - F_A \cos \alpha = 0, \quad (1)$$

$$\sum F_y = F_A \sin \alpha - \frac{G}{2} = 0. \quad (2)$$

由 (2) 式得

$$F_A = \frac{G}{2 \sin \alpha},$$

将 F_A 的值代入 (1) 式得

$$T = \frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha}.$$

【正确解法 2】

把受力平衡后的链条作为一个整体，则它的受力图如图

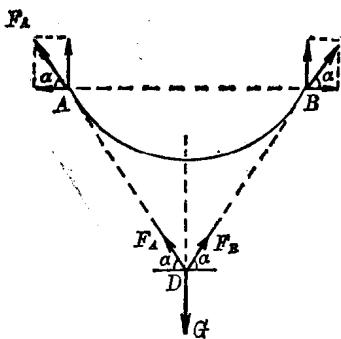


图 1-4

1-4。它受到三个力的作用，即 F_A 、 F_B 和重力 G 。由于它处于受力平衡状态，因而这三个力一定是共点的，可以将 F_A 、 F_B 沿各自的作用线移动和重力作用线相交于 D 点。根据拉密定律可知

$$\frac{F_A}{\sin(90^\circ + \alpha)} = \frac{F_B}{\sin(90^\circ + \alpha)} = \frac{G}{\sin(180^\circ - 2\alpha)}.$$

由于对称，故 $F_A = F_B$ ，解上式可得

$$F_A = F_B = \frac{G}{2\sin\alpha}.$$

链条最低点 O 处的张力 T 是沿水平方向的，所以， $T = F_A \cos\alpha = F_B \cos\alpha$ 。将 F_A 的值代入，可得

$$T = \frac{G}{2\operatorname{tg}\alpha}.$$

也可以不必把 F_A 和 F_B 移动来求 F_A 、 F_B 。由于链条处在受力平衡状态，我们可以直接使用一般物体受力平衡的规律来列出方程式：

$$\sum \vec{F}_x = \vec{F}_{Ax} + \vec{F}_{Bx} = -F_A \cos\alpha + F_B \cos\alpha = 0, \quad (1)$$

$$\sum \vec{F}_y = \vec{F}_{Ay} + \vec{F}_{By} + \vec{G} = F_A \sin\alpha + F_B \sin\alpha - G = 0. \quad (2)$$

由 (1) 式可知， $\cos\alpha(F_B - F_A) = 0$ ；又因 $\cos\alpha \neq 0$ ，所以 $F_B - F_A = 0$ ， $F_A = F_B$ 。代入 (2) 式得

$$F_A = F_B = \frac{G}{2\sin\alpha}$$

从以上答案分析， α 角减小（即链条拉得越直）， F 和 T 的值会增大，而且 T 增加比 F 增加快得多。这是因为，当 α 角从 90° 变至 0° 时， $\sin\alpha$ 的值由1趋于0；而 $\operatorname{tg}\alpha$ 的值却由 ∞ 趋于0。显然，要把链条拉成完全水平状态，即 α 为 0° 时， F 和 T 的值都为 ∞ ，这是不可能的。所以，由于链条（或绳子）的重力作用，要把它们拉成完全水平是不可能的。

2. 如图1—5所示，撑杆 BC 一端固定在墙上并与墙成 $\theta = 75^\circ$ 角，杆的另一端装有一小滑轮，绳子 ACD 跨过滑轮， A 端固定在墙上，且使 AC 成水平，在 D 端挂一受重力 G 为100牛顿的物体。若撑杆和绳子的质量以及绳子和滑轮的摩擦都不计，求滑轮沿撑杆方向所受的压力是多少？

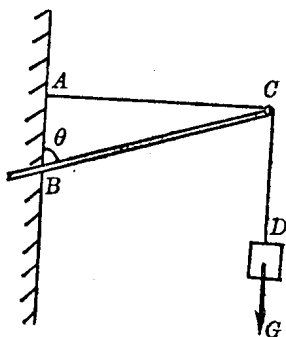


图 1—5

【错误解答】

取滑轮为隔离体，画受力图如图1—6，将滑轮 C 受到的

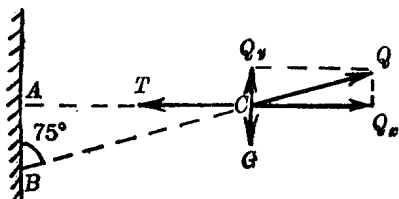


图 1—6

的撑杆的撑力 Q 分成 $Q_x = Q\sin 75^\circ$ 和 $Q_y = Q\cos 75^\circ$ 。根据物体的平衡条件可知

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= Q\sin 75^\circ - T = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = Q \cos 75^\circ - G = 0. \quad (2)$$

由 (2) 式

$$Q = \frac{G}{\cos 75^\circ} = \frac{100}{0.259} = 386 \text{ (牛顿)}.$$

再将 Q 的值代入 (1) 式可得

$$T = Q \sin 75^\circ = 386 \times 0.965 = 373 \text{ (牛顿)}.$$

滑轮受到沿撑杆方向的压力是 Q 的反作用力，大小为 386 牛顿。

【错因分析】

上面的解法错误有两点：

(1) 错将 C 处的活动结点作为固定结点。如果 C 是固定结点，则绳 AC 和 CD 所受的张力就不一定相同。而现在 C 是一个小滑轮，定滑轮只能改变力的方向而不能改变力的大小，所以此时绳的张力 T 等于重力 G 。

(2) 错将 B 处的固定结点当作了铰接点。 B 处如果是铰

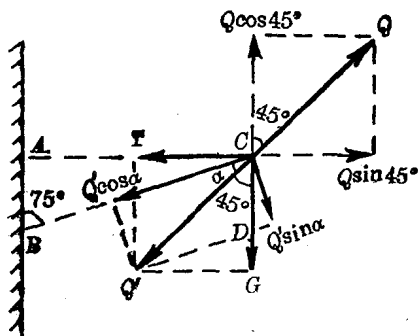


图 1—7

接，则 CB 撑杆就可以绕 B 点转动了。因此，当撑杆在平衡状态时， BC 所受的力一定沿 BC 方向。如果 B 处是固定结点，即 CB 撑杆不能绕 B 点转动，此时不论在

C 点所受的力是沿 CB

方向还是不沿 CD 方向，撑杆 CB 都处于静止状态。

【正确解法】

取滑轮作为隔离体,画受力图如图 1—7。设 T 为绳子的张力, G 为物体所受重力, Q 为撑杆 CB 对滑轮的支持力。由于绳子通过定滑轮, $T = G$, 所以

$$Q \cos 45^\circ = G = T,$$

则

$$Q = \frac{G}{\cos 45^\circ} = \frac{100}{0.707} = 141 \text{ (牛顿)}.$$

Q 的反作用力 Q' 即是滑轮上所受到的压力。这个力并不沿撑杆方向。沿撑杆方向的力为

$$Q' \cos \alpha = 141 \cdot \cos(75^\circ - 45^\circ) = 122 \text{ (牛顿)}.$$

此外,还有一个垂直于撑杆方向的分力是 $Q' \sin \alpha = 70.5$ 牛顿。这个力使撑杆沿顺时针方向旋转。

如果在 B 处,撑杆不是插入墙内,而是一个可以转动的铰链,则撑杆因受到垂直分力 $Q' \sin \alpha$ 而绕 B 点转动。

如果杆与墙的夹角 θ 小于 45° ,则 C 点受到的垂直分力 $Q' \sin \alpha$ 相对 B 点是逆时针方向,所以撑杆也逆时针方向转动。由于 A 点是固定的, AC 也就不再是水平的了。直到 $\angle ACB = \angle BCD$ 时才静止下来,这时绳 AC 和 CD 对 C 点的合力就会沿撑杆方向。如果 $\theta > 45^\circ$,则 C 点受到的垂直分力 $Q' \sin \alpha$ 相对 B 点是顺时针方向,所以撑杆也顺时针方向转动。由于绳子 AC 和 CD 对 C 点的合力无法再沿撑杆方向,撑杆一直向下转至靠墙为止。

3. 不均匀木棒长为 $2a$, 所受重力为 G , 支在中点, 中点距棒的重心为 h 长。现将一根长为 $2l$ 的线, 系在棒的两端,

在线上挂一个受重力为 G_2 的物体，并可在线上滑动，如图 1—8 所示。问：当平衡时， G_2 的悬点 P 距棒的两个端点各为多远？

【错误解答】

设棒处于平衡时， G_2 的悬点 P 距棒左端为 x ，则距棒

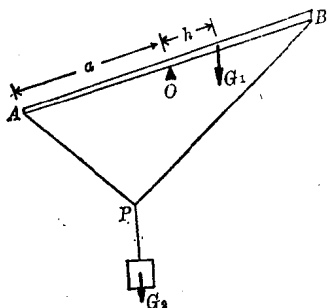


图 1—8

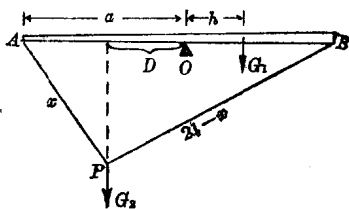


图 1—9

的右端为 $2l - x$ 。由于系统在平衡状态，系统重心又在支点 O 处，因而棒转到水平位置也能平衡，如图 1—9 所示，根据平衡条件有

$$G_2 \times D = G_1 \times h. \quad (1)$$

根据三角形关系有

$$x^2 - (a - D)^2 = (2l - x)^2 - (a + D)^2. \quad (2)$$

解(1)、(2)两式，消去 D 得

$$x = l - \frac{ah}{l} \frac{G_1}{G_2},$$

x 即悬点 P 距左端的距离，离右端的距离应是。

$$2l - x = l + \frac{ah}{l} \frac{G_1}{G_2}.$$

【错因分析】

上面解答主要有两点错误：

(1) 错把支点 O 当作系统的重心。如果支点在由棒、绳子和所挂物体组成的系统的重心位置，则因为重心在系统中相对位置不改变，所以不论这个系统怎样放置，都可以达到平衡状态。但是在本题中，系统的重心并不在 O 处，而且由于重物 G_2 可以在绳上滑动而使得系统的重心不固定，因而在平衡时，棒就不一定是水平的。

(2) 根据题目中给出的条件，挂在线上的物体，可以在线上滑动，可见 P 是个活动结点。在上述解答中错把 P 当作一个固定结点。如是固定结点时，挂 G_2 的 P 点

两边绳的张力就不一定相等；如是活动结点时，就相当于一个滑轮，线上各处的张力都相等。

如图1—10， $F_A = F_B$ ，

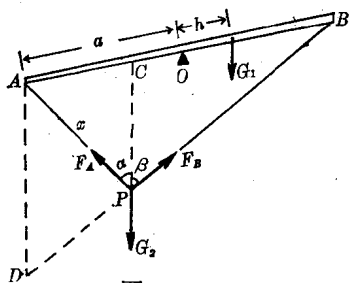


图 1—10

重力 G_2 的延长线一定平分 $\angle APB$ 。这是解这个题目的关键。

【正确解法 1】

由于 P 点是可以在线上滑动的， $F_A = F_B$ ，则 $\angle \alpha = \angle \beta$ 。

PC 为重力 G_2 的延长线，作 AD 平行于 PC ，且相交于 BP 的延长线于 D ，如图 1—10 所示。设 $AP = x$ ， $PB = 2l - x$ ，由 $\triangle ABD \sim \triangle CBP$ 可知

$$\frac{AC}{DP} = \frac{CB}{PB}$$

因为, $AC = 2a - CB$, $DP = AP = x$, $PB = 2l - x$, 代入上式后就有

$$\frac{2a - CB}{x} = \frac{CB}{2l - x}.$$

解得

$$CB = \frac{2al - ax}{l},$$

故 $CO = CB - a = a\left(1 - \frac{x}{l}\right)$.

由于棒处在平衡状态, 根据平衡条件可知

$$G_2 \times CO = G_1 \times h,$$

即 $G_2 \times a\left(1 - \frac{x}{l}\right) = G_1 \times h.$

解得

$$x = \left(1 - \frac{G_1 h}{G_2 a}\right)l,$$

x 即为 P 点离左端的距离。

离右端的距离应为

$$2l - x = 2l - \left(1 - \frac{G_1 h}{G_2 a}\right)l = \left(1 + \frac{G_1 h}{G_2 a}\right)l.$$

【正确解法 2】

作受力图如图 1-11, AD 与 OF 均平行于 CP 。由已知条件可知, F 一定是 DB 的中点。设 $PF = x$, 因为 $\angle\alpha = \angle\beta$, 故 $AP = l - x$ 。从平衡条件可知

$$G_2 \times CO = G_1 \times h, \quad (1)$$

从 $\triangle CBP \sim \triangle OBF$ 可知

