



华南师大附中物理科組 編

高一

物理学习辅导 (下)

华南工学院出版社

高一物理学习辅导(下)

华南师大附中物理科组编

华南工学院出版社

高一物理学习辅导(下)

华南师大附中物理科组 编

华南工学院出版社出版发行

(广州 五山)

华南师大印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张: 3.47 字数: 75千

1986年10月第1版 1986年10月第1次印刷

印数: 1—15,000

书号: 7410·011 定价: 0.60元

编 者 的 话

本书是根据高中物理教学纲要（较高要求）的精神和高中物理课本（甲种本）第一册的内容，并结合我校的教学实际编写的，分上、下两册。下册包括“物体的平衡”、“机械能”、“动量”、“机械振动与机械波”等四章内容。书中对知识的要点进行了分析，指出理解这些知识时应注意之点；通过典型例题的分析，指出解题的思路、方法和技巧，提供了与各部分知识相对应的配套的思考题和练习题，作为巩固和提高之用，供读者思考和练习，本书是高中学生及有同等程度的读者学习物理的辅导材料，也可供中学物理教师参考。

本书是我校物理科组的老师在集体讨论的基础上，总结我校物理教学经验写成的。第六章，物体的平衡，由许华斌编写；第七章，机械能，由叶溥良编写；第八章，动量，由王念编写；第九章，机械振动和机械波，由黄铸、彭国雄、徐旭昭编写。

华南师大附中物理科组

一九八五年十月

目 录

第六章 物体的平衡	16
一、知识要点分析	1
1. 平衡状态	1
2. 在共点力作用下物体的平衡	2
3. 力对物体的转动作用	2
4. 有固定转动轴的物体的平衡	3
5. 力偶	4
6. 平衡的种类	5
7. 稳度	6
二、例题	7
三、练习题	11
第七章 机械能	22
一、知识要点分析	22
1. 功	22
2. 功率	24
3. 能 动能 势能	24
4. 动能定理 机械能守恒定律	26
二、例题	28
三、练习题	36
第八章 动量	47
一、知识要点分析	47
1. 冲量、动量和动量定理	47
2. 动量守恒定律	49

3. 碰撞	52
4. 研究弹性碰撞和用冲击摆测子弹速度两个实验	54
二、例题	55
三、练习题	67
第九章 机械振动与机械波	77
一、知识要点分析	77
1. 振动和波的现象的区别	77
2. 机械振动	79
3. 简谐振动	79
4. 单摆及弹簧振子的周期	82
5. 相和相差	83
6. 振动的图象	84
7. 机械波的概念和分类	85
8. 波长、频率和波速之间的关系	86
9. 波的图象	87
10. 波的干涉和衍射	88
11. 声源和声波	89
12. 某些声音现象	91
13. 乐音的三种特性	92
14. 噪声的危害和控制	93
15. 超声波和次声波	93
二、例题	96
三、练习题	98

第六章 物体的平衡

一、知识要点分析

本章先叙述了物体处于平衡时的各种情况，然后，介绍了共点力作用下物体的平衡及其平衡条件，再在引入“力矩”的概念后，找出另一种情况下的物体平衡条件，即有固定转动轴的物体的平衡条件。共点力的平衡条件和有固定转动轴的物体的平衡条件，是本章的学习重点，同学们要通过实践运用，来掌握这部分内容。最后本章介绍了“力偶”概念、“平衡的种类”以及“稳度”概念。

下面我们对本章的知识要点进行分析。

1. 平衡状态

物体运动有各种情况，当它的运动状态不随时间变化时，就说该物体正处在平衡状态。从前几章内容我们已经知道，描述物体运动状态的方法之一是用速度这一概念。这里也是用类似方法来判断物体是否处于平衡状态，如当物体的平动速度和转动角速度同时为零、直线运动物体的速度恒定或转动物体的角速度恒定时，就说物体处在平衡状态。第一种是静态平衡，后两种是动态平衡。平衡可理解为“不变、稳定”，而不是“不动”。

2. 在共点力作用下物体的平衡

在前面的几章里，物体被看成质点，所以物体所受的力是指共点力。在运动定律一章里，我们知道当物体受到的合外力为零时，其加速度则为零，速度或者为零，或者为某一常量。由此我们可推出，质点的平衡条件是所受合外力为零。在本章中物体一般不能被看成质点处理。但实验可以证明将上述结论再进行推广是正确的；即当物体受到的外力的作用线延长后都交于一点时，物体的平衡条件是这些力的合力等于零，课本介绍的只是物体的静平衡条件，但所得也是物体的动态平衡条件。

3. 力对物体的转动作用

(1) 在第二章和本章内，都有转动的定义，同学们要注意分清转动和圆周运动的区别和联系。

① 圆周运动是对质点而言，转动是对不能被看成质点的物体来说的。

② 物体转动时，它上面各点都作圆周运动，这些圆周的中心在同一直线上，该直线可以通过物体本身，也可以不通过物体。

(2) 描述物体转动的快慢程度常用的物理量是角速度。角速度越大（或越小），物体转动得越快（或越慢）；角速度恒定的转动，称之为匀速转动。

(3) 力矩，力矩对物体的转动作用是：力矩越大，对物体的转动作用就越大，物体转动的角速度就变得越快。同学们容易误解为：力矩越大，角速度改变得越大；或力矩越

大，角速度就越大，甚至更简单地认为力越大，物体就一定转得越快。

和“力是改变物体运动状态的原因”这一陈述类似：力矩是改变物体转动状态的原因，而不是维持物体转动的原因。

思考题

力对速度的影响关系和力矩对角速度的影响关系一样吗？

4. 有固定转动轴的物体平衡

从上一节知道，力矩使物体的转动角速度发生改变，当作用在物体上的所有力产生的合力矩不为零时，物体转动的角速度则越来越大，或越来越小。后一种情况中，可能角速度为零后物体静止下来，如受摩擦力产生的力矩而转动着的物体，其特点是当角速度为零时，摩擦力矩即为零值；也可能角速度变为零后，物体沿反方向转动，并且角速度将越来越大。由此可知，有固定转动轴物体静止或匀速转动的条件是：所受的力矩代数和为零。通过实验，同学们可以验证有固定转动轴物体的静态平衡（不转动）条件。至于不受力矩作用而物体作匀速转动的实验，只是一个理想的实验，但所受合力矩为零物体作匀速转动的例子却有很多，如正常工作的风扇、电动机、飞轮、匀速前进中车轮的转动（车不打滑）……，它们的共同点在于匀速转动着的物体所受动力矩与阻力矩的代数和正好为零。

思考题

为什么通电后风扇会从静止变成转动？叶片越转越快是什么原因？最后叶片匀速转动又是为何？当变为快档时，叶片

转动的角速度将变大，最后停留在更高速的匀速转动状态，这作何解释？

5. 力偶

一个力作用在无固定转动轴的物体上，一般来说，物体即产生平动，也产生转动。当物体有固定转动轴，且一个不通过转动轴的力作用在物体上时，物体产生的运动只是转动，但转动轴受到力的作用。

一个力偶作用在无固定转动轴的物体上，物体只产生转动，而没有平动。该物体转动时转动轴必通过这两个力的力线构成的平行线之间的位置，而不一定通过物体的质心。如当这个力偶的两个力的力线在物体质心的同一侧时，质心也作圆周运动，转动轴不通过质心。

假如在受力偶作用而产生转动的物体的转动轴上安装一固定转动轴，这时，这根固定转动轴将不受到力的作用，物体也不受轴的作用。

到此，我们就物体的平衡条件进行小结。物体处于平衡状态的充分必要条件是：物体所受到的合外力为零，同时对任何一点（无论这一点有或无支承点）的合外力矩也为零。

由于物体不再被看成质点，所以要判断它受的合外力是否为零的方法是：将物体受到的所有各个力进行平移，并使各个力的力线始端处在同一点上，这样就把问题转换成共点力问题了，若这些“共点力”的合力为零，则说明物体所受合外力为零，达到平衡条件中的必要条件之一。

要考察对任何一点的合外力矩是否为零是做不到的。但当某点的力矩合为零时，各点是等价的（这点我们不加证明

地引用)，所以只需考察对某一支承点的力矩就行了。

可是在解题时一般是这种情况：已知物体处于平衡状态，和某些力的大小、方向，求另一个（或一些）力的大小和方向。这么一来，物体所受合外力为零这一必要条件就为解决提供了一个方程，而另一必要条件可提供另一个方程。至于选哪点作为转动轴来建立合力矩为零这一方程，要依解题方便而定。在解较复杂的问题时，还可能遇到要选两个或更多的点作为转动轴来建立方程组的情况，这个在同学们做过一些有关的习题后会体会出来。

我们顺便将总结出的物体平衡条件与课本的两个结论对照一下。表面上看，好象物体的平衡条件有三种表述法，实质上可归结为一种表述法，就是我们总结的那种，它适用于最一般的物体平衡情况。课本上是分别在两种特殊情况下（即受共点力的物体及有一个固定转动轴的物体的平衡）的具体表述。受共点力作用的物体，对于力线所通过的公共点来说，所有力对该点的力矩代数和一定为零，所以我们只需考察该物体受的合外力是否为零就够了。当有固定转动轴的物体处于平衡时，轴对物体的作用力一定和物体受到的除轴以外的其他力的合力大小相等，方向相反，物体肯定不发生平动，所以，只需考察对轴的力矩代数和是否为零就可以了。

6. 平衡的种类

物体处于平衡状态时，有千姿百态。有些状态在被轻微破坏后，可恢复原来的状态，但有些就不行，还有些状态在被破坏后，立刻就在新的位置上建立起平衡。于是产生了平

衡是否稳定的问题，按照这一稳定情况可把物体的平衡分为三类，即稳定平衡、不稳定平衡和随遇平衡。

要注意这种分类的条件是物体只受到两种力的作用，即重力和支持力。如果物体还受到摩擦力作用而处于平衡，则物体属哪种平衡就很难确定了。这种情况发生在物体有支持面的情况。如图 6—1 所示，一长方体放在粗糙的斜面上处于平衡状态，物体重心在 A 点的正上方。当物体受到微小的力使之下翻时，物体将以 A 处为转动轴转动，重心将下移；当受力使之向上翻时，物体将以 B 处为转动轴转动，重心上移。按照重心下移为不稳定平衡，重心上移为稳定平衡的判据，则图中物体的平衡种类就不能确定了。

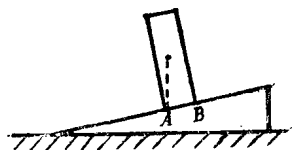


图 6—1

7. 稳度

对于在支承面作用下处于稳定平衡的各种物体，当受外界力作用而倾斜时，有些物体容易翻倒，有些则不那么容易翻倒。说明同是处在稳定平衡的物体，还存在一个稳定程度问题，物体的这种稳定程度称为稳度。

课本中得出的结论是：支承面面积越大、重心越低，物体的稳度就越大。我们要补充的是：要使物体的稳度大，除了支承面要大、重心要低外，重力的作用线还必须尽可能靠近支承面的中心。由于重力作用线一旦落在支承面外，物体就会翻倒，使重力作用线靠近支承面的中心，就是使当物体向任何方向倾斜时，重力作用线不容易超出支承面。

同学们还要注意到同一个处于稳定平衡的物体，当向不同方向倾斜时，其稳定程度不一定相同，如支承面为长方形、三角形、多边形等不规则形状的处于稳定平衡的物体。又如放在斜面上的（包括圆形面为支承面，重心在支承面中心的正上方的）任何处于稳定平衡的物体，它们向上倾斜和向下倾斜的稳度也不相同。

思考题

(1) 能否确定重心在支承面边缘之正上方，放在水平面上并处于平衡状态的物体的平衡种类。

(2) 一个成人与另一老人的脚底面积一样大，重心也一样高，一般来说站立时成人稳度较大，这是为什么？与所学知识有无矛盾？原因何在？

二、例题

[例题一] 如图 6-2 所示，已知水平桥质量分布均匀，重量为 G 牛顿，长为 L 米。当重量为 W 牛顿的人站在离桥墩 A 为 x 米时，

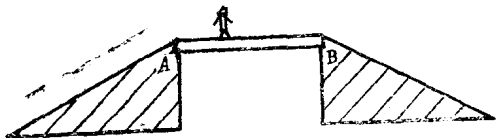


图 6-2

(1) 求两桥墩所受的压力分别为多少牛顿？

(2) 若人以 v 米/秒的速度匀速从 A 走到 B ，则两桥墩受的力与时间的关系如何？

解法一：如图 6-3 所示，要研究的处于平衡状态的

物体是桥板，桥板受四个力作用：自身重力 G ，人的压力 W ，桥墩的支承力 F_A 、 F_B 。

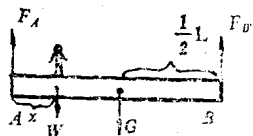


图 6-8

(1) 由于桥板处于平衡状态，所以所受合外力为零，则有

$$F_A + F_B = W + G \dots\dots\dots ①$$

以 A 点为转动轴，合外力矩为零，于是有：

$$F_B \cdot L - G \cdot \frac{1}{2}L - W \cdot x = 0 \dots\dots\dots ②$$

从②式得：
$$F_B = \frac{1}{2}G + \frac{W}{L}x \text{ (牛)} \dots\dots\dots ③$$

把③代入①，得：

$$\begin{aligned} F_A &= W + G - F_B \\ &= W + G - \frac{1}{2}G - \frac{W}{L}x \\ &= W + \frac{1}{2}G - \frac{W}{L}x \text{ (牛)} \dots\dots\dots ④ \end{aligned}$$

根据牛顿第三定律，桥墩 A 、 B 受到的压力 F_A' 、 F_B' 数值上分别为：

$$F_A' = F_A = W + \frac{1}{2}G - \frac{W}{L}x \text{ (牛)} \dots\dots\dots ⑤$$

$$F_B' = F_B = \frac{1}{2}G + \frac{W}{L}x \text{ (牛)} \dots\dots\dots ⑥$$

(2) 从人在 A 点开始计时， t 秒时刻人离桥墩 A 的距离为 $x = vt$ 。($0 \leq t \leq \frac{L}{v}$)

所以人走动时两桥墩受的压力将随时间而变化。将

$x = vt$ 代入⑤、⑥式即得：

$$F_A'' = W + \frac{1}{2}G - \frac{W}{L}vt \text{ (牛)}$$

$$F_B'' = \frac{1}{2}G + \frac{W}{L}vt \text{ (牛)}$$

解法二：

(1) 由于桥板处于平衡状态，所以以 A 、 B 两点为转动轴，合外力矩都为零，则有：

$$\text{对 } A \text{ 点: } F_B \cdot L - G \cdot \frac{1}{2}L - W \cdot x = 0 \dots\dots\dots ⑦$$

$$\text{对 } B \text{ 点: } W \cdot (L - x) + G \cdot \frac{1}{2}L - F_A \cdot L = 0 \dots\dots\dots ⑧$$

从⑦、⑧式直接得到解法一中的③、④式。以下解法同解法一。

(2) 类似解法一，只要把 $x = vt$ 代入⑦、⑧式即可。

〔例题二〕 如图 6—4 所示，光滑墙壁上斜放着重量为 G 的梯子(设重心在梯子的中心)，梯子长为 L ，与地面的静摩擦系数为 μ ，与地面的夹角为 α 。当梯子静止时，其下端 B 受的合力的方向是否也与地面成 α 角？

在做这道题之前，我们介绍一种确定力方向的方法，即是：受三个非平行的力作用而处于平衡状态的物体，其所受的三个力的作用线

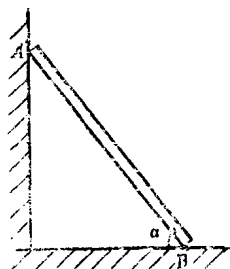


图 6—4

延长后必交于一点。

这个结论的证明要用到较高深的知识，但同学们可以不加证明地采用这一结论。

解：如图 6—5 所示，由于墙壁光滑，所以梯子 A 端受到的弹力 F_A 与墙壁垂直。梯子还受到重力的作用，作用点位于梯子的中心， F_A 的正向延长线与 G 的反向延长线交于 O 点。所以 B 端受的合力 F_B （静摩擦力与地面弹力的合力）的作用线延长后必通过 O 点，于是我们便找出了 B 端受力的合力方向。可见，当 $\alpha \neq 90^\circ$ 时， F_B 的方向与地面的夹角一定不等于梯子与地面的夹角 α 。

〔例题三〕分析下面两个图中横杆 B 端的受力情况。

说明：图 6—6 所示， B 端是用铰链连接的。图 6—7 所示， B 端靠静摩擦力和墙壁的弹力支持着。

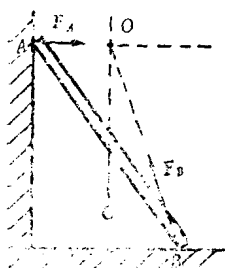


图 6—5

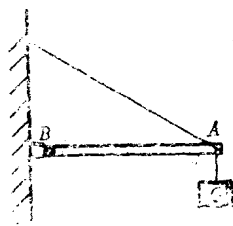


图 6—6

解：我们分两种情况考虑：

（1）横杆是理想的硬质轻杆，其自身重量可忽略不计。

（2）横杆的重量不能忽略。

(1) 由于横杆的重量可以不计, 则横杆只受到两端力的作用而处于平衡状态, 所以这两端的力 (指合力) 必定大小相等、方向相反, 作用在通过横杆的一条直线上。因此两个图中横杆 B 端受到的力的方向都是沿着杆指向 A 端, 与 B 端的连接方式无关。在这种情况下, 图 6—7 中杆与墙壁之间可以是光滑的, 不需摩擦力作用。

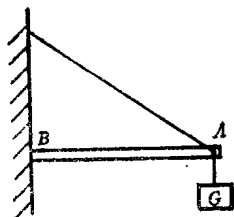


图 6—7

(2) 当横杆的重量不能忽略时, 横杆则受到分别作用在两端的力和自身重力而处于平衡状态, 根据物体的一般平衡条件, 两个图中 B 端受到的力的方向不再沿横杆方向, 而是指向右上方。这里 B 端受到的力是指合力, 如图 6—7 中横杆 B 端受力可分解为墙壁的弹力, 方向沿杆指向 A 端; 和静摩擦力, 方向向上。这时, 墙壁与杆之间不能是光滑的。

请同学们思考一下, 若将本题目改为: 横杆重量忽略不计, 绳子固定在 A 端, 但重物 G 挂在横杆 A 、 B 端之间某一位置, 当横杆仍处于平衡状态时, 两个图中 B 端受到的合力方向如何?

二、练习题

1. 选择题 选出正确的答案

(1) 力对物体的转动作用是:

①力越大, 物体一定转得越快;