

奥赛·高考全程对接 高一物理

编委会主任 黄儒兰

编委	于海飞	马蕊	王玉梅	王旭增	王凤丽
	王凤霞	王宏燕	王京	王国德	王春燕
	王瑞琪	介金	左丽华	刘建玉	刘跃先
	刘惠斌	孙敏	李双平	余平平	李伟
	李晓东	李晋渊	李菊红	纽方文	陈龙清
	陈虹	郑芝萍	张国平	郁秀萍	范科可
	金梅	郭志刚	俞佳新	贾红军	黄凤圣
	康瑞玉	靳强	景宝琴	董培基	董雪清
	廖康强	熊辉	游海娥	蔡晔	

丛书总策划 蔡晔

本书主编 李晓东 王旭增



机械工业出版社

目 录

前 言

第一章	静力学·····	(员)
第二章	直线运动 ·····	(源)
第三章	动力学·····	(园)
第四章	曲线运动·····	(员)
第五章	万有引力定律与天体运动·····	(圆)
第六章	动量与角动量守恒定律·····	(圆)
第七章	能量·····	(圆)
第八章	实验·····	(猿)

注 每章均包含[知识对接]、[经典名题]、[思维发散]、[高考对接]、
[举一反三训练]、[答案与提示]六个板块。

前言

如今,奥林匹克这个名字,已经成为人类最高水平竞赛的代名词,对每一位有竞争意识的人,都充满着无法抗拒的诱惑力。能够得到它的垂青,是一个人一生中无上的荣誉,哪怕是仅仅参与一下都会让人激动不已。

本书编写意图

中学生学科奥林匹克竞赛也是如此。

1959年第一届国际中学生数学奥林匹克竞赛(罗马尼亚)成功举办,拉开了中学生学科奥林匹克竞赛的序幕,紧接着又相继产生了中学生物理(1967年)、化学(1968年)、生物(1969年)、信息学(1989年)等学科奥林匹克竞赛。我国自1956年参加这一赛事以来,取得了辉煌的成绩,为祖国争得了很高的荣誉,同时也使得国内奥林匹克选拔赛轰轰烈烈地开展来。国家的最高教育和科技行政部门也对中学生的各学科奥林匹克的一系列竞赛给予了足够重视。不仅形成了规范的竞赛制度,还制定了与普通教学大纲相衔接的三级竞赛大纲,如此系统的大纲,除高考外还是第一个。

在1999年高考招生过程中,全国一流重点大学及各地招生办对高中应届毕业生的保送资格有如下要求:‘获全国高中数学联赛、全国中学生物理竞赛、全国高中学生化学竞赛、全国青少年信息学奥林匹克联赛、全国中学生生物学联赛,省级赛区一等奖;获全国数学奥林匹克竞赛、全国中学生物理竞赛、全国高中学生化学竞赛、全国青少年信息学奥林匹克竞赛、全国中学生生物学竞赛,全国决赛一、二、三等奖。’而且,对于以上获奖又参加高考的,享有加分的特征加分待遇。

看到以上这段文字,每一位面临高考的同学都不免会怦然心动:既是一种莫大的荣誉,又有实实在在的收获。

但是,要想攀上奥林匹克的高峰可不是一件容易事,因为它首先要求同学们在具有扎实的课本知识的基础上还要了解知识的更深层的内涵和更广的外延;其次,还要求同学们具有很强的综合创新解题能力。这两点要求,就目前正常的中学教学和学习深度还是很难达到的。所以要在掌握好教学大纲规定的知识和能力的同时,进行一些拓展学习和训练。日积月累、循序渐进,把自己也培养成一个“天才”。

如何进行课外拓展学习,不能盲目操作,要有一套科学的方法和计划,还要有一个得力的助手——辅导参考书。否则,会顾此失彼,得不偿失。

另外,奥林匹克竞赛受到如此程度的重视,其根本原因是各级“奥赛”试题具有很强的创新性、灵活性、综合性,注重考查学生对知识的理解及综合运用能力和思维方法的掌握和创新能力。而这一点恰恰是素质教育的核心内容,也是高考改革的精神实质。

下面是有关 ~~2000~~ 年的高考试卷的一段报道:“今年的数学题新而不怪,试题难,易拉开档次,每位考生可以根据自己的能力爬台阶式的做题。’高考数学阅卷组组长周兴和教授谈起今年的高考数学试卷时说。据介绍,今年的数学试卷就连小题目都没有明显的送分题,考查点偏重于知识网络的交汇点。周兴和指出:这张数学试卷是对沉迷于题海战术式教育的一次沉重打击,用常规的课堂教学思维应付这张试卷显然不太够。据了解,从部分批阅的考卷看,考生缺乏开放性思维、应用意识不完美等问题已暴露无遗。”

从以上这段报道,我们可以更清晰的看出学习‘奥赛’的重要性。对比‘奥赛’初赛、复赛大纲和高考大纲,以及历年初赛、复赛试题和高考中的难题、压轴题也不难得出这一结论。因此,我们学习和研究奥林匹克竞赛不光是为了夺取‘奥赛’金牌,更重要的是可以让我们站在一个更高的高度俯视普通的中学学习和高考,在学习和应考上能够登上一个新的台阶,更加从容地面对高考的洗礼,取得出色成绩。

基于以上几方面原因,我们编写了这套丛书,希望能为同学们找到一条通向更大成功的有效捷径。

本书编写特点

本书内容的难度定位在略高于高考水平,不超过奥赛复赛的最高难度,以中学教学大纲中的重点、难点和被奥赛大纲加深、拓展的知识点为知识基础。结合各类典型竞赛例题,剖析知识的内涵,发掘思维的本质,介绍解决难题的常规方法,归纳发散,培养和训练创新型创新思维,对接历年高考中的经典‘拔高’题,用奥赛解题思维巧解高考难题,并通过举一反三训练及时巩固,引导创新。

本书编写形式为讲练结合,重点放在例题讲解上。各栏目所选例题具有典型的代表性,思路剖析透彻,解答过程详尽,点津之笔富有启发性,练习题少而精,能起到举一反三的效果,避免‘偏题’‘怪题’和‘题海战术’。对于较难的练习题,一般会给出全解或解答提示,但这仅作参考。同学们要自己开动脑筋,结合例题,想出自己的解决方案来。

本套丛书涉及数学、物理、化学、生物各科,涵盖中学各个年级,共计 15 分册,知识讲解系统,题型全面,可作为同步辅导教材使用。

本书编写力量

本套丛书由中学教育专家、全国化学教学研究会副理事长、北京化学奥校校长、特级教师黄儒兰担任编委会主任,主持丛书编写工作。

参加本套丛书编写的人员均为来自北京四中、北师大附属实验中学、人大附中、清华附中、首师大附中、北师大二附中、北京八中、北京景山中学、北京育英中学、民族大学附中等一批京城重点名校的一线优秀教师和奥赛辅导教练;几位清华大学和北京大学的奥赛保送生和高考理科状元也为本书做了许多有益工作。

由于编写时间较紧,可能存在一些缺憾,敬请广大读者批评指正。

编 者



第一章 静力学



知识对接

一、(重力、弹力、摩擦力)力学中三种不同性质的力

重力

(是物体由于地球的吸引而受到的力,方向竖直向下)重力的作用点在物体的重心上,在地球表面附近可认为重力保持不变(重力实际上是地球对物体引力的一个分力(另一个分力提供物体随地球自转做圆周运动所需的向心力))注意:当物体离开地面,不随地球一起转动时,重力与物体和地球间的万有引力等同援

(圆重力的大小可由下列方法中的一种求得)例如:可用弹簧秤测出;由公式 $G=mg$ 计算出,也可以用平衡法求出等(物体的重心可在物体上,也可在物体外,不规则物体的重心可由下列方法中的一种求出:

①悬挂法(图 1-1-1);②支撑法(图 1-1-2);③微元法等(图 1-1-3)

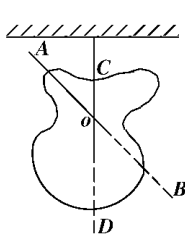


图 1-1-1

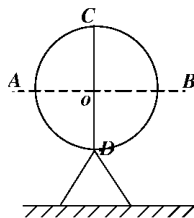


图 1-1-2

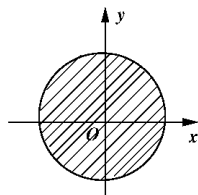


图 1-1-3

如图 1-1-3 所示,在物体上建立坐标系,把物体分成无穷多份(每一份的质量为 Δm ,位置为 (x_i, y_i)),第 i 份的质量为 Δm_i ,位置坐标为 (x_i, y_i) ,则物体的重心坐标为:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\Delta m_1 x_1 + \Delta m_2 x_2 + \dots + \Delta m_n x_n}{\Delta m_1 + \Delta m_2 + \dots + \Delta m_n} \\ \bar{y} &= \frac{\Delta m_1 y_1 + \Delta m_2 y_2 + \dots + \Delta m_n y_n}{\Delta m_1 + \Delta m_2 + \dots + \Delta m_n} \end{aligned}$$

注 在竞赛中对重力的要求和高考中基本相同援



圆弹力

(员弹力产生在直接接触又发生非永久性形变的物体之间(或发生非永久性形变的物体一部分和另一部分之间),两物体间的弹力的方向和接触面的法线方向平行,作用点在两物体的接触面上 援

(圆弹力的方向确定要根据实际情况而定 援

①刚体类 如图 员原源 员原缘 员原远 员原苑 员原愿 所示,平面产生的弹力垂直于平面 如图 员原远 所示,曲面产生的弹力垂直于曲面接触处的切面 如图 员原苑 员原愿 所示,一个点产生的弹力垂直于跟它接触的平面(或曲面的切线) 援

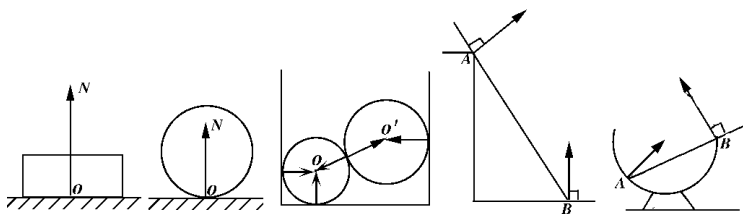


图 员原源

图 员原缘

图 员原远

图 员原苑

图 员原愿

②绳状类 如图 员原怨 员原园 员原一 所示,绳产生的弹力的方向沿绳的收缩方向;如图 员原一 所示,弹簧产生弹力的方向沿弹簧收缩(或伸长)的方向 援

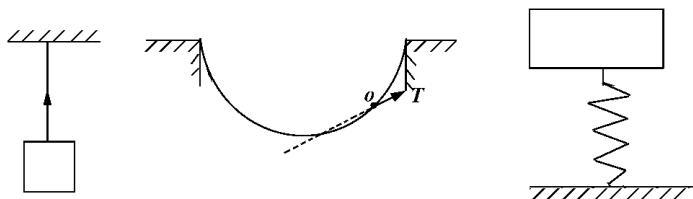


图 员原怨

图 员原园

图 员原一

③物体部分的弹力方向 援

注 物体部分间弹力的方向与总形变方向相反 援

(猿弹力的大小一般情况下不能计算,只能根据平衡法或动力学方法求得 援 弹簧弹力的大小可用 $F = kx$ 为弹簧劲度系数, x 为弹簧的拉伸或压缩量)来计算 援

注意 在高考中,弹簧弹力的计算往往是一根弹簧,而竞赛中经常扩展到弹簧组 援 如:当劲度系数分别为 $k_1, k_2, \dots$ 的若干个弹簧串联使用

二、力的合成和分解

力的合成与分解

通过等效的方法,用一个力去代替几个力的作用效果叫力的合成;用几个力去代替一个力的作用效果叫力的分解。力的合成与分解只是研究问题的方法,实际上并不存在合力或分力所对应的施力物体。从这个意义上来说,力的合成与分解中所指的合力与分力,只是力所产生的作用的等效代替。

力的平行四边形定则

平行四边形定则是矢量合成的普遍法则,对于任何矢量的合成都适用。最常用的是平行四边形的简单变形矢量三角形。

如图 1-1-1 所示,首尾相连的两个力表示加,起点到终点的力表示合力。

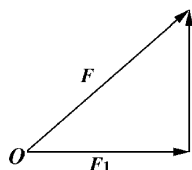


图 1-1-1

当有多个力需要合成时,还常用多边形定则和正交分解法则。如图 1-1-2 所示,在求合力时可采用多边形定则,也可采用正交分解法则。

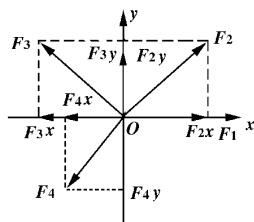
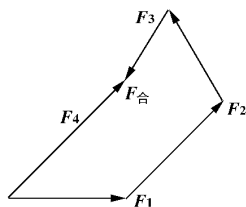
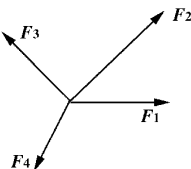


图 1-1-2

图 1-1-2

平行力的合成与分解

(1) 同向平行力的合成 如图 1-1-3 所示,两个平行力 F_1 、 F_2 相距 l , 则合力 F 的大小为 $F = F_1 + F_2$, 作用点 O 满足 $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ 。

(2) 反向力的合成 如图 1-1-4 所示,两个大小不同的反向平行力 F_1 和 F_2 ($F_1 > F_2$) 相距 l , 则合力 F 的大小为 $F = F_1 - F_2$, 与 F_1 同向, 作用点 O 满足 $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ 。

平行力的合成常用来确定物体的重心,常用的方法有分隔法和负质

的合力为零,这种情况叫做力的平衡

力矩、力偶矩与转动平衡

力和力臂的乘积叫做力对转动轴的力矩
表达式为: $M = FL$

如图 15-1 所示,作用在物体上的大小相等方向相反的两个力产生的力矩称为力偶矩,力偶矩的作用效果是纯转动
数学表达式为

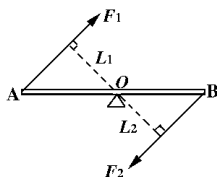


图 15-1

力偶矩 $M = Fd$ d 为力间的距离

物体受到非共点力作用而处于静止或匀速转动状态,也就是说,作用在物体上几个力的合力矩为零的情形,叫做力矩的平衡

四、一般刚体的平衡

共点力作用下处于平衡状态的物体,其平衡的充要条件是合外力等于零

$\sum F = 0$

非共点力作用下有固定转轴的物体平衡的充要条件是合力矩等于零

$\sum M = 0$

而对一般刚体,则要把两者结合起来才是它平衡的充要条件,因此在解一般刚体平衡的问题时可列出两个方程,即

$\sum F = 0$ 和 $\sum M = 0$

这里需要说明的是:

(1) $\sum M = 0$ 方程的转轴可根据需要任意选取,一般原则是使尽量多的力的力臂为零

(2) $\sum M = 0$ 方程只能列一个,取其他转轴再次列出是无效的

(3) 如果一根“轻杆”只受到两个力的作用而平衡,那么这两个力的方向一定是沿杆的方向

如图 15-2 所示,在倾角为 θ 的粗糙斜面上,一圆柱体被水平绳拉住处于静止
圆柱体质量为 m ,求斜面对柱体的静摩擦力和绳子的拉力大小

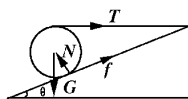


图 15-2

圆柱体共受重力、弹力、摩擦力、绳子的拉力四个力作用
圆柱体和斜面的接触点为转轴,由

2. 越远可得

取圆柱体轴线为转轴, 同样可得,

取圆柱体轴线为转轴, 同样可得,

取圆柱体轴线为转轴, 同样可得,

取圆柱体轴线为转轴, 同样可得,

在高考中主要要求掌握的是物体的共点力平衡和有固定转轴的物体的力矩平衡, 而竞赛中则常拓展为一般刚体的平衡问题。平衡问题是近年来高考、竞赛的热点。

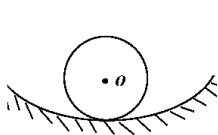
五、刚体平衡的种类及判断方法

刚体平衡的种类

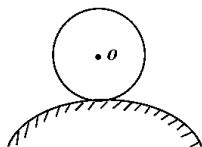
(1) 稳定平衡: 当物体稍稍偏离平衡位置时, 有力或力矩使其回到平衡位置, 这样的平衡叫稳定平衡, 如图 1.1.1 所示。

(2) 不稳定平衡: 当物体稍稍偏离平衡位置时, 有力或力矩使其偏离继续增大, 这样的平衡叫不稳定平衡, 如图 1.1.2 所示。

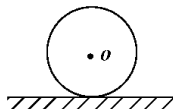
(3) 随遇平衡: 当物体偏离平衡位置时, 它所受的力或力矩不发生变化, 能在新的位置上再次平衡, 这样的平衡叫随遇平衡, 如图 1.1.3 所示。



稳定平衡



不稳定平衡



随遇平衡

图 1.1.1

稳定度: 物体稳定程度的简称

一般来说, 使一个物体的平衡遭到破坏所需能量越多, 这个平衡的稳定度就越高。在图 1.1.1 中, 处于稳定平衡的物体稳定度高, 处于不稳定平衡的物体稳定度低。

刚体平衡种类的判断方法

(受力分析法) 当质点偏离平衡位置时,如果所受外力指向平衡位置,则属于稳定平衡;如果外力背离平衡位置,则属于不稳定平衡;如果外力为零,则属于随遇平衡。

(力矩比较法) 有转轴的刚体,当它偏离平衡位置时,如果所受外力矩有把物体拉回原平衡位置的倾向,则物体属于稳定平衡;如果外力矩有把物体推离原平衡位置的倾向,则属于不稳定平衡;如果外力矩为零,则属于随遇平衡。

(重心升降法) 当物体偏离平衡位置时,如果重心升高,则为稳定平衡;如果重心降低,则为不稳定平衡;如果重心高度不变,则为随遇平衡。

(支点判断法): 当具有支面的物体平衡时,物体所受重力的作用线在支面内。若物体偏离平衡位置后,重力作用线在支面内,物体能回到平衡位置,则属于稳定平衡;若物体偏离平衡位置后,重力作用线超出支面,物体会继续偏离平衡位置,则属于不稳定平衡;若物体偏离平衡位置后,重力作用线仍在支面内既不使物体回到原位置,也不使物体偏离现位置,则属于随遇平衡。如图 15-15 所示。

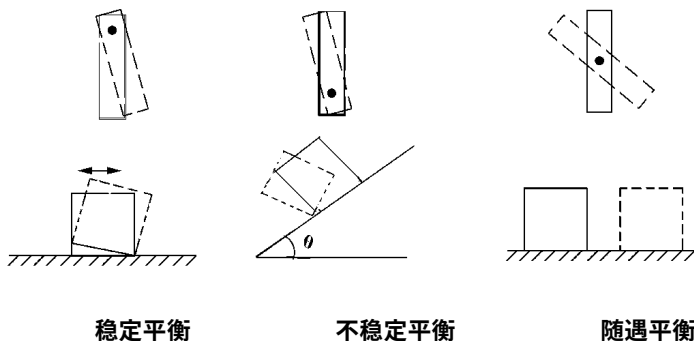


图 15-15

说明 物体平衡的种类及判断方法属于非高考要求,在竞赛中有时也会涉及到,希望同学们结合判断平衡的方法活学活用知识,提高自身能力。



经典名题

例 1 (第 14 届全国物理力学竞赛初赛) 如图 15-16 所示是一半径为 R 的



的圆球,其重心不在球心 韵点,现将它置于水平地面上,则平衡时球和地面的接触点为 粤若将它置于倾角为 猿的粗糙斜面上,则平衡时(静摩擦力足够大),球与斜面的接触点为 月已知 粤的圆心角为 猿则圆球的重心离球心 韵的距离是_____援

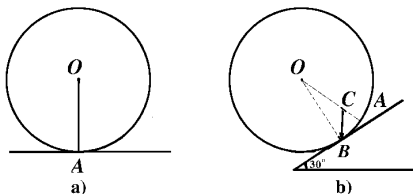


图 1-10

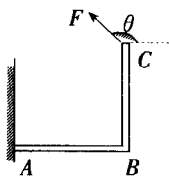
【思路导航】 根据共点力作用下的物体平衡进行求解援

解 圆球置于斜面时可看作只受两个力:一个是球的重力 郎一个是斜面的作用力 云(是弹力 晕和静摩擦力 零的合力),这两个力必须是共点力,当球置于水平地面时的接触点为 粤说明了球的重心 悦在 韵粤之间 搬置于倾角为 猿的粗糙斜面上时,接触点为 月由于斜面对球的作用力过 月点,重力的作用线必须过 月点,球才能保持平衡,如图 1-10(b)所示,由

图可知 $\triangle OCB$ 是等腰三角形, $OC = CB$ 援

【答案】 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 援

例 如图 1-11 所示,重量为 郎的均匀等边直角尺 粤悦其 粤端用铰链与墙连接,现在 悦端施加一与水平方向成 θ 角的拉力 云使其在图示位置保持平衡(粤为水平),则 θ 角应满足的条件是_____ ;当 θ 等于_____ 时,力 云为最小,其值 云_{最小} = _____ 援



【思路导航】 直角尺 粤悦的受力如图 1-11 所示援 图 1-11
由图可知若使直角尺平衡,则 θ 应满足 源 < θ < 90 度 当 云_{最小} 时,云的力臂最长,那么 云_{最小},所以 θ 越 90 度 云_{最小} 且 云的值为:

$$云_{\text{最小}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{郎} \text{ 援}$$

所以 云_{最小} = $\frac{\sqrt{3}}{2} \text{郎}$



的拉力 T_2 由牛顿第三定律可知 绳受拉力的大小等于 T_2 由物体平衡条件可知, T_1 和 T_2 的合力 与 mg 的大小等于 mg 方向竖直向上, 由正弦定理得

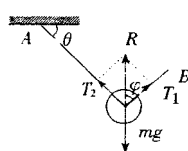


图 1-10

$$\frac{T_1}{\sin \theta} = \frac{T_2}{\sin \phi} = \frac{mg}{\sin \varphi}$$

即 $T_1 = \frac{mg \sin \theta}{\sin \varphi}$

由上式可知, 在 φ 由 θ 减小到 0 过程中, T_1 逐渐增大到 mg 随着减小, 在 φ 进一步由 θ 减小到零过程中, T_1 逐渐减小, 故 T_2 随着增大 本题也可用图解法, 利用平行四边形法则求解

【答案】 悦

例 1 (1982 年全国物理竞赛预赛) 有 n 个完全相同的刚性长条薄片 AB (图 1-11), 设, 其两端下方各有一个小突起, 薄片及突起的质量均不计 现将此 n 个薄片架在一只水平的碗口上, 使每个薄片一端的小突起 A_i 恰在碗口上, 另一端小突起 B_i 位于其下方薄片的正中, 由正上方俯视如图 1-11 所示, 若将一质量为 m 的质点放在薄片 AB 上一点, 这一点与此薄片中心的距离等于它与小突起 A_i 的距离, 求薄片 AB 中点所受的 (由另一薄片的小突起 B_j 所施的) 压力

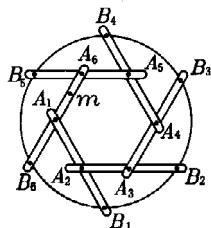


图 1-11

【思路导航】 除 AB 薄片外, 其余每个薄片的端点受到的支持力都是中点受到的压力的一半, 这可以通过各个薄片放在碗口的端点为支点的力矩平衡获知

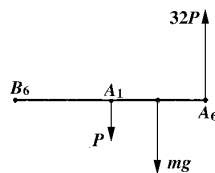


图 1-12

【解答】 设所求的压力 F 垂直向下, 并设任一小突起 A_i 对其下的薄片中心的压力及其反作用力的大小为 F_i , 则根据以 A_i 为支点的力矩的平衡知

$$F_i \cdot \frac{L}{2} = F \cdot \frac{L}{2}$$

$$F_i = F$$

$$F = F_1 + F_2 + \dots + F_n \quad (1)$$

再考虑 AB 薄片以 A_i 为支点的力矩平衡, 由图 1-12 可得

$$F \cdot \frac{L}{2} = P \cdot \frac{L}{2} \quad (2)$$