

徐 硕 主编

初中应用物理知识竞赛指南

辽宁科学技术出版社

号小字登报 (Y)

初中应用物理知识 竞赛指南

徐 硕



初中应用物理知识

Chunzhong Y

(1111)

五字

210.000

210.000

元本

第1次印刷

第1次印刷

1992年12

责任编辑：徐硕
封面设计：徐硕
文字：徐硕

辽宁科学技术出版社

ISBN 7-5381-1528-3/G · 204 定价：4.50元

(辽)新登字 4 号

初中应用物理知识竞赛指南

Chuzhong Yingyong Wuli zhishi Jingsai Zhinan

徐 硕 主编

辽宁科学技术出版社出版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

辽宁省新华书店发行 北镇满族自治县印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 9¼ 字数: 210,000

1992 年 12 月第 1 版 1992 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑: 宋纯智 版式设计: 于 浪

封面设计: 曹太文 责任校对: 东 戈

印数: 1—17,285

ISBN 7-5381-1538-2/G·204 定价: 4.50 元

前 言

为了帮助中学生巩固课堂上所学到的物理学知识，打好坚实的基础，积极参加初中应用物理知识竞赛。我们参照国内外近几年各种物理竞赛资料，试编了《初中应用物理知识竞赛指南》一书。

本书资料丰富，内容齐全，均是一些与生产、生活、科技、自然相联系的内容。而且是按照初中物理教材章节顺序编写的，易于学生学习和接受。并加强了对竞赛要点和典型例题的分析，且分析精巧详实，富于启发。同时考虑到不同层次学生的需要，对一些例题和习题做了适当的扩展，难度较大的习题有详尽的分析和必要的提示。

编写本书的作者，均多次参加物理竞赛命题工作，具有丰富的教学经验和指导竞赛的经验，并充分了解广大学生智力发育特点和需要，因此本书适应于中学生的知识水平、思维能力、心理特征和兴趣爱好。

参加本书编写的有徐硕、陈松涛、战守智、徐万盛、张国瑞、廉思德、潘宝瓊、金成川、李淑芝、张志书、王法天、杨丽华、刘润勃、于伟、罗丽。最后由徐硕统一整理定稿。

由于时间仓促，难免有疏漏之处，请读者不吝指正。

作 者

1992年8月

目 录

第一部分 力学	1
竞赛要点.....	1
要点分析.....	1
例题分析	16
综合训练题一	33
第二部分 光学	101
竞赛要点.....	101
要点分析.....	101
例题分析.....	106
综合训练题二.....	112
第三部分 热学	130
竞赛要点.....	130
要点分析.....	130
例题分析.....	139
综合训练题三.....	162
第四部分 电学和电磁学	197
竞赛要点.....	197
要点分析.....	197
例题分析.....	205
综合训练题四.....	220
参考答案	272

第一部分 力学

竞赛要点

1. 测量。2. 力。3. 运动和力。4. 密度。5. 压强。6. 浮力。7. 简单机械。8. 功和能。

要点分析

1. 测量

测量就是用标准量与待测量相比较的过程，这是研究问题的一种基本思想方法。

物理量的测量可以分为两类：直接测量和间接测量。例如用天平测质量就是直接测量；而密度的测量是在测出体积和质量后，通过密度公式求出的物理量，则是间接测量。无论测量什么，在测量时都要注意：一选、二放、三读、四记、五误差。一选：正确选择适当的仪器。二放：正确放置测量仪器。三读：正确读出最小刻度位数，同时要估测出下一位数字。四记：记录测量结果既要有准确值，又要有估计值。如果被测物体的末端刚好正对刻度线，那么记录下来的读数要加上一位“0”。记录的数值后面还必须写上所用的单位。五误差：误差是测量值和真实值之间的差异，它是不能绝对避免的，为了减小误差，除测量要认真细致，就是要采用更精密的测量工具，采用多次测量求平均值。

刻度尺，是测量长度的基本工具。它的最小刻度是准确值。

托盘天平，是实验室测量质量的常用工具。每架天平都有一个最大测量范围，就是砝码盒里所有砝码质量和再加上标尺的最大刻度值。标尺的最小刻度就是这架天平的准确值。

2. 力

力是物体对物体的作用。这里包含两层意思。其一，是告诉我们，力是由物体施加的，也是由物体来承受的，离开了物体或孤立的物体，力就不可能存在。所以有力存在的地方，必然同时存在两个物体，一个是施力物体，一个是受力物体。其二，它还告诉我们，物体间力的作用是相互的。就是说，当甲物体有力作用在乙物体上时，乙物体也一定同时有力作用在甲物体上。所以他们当中任一个既是施力物体，又是受力物体。力作用的这种“物质性”和“相互性”正是力的本质所在。

物体对物体的作用方式有两种，一种是直接接触的物体之间的作用，如推、拉、提、压等。另一种是不直接接触的物体之间的作用，如磁铁吸引铁钉，带电的塑料棒吸引碎纸片。

弹簧秤，是常用的一种测力计。每个弹簧秤都有一定的测量范围（最大刻度），如果加在弹簧秤上的力超过了它的测量范围，弹簧的伸长跟受到的拉力成正比的规律就不成立了。

一个力产生的效果，是由它的大小、方向和作用点三个因素共同决定的。若其中的一个因素改变了，力的作用效果也就随之改变，因此，要说明一个力，必须同时指出这个力的大小、方向和作用点，否则就不能完全确定这个力的作用效果。所以，力的大小、方向和作用点，是力的三个基本特征，叫做力的三要素。

用一根带箭头的线段来表示力的三要素的方法叫做力的图示。画力的图示时，应注意：(1) 确定研究对象。(2) 只考虑研究对象所受的力。(3) 依力的大小选定标准长度，当一个物体受两个力的作用时，两个力必须取相同的标度。(4) 受力物体可用一个方框表示，方框的中心为力的作用点。

由于地球的吸引而使物体受到的力叫做重力。常把物体受到的重力说成物重。

物体受到的重力跟它的质量成正比，重力跟质量的关系式是： $G=mg$ ， $g=9.8$ 牛顿/千克，它表示质量为 1 千克的物体受到的重力是 9.8 牛顿。

重力的方向总是竖直向下的。竖直向下是重力的特定方向，意思是与水平地面垂直，因此不能说重力的方向总是垂直向下的。

一个物体在两个力的作用下保持静止不动（或匀速直线运动）时，我们就说物体处于平衡状态，这时受到的两个力称为平衡力。

二力平衡条件：作用在一个物体上的两个力，如果在同一直线上，大小相等，方向相反，这两个力就平衡。二力平衡的前提条件是两个力必须是作用在同一物体上，否则，虽然两个力的大小相等，方向相反，作用在一条直线上，也永远不会平衡，因为这两个力是相互作用力，分别作用在两个不同的物体上。

要知道，一个物体在平衡力的作用下，一定处于平衡状态；反之，一个物体若处于平衡状态，那么它受的力一定是平衡力，知道其中任一个力的大小和方向，就知道另一个力的大小和方向。

3. 运动和力

一个物体相对于别的位置改变叫做机械运动。机械运动是宇宙中最普遍的现象。

在研究机械运动时,事先假定为不动的物体叫做参照物。我们所说的机械运动是物体相对于参照物的运动。

参照物是可以任意选择的,但我们应选择最合适的参照物。通常,在研究地面上的物体运动的时候,就选地面或在地面上静止的物体作参照物。我们平常所说的运动和静止,都是相对于另一个物体(即参照物)而言。选择的参照物不同,得出的结论也不一样。对于同一个物体,由于选择了不同的参照物,它可以是运动的,也可以是静止的;对于同一个运动,相对于不同的参照物,它的运动形式可能不同,说明运动和静止都是相对的。

物体在一条直线上运动,如果在相等的时间内通过的路程都相等,这种运动叫做匀速直线运动。

匀速直线运动的规律: $v = \frac{s}{t}$ 。其中的 v 表示匀速直线运动的速度,在数值上等于运动物体在单位时间内通过的路程,是表示物体运动快慢的物理量,它的单位是米/秒,它的特点是路程和时间成正比。

物体在一条直线上运动,如果在相等的时间内通过的路程并不相等,这种运动叫做变速直线运动。

变速直线运动的规律: $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 。其中的 $\bar{v}$ 表示平均速度。上式表示的物理意义是:一个做变速直线运动的物体,如果在时间 t 内通过的路程是 s ,那么它在这段时间内(或说它在这段路程内)的平均速度是 $\bar{v}$ 。由于做变速直线运动的物体在不同的时间内(或不同的路程上)的平均速度是不同的,因

此说平均速度必须指明是哪一段时间（或哪一段路程）内的平均速度，否则就没有意义了。其次在求平均速度时，一定要从平均速度的定义出发，即要求通过某一段路程的平均速度，得先知道这段路程的长短和通过这段路程的时间，再代入公式求解，切记不能把平均速度和速度的平均值相混。例如：已知运动物体在 t_1 、 t_2 时间内的平均速度分别为 $\bar{v}_1$ 、 $\bar{v}_2$ ，则物体在 t_1+t_2 时间内的平均速度为 $\bar{v} = \frac{\bar{v}_1 t_1 + \bar{v}_2 t_2}{t_1 + t_2}$ ，决不是 $\bar{v} = \frac{\bar{v}_1 + \bar{v}_2}{2}$ 。

一切物体在没有受到外力作用的时候，总保持匀速直线运动状态或静止状态。这就是牛顿第一运动定律（又叫惯性定律）。

物体保持匀速直线运动状态或静止状态的性质，叫做惯性。

惯性和惯性定律不同。惯性是物体的固有的属性，一切物体在任何情况下都有惯性。当物体不受外力作用时，惯性表现为保持物体的运动状态不变；当物体受到外力作用时，惯性表现为改变物体运动状态的难易程度上。物体的惯性只与物体的质量有关，质量越大，物体的惯性也越大，而与其它因素无关。而惯性定律是描述物体在不受外力作用时，由于具有惯性而表现出来的一种运动规律。它的实质是说明力不是产生或维持运动的原因，力是改变物体运动状态的原因。

物体在平衡的力的作用下，保持匀速直线运动状态或静止状态。这就告诉我们，平衡力是使物体处于平衡状态的原因，反过来，当物体处于静止或匀速直线运动状态时，它所受的力一定是平衡力。

一个物体在另一个物体表面上滑动时产生的摩擦，叫做

滑动摩擦。它告诉我们产生摩擦的条件是两个相互接触的物体之间产生滑动。滑动摩擦对物体之间的滑动起阻碍作用,这种阻碍运动的力,叫做滑动摩擦力,它的方向跟物体的运动方向相反,它的大小可以通过实验测定。

摩擦力的大小与正压力和接触面的粗糙程度有关:正压力越大,摩擦力越大;接触面越粗糙,摩擦力越大。根据这些规律,增大有益摩擦的主要方法有:增大正压力;把接触面弄得粗糙些。减小有害摩擦的主要方法有:减小正压力;使接触面光滑,加注润滑油;用滚动代替滑动。

4. 密度

单位体积的某种物质的质量,叫做这种物质的密度。密度是物质本身的一种特性,这种特性只由物质的种类来决定,当物质的种类确定后,它的大小与物体的质量大小、体积大小、物体的形状等因素无关。每种物质都有一定的密度,不同物质的密度一般是不同的。

密度的计算公式: $\rho = \frac{m}{V}$ 。它表示对于同一种物质,其质量与相应的体积的比值是恒量,不能得出 ρ 与 V 成反比, ρ 与 m 成正比的结论;但对于不同种的物质,则有:体积相同时,质量跟密度成正比,即 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$;质量相同时,体积跟密度成反比,即 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ 。

测定物质密度的原理是 $\rho = \frac{m}{V}$,只要测出待测物体的质量和体积,即可计算出它的密度。应当注意的是:(1)观察量筒或量杯里水面达到的刻度时,视线要跟凹形的底部水面相平,若液面呈凸形(如装入水银),视线要跟凸形的上面相平。(2)在用量筒或量杯测量密度比液体密度小的固体体积

时,可采用两种方法,其一是悬吊法,在待测物下用细线系一铁块,先用量筒测出铁块的体积 V_1 ,再用量筒测出待测物和铁块的共同体积 V_2 ,则待测物的体积为 $V = V_2 - V_1$ 。其二,针压法,用一根细长的钢针尖扎入待测物后压入水中求出体积。

利用密度可以鉴别物质;可以计算不便直接测量的物体的质量和体积;可以判断物体是实心的还是空心的;还可以计算液体内部的压强和浮力。

5. 压强

普通的物体一般可以有三种形态:固态、液态和气态。物体不论处在哪种状态,都会对与其相接触的表面产生压力和压强。

垂直作用在物体表面上的力叫做压力。它的内涵包含四个方面:(1)是一种力;(2)是两物体直接接触时发生的;(3)压力的作用点在物体表面上;(4)压力的方向垂直于被压物体表面并指向物体。

压力和重力是有区别的。

压力是物体对于支持它的物体的作用力,是在物体相互挤压中存在的。施力者是与受力物体接触的其它物体,方向垂直于受力物体表面并指向物体,作用点在受力物体表面上。而重力是由于地球的吸引而使物体受到的力,施力者是地球,方向总是竖直向下的,作用点在物体的重心。

但两者既有区别又有联系。物体的重力可以产生压力,有时压力在数值上等于物体的重力,如物体放在水平桌面上;有时压力的大小是重力的一部分,如物体放在斜面上;但压力不一定都是由物体的重力产生的,有时与重力毫无关系,如用手往墙上按图钉。

物体的单位面积上受到的压力叫做压强。它是表示压力

产生的效果的物理量。

压强计算公式： $p = \frac{F}{S}$ 。公式的物理意义是，当受力面积一定时，压强与压力成正比；当压力一定时，压强与受力面积成反比。

压强也有方向，它的方向跟压力的方向一致。

压力和压强既有密切联系，又有明显区别。虽然它们的方向相同，但是，压力的大小与受力面积的大小没有关系，而压强的大小是由压力和受力面积两个因素决定的。

减小压强的办法：增大受力面积和减小压力。增大压强的办法：减小受力面积和增大压力。

帕斯卡定律：加在密闭液体上的压强，能够大小不变地被液体向各个方向传递。此定律包含三层意思：（1）密闭液体传递的是外加压强，而不是由液体自身的重力而产生的压强；（2）能按原来的大小传递；（3）能向各个方向传递。

帕斯卡定律的适用条件是“密闭液体”。而“密闭液体”可以理解为：被严密封闭的液体。可分三种情况：（1）被固体和容器的底和侧壁密闭；（2）被另一种液体和容器底和侧壁密闭；（3）被气体和容器底和侧壁密闭。

作用在密闭液体上的压强，能够按着原来的大小，由液体向各个方向传递，而压力的大小却随着受力面积大小的不同而不同，如水泵机。固体却不同，作用在固体一端的力，能够按照原来的大小和方向传到固体的另一端，而这个力在固体两端产生的压强，却因两端面积的大小不同而不同，如用手指往墙上按图钉。这就是通常说的液体传递压强，固体传递压力。

液压机的工作原理：大活塞的横截面积（ S_2 ）是小活塞横截面积（ S_1 ）的多少倍，在大活塞上得到的压力（ F_2 ）就是加

在小活塞上的压力 (F_1) 的多少倍, 即 $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$ 。

液体内部压强规律是: 液体内部向各个方向都有压强, 压强随深度的增加而增大, 但在同一深度, 液体向各个方向的压强相等。

计算液体压强的普遍公式是

$$p = \rho gh.$$

由公式可知, 液体的压强 (p) 只跟深度 (h) 和液体密度 (ρ) 有关, 而跟液体所受的重力、体积以及容器的大小和形状等都无关。公式中的“ h ”是指研究点 (或面) 到液体自由表面的竖直距离。液体内部压强是由液体的重力产生的, 但液体对容器底部的压力并不一定等于液体的重力。

对于公式 $p = \frac{F}{S}$ 和 $p = \rho gh$, 它们是统一的。 $p = \frac{F}{S}$ 是压强的定义式, 普遍适用, 而 $p = \rho gh$ 是由 $p = \frac{F}{S}$ 推导出来的, 只适用于静止的液体。

底部互相连通的容器叫做连通器。其原理是: 连通器里如果只有一种液体, 在液体不流动的情况下, 各容器中的液面总保持相平。以 U 型管为例, 若两管中分别装有不相混合的两种液体, 当液体静止时, 两管中的液面一般不在同一水平面上, 但对任意水平面产生的压强是相等的。

大气对浸在它里面的物体产生的压强叫大气压强, 简称大气压。马德堡半球实验证明了大气压强的存在, 而托里拆利实验测得了大气压约等于 76 厘米高水银柱产生的压强。

大气压随高度的变化规律是: 在海拔 2 千米以内, 可以近似地认为每升高 12 米, 大气压降低 1 毫米汞柱。利用这个规律, 只要测出某处大气压的值, 就可以计算出那个地方的

大致高度。

6. 浮力

浸在液体（或气体）中的物体受到的液体（或气体）的向上托的力叫浮力。

浮力的大小等于液体（或气体）对物体向上和向下的压力差，即浮力产生的原因。由此得到求浮力大小的第一种方法：压力差法。即

$$F_{\text{浮}} = F_{\text{下}} - F_{\text{上}}。$$

式中 $F_{\text{下}}$ 表示物体下表面受到的向上的压力， $F_{\text{上}}$ 表示物体上表面受到的向下的压力。

计算浮力大小的第二种方法：实验测量法。即

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{实}} - G_{\text{视}}。$$

式中的 $G_{\text{实}}$ 表示物体挂在弹簧秤上的读数（在空气中）， $G_{\text{视}}$ 表示物体浸没在某种液体中的读数（一般在水中）。

浮力的方向，总是竖直向上的。

不论物体是漂浮在液面上，还是正在液体中下沉（或上升），或已经沉底的物体（不完全密合），都受到浮力。只有物体与容器底部密合（即物体与容器底之间不存在液体），物体不受浮力。因为此时物体只受到液体向下的压力，不受液体向上的压力，不具备产生浮力的条件。

阿基米德定律：浸在液体（或气体）里的物体受到向上的浮力，浮力的大小等于物体排开的液体（或气体）受到的重力。

浮力大小的计算公式（即浮力大小的第三种计算方法：阿基米德定律法）：

$$F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}。$$

式中的 $\rho_{\text{液}}$ 表示液体的密度，而不是浸在液体里的物体的密

度。 $V_{\text{排}}$ 表示物体排开液体的体积，而不是物体的体积。当物体漂浮或部分浸在液体里时， $V_{\text{排}} < V_{\text{物}}$ ，当物体全部浸没在液体里时， $V_{\text{排}} = V_{\text{物}}$ 。

由公式 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$ 可以看出，浮力的大小只跟液体的密度和物体排开这种液体的体积有关，而跟这个物体的密度、体积、形状、所受重力，以及这个物体在液体中是否运动等因素无关。物体完全浸没在液体中，所受浮力与浸没的深度无关。物体部分浸没在液体中，浮力的大小与物体浸没的深度有关。

浸没在液体里的物体受到两个力的作用，一个是竖直向下的重力 G ，另一个是竖直向上的浮力 $F_{\text{浮}}$ ，物体的浮沉就决定于这两个力的大小。

当 $F_{\text{浮}} > G$ ，物体就上浮；

当 $F_{\text{浮}} < G$ ，物体就下沉；

当 $F_{\text{浮}} = G$ ，物体就可以停留在液体里任何深度的地方。

当物体全部浸没在液体中时， $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V$ ， $G = \rho_{\text{物}} g V$ ，式中的 V 为物体的体积。由上述浮沉条件可知：

当 $\rho_{\text{液}} > \rho_{\text{物}}$ ，物体就上浮；

当 $\rho_{\text{液}} < \rho_{\text{物}}$ ，物体就下沉；

当 $\rho_{\text{液}} = \rho_{\text{物}}$ ，物体就可以停留在液体里任何深度的地方。

以上是物体浮沉条件的两种表述，描述的是物体的浮沉规律。

在 $\rho_{\text{液}} > \rho_{\text{物}}$ 时，物体就上浮，当物体上升逐渐露出液面时，则 $V_{\text{排}}$ 逐渐减小，浮力逐渐减小，直到浮力减小到等于它的重力时，物体处于平衡状态，漂浮在液面上，由此得到物体漂浮在液面的条件：漂浮在液面上的物体受到的浮力等于物体受到的重力（计算浮力大小的第四种方法：二力平衡

法)。即

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}。$$

应当注意：(1) 压力和浮力不同。压力是由液体的重力产生的，可由 $F = p \cdot S$ 计算， p 为液体中某深度的压强。压力的方向不一定都是指向下的；而浮力是物体受到液体向上与向下的压力差，计算式为 $F_{\text{浮}} = F_{\text{下}} - F_{\text{上}}$ 。浮力的方向总是竖直向上的。有浮力一定有压力，但有压力不一定就有浮力。(2) 区别上浮、漂浮、悬浮和下沉。上浮：条件是 $F_{\text{浮}} > G$ ，物体处于运动状态。漂浮：条件是 $F_{\text{浮}} = G$ ，漂浮时物体处于二力平衡状态。悬浮：条件是 $F_{\text{浮}} = G$ ，悬浮物体处于二力平衡状态，但它与漂浮不同，漂浮是 $\rho_{\text{物}} < \rho_{\text{液}}$ ，而悬浮是 $\rho_{\text{液}} = \rho_{\text{物}}$ ，而悬浮时物体受到的是最大浮力。下沉：条件是 $F_{\text{浮}} < G$ ，物体处于一种运动过程。(3) 不要把决定浮力大小的条件跟物体的浮沉条件混为一谈。浮力大小取决于液体的密度 $\rho_{\text{液}}$ 和物体排开的液体的体积 $V_{\text{排}}$ 两个条件，而物体的浮沉除与浮力有关，因而与 $\rho_{\text{液}}$ 、 $V_{\text{排}}$ 有关外，还与物体的物重有关，即还与 $\rho_{\text{物}}$ 、 $V_{\text{物}}$ 有关，即四个条件。

7. 简单机械

简单机械是杠杆、轮轴、滑轮、斜面、螺旋和劈的总称。前三种称为杠杆类简单机械，后三种称为斜面类简单机械。我们只讲杠杆类简单机械。

作为杠杆类简单机械，必须具备五个要素，即为支点 (O)，动力 (F_1)，动力臂 (L_1)，阻力 (F_2)，阻力臂 (L_2)。

杠杆的平衡条件是作用在杠杆上的两个力的大小跟它们的力臂成反比，即

$$\text{动力} \times \text{动力臂} = \text{阻力} \times \text{阻力臂}$$

用符号表示，上式可写成