

中学物理教学参考资料

(第一期)

广西玉林地区教师进修学院物理组编

编者的话

为了搞好中学物理的双基教学，帮助中学生更好地掌握和运用物理基础知识，我们开始编写《中学物理教学参考资料》，以供我地区各中学师生参考。

本期刊登的北京市一九七八年中学生物理竞赛讲座一至三讲，是我们根据电视广播录音记录整理而成的。有些地方作了删节，这个讲座内容继续整理编入这

因为水平有限，不免有些缺点，我们多提出改进意见，并多来稿，以便办好这个刊物，进一步推动我地区各中学的物理教学工作，提高教学质量。

(一九七九年一月)

目 录

北京市一九七八年中学生物理竞赛讲座	
科协付主席、科学院力学研究所.....	
所长茅以升同志的讲话(1)	
第一讲: 如何分析物体受力和牛顿第二定律.....	(2)
第二讲: 动量守恒和能量守恒.....	(17)
第三讲: 物理解题(一).....	(30)
关于电势以及电势的正负和大小	
的讨论.....	(44)
学习初二物理第三章《力》	
的体会.....	钟定世(53)
激光的特性和基本原理.....	(58)

北京市一九七八年中学生 物理竞赛讲座

科协付主席、科学院力学研究所
所长茅以升同志的讲话

华主席说：要从小培养青少年爱科学、学科学、用科学的优良风尚，开辟各种各样的途径，创造各种条件，把广大青少年培养成为有社会主义觉悟，有文化的劳动者，把他们培养成为又红又专的科学技术人材，使我们的科学技术人材辈出，兴旺发达。华主席的英明指示，我们要认真贯彻执行，做好培养青少年的工作。为了促进中学物理教学的改进和提高，为了培养青少年对物理学的爱好和兴趣，鼓励青少年不畏艰险，努力攻关，更刻苦学习，我们在北京市科学技术协会、北京市教育局、北京物理学会决定联合举办一九七八年中学生物理竞赛。为了加强同学们的基础知识的训练得到普遍提高，在竞赛前，我们请北京师范大学、清华大学、北京大学、中国科技大学作物理竞赛的辅导报告，我们希望全市的科技工作者，教育工作者，学生家长，都积极投入这次竞赛辅导工作，教师和家长要正确引导认真加强基础知识的学习和训练，只有基础打得牢固，才能提高分析问题，灵活运用能力，同学们要刻苦学习，努力攻关，响应华主席“树雄心，立壮志，向科学技术现代化进军”的伟大号召，我预祝同学们在这次竞赛中取得优异成绩，在新长征途中多作贡献。

第一讲：如何分析物体受力和牛顿第二运动定律

物理学是一门实验性的科学，它在我们的四个现代化中有很大的作用，同学们学习的目的很明确，劲头很大。但学习不但应该有劲头，而且要注意方法。学习物理，不能靠简单的记忆，而是要靠理解和运用。主要的是要掌握基本概念和基本规律。任何一个概念和规律，都是从大量的实验事实中总结，抽象出来的，因此，我们学习首先要善于观察，观察我们日常生活当中，生产当中的物理现象，来增强我们的感性认识，必要的时候，我们还需要在实验室里人为地重复一些自然现象，也就是说，要做实验。同时，也要善于从大量的实验事实中找出本质的共同的东西，把它抽象出来，建立概念。在理论与实践的基础上，建立一个数学表达式。也就是说，建立基本规律和基本概念。对于概念、定理，不仅要学会使用，而且主要是理解和掌握其物理意义和内容，所以下面就从一个物体受力如何分析和牛顿第二定律为例，说明这个问题。

大家知道，力的概念，在高中初中都学过。力一是物体间的相互作用，如果有甲、乙两个物体相互作用，甲物体给乙物体一个作用力，那么，乙物体对甲物体也一定有一个作用力。例如我们用拳头打桌子，给桌子一个作用力，在我们打桌子的同时，桌子也打我们，我们打桌子的力大，桌子打我们的力也大。所以我们打桌子时手感到痛，用力越大，就

越痛，这些内容大家都比较熟悉。但是，在具体分析物体在相互作用时，一共受几个力的作用，往往会感到很吃力，甚至于不知从哪里下手，这是为什么呢？实际上还是反映出我们有些同学对基本概念还是不够理解，不够熟悉。这就得从两个物体相互作用的具体情况去分析。当然，我们亦不能凭空去想象，而是要根据基本规律来分析，我们要把力的概念一物体间的相互作用具体化，我们可以按两个物体的相互作用的方式来研究。在中学范围内，一般把力分为场力、弹力、摩擦力。下面我们先对这几种力进行分析。

场力：

场是客观存在的一种特殊的物质，但它和我们普通所讲的物质不同，它不是由分子和原子组成，但它是一种物质，是客观存在。我们学过的有引力场、电场、磁场等。

1. 引力场：任何物体都存在着引力场，引力场有一个特殊性，放在引力场中的任何物体，都受到引力场的作用。例如地球，在地球周围存在着引力场，放在引力场里的任何物体，都受到引力场的作用，场对其中的物体施以力的作用。如地球和物体，它们相互的作用力就是万有引力。这个万有引力实际上是通过场来进行的。不仅地球对物体施以万有引力，而且物体也同时对地球施以万有引力，它们之间的相互作用是通过场来进行的。在地球表面附近，任何物体都受到这个力，一般说来，我们叫做重力。

2. 电场：我们知道电荷周围存在着电场，它对置于其中的电荷也施以力的作用。

电荷与电荷之间的作用力，就是依靠电场来进行的。第一个电荷产生的电场，对第二个电荷施以力的作用，第二个电荷周围产生的电场，也对第一个电荷施以力的作用。这两

个力，大小相等，方向相反，分别作用在不同的电荷上。

3. 电磁场：我们已经学过，电流周围存在着磁场，对于运动的电荷或通电的导线，磁场都施以力的作用。

例如有两条平行导线，它们通以方向相同的电流(图 1)，它们分别受到力的作用，

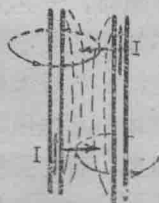


图 1

这些力的互相作用，就是通过磁场来进行的。第一条通电导线周围产生有磁场，磁场方向可由右手螺旋法则判定，那么，第二条通电导线就受到这个磁场的作用，运动方向按左手法则来判定。同样，第二条通电导线周围也产生了磁场，磁场方向仍旧应用右手螺旋法则来判定，于是第一条通电导线也受到这个磁场的作用，运动方向也是按左手法则来判定，结果，这两个力是相互吸引的，大小相等，方向相反。

弹力：

产生弹力的两个前提条件：一是两个物体相互作用，二是两个物体相互接触时产生形变。

例如一个木块放在桌子上，桌子面和木块互相作用，互相接触，互相发生形变，尽管形变很小，但形变总是存在着的。这样，当木块发生形变后，它总是要恢复原状的，在木块恢复原状的同时，就产生了一个力作用在桌子面上。同时，桌子受到木块作用也产生形变，它也要恢复原状，于是桌子面对木块就有一个向上的作用力，这两个力大小相等，方向相反，彼此作用在不同的物体上。象这样的力，我们叫做弹力。平常我们说的张力、拉力、压力等，都是弹性力。一般说来，两个物体相互接触时，都会产生形变，都产生弹

性力的。

但是应注意，要把压力或拉力与重力区别开来。压力、拉力是弹性力，重力是地球对物体的吸引力，这两种力的性质是不同的。那么，它们的大小相等不相等呢？这要看具体情况而定，如前面所举的木块和桌子的例子，木块的重量是地球的吸引力，数量上等于 mg ，而木块对桌子的压力，也恰恰等于它的重量 mg 。又如一根绳子，上端固定，下端挂着一个重物，重物受到地球对它的吸引力，这吸引力的数量等于 mg ，另外物体对绳子有一个拉力，这个拉力的大小，等于物体的重量，数量上也是等于 mg ，这两种情况的压力或拉力的大小都跟重力相等。但有的情况，压力或拉力跟重力就不一定相等了，例如斜面上的物体，对斜面的正压力只是物体重力的一个分力；甚至有的情况下，两种力根本毫无关系，例如图钉与墙壁，我们用手按图钉时，手对图钉有一个作用力，这就是压力，属于弹性力，压力的方向是水平的；而图钉的重力方向是垂直的，显然，不但性质不同，而且其大小是毫无关系的。

摩擦力：

摩擦力是由一个物体跟另一个物体接触时所产生的一种力。两物体间有相对滑动时，产生阻碍滑动的阻力，叫滑动摩擦力。如果没有相对滑动，但有相对滑动的趋势时，所产生阻碍滑动的阻力，叫做静摩擦力。

由于物体与物体之间的接触面是粗糙不平的，因此当物有相对滑动时，它们的凸出部分就要相互碰撞，出现阻碍滑动的滑动摩擦力，摩擦力的方向总是与物体运动的方向相反的。

如果两物体没有相对滑动，只有相对滑动的趋势，如某

一重物放在地上，我们用一个力来推它，没有推动。为什么没有推动它呢？就是因为地面给它一个阻碍滑动的力，这个力我们称它为静摩擦力，它的方向是与物体滑动的趋势方向相反的。静摩擦力的大小与外力有关。例如有一物体，我们用力去推它，假设先用 1 牛顿的力去推，没有推动，这是它的静摩擦力是 1 牛顿。如果用 2 牛顿的力去推它，仍然没有动，那么它的静摩擦力是 2 牛顿。但静摩擦力并不是无限大的，它总有一个限度，外力则是可以不断增大的。例如我们把外力增大到 50 牛顿来推它，这时物体刚刚想开始动，但又还没有动，这时这个摩擦力就叫做最大静摩擦力。用数学式子表示为：

$$f_{\text{最大}} = \mu_0 N,$$

式中 $f_{\text{最大}}$ 叫最大静摩擦力， N 为正压力， μ_0 为静摩擦系数，它和接触物体的质料和接触面的粗糙情况有关，在数值上 μ_0 略大于滑动系数 μ 。

事物都是有两面性的，摩擦力不是都起阻碍作用的，它也具有起推动作用的。例如汽车在公路上行驶，汽车为什么能够开行呢？主要的原因是作用在轮上的力。车轮对地面有一个作用力，地面对车轮就给予一个摩擦力，也就是说：汽车开动时，首先是发动机开动，经过其它传动装置，使车轮转动起来。于是车轮与地面接触的地方，有相对运动的趋势，也就是轮子跟地面接触的边缘，有向后运动的趋势，从而产生

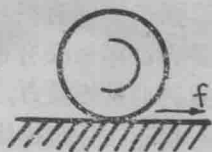


图 2

了静摩擦力如图 2 所示，静摩擦力的方向是向前的。同时地面对车轮边缘有向前运动的趋势，也产生一静摩擦力，这两个力也是一对作用和反作用力，因此车轮之所以能前进，是

地面给它的静摩擦力。我们平时所说的汽车的牵引力，不是发动机给汽车的，主要是地面给车轮向前的静摩擦力。我们常常看到汽车的后轮陷入在烂泥中时，车轮打滑只在空转不能前进，这就是由于烂泥没有产生足够的静摩擦力给车轮的缘故。

我们人走路也是一样，人所以能够向前走，也是靠地面鞋底的静摩擦力。我们走路时后脚和地面接触，后脚对地面作向后运动的趋势，于是地面就对鞋底给一个跟向后运动趋势相反的向前方向的静摩擦力，因此人能向前运动。

上面我们对力的概念和各种力作了详细深入的研究，我们要研究物体在力的作用下发生的状态变化，光光认识力是不够的，还要认识物体受力的情况，进一步掌握物体的运动规律，下面我们从四种不同情况的例子来进行物体受力的分析。

A. 如图 3 所示，一长木板，一端放在地上，另一端靠在墙上，试分析其受力情况，即分析长木板共受几个力的作用。

我们进行物体受力情况分析时，首先要确定研究对象。现在以长木板为我们研究的对象，从图可看出长木板受到的作用力有：

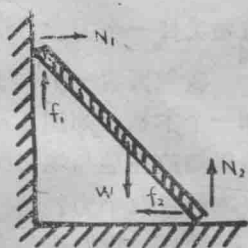


图 3

1. 重力 W ，它是一种场力，即地球对长木板的吸引力。根据作用和反作用，长木板对地球也有一个吸引力，但这是地球受的力，不是我们研究对象所受的力。

2. 弹力：长木板跟墙接触的一端，由于它压墙壁，墙壁也压它，所以长木板受到墙的反作用力，即弹力 N_1 。长

木板的另一端与地接触，它压地面，地面也产生一个反作用力，即支承力 N_2 ，这个力也是属弹性力的。

3. 摩擦力：长木板跟墙壁和地面接触，长木板没有运动，所以它跟墙壁和地面接触处没有滑动摩擦力；但长木板对墙壁和地面有没有相对运动的趋势呢？我们可以这样设想，如果长木板对墙壁和地面没有相对运动的趋势，那么，长木板就不可能静止在那里了。所以我们知道长木板上端有向下运动的趋势下端有水平向右运动的趋势，因此墙壁给长木板一个向上的静摩擦力 f_1 ，地面给它一个向左的摩擦力 f_2 ，则长木板一共受到一个重力 W ，两个弹力 N_1 和 N_2 ，两个静摩擦力 f_1 和 f_2 ，共五个力的作用。

从这个例子我们可以看到，在分析作用力时，绝不能无中生有，必须依照两个物体相互作用，一个一个来进行分析，这样的分析，才不会无中生有的多出一个力，也不会任意地丢掉一个力。

我们再看一个例子，在上例中，在地面与长木板的前方加一个木梢，如图 4 所示，长木板仍然放在墙与地之间，这时，长木板受几个力？

同样，我们选长木板为研究对象，下面我们来分析长木板受到的作用力。

1. 分析场力：重力 W ，是地球对长木板的作用力。

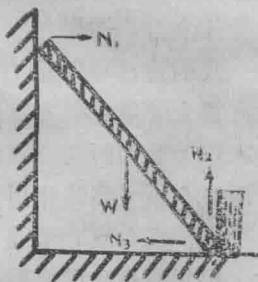


图 4

2. 分析弹性力：我们看看，长木板跟那几个物体接触呢？从图看得出跟三个物体接触，一个是墙壁，一个是地

面，一个是木梢。因此长木板受到三个弹力的作用，一个是墙壁对它的弹力 N_1 ，一个是地面对它的弹力 N_2 ，一个是木梢对它的弹力 N_3 。

3. 最后分析摩擦力：长木板跟三个物体接触，它对三个物体接触有没有运动呢？有没有相对运动的趋势呢？这时的情况和上面的情况就不同了，上面的情况长木板还有运动的趋势，现在由于长木板前加上了一个木梢，起着阻碍的作用，长木板不可能有运动的趋势，更不可能有相对运动了，因此，这时长木板没有滑动摩擦力，也没有静摩擦力，于是，长木板受到的作用力仅有 W 、 N_1 、 N_2 、 N_3 ，比上面的情况少了一个力。所以我们说：还是要从基本概念：“力是两个物体的相互作用”去分析物体受力的情况。

如果我们又在长木板上再放一个物体如图 5 所示，长木板除了上面分析所受的 W 、 N_1 、 N_2 、 N_3 外，还有物体对长木板产生的一个弹性力 N_4 。再来分析物体跟长木板相互间有没有相对运动或相对运动的趋势呢？我们可以想一

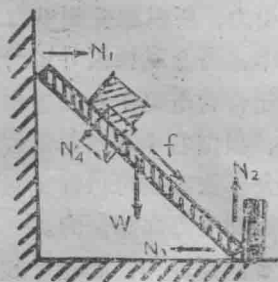


图 5

想，如果这个物体与长木板没有摩擦的话，那么，物体就会向下滑下去，现在物体能静止在长木板上面，可见长木板对物体给以一个向上的静摩擦力，则物体对长木板给一向下的静摩擦力，这时长木板共受到 W 、 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 、 f 六个力的作用。

B. 如图 6 所示，一个矩形的导轨，导轨很长，这条导

轨不是水平放着。如果我们在导轨上放一根金属棒，假设导轨与金属棒间完全没有摩擦，大家都知道，把金属棒一放手，金属棒就会滑下来，我们把这个装置放在磁场里，与磁场方向垂直，当金属棒往下运动时，一共受几个力呢？

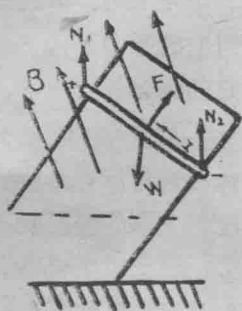


图 6

显然，我们研究的对象是金属棒。我们就按上面研究过的各种力，对金属棒受力情况进行分析：

1. 场力：金属棒至于地球引力场中，首先它受到地球的吸引力，所以它受到重力 W 的作用。同时，这个装置放在磁场中，当金属棒沿导轨滑下时，切割磁力线产生感生电动势，闭合的电路中存在感生电流，于是带电的金属棒受到磁场力，根据右手法则判定金属棒中的电流方向如图所示，再根据左手法则，可以判定磁场对金属棒的作用力 F 的方向是跟它运动的方向相反的。

2. 弹性力：在这个装置里，金属棒与导轨有两处接触，故有两个弹性力。金属棒的两头分别压在导轨上，给导轨两个作用力，反过来，导轨给金属棒两个支持力，即弹性力 N_1 、 N_2 。它们的方向是垂直于导轨向上的，我们用一个力来代表它，于是金属棒一共受三个力：两个场力，一个弹力。

3. 摩擦力：由题意可知是不存在的。

C. 地球卫星

地球卫星绕着地球运行如图7所示，我们把卫星绕地球转的运动看作是匀速圆周运动，我取地球卫星为研究对象，来分析卫星受到那几个力的作用。

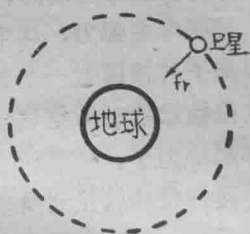


图7

场力：卫星在地球的引力场中，就要受到地球对它的吸引力，这个力的方向是指向运动轨道的圆心的，在高空时，我们不叫重力了，而叫万有引力。

场力讨论完了，再考虑弹力，由于卫星是在高空运行，空气稀薄，可以说不与任何物体接触，所以它没有受弹性力的作用，同理，也没有摩擦力。因此，地球卫星只受到一个场力的作用。

可能有的同学会问，卫星绕地球运行，作匀速圆周运动不是要有一个向心力吗？是的，我们先要弄清向心力是什么物体给的，属于什么性质。所谓向心力，是顾名思义取的名称，是根据物体受到的力方向指向圆心来取的。分析时，没有把它另作一类。我们来看看地球卫星的情况，显然，卫星受到的场力是指向地球中心的，因此，这个场力就是向心力。所以一般说：做匀速圆周运动的物体，所受到的合力一定是指向圆心的，这就是向心力。

D. 摆球运动

如图8所示，一个摆球在水平面上作圆周运动。我们取摆球为研究对象，分析它的受力情况。

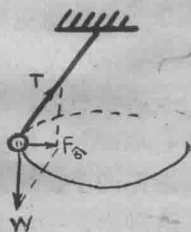


图8

首先也是考虑场力，地球对摆球有吸引力即 W 。

其次考虑弹力，这个摆球与那个物体接触呢？是绳子。所以绳子对摆球有一个弹力，即拉力 T 。除此之外，摆球不和其他物球接触（空气阻力忽略不计），故再没有其他的弹力和摩擦力了。

这样摆球就受到两个力：一个场力，一个弹力。物体作圆周运动，受到这两个力的合力作用，这个合力是指向圆周运动的中心，也就叫做向心力，一般情况下，没有必要把这个力画出来。

综合上面这些例子，如何分析一个物体的受力，主要是根据力的概念来进行，结合具体情况来分析。

这样，一方面，能使我们加深对力的基本概念的认识和理解，另一方面，对我们如何分析物体受力有启示。至于平常我们所说的拉力、压力、支承力、上举力、上升力、张力、汽车牵引力、挂钩牵引力等等，这些力的名词，都是顾名思义而起的。是由两个物体的相互作用的具体方式而起的，实质上都是弹性力。例如一个物体，用双手压它，叫压力，但实质上还是弹性力。又如对某一物体，我们用手拉它，叫拉力，实质上也是弹力。一根绳子，我们用手去拉它两端时，它形变伸长，这个力叫拉力或张力，实质上也是弹力。如果一个物体受到的力的方向向上，我们可以叫上举力。如果物体所受到的力是指向中心的，我们就叫它做向心力。汽车的牵引力，是发动机使车轮有对地面发生相对运动的趋势，地面对车轮给一个静摩擦力。至于挂钩牵引力，那就不是摩擦力了，而是汽车往前跑，后面挂着拖斗，汽车拉拖斗，这种力，一般大家叫做挂钩牵引力，实质上还是弹力。

前面我们对各种力的概念和物体受力情况进行了比较全面深入的研究，我们不仅要理解力的概念，还要注意和掌握力作用的效果。一个物体受到力后，就要改变运动状态或产生形变，这样就需要我们进一步讨论牛顿第二运动定律了。

牛顿运动第二定律是力学中重要的部分，如何应用这个定律来解决具体问题，这就是我们认真讨论的问题。定律的数学表示式为

$$\Sigma F = m a$$

此公式的适用范围是：质点或刚体的平动速度比光速小得多，即 $V \ll C$

我们应用这个定律研究物体在力的作用下运动状态发生变化时，只考虑研究对象的受力情况，至于它对其他物体的作用力，我们不去考虑它，我们应该全面分析研究物体一共受几个力的作用，然后去求这些力的合力。

当研究一个物体的受力情况时，若在一个系统中，物体受力有外力内力之分，所谓外力，是相对内力而言，外力以什么来划分呢？是以研究对象来划分的，研究对象跟外界物体相互作用的力，叫做外力；研究对象内的物体的相互作用力，叫做内力。

公式的左边是研究对象受外力的合力，右边不是力，是描述研究对象运动状态变化的情况，等式中间，代表的是量值的关系。应用这一公式，要列一个方程，因此必须充分注意受力对象，谁受力，就是研究对象，它的运动状态就发生变化，也就是说产生了加速度，加速度是运动状态变化的量。我们应充分认识等式左边和右边，各代表什么内容，什么含义。因为任何规律，它都是阐明各个物理量之间的关系

的，用一个数学恒等式，可以表示了各物理量之间的关系。这样我们就很清楚地认识，牛顿第二运动定律的内容是：一个物体在受外力之后，一定会改变它的运动状态，更具体地说，就是反映出力、质量和加速度三者之间的关系。这个公式适用范围，前面已经指出，但同时要注意，在公式里物体的质量是不变的，但这个不变是有条件的，因为严格的说，物体的质量会随着物体运动的速度变化而变化的。但当我们研究对象的速度，比光速小很多时，可以认为这个物体的质量是不变的。例如目前的生产活动中，飞机、火车、汽车、车床、电机等，它的速度虽然都很快，但比起光速来说，还是小得多，所以这个规律是适用的。

我们明确了这个定律的物理内容，具体条件，那么，应用它来解决具体问题时，困难就会迎刃而解了。下面是应用时一般的方法和步骤：

第一步，是确定研究对象，因为研究对象选定得不适当，常常把问题复杂化，至于应选那一个为适当，就要根据问题和计算方便来决定，我们可以从下面的问题来对比领会。

如图 9 所示，升降机里有一乘客，如果升降机不作加速上升时，乘客对升降机底板的压力有多大？

根据问题的要求，那一个物体应为研究对象呢？应该是底板，因为受力的对象是底板，施

力的是人，要求的是人对底板的作用力。取底板为研究对象

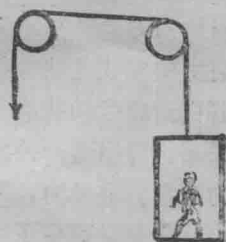


图 9