

◎ 金牌教练推荐

◎ 经典竞赛教材

# 初中物理竞赛

## 考前辅导

张大同◎主编



 华东师范大学出版社

金牌教练推荐 经典竞赛教材

# 初中物理竞赛 考前辅导

主 编 张大同  
参 编 王稼祥 丁建兵  
陈 峻 熊赞华  
秦力军



华东师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

初中物理竞赛考前辅导 / 张大同主编. — 上海:  
华东师范大学出版社, 2011. 2  
ISBN 978-7-5617-8417-4

I. ①初… II. ①张… III. ①物理课—初中—教学参  
考资料 IV. ①G634. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 025681 号

初中物理竞赛考前辅导

主 编 张大同  
组稿编辑 储成连  
审读编辑 丁倩  
装帧设计 高山

出版发行 华东师范大学出版社  
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062  
网 址 www.ecnupress.com.cn  
电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105  
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887  
地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口  
网 店 http://ecup.taobao.com/

印 刷 者 浙江省临安市曙光印务有限公司  
开 本 720 × 965 16 开  
印 张 20.75  
字 数 471 千字  
版 次 2011 年 6 月第一版  
印 次 2011 年 10 月第二次  
书 号 ISBN 978-7-5617-8417-4/O · 213  
定 价 30.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题, 请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

# 目 录

contents

第一讲	运动和力	1
第二讲	测量 密度 压强	26
第三讲	浮力	40
第四讲	简单机械 功和能	56
第五讲	光学	89
第六讲	热学	104
第七讲	电和电路	129
第八讲	电流的定律	163
第九讲	电功和电功率	219
第十讲	电磁现象	268
初中物理竞赛模拟试卷 (一)		291
初中物理竞赛模拟试卷 (二)		296
初中物理竞赛模拟试卷 (三)		302
初中物理竞赛模拟试卷 (四)		309
初中物理竞赛模拟试卷 (五)		315

# 第一讲 运动和力



## 【知识梳理】

### 一、参照物 运动的相对性

#### 1. 参照物

研究机械运动,即研究一个物体相对于其他物体位置的变化时,首先要选择参照物.原则上讲,任何物体都可以被选定为参照物.在具体问题中如何选取参照物,要以描述和研究问题简单、方便为原则.为了研究问题方便,在研究地面上物体的运动时,通常以地面或相对地面不动的物体为参照物.通常我们在描述物体的运动时,如果没有特别说明,一般都是以地面为参照物的.

#### 2. 运动的相对性

对同一物体的运动情况,选取不同的参照物,对它运动情况的描述可能是不同的.例如列车在铁道上行驶,地上的人看到列车上的乘客在与列车一起运动,而坐在列车上的乘客以列车为参照物,则认为他没有动,这就是运动描述的相对性.运动的相对性(包括运动的绝对性)是哲学上的概念.运动的相对性是指任何运动都是在一定时间和空间中发生的,我们在考察运动的时候必须要选择一个用来进行测量、比较的参照物,这就是运动的相对性.运动的绝对性是指运动是物质固有的、普遍的、永恒的属性,没有运动的物质是不存在的.相对运动则是力学概念,通常,相对运动是指物体相对于参照物(或参照系)的运动,无论这个参照物本身是静止的还是运动的.在进一步的研究中,我们把物体相对于运动参照物的运动叫做相对运动,把物体相对于静止参照物的运动叫做绝对运动.

甲乙两车在同一平直路上行驶,方向相同,乙在前,甲在后,在射程以内,车上两人同时发出相同的演示子弹,子弹对枪口的速度都是  $u$ ,如图 1-1(a)所示.在两车速度分别为  $v_1 = v_2$ 、 $v_1 > v_2$ 、 $v_1 < v_2$  三种情况下,正确的判断应是( ).

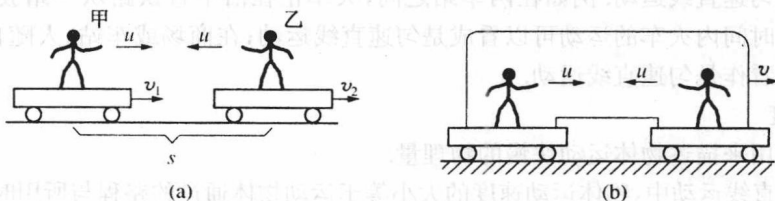


图 1-1

(A) 甲车上的人先被射中

(B) 乙车上的人先被射中

(C) 两人同时被射中

(D) 无法确定

此题有很多人不经思索地选 A,认为甲车上的人是“傻乎乎地挺着胸膛”迎着子弹上

去的,当然甲车上的人先被射中了!其实不然,以地面为参照物,乙车射出的子弹相对地面的速度为  $u - v_2$ ,子弹速度慢些,但乙车向前逃,而甲车发出的子弹相对地面速度为  $u + v_1$ ,子弹速度快些,分别可列式  $t_1 = \frac{s + v_2 t_1}{u + v_1}$ ,  $t_2 = \frac{s - v_1 t_2}{u - v_2}$ ,由此两式可解得两颗子弹飞行时间  $t_1 = t_2 = t = \frac{s}{u + (v_1 - v_2)}$ ,所以根据分析三种情况下都应选 C,同时射中。

如果我们不做具体计算,还可以这样分析:如果  $v_1 = v_2$ ,两车相对静止,我们完全可以认为甲乙两人相对站在同一辆大客车的前后部开枪,如图 1-1(b),以车为参照物,人、枪都是相对静止的,当然同时开枪,同时射中,而  $v_1 > v_2$  或  $v_1 < v_2$  时,可以分别以甲车和乙车为参照物,子弹的相对速度都是  $u + (v_1 - v_2)$ ,开枪时相对位移都是  $s$ ,当然子弹飞行时间  $t$  相同。由此可见,参照物选取得恰当,可以方便快捷地解题。

### 3. 相对速度的计算

相对速度是一个运动物体相对于另一个运动物体的速度。在简单情况下我们只讨论运动物体相对于静止物体的运动,例如要研究火车相对地面的运动,地面被假定为静止的。而如果有人在行驶的火车中走动,要研究人相对于火车的速度,这就是相对速度问题。很明显人相对于运动火车的速度与人相对于地面的速度是不同的。

当人的走动方向与火车行驶方向一致时,  $v_{人对地} = v_{车对地} + v_{相对}$ ; 当人的走向与火车行驶方向相反时,  $v_{人对地} = v_{车对地} - v_{相对}$ 。

船在河流中顺水或逆水行驶时,船的航速是由发动机性能、船体构造决定的,是船相对于水的速度。如果水在流动,船速就是相对速度。当航速与水速同向时,  $v_{船对岸} = v_{水对岸} + v_{相对}$ ; 当航速与水速反向时,  $v_{船对岸} = v_{相对} - v_{水对岸}$ 。

## 二、匀速直线运动的速度

### 1. 匀速直线运动

如果一个物体沿一直线运动,在任何相等的时间内通过的路程都相等,我们就将物体的这种运动称为匀速直线运动。匀速直线运动是物体运动的最简单形式。实际物体的运动情况比较复杂,很难找到真正做匀速直线运动的物体,但很多实际运动在一定条件下可以近似看成是匀速直线运动。例如在两车站之间,火车正在沿平直铁路从一站驶向另一站,在途中一段时间内火车的运动可以看成是匀速直线运动;在商场或车站,人随自动扶梯一起运动也可看作是匀速直线运动。

### 2. 速度

速度是用来描述物体运动快慢的物理量。

在匀速直线运动中,物体运动速度的大小等于运动物体通过的路程与所用时间的比值。用公式可以表示为  $v = \frac{s}{t}$ , 式中  $v$  表示物体运动的速度,  $s$  表示物体运动的路程,  $t$  表示物体通过上述路程所用的时间。物体运动速度大小在数值上等于单位时间内物体运动通过的路程。

### 3. 匀速直线运动的路程

由匀速直线运动速度的定义可以知道,如果物体做匀速直线运动,则它在运动中通过

的路程与时间成正比,即路程就是物体运动轨迹的长度。

某商场内底楼至二楼之间有一个电动扶梯以恒定的速度在运转着,有人用某个不变的速率由底楼走至二楼过程中数得扶梯有  $N_1$  级,用相同的速率由二楼走至底楼过程中数得扶梯有  $N_2$  级,试问若电动扶梯停止不动,则从底楼至二楼之间可以看到几级扶梯?

设人相对电梯速率为  $v$ ,电梯运转速度为  $u$ ,底楼到二楼之间有  $N$  级扶梯,每级长  $\Delta s$ ,则扶梯总长  $s = N\Delta s$ .上楼时人相对电梯走过  $s_1 = N_1\Delta s$ ,下楼时人相对电梯走过  $s_2 = N_2\Delta s$ ,因为人数得的扶梯级数,实质是人在电梯上相对电梯走过的级数.由此,根据上下楼所用时间关系就可解得扶梯级数  $N$ .

$$\text{以地面为参照物,上楼 } t_1 = \frac{s}{v+u} = \frac{N\Delta s}{v+u}, \text{ 下楼 } t_2 = \frac{s}{v-u} = \frac{N\Delta s}{v-u};$$

$$\text{以电梯为参照物,上楼 } t_1 = \frac{s_1}{v} = \frac{N_1\Delta s}{v}, \text{ 下楼 } t_2 = \frac{s_2}{v} = \frac{N_2\Delta s}{v}.$$

$$\text{联立方程 } \begin{cases} \frac{N}{v+u} = \frac{N_1}{v}, \\ \frac{N}{v-u} = \frac{N_2}{v}. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{N}{N_1} = 1 + \frac{u}{v}, \\ \frac{N}{N_2} = 1 - \frac{u}{v}. \end{cases} \text{ 两式相加,得 } N = \frac{2N_1N_2}{N_1+N_2}.$$

### 三、变速直线运动的平均速度

#### 1. 变速直线运动

物体沿一直线运动,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.做变速直线运动的物体,由于它在相等的时间内通过的路程一般不相同,所以在物体运动过程中,它的运动速度一般也是不同的.在描述做变速直线运动物体的快慢时,我们通常是粗略地对物体运动快慢情况进行描述.

#### 2. 平均速度

一个做变速直线运动的物体,它通过的路程与通过这段路程所用时间之比,叫做它在这段路程(或这段时间)内的平均速度.用公式可以表示为  $\bar{v} = \frac{s}{t}$ ,式中  $\bar{v}$  表示物体运动的平均速度, $s$  表示物体运动的路程, $t$  表示物体通过上述路程所用的时间.

一辆汽车在长为 150 km 的公路上行驶,如果要求整段路程的平均速度为 50 km/h,已知在前 70 km 路程中,汽车用了 1 h,则剩下的路程中汽车必须以 \_\_\_\_\_ km/h 的平均速度行驶.

由整段路长度  $s$  和平均速度  $\bar{v}$ ,可求汽车总的行驶时间  $t$ ;再由前一段路程  $s_1$  和行驶时间  $t_1$ ,可得后一段路程  $s_2$  与行驶时间  $t_2$ ,进而求出后一段的平均速度  $\bar{v}_2$ .

由  $s = 150$  km,  $\bar{v} = 50$  km/h,  $s_1 = 70$  km,  $t_1 = 1$  h, 得

$$t = \frac{s}{\bar{v}} = \frac{150 \text{ km}}{50 \text{ km/h}} = 3 \text{ h},$$

$$t_2 = t - t_1 = (3 - 1) \text{ h} = 2 \text{ h},$$

$$s_2 = 150 \text{ km} - 70 \text{ km} = 80 \text{ km},$$

$$\bar{v}_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{80}{2} \text{ km/h} = 40 \text{ km/h}.$$

#### 四、匀速直线运动图象

物体的运动情况不仅可以用公式表示,还可以用图象来表示.利用图象描述、研究一个物体的运动情况,是物理学的重要方法之一.我们要学习和掌握匀速直线运动的路程-时间图象(即  $s-t$  图象)和速度-时间图象(即  $v-t$  图象).

#### 五、力的基本概念

##### 1. 什么是力

力是物体对物体的相互作用或者是同一物体的一部分对另一部分的相互作用,因此,力是不能脱离物体而存在的.产生作用的物体叫做施力物体,受到作用的物体叫做受力物体.

##### 2. 力的三要素

力的大小、方向和作用点叫做力的三要素.力作用在物体上会产生一定的效果,这个效果包括两个方面:一是改变物体的形状;二是改变物体的运动状态.力的三要素中的任何一个要素都会影响力的作用效果.为了完整地描绘一个力,必须把它的三个要素都表达清楚,通常可用力的图示代表一个力.

##### 3. 力的种类

如果我们按力的作用性质进行分类,在力学中常见的力可分为重力、弹力和摩擦力三种.

(1) 重力——由于地球吸引而使物体受到的力.它的方向始终竖直向下,它的大小跟物体的质量有关,具体可用公式  $G = mg$  进行计算.重力有一个很重要的特点,就是物体不和地球相接触,也会受到重力作用,无论在大气中飞行的物体还是在大气层外的人造地球卫星都受重力的作用,这种不需要相互接触就能发生作用的力叫做“场力”.

重力是由地球的引力而产生的,地球可以看成是一个质量分布均匀的球体,因此地球产生的引力总是指向球心,也就是说,重力的方向总是沿着地球半径方向而“竖直向下”.这个说法是相对“水平面”而言,水平面总是沿着与地球表面相切的方向,所以无论物体放在地球附近的什么地方,重力的方向总是竖直向下.这里还要说明两点:

① 精确的研究表明,由于地球的自转,重力的方向并不严格指向地球中心,这一点到了高中阶段就会明白.

② 在较小的范围内,物体不同部位受到的重力可看成相互平行、方向相同的;而在较大范围内,物体在不同位置受到的重力并不平行.例如在北纬  $45^\circ$  和南纬  $45^\circ$ ,物体受到的重力几乎相互垂直.

物体的质量和所受重力是两个根本不同却容易混淆的物理量.如何区别这两个量呢?首先,物体的质量是指物体包含物质的多少.它是一个常量,不随条件、环境的变化而变化.重力则是由于地球吸引而产生的力,它是一个可变的量,同一物体在地球不同的高度或不同的纬度,其所受重力是不同的.如果把同一物体从地球搬到月球上去,它受到的重



力相差更多,但质量却是不变的.其次,质量没有方向,属于标量,重力的方向始终竖直向下,属于矢量.第三,它们的单位不同,质量的国际单位是千克;重力的国际单位是牛.最后,它们的测量方法不同,测质量用天平,测重力用弹簧秤.

(2) 弹力——由于物体形状发生变化(称为形变),物体要恢复原来形状而产生的力.它的方向总是指向恢复形变的方向,或者说总是和形变的方向相反.弹簧发生形变后会产生弹力,在弹性限度内,弹力的大小可以用胡克定律  $f = kx$  计算.这里要指出,弹力是形变物体对迫使它发生形变的物体的作用.例如,用手拉弹簧使它伸长,弹力是弹簧对手的作用,而不是手对弹簧的作用.

(3) 摩擦力——两个相互接触的物体在发生相对运动或具有相对运动趋势时,由于它们表面粗糙或其他原因而产生的阻碍相对运动的力就是摩擦力.摩擦力的方向总是阻碍相对运动.滑动摩擦力的大小跟接触面性质和正压力的大小有关.请注意,摩擦力是阻碍相对运动,而不是阻碍运动,因此有时摩擦力的方向与运动方向相同.

## 六、牛顿第一定律

### 1. 物体的惯性

物体保持静止或匀速直线运动状态的性质叫做惯性.惯性是物体本身固有的属性,它跟物体所处的环境和状态无关,只跟物体的质量有关,质量越大,惯性也越大.

### 2. 牛顿第一运动定律(惯性定律)

一切物体在没有受到外力作用时,总保持匀速直线运动状态或静止状态.牛顿第一运动定律是力学的基本定律之一,它是牛顿总结了伽利略等人的研究成果后概括出来的.

### 3. 力和运动的关系

力是改变运动的原因,而不是维持运动的原因.由于物体具有惯性,如果物体已经具有速度,那么在不受外力作用的情况下,它将永远以这个速度运动下去,而不需要外力来“维持”.只有当改变物体运动的快慢或改变物体运动的方向时,才需要外力的作用.

## 七、牛顿第三定律

### 1. 作用力和反作用力

力是物体间的作用,而且这种作用是“相互”的,也就是说如果施力物体对受力物体有作用,那么,同时受力物体对施力物体也有作用.如果把施力物体产生的作用叫做作用力,受力物体产生的作用就为反作用力,反之也一样.可见,施力物体和受力物体、作用力和反作用力的名称都可以对换,而且作用力、反作用力是同时存在的.

### 2. 牛顿第三运动定律

两个物体间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反、作用在同一条直线上的.牛顿第三运动定律也是力学基本定律之一,它反映了作用力和反作用力之间的关系.在应用牛顿第三定律时还要注意,作用力和反作用力同时存在,也同时消失,没有先后主次的区分;作用力和反作用力一定是同种性质的力,如摩擦力的反作用力一定也是摩擦力,不可能是重力或弹力等.

一对平衡力大小相等、方向相反、作用在同一直线上；一对作用力和反作用力也是大小相等、方向相反、作用在同一直线上。但是它们有一个最本质的区别，一对平衡力是作用在同一物体上，而一对作用力、反作用力是作用在不同物体上的。因此，一对平衡力的作用效果可以相互抵消，合力为零；而一对作用力、反作用力不能相互抵消，也不能求它们的合力。

如图 1-2 所示，一个重力为  $G$  的物体放在水平桌面上保持静止，重力  $G$  和桌面的支持力  $N$  为一对平衡力，它们都作用在同一物体上，大小相等、方向相反，作用效果相互抵消。而支持力  $N$  的反作用力  $N'$ ，是物体对桌面的作用力，受力物体是桌面，虽然与  $N$  大小相等、方向相反，但不能相互抵消。 $G$  的反作用力是物体对地球的吸引力（图中未画出），与重力  $G$  也不能相互抵消。

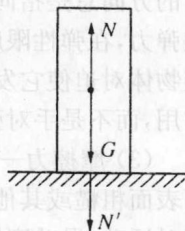


图 1-2

## 八、受力分析

### 1. 受力分析的意义

对物体进行正确的受力分析是解决很多力学问题的重要基础和前提。我们已经知道力是物体运动状态变化的原因，可以从运动状态的变化求力，也可以根据力求出运动状态的变化。即使是物体运动状态没有变化或者作用力相互平衡，我们往往也需要搞清物体的受力情况。受力分析的任务就是弄明白所研究的对象到底受几个力的作用，每个力的方向如何，施力物体是什么，并用一个受力分析图明确地表示出来。

### 2. 对物体进行受力分析的步骤

通常受力分析有以下几步：

- (1) 确定研究对象，即在复杂的系统中找出一个要对其进行分析的物体。
- (2) 找到重力，并用有向线段表示重力，画在代表分析对象的图上。
- (3) 逐个找到与研究对象相接触的物体，并确定这些物体在切线方向和法线方向对研究对象是否有作用力。如光滑接触就不存在切向的摩擦力，细绳只可能存在拉力而不可能有推力等。用相应的有向线段画出每个确定存在的力。

- (4) 检查所画的力图是否漏画、多画、错画和重复等，直至准确无误为止。

## 九、合力、分力及平衡力

### 1. 合力与分力

若两个力或几个力共同作用在一个物体上的效果跟一个力作用在物体上的效果相同，那么这个力就是那两个力或几个力的合力，这两个力或几个力就是那一个力的分力。

### 2. 同一直线上的两力合成

如图 1-3 所示， $F_1$ 、 $F_2$  方向相反，则其合力大小为  $F = |F_1 - F_2|$ ，方向与较大力方向一致。

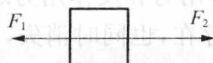


图 1-3

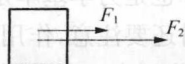


图 1-4

如图 1-4 所示,  $F_1$ 、 $F_2$  方向相同, 则其合力为  $F = F_1 + F_2$ , 方向与分力一致。

### 3. 互成角度的两力合成

如图 1-5 所示,  $F_1$ 、 $F_2$  的合力为  $F$ 。这种方法称为“平行四边形法则”, 即以分力  $F_1$ 、 $F_2$  为邻边作一个平行四边形, 则  $F_1$ 、 $F_2$  所夹的对角线即为合力。

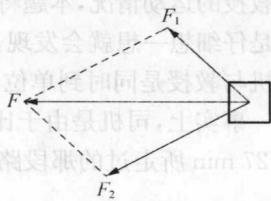


图 1-5

### 4. 二力平衡及条件

如果一个物体受两个力作用保持平衡状态, 那么这两个力相互平衡, 简称平衡力, 平衡力的合力为零。

二力平衡的条件为“同体、等值、反向、共线”, 即两个力作用在同一物体上, 大小相等, 方向相反, 并作用在同一直线上。这四个条件缺一不可。

### 5. 互成角度的三力平衡

研究表明: 三个力作用在同一物体上, 若物体平衡, 则三个力的合力为 0; 而且三力的作用线肯定相交于一点, 也称之为共点力的平衡。这里三个力中, 其中任意两个力的合力必定跟第三个力是一对平衡力。



### 【例题精讲】

**【例 1】** 船在静水中速度为  $v_1$ , 河水流速为  $v_2$ , 船顺流由甲地到乙地再逆流返回甲地, 所用时间是  $t_1$ , 该船在静水中往返同样距离所用时间为  $t_2$ , 则( )。

(A)  $t_1 = t_2$

(B)  $t_1 > t_2$

(C)  $t_1 < t_2$

(D) 没有数据, 无法判断

**【解】** 顺流而下要快一点, 逆流而上要慢一点, 往返一次水流速度的影响能不能完全抵消? 我们不能贸然下结论。当两种相反倾向同时起作用时, 必须经过定量计算, 精确地比较两种倾向的强弱, 才能得到正确的结果。

设甲、乙两地相距  $s$ , 则静水中往返一次所用时间  $t_2 = \frac{2s}{v_1}$ ; 流水中往返一次所用时间为

$$t_1 = \frac{s}{v_1 + v_2} + \frac{s}{v_1 - v_2} = \frac{2s}{v_1 \left(1 - \frac{v_2^2}{v_1^2}\right)}$$

显然  $t_1 > t_2$ , 正确答案为 B。

**【例 2】** 某高校每天早上都派小汽车准时接刘教授上班。一次, 刘教授为了早一点赶到学校, 比平时提前半小时出发步行去学校, 走了 27 min 遇到来接他的小汽车, 他上车后小汽车立即掉头前进。设刘教授步行速度恒定为  $v_1$ , 小汽车速度大小恒定为  $v_2$ , 刘教授上车以及小汽车掉头时间不计, 则可判断( )。

(A) 刘教授将会提前 3 min 到校, 且  $v_1 : v_2 = 1 : 10$

(B) 刘教授将会提前 6 min 到校, 且  $v_1 : v_2 = 1 : 10$

(C) 刘教授将会提前 3 min 到校, 且  $v_1 : v_2 = 1 : 9$

(D) 刘教授将会提前 6 min 到校, 且  $v_1 : v_2 = 1 : 9$

**【解】** 本题特点就是同学们要同学们在解决物理问题时,学会转换研究对象.如果始终考虑刘教授的运动情况,本题将变得较为复杂.通过分析,刘教授表现出来的运动信息相对较多.但是仔细想一想就会发现,如果换以司机为研究对象,本题是不是显得简单一点呢?由于司机与教授是同时到单位,如果知道司机提前几分钟到,这个结论也同样适用于教授.

事实上,司机是由于比平时少走了一段路,才会提前到校的,而这段路即是刘教授花了 27 min 所走过的那段路.相对应,司机只需 3 min ( $30 \text{ min} - 27 \text{ min} = 3 \text{ min}$ ) 就能走完这段路,算上回来,司机比平时节约了 6 min,则他们将一定提前 6 min 到校.由  $v = \frac{s}{t}$  可知,在  $s$  一定情况下,  $v$  与  $t$  成反比,所以  $v_1 : v_2 = 1 : 9$ . 正确答案为 D.

**【例 3】** 小明的家与学校之间隔有一座山.小明每天上学的过程中,有  $\frac{2}{5}$  的路程是上坡路,其余都是下坡路,他从家到学校要走 36 min. 如果小明上坡行走速度不变,下坡行走速度也不变,而且上坡行走速度与下坡行走速度之比为  $\frac{2}{3}$ ,那么小明放学回家要走多长时间?

**【解】** 设小明家与学校之间距离为  $s$ ,他上学时走上坡路的时间为  $t_1$ ,走下坡路的时间为  $t_2$ ,小明上坡行走的速度为  $v$ ,则他下坡行走的速度为  $\frac{3}{2}v$ . 根据平均速度概念,上学时小明行走的平均速度为

$$\bar{v}_1 = \frac{s}{t_1 + t_2} = \frac{s}{\frac{2s}{5} \cdot \frac{1}{v} + \frac{3s}{5} \cdot \frac{2}{3v}} = \frac{5}{4}v.$$

设放学回家时,小明走上坡路的时间为  $t'_1$ ,走下坡路的时间为  $t'_2$ ,小明行走的平均速度为

$$\bar{v}_2 = \frac{s}{t'_1 + t'_2} = \frac{s}{\frac{3s}{5} \cdot \frac{1}{v} + \frac{2s}{5} \cdot \frac{2}{3v}} = \frac{15}{13}v.$$

不论上学还是放学,小明行走的路程是相同的,因此有  $\bar{v}_1 t_{上} = \bar{v}_2 t_{放}$ , 即

$$\frac{5}{4}v t_{上} = \frac{15}{13}v t_{放}.$$

由此可以求出放学回家小明要行走时间是

$$t_{放} = \frac{5 \times 13}{4 \times 15} t_{上} = \frac{13}{12} \times 36 \text{ min} = 39 \text{ min}.$$

本题的条件似乎不足,但进一步分析可以看到,关键是找出各相关物理量的关系,如上坡行走的速度  $v$  与下坡行走速度的关系,并用已知量表示出未知量,然后依据物理规律列出式子求解.通过对例 2、例 3 的分析可以看出,运用平均速度解决变速直线运动的问题,有时是非常方便和有效的.

**【例 4】** 甲同学从学校出发步行去附近的邮局寄信,前 15 min 内行走的速度为 1 m/s,

为了尽快到达邮局,以后的速度提高到  $2 \text{ m/s}$ . 在甲同学出发  $6 \text{ min}$  后,乙同学也想去邮局,为了赶上甲同学,乙同学以  $3 \text{ m/s}$  的速度行走. 求:

(1) 乙同学经过多少时间能追上甲同学?

(2) 若乙同学比甲同学晚出发  $12 \text{ min}$ , 则经过多少时间乙同学能追上甲同学?

**【解】** (1) 先要判断乙同学追上甲同学时,甲的速度是  $1 \text{ m/s}$  还是  $3 \text{ m/s}$ .

甲出发  $15 \text{ min}$  后的行程

$$s_{\text{甲}} = 15 \times 60 \text{ s} \times 1 \text{ m/s} = 900 \text{ m};$$

此时乙的行程

$$s_{\text{乙}} = (15 - 6) \times 60 \text{ s} \times 3 \text{ m/s} = 1620 \text{ m}.$$

因为  $s_{\text{乙}} > s_{\text{甲}}$ , 所以乙在此前就已经追上甲. 设乙出发后  $t_1$  分钟追上甲, 则

$$(6 + t_1) \times 60 \text{ s} \times 1 \text{ m/s} = t_1 \times 60 \text{ s} \times 3 \text{ m/s},$$

$$t_1 = 3 \text{ min}.$$

(2) 用和(1)相同的方法可确定乙追上甲时,甲的速度为  $2 \text{ m/s}$ . 设乙出发  $t_2$  分钟后追上甲, 则

$$15 \times 60 \text{ s} \times 1 \text{ m/s} + (t_2 - 3) \times 60 \text{ s} \times 2 \text{ m/s} = t_2 \times 60 \text{ s} \times 3 \text{ m/s},$$

$$t_2 = 9 \text{ min}.$$

**【例 5】** 在龙舟大赛即将进入最后冲刺阶段时,甲队暂时领先. 此时甲队龙舟船头到终点距离是  $L_1$ , 乙队龙舟船头到终点距离是  $L_2$  ( $L_2 > L_1$ ). 已知甲、乙队龙舟长度均为  $L_0$ .

(1) 试分析,进入最后冲刺阶段后,甲、乙两队龙舟划行速度分别为  $v_1$ 、 $v_2$ , 两队龙舟划行速度与哪一个队最终能够获胜的关系是什么? 设在此后划行过程中,甲、乙两队龙舟都做匀速运动.

(2) 若在最后冲刺阶段,乙队首先达到终点. 当乙队龙舟船头到终点时,甲队龙舟船头恰好与乙队龙舟船尾相平,求在最后冲刺阶段,甲、乙两队龙舟划行速度  $v_1$ 、 $v_2$  满足什么关系?

**【解】** (1) 进入最后冲刺阶段后,甲、乙两队龙舟划行到终点所用时间分别为

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1}, t_2 = \frac{L_2}{v_2}.$$

若甲队能够取胜,则要求  $t_1 < t_2$ , 即  $\frac{L_1}{v_1} < \frac{L_2}{v_2}$ . 由此可知,若甲、乙队龙舟划行速度  $v_1$ 、

$v_2$  满足  $\frac{v_1}{v_2} > \frac{L_1}{L_2}$ , 则甲队取胜;若龙舟划行速度  $v_1$ 、 $v_2$  满足  $\frac{v_1}{v_2} < \frac{L_1}{L_2}$ , 则乙队取胜.

(2) 在最后冲刺阶段,乙队首先到达终点,乙队龙舟划行距离是  $L_2$ , 根据题意,此时甲队龙舟划行距离是  $(L_1 - L_0)$ . 甲、乙两队划船时间分别是

$$t_1 = \frac{L_1 - L_0}{v_1}, t_2 = \frac{L_2}{v_2}.$$

根据题意可知,两队划船时间应有  $t_1 = t_2$ . 则在最后冲刺阶段,甲、乙两队龙舟划行速度  $v_1$ 、 $v_2$  应满足  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{L_1 - L_0}{L_2}$ .

**【例 6】** 一条小船相对于水以  $3 \text{ m/s}$  的速度在一河中逆流而上,水流速度为  $1 \text{ m/s}$ . 当小船经过一个桥墩时,船上的一个木箱落入水中并随水漂向下游.  $1 \text{ min}$  后船上的人发现木箱落水,就立即调转船头仍以相对于水  $3 \text{ m/s}$  的速度顺流而下追赶木箱,求从调转船头到追上木箱,需要多长时间?

**【解】** 以河里的流水为参照物,木箱落入水中后相对于水是静止的. 此时小船相对于河水以  $3 \text{ m/s}$  的速度划向上游方向,  $1 \text{ min}$  后发现木箱落水调头后仍相对于河水以  $3 \text{ m/s}$  的速度划向下游方向,两次小船相对于河水的速度大小相同,即小船离开木箱和划回木箱的速度大小相同,因此小船划回到木箱落水点所需时间仍为  $1 \text{ min}$ .

由以上分析可以看到,在解决两个物体相对运动关系的问题中,巧妙地选取参照物,可使某些物体处于相对静止,从而可将问题的分析与解答过程变得十分简捷.

**【例 7】** 小红在地铁出口处的自动扶梯上做了如下实验:在自动扶梯运行时,她站在扶梯上不动,乘自动扶梯从地下上升到地面需要  $2 \text{ min}$ . 在自动扶梯不运行时,她沿扶梯快速向上行走,经  $1 \text{ min}$  从地下走到地面. 在此基础上,她通过计算得到两项结果:(1)在自动扶梯运行时,她同时沿扶梯向上行走,从地下上升到地面所用时间为  $t_1$ ; (2)在自动扶梯向上运行时,她从地面沿扶梯向下行走,从地面走到扶梯底端所用时间为  $t_2$  (假设她相对自动扶梯行走的速度始终是相同的). 随后她又在自动扶梯上通过实验加以验证,实验结果与她计算结果是一致的. 请你也利用小红前两次实验结果计算一下  $t_1$  和  $t_2$  的数值各多大.

**【解】** 设自动扶梯运行速度为  $v_{\text{梯}}$ ,人相对扶梯快速行走速度为  $v_{\text{人}}$ ,当人沿自动扶梯向上行走时,人相对地面的速度  $v = v_{\text{梯}} + v_{\text{人}}$ .

设自动扶梯总长度为  $s$ ,人沿运行的自动扶梯向上行走的时间为  $t_1$ ,则

$$t_1 = \frac{s}{v} = \frac{s}{v_{\text{人}} + v_{\text{梯}}} = \frac{s}{\frac{s}{t_{\text{人}}} + \frac{s}{t_{\text{梯}}}} = \frac{t_{\text{人}} \cdot t_{\text{梯}}}{t_{\text{人}} + t_{\text{梯}}}$$

代入数据,解得人沿运行的自动扶梯向上行走所用时间是  $t_1 = \frac{2}{3} \text{ min} = 40 \text{ s}$ .

当人沿自动扶梯向下走时,由于人运动方向与扶梯运行方向相反,人相对地面的速度  $v' = v_{\text{人}} - v_{\text{梯}}$ ,人沿扶梯向下走的时间为

$$t_2 = \frac{s}{v'} = \frac{s}{v_{\text{人}} - v_{\text{梯}}} = \frac{s}{\frac{s}{t_{\text{人}}} - \frac{s}{t_{\text{梯}}}} = \frac{t_{\text{人}} \cdot t_{\text{梯}}}{t_{\text{梯}} - t_{\text{人}}}$$

代入数据,解得人沿运行的自动扶梯向下行走所用时间是  $t_2 = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$ .

**【例 8】** 一个物体沿某一直线运动时,其路程随时间变化的规律如图 1-6 所示. 根据图象说明物体的运动情况.

【解】 通过图象认识和分析物体的运动情况,首先应注意看图象反映的是物体哪一方面的情况.图象的坐标轴所代表的物理量,就是反映这方面情况的.物体运动情况则通过图线的形状和特点反映出来.如图所示图象,横轴表示时间,纵轴表示物体运动路程,这个图象反映的是物体沿某一直线运动时,其路程随时间变化的规律.根据图象我们看到,在  $t=0$  到  $t=1$  s 这段时间内,图线是一条与横轴有一定夹角的直线,表明物体在这段时间内做匀速直线运动.在  $t=0$  到  $t=1$  s 这 1 s 时间内,物体运动路程是 6 m,则这 1 s 时间内,物体运动速度是  $v_1 = \frac{s}{t} = 6$  m/s; 在  $t=1$  s 到  $t=3$  s 这 2 s

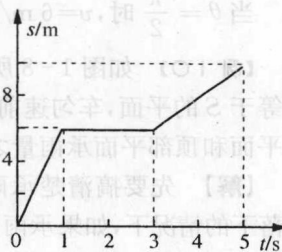


图 1-6

时间内,图线是一条与横轴平行的直线,物体运动路程未发生变化,在这 2 s 时间内,物体处于静止状态;在  $t=3$  s 到  $t=5$  s 这 2 s 时间内,图线仍然是一条与横轴有一定夹角的直线,表明物体在这段时间内继续做匀速直线运动.这 2 s 时间内,物体运动路程是 4 m,则这 2 s 时间内,物体运动速度是  $v_2 = \frac{s}{t} = 2$  m/s.在  $t=0$  到  $t=1$  s 这 1 s 时间内和  $t=3$  s 到  $t=5$  s 这 2 s 时间内,物体运动方向相同.

请读者想一想,如果物体在  $t=5$  s 到  $t=7$  s 这 2 s 时间内处于静止,在接下来的 2 s 时间内向与原来运动相反的方向做匀速直线运动,在 2 s 时间内通过的路程是 2 m,那么这 4 s 时间内物体运动图象该怎样画呢?

【例 9】 如图 1-7(a)所示,某人站在离公路距离为 60 m 的 A 处,他发现公路上有一汽车从 B 处以 10 m/s 的速度沿着公路匀速前进. B 处与人相距 100 m,问此人最少要以多大速度奔跑才能与汽车相遇?

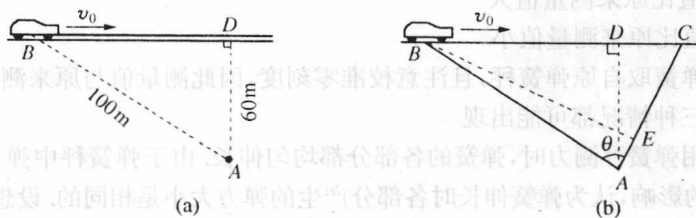


图 1-7

【解】 设人以速度  $v$  从 A 点沿某一方向 AC 奔跑,如图 1-7(b)所示.经过时间  $t$  在 C 点与汽车相遇,AC 与 AB 成  $\theta$  角,  $v = \frac{AC}{t}$ ,虽然 AC、 $t$  均未知,但可以找到它们与已知条件的关系.

过 B 点作直线 BE 垂直于 AC,由三角形 ABC 面积公式可得

$$\frac{1}{2}BC \times AD = \frac{1}{2}AC \times BE, AC = \frac{BC \times AD}{BE}$$

其中  $BC = v_0 t$ ,  $AD = 60$  m,  $BE = AB \sin \theta = 100 \sin \theta$  m,代入得

$$v = \frac{AC}{t} = \frac{v_0 t \times 60}{100 \sin \theta \times t} = \frac{6}{\sin \theta} \text{ m/s.}$$

当  $\theta = \frac{\pi}{2}$  时,  $v = 6 \text{ m/s}$  是所求最小速度.

**【例 10】** 如图 1-8 所示, 车辆顶部是面积为  $S$  的平面, 前方是一个倾角等于  $\alpha$ 、面积也等于  $S$  的平面, 车匀速前进的速度为  $v_1$ . 如果天空竖直落下速度为  $v_2$  的均匀雨滴, 求前方平面和顶部平面承雨量之比.

**【解】** 先要搞清楚承雨量和什么因素有关, 在雨滴匀速竖直落下的情况下, 如果承雨面是水平的, 那么承雨量跟承雨面的面积、承雨时间、雨滴下落速度有关, 与承雨面的水平速度无关. 如果承雨面垂直于地面, 那么承雨量跟承雨面积、承雨时间及承雨面的水平速度有关, 而跟雨滴下落速度无关. 题中前方平面是倾斜的, 可以用分解的方法求出它的等效水平面和等效竖直面.

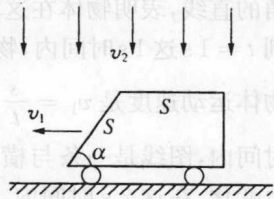


图 1-8

设雨滴面密度(在垂直于雨滴运动方向的单位面积内的雨滴数)为  $n$ , 承雨时间为  $t$ , 前方倾斜面的水平等效面为  $S \cos \alpha$ , 竖直等效面为  $S \sin \alpha$ .

前方平面承雨量  $M_1 = n v_2 t S \cos \alpha + n v_1 t S \sin \alpha$ ,

顶部平面承雨量  $M_2 = n v_2 t S$ ,

$$\text{所以 } \frac{M_1}{M_2} = \frac{n v_2 t S \cos \alpha + n v_1 t S \sin \alpha}{n v_2 t S} = \frac{v_2 \cos \alpha + v_1 \sin \alpha}{v_2}.$$

**【例 11】** 实验室中的一个弹簧秤因弹簧断裂而损坏. 小红看到弹簧断裂处很靠近弹簧的一端, 她就去掉断裂的一小段弹簧, 将剩余较长一段弹簧重新安装好, 并校准了零刻度. 那么用这个修复的弹簧秤测量时, 测量值与原来测量值相比较, 结果是( ).

- (A) 测量值比原来测量值大
- (B) 测量值比原来测量值小
- (C) 由于弹簧取自原弹簧秤, 且注意校准零刻度, 因此测量值与原来测量值一致
- (D) 以上三种情况都可能出现

**【解】** 利用弹簧秤测力时, 弹簧的各部分都均匀伸长. 由于弹簧秤中弹簧很轻, 可忽略弹簧自身重力的影响, 认为弹簧伸长时各部分产生的弹力大小是相同的. 设想将整根弹簧分成等长的  $N$  段, 如果弹簧伸长量为  $L$ , 产生的弹力为  $F$ , 那么弹簧每段伸长量为  $\frac{L}{N}$ , 每一段弹簧产生的弹力大小也是  $F$ . 弹簧剪短后, 仍然分成等长的  $M$  段, 使每段长度和原先相同, 如果弹簧总伸长量仍为  $L$ , 则其每一段的伸长量为  $\frac{L}{M}$ . 因  $M < N$ ,  $\frac{L}{M} > \frac{L}{N}$ , 所以剪短后的弹簧与原来较长的弹簧相比较, 使它们伸长相同的长度  $L$ , 对较短的弹簧的拉力要大于  $F$ . 由以上分析可知, 用修复的弹簧秤测量时, 测量值将小于原来测量值. 本题正确答案应选 B.

**【例 12】** 甲、乙两根弹簧的劲度系数分别为  $k_1$  和  $k_2$ , 且  $k_1 > k_2$ ; 两根弹簧的一端都固定在水平地面上, 另一端各自被重力为  $G$  的物块压着, 平衡时两根弹簧的长度正好相等, 如图 1-9(a) 所示. 若将这两根弹簧并排放在一起, 一端仍固定在地面上, 另一端共同



被重力为  $G$  的物块压着,如图 1-9(b)所示.平衡后,甲弹簧的长度压缩量  $x_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ;乙弹簧的长度压缩量  $x_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ .

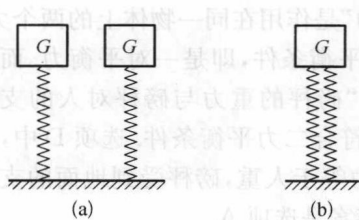


图 1-9

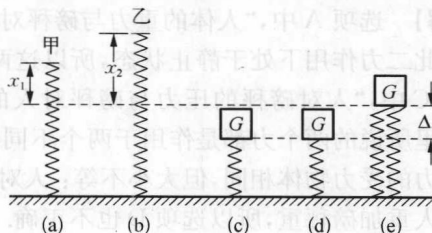


图 1-10

**【解】** 如图 1-10 所示(a)、(b)是甲、乙弹簧的原长,(c)、(d)是分别压上重物  $G$  以后的长度,(e)是两根弹簧共同压上重物  $G$  以后的长度.

比较(a)和(c),可得  $k_1(x_1 + \Delta x) = G$ ;

比较(b)和(d)可得  $k_2(x_2 + \Delta x) = G$ ;

比较(c)、(d)和(e)可得  $(k_1 + k_2)\Delta x = G$ ;

联列以上三式,可解得

$$x_1 = \frac{k_2 G}{k_1(k_1 + k_2)}, \quad x_2 = \frac{k_1 G}{k_2(k_1 + k_2)}.$$

**【例 13】** 下列现象中,不是由于物体具有惯性而造成的现象是( ).

- (A) 行驶中的汽车关闭发动机后还能继续前进一段距离
- (B) 射出枪膛的子弹,仍能在空中飞行
- (C) 从行驶的车上跳下的人,往往要向前摔倒
- (D) 树上熟透的苹果沿竖直方向落到地面上

**【解】** 物体具有保持静止状态或匀速直线运动状态的性质叫做惯性,惯性是物体的固有属性,也就是说任何物体在任何状态下都有保持原来运动状态的性质.

“行驶中的汽车关闭发动机后”虽然失去了牵引力作用,但由于在关闭发动机时汽车处于运动状态,所以关闭发动机后汽车还将要保持原来的运动状态,还要继续前进,只是在前进过程中受到阻力作用才停下来;同理,“射出枪膛的子弹”虽然失去了弹药对它的推动作用,但由于射出枪膛时子弹是运动的,所以它在离开枪膛后将继续保持这种运动状态.这样的事例恰好说明了“汽车”和“子弹”具有惯性.“从行驶的车上跳下的人”离开了车,脚着地后受到阻力停止了运动,但人由于惯性,要保持原来的运动状态,所以失去平衡,要向前摔倒.所以选项 A、B、C 中所述的现象都是由于物体具有惯性所造成的.

“树上熟透的苹果沿竖直方向落下”的原因是由于苹果受到重力的作用,所以这一现象不能说明苹果具有惯性.因此本题的正确答案为 D.

**【例 14】** 某同学静立在磅秤上,下列几对力中,属于彼此平衡的力是( ).

- (A) 人体的重力与磅秤对人的支持力