

破解竞赛奥秘 揭示解题规律

初中科学竞赛 培优教程

修订版

王文军 谢益平 主编



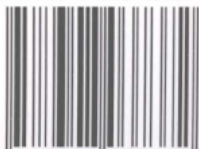
ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

CHUZHONGKEXUE JINGSAI PEIYOU JIAOCHENG

初中各学科竞赛辅导丛书

- * 初中数学竞赛培优教程 (基础知识)
- * 初中数学竞赛培优教程 (专题讲座)
- * 初中数学竞赛培优教程 (全真模拟)
- * 初中物理竞赛培优教程
- * 初中物理竞赛培优教程 (全真模拟)
- * 初中化学竞赛培优教程
- * 初中化学竞赛培优教程 (全真模拟)
- * 初中(自然)科学竞赛培优教程
- * 初中(自然)科学竞赛培优教程 (全真模拟)

ISBN 978-7-308-03737-2



9 787308 037372 >

定价: 26.00 元

初中科学竞赛培优教程

《初中科学竞赛培优教程》编写组

主 编	王文军	谢益平				
副主编	刘伟生	彭光强	沈伟平			
编 委	王文军	叶丽英	叶明先	叶雪梅	朱洪杰	许雪娇
	许祖平	宋桂琴	徐 平	徐晓阳	卢晓军	林海慧
	吕慧卿	刘伟生	李剑忠	张建武	沈伟平	应周武
	官玉和	陈 杰	陈聪梅	周翔成	郑伟金	郑 雪
	黄庆亮	施继红	彭光强	谢益平		

浙 江 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

初中科学竞赛培优教程 / 王文军, 谢益平主编. —
杭州: 浙江大学出版社, 2004. 7(2008 重印)
ISBN 978-7-308-03737-2

I. 初... II. ①王... ②谢... III. 科学—初中—
—教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 063179 号

初中科学竞赛培优教程

主编 王文军 谢益平

责任编辑 杨晓鸣 余健波

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>

<http://www.press.zju.edu.cn>)

电话: 0571—88925592, 88273066 (传真)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 24

字 数 520 千字

版 印 次 2004 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 12 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-03737-2

定 价 26.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

编写说明

科学以其特有的综合性、知识性和趣味性备受学生青睐。尤其是一年一度的科学竞赛吸引了广大学生踊跃参与,也激发了中学生的学习兴趣和学习热情。为了帮助广大科学爱好者更好地学习这门功课,掌握科学的核心内容,把握分析问题和解决问题的规律,我们组织了有丰富竞赛辅导经验的一线教师、命题专家编写了《初中科学竞赛培优教程》和《初中科学竞赛培优教程(全真模拟)》两本竞赛用书。《初中科学竞赛培优教程》和《初中科学竞赛培优教程(全真模拟)》相互补充、互相启发。但它们的内容又相对完备,可以独立使用、灵活取舍。

在编写过程中,以现行教材为依据构建知识体系,并渗透新课程标准的理念,力求体现新课标自主学习、合作探究的思想,着力培养学生自主学习能力、探究能力和创新能力。其中,《初中科学竞赛培优教程》按学科的知识板块和分层递进的原则设计内容和栏目,力求使不同层次的学生都得到启发、有所获益。《初中科学竞赛培优教程(全真模拟)》按竞赛要求,试题设计由浅入深,循序渐进。

由于时间仓促,书中的不足之处敬请广大师生提出宝贵意见。

2005 年 8 月



目 录

上篇：基础知识

第一部分 物质科学

一、运动和力	(1)
二、电和磁	(26)
三、波	(46)
四、能和能源	(60)
五、化学基本知识	(86)
六、元素化合物和计算	(102)
七、化学实验及探究	(128)

第二部分 生命科学

八、丰富多采的生物世界	(152)
九、人与自然	(175)

第三部分 地球、宇宙与空间科学

十、地球在宇宙中的位置	(198)
十一、人类生存的地球	(208)

下篇：综合应用

十二、开放性试题	(224)
十三、图表类试题	(240)
十四、信息迁移题	(254)
十五、实验设计题	(271)
十六、联系实际题	(287)
十七、科学探究题	(302)
十八、综合应用题	(322)

参考答案	(338)
------------	-------



上篇 基础知识

第一部分 物质科学

一、运动和力



【知识网络】

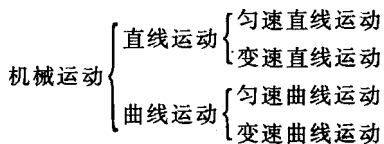
一、运动和速度

1. 运动的描述

自然界的运动有复杂的生命运动,还有物理运动、化学运动,以及最简单的机械运动。物体的运动与物体具有的能有关;能主要的形式有:机械能(动能和势能)、热能、化学能、电能等。

2. 机械运动

物体的空间位置发生变化,自然界所有物体都在不停地做机械运动。在研究机械运动时,常选择一个假定不动的物体作为标准,这个物体叫做参照物。参照物的选取是任意的。但在实际选取参照物时,要使问题简便。通常选择地面或固定在地面上的物体作为参照物。



3. 速度

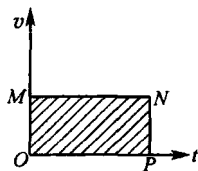
速度是表示物体运动快慢程度的科学量。做匀速直线运动的物体,其速度等于物体在单位时间内通过的路程,速度计算公式为: $v = s/t$

速度大小的比较可以用物体在相同时间内通过的路程多少或用通过相同路程所需时间多少进行比较。

我们还可以利用图象来描述匀速直线运动。

(1) 速度——时间图象

横轴 Ot 表示时间,纵轴 Ov 表示速度。由于匀速直线运动的速度不随时间而改变,所以它的图线是一条平行于时间轴的直线。如图中所示的 MN 。



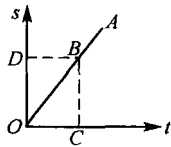


根据速度——时间图象可以求出物体在某段时间内通过的路程。在时间轴上找出时间 P , 过该点作时间轴的垂线 NP , 它与速度图线 MN 交于 N , 所围的长方形面积恰好就是运动物体在这段时间内通过的路程。如右图中斜线所示的面积。这和由公式 $S = vt$ 算出是相符的。

(2) 路程——时间图象

横轴 Ot 表示时间, 纵轴 Os 表示路程。在匀速直线运动中, 路程跟时间成正比, 因此, 路程——时间图象是一条过原点 O 的倾斜直线, 如图所示的 OA 直线。

由路程——时间图象可算出物体的运动速度, 在图线上任取一点 B , 由 B 点分别向时间轴、路程轴上做垂线, 垂足分别为 C 、 D , 用 D 点所对应的路程除以 C 点所对应的时间即可得到物体的运动速度。根据路程——时间图象还可以由时间求路程, 或由路程求时间。还可以利用图象比较两个物体的速度大小。



4. 平均速度

在变速运动中, 将物体运动路程 S 除以所用时间 t 可得物体在这段路程中的快慢程度, 这就是平均速度。平均速度表示物体在某一时间段内或某段路程的运动快慢程度。平均速度只能粗略地描述物体的运动情况。

5. 速度的合成

同一直线上匀速运动的两个速度的合成, 有两种情况, 若两个分运动方向相同, 其合运动的速度就等于两个分运动速度相加。例如小船顺流而下的速度 $v_{\text{顺}} = v_{\text{船对水}} + v_{\text{水对岸}}$ 。若两个分运动方向相反, 其合运动的速度就等于两个分运动速度相减。例如小船逆流而上的速度 $v_{\text{逆}} = v_{\text{船对水}} - v_{\text{水对岸}}$ 。(方向不在同一直线的两匀速运动的速度合成遵循平行四边形法则。)

二、力的测量及图示

1. 力的概念

力是一个物体对另一个物体的作用。物体间力的作用是相互的。说到一个力, 总要涉及两个物体, 一个施力物, 一个受力物。施力物也同时受到受力物的作用。力的作用效果: 力可以使物体发生形变, 力可以使物体运动状态发生改变。力有三要素: 力的大小、方向、作用点。

2. 力的测量

用测力计(实验室里通常用弹簧秤)。

3. 力的图示

力的三要素可用力的图示来表示。力的图示的画法是: “一画作用点, 二定标度再画线, 三画箭头标大小”。

4. 常见的力

(1) 重力 地面附近物体由于地球吸引而受到的力。重力的大小不仅与物体的质量有关, 而且还与物体所在的位置及高度有关。同一物体所受的重力随纬度的增大而增大, 随高度的增大而减少。

(2) 弹力 发生形变的物体, 由于要恢复原状, 对跟它接触的物体会产生力的作用, 这种力叫弹力(推力、拉力、压力、支持力都是弹力)。弹力产生于直接接触且发生弹性形变的物体上, 方向垂直于接触面或沿绳或弹簧方向。在弹性限度内, 弹簧的形变与所受的外力成正比, 即 $F = k \Delta L$ (式中 k 为比例常数, 其意义为弹簧受单位力作用时所发生的形变)。这个规律叫胡克定律。

(3) 摩擦力 两个互相接触的物体, 当它们要发生或正在发生相对运动时, 在接触面上产生的一



种阻碍相对运动的力叫摩擦力。摩擦有静摩擦、滑动摩擦和滚动摩擦。静摩擦力的大小与外力的大小有关,它往往通过力的平衡知识来求得。滑动摩擦力的大小跟接触面的粗糙程度和压力大小有关系。压力越大、接触面越粗糙,滑动摩擦力越大。判断是不是滚动摩擦不能只看物体形状,更要看物体的运动是滑动还是滚动。

5. 力的合成

求两个力的合力叫力的合成。

(1)在同一直线上的两个力的合力 方向相同时的合力为两力的和,方向相反时的合力为两力的差。

(2)不在同一直线上的两个力的合力 遵循平行四边形法则。

三、牛顿第一运动定律、二力平衡

1. 牛顿第一运动定律

一切物体在没有受到外力作用的时候,总保持静止状态或匀速直线运动状态。惯性定律是在经验事实的基础上,通过进一步的推理而概括出来的,因而不能用实验来证明这一定律。惯性定律是在物体不受外力作用时遵循的一条规律。它揭示了力是使物体运动状态发生变化的原因,而不是使物体运动的原因。力与物体是否运动没有直接关系。

2. 惯性

物体保持运动状态不变的性质叫惯性。一切物体(固体、液体和气体)在任何情况下都有惯性。物体惯性的大小与物体所受外力大小和运动速度大小无关,只与它的质量有关,质量越大的物体惯性越大。对于不同物质的物体来说:一般可以认为密度越大的物质惯性越大。惯性是物体本身的属性,惯性不是力。不能把惯性的大小与力的大小进行比较。不能说:“惯性力”、“受到惯性”、“惯性的作用”等。

3. 二力平衡条件

作用在一个物体上的两个力大小相等、方向相反,并在一条直线上(即两个力合力为零)。在平衡力作用下的物体处于匀速直线运动状态或静止状态。

4. 运动和力的关系

当运动物体的运动方向、速度大小有一个发生改变或运动方向和速度大小同时发生改变时,我们说物体的运动状态发生了改变。物体运动状态如何改变是由它所受到的外力决定的。当外力与物体运动方向相同时,物体做加速直线运动;当外力与物体运动方向相反时,物体做减速直线运动;当外力与物体运动方向成某一角度(不等于 0° 或 180°)时,物体作曲线运动;当物体在不受外力或受到平衡力作用时,将保持静止状态或匀速直线运动状态。

四、压强

1. 密度

(1)密度的概念 单位体积的某种物质的质量,叫做这种物质的密度。密度是反映物质特性的科学量,物质都有自己的密度。一般来说,不同物质的密度是不相同的。

(2)密度的公式 $\rho = m/v$ 是密度的定义式而不是决定式。式中的 m 、 v 、 ρ 都是相对于同一种物质的,对同一种物质,密度 ρ 是一定的,跟物体的质量、体积的大小无关。利用公式可得到 $m = \rho v$ 、 $v = m/\rho$ 来计算物体的质量和体积。

(3)密度的单位 在国际单位制中密度的单位是千克/米³。常用的单位有克/厘米³(即克/毫升),



1 克/厘米³ = 10³ 千克/米³。

(4)密度的计算 物质混合后的平均密度应为物体的总质量与总体积的比值。

(5)密度大小的变化 同种物质在温度、状态、溶液的质量分数等变化时密度也通常发生改变。

2. 压强

(1)压强的概念 垂直作用在物体表面上的力叫压力。压力是由于两个相互接触的物体相互挤压而产生的。压力的方向总是垂直于接触面。物体单位面积上受到的压力叫做压强。压强是描述压力作用效果大小的科学量。压强的计算公式是 $P = \frac{F}{S}$ 。压强的单位是帕斯卡。1 帕斯卡 = 1 牛顿/米²。实际应用中,根据具体情况用改变压力或受力面积的方法来增大或减小压强。

(2)液体的压强 由于重力作用液体对容器底部和侧壁都有压强,液体内部向各个方向都有压强,压强随深度的增大而增大,但在同一深度,液体向各个方向的压强都相等。液体压强的计算公式 $P = \rho gh$,式中 ρ 为液体的密度,某点的深度 h 是指该点到液体自由表面的竖直距离。

(3)连通器原理 连通器里如果只有一种液体,在液体不流动的情况下,各容器中液面总保持相平。

(4)大气压强 空气,也像液体一样,受到重力的作用,而且能流动,因而空气内部向各个方向都有压强,大气对浸在它里面的物体的压强叫做大气压强。大气压的值可利用托里拆利实验测出。马德堡半球实验验证了大气压的存在。大气压的值与高度及天气的变化有关。在海拔 2000 米以内,每升高 12 米,大气压降低 1mmHg,即 133 帕。通常把 760mmHg 的大气压叫做标准大气压。1 标准大气压 = 1.01×10^5 帕斯卡。液体的沸点和气体的液化温度均随着压强的增大而升高,随着压强的减小而降低。

五、浮力、流体压强与流速的定性关系

1. 浮力的概念

浸在液体中的物体,受到液体给它向上的托力叫浮力。浮力的方向总是竖直向上的。浮力是由于浸在液体中的物体受到向上和向下的压力差产生的。

2. 浮力的计算方法

(1)视重法: $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}} - G_{\text{视}}$ ($G_{\text{视}}$ 为物体浸在液体中弹簧秤的读数)

(2)阿基米德定律: $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$

(3)压力差法: $F_{\text{浮}} = F_{\text{下}} - F_{\text{上}}$

(4)平衡条件法:漂浮或悬浮时 $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$

3. 物体的浮沉条件

浸没在液体中的物体,①当 $F_{\text{浮}} > G_{\text{物}}$ 时,物体上浮;②当 $F_{\text{浮}} < G_{\text{物}}$ 时,物体下沉;③当 $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$ 时,物体悬浮。对于均匀的实心物体,也可用密度来判定:①当 $\rho_{\text{液}} > \rho_{\text{物}}$ 时,物体上浮;②当 $\rho_{\text{液}} < \rho_{\text{物}}$ 时,物体下沉;③当 $\rho_{\text{液}} = \rho_{\text{物}}$ 时,物体悬浮。漂浮在液面上的物体, $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$ 。因为 $V_{\text{排}} < V_{\text{物}}$,所以对于均匀实心物体有 $\rho_{\text{液}} > \rho_{\text{物}}$ 。上述的密度 ρ 均为物体的平均密度。

4. 流体压强与流速的定性关系

流体(液体、气体)的流速越大压强越小。如足球运动中的香蕉球,乒乓球运动中的上旋球、下旋球等。



【热点搜索】



程、时间和追赶问题的计算,因为这些问题不仅体现重视考生的能力,还有一定的开放性;考查力的概念、力的图示和力的测量;考查力的作用效果、力和运动的关系分析;考查二力平衡和二力平衡的计算与应用;考查惯性和惯性现象的解释;考查静摩擦、滑动摩擦和滚动摩擦的区分和摩擦力大小和方向的确定;考查对密度概念的理解掌握情况;考查压强公式的运用情况;考查对液体压强的等效分析;考查大气压随高度的变化规律;考查物体沉浮条件的运用;考查对浮力、压力的综合运用情况;考查对密度、沉浮条件的综合运用情况;考查对液体压强、大气压强的综合运用情况;考查对压强、浮力的综合运用情况。



【例题精析】

例 1 有甲、乙、丙三辆大客车并排在平直公路上行驶,在甲车上有一位乘客在观察乙、丙两车的运动情况,试分析这位乘客观察到的乙、丙两车的运动可能有的情况(要求写出三种以上)_____。

思路点拨 题目中已知三辆车并排在平直公路上行驶,即三车间保持相对静止。而题中未说明甲车上的乘客相对于甲车的运动状态,因此要全面分析。可能有三种情况:静止、向车头方向运动、向车尾方向运动,由此而导致该乘客观察到乙、丙两车的几种不同的运动情况:

- (1)当乘客相对于甲车静止时,由于三车间相对静止,因此他观察到乙、丙两车是静止的;
- (2)当乘客在甲车上由车尾向车头方向匀速运动时,他观察到乙、丙两车以相同的速度向乘客运动的反方向匀速运动;
- (3)当乘客在甲车上由车头向车尾方向匀速运动时,他观察到乙、丙两车以相同的速度向乘客运动的反方向匀速运动。

答案 见思路点拨。

例 2 一辆汽车在平直的公路上行驶。汽车通过前一半路程的速度为 v_1 ,通过后一半路程的速度为 v_2 ,求汽车在整个行驶过程中的平均速度。

思路点拨 求平均速度时,一定要用总路程去除以总时间。平均速度不等于速度的平均值。

设汽车通过的总路程为 $2s$,则前一半路程为 s ,对应行驶时间 t_1 ,后一半路程为 s ,对应行驶时间 t_2 ,则:

$$v = s/T = 2s/(t_1 + t_2) = 2s/(s/v_1 + s/v_2) = 2v_1v_2/(v_1 + v_2)$$

答案 $2v_1v_2/(v_1 + v_2)$

例 3 往返于上海和北京之间的 K21 次、K22 次特快列车运行时刻表如下:

		北京	济南	蚌埠	上海
K21 次	到站时间	—	21:58	3:18	8:00
	发车时间	17:01	22:08	3:28	—
K22 次	到站时间	10:49	5:41	0:22	—
	发车时间	—	5:51	0:32	19:41

自上海到北京铁路线长 1462 千米,这两次列车每天各发一列车。请你根据列车运行时刻表回答

⑤



下列问题:

(1) K21 次、K22 次两列车哪一列是由上海开往北京的? 两列车的全程运行时间各是多少, 相差多少?

(2) K21 次列车全程行驶的平均速度(不包括列车中途停站时间)为多少千米/分?

(3) 根据列车运行时刻估算(考虑中途停站), 两次列车大约在何时相遇? 相遇地点距上海大约多远?

思路点拨 (1) K22 次列车是由上海开往北京的。K21 次全程运行时间为 14 小时 59 分钟; K22 次全程运行时间为 15 小时 08 分钟, K21 次全程运行时间比 K22 次少 9 分钟。

(2) K21 次途中停站 20 分钟, 则行驶时间为 $t'_{21} = 879$ 分, 列车行驶的平均速度为

$$v_{21} = \frac{S}{t_{21}} = \frac{1462 \text{ 千米}}{879 \text{ 分}} = 1.663 \text{ 千米/分}$$

(3) K21 次列车全程运行(包括行驶及停站)的平均速度为

$$v_{21} = \frac{S}{t_{21}} = \frac{1462 \text{ 千米}}{899 \text{ 分}} = 1.626 \text{ 千米/分}$$

K22 次列车全程运行的平均速度为

$$v_{22} = \frac{S}{t_{22}} = \frac{1462}{908 \text{ 分}} = 1.610 \text{ 千米/分}$$

K21 次列车发车 2 小时 40 分钟后, K22 次列车才发车, 这段时间内 K21 次列车已行驶距离为

$$S_1 = v_{21} \cdot \Delta t_1 = 1.626 \text{ 千米/分} \times 160 \text{ 分} = 260.2 \text{ 千米}$$

K22 次列车发车时, 两列车相距 $S_2 = S - S_1 = 1462 \text{ 千米} - 260.2 \text{ 千米} = 1201.8 \text{ 千米}$ 。

K22 次列车发车后运行了 Δt_2 时两列车相遇, 则

$$\Delta t_2 = \frac{S_2}{v_{21} + v_{22}} = \frac{1201.8 \text{ 千米}}{1.626 \text{ 千米/分} + 1.610 \text{ 千米/分}} \approx 371 \text{ 分}$$

两列车在 K22 次列车发车后 371 分钟, 即 6 小时 11 分钟后相遇, 此时大约是凌晨 1 点 52 分。

两列车相遇地点距上海的路程, 即在 Δt_2 时间内 K22 次列车运行的路程为

$$S'_{22} = v_{22} \cdot \Delta t_2 = 1.610 \text{ 千米/分} \times 371 \text{ 分} \approx 597 \text{ 千米}$$

答案 (1) K21 次全程运行时间比 K22 次少 9 分钟 (2) 1.663 千米/分 (3) 两列车在 K22 次列车发车后 371 分钟, 即 6 小时 11 分钟后相遇, 此时大约是凌晨 1 点 52 分, 两列车相遇地点距上海 597 千米。

例 4 某船在静水中航速为 36 千米/小时, 船在河中逆流而上, 经过一座桥时, 船上的一只木箱不慎被碰落水中, 经过两分钟, 船上的人才发现, 立即调转船头追赶, 在距桥 600 米处追上木箱, 则水的流速是多少?

思路点拨 在研究机械运动时, 通常选地面或固定在地面上的物体为参照物。但参照物的选取是任意的。我们要选择合适的参照物, 使问题简单化。本题有两种解法, 一种选地面为参照物, 容易理解, 但十分繁琐。一种选河水为参照物, 比较简便。

解法一: 以地面为参照物。设船速为 $v_{\text{船}}$, 水的流速为 $v_{\text{水}}$, 船逆流而上的时间 $t_1 = 2 \text{ 分} = 120 \text{ 秒}$ 。船调转船头顺流而下的时间为 t_2 。船逆流而上对地的速度为 $v_{\text{船}} - v_{\text{水}}$, 顺流而下对地的速度为 $v_{\text{船}} + v_{\text{水}}$ 。木箱顺水而下的速度与车速相同, 根据路程的等量关系: 船顺流而下的路程减去船逆流而上的路程, 即为木箱在这段时间通过的路程。即:

$$\begin{aligned} & (v_{\text{船}} + v_{\text{水}})t_2 - (v_{\text{船}} - v_{\text{水}})t_1 \\ & = v_{\text{水}}(t_1 + t_2) \end{aligned}$$

化简后得到



$$v_{\text{船}} t_2 = v_{\text{船}} t_1$$

$$\therefore t_2 = t_1 = 120 \text{ 秒}$$

$$\therefore v_{\text{水}}(t_1 + t_2) = 600 \text{ 米}$$

$$\therefore v_{\text{水}} = 2.5 \text{ 米/秒}$$

解法二:以河水为参照物(河水静止),木箱落入水中保持静止状态。船逆流和顺流时相对于河水的速度都为 $v_{\text{船}}$,因此,船追赶木箱的时间和自木箱落水到发觉的时间相等,等于 2 分钟即 120 秒。所以木箱落入水中漂流时间为 120 秒 + 120 秒 = 240 秒,漂流距离为 600 米。

故木箱漂流速度即水的流速: $v = s/t = 600 \text{ 米}/240 \text{ 秒} = 2.5 \text{ 米/秒}$

答案 2.5 米/秒。

例 5 物体 A 重 $G_A = 10 \text{ 牛}$,物体 B 重 $G_B = 30 \text{ 牛}$,现用水平推力 $F = 100 \text{ 牛}$ 将它们压在竖直墙壁上静止。如右图所示,求 A、B 所受各力。

思路点拨 A、B 由于受重力作用有下落趋势,但推力 F 因沿水平方向,并不能起到克服重力阻止下落的作用,真正起到这一作用的是静摩擦力。

由于 A、B 均静止,可知它们所受的外力的合力一定为零,所以只要分别以 A、B 为研究对象用隔离法进行受力分析,根据它们所受的外力的关系和已知力即可求出各力。

以 A 为研究对象,受力有重力 G_A 、水平推力 F 、B 给的弹力 N ,因相对于 B 有下落趋势所以还受 B 作用在 A 右表面的竖直向上的静摩擦力 f_1 。

因为 A 静止,所以所受这几个力的合力应为零。

因此静摩擦力 $f_1 = G_A = 10 \text{ 牛}$,方向竖直向上,弹力 $N_1 = F = 100 \text{ 牛}$,方向水平向左。

以 B 为研究对象,除受重力 G_B 外, A 给 B 的左表面以向右的压力 N_1' ,向下的静摩擦力 f_1' ,另外还要受到墙壁给的向左的压力 N_2 和竖直向上的静摩擦力 f_2 。

由于 N_1' 与 N_1 、 f_1' 与 f_1 都是作用力与反作用力的关系:

A 给 B 的压力 $N' = N_1 = 100 \text{ 牛}$,方向水平向右,

A 给 B 的静摩擦力 $f_1' = f_1 = 10 \text{ 牛}$,方向竖直向下

因为 B 静止,合力为零。

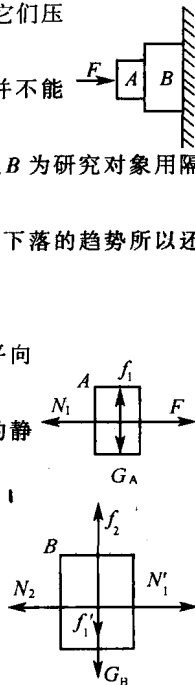
所以墙壁给的压力 $N_2 = N_1' = 100 \text{ 牛}$,方向水平向左;

墙壁给的静摩擦力 $f_2 = f_1' + G_B = 10 \text{ 牛} + 30 \text{ 牛} = 40 \text{ 牛}$,方向竖直向上。

答案 A 所受各力: $f_1 = G_A = 10 \text{ 牛}$, $N_1 = F = 100 \text{ 牛}$,方向如图所示; B 所受各力: $N_2 = N_1' = 100 \text{ 牛}$, $f_2 = 40 \text{ 牛}$, $f_1' = 10 \text{ 牛}$, $G_B = 30 \text{ 牛}$,方向如图所示。

例 6 拔河比赛胜负决定于拉力的大小吗? 请你分析拔河比赛取胜的原因。

思路点拨 力的作用是相互的。当物体甲给物体乙一个作用力时,物体乙必然同时给物体甲一个反作用力,作用力与反作用力大小相等,方向相反,且在同一直线上。对于拔河的两个队,甲对乙施加了多大拉力,乙对甲也同时产生一样大小的拉力。可见,双方之间的拉力并不是决定胜负的因素。对拔河的两队进行受力分析就可以知道,只要所受的拉力小于与地面的最大静摩擦力,就不会被拉动。因此,增大与地面的摩擦力就成了胜负的关键。首先,穿上鞋底有凹凸花纹的鞋子,能够增大摩擦系数,使摩擦力增大;还有就是队员的体重越重,对地面的压力越大,摩擦力也会增大。大人和小孩



拔河时,大人很容易获胜,关键就是由于大人的体重比小孩大。

另外,在拔河比赛中,胜负在很大程度上还取决于人们的技巧,如身体姿态、齐心协力等。

答案 见思路点拨。

例7 一个实心圆球分为内外两层。内层由甲物质组成,外层由乙物质组成,且内层半径 r 是外层半径 R 的 $1/3$,内层质量是外层质量的 $1/2$,那么,甲、乙两种物质的密度之比是_____。

思路点拨 该题要运用密度的公式进行推理。

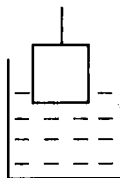
设外层质量为 m_Z ,则内层质量 $m_{甲} = \frac{1}{2} m_Z$,内层甲物质的体积 $V_{甲} = \frac{4}{3} \pi r^3$,外层乙物质的体积

$$V_Z = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3) = \frac{4}{3} \pi [(3r)^3 - r^3] = \frac{4}{3} \pi \times 26r^3,$$

$$\text{则 } \rho_{甲} = \frac{m_{甲}}{V_{甲}} = \frac{\frac{1}{2} m_Z}{\frac{4}{3} \pi r^3}, \quad \rho_Z = \frac{m_Z}{V_Z} = \frac{m_Z}{\frac{4}{3} \pi \cdot 26r^3}, \text{ 故 } \rho_{甲}/\rho_Z = 13:1$$

答案 $\rho_{甲}/\rho_Z = 13:1$

例8 如图所示,有一圆柱形容器和一足够长的圆柱形金属块,其横截面积 $S_{容}:S_{柱} = 3:1$,容器中盛有水,金属块吊在一根细线下,现将金属块慢慢放入水中,问:(1)若圆柱形金属块浸入水中深度到15厘米的过程中,容器底部受到水的压强增大多少?(2)若绳子从金属块底刚好接触水面到向下放下15厘米时,容器底部受到水的压强增大多少?



思路点拨 (1)金属浸入水中深度 $h = 15$ 厘米时,设水面上升了 Δh ,则有: $(S_{容} - S_{柱}) \cdot \Delta h = S_{柱} \cdot (h - \Delta h)$

解得: $\Delta h = 5$ 厘米。

容器底部受到的水的压强增大 $\Delta P = \rho g \Delta h = 1.0 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 \times 9.8 \text{ 牛/千克} \times 5 \times 10^{-2} \text{ 米} = 490 \text{ 帕}$ 。

(2)金属块向下放了 $h' = 15$ 厘米时,设水面上

升了 $\Delta h'$,则有 $(S_{容} - S_{柱}) \cdot \Delta h' = S_{柱} \cdot h'$,

解得: $\Delta h' = 7.5$ 厘米。

容器底部受到水的压强增大了 $\Delta P' = \rho g \Delta h' = 1.0 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 \times 9.8 \text{ 牛/千克} \times 7.5 \times 10^{-2} \text{ 米} = 735 \text{ 帕}$ 。

答案 (1)490 帕(2)735 帕。

例9 一圆筒形容器内装有水、圆筒内横截面积为 100 厘米^2 ,现将混有石块的冰块放入筒内水中,正好悬浮在水中,此时发现筒内水面上升6厘米;当冰全部溶化后,发现水面又下降0.56厘米。设冰的密度为 $0.9 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3$,则石块的密度为_____。

思路点拨 该题要运用密度的公式进行求解。石块质量和体积的计算又要运用物体的悬浮条件和冰化成水质量不变等知识。

混有石块的冰块悬浮在水中, $V_{排} = 600 \text{ cm}^3$, $V_{石} + V_{冰} = 600 \text{ cm}^3$

$$G_{总} = F_{浮}$$

$$\text{即 } (m_{冰} + m_{石})g = \rho_{水} g V_{排}$$

$$\text{所以 } m_{冰} + m_{石} = \rho_{水} V_{排} = 1 \text{ g/cm}^3 \times 600 \text{ cm}^3 = 600 \text{ g}$$

冰全部溶化后,水面下降0.56cm,也即体积减少 56 cm^3 ,根据冰熔化成水质量不变,则:



$$\frac{m_{\text{冰}}}{\rho_{\text{冰}}} - \frac{m_{\text{冰}}}{\rho_{\text{水}}} = 56\text{cm}^3$$

$$\text{解得: } m_{\text{冰}} = 504\text{g}, V_{\text{冰}} = \frac{m_{\text{冰}}}{\rho_{\text{冰}}} = \frac{504\text{g}}{0.9\text{g/cm}^3} = 560\text{cm}^3$$

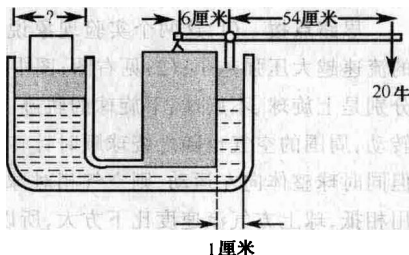
$$\text{因此 } V_{\text{石}} = V_{\text{总}} - V_{\text{冰}} = 600\text{cm}^3 - 560\text{cm}^3 = 40\text{cm}^3$$

$$m_{\text{石}} = (m_{\text{冰}} + m_{\text{石}}) - m_{\text{冰}} = 600\text{g} - 504\text{g} = 96\text{g}$$

$$\text{故 } \rho_{\text{石}} = \frac{m_{\text{石}}}{V_{\text{石}}} = \frac{96\text{g}}{40\text{cm}^3} = 2.4\text{g/cm}^3 = 2.4 \times 10^3\text{kg/m}^3$$

答案 $2.4 \times 10^3\text{kg/m}^3$ 。

例 10 汽车更换轮胎时需要把车轴抬起来,这时可以使用“油压千斤顶”。右图是油压千斤顶的原理图。向下按动手柄,圆柱形小活塞把小油缸中的机油压向大油缸。大油缸中的油量增多,把圆柱形大活塞向上推,带着上面的重物上升。实验表明,加在密闭液体上的压强,能够按照原来的大小向各个方向传递(这个规律叫做帕斯卡定律)。现在有一个油压千斤顶,有关尺寸如图所示。如果希望在手柄上用 20 牛顿的力向下压时就能在大活塞上举起 1 吨的重物,大活塞的直径至少是多少?



思路点拨 $L_1 = 0.6\text{m}$, $L_2 = 0.06\text{m}$, $F_1 = 20\text{N}$ 因为 $F_1 L_1 = F_2 L_2$

$$\text{所以 } F_2 = \frac{F_1 L_1}{L_2} = \frac{20\text{N} \times 0.6\text{m}}{0.06\text{m}} = 200\text{N}$$

$$\text{小活塞对液体的压强 } P_{\text{小}} = \frac{F_2}{S_{\text{小}}}$$

液体对大活塞的压强与大活塞对液体的压强相等,即 $P_{\text{大}} = \frac{F_{\text{大}}}{S_{\text{大}}} = \frac{mg}{S_{\text{大}}}$

$$\text{根据帕斯卡定律: } P_{\text{小}} = P_{\text{大}}, \frac{F_2}{S_{\text{小}}} = \frac{mg}{S_{\text{大}}},$$

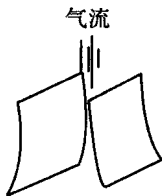
$$\text{即 } \frac{S_{\text{大}}}{S_{\text{小}}} = \frac{mg}{F_2}, \frac{d_{\text{大}}^2}{d_{\text{小}}^2} = \frac{mg}{F_2} = \frac{10^3\text{kg} \times 9.8\text{N/kg}}{200\text{N}}$$

解得 $d_{\text{大}} = 7\text{cm}$

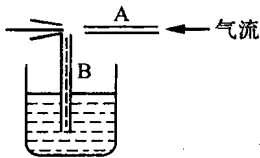
答案 7cm

例 11 回答下面三个问题。

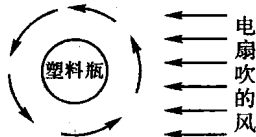
(1) 图中的两个实验现象说明气体的压强与什么因素有关? 有什么关系?



甲



乙



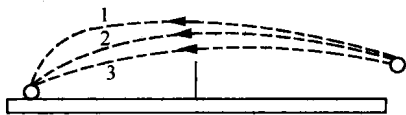
丙

甲: 下垂的两张纸, 向中间吹气, 这两张纸互相靠拢。

乙:向饮料管 A 吹气,饮料管 B 中的液体会上升并从管口喷出。

(2)如图丙,用细线吊起一个空的饮料瓶,用手转动饮料瓶,使它绕对轴线旋转,转动的饮料瓶带动四周的空气绕它旋转,如果这时用电扇向它吹风,由于瓶的转动,它两侧的风速将不一样。按照第(1)小题中发现的规律,旋转着的饮料瓶应当向哪个方向移动?请在图中标出。

(3)乒乓球前进过程中由于不同的旋转方向会沿不同的径迹运动,运动员用三种不同的击球方法把乒乓球击出,请判断。右图中的 1,2,3 三条的径迹哪一种为上旋球(图中沿逆时针方向旋转)的、哪一种为下旋球(图中沿顺时针方向旋转)和不转球的。说明你为什么认为上旋球应该沿着你所选的径迹运动。



思路点拨 (1)这两个实验现象说明气体的压强与气体的流速有关,气体的

流速越大压强越小;(2)见右图;图中大箭头表示饮料瓶移动方向。(3)1、2、3

分别是上旋球、不旋球、下旋球的轨迹。对于上旋球(轨迹 1),由于球的逆时针

转动,周围的空气也随之绕球顺时针转动,球上方的空气相对球随之向右运动,

但同时球整体向左运动,则空气相对球向右运动,空气相对于球的两种运动作

用相抵,球上方气流速度比下方大,所以上方压强小,因此,球受到向上的压力,相当于重力变小,故弧

线升的更高。



(俯视图)

答案 见思路点拨。

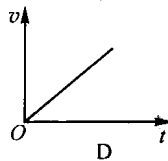
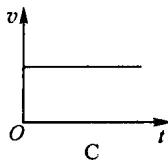
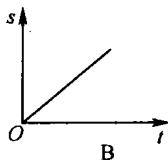
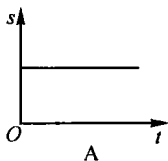


【能力训练】

A 组

1.两辆汽车同时同地向东行驶,甲车的速度为 10 米/秒,乙车的速度为 12 米/秒,若以甲车为参照物,乙车以 _____ 米/秒的速度向 _____ 运动;若以乙车为参照物,甲车以 _____ 米/秒的速度向 _____ 运动,经 1 分钟两车相距 _____ 米。

2.用图象表示物体的运动规律,下列各图中表示同一运动规律的图是 _____。



3.人用手抓住绳子将水桶提起,手受到向下的拉力,这个力的施力物体是()

- (A)水桶 (B)地球 (C)绳子 (D)手

4.在沿一段平直铁路匀速行驶的列车车厢中,有位乘客偶然看到他头顶的正上方顶棚上有一滴水即将落下,这滴水将会落在乘客的()

- (A)后面 (B)前面 (C)旁边 (D)头上

5.下列有关摩擦力的说法正确的是()

- (A)用手推桌子、桌子不动,说明桌子受到摩擦力的作用



(B)铅笔在转笔刀中转动时产生的摩擦力为滚动摩擦

(C)踩自行车时,自行车后轮受到地面的摩擦力方向向前

(D)用手直握一个瓶子,手握得越紧,摩擦力一定越大

6.一竖直悬挂的磁性黑板上,吸着一块磁铁,磁铁静止不动,则下列四对力中,属于平衡力的是()

(A)黑板对磁铁的吸引力与磁铁对黑板的吸引力

(B)黑板对磁铁的吸引力与黑板对磁铁的摩擦力

(C)磁铁对黑板的吸引力与磁铁的重力

(D)磁铁的重力与黑板对磁铁的摩擦力

7.一物体随传送带一起水平匀速向右移动,下列说法正确的是()

(A)物体不受摩擦力

(B)物体受水平向右的摩擦力

(C)物体受水平向左的摩擦力

(D)上述说法都不对

8.物体在二平衡力的作用下,处于匀速直线运动状态,若其中一个力突然消失,则()

(A)物体将立即停止运动

(B)物体仍做匀速直线运动

(C)物体一定改变运动方向

(D)以上说法均不对

9.一艘宇宙飞船关闭发动机后在大气层外绕地球飞行,飞船内可能出现的现象是()

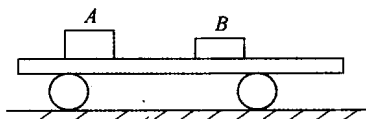
(A)物体的质量消失

(B)物体自由下落的速度变快

(C)不能用天平测物体的质量

(D)水滴呈球形漂浮在空气中

10.质量分别是 M 、 m 的两个物体 A 和 B ($M > m$),将它们分别放在水平且光滑的很长的车板上,如图所示,车以速度 v 匀速向右运动,当车突然停止运动,则()



(A)两物体都静止

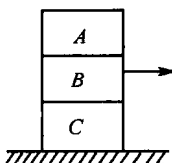
(B) B 物体运动得快, A 物体运动得慢, B 将撞上 A

(C) B 物体运动得慢, A 物体运动得快,两物体距离加大

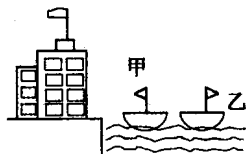
(D)两物体都以原来的速度 v 水平方向向右运动,它们之间距离保持不变

11.某工厂每天早晨都派小车按时接总工程师上班。有一天,总工程师为了早些到工厂,比平日提前 1 小时出发步行去工厂。走了一段时间后,遇到来接他的小车才上车继续前进。进入工厂大门后,他发现只比平时早到 10 分钟。问总工程师在路上步行了多长时间才遇到来接他的汽车?设人和汽车都做匀速直线运动。

12.如图所示,三个物体叠放着,当作用在 B 物体上的水平力 $F = 2\text{N}$ 时,三个物体均静止,则物体 A 与 B 之间的摩擦力大小为 _____ N , B 与 C 之间的摩擦力大小为 _____ N , C 与地面之间的摩擦力大小为 _____ N 。



第 12 题图



第 13 题图

13.请根据右图所示信息,判断甲、乙两船的运动情况()

(A)甲船可能向右运动,乙船可能静止