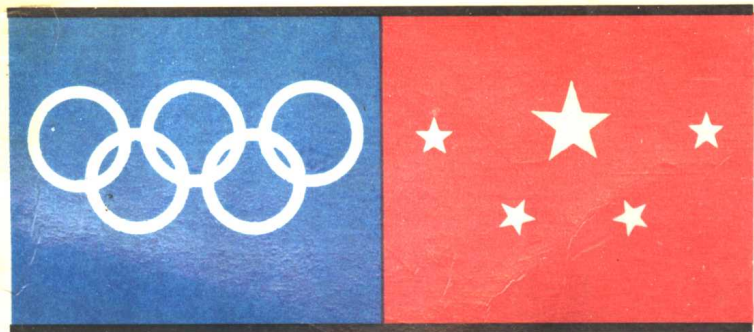


中学奥林匹克丛书
全国竞赛

中学物理·高中分册·
奥林匹克 全国竞赛

基础教程及应试指导

主编 王云方



光明日报出版社

中学物理 奥林匹克
全国竞赛 基础教程及
应试指导

(高中分册)

主 编	编	王云方	
	著	王云方	冯慈官
		杨惟文	吴世辰
		李启善	唐树德

光明日报出版社

(京)新登字101号

中学物理奥林匹克全国竞赛
基础教程及应试指导
(高中分册)

☆

光明日报出版社出版发行

(北京永安路106号)

邮政编码: 100050

电话: 3017733-225

新华书店北京发行所经销

北京通县向阳印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张 15 字数 330 千字

1992年5月第1版 1992年5月第一次印刷

印数: 1—10000册

ISBN7-80091-236-1/G·500

定 价: 6.50元

中学奥林匹克竞赛基础教程及
全国竞赛

应试指导丛书

顾问 苏步青

主编 刘鸿坤

编委 (以姓氏笔画为序)

王云方 邓小飞

刘鸿坤 陆 禾

张东之 杨惠娟

呼智陶 黄儒兰

目 录

第一章 运动和力

第一节 矢量运算的初步知识	(1)
知识要点	(1)
例题解析	(6)
习题精选	(9)
参考答案及提示	(11)
第二节 运动学	(12)
知识要点	(12)
例题解析	(21)
习题精选	(40)
参考答案及提示	(49)
第三节 静力学	(55)
知识要点	(55)
例题解析	(60)
习题精选	(72)
参考答案及提示	(75)
第四节 牛顿运动定律	(76)
知识要点	(76)
例题解析	(81)
习题精选	(103)

参考答案及提示	(110)
---------------	-------

第二章 动量和能量

第一节 动量	(113)
--------------	-------

知识要点	(113)
------------	-------

例题解析	(117)
------------	-------

习题精选	(128)
------------	-------

参考答案及提示	(131)
---------------	-------

第二节 机械能	(132)
---------------	-------

知识要点	(132)
------------	-------

例题解析	(142)
------------	-------

习题精选	(172)
------------	-------

参考答案及提示	(178)
---------------	-------

第三章 机械振动和机械波

知识要点	(181)
------------	-------

例题解析	(190)
------------	-------

习题精选	(206)
------------	-------

参考答案及提示	(213)
---------------	-------

第四章 热 学

知识要点	(220)
------------	-------

例题解析	(240)
------------	-------

习题精选	(264)
------------	-------

参考答案及提示	(267)
---------------	-------

第五章 静 电 场

知识要点	(268)
------------	-------

例题解析	(278)
------------	-------

习题精选	(297)
------------	-------

参考答案及提示	(306)
---------------	-------

第六章 电流定律

第一节 稳恒电流	(311)
知识要点	(311)
例题解析	(320)
习题精选	(344)
参考答案及提示	(350)
第二节 物质的导电性	(355)
知识要点	(355)
例题解析	(366)
习题精选	(371)
参考答案及提示	(373)

第七章 磁 场

知识要点	(375)
例题解析	(382)
习题精选	(400)
参考答案及提示	(408)

第八章 电磁感应

知识要点	(411)
例题解析	(417)
习题精选	(431)
参考答案及提示	(439)

第九章 几何光学

知识要点	(441)
例题解析	(447)
习题精选	(467)
参考答案及提示	(469)

第一章 运动和力

第一节 矢量运算的初步知识

〔知识要点〕

一、矢量

(一) 概念: 既有大小又有方向的量, 统称为矢量。

(二) 矢量的表示

1. 矢量用黑体字母表示, 如力用 F , 速度用 v (书写用 \vec{F} , \vec{v}) 一般用同一字母的白体表示矢量的大小, 如 F 、 v 。

2. 矢量的图示 矢量可以用一根带箭头的线段表示, 线段按一定标度画出, 线段的长度表示矢量的大小, 箭头表示矢量的方向。

(三) 两个同类矢量相等的含义是大小相等, 而且方向相同。

(四) 两个大小相等、方向相反的矢量 v_{AB} 与 v_{BA} , 它们的关系可写成 $v_{AB} = -v_{BA}$ 。

二、平行四边形法则(或三角形法则)是矢量加、减运算的普遍法则

(一) 矢量相加

1. 矢量相加表达式 $F = F_1 + F_2$ 矢量加法服从交换定律 $F_1 + F_2 = F_2 + F_1$

2. 平行四边形法则

图1(a)所示是用平行四边形法则求已知矢量 F_1 与 F_2 的合矢量 F 的情况。

3. 三角形法则

根据平行四边形对边平行而且相等的性质，平行四边形变成三角形，如图1(b)所示。这叫三角形法则。

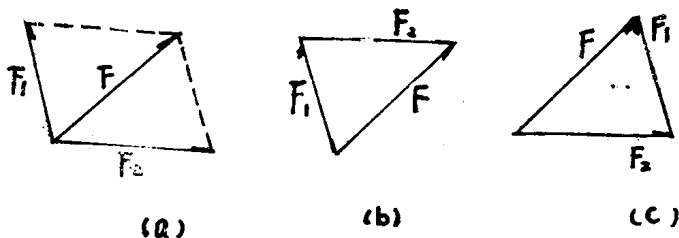


图 1

矢量相加用三角形法则的步骤：将 F_1 、 F_2 的首尾相接， F 就是从 F_1 的尾画到 F_2 的头的矢量。或者如图1(c)所示那样，结果是一样的。

三角形法则由平行四边形法则演变而来，但运用起来比较简便。

4. 多个矢量相加

求如图2(a)所示的四个矢量的和，我们用三角形法则先求其中任意两个的矢量和，再与第三个矢量相加，依此类推。这种过程如图2(b)所示。显然，图2(b)中 R_1 、 R_2 并不需要画出，只需把各矢量一个一个地首尾相接，合矢量 F 就是从第一个矢量的尾画到最后一个矢量的头的有向线段，如图2(c)所示。另外，结果与各已知矢量的先后次序无关。

(二) 矢量相减

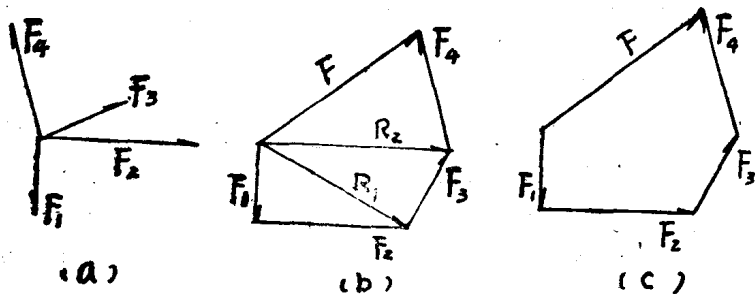


图 2

矢量减法是矢量加法的逆运算。若图1(a)中的 F 、 F_1 为已知矢量，求 F_2 。那么根据原来的关系 $F = F_1 + F_2$ ，可以知道 $F_2 = F - F_1$ 。

用三角形法则进行矢量相减的步骤：如图1(b)所示，把 F 与 F_1 的尾相连， F_2 就是从减矢量 F_1 的头画到被减矢量 F 的头的矢量。

(三) 矢量的加、减运算，首先根据平行四边形法则或三角形法则进行图解，然后测量待求矢量的大小和方向，或者用三角知识求得。

三、同一直线上的矢量的运算

(一) 图解法

仍然可以利用三角形法则的解题步骤进行。为清楚起见，把两个重叠的矢量稍微分开一些。图3表示 $(F_1 + F_2)$ 或 $(F - F_1)$ 的图解情况。

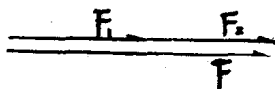


图 3

若求 $(F_1 + F_2)$ ，步骤是将 F_1 、 F_2 头尾相接，合矢量 F 就是从 F_1 的尾画到 F_2 的尾的有向线段。

若求 $(F-F_1)$ ，步骤是将 F 与 F_1 的尾相接，矢量差 F_2 就是从 F_1 的头画到被减矢量 F 的头的有向线段。

(二) 解析法

在同一直线上的矢量，其方向只有两个，因此，可以用正、负两个符号表示这两个方向，这样一来，矢量就可以用带正、负号的数值来表示，字母用白体。

如图4所示， F_1 与 F_2 的大小分别为6牛与10牛。 F_1 的方向与选定的正方向相同，所以用 $F_1=10$ 牛表示。 F_2 的方向与选定的正方向相反，所以，用 $F_2=-6$ 牛表示。既然如此，在同一直线上的矢量运算也就可以简化成代数运算了，即 $F=F_1+F_2=10$ 牛 $+(-6$ 牛 $)=4$ 牛。说明合力 F 的大小为4牛，方向与选定的正方向同。

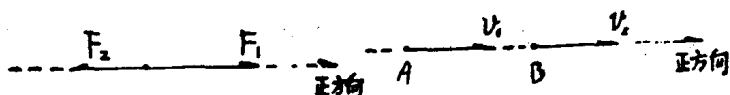


图 4

图 5

图5表示一个沿直线运动的质点前后经过A、B两点时的速度 v_1 与 v_2 ，大小分别为3米/秒、2米/秒，方向如图。求速度改变量 Δv 。按照前面的方法 v_1 用 $v_1=3$ 米/秒表示， v_2 用 $v_2=2$ 米/秒表示，则矢量相减变成代数差，即 $\Delta v=v_2-v_1=2$ 米/秒 -3 米/秒 $=-1$ 米/秒。这说明，速度改变量的大小是1米/秒，方向与选定的正方向相反。

注意 以上所用的白体字母 F 、 v ，本身包含着正、负号。但是，在静力学、动力学等部分中，字母往往表示已知方向的力的大小，如图4中的 F_1 与 F_2 的大小用 F_1' 与 F_2' 表示，表示方向的正、负号写在前面，即 F_1 用 F_1 表示， F_2 用

$(-F_2)$ 表示, 这样矢量和 $F = F_1 + (-F_2)$ 或干脆写成 $F = F_1 - F_2$, 这样做是可以的. 但是必须指出, 今后凡公式中的矢量, 或者是未知矢量变成标量表示后, 那么表示这个标量的白体字母本身均含着表示方向的正、负号.

四、正交分解法

既然在同一直线上的矢量运算可以变成代数运算, 那么, 不在同一直线上的矢量运算也是可以变成代数运算的. 我们以求三个已知力 F_1 、 F_2 、 F_3 (如图6所示)的合力 F 为倒解答如下

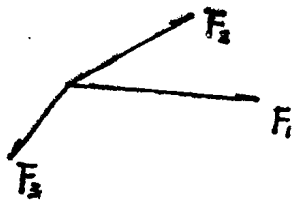


图 6

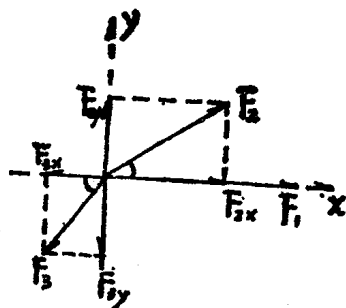


图 7

先把各力分别沿着任意一对相互垂直的坐标轴 x 、 y 分解为两个分矢量, 如图7所示. 这样一来, 把 $F = F_1 + F_2 + F_3$ 矢量式变成两个分矢量式 $F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}$ 与 $F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y}$, 分矢量式中 F_x 与 F_y 是 F 的分矢量. 这种做法从力的效果来解释是容易理解的.

再根据前面介绍的同一直线上的运算方法把在 x 轴上的各分矢量的大小和方向各自用一个带有正、负号的数值表示, 这些值叫做 x 轴的分量, 用相应的白体字母表示 F_{1x} 、

F_{2x} 、 F_{3x} 。若用 F_1 、 F_2 、 F_3 分别表示三个力的大小，则
 $F_{1x}=F_1$ $F_{2x}=F_2\cos\alpha$ $F_{3x}=-F_3\cos\beta$ 这样，在 x
 轴上的分矢量的运算变成了代数运算即 $F_x=F_1+F_2\cos\alpha$
 $-F_3\cos\beta$ 。同理，在 y 轴上有 $F_y=F_2\sin\alpha-F_3\sin\beta$ 。这
 两个式子叫 $F=F_1+F_2+F_3$ 的分量式。

合力的大小 $F=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$ ，设 ϕ 为合力与 x 轴的夹角，
 则 $\text{tg}\phi=F_y/F_x$ 。

矢量的减法也可以用正交分解法。

正交分解法是矢量运算的解析法，前面所说的在同一直
 线上的矢量运算变成代数运算的方法是正交分解法的特殊情
 况。

五、标量乘或除矢量

矢量 A 用一个标量 k 来乘或除所得的量 kA 或 A/k 仍然是
 矢量。

具体运算是：将标量的绝对值去乘或去除矢量的大小。
 方向决定于标量的正、负，标量为正值，所得矢量的方向与
 A 的方向相同；如果标量为负值，所得的矢量的方向与 A 方
 向相反。

〔例题解析〕

例 1 如图8(a)所示，三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 的大小分别为
 $200N$ 、 $155N$ 、 $300N$ ，方向如图所示，试用如下两种方法求
 这三个力的合力 F 。

(一) 图解法

(二) 正交分解法

解 (一) 根据三角形法则，将这三个力的首尾依次相
 接，且用 1mm 表示 $10N$ ，将各力的长度用统一标度画出，如图8
 (b)所示，则合力就是从 F_1 的箭尾画到 F_3 的箭头的矢量 F ，

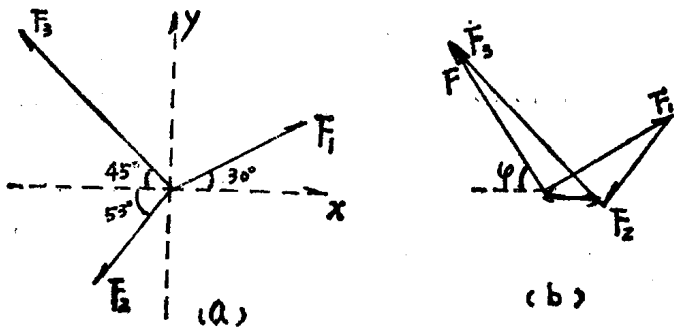


图 8

方向与 x 轴负方向成 55° ，长度为 23mm ，所以，合力大小为 230N 。

(二) 用正交分解法，首先要建立直角坐标系，图8(a)已给出。然后求各矢量的分量。

$$F_{1x} = 200\text{N} \cos 30^\circ = 173\text{N}$$

$$F_{1y} = 200\text{N} \sin 30^\circ = 100\text{N}$$

$$F_{2x} = -155\text{N} \cos 53^\circ = -93\text{N}$$

$$F_{2y} = -155\text{N} \sin 53^\circ = -124\text{N}$$

$$F_{3x} = -300\text{N} \cos 45^\circ = -212\text{N}$$

$$F_{3y} = 300\text{N} \sin 45^\circ = 212\text{N}$$

求出合矢量 F 的分量

$$\begin{aligned} F_x &= F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 173\text{N} + (-93\text{N}) + (-212\text{N}) \\ &= 132\text{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_y &= F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 100\text{N} + (-124\text{N}) + 212\text{N} \\ &= 188\text{N} \end{aligned}$$

则 F 的大小 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{132^2 + 188^2}\text{N} = 230\text{N}$

$$\text{tg} \phi = F_y / F_x = 188 / -132 = -1.42 \quad \phi = -55^\circ, \quad F \text{ 与 } x$$

轴的负方向成 55°

例2 在同一直线上的两个力, F_1 方向向西, 大小为 $150N$, F_2 方向向东, 大小为 $200N$. 分别用图解法和解析法求合力 F .

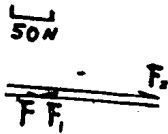


图9.

解 将 F_1 与 F_2 首尾相接, F 就是从 F_2 的尾画到 F_1 的头的矢量. 如图9所示, 为清楚起见, 把本重迭在一起的矢量分开一些画. 由图解可知 F 的方向向东, 大小为 $50N$.

用解析法, 先建立沿向东方向为 x 轴. 则 $F_1 = -150N$, $F_2 = 200N$, 那么 $F = F_1 + F_2 = (-150N) + 200N = 50N$. 结果与图解相同.

例3 已知两个力的合力 F 的大小为 $20N$, 其中一个分力 F_1 的大小为 $50N$, 方向与 F 相反, 求另一个分力 F_2 . 仍用上题中的两种方法.

解 $F_2 = F - F_1$. 图解如图10所示, 先将 F 与 F_1 的尾相接, 然后从 F_1 的头画到被减矢量 F 的头就是分力 F_2 .

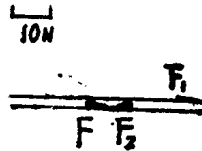


图10

若选 F 方向为正, 那么 $F = 20N$, $F_1 = 50N$, $F_2 = F - F_1 = 20N - 50N = -30N$, 分力 F_2 的大小为 $30N$, 方向与 F_1 方向相反.

例4 已知矢量 A 的大小为 $3cm$, 矢量 B 的大小为 $2cm$, 方向相互垂直, 如图11(a)所示. 试用图解法分别求矢量和 $(A + B)$, 矢量差 $(A - B)$ 和 $(B - A)$.

解 $(A + B)$ 的图解见图11(b), $(A - B)$ 的图解见图11(c), $(B - A)$ 的图解见图11(d).

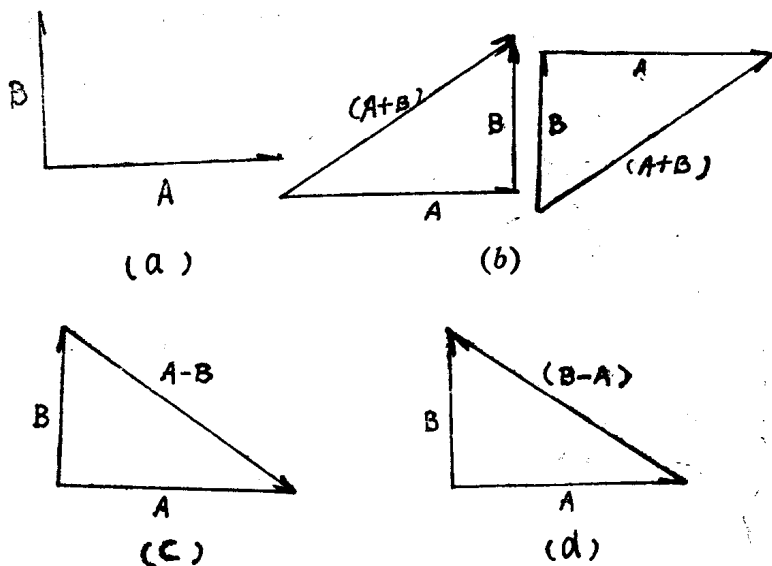


图 11

请注意 $(A-B)$ 与 $(B-A)$ 的不同图解，即箭头向哪里画。

〔习题精选〕

一、选择题

(一) 图12表示矢量运算的图解情况，试指图可能是如下哪些情况 答：〔 〕

A 可能是 $C=A+B$

B 可能是 $C=B-A$

C 可能是 $A=B+C$

D 可能是 $B=A-C$

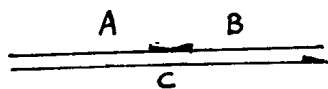


图 12

(二) 一个质点它在A点时的速度为 v_A ，其大小为20米/秒，它在B点时的速度为 v_B ，大小也是20米/秒，但方向偏离 v_A 的方向 30° ，则速度的变化量 $(v_B - v_A)$ 的大

小为

答: []

A 零

B 10.4米/秒

C 38.6米/秒

D 20米/秒

(三) 一个物体受到两个力的作用,合力的大小为 $40N$, 其中一个分力大小也为 $40N$, 则另一个分力的大小

答: []

A 可能为 $40N$

B 可能为 $80N$

C 可以是任意值

D 题目所说这种情况不可能出现。

二、两个大小均等于 a 的矢量 A 与 B , 夹角为 120° , 试分别运用如下两种方法求 $(B-A)$

(一) 用三角形法则和三角函数知识

(二) 用正交分解法

三、若已知两个矢量 A 、 B , 大小均为 a 方向相反, 试用图解法求 $(A+B)$ 、 $(A-B)$ 、 $(B-A)$

四、图13为三个矢量, 大小分别为 A 、 B 、 C , 方向分别与

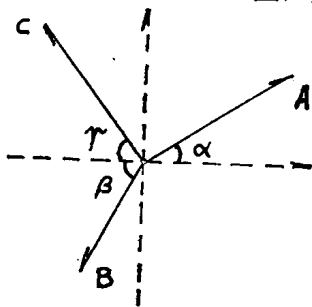


图 13

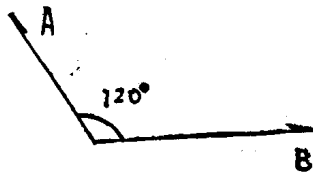


图 14