

# 高中物理基本训练与综合训练

徐旭昭 许铿泉 编



华南工学院出版社

# 高中物理基本训练与综合训练

徐旭昭 许铿泉 编

华南工学院出版社

# 高中物理基本训练与综合训练

徐旭昭 许鏐泉 编

\*

华南工学院出版社出版

(广州 五山)

广东省新华书店发行

华南工学院印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 1/32 印张: 10.75 字数: 241千

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数: 1 - 18,000册

统一书号: 7410·005 定价: 2.15元

## 编 者 的 话

本书是为了帮助读者理解高中物理的基本概念、基本规律及其联系，综合运用物理知识、物理方法实际问题而编写的。

本书章节依照高中物理（甲种本）的顺序编排，每章结构分引言、例题与述评、思考与练习三部分。在内容及形式上适当考虑了标准化考试命题的新要求。

本书的特点是：从学生的实际出发，贯彻巩固与提高相结合。在训练方面按不同要求分为A、B、C三级。A级为基础部分，不超过高中物理教学纲要的基本要求，着重对基本概念、基本规律的理解；B级为综合部分，以高中物理教学纲要的基本要求为主，着重综合运用所学知识；C级为发展部分，超过教学纲要的基本要求，一部分超过较高要求，达到准备物理竞赛水平，但不用高等数学，着重发展学生的探究能力。

编写本书时，充分结合了华南师大附中的教学经验。本书适宜于高中学生及有同等程度的读者进行学习提高，以及准备物理竞赛，也可供中学物理教师教学时参考。

本书经华南师范大学汤肇基副教授审阅，谨致谢意！本书不妥之处，恳请广大读者批评指正。

徐旭昭（华南师大附中）

许铿泉（广东省教育科学研究所）

1985.9.

# 目 录

|           |                              |         |
|-----------|------------------------------|---------|
| 第 一 章     | 力.....                       | ( 1 )   |
| 第 二 章     | 直线运动.....                    | ( 14 )  |
| 第 三 章     | 运动定律.....                    | ( 29 )  |
| 第 四 章     | 曲线运动 万有引力定律...               | ( 47 )  |
| 第 五 章     | 物体的平衡.....                   | ( 64 )  |
| 第 六 章     | 机械能.....                     | ( 81 )  |
| 第 七 章     | 动量.....                      | ( 101 ) |
| 第 八 章     | 机械振动与机械波.....                | ( 120 ) |
| 第 九 章     | 分子运动论基础 内能<br>能的转化和守恒定律..... | ( 142 ) |
| 第 十 章     | 气体的性质.....                   | ( 151 ) |
| 第 十 一 章   | 固体和液体的性质 物态<br>变化.....       | ( 172 ) |
| 第 十 二 章   | 电场.....                      | ( 182 ) |
| 第 十 三 章   | 稳恒电流.....                    | ( 204 ) |
| 第 十 四 章   | 物质的导电性.....                  | ( 232 ) |
| 第 十 五 章   | 磁场.....                      | ( 243 ) |
| 第 十 六 章   | 电磁感应.....                    | ( 260 ) |
| 第 十 七 章   | 交流电.....                     | ( 283 ) |
| 第 十 八 章   | 电磁振荡和电磁波.....                | ( 295 ) |
| 第 十 九 章   | 光的传播.....                    | ( 301 ) |
| 第 二 十 章   | 光的本性.....                    | ( 318 ) |
| 第 二 十 一 章 | 原子和原子核.....                  | ( 327 ) |

# 第一章 力

这一章讲述力的基本知识，是基础性的一章，它的内容包括：力的概念和力学中常见的三种力；牛顿第三定律和物体的受力分析；力的合成和分解；矢量的初步知识。

牛顿第三运动定律是力学的基本定律；物体的受力分析是解决力学问题的基础和关键，这两点是本章的重点知识，必须掌握好。

另外，力的合成和分解也是这一章的重点知识。要掌握平行四边形法则，知道三角形法，会求合力；知道一个力该怎样分解，会求分力。

## 一、例题与述评

**例题一** 如图1—1，水平板上迭放着  $A$ 、 $B$  两物体，它们的重量分别是  $G_1$  和  $G_2$ 。（1）分析两物体各受到那几个力的作用，画出受力图。（2）指出有哪几对作用力和反作用力。（3）指出哪些力是相互平衡的。

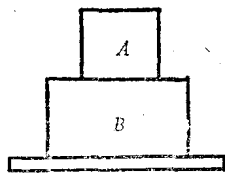


图 1—1

**解** （1） $A$  物体受到两个力的作用：竖直向下的重力  $G_1$ ，这是地球对它的作用力；竖直向上的支持力  $N_1$ ，这是  $B$  物体对它的作用力（如图 1—2 甲所示）。

$B$  物体受到三个力的作用：竖直向下的重力  $G_2$ ，这是地球对它的作用力；竖直向下的压力  $N'_1$ ，这是  $A$  物体对它

的作用力；竖直向上的支持力  $N_2$ ，这是木板对它的作用力（如图 1—2 乙所示）。

（2）有下列几对作用力和反作用力：①地球对  $A$  物体的引力（近似就是  $A$  物体的重力） $G_1$  和  $A$  对地球的引力  $G'_1$ ；②地球对  $B$  物体的引力（近似就是  $B$  物体的重力） $G_2$  和  $B$  对地球的引力  $G'_2$ ；③  $A$ 、 $B$  两物体的相互作用力  $N_1$  和  $N'_1$ ；④  $B$  物体对木板的压力  $N'_2$  和木板对  $B$  的支持力  $N_2$ 。

（3）在图 1—2 甲中， $G_1$  和  $N_1$  作用在同一物体  $A$  上，使物体  $A$  保持原来的静止状态，它们是相互平衡的力，它们的合力等于零。在图 1—2 乙中， $G_2$ 、 $N'_1$ 、 $N_2$  作用在同一物体  $B$  上，使物体  $B$  保持原来的静止状态，它们是相互平衡的力，它们的合力等于零。

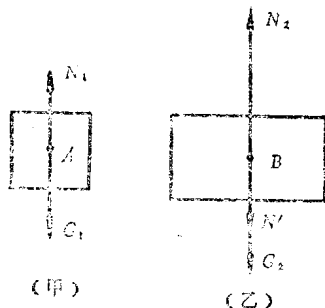


图 1—2

### 述 评

（1）认准对象，看清环境，是正确分析物体受力的关键。分析物体受力时，只考虑分析对象（本题中是物体  $A$  和  $B$ ）所受的其他物体对它的作用力，而不考虑对象内部各部分之间的作用力，也不考虑对象施给其他物体（如施给地球）的作用力，防止发生“多力”的错误。对于分析对象所受的每一个力，都要能够明确说出是那个物体施的，并且注意不要把惯性和力混淆起来，就能有效地防止“错力”的毛病。分析时要联系对象周围的环境，根据重力、弹力、摩擦力等不同性质的力产生的条件，把这些力逐个地找出来，就能有效地防止“漏力”的错误。

(2) 要理解作用力与反作用力的概念, 才能把它们正确地找出来。重力的反作用力是哪一个力? 一些同学以为是对重物A或B的支持力, 这是对作用力与反作用力的概念没有正确理解而产生的。作用力与反作用力的概念是与施力和受力的关系紧密联系着的。如果把甲对乙的力(甲施乙受)叫作用力, 则乙对甲(乙施甲受)的力是反作用力, 地球对物体的引力就是物体的重力(近似说法), 因而, 重力的反作用力就是物体对地球的引力。

(3) 作用在不同物体上的力, 根本不存在相互平衡的问题。例如, 重力 $G_1$ 和压力 $N'_1$ 不存在相互平衡的问题, 因为它们分别是不同物体A和B受到的力。上面指出的四对作用力与反作用力( $G_1$ 与 $G'_1$ ,  $G_2$ 与 $G'_2$ ,  $N_1$ 与 $N'_1$ ,  $N_2$ 与 $N'_2$ )也不是相互平衡的力, 因为作用力与反作用力分别作用在不同物体上。

**例题二** 原来静止的物体的重量是200牛顿, 物体和水平地面的滑动摩擦系数 $\mu = 0.32$ , 静摩擦系数 $\mu_0 = 0.4$ 。物体的一端连一根弹簧, 它的倔强系数是4000牛/米, 如图1—3所示。

(1) 将弹簧拉长1厘米, 物体受到哪几个力的作用? 各是什么性质的力? 各力的大小、方向如何? 合力等于多少? 作出物体的受力图。

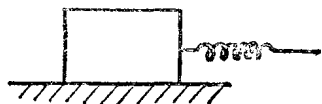


图 1—3

(2) 如将弹簧拉长2.5厘米, 物体受力的情况有什么变化? 合力等于多少?

**解** 最大静摩擦力

$$f_m = \mu_0 N = \mu_0 G = 0.4 \times 200 \text{ 牛} = 80 \text{ 牛}$$

滑动摩擦力

$$f = \mu N = \mu G = 0.32 \times 200 \text{ 牛} = 64 \text{ 牛}$$



(1) 如将弹簧拉长 1 厘米, 这时物体受到四个力的作用: 重力、地面的支持力、弹簧的拉力、地面的摩擦力。

重力  $G$ , 大小等于 200 牛, 方向竖直向下。

地面的支持力  $N$ , 是弹力性质的力, 与重力  $G$  相互平衡, 大小等于 200 牛, 方向竖直向上。

弹簧的拉力, 是弹力性质的力, 方向向右, 它的大小等于

$$F = Kx = 4000 \times 0.01 \text{ 牛} = 40 \text{ 牛}$$

$\because F < f_m$ , 故物体保持静止, 这时物体受到的摩擦力是静摩擦力, 它与拉力  $F$  相互平衡, 方向向左, 它的大小等于

$$f_{\text{静}} = F = 40 \text{ 牛}$$

物体的受力图如图 1—4 所示。

物体所受的合力等于零。

(2) 如将弹簧拉长 2.5 厘米 物体受到的重力和地面支持力不变。弹簧的拉力方向不变, 大小则等于

$$F = Kx = 4000 \times 0.025 \text{ 牛} = 100 \text{ 牛}$$

$\because F > f_m$ , 物体沿地面滑动, 这时物体受到的摩擦力是滑动摩擦力, 方向不变, 大小  $f = 64$  牛。

物体所受的合力  $= F - f = 100 \text{ 牛} - 64 \text{ 牛} = 36 \text{ 牛}$ , 方向向右。

### 述 评

(1) 当拉力  $F$  小于最大静摩擦力时, 物体保持静止, 静摩擦力与拉力平衡, 静摩擦力的大小等于拉力。当拉力  $F$  等于最大静摩擦力时, 处于一种“临界状态”。当拉力  $F$  大于最大静摩擦力时, 物体沿地面滑动, 滑动摩擦力的大小由  $f = \mu N$  计算。要确定摩擦力的大小, 就要首先判定拉力是大于还是小于最大静摩擦力, 从而判定物体是保持静止还是有相对滑动。

(2) 不要把静摩擦力与最大静摩擦力这两个概念混淆起来。如拉力还不够大, 物体仍保持静止, 静摩擦力随拉力增大而增大, 其大小总等于拉力, 因而静摩擦力是随拉力而变化的力。最大静摩擦力则是静摩擦力的“上限”。由公式  $f = \mu_0 N$  算出的  $f_m$  是最大静摩擦力, 而不是一般的静摩擦力。

**例题三** 如图 1—5 所示, 重量为  $G_1$  的小车放在倾角为  $\theta_1$  的斜面上, 有一重物  $A$  用一条重量不计的绳子跨过定滑轮连到小车上, 绳子与斜面的方向的夹角为  $\theta_2$ , 这时整个系统处于平衡状态。求:

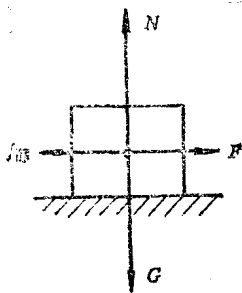


图 1—4

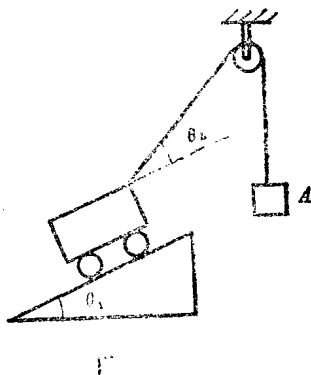


图 1—5

(1) 重物  $A$  的重量。(2) 小车对斜面的压力 (不考虑一切的摩擦力)。

**解** 小车受到三个力的作用: 重力  $G_1$ , 斜面的支持力  $N$ , 绳子的拉力  $T$  (图 1—6 甲)。重物  $A$  受到两个力的作用: 重力  $G_2$ , 绳子的拉力  $T'$  (图 1—6 乙)。

取沿斜面向下的方向为  $x$  轴的正方向, 垂直斜面向上的方向为  $y$  轴正方向, 把小车受到的力沿这两个互相垂直的方

向分解，即正交分解。由于小车保持静止，小车受到的三个力平衡，所以

$$G_1 \sin \theta_1 - T \cos \theta_2 = 0 \quad (1)$$

$$N + T \sin \theta_2 - G_1 \cos \theta_1 = 0 \quad (2)$$

由于重物A保持静止，重物受到的二力平衡，所以

$$G_2 - T' = 0 \quad (3)$$

由于绳子重量不计，绳子上各点的张力都相等，并且等于拉紧绳子的力或绳子拉物体的力，所以

$$T = T' \quad (4)$$

解上述方程(1)(2)(3)(4)组成的方程组，可求得

$$G_2 = \frac{G_1 \sin \theta_1}{\cos \theta_2}$$

$$N = G_1 (\cos \theta_1 - \sin \theta_1 \tan \theta_2)$$

答 重物A的重量等于  $G_1 \sin \theta_1 / \cos \theta_2$ 。根据牛顿第三定律，小车对斜面的压力大小等于斜面对小车的支持力，即等于  $G_1 (\cos \theta_1 - \sin \theta_1 \tan \theta_2)$ ，方向垂直于斜面向下。

### 述 评

(1) 把力沿两个相互垂直的方向分解，叫做力的正交分解法，它

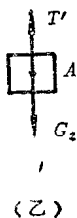
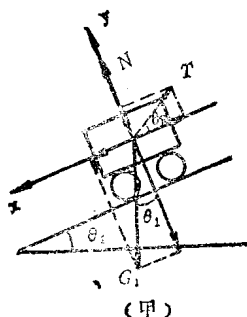


图 1—6

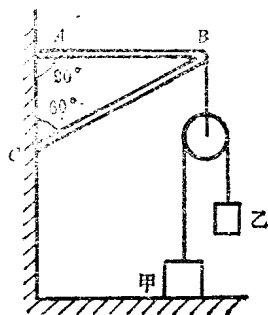


图 1—7

是一种很有用的方法。在正交分解法中，如何选取 $x$ 轴和 $y$ 轴的正向，要视怎样才能使计算简化来决定。列方程时，要注意不要漏掉一些力，不要用错三角函数，并注意正负号。

(2) 题目中要求的是小车对斜面的压力，而不是斜面对小车的支持力，要说明它们为什么大小相等。

(3) 想一想：①如果用手把小车从平衡位置沿斜面拉下一些，或者推上一些然后放手，小车和物体A将如何运动？为什么？②如果小车与斜面之间有摩擦力，整个系统处于平衡状态，则斜面对小车的摩擦力可能向什么方向？为什么？

**例题四** 如图1—7所示，甲物重12牛顿，乙物重5牛顿，滑轮、绳子以及支架的重量不计。求支架的AB、BC两臂各受多大的力。

**解** 乙物受到两个力的作用：重力 $G$ ，绳子拉力 $T$ ，如图1—8所示。乙物处于平衡状态，故有

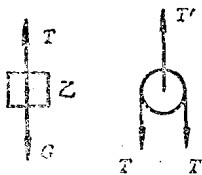


图 1—8

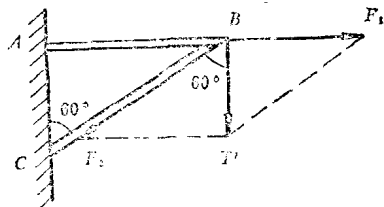


图 1—9

$$G - T = 0$$

$$\therefore T = G = 5 \text{ 牛}$$

甲物对绳子的拉力也等于5牛。

滑轮受到三个力的作用：左右两边绳子的拉力都等于 $T$ ，上面的绳子拉力 $T'$ ，如图1—8所示。滑轮处于平衡状态，所以

$$T' - T - T = 0$$

$$T' = 2T = 2G = 10 \text{ 牛}$$

绳子以大小为  $T' = 10$  牛，方向竖直向下的力，作用于支架的  $B$  点，这个力产生两个效果：沿  $AB$  方向拉横臂，沿  $BC$  方向压斜臂，因此应该把拉力  $T'$  分解为这样两个力：沿  $AB$  方向拉横臂的力  $F_1$ ，沿  $BC$  方向压斜臂的力  $F_2$ ，如图 1—9 所示。由图可以看出

$$F_1 = T' \operatorname{tg} 60^\circ = 10 \times 1.73 \text{ 牛} = 17.3 \text{ 牛}$$

$$F_2 = T' / \cos 60^\circ = 10 / 0.5 \text{ 牛} = 20 \text{ 牛}$$

答 支架的两臂  $AB$  和  $BC$  分别受到 17.3 牛和 20 牛的力。

### 述 评

(1) 一个已知的力究竟该怎样分解，要具体考虑它的效果。必须由题目给出的情况，根据它产生的效果来分解它。

(2) 类似本题这一类的问题，除了可用三角函数求解外，有的还可借助相似三角形的关系来解。

(3) 想一想：本题求  $AB$ 、 $BC$  两臂各受的力时，是应用了力的分解方法（分力法）。还可以有其他不同的方法吗？

## 二、思 考 与 练 习

### A 级

#### (一) 思考题

1. 举一些例子说明，物体所受到的摩擦力与相对运动趋势的方向相反，但却与物体的运动方向相同。

2. 两队拔河，当处于平衡时，是作用力与反作用力平衡吗？既然作用力与反作用力总是大小相等，方向相反，为什么拔河时还会有胜负之分？

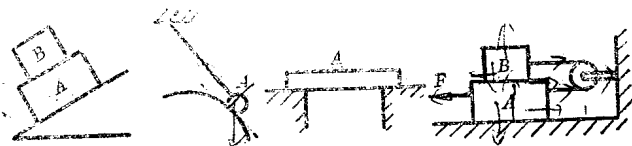
3. 已知力  $F$  等于 20 牛, 将  $F$  分解为两个分力  $F_1$  和  $F_2$ ,  $F_1$  与  $F$  的夹角是  $30^\circ$ ,  $F_2$  有可能等于 8 牛或 10 牛、12 牛吗? 如果有可能, 则对应于  $F_2$  的每一个值,  $F_1$  各有几个解?

4. 试分析下述各种情况, 各物体分别受到那些力的作用? 并画出受力图。(1) 抛出后的手榴弹; (2) 从匀速上升的氢气球中掉下的物体; (3) 滑冰者停止用力之后; (4) 通过平衡位置的摆球 (以上各例均不计空气阻力)。

5. 在图 1—10 所示的各种情况下, 分析物体  $A$  的受力情况, 画出受力图, 并指出作用在  $A$  上的每一个力的施力物体及这个力的反作用力。



A 静止在水平的桌面上 A 静止在墙上 接触面光滑 接触面光滑



A、B 都保持静止 球面光滑 A 静止在支持物上 A 向左运动

图 1—10

(二) 选择题 (下列各小题正确的答案可能不只一个)

1. 关于力和运动的关系, 下列几种说法, 哪一些是正确的,

(1) 必须有力作用在物体上, 物体才能运动;

(2) 没有力的作用，物体就要逐渐停下来；

(3) 必须有力的作用，物体的速度的大小和方向才有可能改变；

(4) 要使物体始终维持某一不变的速度，必须受到力的作用。

2. 在弹簧秤的两端各拴一绳，两人都用 100 牛顿的力各拉一绳，这时测力计的读数  $F$  和测力计所受合力  $F_{\text{合}}$  分别是：

(1)  $F = 100$  牛， $F_{\text{合}} = 200$  牛；(2)  $F = 100$  牛， $F_{\text{合}} = 0$ ；

(3)  $F = 200$  牛， $F_{\text{合}} = 0$ ；(4)  $F = 200$  牛， $F_{\text{合}} = 200$  牛。

3. 如图 1-11 所示，两物体用细线和测力计连接， $G_1 = 5$  牛， $G_2 = 11$  牛，滑轮质量及一切摩擦均忽略不计，两物体均做匀速运动，则此时测力计的读数是：(1) 0；(2) 5 牛；(3) 11 牛；(4) 6 牛；(5) 要看两物体的运动方向才能确定。

4. 如图 1-12 所示，一物体放在斜面上，保持静止状态。现用一个水平力  $F$  推它。当  $F$  由零略为增大一些，则：

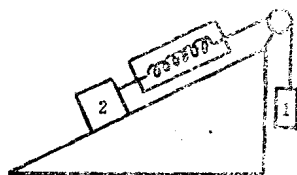


图 1-11



图 1-12

(1) 物体所受的合外力不变；

(2) 斜面对物体的最大静摩擦力增大；

(3) 物体对斜面的压力大小不变，但方向改变；

(4) 物体所受的静摩擦力减小，方向不变。

(5) 物体对斜面的压力增大，方向不变。

5. 用电线把电灯吊在天花板上，电灯保持静止，下面那些说法是正确的？

(1) 电灯的重力与电线对电灯的拉力是一对作用力与反作用力；

(2) 电灯的重力与电线对电灯的拉力是一对平衡力；

(3) 电灯对电线的拉力与电灯的重力大小相等，方向相同；

(4) 电灯对电线的拉力就是电灯的重力；

(5) 电灯对电线的拉力与电线对电灯的拉力相互平衡，故电灯保持静止。

6. 如图 1—13 所示，物体在水平路面上做匀速直线运动，那么推力  $F$  与地面对物体的摩擦力的合力方向是：(1) 向下偏右；(2) 竖直向下；(3) 这两

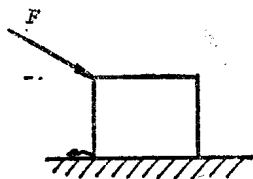


图 1—13

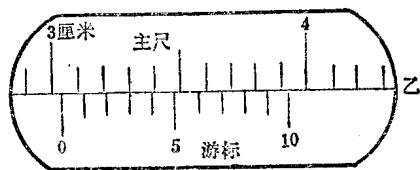
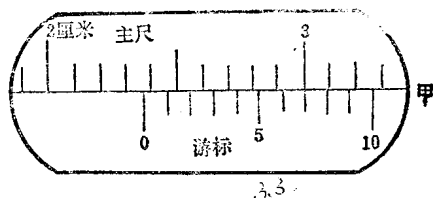


图 1—14

个力的合力为零；(4) 与物体和地面之间的摩擦系数有关。

(三) 填空题



1. 用游标卡尺测一根钢管的内径和外径,卡尺上的游标的位置分别如图 1—14 的甲、乙所示,如零误差是  $+0.2$  毫米,这根钢管的内径是\_\_\_\_\_毫米,外径是\_\_\_\_\_毫米,管壁厚是\_\_\_\_\_毫米。该游标卡尺准确到\_\_\_\_\_毫米。

2. 用螺旋测微器测金属板的厚度,可动刻度  $H$  的位置如图 1—15 所示。已知没有零误差。这块金属板的厚度等于\_\_\_\_\_厘米,其有效数字是\_\_\_\_\_位。

3. 物体重量为  $G$ , 放在倾角为  $\alpha$  的斜面上,刚好不沿斜面下滑。现用一个沿斜面向上的力  $F$  推物体,要使物体刚好不沿斜面上滑,  $F$  应等于\_\_\_\_\_。

4. 重量为  $G$  的木块,用水平细绳拉住,静止在光滑的斜面上,如图 1—16 所示,斜面给木块的支持力等于\_\_\_\_\_。

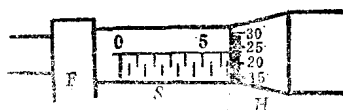


图 1—15

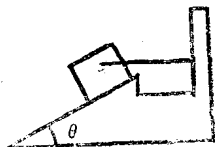


图 1—16

#### (四) 练习题 B 级

1. 在倾角为  $\alpha$  的斜面上, 放有重量为  $G$  的物体, 物体与斜面间的摩擦系数为  $\mu$  ( $\mu < \tan \alpha$ ) 现用一个平行于斜面向上的力拉这个物体。为使物体静止在斜面上, 求拉力的取值范围(用不等式表示)。

2. 一个物体受到四个力的作用, 它们的方向依次为向东、向南、向西、向北, 大小依次为 80 牛、60 牛、40 牛、30 牛。要求出这四个力的合力, 你能想出可有哪些不同的方