

物理

中学复习资料

连云港市教育局教研室编



中学物理复习资料

连云港市教育局教研室编

目 录

第一编 力学..... (1)

第一章 静力学..... (1)

第二章 运动学..... (36)

第三章 动力学..... (69)

第四章 功和能..... (106)

第五章 万有引力、圆周运动..... (132)

第六章 振动和波..... (157)

第七章 流体力学..... (173)

第二编 分子物理学、热学..... (191)

第一章 分子运动论..... (191)

第二章 热的基本性质..... (192)

第三章 物态变化..... (202)

第四章 气体定律和气态方程..... (206)

第五章 热和功..... (223)

第三编 电磁学..... (239)

第一章 静电学..... (239)

第二章 直流电路..... (273)

第三章 磁场、电磁感应..... (314)

第四章 交流电..... (351)

第五章 电子技术和电磁波..... (363)

第四编 光学..... (370)

第一章 几何光学..... (370)

第二章 光的本性..... (401)

第五编 原子核物理..... (408)

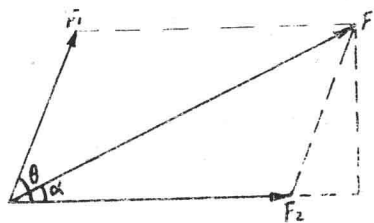
第一编 力 学

第一章 静力学

一. 内容提要

1. 共点力的合成和分解

①求任意两个共点力的合力可以应用平行四边形法则，即合力的大小和方向均可用表示分力的两线段为邻接边所组成的平行四边形的对角线来表示。（图1—1—1）



合力 F 的大小可由下式确定：

图 1—1—1

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

合力的方向由下式得出

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{F_1\sin\theta}{F_1\cos\theta + F_2}, \quad \alpha \text{ 为 } F \text{ 和 } F_2 \text{ 的夹角。}$$

当 $\theta = 0^\circ$ 时，即 F_1 、 F_2 同向， $F = F_1 + F_2$

$$\alpha = 0^\circ$$

当 $\theta = 180^\circ$ ，即 F_1 、 F_2 反向， $F = |F_1 - F_2|$ ，合

力 F 的方向与量值大的分力同向。

$$\text{当 } \theta = 90^\circ \text{ 时, } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_1}{F_2}$$

②力的分解是力的合成的逆运算，同样可以由平行四边形法则来确定。

将一个力分解为互相垂直的两个分力，称为力的正交分解，如图 1—1—2

$$F_x = F \cos \alpha$$

$$F_y = F \sin \alpha$$

③三个以上的平面共点力的合成，通常利用正交分解法，先把诸力作正交分解到 x 、 y 方向，然后在 x 、 y 方向分别对诸力的分力求和得 F_x 、 F_y ，最后求 F_x 、 F_y 的合力。即为诸共点力的合力。

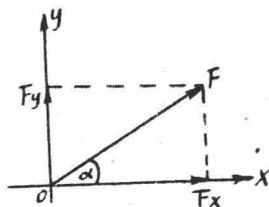


图 1—1—2

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \cdots + F_{nx} = \sum_{i=1}^n F_{ix}$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \cdots + F_{ny} = \sum_{i=1}^n F_{iy}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_y}{F_x} \quad \alpha \text{ 是合力 } F \text{ 与 } x \text{ 轴的夹角}$$

2. 同向平行力的合成与分解、重心

①两个同向平行力的合成

合力的大小： $F = F_1 + F_2$

合力的方向：与分力同向

合力的作用点：在两个分力作用点的连线上。

且 $\frac{AC}{BC} = \frac{F_2}{F_1}$

如图 1—1—3。

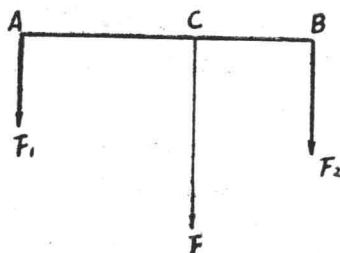


图 1—1—3

②三个以上同向平行力的合成原则上可以采用两两依次合成的方法。

③物体各部分所受重力的合力的作用点，即为物体的重心。

3. 共点力的平衡条件

物体在共点力作用下的平衡条件为

$$\Sigma F = 0$$

①两个共点力的平衡： $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

②三个共点力的平衡：

(a) 物体在三个共点力作用下平衡时，其中任意两个力的合力必和第三个力大小相等，方向相反。

(b) 物体在三个共点力作用下平衡时，下面的关系式必然成立：

$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{F_3}{\sin \gamma}$$

式中 α 、 β 、 γ 分别为力 F_1 、 F_2 、 F_3 所对应的角。

4. 非共点力作用下物体的平衡条件

①力矩： $M = L \cdot F$ F 为力， L 相对于某一转轴的力臂。

②平衡条件： $\Sigma F = 0$

$$\Sigma M = 0$$

对于具有固定转轴的物体 $\Sigma F = 0$ 总是成立，因此平衡条件仅为对转轴有 $\Sigma M = 0$ 。

5. 胡克定律

$$F = -k \Delta x$$

k 为倔强系数，在SI制中其单位为牛顿/米

6. 摩擦定律

$$f = \mu N \quad N \text{为接触面上的正压力。}$$

二. 解题要点

1. 分析物体的受力情况，画出示力图是正确解决力学问题的前提。通常可以由重力（场力）、弹性力、摩擦力依次加以考虑。当指出物体受某一力时，必须明确施力的是哪个物体。防止漏掉，或无中生有。

2. 作用在同一物体上的诸力合力为零时，则诸力互为平衡力。作用力和反作用力是指两个物体相互作用时，分别作用于对方的一对力，两者不要混淆。

3. 用平衡法和力的分解法求解力的合成和分解这种问题时，方程中出现的力往往是不一样的，必须加以区别。

4. 应用物体的一般平衡条件 $\Sigma F = 0$ ， $\Sigma M = 0$ 时，后一个方程对转轴的选择，应以使方程中出现的未知量最少为原则。同一个方程中只准用一个转轴。

5. 求重心位置的习题，除了用求同向平行力的合力作用点的方法外，往往是把物体的重量看作集中于重心，然

后用一般物体平衡条件来求解较为方便。

三. 例题

〔例 1〕用细线悬挂一重20克的带电物体，水平方向的电场力 F 作用于物体使线与竖直方向的夹角 $\theta = 60^\circ$ 。求线的拉力和电场力 F 。

〔解〕如图 1—1—4 (1) 本题为共点力平衡问题。隔离出物体受力为：

重力 $G = 20$ 克，竖直向下；

电场力 F ，水平向右；

线拉力 T ，沿线斜向上；

根据平衡条件得： $\vec{G} + \vec{F} + \vec{T} = 0$

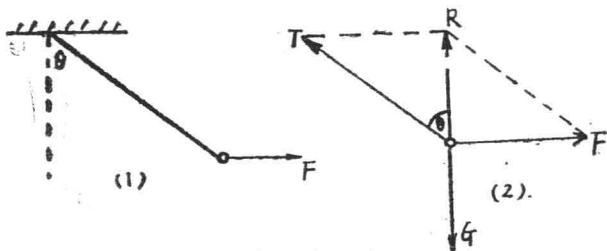


图 1—1—4

(1) 直接合成法：

如图 1—1—4 (2)， F 与 T 的合力 R 与 G 大小相等方向相反，由图求得：

$$T = \frac{R}{\cos \theta} = \frac{G}{\cos \theta} = \frac{20}{\frac{1}{2}} = 40 \text{ 克}$$

$$F = T \sin \theta = 40 \times \sqrt{\frac{3}{2}} \approx 34.6 \text{ 克}$$

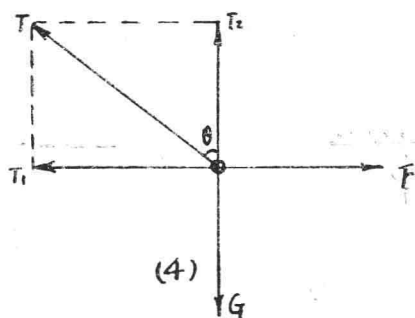
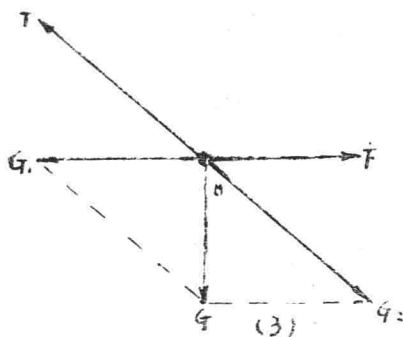


图 1—1—4

(2) 分解合成法:

(i) 如图 1—1—4 (3) 所示, 把重力 G 分解成 G_1 和 G_2 。 G_1 与 F 平衡, G_2 与 T 平衡, 由图可知:

$$T = G_2 = \frac{G}{\cos 60^\circ} = 40 \text{ 克}$$

$$F = T \sin 60^\circ \approx 34.6 \text{ 克}$$

(ii) 如图 1—1—4 (4) 所示, 把线的拉力 T 正交分解成 T_1 和 T_2 。 T_1 和 F 平衡, T_2 和 G 平衡。由图可知:

$$T = \frac{T_2}{\cos 60^\circ} = \frac{G}{\cos 60^\circ} = 40 \text{ 克}$$

$$F = T_1 = T \cdot \sin 60^\circ \approx 34.6 \text{ 克}$$

(3) 直接应用公式:

如图 1-1-4 (5) 所示

$$\frac{T}{\sin 90^\circ} = \frac{G}{\sin 150^\circ} \quad T = 2G = 40 \text{ 克}$$

$$\frac{F}{\sin 120^\circ} = \frac{T}{\sin 90^\circ} \quad F = T \cdot \sin 60^\circ \approx 34.6 \text{ 克}$$

〔例 2〕木块 A 重 G_A , B 重 G_B , B 在 A 上面, 它们由倾角为 θ 的斜面上匀速滑下, A、B 之间无相对运动, 分析 A、B 所受的力。

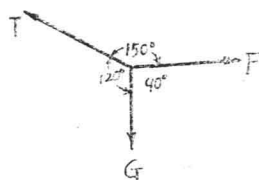


图 1-1-4 (5)

〔解〕如图 1-1-5 (1) 所示,

把物体看成质点, A、B 作匀速直线运动时处于平衡状态。先隔离出物体 B, 受力为: 如图 1-1-5 (2) 所示。

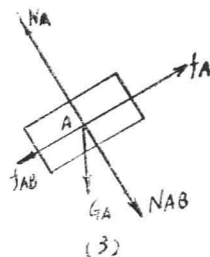
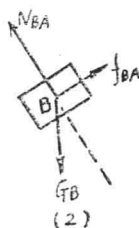
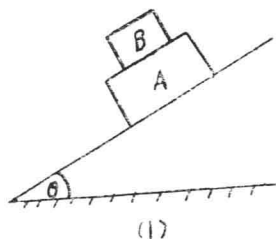


图 1-1-5

重力 G_B ，竖直向下；

A物体的支承力 N_{BA} ，垂直斜面向上；

A对B的静摩擦力 f_{BA} ，平行于斜面向上。

由平衡条件 $\sum \vec{F} = 0$ ，

在垂直于斜面方向：

$$N_{BA} - G_B \cos\theta = 0$$

即 $N_{BA} = G_B \cos\theta$

在平行于斜面方向：

$$f_{BA} - G_B \sin\theta = 0$$

即 $f_{BA} = G_B \sin\theta$

再隔离出物体A，A受力为：如图1—1—5（3）所示。

重力 G_A ，竖直向下；

B的压力 N_{AB} （数值上 $N_{AB} = N_{BA} = G_B \cos\theta$ ），垂直斜面向下；

B的静摩擦力 f_{AB} （数值上 $f_{AB} = f_{BA} = G_B \sin\theta$ ），平行斜面向下；

斜面的支承力 N_A ，垂直斜面向上；

斜面的滑动摩擦力 f_A 平行斜面向上。

根据平衡条件 $\sum \vec{F} = 0$ ，

在垂直于斜面的方向：

$$N_A - N_{AB} - G_A \cos\theta = 0$$

$$\therefore N_A = N_{AB} + G_A \cos\theta$$

$$= (G_B + G_A) \cos\theta$$

在平行于斜面的方向：

$$f_A - f_{AB} - G_A \sin \theta = 0$$

$$\therefore f_A = f_{AB} + G_A \sin \theta$$

$$= (G_A + G_B) \sin \theta$$

〔例3〕在同一平面上的四个共点力 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 的量值依次为60, 40, 30, 25千克。方向如图1—1—6所示。试求它们的合力。

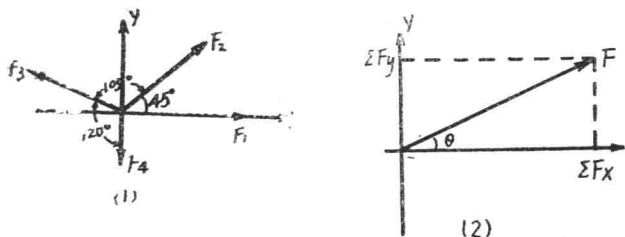


图 1 - 1 - 6

〔解〕用力的正交分解法把每个力分解为沿 X 轴和 Y 轴方向的两个分力，然后分别算出 X 轴和 Y 轴方向的合力。即

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= F_1 + F_2 \cos 45^\circ - F_3 \cos 30^\circ \\ &= 60 + 40 \times \frac{\sqrt{2}}{2} - 30 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 62.3 \text{ 千克} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= F_2 \sin 45^\circ + F_3 \sin 30^\circ - F_4 \\ &= 40 \times \frac{\sqrt{2}}{2} + 30 \times \frac{1}{2} - 25 = 18.3 \text{ 千克} \end{aligned}$$

$$\text{总合力: } \Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$$

$$= \sqrt{(62.3)^2 + (18.3)^2}$$

$$\approx 65 \text{ 千克}$$

$$\tan \theta = \frac{\sum F_y}{\sum F_x} = \frac{18.3}{62.3} = 0.2937$$

合力 F 与 X 轴的夹角 $\theta = 16^\circ 22'$

〔例4〕一人在水平地面上移动一重60千克的木箱，木箱与地面间的摩擦系数为0.2，人施于木箱的力和水平方向成 45° 角，若木箱作匀速运动，求人推木箱用的力。

〔解〕木箱受四个力作用

(图1-1-7)。

重力 $G=60$ 千克，竖直向下

人的推动力 F 斜向下方

地面支承力 N 竖直向上

地面摩擦力 f 水平向左

当木箱作匀速运动时，处

于平衡状态，由平衡条件：

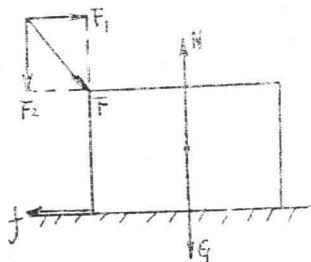


图 1 - 1 - 7

$$\sum F_x = 0 \quad F_1 - f = 0$$

$$f = F_1 = \sqrt{\frac{2}{2}} F \dots\dots ①$$

$$\sum F_y = 0 \quad N - G - F_2 = 0$$

$$\begin{aligned} N &= G + F_2 \\ &= 60 + \sqrt{\frac{2}{2}} F \dots\dots ② \end{aligned}$$

$$\because f = \mu N$$

$$\therefore \sqrt{\frac{2}{2}} F = 0.2(60 + \sqrt{\frac{2}{2}} F)$$

解得： $F = 21.2$ 千克

注意：这种情况下， $N \neq G$ ， $N = G + F_2$ ，若人拉木箱，情况又怎样，读者自行求解。

〔例 5〕在倾角为 30° 的斜面上，放着一个重 $G_1 = 130$ 千克的物体，它同另一个重为 G_2 的物体用一根通过无摩擦的滑轮的绳相连接，如图 1—1—8 所示，物体和斜面之间的滑动摩擦系数为 $\mu = 0.25$ ，求当物体沿斜面匀速下滑时， G_2 的数值应为多少？

〔解〕由题意 $\theta = 30^\circ$ ， $\mu = 0.25$ ， $G_1 = 130$ 千克，当重物 G_1 沿斜面匀速下滑时，重物 G_2 匀速上升，它们均处于平衡状态。对重物 G_1 、 G_2 分别应用平衡条件可得：

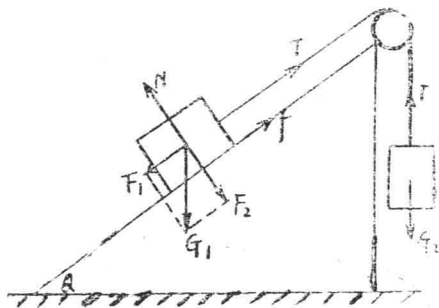


图 1 - 1 - 8

$$T - G_2 = 0 \quad \dots\dots\dots ①$$

$$F - f - T = 0$$

$$\begin{aligned} \therefore T &= F - f \\ &= G_1 \sin 30^\circ - \mu N \quad \dots\dots\dots ② \end{aligned}$$

$$N - F_2 = 0$$

$$\therefore N = F_2 = G_1 \cos 30^\circ \quad \dots\dots\dots ③$$

由②③得:

$$T = G_1 (\sin 30^\circ - \mu \cos 30^\circ)$$

$$= 130 \times \left(\frac{1}{2} - 0.25 \times \sqrt{\frac{3}{2}} \right) \approx 36 \text{ 千克}$$

由①得:

$$G_2 = T = 36 \text{ 千克}$$

当 G_2 等于多重时, 重物 G_1 将沿斜面匀速向上滑行?
请读者自行计算。

〔例 6〕质量 2 千克, 长 50 厘米的均匀棒的两端各固定一个均匀的球。它们半径分别为 3 厘米和 6 厘米, 质量分别是 2 千克和 12 千克 (如图 1-1-9)。求整个装置的重心。

〔解〕整个装置由三部分组成, 都是均匀体, 重心在各自的几何中心。设整个装置的重心在 O 点且 $O_1O = x$ 厘米。若支住 O 点, 则整个装置应该平衡, 其平衡条件为 $\Sigma M = 0$ 。

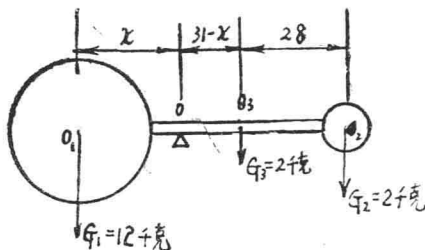


图 1-1-9

$$\text{即 } G_1 \cdot O_1O - G_3 \cdot O_3O - G_2 \cdot O_2O = 0$$

$$12 \cdot x = 2(31 - x) + 2(59 - x)$$

解得： $x = 11.25$ 厘米。

本题除用上述平衡法求解外，亦可用求同向平行力 G_1 、 G_2 、 G_3 的合力作用点的方法求解，读者不妨可以解一下，然后两者相比较看哪种解法较简便。

〔例 7〕大桥长30米，重80吨，当一辆重6吨的汽车刚开到桥中央时，后面一辆重8吨的汽车恰好在离后桥墩A 3米处，求这时两个桥墩所受的压力。

〔解〕设大桥是均匀的，它共受五个力的作用：

重力 $G = 80$ 吨 竖直向下

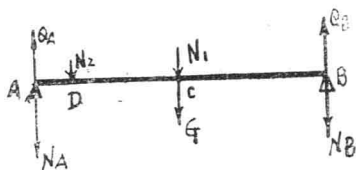


图 1 - 1 - 10

汽车 1 的压力 $N_1 = G_1 = 6$ 吨，竖直向下

汽车 2 的压力 $N_2 = G_2 = 8$ 吨，竖直向下

桥墩 A 的支承力 Q_A ，竖直向上

桥墩 B 的支承力 Q_B ，竖直向上

桥在五个平行力的作用下处于平衡状态，由平衡条件

(1) $\sum F = 0$ 即

$$Q_A + Q_B - G - N_1 - N_2 = 0$$

$$\therefore Q_A + Q_B = G + N_1 + N_2$$

$$= 80 + 6 + 8$$

$$= 94 \text{ 吨}$$

(2) $\sum M = 0$ ，取后桥墩 A 支轴，则

$$Q_B \cdot AB - N_2 \cdot AD - (G + N_1) \cdot AC = 0$$

$$Q_B \times 30 = 8 \times 3 + (80 + 60) \times 15$$