

中学物理问题习题选编

中学物理教学参考资料

北京师范学院物理系



中学物理问题习题选编

中学物理教学参考资料

北京师范学院物理系

G7633.7-44
2A

原子能出版社

中学物理问题习题选编

中学物理教学参考资料
北京师范学院物理系
原子能出版社出版
(北京 2108 信箱)
外文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $11^{7/8}$ · 字数 263 千字
1982 年 3 月北京第三版 · 1982 年 3 月北京第一次印刷
印数 800,001—875,000 · 统一书号: 15175 · 213
定价: 0.85 元

目 录

第一部分 力学	1
一 力和物体的平衡	1
二 运动学	26
三 动力学	41
四 功和能	59
五 曲线运动 万有引力	71
六 振动和波	81
七 流体力学	85
第二部分 热学	97
第三部分 电学	110
一 电场	110
二 直流电路	134
三 磁场和电磁感应	185
四 交流电	206
第四部分 光学	226
第五部分 原子和原子核物理学	244
第六部分 无线电电子学	254
第七部分 综合题	259
第八部分 增补习题	265
附录	291
一九七九年全国高等学校统一招生物理试题及解答选编	291
一九七八年全国高等学校统一招生物理试题及解答	299
一九七七年全国高等学校招生物理试题及解答选编	305
一九八〇年全国高等学校招生物理试题及解答选编	336
一九八一年全国高等学校招生物理试题及解答选编	366

第一部分

力 学

一、力和物体的平衡

例题 1. 在翻砂铸造时，工人师傅们常利用材料的比重来计算浇铸一只零件所需要的铁水量。简便的计算方法是：秤出木模的重量，然后乘以 16，即得所需的铁水量。这是什么道理呢？木模的比重是 0.49 克/厘米³，铁水的比重是 7.8 克/厘米³。若铸件的木模重 24 公斤，现在要浇铸 15 只零件，需多少吨铁水？

解：由铸造的过程可知，铁水的体积和木模的体积是一样的，用 V 表示。若再以 W_1 与 W_2 分别代表铁水和木模的重量，以 d_1 与 d_2 分别代表铁水和木模的比重。

$$\begin{aligned} \text{则} \quad W_1 &= d_1 V, \\ W_2 &= d_2 V, \end{aligned}$$

以上两式相除得：

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{d_1}{d_2}, \text{ 或 } W_1 = \frac{d_1}{d_2} W_2.$$

将 $d_1 = 7.8$ 克/厘米³、 $d_2 = 0.49$ 克/厘米³，代入上式得：

$$W_1 = \frac{7.8}{0.49} W_2, \text{ 即 } W_1 = 16 W_2.$$

可见浇铸一个零件所需要的铁水的重量大约是木模重量的 16 倍。

如零件的木模重为 24 公斤，则浇铸 15 只零件所需铁水重为

$$\begin{aligned} W &= 15 \times (16 \times 24) \\ &= 5760 (\text{公斤}) \\ &= 5.76 (\text{吨}). \end{aligned}$$

答：浇铸 15 只零件需铁水 5.76 吨。

例题 2. 在半径为 R 的均匀的圆板上挖出一个半径为 r 的圆孔，求这块板的重心的位置。圆孔的圆心距离板的中心为 $R/2$ ，见图[1-1]。

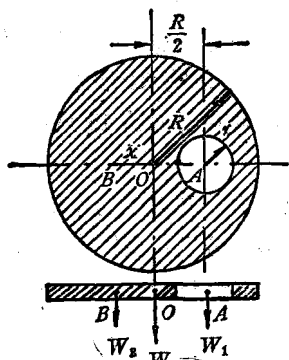


图 1-1

解：为将此问题简化，可以设想，在挖孔以前，圆板所受的重力是被挖去部分与剩余部分所受的重力的合力。由于圆板是均匀的，所以挖孔前圆板所受的重力和挖去部分所受的重力可以认为分别作用在 O 点和 A 点，而求挖余部分的重心的问题也就简化为已知合力和一个分力，求另一分力的作用点的问题了。见图 1-1。

设：圆板单位面积所受重力为 p ，

所求板的重心与 O 点的距离为 x 。

则挖孔前圆板的重量 $W = \pi R^2 p$ ，

挖去圆板的重量 $W_1 = \pi r^2 p$ ，

剩余图形的重量 $W_2 = \pi R^2 p - \pi r^2 p = \pi p (R^2 - r^2)$ 。

W_1 和 W_2 是平行力，根据平行力合成的法则应有：

$$\frac{x}{R} = \frac{W_1}{W_2}, \text{ 或 } \frac{2x}{R} = \frac{W_1}{W_2},$$

将 W_1 与 W_2 的关系式代入上式, 则有

$$\frac{2x}{R} = \frac{\pi p r^2}{\pi p (R^2 - r^2)},$$

$$\therefore x = \frac{R r^2}{2(R^2 - r^2)}.$$

答: 重心的位置在 O 点的左侧 $\frac{R r^2}{2(R^2 - r^2)}$ 远处。

例题 3. 皮带运输机的皮带与水平面的夹角 $\theta = 15^\circ$, 运输的货物重 100 公斤。如果皮带和货物之间的最大静摩擦力是 50 公斤, 问皮带能否把货物送上去。参看图 1-2。

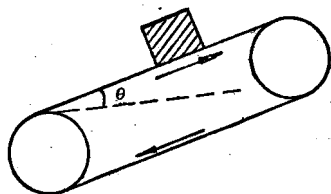


图 1-2

解: 货物所受作用力有重力 W 、支承力 N 、摩擦力 f 。
(图 1-3)

将重力 W 分解成沿斜面向下的分力 W_1 (下滑力) 和垂直于斜面的分力 W_2 。若下滑力小于或等于最大静摩擦力, 则皮带可把货物送上去, 否则送不上去。

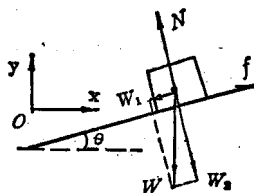


图 1-3

$$\begin{aligned}
 \text{下滑力 } W_1 &= W \sin 15^\circ \\
 &= 100 \times 0.2588 \\
 &= 25.88 (\text{公斤})。
 \end{aligned}$$

由于 25.88 公斤 < 50 公斤，所以皮带可将货物送上去。
在这里我们追问一句，此时物体所受的静摩擦力是多少公斤？

例题 4. 把一个重 50 公斤的物体，放在一个 5 米长、3 米高的斜面上。物体与斜面间的滑动摩擦系数是 0.4。物体对斜面的正压力 P_N 是多大？物体沿斜面滑动时的摩擦力 f 是多大？如欲使物体沿斜面向上作匀速滑动，在与斜面平行的方向上对物体应加的拉力 F 是多大？

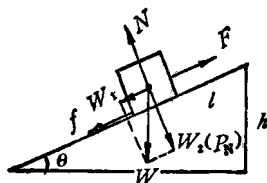


图 1-4

已知：斜面长 $l=5$ 米，斜面高 $h=3$ 米、物体重 $W=50$ 公斤、摩擦系数 $\mu=0.4$ 。

求：正压力 P_N 、摩擦力 f 和拉力 F 。

解：如图 1-4 所示， W_1 和 W_2 是物体所受重力的两个

分力， W_1 的方向沿斜面向下， W_2 的方向与斜面垂直。 N 为物体受斜面的支承力。

由于物体在垂直于斜面的方向上处于平衡状态，故有：
 $W_2 = N$ ，

$$\text{而 } W_2 = W \cos \theta = W \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l} = 50 \times \frac{\sqrt{5^2 - 3^2}}{5} = 40 (\text{公斤})，$$

$$\therefore N = W_2 = 40 \text{ 公斤}。$$

根据牛顿第三定律，物体对斜面的正压力 $P_N = N = 40$ 公斤。

根据摩擦定律, $f = \mu \cdot P_N$
 $= 0.4 \times 40 = 16$ (公斤)。

若物体匀速沿斜面向上滑动, 则所加的拉力

$$\begin{aligned} F &= f + W_1 \\ &= f + W \sin \theta \\ &= 16 + 50 \times \frac{3}{5} \\ &= 46 \text{ (公斤)}. \end{aligned}$$

答: 物体对斜面的正压力为 40 公斤, 摩擦力为 16 公斤, 用 46 公斤的力拉物体, 可使其沿斜面向上滑动。

例题 5. 两物块重叠放置, 如图 1-5 所示。A 用绳系在墙上。物块 A 重 100 公斤, B 重 150 公斤。A 与 B 间的静摩擦系数 $\mu_{AB} = 0.25$ 。拉力 $F = 125$ 公斤时恰能拉动物块 B, 试求物块 B 与水平面间的静摩擦系数以及绳的张力。

已知:

$$\begin{aligned} W_A &= 100 \text{ 公斤}, W_B = 150 \text{ 公斤}, \\ \mu_{AB} &= 0.25, F = 125 \text{ 公斤}. \end{aligned}$$

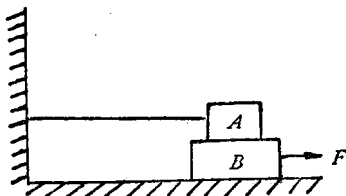


图 1-5

求: 绳的张力 T 及物块 B 与水平面间的静摩擦系数 μ' 。

解: 只有当拉力 F 能够克服 A 与 B 之间及 B 与水平面之间的最大静摩擦力时, B 块才有可能开始移动。

以 A 为研究对象, 其受力情况如图 1-6 所示, 其中 N_1 为 B 对 A 的支承力, f_1 为 B 对 A 的摩擦力。

A 处于平衡状态时, 其所受诸力应满足:

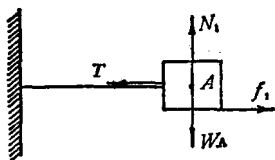


图 1-6

$$\begin{cases} f_1 - T = 0, \\ N_1 - W_A = 0, \\ f_1 = \mu_{AB} \cdot W_A. \end{cases}$$

由此解得：

$$T = f_1 = \mu_{AB} W_A = 0.25 \times 100 = 25 \text{ (公斤)}.$$

以 B 为研究对象，其受力情况如图 1-7 所示，其中 f'_1 为 A 对 B 的摩擦力， f_2 为 B 受水平面对它的摩擦力， N'_1 为 A 对 B 的正压力， N 为水平面对 B 的支承力。

B 平衡时，其所受诸力应满足

$$\begin{cases} F - f'_1 - f_2 = 0, \\ N - (W_B + N'_1) = 0, \\ f_2 = \mu' N. \end{cases}$$

根据牛顿第三定律：

$$\begin{aligned} f'_1 &= f_1 \\ &= \mu_{AB} W_A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N'_1 &= N_1 \\ &= W_A. \end{aligned}$$

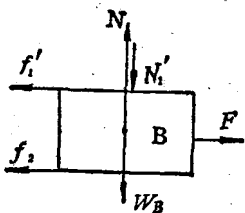


图 1-7

将 f'_1 与 N'_1 代入上列方程并解之得：

$$F - \mu_{AB} W_A - \mu' (W_B + W_A) = 0,$$

$$\begin{aligned} \therefore \mu' &= \frac{F - \mu_{AB} W_A}{W_B + W_A} \\ &= \frac{125 - 25}{100 + 150} \\ &= 0.4. \end{aligned}$$

答：绳的张力是 25 公斤，物块 B 与水平面间的摩擦系数为 0.4。

例题 6. 用两根钢丝绳 AB 与 BC 将电线杆 DB 支持住, 如图 1-8 所示。 $AD=5$ 米、 $DC=9$ 米、 $DB=12$ 米。若希望电线杆不发生倾斜, 问两绳张力的比值应是多少?

已知: $AD=5$ 米、
 $DC=9$ 米、 $DB=12$ 米。

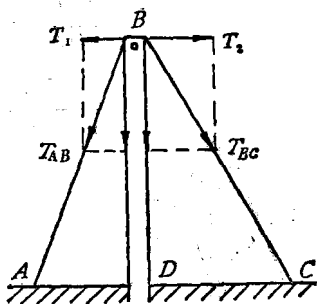


图 1-8

求: T_{AB} 与 T_{BC} 之比值为何才不使天线杆发生弯曲。

解法一,

电杆不发生弯曲的条件是 T_{AB} 与 T_{BC} 的水平分量相等, 即 $T_1=T_2$ 。

由于力的三角形和结构三角形相似, 故有:

$$\frac{T_{AB}}{T_1} = \frac{AB}{AD}$$

$$\text{及 } \frac{T_{BC}}{T_2} = \frac{BC}{DC},$$

由上二式得,

$$T_1 = T_{AB} \frac{AD}{AB}$$

$$\text{及 } T_2 = T_{BC} \frac{DC}{BC}.$$

令 $T_1=T_2$, 则有:

$$T_{AB} \frac{AD}{AB} = T_{BC} \frac{DC}{BC},$$

$$\therefore \frac{T_{AB}}{T_{BC}} = \frac{DC}{AD} \cdot \frac{AB}{BC}$$

$$= \frac{DC}{AD} \cdot \frac{\sqrt{AD^2 + DB^2}}{\sqrt{BD^2 + DC^2}}$$

$$= \frac{9 \sqrt{5^2 + 12^2}}{5 \sqrt{12^2 + 9^2}} = \frac{39}{25}$$

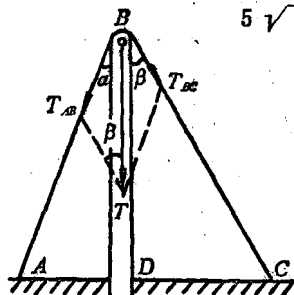


图 1-9

答：两绳中张力的比值应是 $T_{AB}/T_{BC}=39/25$ 。

解法二：若使电杆不弯曲，需两绳的张力 T_{AB} 与 T_{BC} 的合力 T 沿电杆向下作用，如图 1-9 所示。

由正弦定理得：

$$T_{AB}/\sin \beta = T_{BC}/\sin \alpha,$$

$$\text{又 } \sin \beta = \frac{DC}{BC} = DC / \sqrt{DC^2 + BD^2},$$

$$\sin \alpha = \frac{AD}{AB} = AD / \sqrt{BD^2 + AD^2},$$

将 $\sin \alpha$ 与 $\sin \beta$ 之值代入上式则问题得解。

例题 7. 起重机由臂 BC 和绳索 AB 所构成。臂的一端用铰链固定在柱上的 C 点，另一端用绳悬挂重量为 500 公斤的物体 D ，如图 1-10 所示。

$\angle BAC=115^\circ$ ， $\angle BCA=35^\circ$ ，不计臂的重量，求绳索的张力和臂 BC 所受的压力。

已知：物体 D 重 500 公斤， $\angle BAC=115^\circ$ ， $\angle BCA=35^\circ$ 。

求：绳 AB 的张力 T 和臂 BC 所受的力 P 。

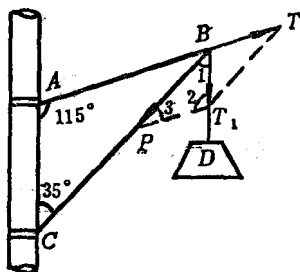


图 1-10

解：由于 B 点悬挂重物 D ，所以 B 点受到一个垂直向下的拉力 $T_1=500$ 公斤。这个力引起两个效果，一是使绳索 AB 受到拉力 T ，一是使臂 BC 受到压力 P ，故可将 T_1 分解为沿 AB 及 BC 两个方向上的分量 T 和 P 。

由于力三角形和结构三角形相似，故有

$$\angle 1=35^\circ, \angle 2=115^\circ, \angle 3=30^\circ.$$

由正弦定理得：

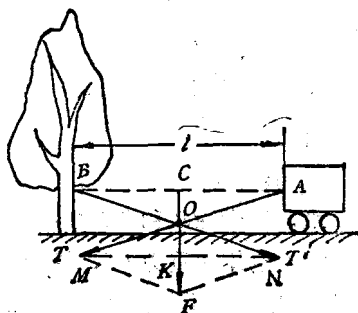
$$\frac{T_1}{\sin 30^\circ} = \frac{P}{\sin 115^\circ} = \frac{T}{\sin 35^\circ}$$

$$\therefore P = T_1 \frac{\sin 115^\circ}{\sin 30^\circ} = 500 \times \frac{0.9063}{0.5} = 906.3 (\text{公斤}),$$

$$T = T_1 \frac{\sin 35^\circ}{\sin 30^\circ} = 500 \times \frac{0.5736}{0.5} = 573.6 (\text{公斤}).$$

答：绳索 AB 的张力是 573.6 公斤，臂 BC 受到 906.3 公斤的压力。

例题 8. 一个司机为了把陷在道路中的汽车拉出来，他把绳子的一端拴在汽车上，另一端拴在一棵树上，这棵树在汽车前 $l=12$ 米的地方。司机在绳子中点 O 用 $F=40$ 公斤的力沿着与绳子垂直的方向拉绳子，把绳子拉开 0.6 米的距离，如图 1-11 所示。试求作用在汽车上的力的大小？(可以认为绳子没有伸长)



已知： $l=12$ 米，
 $OC=0.6$ 米。

求：绳作用于汽车上

图 1-11

的力，亦即绳 OA 的张力 T 。

解：将力 F 沿 AO 和 BO 的延长线分解为 T 和 T' 两个分力。由于力 F 作用于绳之中点且垂直于绳 AB ，所以 $T=T'$ 。

$$\because \triangle OMK \sim \triangle OAC$$

$$\therefore \frac{OK}{OC} = \frac{OM}{OA},$$

$$\text{式中 } OK = \frac{F}{2}, OM = T, OA = \frac{l}{2},$$

$$\frac{F/2}{OC} = T / \frac{l}{2},$$

$$\therefore T = \frac{F \cdot l}{4 \cdot OC} = \frac{40 \times 12}{4 \times 0.6} = 200 (\text{公斤})$$

答：作用在汽车上的力是 200 公斤。

例题 9. 重一吨的物体用两根钢索悬挂如图 1-12 所示。若不计钢索本身的重量，试求两钢索的张力各为多少？

已知：物体重量为 1 吨，钢索悬挂角度如图。

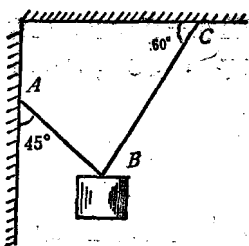


图 1-12

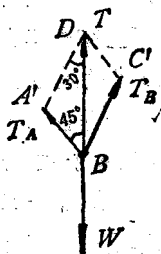


图 1-13

求：钢索 AB 和 BC 的张力 T_A 和 T_B 各为多大？

解：物体在重力 W 、绳 AB 的拉力 T_A 、绳 BC 的拉力 T_B 的作用下处于平衡状态。 T_A 与 T_B 的合力 T 必与重力 W 平衡，如图[1-13]所示，即

$$T = W = 1 \text{ 吨.}$$

将图 1-13 与图 1-12 对照分析, 可知三角形 $BA'D$ 的三个内角的大小, 如图 1-13 所示。根据正弦定理,

$$\frac{T_A}{\sin 30^\circ} = \frac{T_B}{\sin 45^\circ} = \frac{T}{\sin 105^\circ},$$

$$\therefore T_A = T \cdot \frac{\sin 30^\circ}{\sin 105^\circ} = 1 \times \frac{0.5}{0.9659} \approx 0.52 \text{ (吨)};$$

$$T_B = T \cdot \frac{\sin 45^\circ}{\sin 105^\circ} = 1 \times \frac{\sqrt{2}/2}{0.9659} \approx 0.73 \text{ (吨)}.$$

答: 钢索 AB 和 BC 的张力分别为 0.52 吨和 0.73 吨。

例题 10. 如图 1-14 a 所示的机构中, $m_1 > m_2$, 但 $m_1 < m_2 + m_3$ 。K 为磅秤的平台, 求磅秤的读数及绳 A 的张力。

解: 应用隔离法研究, 先以 m_1 为研究对象, 它在绳的张力 T_1 和重力 m_1g 的作用下平衡如图 1-14 b, 根据二力平衡条件应有:

$$T_1 = m_1g.$$

又以 m_2 为研究对象, 它在绳子的张力 T'_1 和 T_A 以及重力 m_2g 的作用下处于平衡状态 (图 1-14 c), 根据平衡条件应有:

$$T'_1 = m_2g + T_A,$$

而 $T'_1 = T_1,$

$$\therefore T_A = m_1g - m_2g.$$

再以 m_3 为研究对象, 它在张力 T'_A , 磅秤对重物 m_3 的支承力 N 以及重力 m_3g 的作用下处于平衡状态 (图 1-14 d), 根据平衡条件应有:

$$T'_A + N = m_3g,$$

而 $T'_A = T_A,$

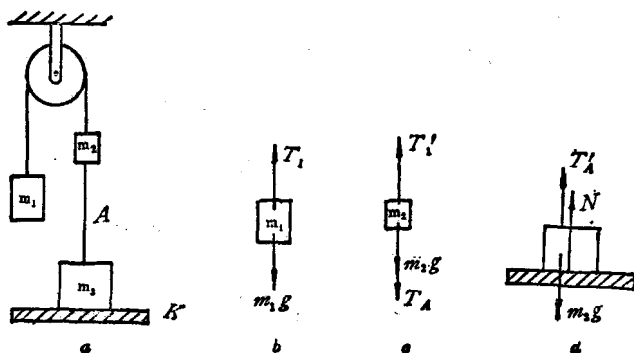


图 1-14

$$\begin{aligned} \therefore N &= m_3g - T_A \\ &= (m_2 + m_3 - m_1)g. \end{aligned}$$

若以 N' 代表 m_3 对磅秤之压力，则根据牛顿第三定律

$$N' = N = (m_2 + m_3 - m_1)g,$$

此即为磅秤之读数。

答：绳 A 之张力为 $(m_1g - m_2g)$ ；磅秤读数为 $(m_2 + m_3)g - m_1g$ 。

例题 11. 一根重 150 公斤的均匀木棒，一头插进墙里，压在墙的 A 、 B 两点上。在它的另一头 C 点挂上一个 150 公斤的物体。如果 $CA=1.5$ 米， $AB=0.5$ 米，那么 A 、 B 两点所受的压力各等于多少？图

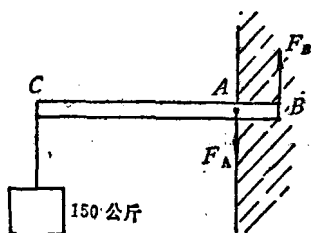


图 1-15

1-15

已知： CB 棒重 $W=150$ 公斤， C 端挂一物体重 $W_1=150$ 公斤， $CA=1.5$ 米， $AB=$

0.5 米。

求：A、B 两点所受的压力各为多少？

解：设墙在 A、B 两点所受的压力各为 F_A 与 F_B ，棒在 A、B 两点所受的压力各为 F'_A 和 F'_B ，绳向下拉 C 点的力 $F=150$ 公斤。

取 B 为支点，根据棒的平衡条件应有：

$$\begin{aligned} F \cdot CB + W \cdot OB &= F'_A \cdot AB \\ F'_A &= \frac{F \cdot CB + W \cdot OB}{AB} \\ &= \frac{150 \times 2 + 150 \times 1}{0.5} \\ &= 900(\text{公斤}). \end{aligned}$$

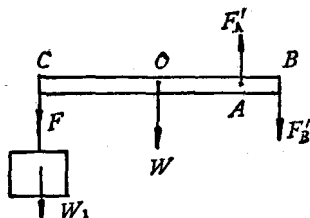


图 1-16

取 A 为支点：

$$\begin{aligned} F \cdot CA + W \cdot OA &= F'_B \cdot AB, \\ 150 \times 1.5 + 150 \times 0.5 &= F'_B \times 0.5, \\ F'_B &= 600(\text{公斤}). \end{aligned}$$

根据牛顿第三定律

$$\begin{aligned} F_A &= F'_A = 900 \text{ 公斤}; \\ F_B &= F'_B = 600 \text{ 公斤}. \end{aligned}$$

答：墙在 A 点所受压力为 900 公斤，在 B 点所受压力为 600 公斤。

习题

1. 有一铜质旗杆由直径不同的三段衔接而成，各段本身的粗细均匀一致，并轴线相同。A 段长 10 米，200 公斤重；B 段长 8 米，150 公斤重，C 段长 6 米，100 公斤重，求旗杆的重心。

(答：重心位于中心轴线上离粗端 11.6 米处)