

中学物理解题方法

黑龙江科学技术出版社

中学物理解题方法

孙学堂 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八二年·哈尔滨

中学物理解题方法

孙学堂 编著

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

黑龙江省教育厅印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/32·印张3 12/16·字数75千

1982年4月第一版 1982年4月第一次印刷

·印数: 1—73.500

统一书号: 13217·027

定价: 0.36元

前 言

解答物理习题是学习物理学的重要方面。通过物理习题的解答，能够巩固和加深对物理概念、定理和定律的理解，培养和训练学生分析问题和解决问题的能力，使他们的知识建立在深刻的、扎实可靠的基础上。

学好概念、定理和定律是学好物理的基础，而掌握解题方式和方法则是一种重要的技能和手段。目前，许多学生虽然在学习概念、定理和定律时比较认真，且能够掌握，但运用它们解答习题却感到困难或无从入手，这关键就在缺少解答习题的方法。本书专门就解答中学物理习题的方法进行分析、论述，把中学物理习题的解答归纳为十二种方法，并结合具体例题说明了各种方法的应用。作者希望本书对中学生解答物理习题提供有益的帮助。

书中的错误和不当之处，敬希读者批评指正。

孙 学 堂

目 录

一、算术法.....	1
二、图示显测法.....	8
三、公式法.....	15
四、函数图象法.....	21
五、几何三角法.....	30
六、正交分解法.....	40
七、分析法.....	49
八、综合法.....	65
九、极限法.....	79
十、隔离法.....	94
十一、实验计算法.....	106
十二、心算法.....	113

一、算术法

用算术四则或比例的运算去解答物理习题的方法，称做解题的算术法。它对习题的解答全靠自己的理性思考得出，而不套用任何公式。

解题时，将题中涉及到的物理量的意义和问题的过程一剖析清楚，然后根据相关的物理定义、定理和定律，通过算术四则或比例的运算，使习题得到解答。

这种方法对初学物理的人或对学习新的物理概念、定理或定律的练习尤为必要。因为它能促使思考，并能较好地排除盲目套用公式带来的错误。

现在通过几个例题，谈谈这种方法的具体应用。

【例一】有金属一块，长5厘米，宽4厘米，厚3厘米，重528克。求出这种金属的比重，并且指出它是哪一种金属？

读过题目后，应做如下思考：

这是一个比重问题的计算。比重的意义是：物体的重量与其体积的比值。欲求这种金属的比重，必须知道它的重量和体积。依题意可求出它的比重。然后，将此比重值与比重表中各值比较，就可断定这种金属的所属了。

经过这种理性思考后，就可把解答步骤整理如下：

1. 这块金属的体积为

$$\text{体积} = 5 \text{ 厘米} \times 4 \text{ 厘米} \times 3 \text{ 厘米} = 60 \text{ 厘米}^3$$

2. 这块金属的比重为

$$\text{比重} = \frac{\text{重量}}{\text{体积}} = \frac{528 \text{ 克}}{60 \text{ 厘米}^3} = 8.8 \text{ 克/厘米}^3$$

3. 查比重表，得知这种金属是镍。

对比重的意义又可说成是：在数值上，等于单位体积时物体的重量。现在已知整块金属的重量为528克，整块金属的体积由题中已知条件可求出，那么1立方厘米重量是多少呢？这可利用比例式计算得知：

$$60 \text{ 厘米}^3 : 1 \text{ 厘米}^3 = 528 \text{ 克} : x$$

$$\therefore x = \frac{1 \text{ 厘米}^3 \times 528 \text{ 克}}{60 \text{ 厘米}^3} = 8.8 \text{ 克}.$$

即这块金属的比重为8.8克/厘米³。

【例二】由20条木料组成一个木筏，每条木料的体积为0.8立方米，设木料的比重为0.7克/厘米³，求木筏的载重力？

要解此题，需知何为木筏的载重力？有哪些力作用在木筏上？如何求出木筏的重量？水对木筏的浮力是多大？

1. 木筏的体积： $0.8 \text{ 米}^3 \times 20 = 16 \text{ 米}^3$ 。

2. 木筏的重量： $0.7 \text{ 吨/米}^3 \times 16 \text{ 米}^3 = 11.2 \text{ 吨}$ 。

3. 木筏全部没入水中所受到水的浮力：

$$1 \text{ 吨/米}^3 \times 16 \text{ 米}^3 = 16 \text{ 吨}.$$

4. 木筏的载重力： $16 \text{ 吨} - 11.2 \text{ 吨} = 4.8 \text{ 吨}$ 。

这就是说，可以在木筏上放上4.8吨重的货物。

前面已说过，算术法不但能促使学生切实地、过细地思

考物理概念、定理和定律的意义，并能避免盲目套用公式带来的错误。

【例三】一个量热器，热容量为15卡/度，内盛温度为20℃的水300克，若放入-5℃的冰100克，求混合后的温度？（冰的溶解热为80卡/克）。

题目读过后，如果我们对冰能否全部溶解成水没做到过细思考，只是盲目套用热平衡方程式，得出混合后的温度为-4.7℃，那是十分错误的。像这种有关溶解或汽化过程的混合温度问题，用算术法去解答是万无一失的。

用算术法解答这个问题的步骤为：

1. 量热器和300克水从20℃冷却到0℃时，一共放出的热量为

$$15\text{卡/度} \times (20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) + 1\text{卡/克} \cdot \text{度} \times 300\text{克} \\ \times (20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 300\text{卡} + 6000\text{卡} = 6300\text{卡}$$

2. -5℃的冰100克加热到0℃时共吸收的热量为0.5卡/克度 $\times 100\text{克} \times [0^\circ\text{C} - (-5^\circ\text{C})] = 250\text{卡}$

3. 冰、水温度都达到0℃时，水能多放出 $6300\text{卡} - 250\text{卡} = 6050\text{卡}$ 的热量供0℃的冰溶解。

4. 这些热量能使多少0℃的冰溶解成0℃的水呢？

$$6050\text{卡} \div 80\text{卡/克} = 75.6\text{克}$$

5. 可见，还有 $100\text{克} - 75.6\text{克} = 24.4\text{克}$ 0℃的冰没能溶解成0℃的水。最后量热器中盛着冰、水的混合物，混合温度自然是0℃。

用算术法解题，需要较多的思考，步骤也繁杂些。但它却可以避免因死记公式失误时发生计算错误。我们再举出两

例来说明这方面的问题。

【例四】电流计原来的电阻是20欧姆，能量度的最大电流是5毫安。现在要把它改作可以量度1安培电流的安培计，问需要联入多大电阻的分路？

计算分路电阻的直接公式形式为

$$r = \frac{1}{n-1} R_g.$$

式中 r 为并接在表头上的分路电阻， n 为量程扩大的倍数($\frac{I}{I_g}$)， R_g 为表头的内阻。

代入数值，算得 $r = \frac{20}{199}$ 欧姆 = 0.101 欧姆。

如果在刚讲过这类问题的练习中，用此公式运算是很简便的，~~但时间一久~~，再加上改作伏特计运算公式的出现（正、反问题的运算公式能有四个）等，就很容易把公式记得不准确，在这种情况下，我们索性不去记忆这些公式，而用建筑在理性思考基础上的算术法去解决它。

先把改作的电路图画出来（图 1—1）

由并联电路规律知道，干路里总电流 $I = 1$ 安培。通过表头（电流计）的电流 $I_g = 5$ 毫安培，通过分路电阻 r 的电流 $I_r = 1$ 安培 - 5

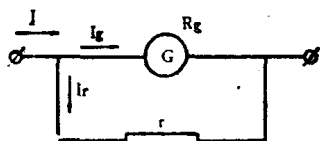
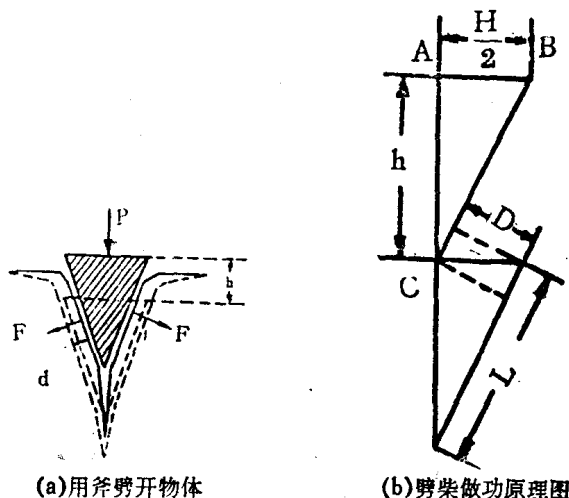


图 1—1

毫安培 = 995 毫安培。表头电阻值已知为 20 欧姆。由等式 $995 \text{ 毫安培} \times r = 5 \text{ 毫安培} \times 20 \text{ 欧姆}$,

$$\therefore r = \frac{5 \text{ 毫安培}}{995 \text{ 毫安培}} \times 20 \text{ 欧姆} = \frac{20}{199} \text{ 欧姆} \approx 0.101 \text{ 欧姆}.$$

【例五】劈柴斧头，背宽4厘米，侧面长24厘米。如果不考虑摩擦，当用20公斤的力打击斧背时，斧头用多大的力劈开木柴？（图1—2）



(a)用斧劈开物体

(b)劈柴做功原理图

图 1—2

能准确记得劈的公式 $F = \frac{L}{H} \cdot P$ （式中 F 为劈力， L 为劈的侧面长， H 为劈背宽， P 为加在劈背上的作用力），那当然会很快地计算出劈开木柴的力为120公斤。但这个公式的意义不够显现（它是由意义显现的 $F \cdot 2d = Ph$ 公式导出的），时间久了也不易记住，压根就不用下力去记这些公式（包括杠杆、滑轮、斜面和螺旋的公式），只要根据机械功的原理，用算术法去解这类问题，就会应刃而解了。

现将它的算术解法叙述于下：

设斧头在20公斤力的作用下打入木柴。在这个力方向上，斧头通过的距离为 $\sqrt{24^2 - 2^2} = \sqrt{572}$ 厘米。打击力所做的功 $A = 20 \text{ 公斤} \times \sqrt{572} \text{ 厘米}$ 。斧头打入木柴时，斧子两侧面各侧向进入的距离 $d = \frac{\sqrt{572} \times 2}{24}$ 厘米（根据直角三角形两直角边的乘积等于斜边和斜边上的高的乘积）。（图1—2(b)所示）。根据机械功的原理，我们就得到斧头两侧面劈开木柴的力

$$F = \frac{20 \sqrt{572} \text{ 公斤厘米}}{2 \times \frac{\sqrt{572} \times 2}{24} \text{ 厘米}} = 120 \text{ 公斤}.$$

最后，我们再举一个用算术法解答原子核物理中的习题。有关这方面的习题用算术法去解答是比较得心应手的。

【例六】1公斤铀₂₃₅裂变后释放出来的能量，相当于1公斤汽油燃烧时所释放出来的能量的多少倍？（汽油的燃烧值 $q = 11000$ 千卡/公斤，每个铀₂₃₅核裂变后释放出200百万电子伏特的能量）。

解：一个铀核裂变放出的能量为 200×10^6 电子伏特， 6.02×10^{23} 个铀核（即一克原子的铀核）裂变放出的能量是多少电子伏特呢？可设为 x 电子伏特，于是

$$1 : 6.02 \times 10^{23} = 200 \times 10^6 : x$$

解得 $x = 6.02 \times 10^{23} \times 200 \times 10^6 = 12.04 \times 10^{31}$ 电子伏特。

一克原子铀的质量为235克，也就是说，235克铀核裂变释放的能量为 12.04×10^{31} 电子伏特，那么，1公斤（1000克）

的铀核裂变释放的能量是多少呢？我们再设为 x ，于是

$$235 : 1000 = 12.04 \times 10^{31} : x$$

$$\therefore x = \frac{12.04 \times 10^{31} \times 1000}{235} = 5.12 \times 10^{32} \text{ 电子伏特。}$$

因为 1 电子伏特的能量等于 1.6×10^{-12} 尔格 $= 1.6 \times 10^{-19}$ 焦耳，所以 5.12×10^{32} 电子伏特 $= 8.19 \times 10^{13}$ 焦耳。

而 1 公斤汽油完全燃烧放出的热量为

$11000 \text{ 千卡/公斤} \times 1 \text{ 公斤} = 11000 \text{ 千卡}$ 。由热功当量 $J = 4.18 \text{ 焦耳/卡}$ 知道，1 公斤汽油完全燃烧放出的热量可做的功为 $4.18 \text{ 焦耳/卡} \times 1.1 \times 10^7 \text{ 卡} = 4.6 \times 10^7 \text{ 焦耳}$ 。这样，我们就可算出 1 公斤铀裂变释放出的能量相当于 1 公斤汽油完全燃烧所放出能量的倍数为

$$N = \frac{8.19 \times 10^{13}}{4.6 \times 10^7} \doteq 1.78 \times 10^6 \text{ 倍。}$$

二、图示量测法

根据物理定理和定律，将题中给出的量值，用直尺和量角器按给定或自定的比例绘成几何线段或图形，最后从图形上直接量测得到所求量的一种解题法，称为图示量测法。

象算术法一样，这种解题法也是一种初始的解题法，是在学生还不能够充分利用几何和三角定理以及物理公式对习题做出定量运算前的一种量测计算方法。

这种解题法的优点还在于它最能形象生动、简单直观地使习题得到解答。再则，通过这种方法的练习，能使学生初步形成借助几何图形去表达物理原理的本领和习惯。

当然，这种解题法给出的答案一般是近似的。

现在举几个用图示量测法解题的例子。

【例一】在绳的下端挂一个16公斤重的物体，在水平方向上用12公斤的力拉这个物体，使物体移到某一位置上静止。试用图示量测法求绳上的拉力和绳跟竖直方向间的夹角。

依题意，首先作出物体的受力示意图（图2—1），图中 P 为物体的重量， F 为水平拉力， T' 为绳对物体的拉力。物体在这三个力的作用下处于平衡状态。我们可以用力的平行四边形法则求得 P 和 F 的合力 T ，此合力就是物体拉绳子的

作用力, T' 与 T 大小相等, 方向相反。

经过这样一番简单分析后, 就可以按“给定或自定”的比例尺寸作图, 步骤如下:

设一厘米长代表 4 公斤重的力。在竖直方向上作一等于 4 厘米长的有向线段, 方向向下, 表示物体的重量 $P = 16$ 公斤; 再从力 P 的作用点向左作一等于 3 厘米长的有向线段表示物体受到的水平拉力 $F = 12$ 公斤。(如图 2-1 所示)

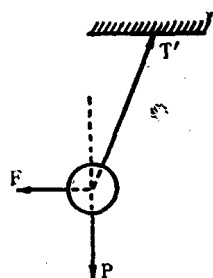


图 2-1
物体受力图示

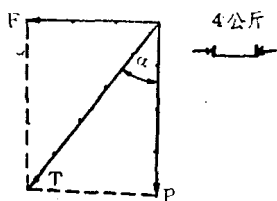


图 2-2 力的量测图示

以 P 和 F 为相邻两边做平行四边形。通过此二力作用点的对角线的长度, 即表示合力 T 的大小。经量得长为 5 厘米, 按所定比例, 合力 $T = 5 \times 4$ 公斤 $= 20$ 公斤。合力 T 与重力 P 间的夹角 α ,

用量角器量得约为 $36^\circ 50'$ 。

因为 T' 与 T 是一对作用力与反作用力, 所以绳对物体的拉力 T' 在大小上也是 20 公斤, 绳子跟竖直方向间的夹角等于 α 。

【例二】一航船从码头 A 出发, 开往河流对岸码头 B (图 2-3)。如果它保持跟两码头的

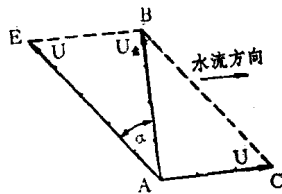


图 2-3 速度的量测图示

连线 AB (AB 跟河岸垂直) 成 α 角的方向逆流航行, 那么, 经过12.5分钟到达码头 B 。已知河水流速 v 是120米/分, A 、 B 两码头间的距离为2公里, 用图示量测法求出船对河水的速度 u 和航行方向角 α 的大小。

解: 设一厘米长表示速度为40米/分。从 A 点沿水流方向作一直线, 截取 $AC=3$ 厘米长, 并标上方向, 表示河水流速 v 是120米/分。因为航船要横渡到彼岸, 即合速度的方向

从码头 A 指向码头 B , 大小为 $v_{\text{合}} = \frac{2000 \text{ 米}}{12.5 \text{ 分}} = 160 \text{ 米/分}$ 。因此

从 A 点在 AB 线上截取 $AB=4$ 厘米长的有向线段表示之。连接 C 和 B 两点, 再过 A 点作平行于 CB 连线的直线和过 B 平行于 AC 的直线相交于 E 点, 则 AE 的长度就为航船在河水中的速度 u , 经量得约为5厘米长, 即 $u=5 \times 40 \text{ 米/分} = 200 \text{ 米/分}$, 而量取航行方向角 α 约为 $36^\circ 50'$ 。

【例三】有一个三相交流发电机, 相电压为220伏特, 若按 Y 形接法对外供电, 用图示量测法求出线电压的值。

解: 设一厘米长代表100伏特, 作出三条互成 120° 角、长度都等于2.2厘米长的矢线段 OA 、

OB 和 OC (图2-4所示)。连接 AB 、 BC 和 CA , 量得它们的长度都约等于3.8厘米。即此三相交流发电机的线电压值都为 $3.8 \times 100 = 380$ 伏特。

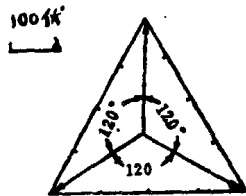


图2-4 线电压量测图

【例四】有一放大镜, 焦距为10厘米。一个高5厘米的物体放在距放大镜15厘米处, 用图示量测法求出象的大小和距放大镜的

距离。

解：设一厘米长的线段表示 5 厘米的长度，过一直立透镜的光心 O 作一主光轴 NN' ，以光心 O 为原点，以一厘米长为分段，向左右主光轴各截取 1、2、3……若干等分。在透镜左右 2 等分处标上主焦点 F_1 和 F_2 。再在透镜左侧（或右侧）3 等分 B 处，作一高为一厘米长的线段 AB ，表示物体的大小（高度），按光学成像作图法则作出成像光路图（如图 2—5）。

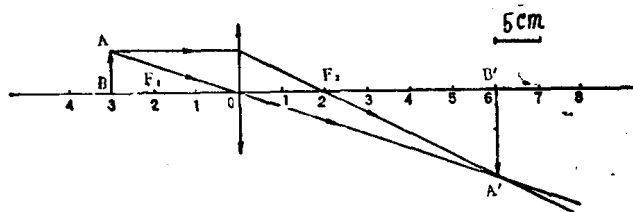


图 2—5 放大镜成像量测图

经量测， $A'B'$ （象）线段的长度约为 2 厘米，即象的实际大小约为 2×5 厘米 = 10 厘米。象距 OB' 线段长约为 6 厘米，即实际象距约为 $6 \times 5 = 30$ 厘米。

【例五】 A 、 B 为两个带电小球，相距 15 厘米。 A 、 B 两球分别带有 +8 静电系单位和 -7 静电系单位的电量，试用图示量测法求距 A 、 B 两球分别为 12 厘米和 10 厘米的 C 点上的电场强度大小和方向。

解：设一厘米长的线段表示 5 厘米的实际距离，在一个平面内可按几何作图法确定 A 、 B 、 C 三点的位置，如图 2—6 $\triangle ABC$ 所示。

假定 A 、 B 两球所带电量 q_A 和 q_B 在 C 点产生的电场强度为 E_{AC} 和 E_{BC} 。

则 $E_{AC} = \frac{q_A}{r_{AC}^2} = \frac{8 \text{ 静电系单位电量}}{(12 \text{ 厘米})^2} = 0.06 \text{ 静电系单位场强}$ ， $E_{BC} = \frac{q_B}{r_{BC}^2} = \frac{7 \text{ 静电系单位电量}}{(10 \text{ 厘米})^2} = 0.07 \text{ 静电系单位场强}$ 。

再设 2 厘米长表示 0.06 静电系单位场强，从 C 点沿 AC 方向截取 2 厘米长的有向线段表示 E_{AC} ，从 C 点沿 CB 方向截取 2.2 厘米长的有向线段表示 E_{BC} 。以

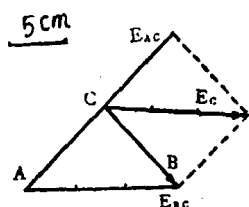


图 2-6 电场强度量测图

E_{AC} 和 E_{BC} 为相邻两边完成的平行四边形，过 C 点的对角线 E_C ，就是 A 、 B 两带电球在 C 点处的合场强值。经量得 $E_C = \frac{3}{2} \times 0.06 = 0.09 \text{ 静电系单位场强}$ ；方向如图中所示。

【例六】图 2-7 中， $ABCDE$ 为一横波图线，传播方向由 $K \rightarrow P$ ，其波幅值为 5 厘米。试指出 $\frac{7}{4}T$ 后的图线形式及

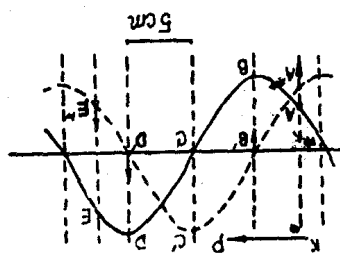


图 2-7 横波图线

A 、 B 、 C 、 D 、 E 各点的运动方向和 A 、 C 、 D 三点的位移值？（设一开始 A 点的位移值为 2.5 厘米， C 点的位移值为零， D 点的位移值为 5 厘米）。

解