

高考

WULI

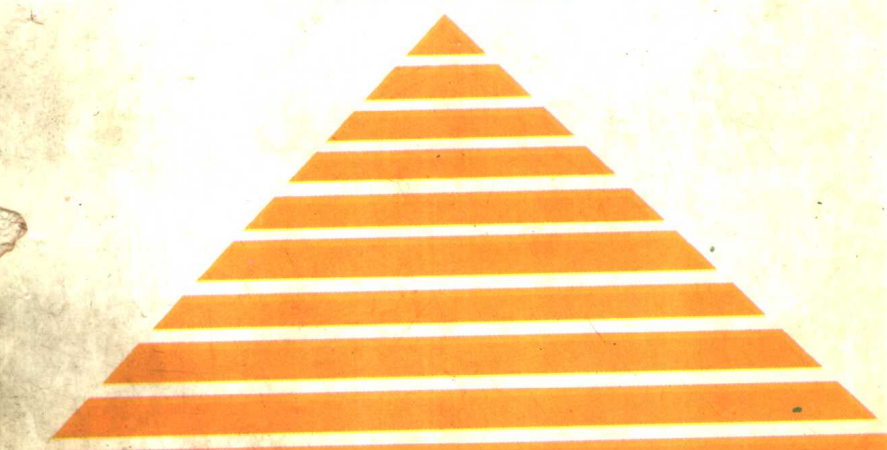
WULI

物理

能力题

思路 与 解法

周久磷 主编



南京师范大学出版社

高考物理能力题 思路与解法

周久璘 主编

南京师范大学出版社

高考物理能力题思路与解法

周久璜 主编

*

南京师范大学出版社出版发行

(江苏省南京市宁海路 122 号 邮编 210097)

江苏省新华书店经销 丹阳练湖印刷厂印刷

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 13.375 字数 332 千

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

印数 1-20000

ISBN 7-81047-114-7/G·74

定价: 12.00 元

(南京师大版图书若有印、装错误可向承印厂退换)

编者的话

考试也是一门学问。普通高校招生考试是最为引人注目的。我们根据高考的命题思想及试题类型越来越趋向标准化、科学化的特点,编写了这本《高考物理能力题思路与解法》。本书精选高考试题中有典型性、代表性的以考查能力为主的“能力题”作范例,按物理学科的知识体系,分章节编排,对解题思路、方法和技巧进行认真的剖析、研究,对各题的相关知识进行归纳、整理和拓宽。目的是帮助同学们全面了解物理知识体系,掌握解题规律,提高分析问题和解决问题的能力,同时了解高考对学生在知识和能力上的具体要求及考查重点,熟悉考题形式和答题规范要求。

书中对近年高考试题的分析,可帮助同学们了解高考的考查热点及题型的变化,从而预测以后高考试题的发展趋向,还可减少复习过程中的盲目性,提高复习效率。

本书各章节都有一定数量的配套练习题。这些练习题是从高考试题及各地高考模拟练习中精选出来的,难度适中,安排在相关知识及题型之后,有利于巩固所学知识,加强应试训练,提高应试能力。

本书主编:周久璘,参加编写:陈兆金、周久璘、李海岩、刘国钧、朱建廉。

编 者

一九九七年七月

目 录

第一章 力 物体的平衡.....	(1)
第二章 直线运动.....	(8)
第三章 运动和力	(13)
第四章 物体的相互作用	(26)
第五章 曲线运动 万有引力	(45)
第六章 机械能	(56)
第七章 机械振动和机械波.....	(106)
第八章 分子运动论 热和功.....	(119)
第九章 气体性质.....	(122)
第十章 静电场.....	(150)
第十一章 稳恒电流.....	(202)
第十二章 磁场.....	(259)
第十三章 电磁感应.....	(288)
第十四章 交流电.....	(326)
第十五章 电磁振荡和电磁波.....	(342)
第十六章 光的反射与折射.....	(349)
第十七章 光的本性.....	(375)
第十八章 原子和原子核.....	(393)

第一章 力 物体的平衡

一、受力分析

〔例 1〕 (1988 年全国考题) 在粗糙水平面上有一个三角形木块 abc , 在它的两个粗糙斜面上分别放两个质量 m_1 和 m_2 的木块, $m_1 > m_2$, 如图 1-1 所示。已知三角形木块和两物体都是静止的, 则粗糙水平面对三角形木块 ()。

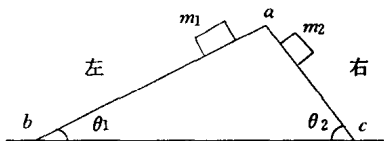


图 1-1

- A. 有摩擦力的作用, 摩擦力的方向水平向右
- B. 有摩擦力的作用, 摩擦力的方向水平向左
- C. 有摩擦力的作用, 但摩擦力的方向不能确定, 因为 m_1 、 m_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值并未给出
- D. 以上结论都不对

〔思路〕 这是一道受力分析题。分析受力的方法是: 先重力, 后弹力、摩擦力及其它力。要正确地对研究对象分析受力, 必须抓住分析力的三个依据: 即力的性质、牛顿第三定律和物体的运动状态。本题可有两种解法。

〔解答一〕 用隔离法解。 m_1 受三个力 m_1g 、 N_1 、 f_1 。三力平衡, 故 N_1 、 f_1 合力大小为 m_1g , 方向竖直向上。 N_1 与 f_1 的反作用力 N_1' 与 f_1' 的合力即为 m_1 对木块的作用力, 大小为 m_1g , 方向竖直向下, 则 m_1 对三角形木块无水平方向作用力。同理 m_2 对三角形

木块也无水平方向作用力。因此对三角形木块而言,水平方向没有运动趋势,故不受摩擦力作用。如图 1-2。

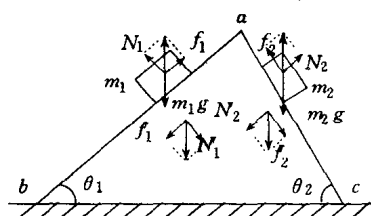


图 1-2

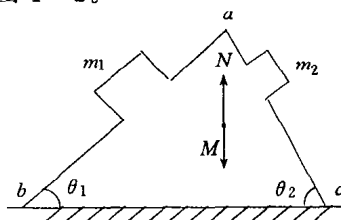
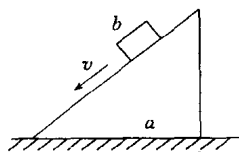


图 1-3

〔解答二〕 用整体法解。因 m_1 、 m_2 在三角形木块上静止,故可把 m_1 、 m_2 和三角形木块视为整体,如图 1-3。整体受两个力,即重力 $(M+m_1+m_2)g$ 和支持力 N 。水平方向不受力,故不受摩擦力作用。

〔例 2〕 (1990 年全国考题)如图 1-4 所示,在粗糙的水平面上放一三角形木块 a ,若物体 b 在 a 的斜面上匀速下滑,则()。



A. a 保持静止,而且没有相对于水平面运动的趋势

B. a 保持静止,但有相对于水平面向右运动的趋势

C. a 保持静止,但有相对于水平面向左运动的趋势

D. 因未给出所需数据,无法对 a 是否运动或有无运动趋势作出判断

〔思路〕 要判断木块 a 能否保持静止以及相对于水平面是否有运动趋势,就要分析 a 的受力,以此来判断 a 是否保持静止、是否有运动趋势。本题可分析 b 受力,进而确定 b 对 a 的力。与例 1 相似,本题也有两种解法。

〔解答一〕 用隔离法解,先以 b 为研究对象,分析受力如图 1-5(a)。由于 b 匀速,故 N_1 与 f 合力大小为 G_b ,方向竖直向上。再以 a 为研究对象,它至少受到四个力的作用,如图 1-5(b)所示,

即重力 G_a , b 对它的压力 N_1' , b 对它的摩擦力 f' 及水平面对它的支持力 N_2 。水平面对 a 是否有摩擦力暂且不知。由牛顿第三定律可知 N_1' 与 f' 的合力与 N_1 与 f 的合力大小相等, 方向相反(在竖直方向), 而 N_2 与 G_a 亦为竖直方向的力, 故 a 在水平方向没有运动趋势, 没有摩擦力, 应选 A。

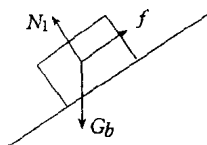


图 1-5(a)

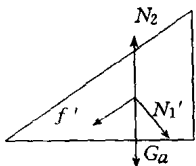


图 1-5(b)

〔解答二〕 用整体法解。即以 a 、 b 整体为研究对象, a 、 b 之间的力属内力, 不予考虑。 ab 整体至少受到重力和水平地面的支持力, 如图 1-6。由于 b 匀速, 无加速度, 系统受力应平衡, 故 a 没有受到水平地面对它的摩擦力。

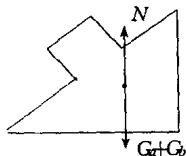


图 1-6

上述两道例题, 均有隔离法和整体法两种解法。隔离法要多次分析受力; 而整体法把物体之间的相互作用力作为系统的内力考虑, 有助于我们快速正确地做出判断。我们在解题时, 要灵活选择研究对象, 注意从整体角度分析、研究问题。

下面是两道从力的性质、物体的状态入手分析受力的题, 请读者练一练。

1. (1992 年全国考题) 如图 1-7, 一木块放在水平桌面上, 在水平方向共受到三个力即 F_1 、 F_2 和摩擦力作用, 木块处于静止状态。其中 $F_1 = 10\text{N}$ 、 $F_2 = 2\text{N}$ 。若撤去力 F_1 , 则木块在水平方向受到的合力为()。

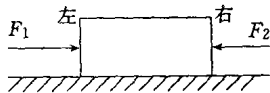


图 1-7

- A. 10N , 方向向左 B. 6N , 方向向右
C. 2N , 方向向左 D. 零

2. (1995 年上海考题) 三个相同的支座上分别搁着三个质量和直径都相等的光滑圆球 a 、 b 、 c , 支点 P 、 Q 在同一水平面上, a 球

1999 7 13

的重心 O_a 位于球心, b 球和 c 球的重心 O_b 、 O_c 分别位于球心的正上方和球心的正下方, 如图 1-8 所示, 三球均

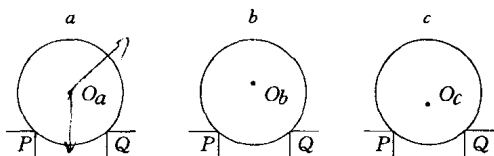


图 1-8

处于平衡状态, 支点 P 对 a 球的弹力为 N_a , 对 b 球和 c 球的弹力分别为 N_b 和 N_c , 则 ()。

- A. $N_a = N_b = N_c$ B. $N_b > N_a > N_c$
C. $N_b < N_a < N_c$ D. $N_a > N_b = N_c$

二、共点力作用下物体的平衡

〔例 3〕 (1990 年全国考题) 用轻质细线把两个质量未知的小球悬挂起来, 如图 1-9 中的左图所示, 今对小球 a 持续施加一个左偏下 30° 的恒力, 并对小球 b 持续施加一个向右偏上 30° 的同样大的恒力, 最后达到平衡, 图 1-9 右

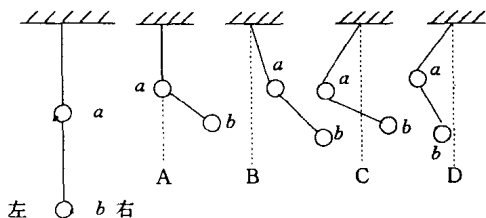


图 1-9

方四张图中, 表示平衡状态的可能是图 ()。

〔思路〕 悬挂着的两个小球在受到大小相等、方向相反的一对力作用下而达到平衡。要判断哪个图是可能的, 实际上就是要判断上面这根绳子拉力的方向问题。这里有两种思考方法: 可以用分别以单个小球为研究对象的隔离法, 也可以用以 a 和 b 组成的系统为研究对象进行分析的整体法。

〔解答一〕 以 b 为研究对象, 它的受力如图 1-10 所示, 其中拉力 T 沿 ab 间绳子方向, 由 b 的平衡条件可知, F_1 与 T 的合力与

G_b 的大小相等、方向相反。以 a 为研究对象, a 受 4 个力作用, 上面一根绳子的拉力方向暂且不管, 其它三个力如图 1-11 所示。其中 T' 与 T 大小相等、方向相反, 而 F_2 与 F_1 又大小相等、方向相反, 因此 T' 与 F_2 的合力与 T 与 F_1 的合力大小相等, 方向相反。即 F_2 、 G_2 、 T' 的合力大小为 $G_a + G_b$, 方向竖直向下。由 a 的平衡条件可知, a 球受上面绳的拉力是竖直向上的。应选 A。

〔解答二〕 以 a 与 b 组成的系统为研究对象, a 、 b 间绳拉力为内力, 不予考虑。 a 、 b 整体受重力、两个大小相等方向相反的力 F_1 和 F_2 以及上方绳子的拉力。由于 F_1 与 F_2 合力为零, 所以绳子的拉力应与重力合力为零, 可得绳子的拉力方向竖直向上。

从上述两种解法的对比中, 我们可以看到整体法解题的优越性: 它简捷、清晰, 省去了对物体之间内力的表述。在题目给出的四个选项中, 绳子拉力方向各异, 如一一分析, 则比较麻烦。我们在用隔离法时也不是逐个分析, 而是在两对等值反向的力的合力也是等值反向的基础上, 结合平衡条件, 得出 a 上面的绳子是竖直的结论。另外, 对于静力学问题, 准确地分析受力, 规范地作出受力图, 是极为重要的。

请读者练习下面两道题:

3. (1992 年全国考题) 如图 1-12 所示, C 是水平地面, A 、 B 是两长方形物块, F 是作用在 B 上沿水平方向的力, 物体 A 和 B 以相同的速度作匀速直线运动。由此可知, A 、 B 间的滑动摩擦系数 μ_1 和 B 、 C 间的滑动摩擦系数 μ_2 有可能是()。

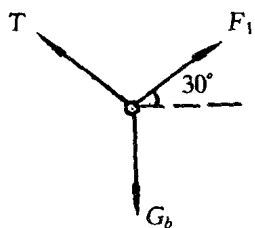


图 1-10

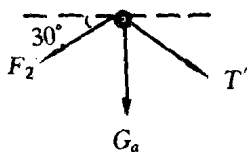


图 1-11

- A. $\mu_1=0, \mu_2=0$
 B. $\mu_1=0, \mu_2 \neq 0$
 C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2=0$
 D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

4. (1993 年全国考题) A、B、C 三

块质量分别为 M 、 m 和 m_0 的物体作

如图 1-13 所示的连接, 绳子不可伸长, 且绳子和滑轮的质量、滑轮的摩擦均不计, 若 B 随 A 一起沿水平桌面作匀速运动, 则可以断定()。

A. 物块 A 与桌面之间有摩擦力, 大小为 m_0g

B. 物块 A 与 B 之间有摩擦力, 大小为

m_0g

C. 桌面对 A, B 对 A 都有摩擦力, 两者方向相同, 合力为 m_0g

D. 桌面对 A, B 对 A 都有摩擦力, 两者方向相反, 合力为 m_0g

〔例 4〕 (1996 年上海考题) 如

图 1-14 所示, 长为 5m 的细绳的两端分别系于竖立在地面上相距为 4m 的两杆的顶端 A、B。绳上挂一个光滑的轻质挂钩, 其下连着一个重为 12N 的物体。平衡时, 绳中张力 $T =$ _____。

〔思路〕 本题为三力平衡问

题。其基本思路为: 选对象、分析力、画力图、列方程。对平衡问题, 根据题目所给条件, 往往可采用不同的数学方法, 如正交分解法、相似三角形法等。所以, 这道题有多种解法。

〔解答一〕 选挂钩为研究对象, 受力如图 1-15, 设绳与水平

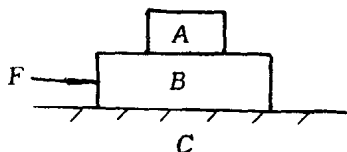


图 1-12

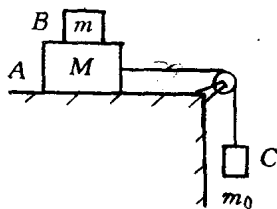


图 1-13

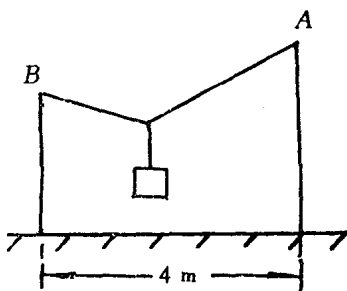


图 1-14

夹角为 α , 由平衡条件有:

$$2T\sin\alpha = F$$

其中 $F=12\text{N}$ 。若将绳延长, 不难得到 $\sin\alpha = \frac{3}{5}$, 则可得到 $T=10\text{N}$ 。

〔解答二〕 挂钩受三个力, 由平衡条件可知两个拉力(大小都为 T)的合力 F' 与 F 大小相等, 方向相反。以两个拉力为邻边所作的平行四边形为菱形。如图 1-15 所示。其中力的三角形 $\triangle OEG$ 与 $\triangle ADC$ 相似, 则有

$$\frac{\frac{F'}{2}}{AC} = \frac{T}{AD}$$

$$\text{可得: } T = \frac{AD}{2AC} F' = \frac{5}{6} \times 12 = 10\text{N}。$$

请读者练习:

5. (1993 年全国考题) 两根长度相等的轻绳, 下端悬挂一质量为 m 的物体, 上端分别固定在水平天花板上的 M 、 N 点, MN 间的距离为 S , 如图 1-16 所示。已知两绳所能经受的最大拉力均为 T , 则每根绳的长度不得短于_____。

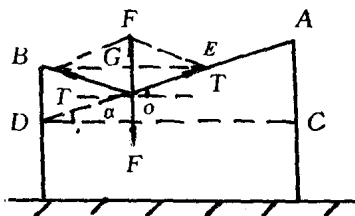


图 1-15

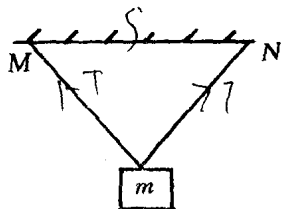


图 1-16

第二章 直线运动

〔例 1〕 (1986 年上海考题)关于加速度与速度的关系,下列说法中正确的是()。

- A. 速度变化得越多,加速度就越大
- B. 速度变化得越快,加速度就越大
- C. 加速度方向保持不变,速度方向也保持不变。
- D. 加速度大小不断变小,速度大小也不断变小。

〔思路〕 本题考查学生对速度与加速度的理解情况。加速度表示速度变化的快慢,其大小是由力和质量决定的,又可以通过速度的变化与时间的比值来测定。加速度与速度在本质上没有任何关系。对于 A、B 选项,只要认清加速度的意义,不难确定 B 正确。C、D 两个选项是针对考生中两种多发性错误编拟的。C 误认为加速度方向不变,速度方向也一定不变。其实在匀变速曲线运动中,加速度方向虽然不变,但速度方向却时刻改变。D 误认为加速度大小不断变小,速度大小也随之变小,把速度等同于速度的变化。弹簧振子在向平衡位置运动时,其加速度虽在变小,但其速度在不断增大。

〔解答〕 应选 B。

〔例 2〕 (1992 年全国考题)两辆完全相同的汽车,沿水平直路一前一后匀速行驶,速度为 v_0 ,若前车突然以恒定加速度刹车,在它刚停车时,后车以前车刹车时的加速度开始刹车。已知前车在刹车过程中所行驶的距离为 S ,若要保证两辆车在上述情况中不相撞,则两车在匀速行驶时保持的距离至少应为()。

- A. S
- B. $2S$
- C. $3S$
- D. $4S$

〔思路〕 两车不相撞的条件是：前车刹车停住时，匀速行驶的后车不越过前车刹车时的位置，而两车匀速行驶保持的距离就是前车开始刹车时两车之间的距离。由于两车前进的速度相等，刹车时的加速度也相等，所以，前车刹车的时间就是后车刹车前匀速行驶的时间。前车在刹车这段时间内通过的距离题目已给出，只要能确定在这段时间内后车匀速行驶的距离和前车刹车行驶的距离之间的关系，就可得出题目要求的答案。

〔解答一〕 用速度公式和位移公式求解。

$$\text{对前车： } v_0^2 = 2as \quad \text{①}$$

$$v_0 = at \quad \text{②}$$

$$\text{对后车： } S' = v_0 t \quad \text{③}$$

由上述三式可得： $S' = 2S$ 。应选 B。

〔解答二〕 由平均速度公式求解。

$$\text{对前车： } S = \frac{v_0}{2} t \quad \text{①}$$

$$\text{对后车： } S' = v_0 t \quad \text{②}$$

可得： $S' = 2S$ 。

〔解答三〕 由 $v-t$ 图像求解。在同一 $v-t$ 图上作出两车的速度图像如图 2-1 所示。I 为前车刹车时运动情况。II 为后车刹车前后的运动情况。前车刹车过程中通过的路程在数值上等于 $\triangle ABO$ 的面积，为 S 。后车从前车刹车开始到停止通过的路程在数值上等于梯形 $ACDO$ 的面积，为 $3S$ 。则前车刹车前，两车至少保持的距离为 $3S - S = 2S$ 。

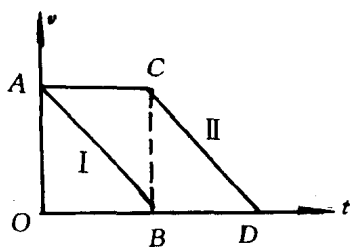


图 2-1

对于匀变速直线运动问题，由于可组合的公式多，往往每一种

组合就是一种解法,因而有多种解法。从上述三种解法中可以看出,利用平均速度和图像(一般用 $v-t$ 图像)解题较为简便,而利用图像解题更为简捷。因此,我们在解题中,要认真分析,注意优化解题过程,选择更为简便的方法。

〔例3〕 (1990年上海考题)一矿井深为125m,在井口每隔一定时间自由下落一个小球。当第11个小球刚从井口开始下落时,第1个小球刚好到达井底。则相邻小球开始下落的时间间隔为____s,这时第3个小球和第5个小球相距____m。(g取10m/s²)

〔思路〕 第11个小球开始下落时,第1个小球已运动了10个时间间隔即 $10\Delta t$,由高度可求出时间间隔。而第3个小球与第5个小球之间的间距为 $8\Delta t$ 与 $6\Delta t$ 内自由下落的高度差。另外也可以利用初速为零的匀加速运动的有关比例关系及 $\Delta S=a\Delta t^2$ 求解。

〔解答一〕 设间隔为 Δt ,则第1个小球从下落至到达地面时间 $t=10\Delta t$,由位移公式有: $H=\frac{1}{2}gt^2=\frac{1}{2}g(10\Delta t)^2$,解得 $\Delta t=0.5$ s。第3个小球与第5个小球间距为 $\Delta H=\frac{1}{2}g(8\Delta t)^2-\frac{1}{2}g(6\Delta t)^2=35$ m。

〔解答二〕 因小球做自由落体运动,小球的间距之比符合1:3:5……。设第11个小球刚下落时与第10个小球间距为 S ,则 $H=S+3S+\dots+(2n-1)S=100S(n=10)$,则 $S=1.25$ m。

由 $\Delta S=g\Delta t^2$,得 $\Delta t=\sqrt{\frac{\Delta S}{g}}=\sqrt{\frac{2S}{g}}=0.5$ s。第3与第5两球间距 $\Delta H=13S+15S=28S=35$ m。

请读者练习:

1. (1995年上海考题)物体沿一直线运动,在 t 时间内通过的路程为 S ,它在中间位置 $\frac{1}{2}S$ 处的速度为 v_1 ,在中间时刻 $\frac{1}{2}t$ 时的速度为 v_2 ,则 v_1 和 v_2 的关系为()。

A. 当物体作匀加速直线运动时, $v_1 > v_2$

1999 7 13 6661

B. 当物体作匀减速直线运动时, $v_1 > v_2$

C. 当物体作匀速直线运动时, $v_1 = v_2$

D. 当物体作匀减速直线运动时, $v_1 < v_2$ 。

2. (1996 年全国考题) 一物体作匀变速直线运动, 某时刻速度的大小为 4m/s , 1 秒钟后速度的大小变为 10m/s 。在这 1 秒钟内该物体的()。

A. 位移的大小可能小于 4m

B. 位移的大小可能大于 10m

C. 加速度的大小可能小于 4m/s^2

D. 加速度的大小可能大于 10m/s^2

〔例 4〕 (1989 年全国考题) 在测定匀变速直线运动的加速度的实验中, 用打点计时器记录纸带运动的时间。计时器所用电源的频率为

50Hz 。图 2

—2 为作匀

变速直线运

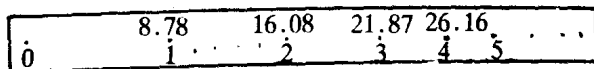


图 2-2

动的小车带动的纸带上记录的一些点, 在每相邻的两点中间都有四个点未画出, 按时间顺序取 0、1、2、3、4、5 六个点用尺来量出 1、2、3、4、5 点到 0 点的距离(单位: cm) 由此可得小车的加速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}\text{m/s}^2$, 方向 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

〔思路〕 处理打点纸带是力学实验中一项重要内容。一般分四步进行: ①选计数点, ②测间隔, ③求速度, ④判断或求加速度。求加速度一般有两种方法。即 $\Delta S = at^2$ 法与图像法。

〔解答一〕 $\Delta S = at^2$ 法。

$$\Delta S_1 = a_1 t^2, \Delta S_2 = a_2 t^2, \Delta S_3 = a_3 t^2, \Delta S_4 = a_4 t^2, \Delta S_5 = a_5 t^2$$

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5}$$

代入数据可得: $\bar{a} = -1.50\text{m/s}^2$ 。其负号表明小车加速度方向

与其速度反向。

〔解答二〕 图像法。

根据测得的数据,可求出 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 , 设计一个表格,把对应的 t 、 v 值填入表内,用横坐标表示时间,纵坐标表示速度,在坐标平面上找出各对应点,画一条直线,让点尽可能在该直线上,不在直线上的点尽量对称地分布在直线的两旁,从 $v-t$ 图像上求出直线的斜率,就得到了小车的加速度。作图求解过程略。

请读者练习:

3. (1991 年上海考题)用接在 50Hz 交流低压电源上的打点计时器,测定小车作匀加速直线运动的加速度,某次实验中得到的一条纸带如图 2-3

所示,从比较清晰的点起,每五个打印点取一个点作为计数点,分别标明 0、1、2、3、4。量得 0 与 1 两点间距离 $s_1=30\text{mm}$, 3 与 4 两点间距离 $s_4=48\text{mm}$,则小车在 0 与 1 两点间平均速度为 _____ m/s ,小车的加速度为 _____ m/s^2 。

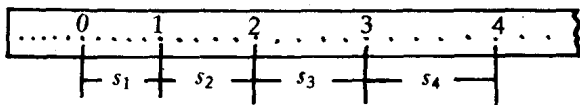


图 2-3