

高中物理习题集

GAOZHONG WULI XITI JI

浙江
人民出版社

高中物理习题集

杭州市中学物理教研大组编

浙江人民出版社

内 容 提 要

本书参照新编中学物理教学大纲，收集力学、分子物理学和热学、电学、几何光学、振动和波、原子和原子核物理学等各类习题六百余则。书末附有习题解答。可供在校师生和广大工农青年学习参考。

高中物理习题集

杭州市中学物理教研大组编

*

浙江人民出版社出版

杭州印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本：787×1092 1/32 印张：9 1/2

1978年10月第一版

1978年10月第一次印刷

印数：1—500,000

统一书号：7103·1012

定 价： 0.66 元

（封面设计：周盛发）

编 者 的 话

物理练习在中学物理教学中十分重要。它可以帮助学生牢固地掌握基础知识，提高分析问题和解决问题的能力。我们根据多年从事物理教学的经验，在广泛搜集材料的基础上编成《高中物理习题集》，供在校师生和工农青年学习参考。

本书在编辑过程中，力求按照新的中学物理教学大纲精神来确定内容深浅和各部分比例。但由于学习不够，当时新大纲又未正式颁布，肯定还有不少差距。所收习题以计算题和综合题为主，选时偏重于中等难度以上的。部分章节中也包含有若干问答题和实验题。培养综合运用物理知识能力的综合题，尽量按所学知识的先后顺序排列，但也有个别题目要联系到后面学的知识。少数难度较大或提高了要求的习题，标有*号以示区别。

为了便于自学，每一章节分别介绍基本概念和规律、解题要领，并列举典型例题。读者应先学好物理知识，然后再做练习。书末附有答案，可供查考。简单的只列最后结果，复杂的并附较详提示。

本书可以说是杭州市中学物理教师集体劳动的成果。不少教师热心为本书提供习题，大部分高中物理教师参加习题的审查和验算。负责编辑的有胡辛年、李焕声、程先成、严行新、陈莲春、颜威明、席与康、蒋思贤、顾瑛琦、倪引令等十位老师，最后由程先成、严行新负责整理加工。

成稿时间比较仓促，加上编者水平有限，热切希望读者给予批评指正，帮助我们改进提高。

杭州市中学物理教研大组

1978年3月

目 录

第一章 力学	1
§ 1 力的合成和分解	1
§ 2 直线运动	7
§ 3 运动定律	18
§ 4 物体的平衡	35
§ 5 曲线运动	46
§ 6 动量、动量守恒	54
§ 7 机械能	59
§ 8 流体力学	70
第二章 分子物理学 热和功	76
§ 1 气体分子运动论 气态方程	76
§ 2 热和功 物态变化	84
第三章 电学	92
§ 1 电场	92
§ 2 直流电路	111
§ 3 磁场 电磁感应	143
§ 4 交流电路	162
§ 5 电子技术基础	177
第四章 几何光学	193
第五章 振动和波	205
第六章 原子和原子核物理学	215
习题解答	220
附录一 有效数字	296
附录二 常用的物理常数	299

第一章 力 学

§ 1 力的合成和分解

一、基本概念和规律

1. 力是矢量。求共点力的合成可以运用矢量合成的方法。

2. 求成一般角度的共点力的合力，可应用平行四边形法则。即任何两个共点力的合力，它的量值和方向，都可以用由这两个力做邻边所作的平行四边形的对角线来表示。(图 1—1)

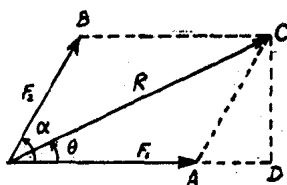


图 1—1

矢量表示式 $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$,

合力 $\vec{R}$ 的大小由下式决定:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha},$$

$\vec{R}$ 的方向由 $\operatorname{tg} \theta = \frac{F_2 \sin \alpha}{F_1 + F_2 \cos \alpha}$ 得出。

当 $\alpha = 90^\circ$ 时，即求两个互成直角的共点力的合力。

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}, \quad \operatorname{tg} \theta = \frac{F_2}{F_1}.$$

3. 一个力分解成互成角度的力。

力的分解可以看作是力的合成的逆运算，同样可以应用平行四边形法则。

当把一个力分解成两个互为直角的分力时，就称为力的正交分解法。（图1—2）

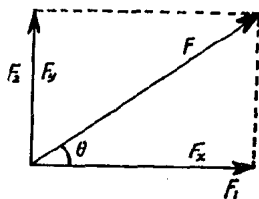


图1—2

力 F 和分力 F_1 , F_2 的关系为：

$$F_2 = F \sin \theta, F_1 = F \cos \theta。$$

或用坐标法表示：

$$F_y = F \sin \theta, F_x = F \cos \theta。$$

4. 求共点力的合成还可以应用三角形法和多边形法则。

二、解题要点

求解力的合成和分解这类习题，往往运用两种解法。

1. 平衡法。分析物体受到几个力的作用，再根据物体处于平衡状态，共点力的合力为零这个结论，求解习题，如例一。

2. 力的分解法。从理论上说，把一个已知力分解为两个互成角度的分力是一个不确定的问题。因为把一个已知力作为对角线，可以画出无穷多个平行四边形。因此，在求分力时要有一定的条件，即根据这个力所产生的客观效果考虑。如放在斜面上的重物所受的重力 P 可以分解成为一个顺着斜面向下的分力 $F_P = P \sin \theta$ 和一个垂直斜面的分力 $F_N = P \cos \theta$ 。起重机吊重物时，吊钩受到的拉力 P 可以分解为：对钢索的拉力 F_1 和对悬臂的压力 F_2 ，如例二。

三、例题

【例一】在图1—3中，两根钢索成 60° ，且 F_1 和 F_2 的大小相等。若吊钩处于平衡状态时，受到向上的牵引力为 2.0 吨，求每根钢索对吊

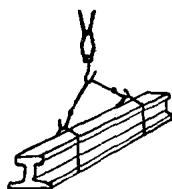
钩的拉力。

【解】根据题意，吊钩受三个力作用处于平衡状态。显然 F_1 与 F_2 的合力 R 必与 F 大小相等方向相反，

即 $\vec{R} = -\vec{F}$, $R = F = 2.0$ 吨。

根据力的平行四边形法则，

$\alpha = 60^\circ$



(a)



(b)

图 1-3

$$\text{显然 } F_1 = \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{2.0}{2 \cos 30^\circ} = 1.2 \text{ (吨)}.$$

$$\therefore F_2 = F_1, \quad \therefore F_2 = 1.2 \text{ 吨}.$$

【答】两根钢索的拉力相等，约为 1.2 吨。

【例二】图 1-4 是塔式起重机上部结构的示意图，钢索 AC 与水平悬臂 BC 成 30° 角，问起重机吊 4.0 吨重的物体时，钢索和悬臂各受多大的力？

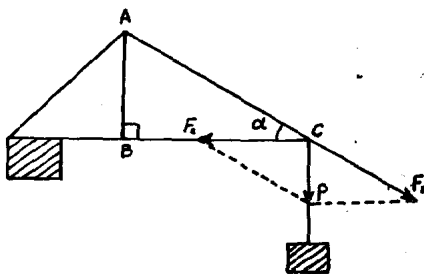


图 1-4

【解】由题意， $P = 4.0$ 吨， $\alpha = 30^\circ$ 。

重力 P 可以分解成两个分力，对钢索 AC 的拉力 F_1 ，对悬臂 BC 的压力 F_2 。根据平行四边形法则作出力图。

$$\text{显然: } F_1 = \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{4.0}{\sin 30^\circ} = 8.0 \text{ (吨)}.$$

$$F_2 = \frac{P}{\tan \alpha} = \frac{4.0}{\tan 30^\circ} = 6.9 \text{ (吨)}.$$

【答】起重机钢索受 8.0 吨拉力，悬臂约受 6.9 吨压力。

1. 电工在架设电线时, 为了防止电杆倾倒, 在电杆两侧拉上铁丝。如图 1—5 所示, 若两侧铁丝与地面的夹角都是 60° , 每条铁丝上的拉力是 30 千克, 这样作用的结果, 电杆对地的压力增大了多少?

2. 图 1—6 表示一个对称的三角形屋架, 两根斜梁跟横梁之间的夹角都为 30° , 如果顶点 B 处受到 1.00×10^3 千克的压力。求斜梁, 横梁和墙壁各受多大的力。

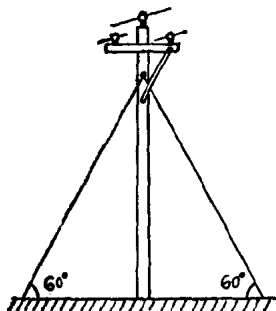


图 1—5

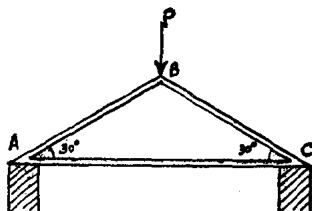


图 1—6

3. 图 1—7 中的 AC 和 BC 是固定在电线杆上的铁棍, AC 长 180 厘米, BC 长 240 厘米, AB 间的距离是 120 厘米。在 C 处悬挂一个重 2.5 千克的电灯, 求 AC 和 BC 所受的力。

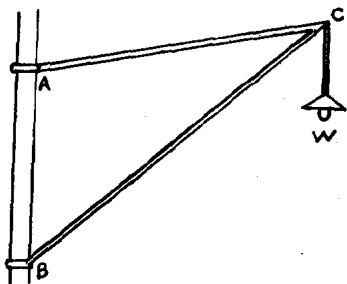


图 1—7

4. 如图 1—8 所示, 用两个定滑轮提起 65.0 千克的重物匀速上升, 当重物到达图中 (甲) 所示的位置时, 两绳的拉力各是多少? 到达图中 (乙) 所示的位置时, 两绳的拉力各是多少? 绳子的拉力与两绳之间的夹角有何关系?

5. 重量为 P 的气球直径 1.0 米, 以长 0.50 米之线系于直立光滑壁上, 求线受到的拉力。

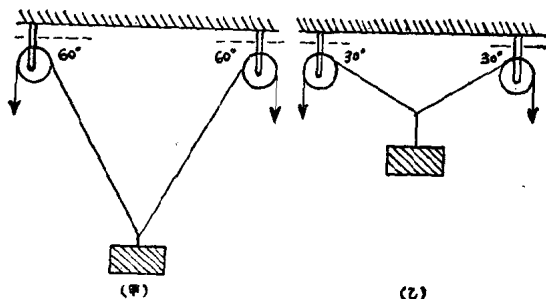


图 1—8

6. 两个钉在对面柱上一样高处的钉子相距1.00米。一根1.20米长的绳子的两端系在两钉子上,在绳子的中点拴一个重物,这时绳受的拉力是600克。如果钉子在550克的水平力的作用下可以被拔出。试问:(1)拴上此重物后钉子能否被拔出?(2)此重物多重?

7. 卡车重 1.00×10^5 牛顿,停在山坡上,这个山坡每100米升高3.00米,使这卡车有滑下山坡趋势的力是多大?

8. 为了把陷在泥里的拖拉机拉上来,拖拉机手用一根结实的绳子把拖拉机拴在一棵相距12米的大树上。然后在绳子的中点用40千克的力沿着跟绳子垂直的方向拉,当绳子中点拉过30厘米(不计绳子的伸长)时,拖拉机被拉动,求此时拖拉机受到的拉力。

9. 如图1—9所示,有两个重物P和Q挂在跨过滑轮B的绳子上,绳的一端系在跟B滑轮一般高的M点,MB距离等于L,绳从M点到B点间的长度等于 $2b$ 。假设通过P点的竖直线,将长度L平分两半,试求在这条件下P和Q的比值,又绳上的拉力为多少?

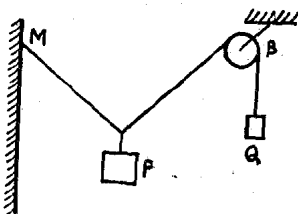


图 1—9

10. 在图1—10所示支架中, $\angle ACB=30^\circ$, $\angle ABC=90^\circ$,A端挂一定滑轮,有一根绳子跨过定滑轮,滑轮及绳的重量不计,绳的一端系挂一个重量是6.0千克的物体,并与地面接触,另一端挂着一个重量是4.0

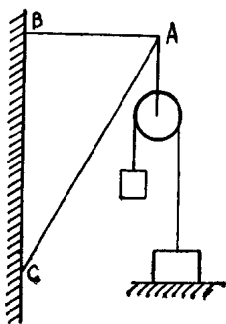


图 1-10

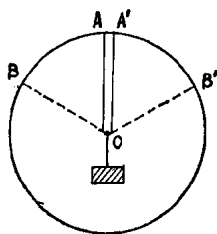


图 1-11

千克的物体。求支架 AC 、 AB 两臂所受到的力。

11. 如图 1-11 所示，橡皮条 OA 、 OA' 间的夹角为零度并结于 O ，吊一重 5.0 千克的物体，结点刚好位于圆心。今将 A 、 A' 分别移到同一圆周上的 B 和 B' 点，欲使结点 O 仍在圆心处，应挂多重的重物才行？已知 $\angle BOB' = 120^\circ$ 。

12. 如图 1-12 所示，一盏重 1.0 千克的电灯，悬挂在天花板的 A 点， A 点离墙的距离是 1.6 米，现在在 B 点用 1.0 米长的细绳将电灯水平地拉至 O 点， AO 长是 1.4 米。如果细绳不致被拉断的最大拉力是 0.70 千克，那么这时细绳会不会被拉断？

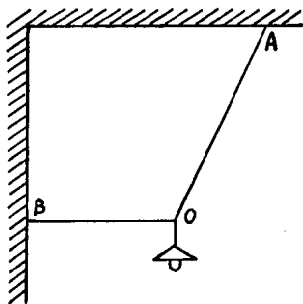


图 1-12

13. 重量为 $P = 5.0$ 公斤的球搁在如图 1-13 所示的两块相交的平板上。左面的平板与水平的交角 $\alpha = 35^\circ$ ，右面的平板与水平的交角 $\beta = 20^\circ$ ，求球对两板的压力。

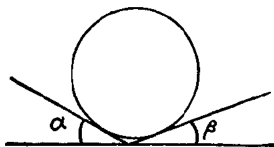


图 1-13

*14. 如图 1—14 所示, 灯挂在由三根棒所组成的支架上。这三根棒的一端固定在墙上, 另一端会合在一点, 上面的两根棒构成一个等边三角形, 两棒间的角度是 60° , 这个三角形的平面跟第三根棒垂直, 而第三根棒跟墙成 30° 角, 灯和罩共重 1.0 千克。求这些棒中所受的力。

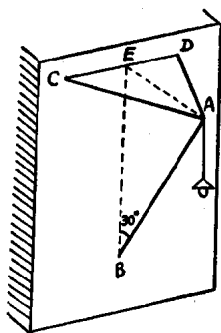


图 1—14

§ 2 直线运动

一、基本概念和规律

1. 速度是矢量, 可按矢量合成与分解的运算法则进行速度的合成与分解运算。

2. 变速直线运动中

平均速度: $\bar{v} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$, 或写成 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 。

加速度: $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ 。

3. 匀变速直线运动基本公式

速度公式: $v_t = v_0 + at$, v_t 表示物体在 t 时刻的运动速度。

路程公式: $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$, s 表示物体在 t 时间内运动的路程。

由上面两公式的变换得, $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 此式消去了运动

时间 t ，对于解题有很多方便。

利用平均速度的概念还有下列公式

$$\overline{v} = \frac{v_t + v_0}{2}, \quad s = \overline{v} t。$$

在匀减速直线运动中 a 用负值代入公式。

4. 自由落体运动 $v_t = gt$, $h = \frac{1}{2}gt^2$ ($g = 9.80$ 米/秒²)。

5. 上抛运动 $v_t = v_0 - gt$, $h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ 。

上抛最高点 $h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$ (最高点 $v_t = 0$)。

上抛到最高点所经历时间 $t = \frac{v_0}{g}$ 。

6. 速度图象和路程图象

图象法是描述物体运动的性质，表明运动规律的一种方法。

速度图象和路程图象是速度（或路程）跟时间 t 函数关系的几何表示。

二、解题要点

1. 在匀变速直线运动中有五个物理量 a, v_0, v_t, t, s ，速度公式和路程公式是表征这五个物理量的最基本的关系式。往往在题中给出其中三个物理量，求解另外两个物理量。

2. 在解题中，首先要确定物体的运动性质。解较复杂习题时，还要弄清在几个不同阶段的运动性质，然后找出它们前后的联系（以速度这一物理量为特征），这种前后的联系是解题的关键。前阶段运动的末速度成为后阶段的运动初速度，代入不同的基本公式进行计算。如例一。

3. 遇到同时考虑两个物体的运动这类习题时，必须找出它们两者有联系的物理量（以路程这一物理量为特征），通过联立方程求解。如例二。

4. 在上抛物体的运动中， $h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ 式中 h 是 t 秒内运动物体的位移，位移的大小是离开抛出点的距离。 h 是正值表示在抛出点的上方， h 是负值表示在抛出点的下方。如例三，例四中我们就直接利用 $h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ 这一公式来计算上抛物体运动的全过程。

三、例题

【例一】火车以 54 公里/小时的速度前进，进站煞车的加速度是 -30 厘米/秒²，在车站停留 1.0 分钟。火车开动以后，发动机产生的加速度是 50 厘米/秒²，求火车由于暂停而延长多少时间？

【解】先将题给的已知条件单位统一。

$$v = 54 \text{ 公里/小时} = 15 \text{ 米/秒}, a_1 = -0.30 \text{ 米/秒}^2,$$

$$a_2 = 0.50 \text{ 米/秒}^2, \quad t = 60 \text{ 秒}.$$

求出煞车阶段所需时间 t_1 ,

$$\therefore v_{t_1} = 0 \text{ (车要停下来)} \text{ 而 } v_0 = 15 \text{ 米/秒},$$

$$\therefore t_1 = \frac{v_{t_1} - v_0}{a_1} = \frac{-15}{-0.30} = 50 \text{ (秒)}.$$

这段煞车的路程 s_1 可以根据

$$s_1 = \frac{v_{t_1}^2 - v_0^2}{2a_1} = \frac{-225}{-2 \times 0.30} = 3.8 \times 10^2 \text{ (米)}.$$

中途停车 $t = 60$ 秒，

火车再次开动时加速过程，

$$v_0 = 0 \text{ (由静止开始)} \quad v_{t_2} = 15 \text{ 米/秒 (恢复到原来速度)}$$

$$t_2 = \frac{v_{t_2} - v_0}{a_2} = \frac{15}{0.50} = 30 \text{ (秒)}.$$

加速这段路程 s_2 根据

$$s_2 = \frac{v_{t_2}^2}{2a_2} = \frac{15^2}{2 \times 0.50} = 2.2 \times 10^2 \text{ (米)}.$$

若不停车, 火车将以15米/秒的速度匀速通过 $s = s_1 + s_2$

所用时间为 t' ,

$$t' = \frac{s}{v} = \frac{6.0 \times 10^2}{15} = 40 \text{ (秒)}.$$

延长的时间 $\Delta t = t_1 + t_2 - t' = 40$ 秒。

由于停车60秒, 故延长的总时间为 $40 + 60 = 100$ (秒)。

【答】火车由于停车而延长的时间是100秒。

【例二】摩托车的最大速度是30米/秒, 要想在4.0分钟内追上距离它为 1.0×10^3 米, 以25米/秒行驶的汽车, 必须以多大的加速度起驰。

【解】这是一类求解两个物体运动的习题, 应分别分析两个物体的运动性质。

4.0分钟内汽车行驶的路程 s_1

$$s_1 = v_1 t = 25 \times 4 \times 60 = 6.0 \times 10^3 \text{ (米)}.$$

摩托车在4.0分钟内要追上汽车应行驶的路程 s_2

$$s_2 = s + s_1 = 1.0 \times 10^3 + 6.0 \times 10^3 = 7.0 \times 10^3 \text{ (米)}.$$

摩托车的运动可分两个阶段:

前一段在 t_1 时间内以初速为零加速度为 a 作匀加速运动, 在达到最大速度 $v_2 = 30$ 米/秒后在 $t - t_1$ 这段时间内作匀速运动。

$$\therefore s_2 = \frac{1}{2} a t_1^2 + v_2 (t - t_1).$$

而 $v_2 = a t_1$ 代入上式:

$$\therefore s_2 = \frac{1}{2} a \left(\frac{v_2}{a} \right)^2 + v_2 \left(t - \frac{v_2}{a} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{解得 } a &= \frac{v_2^2}{2(v_2 t - s_2)} = \frac{30^2}{2(30 \times 240 - 7.0 \times 10^3)} \\ &= 2.3 \text{ (米/秒}^2\text{)}. \end{aligned}$$

【答】摩托车应以 $a = 2.3$ 米/秒² 的加速度起驰。

【例三】一人手持两球，先向上抛出一球，过 1.0 秒钟后再向上抛出第二球。两球离手向上时速度均为 10 米/秒，若两球的抛出点相同，求两球在何时相碰？相碰时速度是多少？（ $g=10$ 米/秒²）

【解】：设在离第一球抛出后 t 秒钟两球相碰，

因球作上抛运动，故可用上抛公式：

$$t \text{ 秒末第一球的位置 } h_1 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2,$$

$$\text{则 } t \text{ 秒末第二球的位置 } h_2 = v_0 (t - t_0) - \frac{1}{2} g (t - t_0)^2,$$

$$\text{当两球相碰时离抛出点在同一高度 } h_1 = h_2,$$

$$\text{所以 } v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = v_0 (t - t_0) - \frac{1}{2} g (t - t_0)^2,$$

$$\text{整理后得 } -v_0 t_0 + g t t_0 - \frac{1}{2} g t_0^2 = 0.$$

$$t = \frac{v_0}{g} + \frac{1}{2} t_0 = \frac{10}{10} + \frac{1}{2} \times 1.0 = 1.5 \text{ (秒)},$$

$$v_1 = v_0 - g t = 10 - 15 = -5 \text{ (米/秒)} \quad (\text{方向向下}),$$

$$v_2 = v_0 - g (t - t_0) = 10 - 5 = 5 \text{ (米/秒)} \quad (\text{方向向上}).$$

【答】在第一球抛出后 1.5 秒时两球相碰。相碰时第一球正向下运动 $v_1 = -5$ 米/秒，第二球正向上运动 $v_2 = 5$ 米/秒。

【例四】从某高处以 5.00 米/秒的速度向上抛出一个球，从抛出到小球落地共经过 3.00 秒钟，求抛出点离地面的高度。（ $g=9.80$ 米/秒²）

【解】由题意 t 秒末小球落地面，

$$t \text{ 秒末小球离抛出点的距离应用上抛公式 } h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ 求得，}$$

$$h = 5.00 \times 3.00 - \frac{1}{2} \times 9.80 \times (3.00)^2$$

$$= 15.0 - 44.1 = -29.1 \text{ (米)}.$$

负号表示小球落在抛出点的下方，因此小球抛出点的高度在距地面 29.1 米处。

【答】抛出点离地面高度是 29.1 米。

15. 就图中的速度图象, 说明甲、乙两个物体的运动情况。它们在哪个时刻速度相等? (见图 1—15)

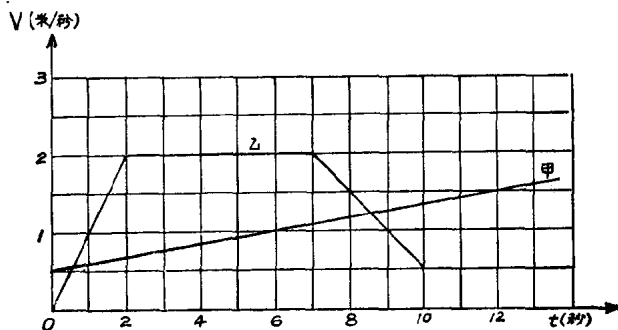


图 1—15

16. 车子 A 停在交通灯前, 当交通灯变为绿色时, A 就开动, 恰在此时, 车子 B 经过并以匀速前进, 他们的速度图象如图 1—16 所示, 问:

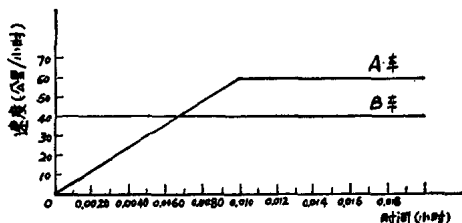


图 1—16

(1) 经多长时间车 A 和车 B 的速度一样? 在这个时刻车 B 离车 A 多远?

(2) 在 0.010 小时末, 哪一辆车在前面, 在前面多远?

(3) 在什么时候车 A 追上车 B?

17. 划船过河, 船对静水的划速已知为 2.0 米/秒, 如果河水流速为 1.0 米/秒, 划船方向垂直于河岸, 求船的运动速度大小和方向。

18. 地下车站的自动扶梯, 在 1.0 分钟内可以把一个静止站立在梯上