

(本书是根据最新考试大纲编写的权威教材)

最新全国成人高考

实用教材

物 理



成人高考命题研究组 编审
王苏梅 主编

世界知识出版社

最新全国成人高考实用教材

物 理

成人高考命题研究组 编审
王苏梅 主编

世界知识出版社

责任编辑:张帮固

责任出版:车胜春

图书在版编目(CIP)数据

物理/王苏梅主编. - 北京:世界知识出版社,1998.9

最新全国成人高考实用教材

ISBN 7-5012-1038-1

I. 物… II. 王… III. 物理课-成人教育:高等教育-教材 IV. G723.47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 25591 号

世界知识出版社出版发行

(北京东单外交部街甲 31 号 邮政编码:100005)

北京美通印刷厂印刷 新华书店经销

787×1092 毫米 16 开本 印张:14.25 字数:183 千字

1998 年 9 月第 1 版 1999 年 10 月第 2 次印刷 印数:5000-10000 册

ISBN 7-5012-1038-1/G·250 定价:20.00 元

版权所有 翻印必究

目 录

力学部分

(一)力、共点力的平衡	(1)
(二)物体的运动	(9)
(三)牛顿运动定律	(19)
(四)曲线运动	(28)
(五)功和能	(34)
(六)冲量和动量	(45)
(七)振动和波	(54)

热学部分

(八)分子运动论 热和功 固体和液体	(70)
(九)气体	(74)

电磁学部分

(十)电场	(88)
(十一)直流电	(102)
(十二)磁场	(123)
(十三)电磁感应、交流电	(132)
(十四)光的反射和折射	(156)
(十五)光的本性	(167)
(十六)原子物理	(174)
(十七)物理实验	(188)
物理自测题(一)	(212)
物理自测题(二)	(218)

力学部分

(一) 力、共点力的平衡

重点知识

一、力

1. 力的概念

(1) 力的定义: 力是物体对物体的作用.

(2) 力的作用效果: 使受力物体发生形变或改变运动状态.

(3) 力的三要素: 决定力的作用效果的三个因素——大小、方向、作用点.

(4) 力的图示: 用有向线段图示力.

(5) 力的基本特性:

物质性(力不能离开物体而独立存在);

矢量性(力是矢量, 有方向, 遵从平行四边形法则);

独立性(一个力的作用效果与其它力是否存在无关, 只由自己的三要素决定);

瞬时性(力的作用效果随着力的产生, 变化消失而瞬时产生、变化、消失);

共偶性(力的作用总是相互的, 因此力总是成对出现).

2. 三种常见力的比较:

表 1-1

	重力 (万有引力)	弹力	摩擦力
产生原因	地球吸引(物体之间的吸引)	恢复形变	相对运动(趋势)
产生条件	物体处在地球附近(有质量的物体之间)	(1) 接触 (2) 弹性形变	(1) 接触; (2) 弹性形变; (3) 相对运动(趋势)
大小关系	$G = mg$ $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	对遵循胡克定律的弹力有: $f = kx$	对滑动摩擦力 $f = \mu N$
方向特征	竖直向下	(1) 垂直于接触面; (2) 与引起弹力的形变方向相反	(1) 平行于接触面; (2) 与相对运动(趋势)方向相反

二、受力分析：

1. 受力分析的具体做法

为了把指定的物体受到的力和施出的力区分开,为了保证找力时不遗漏,不重复,一般采用的具体做法是:首先把研究对象从所处的物理环境中隔离出来,然后按照一定的顺序(通常为:重力、弹力、摩擦力)逐一分析它所受到的力,并画出受力图。

2. 受力与否的判定

(1) 当物体的质量不能忽略时存在重力作用。

(2) 当物体与其他物体接触且发生形变时有弹力。

(3) 当物体与其他物体接触且发生形变,物体之间有相对滑动(趋势) 且不光滑时有摩擦力。

画受力图时,不要马虎从事,随意丢掉任何一个力,也不要无中生有,脱离开力是物体对物体的作用,任意添加多余的力。至于受力物体对其他物体的作用力,一般不要画在受力图上。

3. 受力分析中的“假设法”

在受力分析过程中,有时有些力(特别是静摩擦力) 是否存在,沿什么方向等问题很难确定,这种情况下通常可以用所谓“假设法”,任意设该力存在并沿某一假定方向,然后再从力与运动的关系出发,进一步考察这一假设,以最后确定该力的情况。

【例1】在光滑的斜面上滑动的物体,受到作用力是重力 G 和斜面的支持力 N 这两个力;它既不是 G 、 N 和下滑力 $G\sin\alpha$ 这三个力,也不是 G 和 N 重力的分力 $G\sin\alpha$ 、 $G\cos\alpha$ 这四个力, G 、 N 的方向都是已知的。

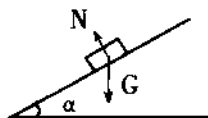


图 1-1

【例2】小球 O 挨着光滑竖直面 AB 静止在光滑水平面 BC 上,如图所示。用 G 表示小球所受的重力, N_1 和 N_2 分别表示竖直面和水平面对小球的弹力,则在下图所示的小球受力图中,正确的是()

析与解: A 中小球右面没有施力物体

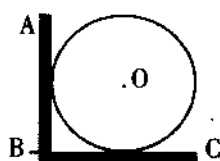
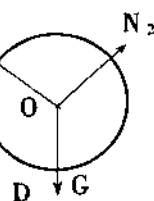
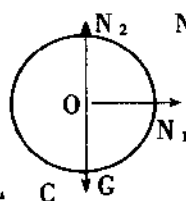
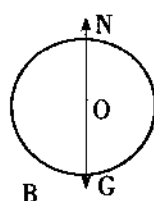
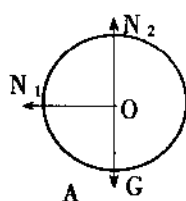


图 1-2(甲)



C 中若小球受到墙对它的弹力,则小球在水平方向不能平衡

D 中 N_1 、 N_2 没与接触面垂直

故可判出 B 正确

三、力的合成与分解

1. 力的合成与分解的原则

无论是力的合成(已知分力求合力),还是力的分解(已知合力求分力)遵循的原则都是:等效,即合力的效果必须与各个分力的总效果相同。

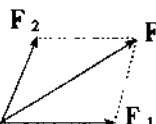


图 1-3

2. 力的合成与分解的法则

力的合成与分解的共同法则——平行四边形法则。而平行四边形法则又可以进一步变化为三角形法则

3. 力的合成与分解的特征

合成特征:两个分力大小分别为 F_1 和 F_2 , 则其合力大小 F 为

$$|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$$

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

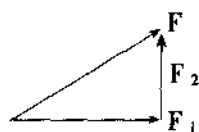


图 1-4

分解特征:如不加限制,分解的结果可以有无数种.正因为如此,力的分解通常是在“效果”的限制下按力的作用效果来分解,或都是在“坐标”的限制下进行所谓的正交分解.

$$F_x = F \cos \alpha; F_y = F \sin \alpha;$$

4. 力的合成与分解的推广

力的合成与分解所遵循的平行四边形法则,实际上可以推广到所有的矢量的合成与分解中去

【例】 下列关于合力与分力的大小关系,说法正确的是()

- A 合力必大于每一个分力;
- B 合力至少大于其中一个分力;
- C 合力一定小于每一个分力;
- D 合力可能比分力大,也可能比分力小.

析与解:此例很容易从合力与分力的大小关系 $F_1 + F_2 \geq F \geq |F_1 - F_2|$ 中得出判断,应选 D.

四、共点力作用下物体的平衡

1. 共点力:几个力如果都作用在物体的同一点,或者它们的作用线相交于同一点,这几个力叫做共点力.

2. 共点力作用下物体的平衡

在共点力作用下物体的平衡是指物体处于“静止”状态或做“匀速直线运动”状态.

3. 共点力作用下物体的平衡条件

作用在物体上各个力的合力等于零 ($\sum F = 0$)

4. 应用平衡条件的正交分解法

合外力为零 ($\sum F = 0$) 则必须同时使 $\sum F_x = 0$ 和 $\sum F_y = 0$, 应用正交分解法求解平衡问题时的一般思路是:① 确定研究对象;② 分析受力情况;③ 建立适当坐标;④ 列出平衡方程.

【例】 如图 1-5 所示,在光滑斜面 AB 上放一小球,小球被光滑的竖直面 BC 挡住,小球质量为 M ,斜面的倾角为 θ ,则小球对斜面的压力为_____,小球对竖直面的压力为_____

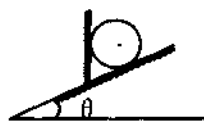


图 1-5

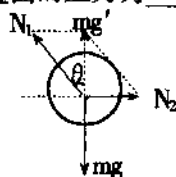


图 1-6

析与解:如图 1-6,由平衡条件, N_1 与 N_2 的合力一定与 mg 等大反向,可得: $N_1 = mg / \cos \theta$, $N_2 = mg \operatorname{tg} \theta$, 读者可再根据力的效果分解或正交分解法求解比题.

本章近年命题情况

94 年:受力平衡(选择题)

95 年:受力平衡;滑动摩擦力(选择、填空题)

- 96年:受力平衡;弹力;静摩擦力(选择题)
 97年:受力平衡;滑动摩擦力(选择、 $f_{\text{滑}}$ 做功)
 98年:动摩擦因数、滑动摩擦力(填空、计算题)

复习要点

1. 理解力的概念,力的三要素和力的图示法.
2. 理解重力的概念,了解万有引力定律.理解弹力的概念.
3. 掌握滑动摩擦力和动摩擦因数,会用滑动摩擦力公式 $f = \mu N$ 进行计算.了解静摩擦力(不求静摩擦因数).
4. 能分析物体受力情况,会画物体受力图.
5. 理解力的平行四边形法则,会用作图法进行力的合成和分解.会用直角三角形的知识计算相互垂直的力的合成和将一个力在两个互相垂直的方向上进行分解.
6. 理解在共点力作用下物体的平衡条件.

基本练习

一、选择题

1. 质量为 5 千克的物体静止在倾角为 30° 的斜面上,物体所受的摩擦力的大小是()
 A. 0; B. 49 牛; C. 24.5 牛; D. 42.5 牛.
2. 一个小球用细绳拴着挂在天花板上,小球所受的重力的反作用力作用在()
 A. 线上; B. 钉子上; C. 地球上; D. 天花板上.
3. 以下几种说法,哪个正确?()
 A. 只有你站在地球上不动,你和地球之间的相互作用力才是一对大小相等,方向相反的力;
 B. 一个茶杯掉在坚硬的面板上被摔破,可见茶杯与面板相碰时面板对茶杯的作用力大于茶杯对面板的作用力;
 C. 物体 A 静止在物体 B 上, A 的质量是 B 的质量的 100 倍,因此, A 作用于 B 的力是 B 作用于 A 的力的 100 倍;
 D. 锤钉钉子的作用力等于钉子对锤的作用力.
4. 以下各组力中,有一个力是另外两分力的合力,其中哪组力是可能的()
 A. 5N, 7N, 15N; B. 8N, 6N, 12N; C. 5N, 8N, 2N;
 D. 12N, 7N, 4N.
5. 如图 1-7 所示,竖直悬线下系一光滑小球,小球与斜面接触而处于静止状态,则小球受到的力是()
 A. 重力和线的拉力;
 B. 重力、线的拉力和斜面弹力;
 C. 重力和斜面的弹力;
 D. 重力、线的拉力、斜面的弹力和摩擦力.
6. 物体沿不光滑的斜面下滑时,它受到的作用力有:()
 A. 重力、斜面的支持力和下滑力;
 B. 重力、摩擦力和下滑力;
 C. 下滑力、斜面的支持力和摩擦力;

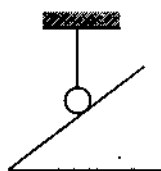


图 1-7

D. 重力、斜面的支持力和摩擦力.

7. 两个共点力的大小分别是 30 牛和 50 牛, 则它们的合力()

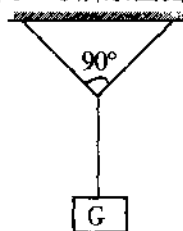
A. 不可能是 30 牛;

B. 不可能是 80 牛;

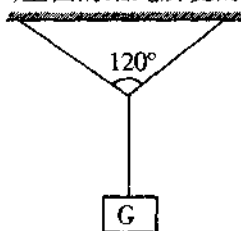
C. 不可能是 20 牛;

D. 30 牛、80 牛、20 牛都有可能.

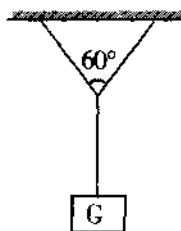
8. 在图 1-8 所示画出的三种情况下, 上面的细绳所受的拉力是()



(a)



(b)



(c)

图 1-8

A. (a) 最小;

B. (b) 最小;

C. (c) 最小;

D. (a)、(b)、(c) 相同.

9. 如图 1-9 所示, 一个光滑的小球, 放在光滑的墙壁与木板之间. 当 α 角增大时()

A. 墙壁对小球的弹力减少, 木板对小球的弹力增大;

B. 墙壁对小球的弹力减少, 木板对小球的弹力减小;

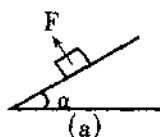
C. 墙壁对小球的弹力增大, 木板对小球的弹力减小;

D. 墙壁对小球的弹力增大, 木板对小球的弹力增大.

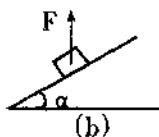


图 1-9

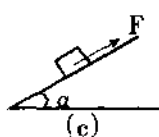
10. 物体静止在斜面上, 图 1-10 画出了斜面对物体的作用力的合力 F 的方向, 则



(a)



(b)



(c)

图 1-10

A. (a) 正确;

B. (b) 正确;

C. (c) 正确;

D. (a)、(b)、(c) 都不正确.

二、填空题

1. 如图 1-11 所示, 在水平面上叠放着 A、B、C 三个物体, 水平拉力 F 作用于 B, 使物体以共同的速度匀速运动, 则

B 给 A 的静摩擦力大小为_____

B 给 C 的静摩擦力大小为_____

C 给水平面的摩擦力的大小为_____

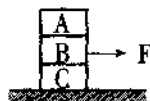


图 1-11

2. 一根粗细不均匀的水泥电线杆 AB 横放在水平地面上, 当抬起 A 端时, 向上的作用力为 600 牛, 抬起 B 端时, 需 400 牛向上的作用力, 则杆的重量为_____牛, 重心位置离_____端(填 A 或 B) 较近.

3. 如图 1-12 所示, 物体 A 在拉力 F 作用下沿水平面向右做匀速运动, 则力 F 与摩擦力的合力的方向是_____.

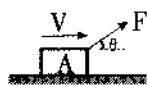


图 1-12

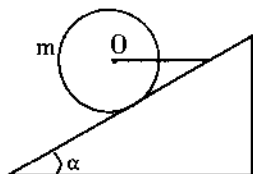


图 1-13

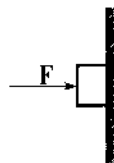


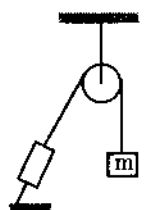
图 1-14

4. 如图 1-13 所示, 质量为 M 的球用细绳拴着, 静止在光滑斜面上, 细绳保持水平, 斜面的倾角是 α , 则细绳所受的拉力大小为_____, 球对斜面的压力大小为_____.

5. 当斜面的倾角为 α 时, 质量为 M 物体恰好从斜面上匀速滑下, 则物体受到的摩擦力大小为_____, 该物体与斜面之间的动摩擦因数为_____.

6. 如图 1-14 所示, 用 F 的力把质量 $m = 0.5$ 千克的物体压在竖直的墙壁上. 当 $F = 100$ 牛时, 物体静止不动, 这时墙壁所受的正压力等于_____牛, 物体所受的摩擦力是_____牛; 当 $F = 40$ 牛时, 物体恰好沿壁面开始匀速下滑, 则物体与墙壁间的动摩擦因数是_____.

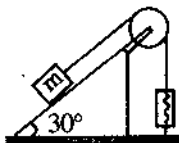
7. 在图 1-15 所示的几种情形下, 弹簧秤读数最大的是_____, 弹簧秤读数最小的是_____.



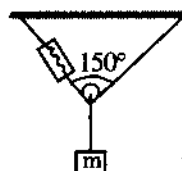
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-15

8. 如图 1-16 所示, 小球放在斜面上, 用木板挡住, 木板与斜面垂直, 设小球质量为 m , 斜面倾角为 α , 木板和斜面均为光滑, 小球对木板的压力是_____, 对斜面的压力是_____.

9. 一根弹簧的倔强系数是 250 牛/米, 挂上 50 牛重的物体时长 60 厘米, 则这根弹簧的原长(即弹簧无形变时的长度)是_____米, 挂上 80 牛的物体时, 长为_____米.

10. 图 1-17 画出了两种情况, 其中物体 A 静止不动, 重量是 20 牛; 力 F 的大小是 10 牛, 则物体 A 对接触面的压力分别是①_____牛, ②_____牛; 接触面间的摩擦力分别是①_____牛, ②_____牛.

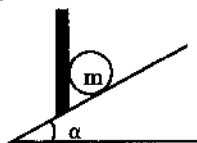
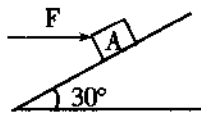
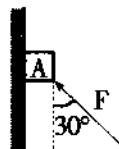


图 1-16



(a)



(b)

图 1-17

三、计算题:

1. 要使重 400 牛的箱子从原地移动, 必须最小用 200 牛的水平推力, 箱子从原地移动以后, 为了使它继续做匀速运动, 只要 160 牛的水平推力就行了, 求最大静摩擦力和动摩擦因数, 如果用 100 牛的水平推力推箱子, 这时静摩擦力有多大?

2. 如图 1-18 所示, $M_A = 2$ 千克, $M_B = 5$ 千克, 台秤的质量 $m = 1$ 千克, 求:

(1) 台秤的读数;

(2) 桌面所受的正压力(绳子的质量和滑轮的摩擦可忽略不计)

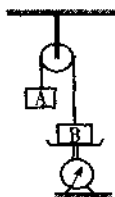


图 1-18

参考答案

一、1. C 2. C 3. D 4. B 5. A 6. D 7. D 8. C 9. B 10. B

二、1. 0, F , F

2. 100 牛; A 端

3. 竖直向上

4. $mg \tan \alpha$, $mg / \cos \alpha$

5. $mg \sin \alpha$, $\tan \alpha$

6. 100; 4.9; 0.12

7. d, c

8. $mg \tan \alpha$, $mg / \cos \alpha$

9. 0.4; 0.72

10. 22.3; 5; 1.34; 11.34

10 分析: 在两种情形下, 物体都受到四个作用力, 重力 G , 外力 F , 接触面的弹力 N 和摩擦力 f , 根据力的平衡条件, 可以由已知力 G, F 求得 N, f .

解: 在图 1-17(1) 的情形下, 根据力的平衡条件, 在垂直于斜面方向有

$$N - F \sin 30^\circ - G \cos 30^\circ = 0$$

解得: $N = F \sin 30^\circ + G \cos 30^\circ$

$$= (10 \times \sin 30^\circ + 20 \times \cos 30^\circ) \text{ 牛} = 22.3 \text{ 牛}$$

在斜面方向有: $G \sin 30^\circ - F \cos 30^\circ - f = 0$ 解得: $f = G \sin 30^\circ - F \cos 30^\circ = (20 \times \sin 30^\circ - 10 \times \cos 30^\circ) \text{ 牛} = 1.34 \text{ 牛}$

在图 1-17(2) 的情形下, 在水平方向有:

$$N - F \sin 30^\circ = 0$$

解得: $N = F \sin 30^\circ = 10 \times \sin 30^\circ \text{ 牛} = 5 \text{ 牛}$

在竖直方向有 $G - F \cos 30^\circ - f = 0$

$$f = G - F \cos 30^\circ = (20 - 10 \times \cos 30^\circ) \text{ 牛} = 11.34 \text{ 牛}.$$

三、1. 200 牛; 0.4; 100 牛

解: 最小必须用 200 牛的水平推力才能使箱子运动, 故最大静摩擦力为 200 牛, 要维持箱子做匀速运动, 只要 60 牛的水平推力, 则滑动摩擦力为 160 牛

可得: $F_{\text{静}} = 200 \text{ 牛}$

$$\mu = f/N = \frac{160}{400} = 0.4$$

当推力为 100 牛时,箱子没动,则受静摩擦力的大小为 100 牛.

2. 分析:显然,本题中绳子对 A 的拉力 T_A 与绳子对 B 的拉力 T_B 大小相等.只要分别对 A 和 B 以及台秤分别用物体的平衡条件就可以解本题.

解:(1) 因为 A 静止,所以有

$$T_A - M_{AG} = 0$$

于是得 $T_A = M_{AG}$

对 B 用平衡条件有: $T_B + N - M_{BG} = 0$

式中 N 是台秤对 B 的支持力,它的大小就是台秤的读数,由此得:

$$\begin{aligned} N &= M_{BG} - T_B = M_{BG} - T_A \\ &= (M_B - M_A)g = (5 - 2) \times 9.8 \text{ 牛} = 29.4 \text{ 牛} \end{aligned}$$

(2) 选台秤为研究对象,台秤受三个作用力:重力 G , B 的正压力 P ,桌面的支持力 N' ,显然 P 的大小等于台秤的读数.根据平衡条件有

$$N' - mg - P = 0$$

解得: $N' = mg + P = (1 \times 9.8 + 29.4) \text{ 牛} = 39.2 \text{ 牛}$

桌面所受的正压力的大小等于 N' ,即 39.2 牛.

答:(1) 台秤的读数是 29.4 牛;

(2) 桌面所受的正压力是 39.2 牛.

(二) 物体的运动

重点知识

一、参照物、质点

1. 参照物

研究物体的运动,需要选择一个假定不动的物体作参照,这个被选作参照的物体叫做参照物.一切物体都在运动,静止是相对的.

同一物体,选用不同的参照物,对其运动的描述是不一样的.

[例 1] 说一说下列运动是以什么为参照物的

A. “小小竹排江中游”;

B. “月亮在白莲花般的云朵里穿行”;

C. 乘客看到从火车上自由落下的物体作直线运动.

析与解: A. 岸; B. 云朵; C. 火车.

2. 质点 质点是只有质量,而没有形状、大小的点,是用来代替物体的一种理想化模型.

在物体只做平动,不做转动,或物体的大小和形状在所研究的现象中可以忽略不计时,可以用质点来代替整个物体.

[例 2] 在下列运动中,研究对象可当作质点的有

A. 做花样溜冰的运动员;

B. 远洋航行中的巨轮;

C. 运行中的人造地球卫星;

D. 运动中的砂轮;

E. 从斜面上滑下的木块.

析与解: 分析略,答案(B、C、E)

二、位移和路程

1. 位移 位移是描述质点位置变化的物理量,是矢量. 位移的大小由物体的初位置和末位置决定,跟经过的路线没有关系,如图 2-1 位移 $\vec{AB}$

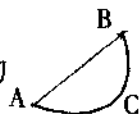


图 2-1

2. 路程 物体运行轨迹 ACB 的长度叫路程,是标量

例 从离地面 1.6 米处竖直向上扔出一石块,石块升高到 20 米后落回地面,石块运动的位移和路程各是多大?

析与解: 石块的运动情况如图 2-2 所示,它的位移是从 A 到 C 为 1.6 米.

石块经过的路程是 $AB + BC = (20 \text{ 米} - 1.6 \text{ 米}) + 20 \text{ 米} = 38.4 \text{ 米}$

三、匀速直线运动及其图像,变速直线运动,平均速度、即时速度

1. 速度与速率

速度是位移对时间的变化率: $V = \frac{s}{t}$

通常把速度的大小叫速率.

速度是描述物体运动的快慢和运动的方向的物理量;

速率只是描述物体运动快慢的物理量.

速度是矢量,速率是标量.

2. 平均速度

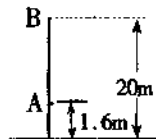


图 2-2

物体运动过程中,如果快慢和运动方向始终不变,则任意选取的位移与发生这段位移用的时间之比即速度是恒量.

这样的运动叫匀速直线运动.

一般说来,物体在一段时间内的运动快慢往往是不相同的,这样的运动叫做变速运动.

在变速运动中,物体的位移和发生这段位移所用的时间的比值,叫做物体在这段位移中(或这段时间里)的平均速度. $\bar{v} = \frac{s}{t}$, 是矢量. 平均速度的大小跟在哪段位移或哪一段时间内有关,一般说来是不相等的.

3. 即时速度

即时速度就是某质点在某一时刻(或某一位置)的速度.

[例] 某人骑车沿一斜坡从坡底到坡顶,再从坡顶到坡底往返一次. 已知上坡时的平均速率为 4m/s , 下坡时的平均速率为 6m/s , 则此骑车人往返一次的总平均速率是()

A. 10m/s B. 5m/s C. 4.8m/s D. 2m/s

析与解: 沿坡长为 S (往返路程为 $2S$), 上坡时的平均速度为 V_1 , 上坡时间为 t_1 , 下坡时的平均速度为 V_2 , 时间为 t_2 , A 答案是由 $V_1 + V_2$ 构成的, D 是 $V_1 - V_2$, B 是 $\frac{V_1 + V_2}{2}$ 构成的, 应该根据平均速率的基本概念来分析: $\therefore V = \frac{S_{\text{总}}}{t_{\text{总}}} \therefore V = \frac{S_{\text{总}}}{t_{\text{总}}} = \frac{2S}{\frac{S}{V_1} + \frac{S}{V_2}} = \frac{2V_1V_2}{V_1 + V_2} = 4.8\text{m/s}$

显然, 正确答案应为 C.

4. 匀速直线运动的图像

(1) 位移 - 时间图像 ($S - t$ 图): 它反映做直线运动的物体位移随时间变化的关系. $S - t$ 图像的斜率表示运动物体的速度

匀速直线运动的位移 - 时间图像是一条过原点的倾斜直线.

如图 2-3 画出了 6 个质点的 ($S - t$ 图), 其中质点 1、2、3 均处于静止状态且静止在不同位置上; 4、5 两质点运动方向与 S 的正方向相同且 $V_4 > V_5$; 质点 6 的运动方向与 S 的正方向相反, V_6 为负值.

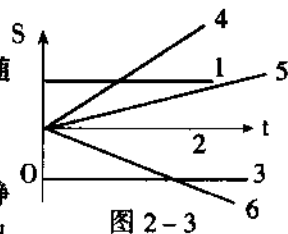


图 2-3

(2) 速度 - 时间图像 ($V - t$ 图): 它反映做直线运动的物体的速度随时间的变化关系. 匀速直线运动的 $V - t$ 图是一条平行与时间轴的直线. 图线跟与之相应的由时间所决定的线段以及两坐标轴所包围的面积表示位移. V_3 时间上方的面积为正位移, 下方的为负位移, 它们的代数和表示总位移.

我们根据图 2-3 中 6 个质点的 $S - t$ 图画出对应的 $V - t$ 图. 如图 2-4 所示. 1、2、3 质点均静止, 所以 $V = 0$; 4、5、6 质点的速度保持不变, 且都与 t 轴平行. 由图可知在 t_1 时间内质点 5 通过的位移即为阴影部分, $S_5 = V_5 \cdot t_1$

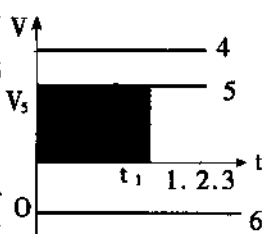


图 2-4

四、匀变速直线运动

物体沿一条直线运动, 如果在任何相等的时间内速度的变化量都相等. 这种运动就叫做匀变速直线运动, 简称匀变速运动.

1. 加速度

在匀变速直线运动中, 速度的变化和所用时间的比值 (即速度的变化率) 叫做匀变速运动的加速度.

V_0 : 初速度; V_t : 末速度; t : 时间

则有: $a = \frac{V_t - V_0}{t}$ a 为矢量

当 $V_t > V_0$ 时, a 为正值, a 与 V_0 同向;

当 $V_t < V_0$ 时, a 为负值, a 与 V_0 反向;

要注意: 速度是描述物体运动快慢的物理量, 加速度是描述速度变化快慢的物理量.

我们可以说运动物体速度的增减决定于加速度与速度的方向是否一致; 而速度增减的快慢则决定于加速度的大小.

2. 匀变速直线运动的速度

速度公式: $V_t = V_0 + at$, 若 $V_0 = 0$, 则 $V_t = at$

速度图像: 匀变速直线运动的速度图像是一条倾斜的直线, 直线的斜率即等于它的加速度

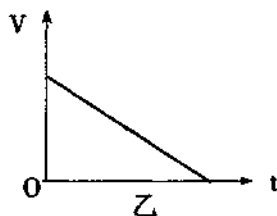
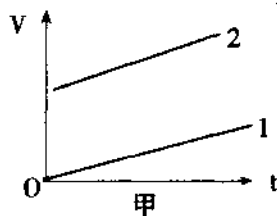


图 2-5

图线 1 过原点, 表示初速度为零;

图线 2 不过原点, 表示初速度不为零;

直线向上倾斜, 即 $a > 0$, 做匀加速运动;

直线向下倾斜, 即 $a < 0$, 做匀减速运动.

3. 匀速直线运动的位移

位移公式: $S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$, 若 $V_0 = 0$, 则 $S = \frac{1}{2} at^2$

从速度图像求出位移的大小, 图 2-6 所示:

速度图线 with 时间轴所围的面积, 即为 $0 \sim t$ 时间内的位移.

4. 匀变速直线运动规律的应用

(1) 匀变速直线运动的规律和特点:

a 速度公式: $v_t = v_0 + at$

b 位移公式: $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

c 推论 I: $2as = v_t^2 - v_0^2$

d 推论 II: $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_{\text{时中}}$ (平均速度公式)

e 某段位移中点的即时速度 $v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{V_0^2 + V_t^2}{2}}$

f 在连续相等时间 t 内的位移分别是 $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$, 加速度为 a , 则 $\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = s_n - s_{n-1} = at^2$

(2) 初速度为零的匀变速直线运动的规律和特点:

a 从运动的开始算起, 由 $s = \frac{1}{2} at^2$, 知在 t 秒内, $2t$ 秒内 $\dots, nt$ 秒内的位移之比为: $s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$.



图 2-6

b 从运动开始算起,由 $v_t = at$, 知在 t 秒末, $2t$ 秒末…… nt 秒末的速度之比为: $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$.

c 从运动开始算起,在连续相等时间内的位移之比为: $s_I : s_{II} : s_{III} : \dots : s_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n - 1)$

d 从运动开始算起,通过连续相同位移所用的时间之比为: $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$.

[例 1] 图 2-7 中,甲、乙分别是质点运动的 $S-t$ 图像和 $V-t$ 图像,试说明,在 AB、BC、CD、DE 四个阶段分别表示什么运动.

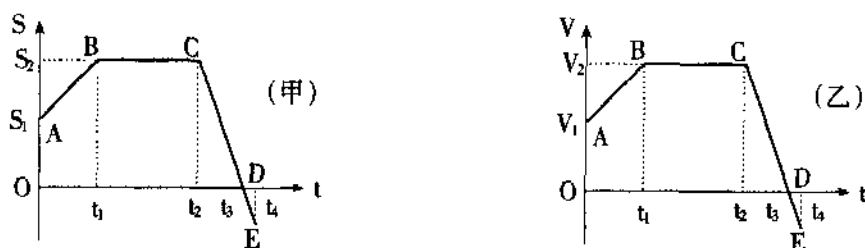


图 2-7

析与解: $S-t$

AB 段 匀速直线运动(向前)

BC 段 静止

CD 段 反向匀速直线运动

DE 段 继续反向作匀速直线运动

$V-t$

匀加速直线运动

匀速直线运动

匀减速直线运动

(V 方向不变)

反向做匀加速直线运动

[例 2] 小孩以 2m/s 的速度弹出一玻璃球,球在地板上做匀减速运动,加速度大小是 0.2m/s^2 , 15 秒后小球通过的位移是多大?

析与解: 以 v_0 正方向, $v_0 = 2\text{m/s}$

$a = -0.2\text{m/s}^2$, 由 $v_t = v_0 + at$ 可得:

$$t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{0 - 2}{-0.2} = 10(\text{秒})$$

即小球运动 10 秒后就停下了,后面的 5 秒是静止不动的,小球 10 秒内通过的位移为:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = 2 \times 10 - \frac{1}{2} \times 0.2 \times 10^2 = 10(\text{米})$$

解运动学问题时,一定要先分析清楚物体运动的过程,不要盲目地套公式. 本题如果不先分析清楚小球的运动过程,误认为小球在 15 秒内都做匀减速运动,就会导致错误的结果.

五、自由落体运动和竖直上抛运动

1. 自由落体运动

(1) 自由落体运动: 物体只在重力作用下,从静止开始下落的运动叫做自由落体运动.

自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动,在同一地点,一切自由落体的加速度都相同,叫做自由落体加速度,也叫重力加速度,用符号 g 表示. g 的方向竖直向下,在地球上的不同点, g 的值略有不同,可以用实验来测定. 在通常计算中,一般取 $g = 9.8\text{m/s}^2$. 粗略计算中也可取 $g = 10\text{m/s}^2$.

(2) 自由落体运动的规律: