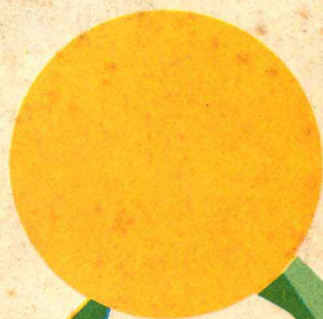


北京市重点中学名师辅导丛书

高中物理

精读 · 精解 · 精练

学苑出版社



北京市重点中学名师辅导丛书

高中物理

精读·精解·精练

康华 继蟾 编著

学 苑 出 版 社

(京)新登字 151 号

编 委 会

主 编 陆 石

副主编 安浩之 张 昉

编 委 (以姓氏笔画为序)

齐庆祥 吴松年 杨玉蓉 李宝忱

李康华 武瀛海 梁善清 鲍难先

高中物理精读·精解·精练

编 著 者: 康 华 继 蟾

责任编辑: 张 蕾

封面设计: 张 弢

出版发行: 学苑出版社 邮政编码: 100036

社 址: 北京市海淀区万寿路西街 11 号

印 刷: 北京密云胶印厂印刷

经 销: 全国各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 8.5 字数: 180 千字

印 数: 1—15000 册

版 次: 1994 年 10 月北京第 1 版第 1 次

ISBN 7-5077-0940-X/G·475

本册定价: 6.80 元 全套定价: 47.60 元

学苑版图书印、装错误可随时退换。

前 言

高考是选拔性(常模参照性)考试,具有很强的竞争性,为了满足广大应试同学之急需,我们组织编写了这套《北京市重点中学名师辅导》丛书(高中部分)。

本套丛书有以下特点:

(1)以国家教委颁布的全日制中学各科教学大纲和国家考试中心制定的考试说明为依据,系统梳理各科知识,抓住重点,点拨关键,突破难点,释解疑难,开发独特的辨析解题思路,从而提高知识正迁移的能力。

(2)作者根据多年“把关”教学经验,以高考试题为例,剖析典型错误,指出症结所在,避免出现偏差与失误;总结历年高考试题的规律,以及运用规律的要领。

(3)结合教材和教学的实际,按知识块(单元、章)编写,每“块”均包括精读、精解、精练三部分,精当实用,可操作性强。

本丛书由北京师大附属实验中学、北京八中、北京十五中、北京一六第一中学、北京回民学校等重点学校和北京东城区教研中心、朝阳区教科所的经验丰富的高级教师编写。

由于时间仓促,有不足之处,恳请广大师生批评指正。

编 者

1994年7月于北京

目 录

第一章 运动	(1)
第二章 力、牛顿定律和万有引力定律	(11)
第三章 动量、机械能	(21)
第四章 振动和波	(32)
第五章 热学	(40)
第六章 静电场	(54)
第七章 恒定电流	(65)
第八章 磁场	(79)
第九章 电磁感应	(89)
第十章 交流电、电磁振荡和电磁波	(102)
第十一章 几何光学	(110)
第十二章 光的本性、原子和原子核	(119)
检测练习题答案	(129)

第一章 运 动

〔精读〕

一、重点

1. 描述运动的重要概念

(1)位移:描述质点位置的变化。从质点运动的初位置指向末位置的矢量叫该质点的位移。

(2)速度:描述质点运动的快慢和方向。质点的位移 Δs 和通过这段位移所用时间 Δt 的比值 $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 叫这一段时间(或位移)的平均速度 $\bar{v}$; 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, $\bar{v}$ 的极限叫那一时刻(或位置)的即时速度 v , $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 。即时速度就是运动质点经过某一位置时的速度,或者说它在某一时刻的速度。

(3)加速度:描述速度变化的方向和快慢。在匀变速直线运动中,初速度 v_0 , 经过时间 t 末速度是 v_t , 加速度 $a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{\Delta v}{t}$ 。在一般运动过程中,速度的变化 Δv 和这一变化所用的时间 Δt 的比值 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 叫这段时间的平均加速度 $\bar{a}$; $\bar{a}$ 的极限叫即时加速度 a 。 $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 。匀变速运动中,任何一段时间内的平均加速度都相等,都等于某时刻的即时加速度。

2. 运动的合成与分解

位移 s 、速度 v 、加速度 a 的合成与分解都遵从平行四边形法则。

3. 几种常见运动的基本规律

(1)变速直线运动 $s = \bar{v}t$

(2)匀变速直线运动 $v_t = v_0 + at$ $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $v_t^2 = v_0^2 + 2as$ $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$

匀变速直线运动的重要特例是自由落体运动和竖直上抛运动。

(3)匀变速曲线运动

在中学物理教学中,只研究平抛运动。平抛运动是一种重要的匀变速曲线运动。加速度为 g 。习惯上把它分解成一个水平方向的运动,和一个竖直方向的运动。水平方向是匀速运动:

$$v_x = v_0 \quad x = v_0 t$$

竖直方向是自由落体运动。 $v_g = gt$ $h = \frac{1}{2}gt^2$

在空中运动时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 落地点到抛点的水平距离 $s = v_0 \sqrt{2h/g}$ 。 h 表示抛点高度, v_0 表示初速度。

(4)匀速圆周运动

线速度 $v = \frac{s}{t} = \omega R$ 周期 $T = \frac{2\pi R}{v}$

角速度 $\omega = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$

向心加速度 $a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot R$

二、难点

1. 速度、速度变化、加速度

速度 $\vec{v}$ 、速度变化 $\Delta\vec{v}$ 、加速度 $\vec{a}$ ，它们都是矢量、但物理意义不同。 $\vec{v}$ 表示运动(位置变化)的快慢和方向； $\Delta\vec{v}$ 表示速度变化的大小和速度变化的方向； $\vec{a}$ 表示加速度变化的快慢和方向。速度大，不一定发生变化大。速度变化大，不一定变化快。一个物理量发生变化时，变化量表示变化的大小，变化率表示变化快慢。变化量大、变化率不一定大。

做匀速直线运动的物体，速度很大，但不发生变化，加速度是零。竖直上抛运动的物体在最高点速度是零，加速度不是零。一个物体速度大，加速度不一定大，速度是零，加速度不一定零；反之，物体加速度大，速度不一定大，加速度是零，速度不一定是零；另外，速度变化大，加速度不一定大。

2. 矢量和标量

在描述运动所用的物理量中，除路程、速率、时间是标量外，位移、速度、加速度都是矢量。在分析物理量的变化时，对于标量判定是否变化，只要看大小是否变化就能判定；对于矢量，因为它既有大小，又有方向，只要这两个方面有一方面发生变化，这个量就发生变化。例如在匀速圆周运动中，速度大小和加速度大小都不变，因为它们的方向总是不断地改变，所以匀速圆周运动既不是匀速运动，又不是匀变速运动。是速度和加速度都发生变化的运动。

矢量的方向，一般情况是不能用正负表示的。如果像直线运动这类问题，涉及的矢量都在一条直线上，就可以规定一个正方向，与正方向同向的矢量为正，和正方向反向的矢量为负，这时正、负只反映物理量方向，就不再反映物理量的大小了。例如在某一高处把一物体竖直上抛出去，规定向上的方向为正，则上升时速度为正，下落时速度为负；物体在抛点以上位移为正，在抛点以下位移为负；加速度在整个过程中都是负的。

3. 速度的合成与分解

(1) 船渡河问题

船在静水中的速度为5米/秒，水流速度3米/秒，河宽100米，船渡河最短时间是多少？要使渡河距离最短，应如何行驶？

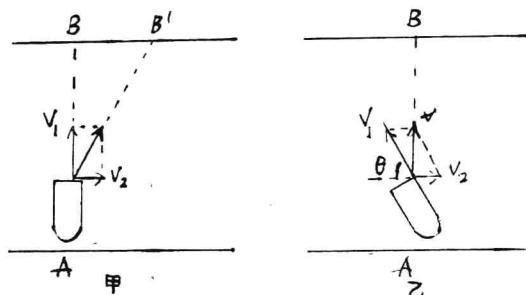


图 1—1

在河宽一定的条件下，渡河时间取决于垂直河岸的速度。要使渡河时间最短，就要使船在垂直于河岸方向的速度最大。设船对水的速度为 v_1 ，水流的速度为 v_2 ，河宽为 d 。当船头垂直河岸行驶时，如图1—1甲所示，渡河时间最短。 $t_{\text{最短}} = \frac{d}{v_1} = \frac{100}{5}$ (秒) = 20秒。因为这时船在垂直河岸方向速度分量最大，等于船对水的速度 v_1 ，但这时船行驶的距离不是最短的。

如果使行驶距离最短,这时船头应和上游河岸成一定的角度 θ ,如图 1—1 乙所示, $\frac{v_2}{v_1} = \cos\theta = \frac{3}{5}$ $\theta = 53^\circ$,这时渡河的速度 $v = \sqrt{v_1^2 - v_2^2} = 4$ 米/秒,渡河时间为 $t'_{渡} = \frac{d}{v} = 25$ 秒。

可见渡河时间最短时,渡河的距离不是最短,渡河距离最短渡河时间不是最短。而且只有当 $v_1 > v_2$ 时,船才能够沿最短距离渡河。

(2)速度如何分解?

图 1—2 所示,船 A 通过绳子和小车 B 相连,当船以水平速度 v_A 向右行至某处,绳和水平面的夹角为 θ ,这时小车 B 的速度 v_B 多大?

小车 B 前进的速度决定于 A 前进时使绳子 OB 缩短的快慢。把 A 的速度 v_A 进行分解。如图 1—2 所示,分解成一个沿着绳子方向的分速度 v_1 ,一个垂直于绳子的分速度 v_2 , v_2 的作用不改变 OA、OB 的长度。分速度 v_1 使绳 OA 伸长而 OB 缩短。因 v_1 沿绳方向,OA 伸长的速度就等于 OB 缩短的速度,即 $v_B = v_1$, $v_1 = v_A \cos\theta$ 所以 $v_B = v_A \cos\theta$ 。

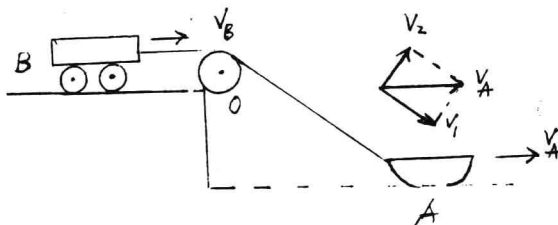


图 1—2

如果小车以速度 v_B 向左运动,通过绳子带动小船 A 沿水面运动,它们之间速度大小之间的关系也是 $v_B = v_A \cos\theta$ 。

4. 利用纸带研究匀变速运动

利用打点计时器打出的纸带,研究匀变速直线运动。要掌握以下几点:

(1)知道打点计时器是一种计时仪器,接在频率 $f = 50$ 赫兹的交流电源上,打点的时间间隔为 $\frac{1}{50}$ 秒,它的工作电压 4—6 伏。

(2)根据纸带记录的数据,判定物体是否做匀变速运动。

如图 1—3 所示,相邻两个计数点之间的时间间隔为 T ,由第一个计数点到第 n 个计数点之间的距离为 d_n ,由第 $n-1$ 个计数点到第 n 个计数点之间的位移 $s_n = d_n - d_{n-1}$ 。在第 $n-1$ 点的速度为 v_{n-1} ,在第 n 点的速度为 v_n ,加速度为 a ,则 $s_n = v_{n-1}T + \frac{1}{2}aT^2$

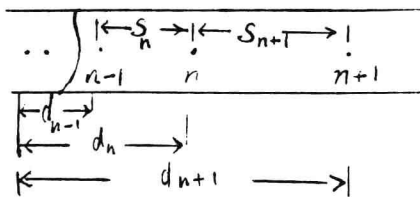


图 1—3

$$s_{n+1} = v_n T + \frac{1}{2}aT^2$$

$s_{n+1} = d_{n+1} - d_n$, 是第 n 点到 $n+1$ 点的位移。

$$\Delta s = s_{n+1} - s_n = (v_n - v_{n-1})T = aT^2$$

Δs 为固定值,与所选的点无关,利用 $\Delta s = \text{常量}$ 这一特点可以判定物体是否做匀变速直线运动。

(3)利用纸带数据求即时速度

$$\text{第 } n \text{ 点的速度 } v_n = \bar{v} = \frac{d_{n+1} - d_{n-1}}{2T} = \frac{s_n + s_{n+1}}{2T}。$$

(4)求加速度 a

如果物体做匀变速运动,利用纸带提供的数据求加速度可以有三种方法。

方法一:因 $\Delta s = aT^2$, 则 $a = \frac{\Delta s}{T^2}$, 这种方法偶然误差较大。

方法二:利用 $v_n = \frac{s_n + s_{n+1}}{2T}$ 求出各点即时速度, 做 $v-t$ 图, 图线的斜率等于加速度的值。

方法三: $a_1 = \frac{s_4 - s_1}{3T^2}$, $a_2 = \frac{s_5 - s_2}{3T^2}$, $a_3 = \frac{s_6 - s_3}{3T^2}$

$$a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}。$$

三、注意几点

1. 运动的相对性

同一运动, 对于不同的参照系, 运动情况是不同的。例如, 前进的火车上, 一旅客, 以车箱为参照物, 火车上的东西是静止的, 以地面为参照物, 车上的东西都是运动的。在火车匀速前进时旅客竖直上抛一小球, 旅客观察到小球是做直线运动, 在地面上的人看来, 小球的运动是曲线运动。

2. 几组容易混淆的概念

(1) 位移和路程。位移是矢量, 它的大小等于始、末两点间的距离, 方向由始点指向终点; 路程是标量, 它等于物体运动轨迹的长度。物体沿直线运动且运动方向不变时, 路程等于位移的大小。在其他情况下路程的值均大于位移的值。例如一质点沿半径为 R 的圆形轨道运动一周, 位移是零, 路程为 $2\pi R$ 。

(2) 时间与时刻。时间表示一段时间间隔, 如一节课 45 分钟。时刻是一个瞬时概念, 表示时间里某一点, 如 8 点 5 分开始上课。

(3) 速度和速率。速度是矢量, 速率是标量。匀速运动的速率等于速度的大小; 即时速率等于即时速度的大小。平均速率不一定等于平均速度的大小。平均速率是路程和时间的比值, 平均速度是位移和时间的比值。它们之间不仅是标量和矢量的区别, 而且数值也不相同。在曲线运动中, 平均速率的数值大于平均速度的数值。

3. 匀变速直线运动的特点

(1) 任意两段相邻相同的时间间隔之内通过的位移之差等于恒量。即 $\Delta s = aT^2$

(2) 任意一段时间内的平均速度等于中间时刻的即时速度, 即 $v_n = \frac{s_n + s_{n+1}}{2T}$

(3) 对于初速度为 0 的匀加速直线运动, 则 $s_1 : s_2 : \dots : s_n = 1^2 : 2^2 : \dots : n^2$; $s_1 : s_1 : \dots : s_N = 1 : 3 : 5 : \dots : (2N-1)$ 。

4. 两个直线运动的合运动不一定是直线运动

两个匀速直线运动的合运动仍是匀速直线运动; 但一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动的合运动不再是直线运动了(平抛运动); 两个匀变速直线运动的合运动, 可能是匀变速直线运动, 也可能是匀变速曲线运动。

5. 图线

物体的位移、速度、加速度都是时间的函数, 表示这些函数关系, 可以用公式也可用图线。中学物理只研究 $s-t$ 图和 $v-t$ 图。 $s-t$ 图线上某点切线的斜率在数值上等于该点所对应时刻的速率; $v-t$ 图上, 纵轴截距一般表示初速度 v_0 , $v-t$ 图线上某点切线的斜率在数值上等于该点所对应时刻的加速度的大小。

四、范例分析

〔例题 1〕汽车甲沿着平直的公路以速度 v_0 做匀速直线运动。当它路过某处的同时, 该处

有一辆汽车乙开始做初速度为零的匀加速直线运动去追甲车,根据上述的已知条件:

- A. 可以求出乙车追上甲车时乙车的速度
- B. 可以求出乙车追上甲车时乙车所走的路程
- C. 可以求出乙车从开始起动到追上甲车时所用的时间
- D. 不能求出上述三者中任何一个

分析:本题型是运动学中的双体运动问题,方法之一是:根据各自的给定条件,列出两物体有关的运动方程,再对方程联立求解。

汽车甲以 v_0 做匀速直线运动 $s_1 = v_0 t$

汽车乙以初速度零做匀加速直线运动, $s_2 = \frac{1}{2} a t^2$ 。当乙追上甲时, $s_1 = s_2$

$$\text{即 } v_0 t = \frac{1}{2} a t^2 \quad t = \frac{2v_0}{a}$$

当乙追上甲时的速度 $v = at = a \cdot \frac{2v_0}{a} = 2v_0$ 所以,答案 A 是对的。本题中, s, t, a 均未知,只能根据条件求出甲、乙两车的速度关系。故答案 B、C 条件不足。

另外一种方法是利用 $v-t$ 图来判定,读者自己来解。

答案:A

〔例题 2〕 物体竖直上抛后又落向地面,设向上的方向为正,它在整个运动过程中速度 v 跟时间 t 的关系是:(图 1—4)

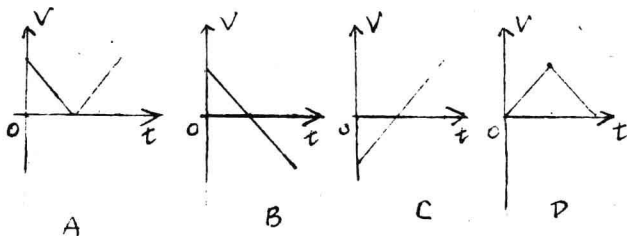


图 1—4

分析:上抛运动的速度方向和重力加速度的方向相反,是匀减速直线运动。速度随时间的增加而减小,到某时刻减小为零,然后继续减小变为负值,图 1—4 中, B 图反映了这一运动过程;也可以把上抛运动分成两阶段来考虑,前一段以初速度 v 做匀减速运动,达最高点时速度减为零,后一段是初速为零的自由落体运动,速度随时间而增加,后一运动与前一运动方向相反,如图 B 所示。

答案:B

〔例题 3〕 一架飞机水平地匀速飞行从飞机上每隔 1 秒钟释放一个铁球,先后共释放 4 个。若不计空气阻力,则四个球:

- A. 在空中任何时刻总是排成抛物线;它们的落地点是等间距的
- B. 在空中任何时刻总是排成抛物线;它们的落地点是不等间距的
- C. 在空中任何时刻总在飞机正下方排成竖直的直线;它们的落地点是等间距的
- D. 在空中任何时刻总在飞机正下方排成竖直的直线;它们的落地点是不等间距的

分析:飞机做匀速飞行,机上任何一物体具有相同的速度,当飞机释放铁球时,在地面观察者看来,每一铁球都做平抛运动。但是它们对飞机在水平方向的相对速度为零,好似在作自由

落体运动,在任何时刻一个接一个下落的球,在飞机的正下方排成竖直的直线。(这直线随飞机的移动而移动),先释放的铁球落地后,紧接下一秒,直线向前移动了 $s=v \times 1$ 的位移间距,第二个球落地,同理移动相同的距离,依此类推,各球落地点之间是等间距的。

答案:C

〔例题4〕 两辆完全相同的汽车,沿水平直路一前一后匀速行驶,速度均为 v_0 ,若前车突然以恒定的加速度刹车,在它刚停住时,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的距离为 s ,若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应为

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

分析:此题也是运动学中双体运动,把两车看成质点。后车刹车过程中所行的距离,根据题目条件可知,等于前车刹车过程中所行的距离 s 。后车开始刹车时,前车已经停住。后车刹车位置,到前车停的位置最小的距离不能小于 s ,等于 s 时,两车开始刹车位置相同。所以前车在刹车过程中后车匀速行驶的距离就是两车在匀速行驶过程中保持的最小距离。设这个距离为 Δs

$$\Delta s = v_0 t \quad t \text{ 为刹车所用时间} \quad s = \frac{v_0^2}{2a} \quad a \text{ 为刹车加速度} \quad t = \frac{v_0}{a}$$

$$\text{解以上三式可得} \quad \Delta s = \frac{v_0^2}{2a} = 2s$$

答案:B

〔精练〕

一、选择题(只有一个正确答案)

1. 某质点位移随时间的变化关系为 $s = 3t + 2t^2$, 单位取国际单位制的单位,那么它的加速度为:〔 〕

- A. 2 米/秒²; B. 3 米/秒²; C. 4 米/秒²; D. 2.5 米/秒²。

2. 做匀减速直线运动的物体经过 3 秒钟速度为 0, 已知最后一秒 1 米, 物体在这 3 秒内的平均速度是:〔 〕

- A. 9 米/秒; B. 3 米/秒; C. 6 米/秒; D. 5 米/秒。

3. 物体在斜面顶端从静止开始匀加速下滑, 经过斜面中点时速度为 2 米/秒, 则到达斜面底端的速度是:〔 〕

- A. 2 米/秒; B. 4 米/秒; C. $\sqrt{2}$ 米/秒; D. $2\sqrt{2}$ 米/秒。

4. 一辆汽车以速度 v 匀速行驶了全程的 $\frac{1}{3}$, 然后匀减速行驶了剩下的 $\frac{2}{3}$, 恰好静止, 则全程的平均速度为:〔 〕

- A. $\frac{3}{5}v$; B. $\frac{2}{3}v$; C. $\frac{3}{2}v$; D. $\frac{1}{3}v$ 。

5. 如图 1—5 所示, 一小物体以一定的初速度自光滑斜面的底端 a 点上滑, 最高可到达 b 点。 c 为 ab 的中点, 已知小物体从 a 到 c 用时间 t_0 , 则它从 c 经过 b 再回到 c , 需用时间为:〔1—6〕

- A. t ; B. $(\sqrt{2}-1)t_0$;
C. $(\sqrt{2}+1)t_0$; D. $2(\sqrt{2}+1)t_0$ 。

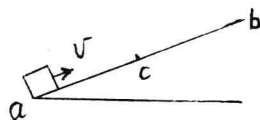


图 1—5

6. 甲、乙、丙三辆汽车以相同的速度经过某一路标, 从此以后, 甲一直做匀速直线运动, 乙

先加速后减速,丙先减速后加速,它们经过下一路标时的速度仍相同,则:[]

- A. 甲车先通过下一路标; B. 乙车先通过下一路标;
C. 丙车先通过下一路标; D. 无法判断谁先通过下一个路标。

7. 从作匀加速上升的气球上释放一物,释放后物体相对地面将做:[]

- A. 加速度向上的匀减速运动; B. 自由落体运动;
C. 初速度向下,加速度向下的匀加速直线运动;
D. 初速度向上,加速度向下的匀变速直线运动。

8. 从某一高度相隔 1 秒先后释放两个相同小球甲和乙,不计空气阻力,它们在空中下落的过程中:[]

- A. 两球距离始终保持不变,两球速度差保持不变;
B. 两球距离越来越大,速度之差也越来越大;
C. 两球距离越来越大,速度之差保持不变;
D. 两球距离越来越小,速度之差也越来越小。

9. 某质点以 9.8 米/秒的初速度作平抛运动,经过一段时间末速度为初速度的 $\sqrt{3}$ 倍,则这段时间是(g 取 9.8 米/秒²):[]

- A. $\sqrt{3}$ 秒; B. $\sqrt{2}$ 秒; C. $\sqrt{3}/3$ 秒; D. $\sqrt{2}/2$ 秒。

10. 以初速度 v_0 水平抛出一个物体,经过 t 秒,物体发生的位移大小应是:[]

- A. $\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$; B. $v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$;
C. $\frac{1}{2} g t^2$; D. $\sqrt{v_0^2 t^2 + \frac{1}{4} g^2 t^4}$;

11. 如图 1—6 所示以 9.8 米/秒的水平速度 v_0 抛出的物体,飞行一段时间后垂直地撞在倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的斜面上,可知物体完成这段飞行的时间是:[]

- A. $\sqrt{3}/3$ 秒; B. $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ 秒;
C. $\sqrt{3}$ 秒; D. 2 秒;

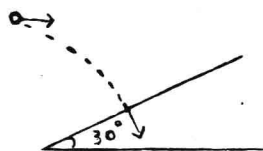


图 1-6

二、选择题(有一个或几个正确答案)

12. 关于加速度的说法中,正确的是:[]

- A. 质点的加速度变大,则质点的速度一定变大;
B. 质点的加速度为零时,质点处于平衡状态;
C. 质点的加速度越小,质点的速度变化率越小;
D. 质点的速度为零时,其加速度为零。

13. 在同一高度将质量相等的两个小球 A、B 以大小相等的速度竖直上抛和竖直下抛,则:[]

- A. 在运动过程中,A、B 加速度相同;
B. A、B 落地时的速度相同;
C. A、B 落地时的位移相同;
D. A、B 从抛出到落地所需要的时间相同。

14. 一质点作直线运动,当 $t = t_0$ 时, $s > 0, v > 0, a > 0$,此后加速度 a 均匀减小,则:[]

- A. 速度继续增大,直到 a 等于零时为止;

- B. 位移继续增大,直到 a 等于零时为止;
 C. 速度开始减小,直到 a 等于零时为止;
 D. 位移开始减小,直到 a 等于零时为止。

15. 图 1—7 为一物体作匀变速直线运动的速度图线,根据图线作出的以下几个判断中,正确的应是:〔 〕

- A. 物体始终沿正方向运动;
 B. 物体先沿负方向运动, $t=2$ 秒后开始沿正方向运动;
 C. 在 $t=2$ 秒前物体位于出发点负方向上, $t=2$ 秒后位于出发点正方向上;
 D. 在 $t=2$ 秒时,物体距出发点最远。

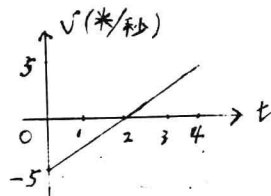


图 1—7

16. A、B 两个物体从同一地点同时出发沿同一方向作匀加速直线运动,若初速度大小不同而加速度大小相同,则在运动过程中:〔 〕

- A. A、B 的速度之差保持不变; B. A、B 的速度之差与时间成正比;
 C. A、B 的位移之差与时间成正比; D. A、B 的位移之差与时间的平方成正比。

17. 一船在静水中的速率为 3 米/秒,要横渡宽为 30 米,水的流速为 4 米/秒的河流,下述说法中正确的是:〔 〕

- A. 此船不可能垂直到达正对岸; B. 此船不可能渡过此河;
 C. 船相对地的速度一定是 5 米/秒; D. 此船过河的最短时间为 6 秒。

18. 图 1—8 中所示为一皮带传动装置,右轮的半径为 r , a 是它边缘上的一点,左侧是一轮轴,大轮的半径为 $4r$,小轮的半径为 $2r$, b 点在小轮上,到小轮中心的距离为 r , c 点和 d 点分别位于小轮和大轮的边缘上,若在传动过程中,皮带不打滑,则:〔 〕

- A. a 点与 b 点的线速度大小相等;
 B. a 点与 b 点的角速度大小相等;
 C. a 点与 c 点的线速度大小相等;
 D. a 点与 d 点的向心加速度大小相等。

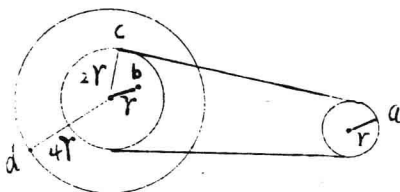


图 1—8

19. 利用打点计时器可以得到运动纸带的记录,经过数据处理,选定某记数点(不是起始点)为计时起点,然后确定运动时间之比为 $t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$ 设 a 为纸带运动的加速度,那么可以肯定:〔 〕

- A. 相应运动位移之比一定是 $d_1 : d_2 : d_3 : \dots = 1 : 4 : 9 : \dots$;
 B. 相应运动时刻的速度之比一定是 $v_1 : v_2 : v_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$;
 C. 相邻相同时间内的位移之比一定是 $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$;
 D. 如相邻时间间隔为 T ,则相邻时间内位移差值 $\Delta s = s_{n+1} - s_n = a \cdot T^2$

20. 某纸带记录经数据处理后如图 1—9 所示,0 为起始点, A 为第一个计数点,由纸带数据可以计算:〔 〕

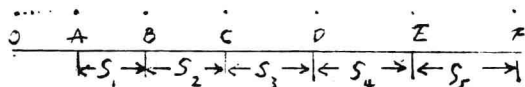


图 1—9

- A. 从 O 点到 F 点纸带的运动时间 t ; B. 从 A 点到 F 点纸带的平均速度 $\bar{v}$;
C. 纸带的 C 点通过打点计时器的即时速度 v_C ; D. 纸带运动的加速度 a 。

三、填空题:

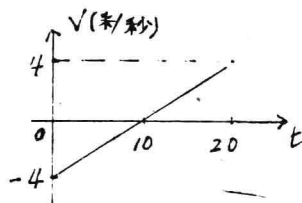
21. 绳子的一端悬于某点,某时刻悬点放开让其自由落下,若全条绳子经过悬点正下方 20 米处的 A 点的时间是 1 秒,则该绳长为_____米。

22. 甲乙两物体,由同一地点向同一方向,以同样的加速度作匀加速运动,其初速度都为零,甲先出发,乙后出发。乙出发后 1 秒钟甲乙两物体间的距离恰是乙物体开始运动时两物体间距离的两倍,甲比乙早出发_____秒。

23. 一质点作匀减速直线运动,初速度为 12 米/秒,加速度为 2 米/秒²,某一秒内的位移是 6 米,则此质点还能运动的时间是_____秒。

24. 甲球从离地 H 高处从静止开始自由落下,同时乙球从甲球的正下方的地面做竖直上抛运动,欲使乙球上升至全程的 $\frac{1}{n}$ 与甲球相撞,则乙球初速度应为_____。

25. 如图 1-10 所示为一物体沿直线 OX 作直线运动的图线, $t=0$ 时,物体位于出发点 O 处,该物体运动的加速度为_____米/秒²,物体在这 20 秒内离 O 点距离最远的时刻是_____秒末, $t=20$ 秒时物体的位移是_____米。



26. 如图 1-11 所示,物体从底边相等的,但倾角 θ 不同的光滑顶端开始下滑,初速度为 0,所用时间为 t ,则 θ 从零开始增加时, θ 越大, t 越_____,当 $\theta=$ _____时, t 最小,当 θ 继续变大, t 越_____。

图 1-10

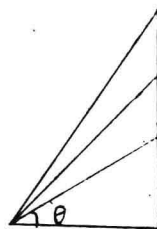


图 1-11

27. 一物体水平抛出,不计空气阻力,初速度大小为 20 米/秒,则当其速度方向与水平方向成 45°角时,物体已下落了_____秒,此时物体速度的大小为_____米/秒。

28. 在“研究平抛运动”的实验中,应注意如下三点:①在安装斜槽轨道时,应注意_____;②在多次从静止开始释放小球时,应注意_____;③在纸上记录下斜槽轨道末端 O 点后,需建立以 O 点为原点的坐标系,这时首先利用_____画出 O 点的_____。

四、计算题

29. 火车以速率 v_1 向行驶,司机忽然发现,在前方同一轨道上距车为 s 处另有一辆火车,它正沿相同的方向以较小的速率 v_2 做匀速运动。于是它立即使车做匀减速运动,加速度大小为 a 。要使两车不致相撞,则 a 应满足什么条件?

〔精解〕

第 3 题:设斜面长度为 L ,物体的加速度为 a ,初速度为 v_0 ,到达底端的速度为 v_t ,中点的速度为 v ,根据运动学公式

$$v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \frac{L}{2} \quad ① \quad v_t^2 = v^2 + 2a \cdot \frac{L}{2} \quad ②$$

由①和②得: $v_t^2 - v^2 = v^2 - v_0^2$ $v_t^2 = 2v^2 - v_0^2$ $v_0 = 0$ $v_t = \sqrt{2}v = 2\sqrt{2}$ 米/秒。

第 5 题:设初速度为 v_0 ,在中点 b 的速度为 v ,由 b 到 c 的时间为 t_1 ,由第 3 题的答案可以

得出 $v = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0$ $v = v_0 - at_0$ $t_0 = \frac{v_0 - v}{a}$ ① 又 $t_1 = \frac{v}{a}$ ②

由①和②得 $\frac{t_1}{t_0} = \frac{v}{v_0 - v}$ $v = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0$ $t_1 = (\sqrt{2} + 1)t_0$

由 b 到 c 的时间和由 c 回到 b 的时间相等,故经 b 到 c 再由 c 到 b 的时间为 $2t_1 = 2(\sqrt{2} + 1)t_0$ 。

第 6 题,根据题意可知乙的平均速度最大,丙的平均速度最小,故乙车先通过下一个路标。

第 21 题、设绳长为 l ,悬点到 A 点的距离 $h = 20$ 米,绳子下端到 A 点的距离为 $h - l$,自由

下落后,下端到 A 点的时间为 t_1 ,则: $h - l = \frac{1}{2}gt_1^2$ $t_1 = \sqrt{\frac{2(h-l)}{g}}$ 。

当绳子上端到达 A 点时,绳运动的距离为 h ,所用时间为 t ,则 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$\Delta t = t - t_1 = 1$ 秒。

$\sqrt{\frac{2h}{g}} - \sqrt{\frac{2(h-l)}{g}} = t - t_1$

$\sqrt{\frac{2(h-l)}{g}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} - (t - t_1) = \sqrt{\frac{2 \times 20}{10}} - 1 = 1$

$2h - 2l = g$ $l = \frac{1}{2}(2h - g) = 15$ 米。

第 29 题。设后边的火车刹车后前进 s_1 速度和前边火车速度大小相等,即速率为 v_2 ,由题

意:得 $v_2^2 = v_1^2 - 2as_1$ ① 所用时间 $t = \frac{v_1 - v_2}{a}$ ②

前边火车在时间 t 内前进路程为 s_2 $s_2 = v_2 t$ ③

联立解①②③得 $s_1 - s_2 = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2a}$

根据题目要求有: $s_1 - s_2 < s$ $\frac{(v_1 - v_2)^2}{2a} < s$ $a > \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$

第二章 力、牛顿定律和万有引力定律

〔精读〕

一、重点

1. 力

(1)三种力。①重力,任何物体都受重力,重力作用点叫物体重心;②弹力,支持力和拉力均属弹力,弹力是一种被动力。支持力垂直接触面,弹簧的弹力 $f=kx$;③摩擦力。静摩擦力产生条件是相互接触的物体,接触面不光滑,物体间有相对运动(或相对运动趋势),静摩擦力是被动力。静摩擦力有一个变化范围,滑动摩擦力大小为 $f=\mu N$ 。物体受到摩擦力作用,同时也一定受到弹力作用,摩擦力的方向可以和物体运动方向相同,也可以和物体运动方向相反。但总是和物体间相对运动或相对运动趋势方向相反。

(2)力的合成和分解。方法用平行四边形法则。合力和分力是效果关系,合力可以比分力大,也可以等于分力或比分力小。两个共点力合力的范围是: $F_1+F_2 \geq F_{\text{合}} \geq |F_1-F_2|$

(3)共点力的平衡条件: $F_{\text{合}}=0$ 或 $\Sigma F_x=0, \Sigma F_y=0$ 。作用在同一个物体上几个共点力平衡时,其中任何一个力,和其他所有力的合力大小相等,方向相反。

2. 牛顿第一定律

牛顿第一定律提出一切物体都有惯性,力是改变物体运动状态变化的原因。

3. 牛顿第二定律

(1)物体运动状态的变化是指速度(包括大小和方向)的变化。

(2)物体速度变化的原因是受外力作用。

(3)质量是物体惯性大小的量度

(4)牛顿第二定律反映了力作用在物体上产生的瞬时效果。 $F=kma$ 在国际单位制中, $k=1$,公式简化为 $F=ma$, a 的方向与合力 F 的方向相同

(5)力学中的基本物理量是长度、质量、时间。这三个物理量在国际单位制中的单位是米、千克、秒。

4. 牛顿第三定律

牛顿第三定律指出了力的作用的相互性,两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反。作用在一条直线。

5. 万有引力定律

任何两个物体之间都是相互吸引的,引力的大小可以用公式 $F=G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 表示。万有引力定律是牛顿发现的。 G 叫引力恒量,英国的卡文迪许用扭秤第一次测得 G 的比较准确的值。

二、难点

1. 分析物体受力

分析物体受力时首先明确研究对象,遵从一定的顺序,例如先分析场力(如重力等),后分析接触力(如弹力、摩擦力),可以从力源的途径进行分析;还可以从物体的运动状况及力产生的效果上进行判定。如图 2—1 所示,A、B 两个物体叠放在一起,沿同一斜面下滑,A、B 之间无

相对滑动,它们的接触面是水平的。如果匀速下滑,它们之间没有摩擦力,如果加速下滑时,A、B之间就有摩擦力。这可从物体的运动状况和力产生的效果上进行分析。取A为研究对象,匀速下滑时,受到的合力为零,假设A受到摩擦力,水平方向的合力就不为零了,所以没有摩擦力的作用。加速下滑时,A在水平方向有加速度,水平方向受到的合力不是零。根据力的独立作用原理,A在水平方向的加速度一定是水平方向的力提供的,这个力就是B给A的静摩擦力。

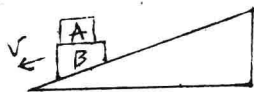


图 2-1

2. 运动状况的判定

物体的运动状况由受力情况和初始条件决定。物体的加速度由合力大小和自身的质量决定,但运动性质和轨迹的形状,还和物体的初始运动状况有关。物体受的合外力为零时,则它可能静止,也可能做匀速直线运动;物体受恒力作用,它做匀变速运动。力的方向和初速度方向在一条直线上,是匀变速直线运动;力的方向和初速度方向不在一条直线上,是匀变速曲线运动。如果物体受到的力其大小不变,方向总是和速度垂直,则物体做匀速圆周运动。

3. 速度的变化和加速度的变化

速度是增加还是减少,不是由加速度的大小决定,而是由加速度的方向决定。当速度方向和加速度方向的夹角小于 90° 时,无论加速度大小如何变化,速度总是增加的;当速度方向和加速度方向的夹角大于 90° 时,无论加速度的大小如何变化,速度总是减小的。

加速度的变化和速度无关,主要决定于外力如何变化。加速度是可以突变的。速度不能突变。

4. 向心力

做圆周运动的物体,一定受到向心力的作用。向心力是指物体在沿半径方向上受到的合力,它不是单独存在的力,是从效果讲的。向心力可以由重力、弹力等不同性质的力提供,也可以由这些力的合力提供。一个做圆周运动的物体如果受到几个力的作用,单独一个指向圆心的力,有时不一定是向心力,向心力是指这些力沿半径方向的合力。向心力对物体只能产冲量,而不对物体做功。

5. 超重和失重

物体挂在升降机内的测力计上,当升降机运动时,如果加速度向上,测力计的示数大于物体的重力,这种现象叫超重;如果升降机运动的加速度向下,测力计示数小于物体的重力,这种现象叫失重,若升降机运动的加速度等于重力加速度 g 而且方向相同,测力计示数为零,这种现象叫完全失重。人造地球上的物体处于完全失重状态。

不要认为向上运动一定是超重向下运动是失重。超重和失重与速度方向无关,而主要由加速度方向决定。加速度和 g 方向相反处于超重状态,加速度方向和 g 方向相同处于失重状态。

无论物体是超重还是失重,物体受到重力是不变的,只是悬挂物体绳子的拉力或支承面对物体的支持力;这时不再等于物体的重力。

三、注意几点

1. 力的独立作用原理

当物体受到几个力的作用时,每个力各自独立地使物体产生一个加速度,就像其他力不存在一样,有几个力就产生几个加速度,物体实际的加速度就是这几个加速度的矢量和。这个性质叫力的独立作用原理。应用这个原理解题有时会带来方便。