

 Oxbridge
津桥文教

总主编◎徐丰

高考牛皮书®

高考权威专家和一线名师联手打造

高考深度复习备考

物理知识清单



完备的知识尽在其中
详实的解析助你圆梦

 东南大学出版社

总主编◎徐丰

高考牛皮书®

高考权威专家和一线名师联手打造

高考深度复习备考

物理知识清单

津桥书局 组织编写



YZLI0890151817

东南大学出版社

· 南京 ·

图书在版编目(CIP)数据

高考知识清单. 物理/津桥书局主编. —南京: 东南大学出版社, 2011. 4

ISBN 978-7-5641-2663-6

I. ①高… II. ①津… III. ①物理课—高中—升学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 029482 号

书 名 高考知识清单. 物理
出版发行 东南大学出版社
经 销 各地新华书店
出 版 人 江建中
社 址 南京市四牌楼 2 号
邮 编 210096
印 刷 者 南京新洲印刷有限公司
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 32.5
字 数 810 千字
版 次 2011 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-2663-6
总 定 价 60.00 元(共三册)

东大版图书若有印装质量问题,请直接联系读者服务部,电话:025-83794332。

目 录

第一章 运动的描述 匀变速直线运动	1
第一单元 运动的描述	1
第二单元 匀变速直线运动	5
第二章 相互作用 物体的平衡	10
第一单元 物体的受力分析 力的合成与分解	10
第二单元 共点力作用下的物体的平衡	15
第三单元 探究:验证力的平行四边形定则	18
第三章 牛顿运动定律	21
第一单元 牛顿运动定律内容	21
第二单元 牛顿运动定律的应用	27
第四章 机械能	31
第一单元 功 功率	31
第二单元 动能 动能定理	35
第三单元 机械能守恒定律	38
第五章 曲线运动 万有引力	42
第一单元 运动的合成与分解 平抛运动	42
第二单元 圆周运动	47
第三单元 万有引力定律与天体运动	50
第六章 静电场	53
第一单元 电场的性质	53
第二单元 电容器 带电粒子在电场中的运动	58
第七章 恒定电流	63
第一单元 部分电路 电功和电功率	63
第二单元 闭合电路欧姆定律	67
第三单元 电学实验	70
第八章 磁 场	79
第一单元 磁场的性质 磁场对电流的作用	79
第二单元 磁场对运动电荷的作用	82
第三单元 带电粒子在复合场中的运动	86

第九章 电磁感应 交变电流	89
第一单元 电磁感应现象 楞次定律	89
第二单元 法拉第电磁感应定律 自感	93
第三单元 电磁感应的综合	97
第四单元 交变电流	101
第十章 分子动理论 气体和热力学定律	106
第十一章 机械振动 电磁波	113
第一单元 机械振动和机械波	113
第二单元 电磁波 光 相对论简介	118
第十二章 动量 原子和原子核	124



第一章 运动的描述 匀变速直线运动

第一单元 运动的描述

基础知识梳理

知识点一：参考系

参考系：描述一个物体的运动时，首先要选定某个其他物体做参考，观察物体相对于这个“其他物体”的位置是否变化，这种用来做参考的物体叫做参考系。

理解：

(1) 运动的相对性：选择不同的参考系来观察同一个运动，观察的结果会有不同。

(2) 参考系是可以任意选取的，但是，在以后研究问题时，我们通常选取相对地面静止的物体为参考系。

(3) 实际选取参考系时需要考虑到使运动的描述尽可能简单，比如，研究太阳系中行星的运动，太阳是最理想的参考系。

知识点二：质点

1. 质点是对实际物体科学的抽象，是研究物体运动时，抓住主要因素，忽略次要因素，对实际物体进行的近似于一种理想化模型，真正的质点是不存在的。

2. 能把物体看成质点的几种情况

(1) 平动的物体通常可视为质点(所谓平动，就是物体上任意一点的运动与整体的运动有相同特点的运动)，如水平传送带上的物体随传送带的运动。

(2) 有转动但相对平动而言可以忽略时，也可以把物体视为质点，如汽车在运行时，虽然车轮转动，但我们关心的是车辆整体的运动快慢，故汽车可看成质点。

(3) 同一物体，有时可看成质点，有时不能，物体本身的大小对所研究问题的影响不能忽略时，不能把物体看做质点，如研究火车过桥的时间时就不能把火车看做质点，但研究火车从北京到上海所用时间时就可把火车看做质点。

知识点三：时间和时刻

在表示时间的数轴上，时刻用点表示，时间用线段表示，时刻与物体的某个位置相对应，表示某一瞬间；时间间隔与物体的某段位移相对应，表示某一过程(即两个时刻的间隔)。

知识点四：位移和路程

路程是物体运动轨迹的长度，位移是用来表示物体(质点)的位置变化物理量，位移只



与物体的位置有关,而与质点在运动过程中所经历的路径无关.物体的位移可以这样表示:从初位置到末位置作一条有向线段,有向线段的长度表示位移的大小,有向线段的方向表示位移的方向.

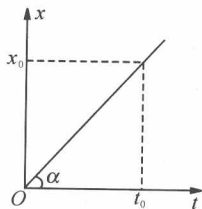
知识点五:速度 平均速度和瞬时速度

1. 平均速度

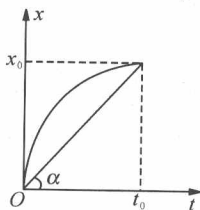
(1) 平均速度表示做变速直线运动的物体在某一段时间内运动的平均快慢程度,只能粗略地描述物体的运动快慢.

(2) 在变速直线运动中,不同时间(或不同位移)内的平均速度一般是不相同的,因此,求出的平均速度必须指明是对哪段时间(或哪段位移)而言的.在 $v = \frac{x}{t}$ 中, x 与 t 必须一一对应.

(3) 在匀速直线运动中,平均速度的大小等于 $x-t$ 图线的斜率,如图甲所示, $v = \tan\alpha = \frac{x_0}{t_0}$;在变速直线运动中,平均速度的大小也可以用 $x-t$ 图线的割线的斜率表示,如图乙所示, $v = \tan\alpha = \frac{x_0}{t_0}$.



甲



乙

说明:① 在变速直线运动中,不同时间段内的平均速度一般是不相同的.

② 要注意公式 $v = \frac{v_0 + vt}{2}$ 仅适用于匀变速直线运动,对于一般的变速运动,只能用 $v = \frac{x}{t}$ 来计算其平均速度.

2. 瞬时速度

瞬时速度简称为速度,瞬时速度比平均速度更能精确地描述质点运动的快慢.要明确以下几点:

(1) 方向性:速度与速率不同,速率只反映质点运动的快慢,而速度却反映质点运动的快慢和方向.

(2) 瞬时性:速度具有瞬时性,一般所提到的速度都是指瞬时速度,它反映物体在某时刻(或某位置)运动的快慢和方向.所谓匀速直线运动,实际上是各个时刻的速度都相同的运动.

(3) 相对性:变换参考系时,同一物体的速度对不同参考系而言是不同的.

(4) 在 $x-t$ 图像中,瞬时速度的大小等于那个时刻所对应的图线的斜率,特别在变速直线运动中,不同时刻图线的斜率往往是不同的.

知识点六:加速度

加速度是描述运动质点速度改变快慢的物理量,只要质点做变速运动,就一定有加速



度. 加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, Δv 是速度的变化量, $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 是速度的变化率, 变化量与变化率是两个截然不同的概念, 变化量大, 变化率不一定快.

加速度也是矢量, 它的方向是速度变化的方向. 速度变化的方向与速度方向也是两个截然不同的概念, 在直线运动中, 速度变化的方向可以与速度方向相同, 也可以与速度方向相反.

加速度保持不变的运动叫匀变速运动, 可以是匀变速直线运动, 也可以是匀变速曲线运动.

$v-t$ 图像不但能够了解物体的速度随时间变化的情况, 还能够知道物体运动的加速度, 在 $v-t$ 图像中, 斜率反映了加速度的大小和方向.

知识点七: 运动图像

速度—时间图像特点:

(1) 因速度是矢量, 故速度—时间图像上只能表示物体运动的两个方向, t 轴上方代表的是“正方向”, t 轴下方代表的是“负方向”, 所以“速度—时间”图像只能描述物体做“直线运动”的情况, 如果做曲线运动, 则画不出物体的“速度—时间”图像;

(2) “速度—时间”图像没有时间 t 的“负轴”, 因时间没有负值, 画图时要注意这一点;

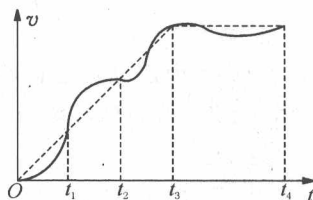
(3) “速度—时间”图线上每一点的斜率代表的是该点的加速度, 斜率的大小表示加速度的大小, 斜率的正负表示加速度的方向;

(4) “速度—时间”图像上表示速度的图线与时间轴所包围的“面积”表示物体的位移.

经典好题欣赏

例 1 骑自行车在平直道路上行进, 图中的实线记录了自行车开始一段时间内的 $v-t$ 图像, 某同学为了简化计算, 用虚线作近似处理, 下列说法正确的是 ()

- A. 在 t_1 时刻, 虚线反映的加速度比实际的大
- B. 在 $0 \sim t_1$ 时间内, 由虚线计算出的平均速度比实际的大
- C. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, 由虚线计算出的平均速度比实际的大
- D. 在 $t_3 \sim t_4$ 时间内, 虚线反映的是匀速运动

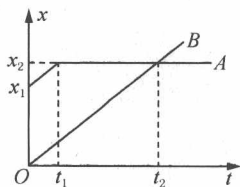


答案: BD

解析: 此题主要考查对速度图像的斜率和面积的理解, 在 t_1 时刻, 实线的切线的斜率比虚线的大, 所以虚线反映的加速度比实际的小, 即选项 A 错; 又因图线围成的面积表示位移, 在 $0 \sim t_1$ 时间内, 由虚线与坐标围成的面积比实线的大, 而时间又相同, 所以由虚线计算出的平均速度比实际的大, 即选项 B 正确; 同理, 选项 C 错; 在 $t_3 \sim t_4$ 时间内, 虚线平行于时间轴, 反映的是匀速运动, 所以选项 D 也正确.

例 2 如图表示在同一条直线上运动的 A、B 两个质点的位移—时间图像, 由图可知 ()

- A. 当 $t=0$ 时, A 在 B 的前面
- B. B 在 t_2 末追上 A, 并在此后跑在 A 的前面
- C. B 比 A 运动快
- D. $0 \sim t_1$ 的一段时间内, A、B 的位移相等





答案: AB

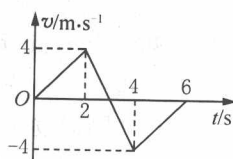
解析: 从图中可见, 质点 A 在 $0 \sim t_1$ 时间内做匀速直线运动, 之后处于静止状态, 运动的位移值为 $x_2 - x_1$; 质点 B 从坐标原点开始运动, 一直做匀速直线运动。

从图像不难发现, 选项 A 正确; 由图可见, 在 t_2 时刻 A、B 两质点具有相同的位置坐标, 表明在时刻 t_2 , B 追上了 A, 选项 B 正确, 因为在相等的时间内, 两个质点的位移不相等, 因此两者运动的快慢是不相等的, 选项 C 是错误的; 从图可见, 在 $0 \sim t_1$ 时间内 B 通过的位移值大于 A 通过的位移值, 故选项 D 也是错误的。

点评: 对图像问题, 要深刻理解图像的物理意义, 知道图像所描述的物理情景, 不能把图像当做物体运动的轨迹。

【例 3】物体做直线运动的速度图像如图所示, 则

()



- A. 6 s 内物体做匀变速直线运动
- B. 第二个 2 s 内物体做匀变速直线运动
- C. 3 s 末物体的瞬时速度为零, 且改变运动方向
- D. 4 s 末物体的瞬时速度大小为 4 m/s
- E. 物体 6 s 内的位移为零
- F. 物体前 3 s 内的位移为 6 m
- G. 物体前 4 s 内的位移为 4 m

答案: BCDEFG

解析: (1) 匀速直线运动的速度图像是一条平行于横轴的直线, 匀变速直线运动的速度图像是一条倾斜直线, 非匀变速直线运动的速度图像是一条曲线, 所以 A 错、B 正确。

(2) 速度图像的纵坐标表示物体的瞬时速度, 其正负表示瞬时速度的方向, 故选项 C、D 均正确。

(3) 速度图像与坐标轴及 t 时刻线所围成的“面积”表示物体在此段时间内所通过的位移, “面积”的正负表示位移的方向。

(4) 由图可以看出物体前 3 s 内的位移是正值, 表示位移的方向与所规定的正方向相同; 后 3 s 内的位移是负值, 表示位移的方向与所规定的正方向相反, 也就是说, 物体又沿原路返回。

(5) 物体在某段时间内的总位移指的是在这段时间内各部分位移的矢量和, 如果是同一直线上的运动, 总位移是在这段时间内各部分位移的代数和。前 6 s 内总位移为零, 故 EFG 均正确。

点评: 应用 $v-t$ 图像分析物体的运动时, 要抓住图线的特征与运动性质的关系, 要抓住图线的“点”“线段”“面积”的意义。



第二单元 匀变速直线运动

基础知识梳理

知识点一：匀变速直线运动规律

1. 匀变速直线运动规律：

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \bar{v}t \quad \text{①} \\ \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} \quad \text{②} \\ v_t = v_0 + at \quad \text{③} \\ x = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad \text{④} \\ v_t^2 - v_0^2 = 2ax \quad \text{⑤} \end{array} \right.$$

(1) 方程①不仅适用于匀变速直线运动,对一般变速直线运动也是适用的,但在解决匀变速直线运动的问题时,它有着独特的作用.

(2) 方程②~⑤适用于匀变速运动. ②式反映了初、末速度与平均速度的关系,它与①式往往综合起来应用;③式反映了末速度与初速度、加速度、时间之间的关系,它是由加速度的定义式演变而来的;④式反映了匀变速直线运动的位移与速度、加速度、时间之间的关系,是计算位移的常用公式;⑤式反映了速度与加速度、位移之间的关系.

(3) 五个方程、六个变量,三个独立方程,所以,在没有其他辅助方程的前提下,知三求三.

(4) 六个变量中除时间外都是矢量,所以在实际应用时,必须注意符号法则. 通常选取初速度方向为正方向,在此前提下,与初速度方向相同的矢量取正,与初速度方向相反的矢量取负. 已知量代入方程时必须带有符号,未知量一般先假设为正,解出后再对符号作出明确的说明.

2. 做匀变速直线运动的物体,还满足以下推论:

(1) 在任意两个连续相等的时间内的位移之差是一恒量,即

$$\Delta s = at^2 (s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = \Delta s)$$

(2) 在某段时间的中间时刻的瞬时速度等于这段时间内的平均速度.

(3) 初速度为零的匀加速直线运动满足:

$$\text{① } 1\text{ s末、}2\text{ s末、}3\text{ s末}\dots\text{的瞬时速度之比 } v_1 : v_2 : v_3 = 1 : 2 : 3 : \dots$$

$$\text{② } 1\text{ s内、}2\text{ s内、}3\text{ s内}\dots\text{的位移之比 } s_1 : s_2 : s_3 = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots$$

$$\text{③ } \text{第}1\text{秒内、第}2\text{秒内、第}3\text{秒内}\dots\text{的位移之比 } s_{\text{I}} : s_{\text{II}} : s_{\text{III}} = 1 : 3 : 5 : \dots$$

$$\text{④ } \text{从静止起通过连续相等的位移所用时间之比 } t_1 : t_2 : t_3 = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \dots$$



知识点二:自由落体运动和竖直上抛运动

1. 伽利略研究自由落体运动的方法:

(1) 假设运动的速度与时间是正比关系;

(2) 推论如果速度与时间成正比,那么位移与时间的平方成正比;

(3) 用小角度的光滑斜面来延长物体的下滑时间,再通过不同角度进行合理的外推来得出结论.

2. 自由落体运动:是初速度为零只在重力作用下的匀加速直线运动,加速度大小为 g ,方向竖直向下.

(1) 特点:加速度 a 为 g ,初速度 v_0 为零的匀加速直线运动.

(2) 规律: $v_t = gt, h = \frac{1}{2}gt^2, v_t^2 = 2gh$.

[注意] 同一地点,重力加速度 g 的大小是相同的;在不同的地点, g 的值略有不同.

① 纬度越高的地方, g 越大.

② 海拔高度越高的地方, g 越小.

但是,在通常情况下, g 的变化不大,一般取 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$,粗略计算时,取 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

3. 竖直上抛运动

物体以某一初速度竖直向上抛出,只在重力作用下的运动.

(1) 特点:初速度为 v_0 ,加速度 a 为 $-g$ 的匀减速直线运动.

(2) 规律: $v_t = v_0 - gt, h = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$,

$v_t^2 - v_0^2 = -2gh$.

上升时间 $t_{\uparrow} = \frac{v_0}{g}$,下降到抛出点的时间 $t_{\downarrow} = \frac{v_0}{g}$,上升最大高度 $h_m = \frac{v_0^2}{2g}$.

(3) 处理方法

一是将竖直上抛运动全过程分为上升和下降两个阶段来处理,要注意两个阶段运动的对称性,即上升和下降过程经过同一段高度的上升时间和下降时间相等及上升和下降过程经过同一位置时的速度大小相等,方向相反.

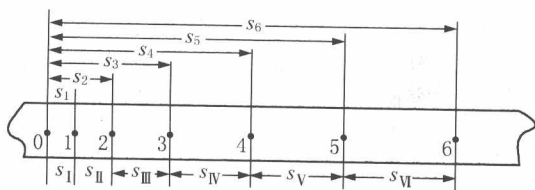
二是将竖直上抛运动全过程视为初速度为 v_0 ,加速度为 $-g$ 的匀减速直线运动.

知识点三:打点计时器的应用

1. 纸带的选取:一般实验应从点迹清晰、无漏点的纸带中选取有足够多点的一段作为实验纸带.

2. 根据纸带上点的密集程度选取计数点.打点计时器每打 n 个点取一个计数点,则计数点时间间隔为 n 个打点时间间隔,即 $T = 0.02n(\text{s})$.一般取 $n = 5$,此时 $T = 0.1 \text{ s}$.

3. 测量计数点间距离.为了测量、计算的方便和减小偶然误差的考虑,测量距离时不要分段测量,尽可能一次测量完毕,即测量计数起点到其他各计数点的距离.如图所示,则由图可得:





$$s_{\text{I}} = s_1, s_{\text{II}} = s_2 - s_1, s_{\text{III}} = s_3 - s_2, s_{\text{IV}} = s_4 - s_3, s_{\text{V}} = s_5 - s_4, s_{\text{VI}} = s_6 - s_5$$

4. 判定物体运动的性质:

(1) 若 $s_{\text{I}}, s_{\text{II}}, s_{\text{III}}, s_{\text{IV}}, s_{\text{V}}, s_{\text{VI}}$ 基本相等, 则可判定物体在实验误差范围内做匀速直线运动.

(2) 设 $\Delta s_1 = s_{\text{II}} - s_{\text{I}}, \Delta s_2 = s_{\text{III}} - s_{\text{II}}, \Delta s_3 = s_{\text{IV}} - s_{\text{III}}, \Delta s_4 = s_{\text{V}} - s_{\text{IV}}, \Delta s_5 = s_{\text{VI}} - s_{\text{V}}$.

若 $\Delta s_1, \Delta s_2, \Delta s_3, \Delta s_4, \Delta s_5$ 基本相等, 则可判定物体在实验误差范围内做匀变速直线运动.

(3) 测定第 n 点的瞬时速度. 物体做匀变速直线运动时, 在某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度. 即测出第 n 点的相邻的前、后两段相等时间 T 内的距离, 由平均速度公式就可求得, 如上图第 4 点的瞬时速度为: $v_4 = \frac{s_{\text{IV}} + s_{\text{V}}}{2T} = \frac{s_6 - s_4}{2T}$.

(4) 测定做匀变速直线运动物体的加速度, 一般用逐差法求加速度. 将如上图所示的连续相等时间间隔 T 内的位移 $s_{\text{I}}, s_{\text{II}}, s_{\text{III}}, s_{\text{IV}}, s_{\text{V}}, s_{\text{VI}}$ 分成两组, 利用 $\Delta s = aT^2$ 可得: $a_1 = \frac{s_{\text{IV}} - s_{\text{I}}}{3T^2}, a_2 = \frac{s_{\text{V}} - s_{\text{II}}}{3T^2}, a_3 = \frac{s_{\text{VI}} - s_{\text{III}}}{3T^2}$, 再算出 a_1, a_2, a_3 的平均值, 即: $a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$ 就是所测定做匀变速直线运动物体的加速度. 若为奇数组数据则将中间一组去掉, 然后再将数据分组利用逐差法求解.

知识点四: 追及相遇问题的处理方法

1. 追及问题中两者速度大小与两者距离变化的关系

甲物体追赶前方的乙物体, 若甲的速度大于乙的速度, 则两者之间的距离越来越小. 若甲的速度小于乙的速度, 则两者之间的距离越来越大. 若一段时间内两者速度相等, 则两者之间的距离不变.

2. 追及问题的特征及处理方法

“追及”主要条件是: 两个物体在追赶过程中处在同一位置, 常见的情形有三种:

(1) 初速度为零的匀加速运动的物体甲追赶同方向的匀速运动的物体乙, 一定能追上, 追上前有最大距离的条件: 两物体速度相等, 即 $v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}}$.

(2) 匀速运动的物体甲追赶同向匀加速运动的物体乙, 存在一个能否追上的问题. 判断方法是: 假定速度相等, 从位置关系判断.

① 若甲乙速度相等时, 甲的位置在乙的后方, 则追不上, 此时两者之间的距离最小.

② 若甲乙速度相等时, 甲的位置在乙的前方, 则追上.

③ 若甲乙速度相等时, 甲乙处于同一位置, 则恰好追上, 为临界状态.

解决问题时要注意二者是否同时出发, 是否从同一地点出发.

(3) 匀减速运动的物体追赶同向的匀速运动的物体时, 情形跟(2)类似.

3. 分析追及问题的注意点

(1) 要抓住一个条件, 两个关系: 一个条件是两物体的速度满足的临界条件, 如两物体距离最大、最小, 恰好追上或恰好追不上等. 两个关系是时间关系和位移关系, 通过画草图找两物体的位移关系是解题的突破口.

(2) 若被追赶的物体做匀减速运动, 一定要注意追上前该物体是否已经停止运动.

(3) 仔细审题, 充分挖掘题目中的隐含条件, 同时注意 $v-t$ 图像的应用.



4. 相遇问题

(1) 同向运动的两物体的相遇问题即追及问题,分析同上.

(2) 相向运动的两物体,当各自发生的位移绝对值的和等于开始时两物体间的距离时即相遇.

经典好题欣赏

例 1 火车 A 以速度 v_1 匀速行驶,司机发现前方同轨道上相距 s 处有另一火车 B 沿同方向以速度 v_2 (对地,且 $v_1 > v_2$) 做匀速运动,司机立即紧急刹车,火车 A 做加速度大小为 a_1 的匀减速直线运动.问:要使两车不相撞, a_1 应满足什么条件?

答案: $a_1 \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$

解析: 解法一(物理公式法):设火车的加速度为 a_1 时,经时间 t ,恰追上而不相碰,则:

$$\begin{cases} v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 = v_2 t + s \\ v_1 - a_1 t = v_2 \end{cases}$$

$$a_1 \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$$

解法二(利用判别式法):要使两车不相撞,其位移关系为:

$$v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 \leq v_2 t + s$$

$$\text{即 } \frac{1}{2} a_1 t^2 + (v_2 - v_1)t + s \geq 0$$

由二次函数可知,上式成立的条件为:

$$(v_2 - v_1)^2 - 2a_1 s \leq 0,$$

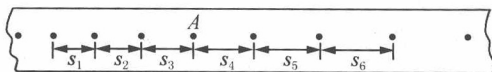
$$\text{解得: } a_1 \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}.$$

解法三(选取参照物法):取火车 B 为参考系,则刹车后,后车相对前车做初速度 $v_0 = v_1 - v_2$,加速度大小为 a_1 的匀减速直线运动.当后车相对前车的速度减小到零时,若相对位移 $s' \leq s$,则两车不会相碰,即:

$$s' = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2a_1} \leq s,$$

$$\text{所以 } a_1 \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}.$$

例 2 如图所示,某同学在做“研究匀变速直线运动”实验中,由打点计时器得到表示小车运动过程的一条清晰纸带,纸带上两相邻计数点的时间间隔为 $T = 0.10 \text{ s}$,其中 $s_1 = 7.05 \text{ cm}$, $s_2 = 7.68 \text{ cm}$, $s_3 = 8.33 \text{ cm}$, $s_4 = 8.95 \text{ cm}$, $s_5 = 9.61 \text{ cm}$, $s_6 = 10.26 \text{ cm}$,则 A 点处瞬时速度的大小是 _____ m/s ,小车运动的加速度计算表达式为 _____,加速度的大小是 _____ m/s^2 . (计算结果保留两位有效数字)





答案: 0.80 $a = \frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{(3T)^2} = 0.64$

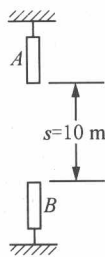
解析: 求 A 点的瞬时速度, 可用 A 点附近的平均速度求解, 即 $v_A = \frac{(s_3 + s_4)}{2T}$.

求加速度要用逐差法即: $s_4 - s_1 = s_5 - s_2 = s_6 - s_3 = 3a_1 T^2$, $a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} =$

$$\frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_3 + s_2 + s_1)}{(3T)^2}, \text{逐差法的实质是将纸带分为两大段处理, 即: } a = \frac{s_{\text{后}} - s_{\text{前}}}{T'^2}, \text{ 其中}$$

T' 为 $s_{\text{前}}$ 或 $s_{\text{后}}$ 的时间间隔.

例 3 如图所示, A、B 两棒均长 1 m, A 悬于高处, B 竖于地面. A 的下端和 B 的上端相距 $s = 10$ m. 若 A、B 两棒同时运动, A 做自由落体运动, B 以初速度 $v_0 = 20$ m/s 做竖直上抛运动, 在运动过程中都保持竖直. 问:



(1) 两棒何时开始相遇?

(2) 擦肩而过(不相碰)的时间? (取 $g = 10$ m/s²)

答案: (1) 从开始运动经过 0.5 s 两棒开始相遇. (2) 0.1 s

解析: (1) 设经过时间 t 两棒开始相遇. A 棒下落位移

$$h_A = \frac{1}{2}gt^2 \quad ①$$

B 棒上升的位移

$$h_B = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad ②$$

$$h_A + h_B = s \quad ③$$

解①②③得

$$t = \frac{s}{v_0} = \frac{10}{20} = 0.5(\text{s})$$

即从开始运动经 0.5 s 两棒开始相遇.

(2) 以 A 棒为参照物, B 相对 A 的加速度

$$a_{\text{相}} = a_B - a_A = g - g = 0$$

故 B 棒相对 A 棒以 $v_0 = 20$ m/s 的速度做匀速直线运动, 所以两棒擦肩而过即相遇时间

$$\Delta t = \frac{2l}{v_0} = \frac{2 \times 1}{20} = 0.1(\text{s})$$

点评: 解决相遇问题时, 要注意等时性, 注意总位移, 有时运用相对速度求解会很方便.



第二章 相互作用 物体的平衡

第一单元 物体的受力分析 力的合成与分解

知识点一:力的概念

1. 力的性质

(1) 物质性:由于力是物体对物体的作用,所以力的概念是不能脱离物体而独立存在的,任意一个力必然与两个物体密切相关,一个是其施力物体,另一个是其受力物体.

(2) 矢量性:作为量化力的概念的物理量,力不仅有大小,而且有方向,在相关力的运算中所遵循的是平行四边形定则.

(3) 瞬时性:力作用于物体必将产生一定的效果,物理学之所以十分注重对力的概念的研究,从某种意义上说就是由于物理学十分关注力的作用效果.而所谓的力的瞬时性特征,指的是力与其作用效果是在同一瞬间产生的.

(4) 独立性:力的作用效果是表现在受力物体上的,“形状变化”或“速度变化”.而对于某一个确定的受力物体而言,它除了受到某个力的作用外,可能还会受到其他力的作用,力的独立性特征指的是某个力的作用效果与其他力是否存在毫无关系,只由该力的三要素来决定.

(5) 相互性:力的作用总是相互的,物体 A 施力于物体 B 的同时,物体 B 也必将施力于物体 A.而两个物体间相互作用的这一对力总是满足大小相等,方向相反,作用线共线,分别作用于两个物体上,同时产生,同种性质等关系.

2. 力的效果:是使物体发生形变或改变物体的运动状态或使物体发生转动.

(1) 瞬时效应:使物体产生加速度 $F=ma$.

(2) 时间积累效应:产生冲量 $I=Ft$,使物体的动量发生变化 $Ft=\Delta p$.

(3) 空间积累效应:做功 $W=Fs$,使物体的动能发生变化 $W=\Delta E_k$.

知识点二:重力

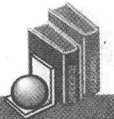
1. 重力的概念:重力是由于地球的吸引而使物体受到的力.

(1) 重力的大小:重力大小等于 mg , g 是常数,通常等于 9.8 N/kg . (说明:物体的重力的大小与物体的运动状态及所处的状态都无关)

(2) 重力的方向:竖直向下的. (说明:不可理解为跟支承面垂直)

2. 重心:重力的作用点叫重心.重力总是作用在物体的各个点上,但为了研究问题简单,我们认为一个物体的重力集中作用在物体的一点上,这一点称为物体的重心.

(1) 有规则几何形状、质量均匀的物体,其重心在它的几何中心.质量分布不均匀的物



体,其重心随物体的形状和质量分布的不同而不同.

(2) 不规则薄的物体重心可用悬线法求出重心位置.

说明:重心可以不在物体上.物体的重心与物体的形状和质量分布都有关系.重心是一个等效的概念.

知识点三:弹力

1. 定义:发生弹性形变的物体,由于要恢复原状,对跟它接触的物体会产生力的作用,这种力叫做弹力.

2. 弹力产生的条件:物体直接接触且发生弹性形变.

3. 弹力的方向:跟物体恢复形状的方向相同.

(1) 一般情况:凡是支持物对物体的支持力,都是支持物因发生形变而对物体产生的弹力;支持力的方向总是垂直于支持面并指向被支持的物体.

(2) 一般情况:凡是一根线(或绳)对物体的拉力,都是这根线(或绳)因为发生形变而对物体产生的弹力;拉力的方向总是沿线(或绳)的方向.

(3) 杆一端受的弹力方向不一定沿杆的方向.

(4) 弹力方向的特点:由于弹力的方向跟接触面垂直,面面接触、点面接触时弹力的方向都是垂直于接触面的.

4. 弹力的大小

(1) 与形变大小有关,同一物体形变越大弹力越大.

(2) 对有明显形变的弹簧、橡皮条等物体,弹力的大小可以由胡克定律计算.

胡克定律可表示为(在弹性限度内): $F=kx$,还可以表示成 $\Delta F=k\Delta x$,即弹簧弹力的改变量和弹簧形变量的改变量成正比.

(3) 一根张紧的轻绳上的张力大小处处相等.

(4) 可由力的平衡条件或牛顿运动定律求得.

知识点四:摩擦力

1. 定义:一个物体在另一个物体表面上存在相对运动(或相对运动趋势)的时候,要受到另一个物体阻碍它运动的力,这种力叫做摩擦力.阻碍相对运动叫滑动摩擦力,阻碍相对运动趋势叫静摩擦力.

2. 产生条件:(1) 接触面是粗糙的;(2) 两物体接触面上有压力;(3) 两物体间有相对滑动(或相对运动趋势).

3. 方向:总是沿着接触面的切线方向与相对运动(或相对运动趋势)方向相反.

4. 大小

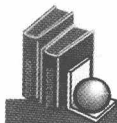
(1) 滑动摩擦力的大小,即 $f=\mu F_N$,其中的 F_N 表示正压力,不一定等于重力 G . μ 为动摩擦因数,取决于两个物体的材料和接触面的粗糙程度,与接触面的面积无关.

(2) 静摩擦力的大小与相对运动趋势的强弱有关,趋势越强,静摩擦力越大,但不能超过最大静摩擦力,即 $0\leq f\leq f_m$,具体大小可由物体的运动状态结合动力学规律求解.

必须明确,静摩擦力大小不能用滑动摩擦定律 $f=\mu F_N$ 计算,只有当静摩擦力达到最大值时,其最大值一般可认为等于滑动摩擦力,即 $F_m=\mu F_N$.

5. 摩擦力的进一步理解

(1) 摩擦力的方向总是与物体间相对运动(或相对运动的趋势)的方向相反,而不一定



与物体的运动方向相反.

如:课本上的皮带传动图.物体向上运动,但物体相对于皮带有向下滑动的趋势,故摩擦力向上.

(2) 摩擦力总是阻碍物体间的相对运动,而不一定是阻碍物体的运动.

如上例,摩擦力阻碍了物体相对于皮带向下滑,但恰恰是摩擦力使物体向上运动.

注意:以上两种情况中,“相对”两个字一定不能少.

(3) 摩擦力不一定是阻力,也可以是动力.摩擦力不一定使物体减速,也可能使物体加速.

(4) 受静摩擦力的物体不一定静止,但一定保持相对静止.

(5) 滑动摩擦力的方向不一定与运动方向相反.

知识点五:物体受力情况的分析

1. 受力分析的方法

解题需要受力分析时,通常需要采用“隔离法”,即把所研究的对象从所处的物理环境中隔离出来;为了不使被研究对象所受到的力在分析过程中发生遗漏或重复,通常需要按照某种顺序逐一进行受力情况分析,一般是先找重力,再找接触力(弹力、摩擦力),最后分析其他力(场力、浮力等).

2. 受力分析的步骤

(1) 灵活选择研究对象:也就是说根据解题的目的,从物体系中隔离出所要研究的某一个物体,或从物体中隔离出某一部分作为单独的研究对象,对它进行受力分析.

(2) 对研究对象周围环境进行分析:除了重力外查看哪些物体与研究对象直接接触,对它有力的作用.凡是直接接触的物体都不能漏掉分析,而不直接接触的物体千万不要考虑进来.然后按照重力、弹力、摩擦力的顺序进行力的分析,根据各种力的产生条件和所满足的物理规律,确定它们的存在或大小、方向、作用点.

(3) 审查研究对象的运动状态:是平衡态还是加速状态等,根据它所处的状态有时可以确定某些力是否存在或对某些力的方向作出判断.

(4) 根据上述分析,画出研究对象的受力分析图;把各力的方向、作用点(线)准确地表示出来.

知识点六:力的合成与分解

1. 合力和力的合成:一个力产生的效果如果能跟原来几个力共同作用产生的效果相同,这个力就叫那几个力的合力,求几个力的合力叫力的合成.

2. 分力与力的分解:如果几个力的作用效果跟原来一个力的作用效果相同,这几个力叫原来那个力的分力.求一个力的分力叫做力的分解.

3. 力的分解是力的合成的逆运算,它们同样遵循平行四边形定则.

4. 正交分解法

物体受到多个力作用时求其合力,可将各个力沿两个相互垂直的方向直接正交分解,然后再分别沿这两个方向求出合力,正交分解法是处理多个力作用问题的基本方法,分解的原则是:对 x 、 y 方向选择时,尽可能使落在 x 、 y 轴上的力多;被分解的力尽可能是已知力.步骤为:

(1) 正确选择直角坐标系,一般选共点力的作用点为原点,水平方向或物体运动的加速