

Chaoyue 600fen



新课标必修+考试选修

新课标

高中基础知识



点中点

物理

主编 马勇

规律归纳荟萃 思维贯通视点

考点链接分析 热点透视聚焦

解题方法纵览 习题检测仿真



◆ 北京出版社出版集团

▲ 北京教育出版社

Chaoyue 600fen



新课标必修+考试选修

新课标

高中基础知识

点中点

物理

主 编 马 勇

副 主 编 田德福

本 册 主 编 邢维杰

本册副主编 孟令珍

本 册 编 委 张子达

韩炳全

侯玉芳 魏 君

王秀香 赵俊英

李建军

北京出版社出版集团
北京教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

新课标高中基础知识点中点. 物理/马勇主编. —北京:
北京教育出版社, 2007. 3

(超越 600 分)

ISBN 978-7-5303-5703-3

I. 新… II. 马… III. 物理课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 010373 号

超越 600 分

新课标高中基础知识点中点

物理

XINKEBIAO GAOZHONG JICHU ZHISHI DIANZHONGDIAN

WULI

主编 马 勇

*

北京出版社出版集团 出版
北京教育出版社

(北京北三环中路 6 号)

邮政编码: 100011

网 址: www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行

新华书店经销

北京美通印刷有限公司印刷

*

787×1092 16 开本 34.375 印张 600 千字

2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—15 000

ISBN 978-7-5303-5703-3

G·5622 定价: 28.00 元

质量投诉电话: 010-58572245 58572393

前言

高中教学改革的重要方面不是科目内容的改革,而是教学体制的改革。培养 21 世纪优秀人才,特别是全方位的有能力的人才,这是我们教育的重中之重。而高中教育正好处于基础教育与高等教育的一个过渡阶段,所以高中教育改革势在必行,面对教育改革能否给学生提供一个全面的有创意的符合学生全面发展的教学辅导材料,就显得非常重要。

针对当前市场教辅图书种类繁多的情况,面对教材的不断改革,能够出版一套全面分析高考知识点的图书,对学生来说是非常重要的。《新课标基础知识点中点》就是这样一套丛书。丛书全面体现最新教改理念,在策划理念上充分汲取国内外最新教育科学理论和一线教科研优秀成果,无论从宏观的体例创新到微观的题例原创,都凝集了全体策编人员的智慧和心血,力求为广大师生提供一套高质量、高品味、高效实用的课堂教学辅导用书。本套丛书从重点难点考点入手,是一套对学生升学具有重要参考价值的图书,做到全面讲解知识要点,系统阐释重点难点,灵活点拨高考考点,巧妙提示误点疑点,真正做到热点加温,冷点预热,重点强攻,难点详细,强点提升,弱点密补,并耐心反复筛选、提炼讲述要点,找准聚焦解析视点。本丛书既能全面巩固学生的基础知识,又能开拓学生的视野,通过安排适当的基础知识检测,弥补了当前市场上许多图书只强调基础知识讲解,没有强化训练的状况,也解决了市场上某些图书只有大量习题没有系统的基础知识讲解的问题。

纵观本套丛书,具有以下几大亮点:

1. 与时俱进,力求创新

本丛书紧扣时代脉搏,遵循新课改精神,以现行新教材为蓝本进行编写。在内容选材和问题设计上都按考试要求精心挑选,科学设计,关注社会热点,追踪考试动向,培养学生的求异思想和创新思想。

2. 注重基础,强化系统

本丛书注重基础知识的系统学习,在编写时注意了知识之间的前后融合,分不同模块或者专题对知识进行了整合,既囊括了新课标要求掌握的各种基础知识,又兼顾了全国版教材的系统性,对于分模块系统强化学习,具有非常重要的意义。

前言

3. 厚积薄发, 强化拓展

本丛书通过对教材面的聚焦、点的展开, 全面实现教材知识间的左右贯通, 前后纵横, 既高屋建瓴, 又细致入微。对教材透彻的解读, 让学生真正吸收教材知识。丛书设计注意讲练结合, 注重测试之“度”, 以达到在借鉴中感悟, 在感悟中收获的目的。这样, 既巩固了文理基础, 又拓展了求知视野。

4. 触类旁通, 突出规律

本丛书在内容编排上, 遵循了循序渐进、由浅入深、由易到难的原则。根据学生身心发展的特点, 激发学生的主动意识和进取精神, 强化学法指导, 注重总结规律, 全面提高学生的综合素质。

5. 精雕细刻, 讲究全面

本丛书在各个栏目的编写上都认真研究, 倾注笔力。在各个栏目的设计上都给老师和学生留有开发、选择的余地, 也为学生留有拓展的空间, 以满足不同层次学生学习和求知的需要。丛书既适合高三学生全面复习迎接高考, 又适于高一、高二学生作为工具书, 积累知识, 为高考打下坚实的基础。

宝剑锋从磨砺出, 梅花香自苦寒来。相信这套凝聚着全国数百名专家、一线教师心血的图书定能给广大学子们带来进入高等学府大门的钥匙, 使学子们金榜题名。

目 录

板块一 力学部分 (1)

知识点1 描述直线运动的物理量.....	(1)
知识点2 匀变速直线运动及其应用	(6)
知识点3 自由落体和竖直上抛运动	(16)
知识点4 重力、弹力、摩擦力、物体的受力分析	(23)
知识点5 力的合成、力的分解、共点力作用下的平衡	(36)
知识点6 牛顿运动定律	(49)
知识点7 牛顿运动定律的运用	(61)
知识点8 曲线运动 运动的合成与分解	(75)
知识点9 平抛运动 匀速圆周运动	(82)
知识点10 万有引力 天体运动	(98)
知识点11 动量、冲量、动量定理	(109)
知识点12 动量守恒定律	(116)
知识点13 动量守恒定律的应用	(125)
知识点14 功、功率、动能定理	(132)
知识点15 机械能守恒定律	(146)
知识点16 功能关系、能量守恒定律	(155)
知识点17 机械振动	(166)
知识点18 机械波	(177)
知识点19 力学实验	(190)

板块二 电磁学 (209)

知识点1 电场的力的性质	(209)
知识点2 电场的能的性质	(220)
知识点3 静电场中的导体 电容器 电容	(233)
知识点4 带电粒子在电场中的运动	(242)
知识点5 电阻定律 部分电路的欧姆定律	(256)
知识点6 电功、电功率、电热	(270)
知识点7 闭合电路的欧姆定律	(279)
知识点8 电学实验	(293)

目 录

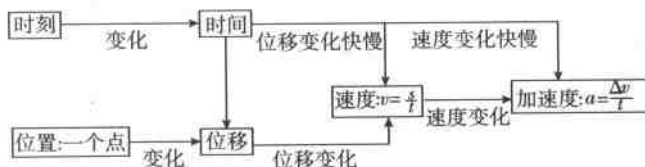
知识点 9 磁场及描述	(318)
知识点 10 磁场对电流的作用力	(329)
知识点 11 磁场对运动电荷的作用	(338)
知识点 12 带电粒子或带电体在复合场中的运动	(350)
知识点 13 电磁感应现象、楞次定律	(362)
知识点 14 法拉第电磁感应定律、自感、涡流	(372)
知识点 15 交变电流的产生及描述	(391)
知识点 16 变压器、电压的输送	(404)
知识点 17 电磁场和电磁波	(415)
知识点 18 简单的逻辑电路、传感器	(423)
板块三 热学部分	(435)
知识点 1 分子动理论	(435)
知识点 2 内能、能量守恒	(445)
知识点 3 气体	(455)
板块四 光学部分	(470)
知识点 1 光的传播	(470)
知识点 2 光的波粒二象性	(482)
知识点 3 光学实验	(493)
板块五 原子物理	(502)
知识点 1 光的粒子性、玻尔的原子模型	(502)
知识点 2 原子核的衰变、核反应	(513)
参考答案	(525)

板块一 力学部分

知识点① 描述直线运动的物理量

基础知识点优化

知识结构全览



1. 机械运动

一物体相对于另一物体的位置改变. 注意: 运动是绝对的, 静止是相对的.

2. 参考系

为了研究物体的运动而假定为不动的物体. 注意: 同一物体, 由于选择参考系不同, 其运动情况可以不同.

3. 质点: { 质点: 用来代替物体的有质量的点.
把物体看成质点的条件: 物体的大小和形状对所研究的物体的运动无影响.

4. 路程: 物体运动轨迹的长度, 是标量.

5. 位移 { 定义: 描述物体位置变化的物理量, 是矢量.
表示方法: 由初位置指向末位置的带箭头的有向线段.
大小: 初位置到末位置的距离.
方向: 由初位置指向末位置.

6. 速度: $v = x/t$, 其大小描述物体运动的快慢, 是矢量, 方向描述运动的方向.

7. 平均速度: $\bar{v} = x/t$ (x 是位移, t 是发生位移的对应时间)

8. 瞬时速度: 物体在某一时刻或某一位置的速度, 是矢量.

大小: 描述物体在某一时刻或某一位置的运动快慢.

方向: 描述物体在某一时刻或某一位置的运动方向.

9. 速率: 速度的大小. 平均速率: 物体运动的路程和所用时间的比值.

10. 加速度: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 是矢量.

物理意义: 描述速度变化的快慢.

方向: 与 Δv 方向相同, 当 a 与 v 方向相同时, 加速; 当 a 与 v 方向相反时, 减速.

总结经典规律

1. 参考系的选取原则是任意的, 但在实际问题中, 以研究问题方便、对运动的描述尽可能简单为原则; 地面上运动的物体, 一般选地面为参考系.

2. 质点是一种科学的抽象, 是一个理想化模型. 一个物体是否可以视为质点, 要具体情况具体分析.

3. 物体有一定大小的加速度, 加速度的方向不同, 物体的运动情况 (轨迹, 速度方向) 也不相同. 当加速度方向与速度方向平行时, 物体做直线运动; 当加速度方向与速度方向不平行时, 物体做曲线运动; 当加速度方向

与速度方向一致时,物体做加速直线运动;当加速度方向与速度方向相反时,物体做减速直线运动.因此物体速度是增大还是减小,视加速度与速度方向的关系而定,方向一致速度增大,方向相反速度减小.

● ● ● 重点点解析 ● ● ●

一、时间与时刻的区别

时刻指的是某一瞬时,在时间轴上用一点来表示,如第2 s末、第5 s初等均为时刻;时间指的是两时刻间的间隔,在时间轴上用一段线段来表示,如4 s内(0~4 s末)、第4 s内(3 s末~4 s末)等均为时间.反映火车等进出车站时刻的表叫“列车时刻表”,而不能称为时间表.

二、位移与路程的区别

物体的位移是由初始位置指向终止位置的有向线段,是矢量;而路程是物体运动轨迹的长度,是标量.一般情况下,位移的大小不等于路程,只有当物体做单向直线运动时位移的大小才与路程相等.

三、速度与速率的区别

速度是位移与时间的比值,是矢量.一般来说,当 Δt 较大时,这一比值反映了平均速度.当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时,这一比值的极限值反映了瞬时速度.匀速直线运动的平均速度等于瞬时速度.速率是路程与时间的比值,是标量.二者之间的大小亦无确定的关系;瞬时速度的大小等于瞬时速率.无往复的直线运动中,平均速度的大小等于平均速率;有往复的直线运动和一切曲线运动中,平均速度的大小都不等于平均速率.

四、速度和加速度的区别

速度是描述物体运动快慢和方向的物理量,是位移和时间的比值;加速度是描述物体速度变化快慢和方向的物理量,是速度变化和时间的比值.速度和加速度都是矢量,速度方向就是物体运动的方向,而加速度的方向不是速度方向,而是速度变化的方向,所以加速度方向和速度方向没有必然的联系.只有在直线运动中,加速运动时加速度与速度方向相同;减速运动时加速度与速度方向相反.另外,物体的速度大,加速度不一定大,如在空中匀速飞行的飞机,速度很大,加速度却为零;物体速度小时,加速度不一定小,如弹簧振子在最大位移处速度为零,但加速度却是最大;还有在变加速度运动中加速度在减小而速度却在增大,以及加速度不为零物体的速度大小却不变(如匀速圆周运动)等情况.

● ● ● 解题一点通 ● ● ●

一、基本概念的理解,利用相关基本性质解题

《例题1》下列关于质点的说法正确的是 ()

- A. 体积小、质量小的物体就是质点
- B. 体积大、质量大的物体不能视为质点
- C. 凡是有转动的物体就不能视为质点
- D. 只要是研究转动问题,就一定不能把物体视为质点

《解析》质点是一个物理模型,不是指小物体和大物体的问题,物体能不能被视为质点,随具体问题而

定.若物体的形状对问题的研究不产生什么影响,则可将物体看做质点,不管体积大小如何,是否转动,所以A、B、C错;当研究转动时,物体的形状和大小对问题会产生影响,所以不能视为质点,故D正确.

《答案》D

《例题2》关于位移和路程,下列说法正确的是 ()

- A. 物体沿直线向某一方向运动,通过的路程就是位移
- B. 物体沿直线向某一方向运动,通过的路程等于

位移的大小

C. 物体通过一段路程,其位移可能为零

D. 物体通过的路程不等,但位移可能相同

解析 位移是矢量,路程是标量,即使一个标量与一个矢量的大小相等,也不能说成这个标量就是这个矢量,所以 A 错, B 正确. 路程是物体运动轨迹的实际长度,而位移是从物体运动的起始位置指向终止位置的有向线段. 如果物体做的是单向直线运动,路程就和位移的大小相等. 如果物体在两位置间沿不同轨迹运动,它们的位移相同,但路程不同. 如果物体从某位置开始运动,经一段时间后回到起始位置,位移为零,但路程不为零,所以 C、D 正确. 答案为 B、C、D.

答案 BCD

例3 下列说法正确的是 ()

A. 加速度增大,速度一定增大

B. 速度改变量 Δv 越大,加速度就越大

C. 物体有加速度,速度就增加

D. 速度很大的物体,其加速度可以很小

解析 加速度是速度变化量 Δv 与所用时间 t 的比值,描述的是速度变化的快慢,加速度大小只反映速度变化的快慢,不能反映速度的大小,故加速度大时,速度可以很小,反之加速度小时,速度可以很大. 故 A 选项错, D 选项正确.

又因为虽然速度变化量 Δv 很大,若时间 Δt 也很

大,由 $a = \Delta v / \Delta t$ 可知 a 不一定大,故 B 选项错误.

物体有加速度 a 只是表明其速度变化,可以变大,也可以变小,或只有方向改变,速度的大小不变,故 C 选项错误.

答案 D

二、平均速度的计算

例4 物体沿直线运动,以速度 v_1 走了位移 s ,又以同向的速度 v_2 走了位移 s ,它在位移 $2s$ 中的平均速度 $\bar{v}$ 为 _____. 若以速度 v_1 走了时间 t ,又以同向的速度 v_2 走了 $2t$,它在时间 $3t$ 内的平均速度 $\bar{v}$ 为 ____.

解析 一般变速运动的平均速度必须按定义 $\bar{v} = \frac{x}{t}$ 计算.

$$\bar{v} = \frac{2s}{t_1 + t_2} = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$$

在时间 $3t$ 内的平均速度

$$v' = \frac{s_1 + s_2}{3t} = \frac{v_1 t + v_2 \cdot 2t}{3t} = \frac{v_1 + 2v_2}{3}$$

答案 $\frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$ $\frac{v_1 + 2v_2}{3}$

思维新视点

一、创新思维

在解决实际问题时,常常考虑问题的主要因素,而忽略一些次要因素,建立正确的物理模型. 抽象物理模型是解决实际问题的关键.

例1 一位电脑动画爱好者设计了一个“猫捉老鼠”的动画游戏,如图 1-1-1 所示. 在一个边长为 a 的大立方体木箱的一个顶角 G 上,老鼠从猫的爪间逃出,选择了一条最短的路线,沿着木箱的棱边奔向洞口,洞口处在方木箱的另一顶角 A 处. 若老鼠在奔跑中保持速度大小 v 不变,并不重复跑过任一条棱边且不再回到 G 点;聪明的猫也选择了一条最短的路线奔向洞口(设猫和老鼠同时从 G 点出发),则猫奔跑的速度为多大时,猫恰好在洞口再次捉住老鼠?

解析 经过分析可知,老鼠从顶角 G 点出发,走过的最短路程 $s = 3a$ (三条棱),猫走的最短路程 s_0 如

图 1-1-2 所示, $s_0 = \sqrt{a^2 + (2a)^2} = \sqrt{5}a$,由题意可知:由于猫与老鼠同时抵达洞口 A ,有 $s_0/v_0 = s/v$,所以猫的速度 $v_0 = \sqrt{5}v/3$.

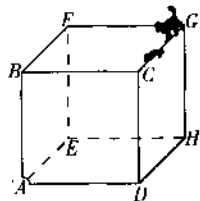


图 1-1-1

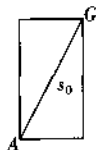


图 1-1-2

二、发散思维

物体的运动都是相对一定的参考系而言的. 研究地面上物体的运动,常以地面为参考系,有时为了研究的方便,也可以巧妙地选用其他物体做参考系,从

而可简化求解过程.

【例题2】一列火车从静止开始做匀加速直线运动,一个人站在第1节车厢的前头观察,第1节车厢通过他用1 s,全部列车通过他用6 s,则这列火车共多少节车厢?

【解析】设每节车厢长度为 L ,以火车为参考系,则人从静止开始做匀加速直线运动,第1个1 s通过的位移为 L ,则第2,3,...,6个1 s内的位移分别为 $3L, 5L, 7L, 9L, 11L, 13L$.

∴这列火车车厢总节数为 $(1+3+5+\cdots+13)=49$ 节.

【例题3】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,在它刚停住后,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为 ()

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

【解析】此题考查了运动学中的追及问题.解题的方法很多,若选择合适的参考系,则能使追及问题的处理更简单.以前车为参考系,后车相当于先以初速度为0、加速度为 a 做匀加速直线运动,后以同样大小的加速度 a 做匀减速直线运动,而后车通过的位移即两车匀减速行驶时距离,因此 $s_{\text{后}} = \frac{1}{2}at^2 + \frac{1}{2}at^2$.已知前车在刹车过程中所行的距离为 s ,则 $\frac{1}{2}at^2 = s$,所以 $s_{\text{后}} = 2s$.

【答案】B

考点全解析

考点要求

对描述运动的基本物理量的物理意义理解透彻,并应用解决实际问题

考点模拟解析

【例题1】三个质点A、B、C的运动轨迹如图1-1-3所示,三质点同时从N点出发同时到达M点,下列说法正确的是 ()

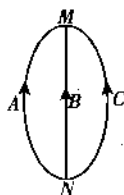


图 1-1-3

- A. 三个质点从N到M的平均速度相同
B. B质点从N到M的平均速度方向与它任意时刻瞬时速度的方向相同
C. 到达M点的瞬时速率先一定是A的大
D. 三个质点从N到M的平均速率相同

【解析】三个质点运动的起点、终点相同,故位移相同,又时间一样,故平均速度相同,A对.B质点从N到M途中,也有可能往返运动,故不能断定平均速度

方向与任意时刻瞬时速度方向相同,B不对.C项无法判定.路程不确定,无法判断平均速率,D错.

【答案】A

【例题2】下列描述的运动中,可能存在的有 ()

- A. 速度变化很大,加速度很小
B. 速度变化方向为正,加速度方向为负
C. 速度变化越来越快,加速度越来越小
D. 速度越来越大,加速度越来越小

【解析】根据加速度公式 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 可知, $(v_t - v_0)$ 和 t 都比较大时,加速度 a 可以很小,故A项正确;加速度的方向和速度变化的方向总是相同的,故B项错;速度变化快,加速度一定是大的,故C项错;当速度和加速度的方向相同时,加速度变大或变小,速度都是越来越大,故D项正确.

【答案】AD

高考真题解析

【例题1】(2006·南京市高三第一次质量检测)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

解析 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对应时间的比值来测定。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。

答案 B

例2 (2006·杭州市高三第一次质量检测)右图所示是汽车中的速度计,某同学在汽车中观察速度计指针位置的变化。开始时指针指示在图1-1-4

所示的位置,经过7 s后指针指示在图1-1-5所示的位置,若汽车做匀变速直线运动,那么它的加速度约为 ()

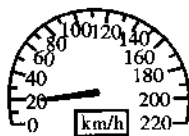


图 1-1-4

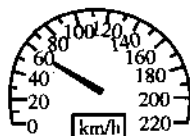


图 1-1-5

A. 7.1 m/s^2

B. 5.7 m/s^2

C. 1.6 m/s^2

D. 2.6 m/s^2

解析 由图可得 $v_1 = 20 \text{ km/h}$, $v_2 = 60 \text{ km/h}$, 由 $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$ 可得 $a = \frac{60 - 20}{3.6 \times 7} \text{ m/s}^2 = 1.6 \text{ m/s}^2$

答案 C

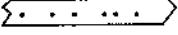
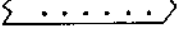
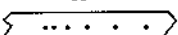
点中点检测

- 下列关于质点的说法中正确的是 ()
 - ①质点是一个理想化的模型,实际并不存在
 - ②因为质点没有大小,所以与几何中心的点没有区别
 - ③凡是轻小的物体,都可看做质点
 - ④如果物体的形状和大小在所研究的问题中属于无关或次要因素,就可以把物体看做质点

A. ①③ B. ②④ C. ①④ D. ②③
- 足球以 8 m/s 的速度飞来,运动员把它以 12 m/s 的速度反向踢出,踢球时间为 0.02 s 。设飞来的方向为正方向,则足球在这段时间内的加速度为 ()

A. -200 m/s^2 B. 200 m/s^2
C. -1000 m/s^2 D. 1000 m/s^2
- 一短跑运动员在 100 m 比赛中,测得 6 s 末的速度是 8 m/s , 10.5 s 末到达终点时的速度是 10 m/s ,则在全程的平均速度是 ()

A. 9.5 m/s B. 10.5 m/s
C. 10 m/s D. 8 m/s
- 如图 1-1-6 所示,根据打点计时器打出的纸带判断哪条纸带表示物体做匀速运动 ()

A.  B. 
C.  D. 
- 关于瞬时速度和平均速度,下列说法不正确的是 ()
 - A. 一般讲平均速度时,必须讲清是哪段时间(或哪段位移)内的平均速度
 - B. 对于匀速直线运动,其平均速度跟哪段时间(或哪段位移)无关
 - C. 瞬时速度和平均速度都可以精确描述变速运动
 - D. 瞬时速度是某时刻的速度,瞬时速度可以精确描述物体的运动
- 关于加速度,下列说法中正确的是 ()
 - ①速度变化越大,加速度一定越大
 - ②速度变化所用的时间越短,加速度一定越大
 - ③速度变化越快,加速度一定越大
 - ④单位时间内速度变化越大,加速度一定越大

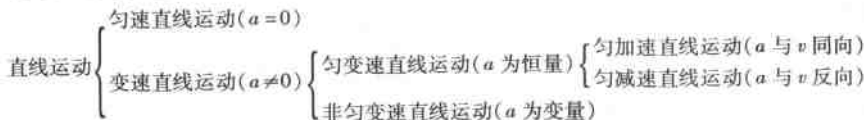
A. ①③ B. ③④ C. ②④ D. ①④
- 某足球运动员在 50 m 往返跑中,往返跑了 4 次,则他的位移大小是_____,路程是_____。
- 一小汽艇在宽广的湖面上先向东行驶了 6.0 km ,接着向南行驶了 8.0 km ,则汽艇位移的大小是多少?方向如何?
- 某人骑自行车径直向前走了 10 min ,前 2 min 走了 720 m ,最后 2 min 走了 600 m ,中间一段时间走了 1440 m ,求他在各段时间内的平均速度和全程的平均速度。

图 1-1-6

知识点 2 匀变速直线运动及其应用

基础知识点优化

知识结构全览



1. 匀变速直线运动

物体在一条直线上运动,如果在相等时间内速度变化相等,这种运动叫匀变速直线运动.

2. 特点: a 是恒量,且 $a \parallel v$

3. 公式

$$v_t = v_0 + at \quad x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad v_t^2 - v_0^2 = 2ax \quad \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

以上各式均为矢量式,应用时应规定正方向,然后把矢量转化为代数量求解,通常选初速度方向为正方向,凡是跟正方向一致的取“+”值,跟正方向相反的取“-”值.

4. 推论

(1) 任意两个连续相等的时间里的位移之差是一个恒量,即

$$\Delta x = aT^2 = \text{恒量}$$

(2) 某段时间内的平均速度,等于该段时间的中间时刻的瞬时速度,即 $\bar{v} = v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$

(3) 某段位移中点的瞬间速度等于初速度 v_0 和末速度 v_t 平方和一半的平方根,即 $v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$

(4) 初速度为零的匀加速直线运动还具备以下几个特点:

① $1T$ 内, $2T$ 内, $3T$ 内, ... 位移之比

$$x_1 : x_2 : x_3 : \dots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots$$

② $1T$ 末, $2T$ 末, $3T$ 末, ... 速度之比

$$v_1 : v_2 : v_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$$

③ 第一个 T 内, 第二个 T 内, 第三个 T 内, ... 位移之比

$$x_I : x_{II} : x_{III} : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$$

④ 从静止开始通过连续相等的位移所用时间之比

$$t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \dots$$

5. 直线运动的图像

(1) 位移—时间图像 ($x-t$ 图像)

在图 1-2-1 中, a 图线为初速度为零的匀加速直线运动图线, b 图线为匀速直线运动图线, c 图线为静止图线, d 图线为匀减速直线运动图线.

由 $x-t$ 图线可以求出 (或判定):

① 对应 t 时间的位移; ② 对应某段位移所用时间; ③ 物体的运动性质; ④ 对应 t 时刻的速度 ($v = k_{\text{图线斜率}} = \tan\theta$).

(2) 速度—时间图像($v-t$ 图像)

在图 1-2-2 中, a 图线为匀加速直线运动图线, b 图线为匀速直线运动图线, c 图线为匀减速直线运动图线.

由 $v-t$ 图线可以求出(或判定):

①对应某一时刻 t 的速度; ②达到某一速度对应的时间; ③物体的运动性质; ④对应 t 时刻的加速度($a = k_{\text{图线斜率}} = \tan\theta$); ⑤图像与时间轴围成的面积表示位移大小.

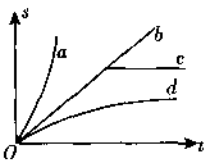


图 1-2-1

总结经典规律

1. 如何合理地选用运动学规律解题

①弄清题意, 建立一幅物体运动的图景, 为了直观形象, 应尽可能地画出草图, 并在图中标明一些位置和物理量;

②弄清研究对象, 明确哪些量已知, 哪些量未知, 根据公式特点恰当选用公式;

③利用匀变速直线运动的两个推论和初速度为零的匀加速直线运动的特点, 往往能够使解题过程简化;

④如果题目涉及不同的运动过程, 则应重点寻找各段运动的速度、位移、时间等方面的关系.

2. 追及和相遇问题

(1) 追及问题

①根据追逐的两个物体的运动性质, 列出两个物体的位移方程, 注意将两物体在运动时间上的关系反映在方程中;

②由简单的图示找出两物体的位移间的数量关系(例如追及物体 A 与被追及物体 B 开始相距为 Δx , 当追上时, 位移关系为 $x_A = x_B + \Delta x$), 然后解联立方程得到需求的物理量;

③速度小者加速追速度大者, 在两物速度相等时有最大距离; 速度大者减速追速度小者, 在两物速度相等时有最小距离. 利用这些临界条件常能简化解题过程.

(2) 相遇问题

①列出两个物体运动的位移方程, 方程中反映两物体运动时间之间的关系(例如若甲比乙早运动 20 s, 则有关系 $t_{\text{甲}} = t_{\text{乙}} + 20 \text{ s}$).

②列方程时对不同对象可选不同的正方向, 要注意在物理意义上保证方程正确.

(3) 追及、相遇问题的处理方法

①可通过对运动过程的分析, 找到隐含条件, 列方程解, 也可根据物理现象列方程, 利用二次函数求极值的数学方法;

②利用两物相遇时必处同一位置, 寻找两物体位移间的数量关系(例如相向运动的两物体位移大小之和等于两物体开始时的距离等), 然后解联立方程求待求的物理量.

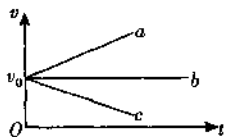


图 1-2-2

重疑点解析

一、匀变速直线运动习题的最大特点是一题多解, 特点来源是匀变速直线运动的公式较多, 几个公式组合联立可以求某一物理量, 另几个公式的组合联立也可以求同一物理量, 这就造成一题多解、殊途同归的特点, 因此分析物理过程、选择合适的公式解题, 有利于提高解题的速度和准确度.

二、公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 是匀变速直线运动的位移公式, 而不是路程公式, 只有在物体沿着单一的方向运动时, 才可以利用该公式求解物体通过的路程, 如果物体在同一直线上沿着相反的两个方向往复运动, 那么, 由公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 计算出的只能是物体的位移, 而不是路程. 如物体以一定的初速度沿光滑斜面向上运动, 达到最高点后又返回.

三、图像是物理规律另一种表达方式,它具有形象直观等优点,对于图像要注意理解它的物理意义,即对图像的纵、横轴表示的是什么物理量,图线的斜率、截距代表什么意义都要搞清楚。

解题一点通

一、利用基本规律解题

《例题1》一物体从斜面上某点由静止开始做匀加速直线运动,经过3 s后到达斜面底端,并开始在水平地面上做匀减速直线运动,又经9 s停止。则物体在斜面上的位移与在水平地面上的位移之比是()

- A. 1:1 B. 1:2
C. 1:3 D. 3:1

《解析》设物体在斜面上运动的位移为 x ,加速度为 a_1 ,到达底面的速度为 v_1 ,所用时间为 t_1 ;物体在水平地面上运动的位移为 s ,加速度为 a_2 ,所用时间为 t_2 。

物体在斜面上运动的末速度

$$v_1 = a_1 t_1 = 3a_1 \quad (1)$$

$$v_1^2 - 0 = 2a_1 x \quad (2)$$

$$(1)(2) \text{ 联立解得 } x = \frac{9}{2} a_1$$

物体在水平地面上运动的初速度即为 v_1 ,而末速度为零,所以根据 $v_1 = v_0 - at$,有

$$v_1 = a_2 t_2 \quad 3a_1 = 9a_2 \quad a_2 = \frac{1}{3} a_1 \quad (3)$$

$$-v_1^2 = 2a_2 s \quad (a_2 \text{ 为负值}) \quad (4)$$

$$(3)(4) \text{ 联立解得 } s = \frac{27}{2} a_1$$

$$\therefore x:s = 1:3$$

《例题2》已知小球做初速度为零的匀加速直线运动,小球在第2 s内通过位移为3 m,求小球在5 s内通过的位移。

《解析》对于初速度为零的匀变速直线运动,在相等的时间间隔中,物体通过的位移满足如下关系

$$x_1:x_2:x_3:\dots = 1:3:5:\dots$$

$$\text{故 } x_2:x_5 = 3:9 = 1:3, x_2 = 3 \text{ m}, x_5 = 9 \text{ m}$$

《例题3》一辆汽车以72 km/h行驶,现因故紧急刹车并最终停止运动。已知汽车刹车过程加速度的大小为 5 m/s^2 ,则从开始刹车经过5 s,汽车通过的距离是多少?

《解析》本题的刹车过程是一个“陷阱”,即在5 s内是正在刹车还是已经停车。若正在刹车,可用位移公式;若停车时间 $t < 5 \text{ s}$,则刹车过程的距离即为

所求。

在汽车刹车的过程中,汽车做匀减速直线运动,但当汽车停止运动后,加速度就消失,故题给的时间内汽车是否一直做减速运动,还需要判定。设汽车由刹车开始至停止运动所用的时间为 t_0 ,选 v_0 的方向为正方向。

$$v_0 = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}, \text{ 由 } v_t = v_0 + at_0 \text{ 得 } t_0 = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{0 - 20}{-5} \text{ s} = 4 \text{ s}$$

可见,该汽车刹车后经过4 s就已经静止,后1 s是静止的。

$$\text{由 } x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \text{ 知刹车后5 s内通过的距离 } x = v_0 t_0 + \frac{1}{2} at_0^2 = \left[20 \times 4 + \frac{1}{2} \times (-5) \times 4^2 \right] \text{ m} = 40 \text{ m}$$

因为汽车最终静止,也可以直接利用 $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$ 求出刹车距离,即

$$x = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 20^2}{2 \times (-5)} \text{ m} = 40 \text{ m}$$

二、利用平均速度巧解匀变速直线运动问题

《例题4》做匀变速直线运动的物体,由A到B历时 $t = 5 \text{ s}$,若已知AB两点间距离为20 m,物体在B点速度 $v_B = 6 \text{ m/s}$,则物体在A点的速度是多少?

《解析》此题用平均速度去解较为方便。 $t = 5 \text{ s}$ 内的平均速度为 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{20}{5} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$

$$\text{即 } \frac{v_A + v_B}{2} = 4 \text{ m/s}$$

$$\text{又 } v_B = 6 \text{ m/s}$$

$$\text{所以 } v_A = 2 \text{ m/s}$$

三、利用图像解题

《例题5》图1-2-3所示为一物体做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,正确的是()

- A. 物体始终沿正方向运动
B. 物体先沿负方向运动,在 $t = 2 \text{ s}$ 后开始沿正方向运动

- C. 在 $t=2$ s 前物体位于出发点负方向上, 在 $t=2$ s 后位于出发点正方向上
D. 在 $t=2$ s 时, 物体距出发点最远

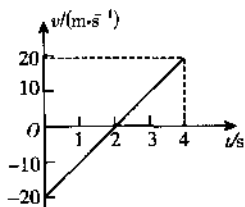


图 1-2-3

解析 物体的运动方向即是速度方向, 从图线可知, 物体在 2 s 前速度是负的, 即是沿负方向运动, 而 2 s 后速度为正的, 即沿正方向运动, 所以选项 A 是错误的, B 是正确的。

物体的位置由位移决定, 物体在某段时间的位移等于这段时间所对应的 $v-t$ 图线所围的面积代数之和。由图可知物体在 2 s 时有最大的负方向位移, 2 s 后 (在 4 s 前) 虽然物体运动方向改为正的, 但它的位移仍是负的 (在第 4 s 末物体回到原点), 故选项 C 是错误的, 而选项 D 是正确的。

答案 BD

例6 物体由甲静止出发沿直线运动到乙停止, 在这段时间内, 物体可做匀速运动, 也可以做加速度为 a 的匀变速运动, 要使物体从甲到乙运动的时间最短物体该怎样运动?

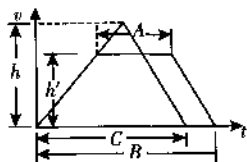


图 1-2-4

解析 按题意, 物体运动的 $v-t$ 图像可能是等腰梯形 (开始以 a 做匀加速运动, 中间做匀速运动, 然后以 $-a$ 做匀减速运动; 也可能是等腰三角形 (开始以 a 做匀加速运动; 然后以 $-a$ 做匀减速运动), 如图 1-2-4 所示, 因为两者的 a 大小相等, 所以这两个图像的腰和下底边的夹角相同, 又因为位移相等, 故两图像面积相等, 而在给定的面积值和角值时, 三角形的底边最短, 即时间最短。证明如下:

设梯形的上底为 A , 下底为 B , 高为 h' , 三角形的底为 C , 高为 h , 由“面积”得

$$\frac{1}{2}h'(A+B) = \frac{1}{2}hC \quad \text{所以} \quad \frac{h'}{h} = \frac{C}{A+B}$$

$$\text{由三角形相似知识得} \quad \frac{h'}{h} = \frac{\frac{1}{2}(B-A)}{\frac{1}{2}C} = \frac{B-A}{C}$$

$$\text{所以} \quad \frac{C}{A+B} = \frac{B-A}{C}$$

$$\text{即} \quad B^2 - A^2 = C^2, \text{得: } C < B$$

由此可知, 物体先以 a 做匀加速运动, 后以 $-a$ 做匀减速运动, 这样所需时间最短。

四、如何求解追及、相遇问题

例7 一辆汽车在十字路口等候绿灯, 当绿灯亮时汽车以 3 m/s^2 的加速度开始行驶, 恰在这时一辆自行车以 6 m/s 的速度匀速驶来, 从后边赶上汽车。试求:

(1) 汽车从路口开动后, 在追上自行车之前经过多长时间两车相距最远? 此时距离是多少?

(2) 什么时候汽车追上自行车, 此时汽车的速度是多少?

解析 解法一: 汽车开动后速度由零逐渐增大, 而自行车的速度是定值, 当汽车的速度还小于自行车速度时, 两者的距离将越来越大, 而一旦汽车速度增加到超过自行车速度时, 两车距离就将缩小。因此两者速度相等时两车相距最大 (以上分析紧紧抓住了“速度关系”及“位移关系”进行分析), 有

$$v_{\text{汽}} = at = v_{\text{自}}$$

$$\therefore t = v_{\text{自}}/a = 6/3 \text{ s} = 2 \text{ s}$$

$$\Delta x = v_{\text{自}}t - at^2/2 = (6 \times 2 - 3 \times 2^2/2) \text{ m} = 6 \text{ m}$$

解法二: 用数学求极值方法来求解。

(1) 设汽车在追上自行车之前经 t 时间两车相距最远,

$$\therefore \Delta x = x_1 - x_2 = v_{\text{自}}t - at^2/2$$

$$\therefore \Delta x = 6t - 3t^2/2$$

由二次函数求极值条件知

$$t = -b/2a = 6/3 \text{ s} = 2 \text{ s}, \Delta x \text{ 最大}$$

$$\therefore \Delta x_{\text{max}} = 6t - 3t^2/2 = (6 \times 2 - 3 \times 2^2/2) \text{ m} = 6 \text{ m}$$

(2) 汽车追上自行车时, 二车位移相等, 则

$$v't' = at'^2/2$$

$$6 \times t' = 3t'^2/2, t' = 4 \text{ s}$$

$$v' = at' = 3 \times 4 \text{ m/s} = 12 \text{ m/s}$$

解法三: 用相对运动求解更便捷。

选匀速运动的自行车为参考系, 则从运动开始到相距最远这段时间内, 汽车相对此参考系的各个物理量为

$$\text{初速度 } v_0 = v_{\text{汽初}} - v_{\text{自}} = (0 - 6) \text{ m/s} = -6 \text{ m/s}$$

$$\text{末速度 } v_i = v_{\text{汽车}} - v_{\text{自行车}} = 0$$

$$\text{加速度 } a = a_{\text{汽车}} - a_{\text{自行车}} = (3 - 0) \text{ m/s}^2 = 3 \text{ m/s}^2$$

$$\therefore \text{相距最远 } x = \frac{v_i^2 - v_0^2}{2a} = \frac{-6^2}{2 \times 3} \text{ m} = -6 \text{ m} \text{ (负号表示汽车落后)}$$

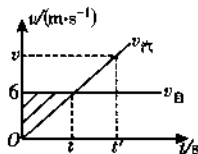


图 1-2-5

解法四:用图像求解。

(1) 自行车和汽车的 $v-t$ 图见图 1-2-5, 由于图线与横坐标轴所包围的面积表示位移的大小, 所以由图上可以看出: 在相遇之前, 在 t 时刻两车速度相等时, 自行车的位移 (矩形面积) 与汽车的位移 (三角形面积) 之差 (即斜线部分) 达最大, 所以

$$t = v_0 / a = (6/3) \text{ s} = 2 \text{ s}$$

$$\Delta x = vt - at^2/2 = (6 \times 2 - 3 \times 2^2/2) \text{ m} = 6 \text{ m}$$

(2) 由图可看出: 在 t 时刻以后, 由 v_0 与 $v_{\text{汽车}}$ 线组成的三角形面积与标有斜线的三角形面积相等时, 两车的位移相等 (即相遇)。所以由图得相遇时 $t' = 2t = 4 \text{ s}$, $v' = 2v_0 = 12 \text{ m/s}$

例 8 火车以速度 v_1 在轨道上向前匀速行驶, 司机突然发现前方同轨道上相距 s 处另一列火车正以较小的速度 v_2 同向匀速行驶且并未发现自己的火车, 司机立即以某一加速度紧急刹车, 为使两车避免相撞, 加速度 a 应满足什么条件。

解析 解法一: a 的最小值对应的运动过程是恰好不相撞, 即两车相遇时速度恰好相等。

现在以前一列火车为参考系, 所以只有后一列火

车在运动, 运动参量为: 初速度即相对前车的速度 $v_0 = v_1 - v_2$, 相对加速度 $-a$, 相对位移 s , 末速度即两车相遇时后车相对前车的速度 $v_i = 0$ 。

$$\text{应用规律 } v_i^2 - v_0^2 = 2as$$

$$\text{得 } 0 - (v_1 - v_2)^2 = -2as \quad a = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$$

这是最小值, 所以 a 的范围是

$$a > \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$$

解法二:用一般规律解。

$$\text{速度关系: } v_1 - at = v_2 \quad (1)$$

$$\text{位移关系: } s_1 = s_2 + s$$

$$\text{即 } v_1 t - \frac{1}{2} at^2 = v_2 t + s \quad (2)$$

$$(1)(2) \text{ 联立, 解得 } a = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$$

$\therefore$ 当 $a > \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$ 时可避免相撞。可见如不转换

参考系计算量会比较大。

解法三:用数学方法解。

$$s_1 = v_1 t - \frac{1}{2} at^2 \quad s_2 = v_2 t$$

$$\Delta s = s_2 + s - s_1 = (v_2 - v_1)t + \frac{1}{2} at^2 + s$$

两列火车不相撞的条件是

$$\Delta s > 0$$

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

由数学知识有 $\Delta < 0$,

$$\text{即 } (v_2 - v_1)^2 - 4 \times \frac{1}{2} a \times s < 0$$

$$\text{得 } a > \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$$

思维新视点

一、发散思维

根据物理规律在“时间倒流”时的不变性, 可把匀减速直线运动过程的时间顺序反过来, 按匀加速直线运动来处理, 速度为零的匀减速运动在处理起来更方便。

例 1 如图 1-2-6 所示, 三块完全相同的木板固定在地板上, 一初速为 v_0 的子弹水平射穿第三

块木板后速度恰好为零。设木板对子弹的阻力不随子弹的速度而变化, 求子弹分别通过三块木板的时间之比。

解析 本例题表面上只给出两个物理量, 即 v_0 和 $v_i = 0$ 。

知道子弹在木板中做匀减速直线运动, 但不知道加速度 a 的值; 知道板厚相同, 但不知道厚度 d 的值, 本例

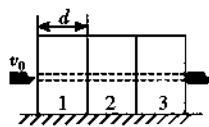


图 1-2-6