



跨越高考

2011 高三第一轮总复习

物 理

慧谷文化传播工作室 编

吉林文史出版社

责任编辑 周海英 于 涉

封面设计 日出设计工作室

KUAYUE GAOKAO

【科目】 物理 化学

ISBN 978-7-5472-0187-9



9 787547 201879 >

总定价：128.00元（全套共2册）

水**击**三千里，

抔扶摇而**上**者九万里！

主 编：施朝群

副主编：王立社 史国谦 杨怀林

编 委：（按姓氏笔画排列）

马莹姣	户社增	王习元	王汉兴	王立社	付拥光
史国谦	刘中慧	刘 有	刘郡军	刘智博	孙文生
孙 微	张建国	张馨若	杨怀林	杨金兰	周海明
赵玉良	高 辉	黄洪杰	魏福林		

物 理

慧谷文化传播工作室

图书在版编目(CIP)数据

跨越高考·高三第一轮总复习·物理 / 慧谷文化传播工作室编. —长春:吉林文史出版社,2010.4

ISBN 978-7-5472-0187-9

I. ①跨… II. ①慧… 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(2010) 第 058272 号

书 名 跨越高考
责任编辑 周海英 于 涉
出版发行 吉林文史出版社
地 址 长春市人民大街 4646 号 130021
印 刷 江西梦达彩色印务有限公司
规 格 880 mm×1230 mm
开 本 16 开本
印 张 46 印张
字 数 1748 千字
版 次 2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5472-0187-9
定 价 128.00 元(全套共 2 册)



前言

PREFACE

高三第一轮总复习是规模空前之学习大竞赛,对于许多同学来说为人生之重要一搏,取胜之道乃:低起点、严要求、多层次、重能力……慧谷文化专注做理科,臻善臻美,《跨越高考》一轮总复习物理,以下列三大优势脱颖而出。

创新·方法探究 精心选题,一题多解,一题多变,高考中要用到的方法尽在其中;对高考雷区的剖析助你纠正所有的错误思维定式,轻松走出误区;创新与探究使你能力倍增,游刃有余!

透析·高考动向 全面客观对比考纲与考题、高屋建瓴的点拨、精练三年高考经典,定能使你拨开迷雾,静水明镜,新高考的重点、热点、难点了然于心!

服务·全面周到 《跨越高考》于2009年率先附加PPT课件,这种模式被广为流传和效仿,《跨越高考11届第一轮总复习》更是全面升级服务:名校月考卷+可编辑的PPT课件+题库+高考信息,全面超值的服务定会令你如虎添翼、决胜高考。

我有一个梦想:让我们同学少年,青春结伴,共同沐浴和煦的春光。任轻风激荡,随枝叶飘扬,让我们如鱼得水,畅游知识的海洋。

我有一个梦想:所有人抛弃了迷茫,所有人抛弃了悲伤,所有人洋溢着微笑,所有人满怀激昂扬。我们一起努力,迈进理想的大学殿堂。

穿越纵横交错的时空,我还是永不停息地梦想。任前方荆棘丛生,我们持之以恒;学海茫茫,我们乘风破浪。迈开青春的脚步,把握住生命中最蓬勃的朝阳。

我有一个梦想,幻化成优雅的诗章:

十年终须一搏,当展宏图于此,何惧高考难!

应知人生有梦,昂首笑看明天,必令壮志圆!

跨越高考

参编学校

江苏省启东中学

天津蓟县第一中学

广东省实验中学

江苏省苏州中学本部

临泉一中

福建省永定一中

安庆一中

浙江温州中学

淮北市一中

江苏前黄高级中学

马鞍山二中

江苏新海高级中学

绩溪中学

广东韶关仁化中学

宣城市一中

山东曲阜师大附中

宿城一中

浙江师大附中

黄山屯溪一中

杭州高级中学

天津市塘沽一中

浙江松门中学

江西省临川一中

河南省安阳县第一中学

江西省南康中学

山西省大同市一中

河南省平顶山市第一中学

山西交城一中

河南省南阳市第五中学

Contents 目录

第一单元 直线运动

第1讲 运动的描述	2
第2讲 匀变速直线运动的规律及其应用	5
第3讲 自由落体运动 竖直方向上的抛体运动	9
第4讲 运动图象 追赶问题	13
第5讲 实验:误差和有效数字 研究匀变速直线运动	16
第6讲 单元小结	20

第二单元 相互作用

第7讲 重力 弹力	24
第8讲 摩擦力	28
第9讲 力的合成和分解	31
第10讲 共点力平衡 受力分析	34
第11讲 实验:探究弹力与弹簧伸长的关系 验证力的平行四边形定则	37
第12讲 单元小结	42

第三单元 牛顿运动定律

第13讲 牛顿第一定律 牛顿第三定律	45
第14讲 牛顿第二定律及其应用	47
第15讲 牛顿运动定律的应用 超重与失重	51
第16讲 实验:探究加速度与力、质量的关系	54
第17讲 单元小结	58

第四单元 曲线运动 万有引力

第18讲 运动的合成和分解 抛体运动	61
第19讲 匀速圆周运动	65
第20讲 万有引力定律及其应用 I	69
第21讲 万有引力定律及其应用 II	72
第22讲 单元小结	75

第五单元 机械能

第23讲 功 功率	78
第24讲 动能定理	82
第25讲 势能 重力做功 机械能守恒定律	84
第26讲 功能关系 能的转化与守恒定律	88
第27讲 实验:探究功与速度变化的关系 验证机械能守恒定律	92
第28讲 单元小结	96



第六单元 电场

第 29 讲 电场的力的性质	101
第 30 讲 电场的能的性质	104
第 31 讲 电容 带电粒子在电场中的运动	108
第 32 讲 单元小结	113

第七单元 恒定电流

第 33 讲 欧姆定律 电功与电功率	117
第 34 讲 闭合电路的欧姆定律	121
第 35 讲 实验:描绘小灯泡的伏安特性曲线 测定金属的电阻率	124
第 36 讲 实验:测定电源的电动势和内阻 练习使用多用电表	130
第 37 讲 单元小结	138

第八单元 磁场

第 38 讲 磁感应强度 安培力	142
第 39 讲 磁场对运动电荷的作用	145
第 40 讲 带电粒子在复合场中的运动	151
第 41 讲 单元小结	156

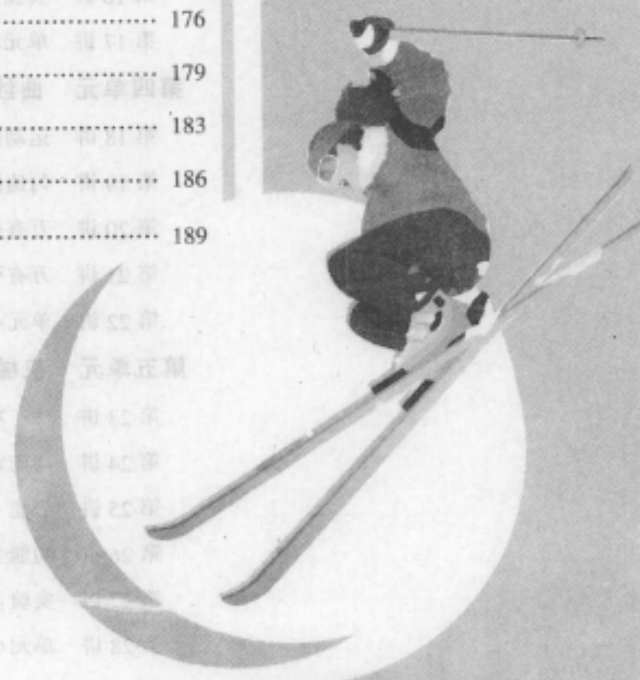
第九单元 电磁感应

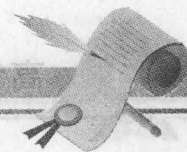
第 42 讲 电磁感应 楞次定律	160
第 43 讲 法拉第电磁感应定律	163
第 44 讲 电磁感应定律的综合应用	168
第 45 讲 单元小结	172

第十单元 交变电流 传感器

第 46 讲 交变电流的产生和描述	176
第 47 讲 变压器 电能的输送	179
第 48 讲 实验:传感器的简单应用	183
第 49 讲 单元小结	186

参考答案	189
------------	-----





第一单元 直线运动



透析·高考动向

考点题型 一览无遗

考纲要求	高考回眸				考向预测
	年份	省市	题号、考点内容	题型、分值	
1. 参考系 I 2. 位移、速度、加速度 II 3. 匀变速直线运动及其公式、图象 II 4. 实验: 误差和有效数字、研究匀变速直线运动	2009	海南	第8题, 考查了运用图象分析追及问题的能力	选择题, 4分	1. 考情总结 (1) 从考查的力度来看, 2009年以前, 有几个省份以计算题的形式出现, 而2009年仅江苏省出现计算题, 其余省份均以选择题出现. (2) 从考查内容看, 对本单元考点要求较低, 高考试题中单独考查本单元知识的题目多次以实际问题的形式出现, 或者是与电场中的带电粒子、磁场中的通电导体、电磁感应现象等结合起来. (3) 从题型上看, 以选择题为主, 结合图象进行分析. 2. 备考建议 (1) 重视以下考点: ① 匀变速直线运动的公式及图象 ② 匀变速直线运动实验中的数据处理 (2) 题型重视选择题, 同时也不能忽略计算题. (3) 预计2011年试题内容与现实生产、生活和现代科技的结合将更紧密, 涉及的内容也更广泛, 联系高科技发展的新情况更会有所增加.
		安徽	第16题, 位移、速度、加速度	选择题, 6分	
		江苏	第7题, 以汽车运动为背景, 考查了匀减速运动的情况	选择题, 4分	
			第13题, 匀变速直线运动及其公式、图象	计算题, 15分	
		山东	第17题, 考查利用运动图象, 结合牛顿第二定律分析问题的能力	计算题, 15分	
	2008	广东	第10题, 以自行车运动为背景, 考查学生运用速度图象分析问题的能力	选择题, 4分	
		山东	第17题, 运用速度图象求平均速度、加速度, 阻力和功	选择题, 4分	
		宁夏	第17题, 运用速度图象处理追及问题	选择题, 6分	
		海南	第8题, 用速度图象处理追及问题	选择题, 8分	
		上海	第11题, 竖直上抛问题	计算题, 5分	
	2007	广东	第3题, 利用速度图象求往返运动的加速度、位移	选择题, 2分	
		宁夏	第16题, 运用速度图象处理追及问题	选择题, 6分	
		海南	第8题, 运用速度图象处理追及问题	选择题, 4分	



第1讲 运动的描述



自主·夯实基础

自主预习 轻松过关

名师点金

本讲内容要求掌握有关运动的基本概念,特别是质点模型建立的科学抽象方法,位移和路程、瞬时速度、平均速度和平均速率的区别与联系,速度 v 、速度的变化量 Δv 与加速度 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 的区别和联系;重点理解好比值法定义物理量、极限思维的运用等方法,应多采用对比的方法进行教学,比较相似概念之间的区别和联系,并且通过实例巩固有关概念的理解。

知识梳理

一、参考系、质点

1. 参考系:为了研究物体的运动而假定为_____的物体,叫做参考系。对同一个运动,所选参考系不同,对它的描述就_____。

参考系的选择以研究问题的方便为原则,研究地面上运动的物体一般选_____为参考系。

2. 质点。

(1)定义:用来代替物体的有_____、_____而无_____的点。

(2)质点是一个现实_____的理想化模型。

(3)物体看成质点的条件:物体只做_____或物体的_____和_____对所研究的运动没有影响或影响很小。

特别提示:

一个物体能否看做质点,并非依物体自身大小来判断,而要看作物体自身的体积、形状在所讨论的问题中是属于主要因素还是次要因素,若体积、形状是次要因素,即使体积很大,物体也可看做质点。例如,研究地球公转问题中,地球就可看做质点。例如,研究乒乓球的弧旋转技术中,乒乓球就不能看做质点。

二、描述运动的物理量

1. 时刻和时间

时刻指的是时间轴上的一个点,对应于物体运动过程中的位置、速度、动量、动能等_____量。

时间是两个时刻之间的间隔。在时间轴上用_____来表示,对应的是位移、路程、功等_____量。

时间=终止时刻-开始时刻

2. 位移和路程

位移:描述物体_____变化的物理量,可以用从物体运动的初位置指向_____的_____来表示,是矢量。用 x 、 s 、 l 等都可表示。

路程:物体_____的长度,是标量。只有在_____

运动中,位移的大小才等于路程。

3. 速度:是描述物体运动的_____的物理量。

(1)平均速度:运动物体的位移与发生这段位移所用_____的比值叫做运动物体在这段时间内(或这段位移内)的平均速度,即 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,单位是 m/s,方向与_____的方向相同。

说明:①平均速度是对物体运动_____和_____的粗略描述。

②公式 $\bar{v} = \frac{x}{t}$ 是普遍适用的。

(2)瞬时速度:运动物体在某一时刻(或通过某一位置)的速度,方向是运动物体在该时刻(或通过该位置)的运动方向。瞬时速度是对物体运动快慢和方向的精确描述。

(3)瞬时速度与平均速度:在匀速直线运动中,瞬时速度等于平均速度;在变速运动中,瞬时速度可理解为趋于零时间内的平均速度,即 $v = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{x}{t}$ 。

4. 速率

瞬时速度的_____叫速率,是标量。

平均速率:运动物体运动的_____与_____的比值,它的大小与相应的平均速度的大小没有必然的联系,一般不相等。

5. 加速度

(1)速度的变化: $\Delta v = v_t - v_0$,描述速度变化的_____和_____,是矢量。

(2)加速度:描述物体速度_____的物理量,又叫速度的变化率,是矢量,定义式为 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_t - v_0}{t}$, a 的方向与 Δv 的方向相同(即与合外力方向相同)。

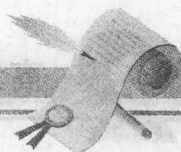
(3)说明:①加速度与速度_____直接关系。加速度很大,速度可以很小,可以_____,也可以为_____ (某瞬时);加速度很小,速度可以_____,可以很大,也可以为_____ (某瞬时)。

②加速度与速度的变化量也没有直接关系。加速度很大,速度的变化量可以_____,也可以很大;加速度很小,速度的变化量可以_____,也可以很小。加速度是“速度的变化率”——表示速度变化的快慢,不表示速度变化的大小。

(4)加速度与运动状态的变化。当加速度的方向与速度的方向相同时,物体做_____;当加速度的方向与速度的方向相反时,物体做_____;当加速度方向与速度方向不在同一条直线上时,物体做_____。

三、匀速直线运动

1. 定义:在任意_____位移都相等的直线运动叫做



匀速直线运动.

2. 特点: $a =$ 零, $v =$ 恒量.

3. 位移公式: $x =$ vt .

4. $s-t$ 图象: 如图 1-1 所示, 图线的 斜率 在数值上等于物体的速度.

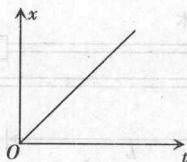


图 1-1

5. $v-t$ 图象: 如图 1-2 所示, 图线与坐标轴围成的 面积 等于位移的大小.

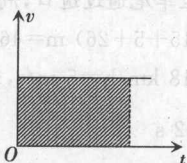


图 1-2

基础自测

1. 下列各运动过程中的物体(带下标点), 可当做“质点”的是 ()

A. 裁判眼中做花样滑冰的运动员

B. 确定远洋航行的巨轮的航程和到达时间

C. 研究小蜜蜂飞行时扇动翅膀的频率

D. 确定转动着的砂轮的周期

2. 甲、乙、丙三人各乘一个热气球, 甲看到楼房匀速上升, 乙看到甲匀速上升, 甲看到丙匀速上升, 丙看到乙匀速下降, 那么, 从地面上看, 甲、乙、丙的运动情况可能是 ()

A. 甲、乙匀速下降, $v_{乙} > v_{甲}$, 丙停在空中

B. 甲、乙匀速下降, $v_{乙} > v_{甲}$, 丙匀速上升

C. 甲、乙匀速下降, $v_{乙} > v_{甲}$, 丙匀速下降, 且 $v_{丙} > v_{甲}$

D. 以上说法均不正确

3. 如图 1-3 所示, 在 2009 柏林田径世锦赛中, 牙买加选手博尔特在男子 100 m 决赛和男子 200 m 决赛中分别以 9.58 s 和 19.19 s 的成绩再次刷新两项世界纪录, 获得两枚金牌. 关于他在这两次决赛中的运动情况, 下列说法正确的是 ()



图 1-3

A. 200 m 决赛的位移是 100 m 决赛的两倍

B. 100 m 决赛的平均速度约为 10.44 m/s

C. 100 m 决赛的最大速度为 20.88 m/s

D. 200 m 决赛的平均速度是 100 m 决赛平均速度的两倍

4. 关于速度和加速度的关系, 下列说法中正确的是 ()

A. 速度变化越大, 加速度就越大

B. 速度变化越快, 加速度就越大

C. 加速度大小不变, 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

创新·方法探究

提炼方法 展示技巧

题型方法

一、位移与路程的区别和联系

例 1 关于位移和路程, 下列说法中正确的是 ()

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. 物体通过的路程可能不等, 但位移可能相同

【解析】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.

选项	诊断	结论
A	位移是矢量, 路程是标量, 不能说这个标量就是这个矢量	错误
B	物体沿直线运动方向不变时, 路程等于位移的大小	正确
C	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	正确
D	如果物体在两位置间沿不同的轨迹运动, 它们的位移相同, 路程可能不同	正确

【答案】BCD



方法概述

二者的区别,首先表现在这两个概念的定义上,其次两者是不同性质的物理量.而由于两者都具有长度属性,往往认为两者的大小相同时,就是相同的物理量,这是对路程和位移所表示的意义不同没有真正理解产生的错误.要知道,这两个量的大小相等的情况,也只是单向的直线运动这一个特例,其他情况是不相等的.

二、平均速度与瞬时速度、平均速率

例2 一质点沿直线 Ox 方向做加速运动,它离 O 点的距离 x 随时间 t 变化的关系为 $x=3+2t^3$ (单位:m),它的速度 v 随时间 t 变化的关系为 $v=6t^2$ (单位:m/s),则该质点在 $t=2$ s 时的瞬时速度和由 $t=0$ 到 $t=2$ s 间的平均速度分别为 ()

- A. 8 m/s, 24 m/s B. 24 m/s, 8 m/s
C. 12 m/s, 24 m/s D. 24 m/s, 12 m/s

【解析】由质点的速度 v 随时间变化的关系可得 $t=2$ s 时的速度为: $v=6t^2=6\times 2^2$ m/s=24 m/s

由 x 与 t 的关系得出 $t=0$ 和 $t=2$ s 时刻对应的质点离 O 点的距离分别为: $x_0=3$ m, $x_2=19$ m; 再利用平均速度公式得:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_0}{t_2 - t_0} = \frac{19 - 3}{2} \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}.$$

【答案】B

【点评】平均速度的定义式在匀速运动和变速运动中都同样适用.本题的解答需要同学们理解瞬时速度与平均速度的定义.

方法概述

平均速率是指物体运动的路程与对应时间的比值.

平均速度是指物体运动的位移与对应时间的比值.

平均速度的大小与平均速率的关系可归纳为如下

几点:

- (1)当物体做单向直线运动时,二者才相等;
- (2)当物体做直线运动,但方向有改变时,由于路程大于位移的大小,这时平均速度的大小一定小于平均速率;
- (3)物体做曲线运动时,位移的大小小于路程,故平均速度的大小一定小于平均速率.

三、匀速运动规律在生活中的应用

例3 为确保安全,在铁路与公路交叉的道口处装有自动信号灯.当列车还有一段距离到达公路道口时,道口应亮起红灯,警告未越过停车线的汽车迅速制动,已越过停车线的汽车赶快通过.假设某段铁路上列车的速度达到180 km/h,汽车通过道口的速度 $v_2=18$ km/h,停车线至道口栏木的距离 $x_0=5$ m,道口宽度 $x=26$ m,汽车长 $l=15$ m(如图1-4所

示),并把火车和汽车的运动都看成匀速直线运动.问:列车离道口的距离 L 至少为多少时亮红灯,才能确保已越过停车线的汽车安全驶过道口?

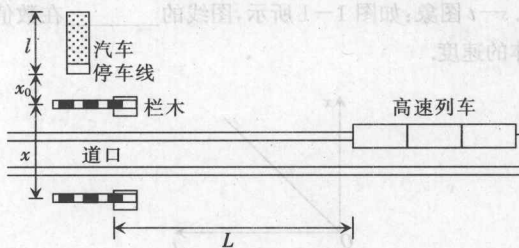


图1-4

【解析】为确保行车安全,要求在列车驶过距离 L 的时间内,已越过停车线的汽车的车尾必须通过道口.

汽车越过停车线至车尾通过道口,汽车的位移为:

$$x' = l + x_0 + x = (15 + 5 + 26) \text{ m} = 46 \text{ m}$$

汽车的速度 $v_2=18$ km/h=5 m/s,通过这段位移需要的

$$\text{时间 } t = \frac{x'}{v_2} = \frac{46}{5} \text{ s} = 9.2 \text{ s}$$

高速列车的速度 $v_1=180$ km/h=50 m/s,所以亮红灯时列车的距离至少为: $L=v_1 t=50\times 9.2$ m=460 m.

【答案】460 m

变式训练

利用超声波遇到物体发生反射,可测定物体运动的有关参量.图1-5甲中仪器A和B通过电缆线相接,B为超声波发射与接收一体化装置,而仪器A为B提供超声波信号源而且能将B收到的超声波信号进行处理并在屏幕上显示其波形.

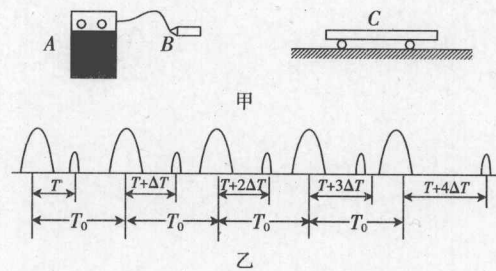
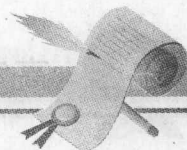


图1-5

现固定装置B,并将它对准匀速行驶的小车C,使其每隔时间 T_0 发射一短促的超声波脉冲,如图1-5乙中幅度较大的波形;而B接收到的由小车C反射回的超声波经仪器A处理后,显示如图1-5乙中幅度较小的波形.反射滞后的时间已在图1-5乙中标出,其中 T_0 和 ΔT 为已知量,另外还知道该测定条件下声波在空气中的传播速度为 v_0 . 根据所给信息判断小车的运动方向,并求出小车的速度大小.



体验成功

- (2009 年广东理科基础) 做下列运动的物体, 能当做质点处理的是 ()
 A. 自转中的地球
 B. 旋转中的风力发电机叶片
 C. 匀速直线运动的火车
 D. 在冰面上旋转的花样滑冰运动员
- 下列各情况中, 人一定是做匀速直线运动的是 ()
 A. 某人向东走了 2 m, 用时 3 s; 再向南走 2 m, 用时 3 s 的整个过程
 B. 某人向东走了 10 m, 用时 3 s; 接着继续向东走 20 m, 用时 6 s 的整个过程
 C. 某人向东走了 20 m, 用时 6 s; 再转身向西走 20 m, 用时 6 s 的整个过程
 D. 某人始终向东运动, 且任意 1 s 内的运动轨迹长度都是 3 m
- (2005 年北京理综卷) 一人看到闪电 12.3 s 后又听到雷声. 已知空气中的声速约为 330 m/s ~ 340 m/s, 光速为 3×10^8 m/s, 于是他用 12.3 除以 3 很快估算出闪电发生的位置到他的距离为 4.1 km. 根据你所学的物理知识可以判断 ()
 A. 这种估算方法是错误的, 不可采用
 B. 这种估算方法可以比较准确地估算出闪电发生的位置与观察者间的距离
 C. 这种估算方法没有考虑光的传播时间, 结果误差很大
 D. 即使声速增大 2 倍以上, 本题的估算结果依然正确

- (2005 年广东综合能力测试卷) “大洋一号”配备有一种声呐探测系统, 用它可测量海水深度. 其原理是: 用超声波发生器垂直向海底发射超声波, 超声波在海底会反射回来, 若已知超声波在海水中的波速, 通过测量从发射超声波到接收到反射波的时间, 就可推算出船所在位置的海水深度. 现已知超声波在海水中的波速为 1500 m/s, 船静止时, 测量从发射超声波到接收到反射波的时间为 8 s, 试计算该船所在位置的海水深度.

- (2009 年莆田模拟) 一辆客车在某高速公路上行驶, 在经过某直线路程时, 司机驾车做匀速直线运动. 某时刻司机发现其正要通过正前方高山悬崖下的隧道, 于是鸣笛, 5 s 后听到回声, 听到回声后又行驶 10 s 司机第二次鸣笛, 3 s 后听到回声. 请根据以上数据帮助司机计算一下客车的速度, 看客车是否超速行驶, 以便提醒司机安全行驶. 已知此高速公路的最高限速为 120 km/h, 声音在空气中的传播速度为 340 m/s.

第 2 讲 匀变速直线运动的规律及其应用



自主·夯实基础

自主预习 轻松过关

名师点金

匀变速直线运动是高中物理最常见的运动形式.

一般每年高考试卷中都涉及, 可能出现在力学题中, 也可能出现在电学题中. 我们在复习时要通过以下两方面来提高解析匀变速运动过程的能力:

(1) 运用好重要推论.

(2) 解题时注意一题多解、一题多变.

知识梳理

一、匀变速直线运动

1. 定义: 在相等的时间内, 速度的变化相等的直线运动叫做匀变速直线运动.

2. 特点: $a = \text{恒量}$.

3. 公式:

$$\textcircled{1} v_t = \text{_____} \quad \textcircled{2} x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = v_t t - \frac{1}{2} a t^2$$

$$\textcircled{3} v_t^2 - v_0^2 = \text{_____} \quad \textcircled{4} x = \frac{v_0 + v_t}{2} t$$

(1) 以上四个公式中共有五个物理量: x 、 t 、 a 、 v_0 、 v_t , 这五个物理量中只有三个是独立的, 可以任意选定. 只要其中的三个物理量确定, 则另外两个就唯一确定了. 每个公式中只有其中的四个物理量, 当已知某三个而要求另一个时, 往往选定一个公式就可以了. 如果两个匀变速直线运动有三个物理量对应相等, 那么另外的两个物理量也一定对应相等.

(2) 以上五个物理量中, 除时间 t 外, x 、 v_0 、 v_t 、 a 均为矢量.

一般以 v_0 的方向为正方向,以 $t=0$ 时刻的位移为零,这时 x 、 v_t 和 a 的正负就都有了确定的物理意义。

(3)以上各式仅适用于匀变速直线运动,有往返的情况。

二、匀变速直线运动的重要推论

1. 做匀变速直线运动的物体,在任意两个连续相等的时间内的位移之差为恒量,即: $\Delta x = x_{i+1} - x_i = \text{恒量}$,可以推广到: $x_m - x_n = (m-n)aT^2$ 。

2. 做匀变速直线运动的物体,在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: $v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \text{恒量}$ 。

3. 某段位移的中间位置的瞬时速度为: $v_c = \text{恒量}$ 。

可以证明,无论是匀加速还是匀减速,都有 $v_{\frac{t}{2}} < v_{\frac{x}{2}}$ 。

4. 初速度为零的匀加速直线运动的常用结论(设 T 为等分时间间隔)。

① $1T$ 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末…… nT 末瞬时速度的比为:

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

② $1T$ 内、 $2T$ 内、 $3T$ 内…… nT 内位移的比为:

$$x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = 1 : 4 : 9 : \dots : n^2$$

③ 第 1 个 T 内、第 2 个 T 内、第 3 个 T 内……第 N 个 T 内位移的比为:

$$x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_N = 1 : 3 : 5 : \dots : (2N-1)$$

④ 通过连续相等的位移 x 所用时间之比为:

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

⑤ 连续通过头 $1x$ 、头 $2x$ 、头 $3x$ ……头 nx 所用时间之比为:

$$t_1' : t_2' : t_3' : \dots : t_n' = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \dots : \sqrt{n}$$

⑥ 通过连续相等的位移 x 的平均速度之比为:

$$\bar{v}_1 : \bar{v}_2 : \bar{v}_3 : \dots : \bar{v}_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$$

基础自测

1. (2009 年南京模拟) 对以 $a=2 \text{ m/s}^2$ 做匀加速直线运动的物体,下列说法正确的是

- A. 在任意 1 s 内末速度比初速大 2 m/s
- B. 第 n s 末的速度比第 1 s 末的速度大 $2n \text{ m/s}$
- C. 2 s 末的速度是 1 s 末的速度的 2 倍
- D. n s 时的速度是 $\frac{n}{2}$ s 时速度的 2 倍

2. 一汽车由静止开始从 A 点做匀加速运动,经过 B 点时的速度为 v ,到达 C 点时速度为 $3v$,则 A、B 与 B、C 间的距离之比为

- A. 1:3
- B. 1:9
- C. 1:4
- D. 1:8

3. 物体沿一直线运动,在 t 时间内通过的位移为 s ,它在中间位置 $\frac{s}{2}$ 处的速度为 v_1 ,在中间时刻 $\frac{t}{2}$ 时的速度为 v_2 ,则 v_1 和 v_2 的关系为

- A. 当物体做匀加速直线运动时, $v_1 > v_2$
- B. 当物体做匀减速直线运动时, $v_1 > v_2$
- C. 当物体做匀速直线运动时, $v_1 = v_2$
- D. 当物体做匀减速直线运动时, $v_1 < v_2$

4. 证明:做匀变速直线运动的物体在任意两个连续相等的时间内的位移之差为恒量,即 $\Delta x = x_{i+1} - x_i = aT^2$ 。

创新·方法探究

提炼方法 展示技巧

题型方法

一、匀变速直线运动公式的合理选择

例 1 一个做匀加速直线运动的物体,连续通过两段长为 x 的位移所用的时间分别为 t_1 、 t_2 ,求物体运动的加速度 a 。

【解析】解法一 设前一段位移的初速度为 v_0 ,则有:

$$\text{前一段: } x = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2$$

$$\text{全过程: } 2x = v_0 (t_1 + t_2) + \frac{1}{2} a (t_1 + t_2)^2$$

$$\text{联立上两式可解得: } a = \frac{2x(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}$$

解法二 设前一段时间 t_1 的中间时刻的瞬时速度为 v_1 ,

后一段时间 t_2 的中间时刻的瞬时速度为 v_2 ,则有: $v_1 = \frac{x}{t_1}$

$$v_2 = \frac{x}{t_2}, v_2 = v_1 + a \left(\frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2} \right)$$

$$\text{联立解得: } a = \frac{2x(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}$$

解法三 设前一段位移的初速度为 v_0 ,末速度为 v ,则有:

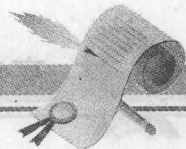
$$\text{前一段: } x = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2$$

$$\text{后一段: } x = v t_2 + \frac{1}{2} a t_2^2$$

$$v = v_0 + a t_1$$

$$\text{联立解得: } a = \frac{2x(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}$$

$$\text{【答案】 } \frac{2x(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}$$



【点评】通过上述三种解法可以看出,对求解匀变速直线运动问题,公式的选择决定了解题过程的复杂程度,这对解答其他运动学问题有很好的启迪作用.利用“在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”解题比较方便、简洁,是常采用的一种方法.

方法概述

匀变速直线运动的规律体现在速度公式($v_t = v_0 + at$)及位移公式($x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$)中,这两个公式相互独立,含有五个量(v_0, a, t, v_t, x),因而只要知道其中三个量,就可以解出另外两个未知量.除了上面两个基本公式外,还有几个推论: $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$

$$x = vt = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t, \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

$$\Delta x = aT^2$$

注意:这些推论是由上面两个基本公式联立推导出来的,并没有增加独立方程的个数.

二、匀变速直线运动问题的求解方法

例 2 某物体以一定的初速度

从 A 点冲上固定的光滑斜面,到达斜面最高点 C 时速度恰为零,如图 2-1 甲所示.已知物体运动到斜面长度 $\frac{3}{4}$ 处的 B 点时,所用的时间为 t ,求物体从 B 滑到 C 所用的时间.

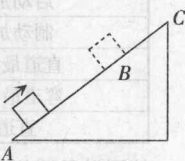


图 2-1 甲

【解析】解法一 逆向思维法

物体匀减速冲上斜面与匀加速滑下斜面具有对称性,故:

$$x_{BC} = \frac{1}{2} at_{BC}^2, x_{AC} = \frac{1}{2} a(t + t_{BC})^2$$

$$\text{又 } x_{BC} = \frac{x_{AC}}{4}, \text{ 解得: } t_{BC} = t.$$

解法二 比例法

对于初速度为零的匀加速直线运动,在连续相等的时间通过的位移之比 $x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$. 现在 $x_{BC} : x_{BA} = 1 : 3$,而通过 x_{AB} 的时间为 t ,故通过 x_{BC} 的时间 $t_{BC} = t$.

解法三 中间时刻速度法

利用教材中的推论:中间时刻的瞬时速度等于这段位移的平均速度.

$$\bar{v}_{AC} = \frac{v_t + v_0}{2} = \frac{v_0 + 0}{2} = \frac{v_0}{2}$$

$$\text{又 } v_0^2 = 2a \cdot x_{AC}, v_B^2 = 2a \cdot x_{BC}$$

$$x_{BC} = \frac{x_{AC}}{4}, \text{ 解得: } v_B = \frac{v_0}{2}$$

可以看出 v_B 正好等于 AC 段的平均速度,因此 B 点是中间时刻的位置,即 $t_{BC} = t$.

解法四 面积法

利用相似三角形面积之比等于对应边平方比的方法,作出

$v-t$ 图象,如图 2-1 乙所示.

$$\frac{S_{\triangle AOC}}{S_{\triangle BDC}} = \frac{CO^2}{CD^2}$$

$$\text{且 } S_{\triangle AOC} = 4S_{\triangle BDC}$$

$$OD = t, OC = t + t_{BC}$$

$$\text{所以 } \frac{4}{1} = \frac{(t + t_{BC})^2}{t_{BC}^2}, \text{ 得: } t_{BC} = t.$$

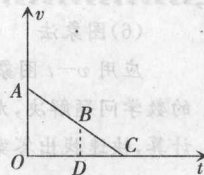


图 2-1 乙

解法五 性质法

对于初速度为零的匀加速直线运动,通过连续相等的各段位移所用的时间之比 $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : (\sqrt{4}-\sqrt{3}) : \dots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$

现将整个斜面分成相等的四段,如图 2-1 丙所示.设通过 BC 段的时间为 t_x ,那么通过 BD、DE、EA 的时间分别为: $t_{BD} = (\sqrt{2}-1)t_x, t_{DE} = (\sqrt{3}-\sqrt{2})t_x, t_{EA} = (\sqrt{4}-\sqrt{3})t_x$

$$\text{而 } t_{BD} + t_{DE} + t_{EA} = t, \text{ 得: } t_x = t.$$

图 2-1 丙

【答案】 t

方法概述

解决匀变速直线运动的常用方法有如下几种:

(1) 一般公式法

一般公式法是指选用速度、位移和时间的关系式,它们均是矢量式,使用时应注意方向性.一般以 v_0 的方向为正方向,其余与正方向相同者取正,与正方向相反者取负.

(2) 平均速度法

定义式 $\bar{v} = \frac{x}{t}$, 对任何性质的运动都适用,而公式

$\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)$ 只适用于匀变速直线运动.

(3) 中间时刻速度法

利用“任一段时间 t 的中间时刻的瞬时速度等于这段时间 t 内的平均速度”,即 $v_{\frac{t}{2}} = \bar{v}$. 此公式适用于任何一个匀变速直线运动,有些题目中运用它可以避免常规解法中用位移公式列出的含有 t^2 的复杂式子,从而简化解题过程,提高解题速度.

(4) 比例法

对于初速度为零的匀加速直线运动与末速度为零的匀减速直线运动,可利用初速度为零的匀加速直线运动的重要结论的比例关系,用比例法求解问题.

(5) 逆向思维法

逆向过程处理(逆向思维)是把运动过程的“末态”作为“初态”的反向研究问题的方法.如:物体做匀加速运动可看成做反向的匀减速运动,物体做匀减速运动可看成做反向的匀加速运动.该方法一般用在末状态已知的情況中.



(6) 图象法

应用 $v-t$ 图象, 可把较复杂的问题转变为较为简单的数学问题解决, 尤其是用图象定性分析, 可避开繁杂的计算, 快速找出答案.

(7) 巧用推论 $\Delta x = x_{n+1} - x_n = aT^2$ 解题

匀变速直线运动中, 在连续相等的时间 T 内的位移之差为一恒量, 即 $x_{n+1} - x_n = aT^2$. 对一般的匀变速直线运动问题, 出现相等的时间间隔时, 应优先考虑用 $\Delta x = aT^2$ 求解.

(8) 巧选参考系法

一个物体相对于不同的参考系, 运动性质一般不同. 通过变换参考系, 可以简化物体的运动过程.

例 3 “10 米折返跑”的成绩反应了人体的灵敏素质.

如图 2-2 所示, 测定时, 在平直跑道上, 受试者以站立式起跑姿势站在起点终点线前, 当听到“跑”的口令后, 全力跑向正前方 10 米处的折返线, 测试员同时开始计时. 受试者到达折返线处时, 用手触摸折返线处的物体 (如木箱), 再转身跑向起点终点线, 当胸部到达起点终点线的垂直面时, 测试员停表, 所用时间即为“10 米折返跑”的成绩. 设受试者起跑的加速度为 4 m/s^2 , 运动过程中最大速度为 4 m/s , 快到达折返线处时需减速到零, 减速的加速度大小为 8 m/s^2 , 返回时达到最大速度后不需减速, 保持最大速度冲线. 忽略触摸时身体与折返线的间距, 则该受试者“10 米折返跑”的成绩为多少秒?

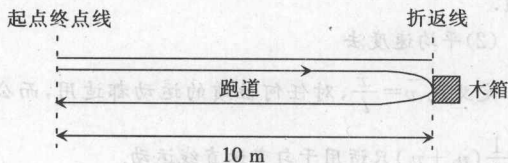


图 2-2

【解析】对于受试者, 由起点终点线向折返线运动的过程中

$$\text{加速阶段: } t_1 = \frac{v_m}{a_1} = 1 \text{ s}, x_1 = \frac{1}{2} v_m t_1 = 2 \text{ m}$$

$$\text{减速阶段: } t_3 = \frac{v_m}{a_2} = 0.5 \text{ s}, x_3 = \frac{1}{2} v_m t_3 = 1 \text{ m}$$

$$\text{匀速阶段: } t_2 = \frac{l - (x_1 + x_3)}{v_m} = 1.75 \text{ s}$$

由折返线向起点终点线运动的过程中

$$\text{加速阶段: } t_4 = \frac{v_m}{a_1} = 1 \text{ s}, x_4 = \frac{1}{2} v_m t_4 = 2 \text{ m}$$

$$\text{匀速阶段: } t_5 = \frac{l - x_4}{v_m} = 2 \text{ s}$$

该受试者“10 米折返跑”的成绩为:

$$t = t_1 + t_2 + \dots + t_5 = 6.25 \text{ s}$$

【答案】6.25 s

方法概述

解决多过程运动问题时, 首先要建立正确的物理图景, 并画出运动草图, 这是解决问题的前提和基础; 其次要分清运动过程, 明确前后过程中各物理量的关联, 分别对每一个过程或整个过程选用合适的公式, 采用最简单、最有效的解题方法求出结果.

高考排雷

分析现实中的运动问题时, 一定要结合实际情况, 如刹车问题一定要考虑车是否已经停下. 再就是运动情况不确定的时候, 分析要全面, 或一定要对结果进行讨论, 看是否与事实相符.

例 4 (2006 年上海物理卷) 辨析题: 要求摩托车由静止开始在尽量短的的时间内走完一段直道, 然后驶入一段半圆形的弯道, 但在弯道上行驶时车速不能太快, 以免因离心作用而偏出车道. 求摩托车在直道上行驶所用的最短时间. 有关数据见下表.

启动加速度 a_1	4 m/s^2
制动加速度 a_2	8 m/s^2
直道最大速度 v_1	40 m/s
弯道最大速度 v_2	20 m/s
直道长度 s	218 m

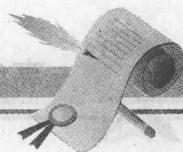
某同学是这样解的: 要使摩托车所用时间最短, 应先由静止加速到最大速度 $v_1 = 40 \text{ m/s}$, 然后再减速到 $v_2 = 20 \text{ m/s}$, t_1

$$= \frac{v_1}{a_1} \dots; t_2 = \frac{v_1 - v_2}{a_2} \dots; t = t_1 + t_2 = \dots$$

你认为这位同学的解法是否合理? 若合理, 请完成计算; 若不合理, 请说明理由, 并用你自己的方法算出正确结果.

体验成功

- 物体从静止开始做匀加速直线运动, 第 3 s 内通过的位移是 3 m, 则 ()
 A. 第 3 s 内的平均速度是 3 m/s
 B. 物体的加速度是 1.2 m/s^2
 C. 前 3 s 内的位移是 6 m
 D. 第 3 s 末的速度是 3.6 m/s
- (2009 年江苏苏、锡、常、镇四市模拟) 甲、乙两车在同一平直公路上由 A 站驶向 B 站, 它们同时由静止从 A 站出发, 最后都到达 B 站停下, 行驶过程中, 甲车先做匀加速运动, 后做匀减速运动; 乙车先做匀加速运动, 再做匀速运动, 最后做匀减速运动, 若两车在加速和减速过程中的加速度大小相等, 则 ()



- A. 甲车先到达 B 站
B. 乙车先到达 B 站
C. 在行驶过程中甲车的最大速度大于乙车的最大速度
D. 在行驶过程中乙车的最大速度大于甲车的最大速度
3. (2009 年福建师大附中模拟) 一辆公共汽车进站后开始刹车, 做匀减速直线运动. 开始刹车后的第 1 s 内和第 2 s 内位移大小依次为 9 m 和 7 m, 则刹车后 6 s 内的位移是 ()
A. 20 m B. 24 m C. 25 m D. 75 m
4. (2009 年江苏物理卷) 如图 2-3 所示, 以 8 m/s 匀速行驶的汽车即将通过路口, 绿灯还有 2 s 将熄灭, 此时汽车距离停车线 18 m. 该车加速时最大加速度大小为 2 m/s^2 , 减速时最大加速度大小为 5 m/s^2 , 此路段允许行驶的最大速度为 12.5 m/s . 下列说法中正确的是 ()
A. 如果立即做匀加速运动, 在绿灯熄灭前汽车能通过停车线
B. 如果立即做匀加速运动, 在绿灯熄灭前通过停车线汽车一定超速

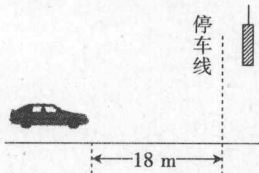


图 2-3

- C. 如果立即做匀减速运动, 在绿灯熄灭前汽车一定不能通过停车线
D. 如果距停车线 5 m 处减速, 汽车能停在停车线处
5. (2007 年全国理综卷 I) 甲、乙两运动员在训练交接棒的过程中发现: 甲经短距离加速后能保持 9 m/s 的速度跑完全程; 乙从起跑后到接棒前的运动是匀加速的. 为了确定乙起跑的时机, 需在接力区前适当的位置标记. 在某次练习中, 甲在接力区前 $x_0 = 13.5 \text{ m}$ 处作了标记, 并以 $v = 9 \text{ m/s}$ 的速度跑到此标记时向乙发出起跑口令. 乙在接力区的前端听到口令时起跑, 并恰好在速度达到与甲相同时被甲追上, 完成交接棒. 已知接力区的长度 $L = 20 \text{ m}$. 求:
(1) 此次练习中乙在接棒前的加速度 a .
(2) 在完成交接棒时乙离接力区末端的距离.

第 3 讲 自由落体运动

竖直方向上的抛体运动

自主·夯实基础

自主预习 轻松过关

名师点金

本讲内容其实就是竖直方向上的匀变速直线运动. 课本中单列一节来讲述是因为这类运动形式与我们的生活关系密切, 随处可见. 所以对于本讲内容的复习, 重点要放在对实际发生的抛体运动过程的解析, 即如何把实际的过程简化成理想的模型进行分析、求解.

知识梳理

一、自由落体运动

1. 性质: 物体只在重力作用下从静止开始下落的运动, 是匀变速直线运动的特例.

2. 特点: 初速度 $v_0 = 0$ 、加速度 $a = g$ 的匀加速直线运动.

3. 规律:

速度公式: $v_t =$ _____

位移公式: $h =$ _____

有用的推导公式: $v_t^2 =$ _____, $\Delta h = gT^2$, $\bar{v} = \frac{v_t}{2}$

4. 处理自由落体运动问题常常用到下列推论:

(1) $1t$ 内、 $2t$ 内、 $3t$ 内…… nt 内的位移之比为:

$x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n =$ _____

(2) $1t$ 末、 $2t$ 末、 $3t$ 末…… nt 末的速度之比为:

$v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n =$ _____

(3) 第一个 t 内、第二个 t 内、第三个 t 内……第 n 个 t 内的位移之比为: $x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n =$ _____

(4) 从静止开始通过连续相等的位移所用的时间之比为:

$t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n =$ _____

二、竖直上抛运动

1. 性质: 物体以某一初速度竖直向上抛出, 只在重力作用下的运动.

2. 特点: 初速度为 v_0 、加速度 $a = -g$ 的匀变速直线运动 (若取向上为正方向).

3. 规律:

速度公式: $v_t =$ _____

位移公式: $h =$ _____

有用的推导公式: $v_t^2 - v_0^2 =$ _____

4. 几个特征量

(1) 上升的最大高度为: $H_m =$ _____

(2) 上升到最大高度所需的时间及从最高点落回抛出点的