# 军考突破 

## 物理分册

崔爱功 主编

## 图书在版编目（CIP）数据

军考突破．物理分册／崔爱功主编．－－北京：中
国建材工业出版社，2013．10
ISBN 978－7－5160－0387－9
I．（1）军… II．（1）崔… III．（1）物理课一军事院校一人学考试一自学参考资料 IV．（1）E251．3（2）G723．4

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第024852号

## 版权声明

中国建材工业出版社对本丛书享有专有出版权。本丛书著作权属于崔爱功所有，根据《中华人民共和国著作权法》，任何未经许可复制，销售本丛书全部或部分内容的行为人，均将承担相应法律责任。

北京崔爱功和他的朋友们教育科技有限公司为本丛书销售的唯一指定代理销售单位，中国建材工业出版社未授权其他任何单位或个人销售本丛书。

官方网站：www．junkao．com
淘宝店铺：http：／／junxiaoziliao．taobao．com
购书热线： 13810115611 （微信）
Q Q 咨询： 33869167

## 军考突破——物理分册

崔爱功 主编
出版发行：中团速林工出出版社
地 址：北京市西城区车公庄大街6号
邮 编：100044
经 销：北京崔爱功和他的朋友们教育科技有限公司
印 刷：廊坊市海诚彩印有限公司
开 本： $787 \mathrm{~mm} \times 1092 \mathrm{~mm} \quad 1 / 16$
印 张： 20.75
字 数：540千字
版 次：2013年10月第1版
印 次：2023年2月第1次
定 价：590．00元（全六册）
本社网址：www．jccbs．com．cn
本书如出现印装质量问题，由印刷厂负责调换。

## 序 言

很多战士和家长们，想进一步了解崔爱功主编的《军考突破》的特点，下面做简要介绍。这是极具原创特色的一套备考用书，注重实用性，系统性和指导性，选用该书必将给战士们备考带来很大帮助。本书与其它同类资料的明显区别，主要在于如下几点：

第一，在介绍每个知识点或考点时，不照搬，不复制，不拼凑，而是各科教师用心结合实际的军考教学实践，用通俗易懂的方式去编排，讲解。这种符合逻辑，便于自学的科学讲解方式，贯穿始终，小到定义公式，大到题型与方法，为战士们进行高效复习指明了方向。

第二，紧跟在每个考点后面的例题示范与演练，首先是选取最简易的考点运用（往往是直接运用，这样便于理解），然后才是增加例题难度与广度（这样便于拓宽，加深）。另外，我们把近 6～10 年来的军考真题，逐一融进对应考点的后面，且配以详解和点评，既作为对应考点的例题，又提示了其重要性和考察方式。

第三，每章后面有＂突破训练题组＂，里面每道题都是精心设计的军考常考题型，题目由小到大，难度从低到高，不光是练习，也极具考试的针对性。

崔爱功主编的《军考突破》，是北京崔爱功军考教学团队呈现给全国考生的一套代表性作品，它融入了崔爱功军考教学团队多年来对军考教学的深刻体会，以及反复认真地推敲斟酌。由于多数士兵考生文化课基础薄弱，这套资料也全面弥补了《军考教材》在讲解上的局限，会帮助不同层次的考生去高效复习与提高。

我们对本丛书进行了系统的编，审，校工作，但是由于内容多，学科面广，难免出现个别疏漏之处，我们真诚欢迎广大士兵考生来电指出，帮助改进。

作为全国最早，专业研究军考的教学团队，一直以来，被很多人关注，模仿甚至抄袭着，但是我们相信，只要真正投入精力去用心教学和用心编写，就会始终处于领先位置。始于＂教学＂，成于＂教育＂，中国军考教育需要这样的人；我们这个团队，正在一步一个脚印地朝着教育这个方向而继续努力！

## 说 明

为了便于战士们自学，本丛书为所有考点或知识点进行了系统编号，下面进行简要说明。

一，书中凡是属于知识点或考点的内容，均有灰色底纹（图片与表格除外）。
二，每个知识点或考点都对应一个编号（语文除外），一般采用＂三级编号＂形式，特殊情况下采用＂四级编号＂形式。例如，＂2－5－6＂为三级编号，含义是对应科目的《军考突破》中 ＂第二章，第五节的第六个考点＂。再如，＂2－1－3－6＂为四级编号，含义是对应科目的《军考突破》中＂第二章，第一节，第三个考点下的第六个知识＂。

三，为了便于战士们及时查找和弥补自己的知识漏洞，我们在多数题目的＂点评＂内容里，也加入了该题所涉及知识点或考点的编号。

# 军考复习指导 

源自＂北京崔爱功军考团队＂多年来培训战士考学的成功方案总结作者：崔爱功

## 一，军考备考，越早越好。

备考时间是参加部队考学的一个重要竞争力，不多阐述。

## 二，突破障碍，建立根基。

这是一个万事万物通用的哲理。战士们在学习过程中的最大障碍，就是不能搭建好完整的知识系统，所以才会衍生出种种难题。在身边无师的情况下，自通是困难的，所以战士们需要一种如同教师授课那样的好资料，＂崔爱功军考教学团队＂已经帮战士们解决了这个难题。

目前，比其他教材教辅在考点，例题，训练题等方面，讲解得更有效，更细致透彻，更明确考点，更利于自学的，就是《崔爱功军考突破》，这是每位战士必备的军考复习资料。

## 三，知错必改，改至必会。

首先，你要认识到只有建立了正确的学习方案，才会有效率可言；然后，你要落实到每次的学习过程中，才能加大成功的筹码。从一开始，就培养好习惯，这是我们在多年来进行一对一辅导战士的过程中不断验证的实用方法，希望大家不论用哪一本书学习，都要严格遵循下面的操作方法。
（1）任何学习的过程，都是在不断地＂发现问题，解决问题，基于量变，促成质变＂。
（2）准备一支黑笔，一支红笔，一支铅笔（橡皮），一个能每天装在衣袋的日常记录本，多个做题本与改错本。
（1）黑笔用来做题，以及标注已经会做，且无需进行第二遍的题。自己做过的每道题，必须留下痕迹。比如，对于例题，做完后如果正确，可以在题干上打个对勾；对于选择题，填空题，做完后如果正确，要写上答案；对于解答题，做完后如果正确，要留下过程或者打勾；等等。
（2）红笔用来标注错误，以及做记号。凡是自己学不懂的知识点，一律用红笔打问号（解决后，勾掉问号）；凡是第一次做错的题，一律用红笔改正（有需要时，写明出错原因）；凡是不会做的题，一律用红笔在题号上画个圈。
（3）铅笔用来作图，橡皮用来擦改，这是考试要求，且不伤原图。
（4）日常记录本用来把发现的问题及时记下，而后解决（解决后，勾掉）。在刻苦学习的整个过程中，必然伴随着大量的或大或小的问题，此时不记，过后则忘。
（5）做题本用来书写解题过程，默写背记内容。战士们参加的考试，都是考查反映在卷面上的功夫，所以必须勤动笔，学习往往是看无效，动笔有效。
（6）改错本用来改正那些自认为重要的错题，要写过程。运用改错本，日积月累，既能稳步提高能力，又利于归纳总结。
（3）所有标注的目的只有一个，就是让自己心知肚明。那些已经学会的，再做就是浪费时间；那些有错误，有疑问的，不尽快想办法解决就是隐患。在日后复习时，哪些不需再做，哪些需重做，甚至哪些需反复做，要做到一目了然。

其实，上面所说的也是一个人做事的规划问题。所以，有的人进步慢，有的人进步快。进步慢的人，重要因素就是反复做无用功，不得法则慢；进步快的人，重要因素就是一步一个脚印，得法则快。再次提醒大家，千万不要认为上面这些方式给学习带来了麻烦，这些才是正确有效的极佳方式，必将为你节省大量的宝贵时间！

## 四，明确方案，各科击破。

（1）理科的复习方案：
（1）首先要突破知识障碍，明确考查方向，为进行系统训练建立根基。我们出版发行的《崔爱功军考突破》，帮战士们解决了自学的难题。
（2）抓住那些考试原题，方法就是争取全做会。多年来，《军考教材》上面的某些题目，就是在给战士们送分，白送的分一定要拿到手；但要注意，真正的竞争差距不在那几道题上。
（3）系统训练，天道酬勤，能者居上。军考选拔的是那些能力拔尖的人才，那些人的能力是靠练出来的。我们出版发行的多种配套基础，模拟，真题详解汇编等针对性资料，帮战士们解决了材料不足的难题。
（4）熟记理科的所有公式，且要达到能够运用的水平。有些公式无需理解，背下来会用就可以；有些公式必须理解，不理解就不会用。
（5）复习数学，物理，化学等的具体方法，详见各科复习指导。
（2）文科的复习方案：
（1）突破知识障碍方面，与理科同。
（2）抓住考试原题方面，与理科同。
（3）系统训练方面，与理科同。
（4）学习文科的一个难题就是背记。在这个过程中，一方面要做好自我监督，自我检查；另一方面要下足功夫，看了不行你就读，读了不行你就写。总之，该背的就要背下来。
（5）复习语文，英语，政治，历史，地理，军政等的具体方法，详见各科复习指导。

## 五，无路可走，唯有努力！

非凡的成就，全靠最平凡的劳动酿成。参加军考，就不要心存侥幸，懒散安逸，更不要心存走关系，考场作弊等幻想，这些都会害了你；相反，你必须勤奋刻苦，不遗余力，就算咬破牙也要坚持下去，考试最终靠自己。

人生在世，勇敢一些，豁达一些，既要建立必胜的信心，又要具备不怕失败的勇气，这样的你，必将成功！

## 目 录

第一章 质点的直线运动 ..... 1
第一节 运动的基础知识 ..... 2
第二节 匀变速直线运动 ..... 5
第二章 力和牛顿运动定律 ..... 23
第一节 重力 弹力 摩擦力 ..... 24
第二节 力的合成与分解 ..... 30
第三节 牛顿运动定律 ..... 38
第三章 曲线运动和万有引力 ..... 57
第一节 运动的合成与分解 平拋运动 ..... 58
第二节 匀速圆周运动 ..... 65
第三节 万有引力定律 ..... 70
第四章 功和能 ..... 85
第一节 功和功率 动能定理 ..... 86
第二节 机械能和机械能守恒 ..... 97
第五章 冲量和动量 ..... 113
第一节 冲量，动量和动量定理 ..... 114
第二节 动量守恒及其应用 ..... 118
第六章 机械振动和机械波 ..... 136
第一节 机械振动 ..... 137
第二节 机械波 ..... 144
第七章 热 学 ..... 162
第一节 物质组成，分子运动和物体内能 ..... 163
第二节 理想气体状态方程 ..... 170
第八章 电 场 ..... 186
第一节 电荷守恒定律 ..... 187
第二节 电势差，电势和电势能 ..... 193
第三节 静电平衡 ..... 199
第四节 电容 电容器 ..... 200
第五节 带电粒子在电场中的运动 ..... 203
第九章 电 路 ..... 218
第一节 电流，电阻，电功及电功率 ..... 219
第二节 闭合电路 ..... 225
第十章 磁 场 ..... 245
第一节 磁场及其对电流的作用 ..... 246
第二节 磁场对运动电荷的作用 ..... 252
第十一章 电磁感应 ..... 269
第一节 电磁感应现象 ..... 270
第二节 法拉第电磁感应定律 ..... 275
第十二章 交变电流和电磁波 ..... 302
第一节 交变电流 ..... 303
第二节 变压器和远距离输电 ..... 310
第三节 电磁振荡和电磁波 ..... 315
第十三章 光 学 ..... 326
第一节 光的反射 ..... 327
第二节 光的折射 ..... 328
第三节 光电效应 ..... 335
第十四章 原子和原子核 ..... 345
第一节 原子结构 ..... 346
第二节 衰变及核反应方程 ..... 347

## 第一章 质点的直线运动

## 复习方向指导：

本章内容重点为匀变速直线运动规律的应用，要熟练掌握匀变速直线运动的位移公式，速度公式，平均速度的公式．本章还引入了很多概念，比如质点，加速度，位移，时间，时刻等，这些也要理解，为以后的应用打下坚实的基础。

## 复习要求：

1．理解运动学量的意义（时间，位移，速度，加速度），掌握匀速直线运动的公式及应用．
2．理解变速运动的平均速度和瞬时速度；理解匀变速直线运动的加速度；掌握匀变速直线运动的公式及其应用。

3．理解运动的位移一时间图像（ $x-t$ 图像）；速度一时间图像（ $v-t$ 图像）的意义，学会应用图像解决实际问题。

本章 2011 年一2022年真题涉及的考点

| 内容 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| 运动学的基本量 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 运动学规律 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

说明：以上是历年考试所涉及的知识点以及考试题型的统计，表格只是对过去考试内容的统计，不要作为以后考试题目必然性的推断依据。在今后的讲解中，重点考查过的内容称为＂考点＂，没有重点考查过的内容称为＂知识点＂，以后不再说明．

## 第一节 运动的基础知识

## 1－1－1 知识点 质点，参考系

1．参考系：为了研究物体的运动而选作不动的物体．参考系可以任意选取．通常以地面或相对于地面不动的物体为参考系来研究物体的运动。

2．质点：用来代替物体的有质量而没有形状和大小的点．它是一个理想化的物理模型．
特别提醒：
（1）物体能否看成质点，不是以物体的大小为依据的，体积大的物体有时可以看作质点，体积小的物体有时不能看成质点。
（2）同一物体，有时可看成质点，有时不能，物体能否视为质点，要看物体本身的大小和形状对所研究问题的影响能否忽略。

例1 下列物体，可视为质点的是（ ）
A．研究＂神舟十号＂飞船的轨道高度
B．研究地球自转
C．跳水比赛中的运动员
D．表演旋转动作的运动员
【详解】运行中的＂神舟十号＂离地面高度与其自身大小相比，可以忽略自身大小而视为质点；研究地球自转时，要考虑地球的姿态，不能当成质点；而跳水运动员和滑冰运动员，都要研究其动作的优美，也不能视为质点．故选 A．

【点评】本题要点是，形状和大小对要研究的问题有影响时，不能看成质点，反之可以看成质点．

例2 以下几种关于质点的说法，你认为正确的是（ ）
A．只有体积很小或质量很小的物体才可以视为质点
B．只要物体运动得不是很快，物体就可以视为质点
C．质点是一种特殊的实际物体
D．物体的大小和形状在所研究的问题中起的作用很小，可以忽略不计时，我们就可以把物体视为质点

【详解】物体能否看成质点不是以体积的大小或速度的大小为标准，而是若把物体看成质点后会不会影响所研究的问题，比如原子很小，但我们要研究原子结构时就不能看成质点，火车很大，但研究火车由北京开到广州所用的时间时，就可以把火车看成质点；质点是一种理想化模型，客观是不存在的．故选 D．

例 3 两辆汽车在平直公路上运动，甲车中一人看到乙车没有运动，而乙车中一人看见路旁的树木向西移动，如果以大地为参考系，那么上述观察说明（ ）

A．甲车不动，乙车向东运动
B．乙车不动，甲车向东运动
C．甲车向西运动，乙车向东运动
D．甲，乙两车以相同的速度都向东运动
【详解】乙车中一人看见路旁的树木向西移动，是以自己为参照物，说明自己相对于树木向东移动；甲车中一人看到乙车没有运动，说明甲乙两车运动情况相同，故选 D．

## 1－1－2 知识点 时间和时刻

1．时刻指某一瞬间，在时间轴上用点来表示．对应的是位置，速度，动能等状态量．
2．时间是两时刻间的间隔．在时间轴上用线段来表示，对应的是位移，路程，功等过程量．


例1 关于时间和时刻，下列说法正确的是（ ）
A．时间很长，时刻很短
B．第 4 s 内和 4 s 内都是一段时间间隔
C．时光不能倒流，因此时间是矢量
D．＂北京时间 10 点整＂指的是时刻
【详解】时间为时间间隔的简称，在时间轴上对应一段距离，可长可短，时刻是指时间点，在时间轴上对应的是一个点，所以 A 错误；第 4 s 内和 4 s 内都指的是时间间隔，故 B 正确；时间是标量，没有方向，所以 C 错误；北京时间 10 点整是指时间点，是时刻， D 正确．故选 BD ．

例2 如图所示的时间轴，下列时刻和时间间隔的说法中正确的是（ ）


A．$t_{2}$ 表示时刻，称为第 2 s 末或第 3 s 初，也可以称为 2 s 内
B．$t_{n-1} \sim t_{\mathrm{n}}$ 表示时间间隔，称为第 $n \mathrm{~s}$ 内
C．$t_{0} \sim t_{2}$ 表示时间间隔，称为最初 2 s 或第 2 s 内
D．$t_{n-1}$ 表示时刻，称为第 $(n-1) \mathrm{s}$
【详解】 $t_{2}$ 表示时刻，称为第 2 秒末或第 3 秒初，但不能称为 2 s 内， 2 s 内表示时间间隔，故 A 错误；$t_{n-1} \sim t_{\mathrm{n}}$ 表示时间间隔，称为第 $n$ 秒内，故 B 正确；$t_{0} \sim t_{2}$ 表示时间间隔，称为最初 2秒或 2 s 内，不是第 2 s 内，故 C 错误；$t_{n-1}$ 表示时刻，称为第 $n$ 秒初或第 $(n-1) \mathrm{s}$ 末，故 D 错误．故选 B．

## 1－1－3 知识点 位移和路程

1．位移：表示质点的位置变动，是质点由初位置指向末位置的有向线段，是矢量．
2．路程：表示质点位置移动的路径，是质点运动轨迹的长度．
联系：一般情况下，路程大于位移的大小，在单向直线运动中，路程等于位移的大小．
例1 下列关于位移和路程的说法，正确的是（ ）
A．位移和路程的大小总相等，但位移是矢量，路程是标量
B．位移描述的是直线运动，路程描述的是曲线运动
C．位移取决于物体的始末位置，路程取决于物体的实际运动路径
D．运动物体的路程总大于位移
【详解】位移的定义是：由初位置指向末位置的有向线段；而路程是所运动轨迹的长度，位移和路程只有在直线无往返时大小才相等，所以 AD 错；由位移和路程的定义可知，选项 C 正确，B 错误．故选 C．

【点评】考查位移和路程的关系，深刻理解位移，路程的定义，就能发现两者的不同，以及大小的关系。

例2 下列关于位移和路程的说法中正确的是（ ）
A．位移的大小总是小于路程
B．质点沿不同的路径由 $A$ 到 $B$ ，路程可能不同而位移一定相同
C．只要物体发生了一段位移，则它一定通过了一段路程

D．运动会上参加 400 m 比赛的同一组的 8 位同学，他们通过的路程和位移都是相同的
【详解】位移的大小一般小于路程，只有当物体做单向直线运动时，两者才相等， A 错；质点沿不同的路径由 $A$ 到 $B$ ，初末位置相同，则位移相同，如果运动轨迹不同，则路程不同， B正确；物体发生了位移，它一定通过了一段路程，但物体通过了一段路程，它发生的位移可能为零，C 正确；运动操场为弯道，故在运动会上，由于 400 m 比赛中 8 位同学的起点不同，他们的位移也不同，但路程相同，D 错．故选 BC．

## 1－1－4 知识点 速度

（1）平均速度：物体的位移与发生这段位移所用时间的比值，用 $\bar{v}$ 表示，即 $\bar{v}=\frac{s}{t}$ ，平均速度是矢量，方向与位移方向相同。
（2）瞬时速度：运动物体在某一时刻（或某一位置）的速度．瞬时速度是矢量，方向沿轨迹上该点的切线方向且指向前进的一侧．
（3）速率：
（1）定义：直线运动中，物体瞬时速度的大小叫速率．
（2）标矢性：速率是标量，只有大小，没有方向．
（3）平均速率：物体的路程与发生这段路程所用时间的比值，是标量，平均速率大于等于平均速度的大小．

例 1 一个物体朝着某方向做直线运动，在时间 $t$ 内的平均速度是 $v$ ，紧接着 $\frac{t}{2}$ 内的平均速度是 $\frac{v}{2}$ ，则物体在这段时间 $\frac{3 t}{2}$ 内的平均速度是（）
A．$v$
B．$\frac{2}{3} v$
C．$\frac{3}{4} v$
D．$\frac{5}{6} v$

【详解】 $t$ 内位移 $s_{1}=v t, \frac{t}{2} \mathrm{~s}$ 内位移 $s_{2}=\frac{v}{2} \times \frac{t}{2}=\frac{v t}{4}$ ，全程平均速度 $\bar{v}=\frac{v t+\frac{1}{4} v t}{\frac{3}{2} t}=\frac{5}{6} v$ ，所以 D 对．

例 2 一物体做直线运动，前一半时间内平均速率为 $v_{1}$ ，后一半时间内平均速率为 $v_{2}$ ，则全程的平均速率为 $\qquad$。
【详解】设前一半时间为 $t$ ，由平均速率的定义得 $\bar{v}=\frac{s}{t}$ ，全程的平均速率为 $v=\frac{v_{1} t+v_{2} t}{2 t}=$ $\frac{v_{1}+v_{2}}{2}$ ．

例 3 一同学绕着 200 m 的操场做圆周运动，运动一周所用时间为 50 s ，则平均速度为 $\qquad$ ，平均速率为 $\qquad$ ．
【详解】运动一周的位移为零，所以平均速度为零；平均速率为 $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{200}{50} \mathrm{~m} / \mathrm{s}=4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ．

## 1－1－5 知识点 加速度

（1）物理意义：加速度是描述速度变化快慢的物理量．
（2）定义：在匀变速直线运动中，速度的变化 $\Delta v=v_{t}-v_{0}$ 跟发生这一变化所用时间 $\Delta t$ 的比值．
（3）定义式：$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_{t}-v_{0}}{t}$
（4）标矢性：加速度是矢量，匀变速直线运动中方向与速度变化 $\Delta v$ 的方向一致，但 $a$ 的方向与速度 $v$ 的方向无关。在直线运动中，$a$ 的方向与 $v$ 的方向共线。
（5）当加速度 $a$ 与速度 $v_{0}$ 方向相同时，速度增加，反之速度则减小．
想一想：
（1）某物体的加速度 $a=-3 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，该物体一定做减速运动吗？
（2） $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ 的加速度比 $-3 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ 的加速度大吗？
提示：
（1）物体是加速还是减速，取决于 $a$ 和 $v$ 的方向是相同还是相反，加速度为负值仅表示加速度的方向与规定的正方向相反。但该物体不一定做减速运动。
（2）加速度的正负表示加速度的方向，其数值大小表示加速度的大小。

例1 下列关于速度和加速度的描述，正确的是（ ）
A．加速度增大，速度一定增大
B．速度改变量越大，加速度越大
C．物体有加速度，速度就一定增大
D．速度很大的物体，其加速度可以很小

【详解】加速度增大，说明速度变化得越来越快，若物体做减速运动，则速度减小得越来越快，故不能根据加速度增大来断定速度一定增大，A 错误；加速度等于速度的改变量与改变速度所用时间的比值，时间长，加速度也不一定大，故 B 错误；物体有加速度，说明物体的速度有变化，但不能表明速度是增大的，判断速度是否增大，要看速度方向与加速度方向的关系，故 C 错误；在空中做匀速飞行的飞机，速度可以很大，但加速度却可以很小，甚至为零，故 D是正确的。

【点评】考查速度和加速度的关系，要搞清这一关系，最根本的还是从速度和加速度的定义上去区分。

例 2 足球以 $8 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 的速度飞来，运动员把它以 $12 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 的速度反向踢出，踢球时间为 0.2 s ，设球飞来的方向为正方向，则足球在这段时间内的加速度为（ ）
A．$-200 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
B． $200 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
C．$-100 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
D． $100 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$

【详解】由加速度公式可得 $a=\frac{v_{t}-v_{0}}{t}=\frac{-12-8}{0.2} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}=-100 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，其中的负号说明加速度方向与规定的正方向相反．故选 C．

## 第二节 匀变速直线运动

## 1－2－1 考点 匀变速直线运动规律

1．定义：加速度恒定的（大小方向都不变）直线运动叫匀变速直线运动。
2．基本公式
（1）速度公式：$v_{t}=v_{0}+a t$
（2）位移公式：$x=v_{0} t+\frac{1}{2} a t^{2}$

例1 关于匀变速直线运动，下列说法正确的是（ ）
A．匀加速直线运动的加速度是不断增加的
B．匀减速直线运动的加速度是不断减小的
C．匀变速直线运动是加速度不变的直线运动
D．匀变速直线运动的加速度与速度方向总是相同的
【详解】匀变速直线运动，有匀加速直线运动和匀减速直线运动，它们都是加速度不变的运动，但是加速度与速度的方向可能相同（匀加速），也可能相反（匀减速），所以故选 C．

【点评】考查对匀变速直线运动的理解，正确理解概念是深入的前提．
例 2 以 $12 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 的速度行驶的汽车，紧急刹车后加速度大小是 $5 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，求：
（1）刹车后 2 s 末的速度；
（2）速度刚好减为零时的时间；
（3） 2 s 内汽车的位移是多少？
【详解】（1）由公式 $v_{t}=v_{0}+a t$ 得
$v_{2}=12 \mathrm{~m} / \mathrm{s}+(-5) \times 2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}=2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$（由于是减速运动，加速度方向与速度方向相反，所以初速为正，加速度就要代入负值）
（2）由公式 $v_{t}=v_{0}+a t$ 得 $t=\frac{v_{t}-v_{0}}{a}=\frac{0-12}{-5} \mathrm{~s}=2.4 \mathrm{~s}$
（3）由位移公式 $s=v_{0} t+\frac{1}{2} a t^{2}$ 得 $s_{2}=12 \times 2 \mathrm{~m}+\frac{1}{2} \times(-5) \times 2^{2} \mathrm{~m}=14 \mathrm{~m}$
例3（2004军考真题）由静止出发作匀加速直线运动的物体前 3 s 内的位移是 54 m ，该物体在第 3 s 内的位移为（ ）
A． 18 m
B． 24 m
C． 30 m
D． 36 m

【详解】根据初速度为零的匀加速直线运动的规律，前 3 s 内的位移 $x_{3}=\frac{1}{2} a t_{3}^{2}$ ，所以加速度 $a=\frac{2 x_{3}}{t_{3}{ }^{2}}=\frac{2 \times 54}{3^{2}} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}=12 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，
前两秒内的位移 $x_{2}=\frac{1}{2} a t_{2}^{2}=24 \mathrm{~m}$ ，
所以第 3 s 内的位移为 $x_{3}-x_{2}=30 \mathrm{~m}$ ．故选 C．
【点评】本题涉及的内容有：匀变速直线运动的规律，时间和时刻，以及时间关联，位移关联的问题，重点考查考生对匀变速直线运动的理解和灵活应用。其中正确理解时间和时刻（前 3 s ，第 3s）的确切含义是解决该题的关键。

例 4 某物体沿 $x$ 轴运动，它的 $x$ 坐标与时刻 $t$ 的函数关系为：$x=\left(4 t+2 t^{2}\right) \mathrm{m}$ ，则它的初速度和加速度分别是（ ）
A． $0 ; 4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
B． $4 \mathrm{~m} / \mathrm{s} ; 2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
C． $4 \mathrm{~m} / \mathrm{s} ; 0$
D． $4 \mathrm{~m} / \mathrm{s} ; 4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$

【详解】由 $x=\left(4 t+2 t^{2}\right) \mathrm{m}$ 和物体做匀加速运动的位移公式 $x=v_{0} t+\frac{1}{2} a t^{2}$ 比较，可知 $v_{0}=4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ， $a=4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，所以 D 正确．

【点评】本题解答思路极具特点，熟练掌握这一方法，可以解决一类问题．
例5（2021 军考真题）物体做匀加速直线运动，连续经过两段距离为 16 m 的路程，第一段用时 4 s ，第二段用时 2 s ，则物体的加速度大小是（ ）
A．$\frac{2}{3} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
B．$\frac{4}{3} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
C．$\frac{8}{9} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
D．$\frac{16}{9} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$

【详解】设初速度为 $v_{0}$ 加速度为 $a$ ，则根据公式 $x=v_{0} t+\frac{1}{2} a t^{2}$ 列出表达式： $16=v_{0} \times 4+\frac{1}{2} a \times 4^{2}$ ， $32=v_{0} \times 6+\frac{1}{2} a \times 6^{2}$ ，可得 $a=\frac{4}{3} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ．故选 B．
（3）速度位移关系式：$v_{t}^{2}-v_{0}^{2}=2 a x$

例 6 物体的初速度为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，加速度为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，当它的速度增大到 $6 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 时，所通过的路程为多少？

【详解】由位移公式 $v_{t}^{2}-v_{0}^{2}=2 a s$ 得 $s=\frac{v_{t}^{2}-v_{0}^{2}}{2 a}=\frac{6^{2}-2^{2}}{2 \times 2} \mathrm{~m}=8 \mathrm{~m}$ ．
例 7 汽车的初速度 $10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，因故刹车，加速度大小为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，当汽车的速度为 $4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 时汽车滑行的距离为多少？

【详解】由位移公式 $v_{t}^{2}-v_{0}^{2}=2 a s$ 得 $s=\frac{v_{t}^{2}-v_{0}^{2}}{2 a}=\frac{4^{2}-10^{2}}{2 \times(-2)} \mathrm{m}=21 \mathrm{~m}$（减速运动时 $a$ 代入负值）．
例 8 做匀加速直线运动的物体，速度从 $v$ 增加到 $2 v$ 时经过的位移是 $s$ ，则它的速度从 $2 v$增加到 $4 v$ 经过的位移是 $\qquad$。
【详解】由公式 $v_{t}^{2}-v_{0}^{2}=2 a s$ 可得 $4 v^{2}-v^{2}=2 a s, ~ 16 v^{2}-4 v^{2}=2 a s^{\prime}$ ，可得 $s^{\prime}=4 s$ ．
例 9 光滑斜面的长度为 $L$ ，一物体由静止从斜面顶端沿斜面滑下，若该物体滑到底部时的速度为 $v$ ，则物体下滑到 $\frac{L}{2}$ 处的速度为（ ）
A．$\frac{v}{\sqrt{2}}$
B．$\frac{v}{2}$
C．$\frac{\sqrt{3} v}{3}$
D．$\frac{v}{4}$

【详解】设下滑的加速度为 $a$ ，由位移公式 $v^{2}=2 a L$ 可得 $a=\frac{v^{2}}{2 L}$ ，当下滑 $\frac{L}{2}$ 时，由公式可得 $v^{\prime}=\sqrt{2 a \frac{L}{2}}=\sqrt{2 \cdot \frac{v^{2}}{2 L} \cdot \frac{L}{2}}=\frac{v}{\sqrt{2}}$ ．故选 A．
（4）匀变速直线运动的平均速度： $\bar{v}=\frac{1}{2}\left(v_{0}+v_{t}\right)$

例 10 一物体由静止开始做匀加速直线运动，速度达到 $8 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 时，立即做匀减速运动，直到速度减为零，整个过程中用时 10 s ，则物体通过的总位移为 $\qquad$。
【详解】加速阶段的平均速度为 $\bar{v}=\frac{0+8}{2}=\frac{8}{2}=4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，减速阶段平均速度 $\bar{v}=\frac{8+0}{2}=\frac{8}{2}=4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，可见整个过程中平均速度相同，则整个过程的位移为 $s=\bar{v} t=4 \times 10 \mathrm{~m}=40 \mathrm{~m}$ ．

例 11 物体作匀加速直线运动，从某一时刻算起，经过 54 m 用时 9 s ，再经过 54 m 又用时 6 s ，则物体的加速度大小为多少？

【详解】分析如下图所示

$v_{1}=\frac{v_{A}+v_{B}}{2}=\frac{54}{9}=6 \mathrm{~m} / \mathrm{s} \quad v_{2}=\frac{v_{B}+v_{C}}{2}=\frac{54}{6}=9 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
前 9 s 中间时刻的速度为 $v_{1}=\frac{v_{A}+v_{B}}{2}=\frac{54}{9}=6 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，
后 6 s 中间时刻的速度为 $v_{2}=\frac{v_{B}+v_{C}}{2}=\frac{54}{6}=9 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
加速度 $a=\frac{v_{2}-v_{1}}{t}=\frac{9-6}{3+4.5}=0.4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$

例12（2007 军考真题）汽车刹车做匀减速直线运动， 4 s 后速度减为原来的 $\frac{4}{5}$ ，滑行了 216 m ，则（ ）
A．刹车时速度的大小为 $60 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
B．刹车时加速度的大小为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
C．刹车后 30 s ，汽车滑行了 450 m
D．刹车后 30 s ，汽车滑行了 600 m

【详解】由题意可得 4 s 内的平均速度 $\bar{v}=\frac{216}{4}=54 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，又根据匀变速规律 $\bar{v}=\frac{1}{2}\left(v_{0}+\frac{4}{5} v_{0}\right)=\frac{9}{10} v_{0}$ ，解得 $v_{0}=60 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，所以 A 正确；加速度 $a=\frac{1}{t}\left(v_{0}-\frac{4}{5} v_{0}\right)=3 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，减速到零运动的总时间为 $t_{1}=\frac{v_{0}}{a}=20 \mathrm{~s}$ ，前进距离 $s=\frac{1}{2} v_{0} t_{1}=600 \mathrm{~m}, 30 \mathrm{~s}$ 时汽车已经停止了 10 s ，故前进距离为 600 m ．故选 AD．
【点评】本题涉及匀变速直线运动中速度，位移和平均速度公式的用法．重点考查了匀变速直线运动中平均速度公式的理解和运用．要求结合实际情况，一旦汽车速度减为零，将停止不动，确定位移时要考虑该情况．

例13（2020 军考真题）如图所示，以 $8 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 匀速行驶的汽车即将通过路口，绿灯还有 2 s将熄灭变为红灯，此时汽车距离停车线 18 m ．该车加速时最大加速度大小为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，减速时最大加速度大小为 $5 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，此路段允许的最大速度大小为 $12.5 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，下列说法正确的是（ ）


A．如果立即做匀加速运动，在红灯点亮前汽车可能通过停车线
B．如果立即做匀加速运动，在红灯点亮前通过停车线时汽车一定超速
C．如果立即做匀减速运动，在红灯点亮前汽车一定会通过停车线
D．如果汽车先匀速行驶，然后距离停车线 10 m 处开始减速，在红灯点亮时汽车恰好停在停车线处
【详解】如果立即做匀加速运动，加速到 $12.5 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 所用的时间为 $t=\frac{\Delta v}{a}=\frac{12.5-8}{2} \mathrm{~s}=2.25 \mathrm{~s}$ ， 2 s 内通过的距离为 $x=v_{0} t+\frac{1}{2} a t^{2}=8 \times 2+\frac{1}{2} \times 2 \times 4 \mathrm{~m}=20 \mathrm{~m}$ ，则 A 正确；如果立即做匀减速运动，减速到停止所用的时间为 $t_{1}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{8}{5} \mathrm{~s}=1.6 \mathrm{~s}$ ，此时间内通过的距离为 $x_{1}=v_{0} t-\frac{1}{2} a t^{2}=8 \times 1.6-$ $\frac{1}{2} \times 5 \times 1.6^{2} \mathrm{~m}=6.4 \mathrm{~m}$ ，红灯点亮前汽车不会通过停车线，所以 CD 错误．故选 A．

3．初速度为零的匀加速直线运动中的两个重要结论：
（1）连续相等时间内的位移之比为：$S_{\mathrm{I}}: S_{\mathrm{II}}: S_{\mathrm{III}}: \cdots: S_{N}=1: 3: 5: \cdots:(2 N-1)$
（2）通过连续相等的位移所用时间之比：

$$
t_{1}: t_{2}: t_{3}: \cdots: t_{n}=1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}): \cdots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})
$$

例 14 一辆汽车从静止开始做匀加速直线运动，第 2 s 内，第 3 s 内，第 4 s 内的位移比为

【详解】根据规律可得第 1 s 内，第 2 s 内，第 3 s 内，第 4 s 内位移比为 $1: 3: 5: 7$ ，所以第 2 s 内，

第 3 s 内，第 4 s 内位移比为 3：5：7．
例 15 完全相同的三块木块并排固定在水平面上，一颗子弹以速度 $v$ 水平射入，若子弹在木块中做匀减速直线运动，且穿过第三块木块后速度恰好为零，则子弹依次射入每块木块时的速度之比和穿过每块木块所用时间之比为（ ）
A．$v_{1}: v_{2}: v_{3}=3: 2: 1$
B．$v_{1}: v_{2}: v_{3}=(\sqrt{3}-\sqrt{2}):(\sqrt{2}-1): 1$
C．$t_{1}: t_{2}: t_{3}=1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2})$
D．$t_{1}: t_{2}: t_{3}=(\sqrt{3}-\sqrt{2}):(\sqrt{2}-1): 1$

【详解】子弹穿过木块做匀减速运动，并且末速度恰好为零，此运动过程可以看做是初速度为零的匀加速直线运动，并且通过连续相等的位移，时间比为 $1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2})$ ，匀加速运动的速度分别为 $v_{3}=a \times 1, v_{2}=a \times(\sqrt{2}-1+1)=\sqrt{2} a, ~ v_{1}=a \times(\sqrt{3}-\sqrt{2}+\sqrt{2}-1+1)=\sqrt{3} a$ ，还原到匀减速运动中速度之比为 $\sqrt{3}: \sqrt{2}: 1$ ，时间比就为 $(\sqrt{3}-\sqrt{2}):(\sqrt{2}-1): 1$ ．故选 D．


例16 一列火车由静止开始做匀加速直线运动，一个人站在第 1 节车厢前端的站台前观察，第 1 节车厢通过他历时 2 s ，全部车厢通过他历时 8 s ，忽略车厢之间的距离，车厢长度相等，求：
（1）这列火车共有多少节车厢？
（2）第 9 节车厢通过他所用的时间为多少？
【详解】（1）初速度为零的匀加速直线运动的物体连续相等位移所用时间之比为 $t_{1}: t_{2}: t_{3}: \ldots: t_{n}=1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}): \ldots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$ ．
$\frac{t_{1}}{t}=\frac{1}{1+\sqrt{2}-1+\sqrt{3}-\sqrt{2} \cdots+\sqrt{n}-\sqrt{n-1}}=\frac{1}{\sqrt{n}}$ ，所以 $\frac{1}{\sqrt{n}}=\frac{2}{8}$ 得 $n=16$
（2）设第 9 节车厢通过他所用时间为 $t_{9}, \frac{t_{1}}{t_{9}}=\frac{1}{\sqrt{9}-\sqrt{8}}$ 得 $t_{9}=(\sqrt{9}-\sqrt{8}) t_{1}=(6-4 \sqrt{2}) \mathrm{s}$ ．

4．匀变速直线运动在连续相等时间 $T$ 内的位移差：$s_{2}-s_{1}=s_{3}-s_{2}=\ldots \ldots=\Delta s=a T^{2}$

例 17 一小球沿一光滑斜坡匀加速滚下，依次经过 $A, ~ B, ~ C$ 三点．已知 $A B=6 \mathrm{~cm}, B C=10 \mathrm{~cm}$ ，小球经过 $A B$ 和 $B C$ 两段所用时间均为 0.2 s ，则小球经过 $A$ 点的速度大小为多少？

【详解】 $A B$ 与 $B C$ 经过的时间都是 0.2 s ，且运动过程为匀变速直线运动，根据公式 $\Delta x=a t^{2}$ 得 $a=\frac{\Delta s}{t^{2}}=\frac{0.1-0.06}{0.04} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}=1 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$

对 $A B$ 段应用位移公式 $s=v_{0} t+\frac{1}{2} a t^{2}$ 得 $v_{A}=\frac{2 s-a t^{2}}{2 t}=\frac{2 \times 0.06-1 \times 0.04}{0.4} \mathrm{~m} / \mathrm{s}=0.2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ．

## 1－2－2 知识点 自由落体

1．自由落体运动的定义：从静止开始，只在重力作用下的运动叫自由落体运动．运动规律：把匀变速直线运动公式中的 $a$ 换成 $g$ ，而初速度记做零处理即可得到．
$h=\frac{1}{2} g t^{2} ; \quad v=g t$

例 1 一物体作自由落体运动，落地时的速度为 $30 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，则它下落高度是 $\qquad$ m．它在前 2 s 内的平均速度为 $\qquad$ $\mathrm{m} / \mathrm{s}$ ，它在最后 1 s 内下落的高度是 $\qquad$ m （ $g$ 取 $10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ）。

【详解】根据 $v_{t}^{2}-v_{0}^{2}=2 g h$ 可得 $h=\frac{v_{t}^{2}-v_{0}^{2}}{2 g}=45 \mathrm{~m}$ ，前 2 s 内的位移 $h_{1}=\frac{1}{2} g t^{2}=20 \mathrm{~m}$ ，则平均速度 $\bar{v}=\frac{h_{1}}{t}=\frac{20}{2}=10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，由 $v_{t}=v_{0}+a t$ 可得其下落的总时间为 $t=\frac{30}{g}=3 \mathrm{~s}$ ，所以最后一秒下落的距离 $h_{2}=45-20=25 \mathrm{~m}$ ．故填： $45 ; 10 ; 25$ ．

例 2 物体从高 $h$ 处做自由落体的平均速度是 $20 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，则 $h$ 为 $\left(g\right.$ 取 $\left.10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}\right)(\quad)$
A． 20 m
B． 40 m
C． 80 m
D． 160 m

【详解】由 $h=\frac{1}{2} g t^{2}$ 得 $t=\sqrt{\frac{2 h}{g}}$ ，根据平均速度公式： $\bar{v}=\frac{h}{t}=h \sqrt{\frac{g}{2 h}}=20 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 得：$h=80 \mathrm{~m}$ ．
例3 如图所示，屋檐距窗口的距离为 $h=0.8 \mathrm{~m}$ ，窗口的高度为 $s=1 \mathrm{~m}$ ，屋檐上的一个水滴从静止下落，经过窗口的时间是多少？（空气阻力不计，$g$ 取 $10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ）


【详解】雨滴下落 $h$ 高度所用时间设为 $t_{1}$ ，下落 $h+s$ 高度所用时间设为 $t_{2}$ ．
下落 $h$ 高度过程由 $h=\frac{1}{2} g t_{1}{ }^{2}$ ，得 $t_{1}=\sqrt{\frac{2 h}{g}}=0.4 \mathrm{~s}$
下落 $h+s$ 高度过程由 $h+s=\frac{1}{2} g t_{2}{ }^{2}$ ，得 $t_{2}=\sqrt{\frac{2(s+h)}{g}}=0.6 \mathrm{~s}$
故经过窗口的时间为 $\Delta t=t_{2}-t_{1}=(0.6-0.4) \mathrm{s}=0.2 \mathrm{~s}$
【点评】本题考查自由落体运动时间的计算。
例 4 一物体做自由落体运动，它在落地前的最后 2 s 内下落的距离恰为全程的 $\frac{3}{4}$ ，则该物体是从距地面 $\qquad$ m 的高处下落的（ $g$ 取 $10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ）．
【详解】设全程的时间为 $t$ ，由题意得 $\left[\frac{1}{2} g(t-2)^{2}\right]:\left[\frac{1}{2} g t^{2}\right]=1-\frac{3}{4}=\frac{1}{4}$ ，解得 $t=4 \mathrm{~s}$ ．总高度 $h=\frac{1}{2} g t^{2}=80 \mathrm{~m}$ ．故填： 80 ．
【点评】考查对自由落体运动的理解与应用，只要熟练掌握公式，根据题意给出的关系列方程可得到结果。

例 5 一个物体从某电视塔顶上自由落下，落地前最后 200 m 所用的时间为 4 s ，则该电视塔的高度为 $\qquad$ m ．（空气阻力不计，$g$ 取 $10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ）
【详解】设总时间为 $t$ 由题意得：$\frac{1}{2} g t^{2}-\frac{1}{2} g(t-\Delta t)^{2}=\Delta h$ ．
其中 $\Delta t=4 \mathrm{~s}, \Delta h=200 \mathrm{~m}$ ，代入数据解得 $t=7 \mathrm{~s}$ ，所以高度 $h=\frac{1}{2} g t^{2}=245 \mathrm{~m}$ ．故填： 245 ．
【点评】本题涉及自由落体运动公式的运用．重点考查应用自由落体规律求解不同物理量的能力．

2．坚直上抛运动的定义：物体具有一个坚直向上的初速度，加速度为重力加速度的运动．
（1）上升过程到最高点，末速度为零，即 $v_{t}=0$ ，加速度 $a=g$ ，为匀减速直线运动．
（2）下降过程：自由落体运动。
（3）将上升和下降过程统一看成是初速度 $v_{0}$ 向上，加速度 $g$ 向下的匀变速直线运动，速度公式：$v_{t}=v_{0}-g t$ ；位移公式：$x=v_{0} t-\frac{1}{2} g t^{2}$
（4）坚直上抛运动的对称性和多解性：由于上升和下降过程具有对称性，因此处于同一高度时，满足题意的时间和过程有两种情况。

例 6 如果不计空气阻力，要使一颗礼花弹上升至 320 m 高处，在地面发射时，坚直向上的初速度至少为（ $\quad\left(g=10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}\right)$
A． $40 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
B． $60 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
C． $80 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
D． $100 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$

【详解】刚好能到 320 m 时，末速度为零，由公式 $v_{t}^{2}-v_{0}^{2}=-2 g h$ 得 $v_{0}=80 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ．
例 7 以 $40 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 的初速度坚直上抛一个物体，重力加速度 g 取 $10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，求：
（1）上升到最高点所用的时间；
（2） 5 s 内物体的位移和路程；
（3）位移为 60 m 时，所用的时间。
【详解】（1）上升到最高点时速度为零，由公式得 $t=\frac{0-v_{0}}{-g}=\frac{40}{10}=4 \mathrm{~s}$
（2）由位移公式得 $h=v_{0} t-\frac{1}{2} g t^{2}=40 \times 5-\frac{1}{2} \times 10 \times 5^{2}=75 \mathrm{~m}$
4 s 末物体上升到最高点，则 4 s 内的位移 $h_{1}=v_{0} t_{1}-\frac{1}{2} g t_{1}^{2}=40 \times 4-\frac{1}{2} \times 10 \times 4^{2}=80 \mathrm{~m}$
第 5 s 内物体做自由落体运动，第 5 s 内的位移 $h_{2}=\frac{1}{2} g t_{2}^{2}=\frac{1}{2} \times 10 \times 1^{2}=5 \mathrm{~m}$
所以 5 s 内物体的路程 $h=h_{1}+h_{2}=85 \mathrm{~m}$
（3）由位移公式 $h=v_{0} t-\frac{1}{2} g t^{2}$ 代入数值 $60=40 t-\frac{1}{2} \times 10 t^{2}$
解得 $t_{3}=2 \mathrm{~s}$（上升时）和 $t_{4}=6 \mathrm{~s}$（回落时）
例 8 从地面坚直上抛一物体，它两次经过 $A$ 点的时间间隔为 $t_{A}$ ，两次经过 $B$ 点的时间间隔为 $t_{B}$ ，则 $A B$ 相距为 $\qquad$。（已知 $t_{A}>t_{B}$ ）
【详解】示意图如下图所示

$A B$ 间的距离 $h=\frac{1}{2} g\left(\frac{t_{A}}{2}\right)^{2}-\frac{1}{2} g\left(\frac{t_{B}}{2}\right)^{2}=\frac{g}{8}\left(t_{A}^{2}-t_{B}^{2}\right)$

## 1－2－3 知识点 直线运动的图像

1．位移一时间图像 $(s-t$ 图像）


（1）图像意义：反映了做直线运动的物体位移随时间变化的规律．图线上任一点切线的斜率表示该时刻的速度的大小。
（2）匀速直线运动中，位移一时间图像是一条直线，直线的斜率等于物体的速度．
（3）上图中（右）$a$ ：速度和位移都为正；$b$ ：速度和位移都为负；$c$ ：静止；$d$ ：位移为正，速度为负；$e$ ：位移为负，速度为正。

例 1 一物体做直线运动，其位移 $x$ 与时间 $t$ 的关系如图所示，则物体（ ）


A．在 $t=1 \mathrm{~s}$ 时，速度为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
B．在 $t=1 \mathrm{~s}$ 时，加速度为 $3 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
C．在 $t=6 \mathrm{~s}$ 时，速度为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
D．在 $t=6 \mathrm{~s}$ 时，加速度为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
【详解】题图为位移随时间的关系图像，$t=1 \mathrm{~s}$ 时斜率表示速度为 $3 \mathrm{~m} / \mathrm{s}, \mathrm{A}, ~ \mathrm{~B}$ 错；$t=6 \mathrm{~s}$ 时，速度为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，C 对，D 错。故选 C

例2 两个物体 $a, ~ b$ 同时开始沿同一条直线运动。从开始运动起计时，它们的位移图像如图所示。关于这两个物体的运动，下列说法中正确的是（ ）


A．开始时 $a$ 的速度较大，加速度较小
B．$a$ 做匀减速运动，$b$ 做匀加速运动
C．$a, ~ b$ 速度方向相反，速度大小之比是 $2: 3$
D．在 $t=3 \mathrm{~s}$ 时刻 $a, ~ b$ 速度相等，恰好相遇
【详解】由图线可知，$a, ~ b$ 均做匀速直线运动，加速度都为零，开始时 $b$ 的速度较大．故 A错误，B 错误．$a, ~ b$ 图线的斜率为一正一负，知速度方向相反，速度大小之比为 $2: 3$ ．故 C 正确．在 $t=3 \mathrm{~s}$ 时，$a, ~ b$ 的位移相等，速度不等．故 D 错误．故选 C ．

例 3 甲，乙两车某时刻由同一地点沿同一方向开始做直线运动，若以该时刻作为计时起点，得到两车的位移一时间 $(x-t)$ 图像如图所示，则下列说法正确的是（ ）


A．$t_{1}$ 时刻乙车从后面追上甲车
B．$t_{1}$ 时刻两车相距最远
C．$t_{1}$ 时刻两车的速度刚好相等
D． 0 到 $t_{1}$ 时间内，乙车的平均速度小于甲车的平均速度
【详解】位移一时间图像的纵坐标表示的是相对原点的位置坐标，所以 $t_{1}$ 时刻甲，乙在同一位置，故 A 对 B 错；位移一时间图像的斜率表示速度，$t_{1}$ 时刻甲的斜率小于乙的斜率，故 C 错；平均速度等于位移与时间的比， 0 到 $t_{1}$ 时间内甲，乙位移相同，时间也相同，所以平均速度相同，故 D 错．故选 A．

【点评】考查对位移时间图像的理解，深入理解含义，答案顺理成章．

## 2．速度一时间图像（ $v-t$ 图像）



（1）图像的意义：反映直线运动中物体的速度随时间变化的规律．图线的斜率（各点切线斜率）等于物体在该时刻的加速度大小．图线与横轴 $t$ 所围成的面积，数值等于物体在该段时间内的位移．如上图，$t_{1}$ 时刻加速度 $a_{A}, t_{1}$ 时间内的位移 $s$ ．
（2）线：若为倾斜直线表示匀变速直线运动，若为曲线表示变加速直线运动，斜率表示加速度的大小和方向，其正负表示与正方向相同或相反：如上右图所示，
$a$ ：速度和加速度都为正，匀加速直线运动；$b$ ：速度和加速度都为负，匀加速直线运动；$c$ ：匀速直线运动；$d$ ：速度为正，加速度为负，匀减速直线运动；$e$ ：速度为负，加速度为正，匀减速直线运动．
（3）匀变速直线运动中，$v-t$ 图像是倾斜的直线．
注意：速度图像 $(v-t$ 图像）应用要点
（1）点：两图线交点，说明两物体在该时刻的瞬时速度相等．
（2）面积：表示某段时间内的位移．图像在时间轴上方，表示位移为正；图像在时间轴下方，表示位移为负。

例 4 下列所示的 $v-t$ 图像中，表示物体做匀减速直线运动的是（ ）

A

B

C

D

【详解】 $v, ~ a$ 的方向相同为加速运动，$v, ~ a$ 方向相反为减速运动．再有随着时间的延伸，其速度的绝对值在减小的是减速运动。故选 B．

例 5 如图所示是甲，乙两物体做直线运动的 $v-t$ 图像。下列表述正确的是（ ）


A． $0 \sim 1 \mathrm{~s}$ 内甲和乙的位移相等
B．乙做匀加速直线运动
C．甲和乙的加速度方向相同
D．甲的加速度比乙的小
【详解】通过图像可以看出，甲做匀减速直线运动，乙做匀加速直线运动，位移的大小看图像所围面积，加速度看图像的斜率，也可根据公式 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 计算，甲的加速度 $a_{1}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{0-2}{3}=$ $-\frac{2}{3} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，大小为 $\frac{2}{3} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，乙的加速度为 $a_{2}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{2-1}{2}=\frac{1}{2} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ 由此判断 B 正确．故选 B．

例 6 下图为一质点做直线运动的速度一时间图像，下列说法正确的是（ ）


A．整个过程中，$C E$ 段的加速度最大
B．整个过程中，$B C$ 段的加速度最大
C．整个过程中，$D$ 点所表示的状态离出发点最远
D．$B C$ 段所表示的运动通过的路程是 34 m
【详解】在速度一时间图像中，斜率代表加速度，$C E$ 段的斜率最大，故该段的加速度最大，故选项 A 正确 B 错误；在 $D$ 点，运动方向发生改变，故 $D$ 点所表示的状态离出发点最远，选项 C 正确；在速度一时间图像中，图像与横轴所围的面积表示位移大小，故 $s_{B C}=\frac{(5+12) \times 4}{2} \mathrm{~m}=34 \mathrm{~m}$ ，选项 D 正确．故选 ACD．

【点评】本题主要考查对速度时间图像的理解，虽然过程较多但只要深入理解每一单元的意义，对整体的把握就不成问题。

例 7 做直线运动物体的 $v-t$ 图像如下图所示，物体前 2 s 内的加速度大小为 $\qquad$ $\mathrm{m} / \mathrm{s}^{2}$ ，前 6 s 内的平均速度大小为 $\qquad$ $\mathrm{m} / \mathrm{s}$ ．


【详解】由加速度公式得 $a=\frac{v_{t}-v_{0}}{t}=\frac{4-0}{2} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}=2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ 。在 $v-t$ 图像中图像与坐标轴所围面积的大小等于这段时间内位移的大小，所以物体前 6 s 内的位移为 $s=\frac{4 \times 6}{2} \mathrm{~m}=12 \mathrm{~m}$ ，根据平均速度公式得 $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{12}{6} \mathrm{~m} / \mathrm{s}=2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 。故填：2；2．

【点评】本题涉及对 $v-t$ 图像的理解和计算．重点考查通过图像求解物体的加速度，位移等

内容。

## 1－2－4 考点 追及，相遇问题分析

1．讨论追及，相遇的问题，其实质就是分析讨论两物体在相同时间内能否到达相同的空间位置问题。
（1）两个关系：即时间关系和位移关系．
（2）一个条件：即两者速度相等，它往往是物体间能否追上，追不上或（两者）距离最大，最小的临界条件，也是分析判断的切入点．

例1（2005 军考真题）甲，乙两车同时从某地沿一平直公路同向行驶，由下图可知，乙车做初速度为 $\qquad$ $\mathrm{m} / \mathrm{s}$ ，加速度为 $\qquad$ $\mathrm{m} / \mathrm{s}^{2}$ 的直线运动，在 $\qquad$ s 末甲车追上乙车。


【详解】由图可知乙的初速度 $v_{0}=8 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，加速度 $a=\frac{v_{t}-v_{0}}{t}=\frac{6-8}{8} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}=-0.25 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$甲车做匀速直线运动 $\nu_{\text {甲 }}=6 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
甲车追上乙车时两车位移相等 $v_{\text {甲 }} t=v_{0} t+\frac{1}{2} a t^{2}$ ，
代入数据 $6 t=8 t+\frac{1}{2}(-0.25) t^{2}$ ，得 $t=16 \mathrm{~s}$ ．故填： $8 ;-0.25 ; 16$ ．
【点评】本题涉及由 $v-t$ 图像求解相应的速度，时间和位移的问题．重点考查对图像的认识和匀变速直线运动的规律．

例 2 如图，$A, ~ B$ 物体相距 $s=7 \mathrm{~m}$ 时，$A$ 在水平拉力和摩擦力作用下，正以 $v_{A}=4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 的速度向右匀速运动，而物体 $B$ 此时正以 $v_{B}=10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 的初速度向右匀减速运动，加速度 $a=-2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，求 $A$ 追上 $B$ 所经历的时间．


【详解】物体 $B$ 减速至静止的时间设为 $t$ ，则 $-v_{B}=a t_{0}$ ，则 $t_{0}=5 \mathrm{~s}$
物体 $B$ 向前运动的位移 $s_{B}=\frac{1}{2} a t_{0}^{2}=25 \mathrm{~m}$
又因 $A$ 物体 5 s 内前进的位移 $s_{A}=v_{A} t=20 \mathrm{~m}$
显然 $s_{B}-s_{A}=5 \mathrm{~m}>0$ ，在这段时间内 $A B$ 间的距离增大了
所以 $A$ 追上 $B$ 前，物体 $B$ 已经静止，设 $A$ 追上 $B$ 经历的时间为 $t^{\prime}$则 $v_{A} t^{\prime}=s_{B}+s$ ，解得：$t^{\prime}=8 \mathrm{~s}$
【点评】本题涉及两物体追及相遇问题，弄清两物体的运动情况，结合时间位移关系就可以发现等量关系。

## 『基础突破 $\star$ 训练题组】

## 一，选择题．在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项符合题目要求，有的小题有多个选项符合题目要求。

1．关于质点的描述，下列说法中错误的是（ ）
A．研究地球的自转时，可以把地球看成质点
B．研究月球公转一周所用的时间时，可以把月球看成质点
C．研究列车从北京到广州过程中运动快慢时，可以把列车看成质点
D．乒乓球比赛中，乒乓球可看作质点
2．关于参考系，下列说法正确的是（ ）
A．描述一个物体的运动情况时，参考系不能任意选取
B．研究物体的运动时，应先确定参考系
C．参考系必须选地面或相对于地面静止不动的其他物体
D．空中运动的物体不能作为参考系
3．下列说法中正确的是（）
A．磁悬浮列车运动得很快，我们说它的速度很大
B．某百米赛跑运动员起跑快，我们说他的加速度大
C．战斗机抛掉副油箱后，变得很灵活，我们说它的惯性变大
D．马拉松运动员完成赛程，又跑回原来出发的体育场，我们说他的位移很大
4．物体由静止开始做匀加速直线运动，第 1 s 末的速度达到 $4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，第 2 s 内物体的位移是（）
A． 2 m
B． 4 m
C． 6 m
D． 8 m

5．一个从静止开始做匀加速直线运动的物体，从开始运动起，连续通过三段位移的时间分别是 $1 \mathrm{~s}, ~ 2 \mathrm{~s}, ~ 3 \mathrm{~s}$ ，这三段位移的长度之比是（ ）
A． $1: 2: 3$
B． $1: 2^{2}: 3^{2}$
C． $1: 2^{3}: 3^{3}$
D．1：3：5

6．如图所示为物体做直线运动的 $v-t$ 图像，由图像可得到的正确结论是


A．$t=1 \mathrm{~s}$ 时物体的加速度大小为 $1.0 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
B．$t=5 \mathrm{~s}$ 时物体的加速度大小为 $0.75 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
C．第 3 s 内物体的位移为 1.5 m
D．物体在加速过程的位移比减速过程的位移大

## 二，填空题，将满足题意的答案，填在题中的横线上．

7．物体做匀加速直线运动，已知第 2 s 末的速度是 $6 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，第 3 s 末的速度是 $8 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，则加速度为 $\qquad$ ，第三秒内的平均速度为 $\qquad$。
8．一个物体自由下落 6 s 后落地，则在开始 2 s 内和最后 2 s 内通过的位移之比为 $\qquad$ ．
9．物体以 $12 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 初速度在水平冰面上作匀减速直线运动，它的加速度大小是 $0.8 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，经 20 s物体发生的位移是 $\qquad$。

## 三，论述，计算题，解答应写出必要的文字说明，方程式和重要的演算步骤．

10．如下图所示，某种类型的飞机起飞滑行时，从静止开始做匀加速直线运动，加速度大小为 $4.0 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，飞机速度达到 $85 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 时离开地面升空．如果在飞机达到起飞速度时突然接到命令停止起飞，飞行员立即使飞机制动，飞机做匀减速运动，加速度大小为 $5.0 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，如果要求你为该类型的飞机设计一条跑道，使在这种情况下飞机停止起飞而不滑出跑道，你设计的跑道长度至少要多长？


11．一辆汽车以 $3 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ 的加速度开始启动的瞬间，一辆以 $6 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 的速度做匀速直线运动的自行车恰好从汽车旁边经过。求：
（1）汽车追上自行车前的最远距离为多少？
（2）汽车经多长时间追上自行车？追上自行车时瞬时速度多大？

## 『能力突破 大训练题组】

## 一，选择题，在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项符合题目要求，有的小题有多个选项符合题目要求。

1．一个物体从斜面顶端由静止开始匀加速下滑，经过斜面中点时速度为 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，则物体到达斜面底端时的速度为（ ）
A． $3 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
B． $4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
C． $6 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
D． $2 \sqrt{2} \mathrm{~m} / \mathrm{s}$

2．自由落体第 5 个 0.5 s 经过的位移是第 1 个 0.5 s 经过的位移的倍数为（ ）
A． 5
B． 9
C． 10
D． 25

3．一物体在 $A, ~ B$ 两点的正中间由静止开始运动（设不会超越 $A, ~ B$ ），其加速度随时间变化如图所示，设向 $A$ 的加速度方向为正方向，若从出发开始计时，则物体的运动情况是


A．先向 $A$ ，后向 $B$ ，再向 $A$ ，又向 $B, 4$ 秒末在原 位置速度为零
B．先向 $A$ ，后向 $B$ ，再向 $A$ ，又向 $B, 4$ 秒末在靠近 A 的某点且速度为零
C．先向 $A$ ，后向 $B$ ，再向 $A$ ，又向 $B, 4$ 秒末在靠近 B 的某点且速度为零
D．一直向 $A$ 运动， 4 秒末在靠近 $A$ 的某点且速度为零
4．做初速度为零的匀加速直线运动的物体在时间 $T$ 内通过位移 $S_{1}$ 到达 $A$ 点，接着在时间 $T$ 内又通过位移 $s_{2}$ 到达 $B$ 点，则以下判断正确的是（ ）
A．物体在 $A$ 点的速度大小为 $\frac{s_{1}+s_{2}}{2 T}$
B．物体运动的加速度为 $\frac{s_{1}}{T^{2}}$
C．物体运动的加速度为 $\frac{s_{2}-s_{1}}{T^{2}}$
D．物体在 $B$ 点的速度大小为 $\frac{3 s_{2}-s_{1}}{2 T}$

5．从同一地点同时开始沿同一直线运动的两个物体 I，II 的 $v-t$ 图像如图所示，在 $0 \sim t_{0}$ 时间内，下列说法中正确的是（ ）


A．I 物体，II 物体的加速度都不断减小
B．I 物体的加速度不断增大，II 物体的加速度不断减小
C．I，II 两个物体在 $t_{1}$ 时刻相遇
D．I，II 两个物体的平均速度大小都是 $\frac{v_{1}+v_{2}}{2}$

## 二，填空题，将满足题意的答案，填在题中的横线上．

6．一个物体沿直线运动，其速度随时间的变化规律如图所示．则该物体的加速度为 $\qquad$ ，
该物体运动速度随时间变化的关系式是 $\qquad$ ．


7．速度为 $6 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 的汽车制动后以 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ 的加速度做匀减速运动，经过 2 s 位移大小是 $\qquad$ m；经过 4 s 位移大小是 $\qquad$ m．
8．若从砖墙前的某高处使一个石子由静止自由落下，用照相机拍摄石子在空中的照片如下图所示，由于石子的运动，它在照片上留下了一条模糊的径迹 $A B$ ．已知该照相机的曝光时间为 0.015 s ，每块砖的平均厚度为 6 cm ，试估算这个石子是从距离位置 $A$ $\qquad$处自由落下的（ $g$取 $10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，保留两位有效数字）。


## 三，论述，计算题解答应写出必要的文字说明，方程式和重要的演算步骤．

9．如图所示，直杆长 $L_{1}=0.5 \mathrm{~m}$ ，圆筒高为 $L_{2}=3.7 \mathrm{~m}$ 。直杆位于圆筒正上方 $H=0.8 \mathrm{~m}$ 处．直杆从静止开始做自由落体运动，并能坚直穿越圆筒。（取 $g=10 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ），试求：直杆穿越圆筒所用的时间。


10．甲，乙两车在平直公路上比赛，某一时刻，乙车在甲车前方 $L_{1}=11 \mathrm{~m}$ 处，乙车速度 $v_{\text {乙 }}=60 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，甲车速度 $v_{\text {甲 }}=50 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，此时乙车离终点尚有 $L_{2}=600 \mathrm{~m}$ 的距离，若甲车做匀加速直线运动，加速度 $a=2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，乙车速度不变，不计车长，求：
（1）经过多长时间甲，乙两车间距离最大，最大距离是多少．
（2）试通过计算说明到达终点前甲车能否超过乙车．

# 『基础突破大训练题组】答案 

## 1．【答案】A

【详解】研究地球的自转时，地球的大小不能忽略，则不可以把地球看成质点，选项 A 错误；研究月球公转一周所用的时间时，月球的大小可以忽略不计，故可以把月球看成质点，选项 B 正确；研究列车从北京到广州过程中运动快慢时，列车的大小可以忽略不计，故可以把列车看成质点，选项 C 正确；乒乓球比赛中，可以把乒乓球看作质点，选项 D 正确；故选 A．

## 2．【答案】 B

【详解】描述一个物体的运动情况时，参考系是任意选取，没必要必须选地面或相对于地面静止不动的其他物体，选项 AC 错误；研究物体的运动时，应先确定参考系，选项 B 正确；空中运动的物体也能作为参考系，选项 D 错误；故选 B．

## 3．【答案】 AB

【详解】磁悬浮列车运动得很快，是说它的速度大，因此 A 对；某百米赛跑运动员起跑快，说明他在短时间内达到较大速度，是说他的加速度大， B 对；质量是惯性大小的量度，战斗机拋掉副油箱后，惯性变小才变得很灵活， C 错；马拉松运动员完成赛程，又跑回原来出发的体育场，位移为零。因此 D 项错。
【点评】考查速度，加速度，惯性和位移的理解，概念清楚就可以识别选项的正误。

## 4．【答案】C

【详解】由匀变速直线运动的规律得加速度为 $a=\frac{v}{t}=4 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$
第 2 s 内物体的位移 $x=v t+\frac{1}{2} a t^{2}=\left(4 \times 1+\frac{1}{2} \times 4 \times 1^{2}\right) \mathrm{m}=6 \mathrm{~m}$ ，故 C 正确．
【点评】考查加速度的计算和位移公式的应用，比较基础．

## 5．【答案】C

【详解】根据 $x=\frac{1}{2} a t^{2}$ 可得物体通过的第一段位移为：$x_{1}=\frac{1}{2} a \times 1^{2}=\frac{1}{2} a$ ，
又前 3 s 的位移减去前 1 s 的位移就等于第二段的位移，故物体通过的第二段位移为： $x_{2}=\frac{1}{2} a \times(1+2)^{2}-\frac{1}{2} a \times 1^{2}=4 a$ ，
又前 6 s 的位移减去前 3 s 的位移就等于第三段的位移，故物体通过的第三段位移为： $x_{3}=\frac{1}{2} a \times(1+2+3)^{2}-\frac{1}{2} a \times(1+2)^{2}=13.5 a$ ，故 $x_{1}: x_{2}: x_{3}=1: 8: 27=1: 2^{3}: 3^{3}$ ，故 C 正确．

## 6．【答案】B

【详解】由图像可知 $0 \sim 2 \mathrm{~s}$ 时间内物体做匀加速直线运动，其加速度大小等于图线的斜率大小，即 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=1.5 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，A 错误； $3 \mathrm{~s} \sim 7 \mathrm{~s}$ 时间内物体做匀减速直线运动，其加速度大小为
$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=0.75 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ，B 正确；图线与时间轴围成的面积等于物体所发生的位移，故第 3 s 内的位移 $x=3 \times 1 \mathrm{~m}=3 \mathrm{~m}$ ，C 错误；加速过程的位移 $x=\frac{1}{2} \times 2 \times 3 \mathrm{~m}=3 \mathrm{~m}$ ，减速过程的位移 $x=\frac{1}{2} \times 4 \times 3 \mathrm{~m}=6 \mathrm{~m}$ ，故 D 错误．
7．【答案】 $2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ； $7 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
【详解】在第三秒内，加速度 $a=\frac{v_{t}-v_{0}}{t}=2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$第三秒内的平均速度为 $\bar{v}=\frac{1}{2}(6+8) \mathrm{m} / \mathrm{s}=7 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ．
【点评】考查匀变速直线运动中速度和平均速度的计算，较为简单．
8．【答案】 $1: 5$
【详解】根据匀变速直线运动的规律可知，物体在第一个 2 秒，第二个 2 秒，第三个 2 秒的位移之比等于 $1: 3: 5$ ，则在开始 2 s 内和最后 2 s 内通过的位移之比为 $1: 5$ ．

## 9．【答案】 90

【详解】物体停下来需要的时间：$t=\frac{v_{0}}{a}=\frac{12}{0.8} \mathrm{~s}=15 \mathrm{~s}$ ，则物体在 20 s 内的位移也就是 15 s 的位移，大小为 $x=\frac{v_{0} t}{2}=\frac{12 \times 15}{2} \mathrm{~m}=90 \mathrm{~m}$ ．
10．【详解】这样先由静止加速随即又减速到零的问题，画出 $v-t$ 图像比较简单．如图所示．


第一阶段为初速度为零的匀加速直线运动：$v=a_{1} t_{1}$ ．
第二阶段为末速度为零的匀减速直线运动，也可以按反向的初速度为零的匀加速直线运动处理，则 $v=a_{2} t_{2}$ ，解得 $t_{1}=\frac{85}{4} \mathrm{~s}, t_{2}=\frac{85}{5} \mathrm{~s}$
跑道长 $x=\frac{v}{2}\left(t_{1}+t_{2}\right)=\frac{85}{2} \times\left(\frac{85}{4}+\frac{85}{5}\right) \mathrm{m} \approx 1626 \mathrm{~m}$
【点评】考查内容有图像问题，速度公式，位移公式等

## 11．【详解】

（1）汽车＂追赶＂自行车，它们的间距先增后减，当工者速度相同时，间距最大．设二者速度相同，均为 $6 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，所经过的时间为 $t_{1}$ ，则 $v_{\text {自 }}=a t_{1}, t_{1}=\frac{\nu_{1}}{a}=2 \mathrm{~s}$ ，最大间距 $\Delta x=v_{\text {自 }} t_{1}-\frac{1}{2} a t_{1}^{2}=6 \mathrm{~m}$.
（2）追上时间为 $t_{2}$ ，则 $v_{\text {自 }} t_{2}=\frac{1}{2} a t_{2}^{2}$ ，解得 $t_{2}=4 \mathrm{~s}$ ，此时汽车速度 $v_{2}=a t_{2}=12 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$
【点评】考查追及与相遇问题，其主要关系是时间和位移关系，且注意速度相等时的物理意义．

## 『能力突破大训练题组】答案

## 1．【答案】 D

【详解】由速度位移的关系对前一段位移有：$v_{\text {中 }}^{2}-v_{0}^{2}=2 a x$
由速度位移的关系对后一段位移有：$v^{2}-v_{\text {中 }}^{2}=2 a x$
解得 $v=\sqrt{2 v_{\text {中 }}^{2}-v_{0}^{2}}=2 \sqrt{2} \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ 。
【点评】考查应用速度位移关系式求解实际问题的能力，选择合适的公式是关键．
2．【答案】 B
【详解】根据公式 $h=\frac{1}{2} g t^{2}$
第 1 个 0.5 s 经过的位移 $h_{1}=\frac{1}{2} g t_{1}{ }^{2}=1.25 \mathrm{~m}$
前 5 个 0.5 s 经过的位移 $h_{5}=\frac{1}{2} g t_{5}{ }^{2}=31.25 \mathrm{~m}$
前 4 个 0.5 s 经过的位移 $h_{4}=\frac{1}{2} g t_{4}{ }^{2}=20 \mathrm{~m}$
所以第 5 个 0.5 s 经过的位移 $\Delta h=h_{5}-h_{4}=11.25 \mathrm{~m}$ ，故 $\frac{\Delta h}{h_{1}}=9$ ，故选 B．
【点评】该题主要考查了自由落体运动位移一时间公式的直接应用，难度不大．
3．【答案】D
【详解】由图分析可知，物体在第 1 s 内向 $A$ 做匀加速运动；第 2 s 内，物体继续向 $A$ 做匀减速运动， 2 s 末速度减为零；第 3 s 内，物体向 $A$ 做匀加速运动；第 4 s 内，物体向 $A$ 做匀减速运动；所以物体一直向 $A$ 运动．由于加速度大小保持不变，相邻加速与减速时间相等，根据对称性可知， 4 末物体的速度为零．故 D 正确．

## 4．【答案】 ACD

【详解】物体在 $A$ 点的速度等于在两段位移中间时刻的瞬时速度，则大小为 $\frac{s_{1}+s_{2}}{2 T}$ ，A 正确；根据 $\Delta x=a T^{2}$ ，则物体运动的加速度 $a=\frac{s_{2}-s_{1}}{T^{2}}, \mathrm{C}$ 正确；物体在 $B$ 点的速度大小为 $v_{B}=v_{A}+a T=\frac{s_{1}+s_{2}}{2 T}+\frac{s_{2}-s_{1}}{T^{2}} T=\frac{3 s_{2}-s_{1}}{2 T}$ ，D 正确．
5．【答案】A
【详解】 $v-t$ 图像的斜率等于加速度，故由图线可知两物体的加速度都减小， A 正确；图线与坐标轴围成的面积等于位移，可知 $t_{1}$ 时刻 I 物体的位移小于 II 物体的位移，不能相遇， C错误；只有做匀变速直线运动的物体的平均速度才等于 $\frac{v_{1}+v_{2}}{2}$ ，两物体的运动都不是匀变速直线运动， D 错。
6．【答案】 $0.5 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2} ; \quad v=2+0.5 t$
【详解】物体的加速度 $a=\frac{v-v_{0}}{t}=\frac{5-2}{6} \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}=0.5 \mathrm{~m} / \mathrm{s}^{2}$ ；由图可知 $v_{0}=2 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$ ，则物体运动速度随时间变化的关系式 $v=2+0.5 t$ ．
7．【答案】 $8 ; 9$

【详解】由加速度和初速度可以确定减速到零的时间 $t=\frac{v_{0}}{t}=3 \mathrm{~s}$ ，
所以 2 s 内的位移 $s_{2}=v_{0} t+\frac{1}{2} a t^{2}=\left(6 \times 2-\frac{1}{2} \times 2 \times 2^{2}\right) \mathrm{m}=8 \mathrm{~m}$ ，
因为 3 s 已经停止运动，所以 4 s 内的位移与 3 s 内的位移相等，故汽车 4 s 内的位移等于 $s=\frac{v_{0}+v_{t}}{2} t=\frac{6+0}{2} \times 3 \mathrm{~m}=9 \mathrm{~m}$.
【点评】考查匀减速直线运动的计算，结合刹车实际，车停止后不再运动，该点为易疏漏点．

## 8．【答案】 3.2 m

【详解】石子在曝光时间内的平均速度为 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{2 \times 6 \times 10^{-2}}{0.015} \mathrm{~m} / \mathrm{s}=8 \mathrm{~m} / \mathrm{s}$因为该过程运动的位移很短，因此可近似将此速度看成是石子到 $A$ 点时的瞬时速度则有 $v^{2}=2 g h$ ，解得 $h=3.2 \mathrm{~m}$ 。
【点评】考查自由落体与实际问题的综合，只要找到曝光时间的下落高度即可找到解题的思路．
9．【详解】直杆下端到达圆筒上方的时间为 $t_{1}$ ，上端离开圆筒下方的时间为 $t_{2}$ ，
根据自由落体运动规律有：$H=\frac{1}{2} g t_{1}^{2}, \quad L_{1}+H+L_{2}=\frac{1}{2} g t_{2}^{2}$
代入数值得：$t_{1}=0.4 \mathrm{~s}, t_{2}=1 \mathrm{~s}, t=t_{2}-t_{1}=0.6 \mathrm{~s}$ ．

## 10．【详解】

（1）当甲乙两车速度相等时，两车间距离最大，即 $v_{\text {甲 }}+a t_{1}=v_{乙}$ ，
得 $t_{1}=\frac{v_{\text {乙 }}-v_{\text {甲 }}}{a}=\frac{60-50}{2} \mathrm{~s}=5 \mathrm{~s}$
甲车的位移 $x_{\text {甲 }}=v_{\text {甲 }} t_{1}+\frac{1}{2} a t_{1}^{2}=275 \mathrm{~m}$ ，乙车位移 $x_{\text {乙 }}=v_{乙} t_{1}=300 \mathrm{~m}$
此时两车相距 $\Delta x=x_{\text {乙 }}+L_{1}-x_{\text {甲 }}=36 \mathrm{~m}$
（2）乙车到达终点需要时间为 $t_{\mathrm{乙}}^{\prime}=\frac{L_{2}}{v_{乙}}=10 \mathrm{~s}$
甲车到达终点需要时间为 $t_{\text {甲 }}^{\prime}, x_{\text {甲 }}^{\prime}=v_{\text {甲 }} t_{\text {甲 }}+\frac{1}{2} a t_{\text {甲 }}^{\prime 2}$
其中 $x_{\text {甲 }}^{\prime}=611 \mathrm{~m}$
解得 $t_{\text {甲 }}^{\prime}>10 \mathrm{~s}$
所以到达终点前甲车不能超过乙车．

## 第二章 力和牛顿运动定律

## 复习方向指导：

主要掌握力的合成分解方法：平行四边形定则和正交分解法；掌握整体法隔离法．理解牛顿第一定律和第三定律．熟练掌握牛顿第二定律的解题过程．

## 复习要求：

1．理解力的概念与力的作用效果，知道重力，弹力，摩擦力的定义，明确各力的大小，方向，作用点．

2．掌握物体的受力分析，能正确画出常见情况下物体的受力图．
3．掌握合力与分力的关系，掌握平行四边形定则，会利用该定则进行力的合成与分解的计算．
4．掌握共点力，平衡状态的概念．能够利用平衡条件解决实际问题．
5．掌握牛顿第一定律和第三定律；会判断相互作用力．
6．掌握牛顿第二定律．
7．牛顿运动定律的应用，超重和失重．
8．单位制，军考物理中涉及国际单位制的基本单位和其它物理量的单位．

本章2011年－2022年真题涉及的考点

| 内容 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| 常见力 |  |  |  |  |  |  |  | 选择 |  |  |  |  |
| 力的合成与分解 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 力的平衡 |  |  | $\begin{aligned} & \text { 选 } \\ & \text { 择 } \end{aligned}$ |  |  |  | 选择 |  |  |  |  |  |
| 牛顿第一定律 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 牛顿第二定律 |  |  |  |  |  |  | $\square$ | 填 <br> 空 | 选 |  | 选 |  |
| 牛顿第三定律 |  |  | $\cdots$ | IT | H1 | 4 | $\square$ |  |  |  |  |  |

## 第一节 重力 弹力 摩擦力

## 2－1－1 知识点 力的概念

1．力的定义：力是物体和物体间的相互作用．
2．力的单位在国际单位制中是＂牛顿＂，简称＂牛＂，表示符号为＂ N ＂．
3．力的分类：
（1）按性质区分可以分为：重力，弹力，摩擦力，电场力，磁场力，分子力等．
（2）按效果区分可以分为：压力，支持力，动力，阻力，向心力，回复力等．
4．力的性质：
（1）物质性：力不能脱离开物体而独立存在．没有＂施力物体＂或＂受力物体＂的力是不存在的．
（2）相互性：力的作用是相互的．施力（受力）物体同时也是受力（施力）物体．
（3）矢量性：力是矢量，既有大小，又有方向．
5．力的作用效果：
（1）使物体发生形变．
（2）改变物体的运动状态．
例1 关于力的叙述正确的是（ ）
A．只有相互接触的物体间才有力的作用
B．物体受到力的作用，运动状态一定改变
C．施力物体一定受力的作用
D．坚直向上抛出的物体，物体坚直上升，是因为坚直方向受到升力的作用
【详解】力是物体间的相互作用，施力物体同时一定是受力物体，一定受到力的作用，所以 C 正确；相互作用的两个物体不一定互相接触，如电磁力，所以 A 错；若物体受到的合外力为零则其运动状态不变，所以 B 错；对坚直上抛的物体进行受力分析知＂升力＂无施力物体，所以升力不存在，因此 D 错。故选 C．

【点评】考查对力的理解，因为它贯穿物理学的始终，一定要准确把握．
例2 下列关于力的说法中，正确的是（ ）
A．受力物体必定也是施力物体
B．只有一个物体也能产生力的作用
C．只有直接接触的物体间才有力的作用
D．一个力必定与两个物体相联系

【详解】力是不能离开物体而单独存在的，力的作用是相互的，所以，一个力必定对应两个物体，一个施力物体，一个受力物体，所以 A 对 B 错 D 对；磁铁间不接触就可发生相互作用力，故 C 错。故选 AD．

## 2－1－2 知识点 重力

1．重力的定义：由于地球对物体的吸引而使物体受到的力叫重力．
2．重力的大小：$G=m g, m$ 为物体的质量，$g=9.8 \mathrm{~N} / \mathrm{kg}$ 为常量．
注意：$g$ 的大小随着在地球纬度和高度的不同有所变化，纬度越高 $g$ 值越大；高度越高 $g$ 值越小，为了计算方便很多问题中注明取 $10 \mathrm{~N} / \mathrm{kg}$ 。

3．重力的方向：总是坚直向下．
特别提醒：
（1）重力方向＂坚直向下＂不能认为是＂垂直向下＂，因为平面不同，其垂直向下的方向也不同。
（2）重力的大小，方向不因其它力的作用而改变，也不因运动状态的变化而变化．
4．重心：因为物体各个部分都受重力作用，可认为重力作用集中到一点，这一点就是重心．
（1）特点：重心的位置与物体的形状及质量分布有关，重心不一定在物体上，更不一定在物体的几何中心。
（2）确定方法：
（1）质量分布均匀的规则物体，重心在其几何中心；
（2）对于形状不规则或者质量分布不均匀的薄板，重心可用悬挂法确定。

例1 下列关于重力的说法中，正确的是（ ）
A．只有静止的物体才受到重力的作用
B．物体本身就有重力，所以重力没有施力物体
C．重力是由于地球对物体的吸引而产生的
D．物体静止时受到的重力最大，运动时受到的重力较小
【详解】重力是由于地球对物体的吸引而产生的，重力的施力物体是地球，地表附近的一切物体都要受到重力作用．静止和运动时物体受的重力是一样的。故选 C．

【点评】本题涉及重力的产生原因，施力物体和受力物体。重点考查重力的产生原因．
例 2 以下关于重心及重力的说法中，正确的是（ ）
A．一个物体放于水中称量时弹簧秤的示数小于物体在空气中称量时弹簧秤的示数，因此，物体在水中的重力小于在空气中的重力

B．据 $G=m g$ 可知，两个物体相比较，质量较大的物体的重力一定较大
C．物体放于水平面上时，重力方向垂直于水平面向下，当物体静止于斜面上时，其重力垂直于斜面向下

D．物体的形状改变后，其重心位置可能改变
【详解】物体的重力只与物体质量和当地的重力加速度有关，故 A 错；物体质量大，但所在位置 $g$ 小，重力不一定大，故 B 错；重力的方向总是坚直向下，故 C 错；重心的位置与物体的形状有关．当物体形状改变时，重心的位置可能改变，D 正确．故选 D．

【点评】考查对重心和重力的理解，属基础内容，理解到位答案是现成的．

## 2－1－3 知识点 弹力

1．弹力：物体发生弹性形变时，由于要恢复原状而产生的对阻碍它恢复原状的物体的作用力．
2．弹力产生的条件：两物体接触；发生弹性形变．
3．弹力的方向：因为弹力是由于发生弹性形变后要恢复原状而产生的，所以弹力作用在使其发生形变的物体上，指向其恢复原状的方向．其具体情况如下：
（1）轻绳的拉力沿绳指向绳收缩的方向．
（2）支点与平面，平面与平面接触处的弹力垂直于平面（若是曲面则垂直于接触处的切平面）指向被压或被支持的物体．
（3）弹簧的弹力方向：总是沿中心轴线指向变回原长的方向．
（4）杆的弹力方向要依照平衡条件或牛顿运动定律等判定，方向可能沿杆，也可能不沿杆．
4．弹簧类弹力在弹性限度内遵从胡克定律，其公式为 $F=k x$（其中 $k$ 为劲度系数，$x$ 为形变量）．

例1 关于弹力的下列说法中正确的是（ ）
A．通常所说的压力，支持力和绳的拉力都是弹力
B．轻绳，轻杆上产生的弹力的方向总是在沿绳，杆的直线上
C．两物体相互接触，可能有弹力产生
D．压力和支持力的方向总是垂直于接触面的
【详解】通常说的压力，支持力及绳的拉力都是弹力，且压力和支持力的方向总是垂直接触面，故 A，D 正确；而绳的弹力沿绳方向，杆的弹力方向不一定沿杆，例如下图静止情况弹性杆对小球的弹力应平衡重力，所以方向坚直向上，故 B 错；两物体互相接触，仅是可能产生弹

