历届高考

物理试题及经典题精析

任守乐　主编

上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL PUBLISHING HOUSE

历届高考

物理试题及经典题精析

◆ 任守乐　主编

上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

历届高考物理试题及经典题精析 / 任守乐主编.-上海：上海教育出版社，2009.9
ISBN 978-7-5444-2348-9

Ⅰ.历… Ⅱ.任… Ⅲ.物理课-高中-试题-升学参考资料 Ⅳ.G634.75

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第151244号

历届高考物理试题及经典题精析

任守乐 主编

上海世纪出版股份有限公司
上 海 教 育 出 版 社 出版发行

易文网：www.ewen.cc

(上海永福路123号 邮政编码：200031)

各地新华书店经销 太仓市印刷厂有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 32.5 插页 2

2009年9月第1版 2009年9月第1次印刷

印数 1-4,250本

ISBN 978-7-5444-2348-9/O·0097 定价：55.00元

前　言

本书所期待的效果，是读者能从书中学到最合理的解题思路，收获最科学的解题方法，掌握最优化的解题技巧；能从书中知道物理高考试题的昨天、今天和明天，从稳定的题型解析中了解高考的重点、热点，从经典好题的评解中把握考题的亮点和趋势，平和复习心态，从而达到事半功倍，拥有致胜的法宝，确保高考奏凯歌。

本书具有下述三个特点。

其一，紧扣考纲，有的放矢。全书从近年来全国及各省市物理高考试题及流行的经典试题中精选了近 800 道题目，这些试题均符合考纲所规定的内容和要求。本书对这些试题进行了科学分类，并对每一类试题的解题规律作了精析和总结。帮助读者感悟高考趋势，领略经典风范，明确考点难点。

其二，紧跟课改，有序兼顾。考虑到新课程标准即将在全国实施以及各地高考命题现状，本书高瞻远瞩地把全国命题与部分省市单独命题的考题“一网打尽”，以达到新老教材之间互通有无，你中有我，我中有你的完美统一，保证最广泛的地域读者群体各取所需，不留受益“死角”。

其三，紧贴实际，以人为本。为了帮助读者集中解决物理难学、题目难解的困惑，所以本书立足基础，突出方法，活化技巧。强调过程分析，传授解题技巧；居高临下，深入浅出；层次有序，说理透彻；化难为易，便于自学。本书目录很有特点，从目录就可看出每章共分哪几种类型的试题，便于读者查找所需类型的试题。绝大多数难题均可在本书中查到类同的题目，达到“学会一道题，会解一类题”的境界。

本书由特级教师和长期担任高三毕业班教学的骨干教师执笔完成，参加编写的有任守乐、张永兴、杨海燕、何振嘉等。作者的知识底蕴厚实，出版著书丰厚，指导高考复习有方，精湛的内容博得了读者的信赖，出版的著作畅销不衰。

目　录

第一章　直 线 运 动

一、关于匀变速运动基本规律的试题

1. (2008 上海)某物体以 30m/s 的初速度竖直上抛,不计空气阻力,g 取 10m/s^2. 5s 内物体的(　　).

(A) 路程为 65m

(B) 位移大小为 25m,方向向上

(C) 速度改变量的大小为 10m/s

(D) 平均速度大小为 13m/s,方向向上

解:物体上升到最大高度所经历时间　$t_1=\dfrac{v_0}{g}=\dfrac{30}{10}\text{s}=3\text{s}$.

上升的最大高度　$h=\dfrac{v_0^2}{2g}=\dfrac{30^2}{2\times10}\text{m}=45\text{m}$.

物体从最高点下落 2s 时下落的高度　$h'=\dfrac{1}{2}gt_2^2=\dfrac{1}{2}\times10\times2^2\text{m}=20\text{m}$.

5s 内运动的路程　$s=h+h'=45\text{m}+20\text{m}=65\text{m}$,(A)正确.

5s 内位移的大小　$\Delta x=45\text{m}-20\text{m}=25\text{m}$,方向向上,(B)正确.

5s 末物体的速度　$v=v_0-gt=(30-10\times5)\text{m/s}=-20\text{m/s}$.

速度的改变量　$\Delta v=v-v_0=-20\text{m/s}-30\text{m/s}=-50\text{m/s}$,(C)错误.

5s 内平均速度的大小　$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}=\dfrac{25}{5}\text{m/s}=5\text{m/s}$.

平均速率的大小　$\bar{v}'=\dfrac{S}{\Delta t}=\dfrac{65}{5}\text{m/s}=13\text{m/s}$,(D)错误.

点评:平均速度与平均速率是有区别的,平均速度是矢量,其大小是位移与所经历时间之比值;速率是标量,其大小是路程与所经历时间之比值.

2. (2008 四川)A、B 两辆汽车在笔直的公路上同向行驶,当 B 车在 A 车前 84m 处时,B 车速度为 4m/s,且正以 2m/s^2 的加速度做匀加速运动,经过一段时间后,B 车加速度突然变为零,A 车一直以 20m/s 的速度做匀速运动. 经过 12s 后两车相遇,问 B 车加速行驶的时间是多少?

解:设 A 车的速度为 v_A,B 车加速行驶的时间为 t,两车在 t_0 时相遇,则

$$s_A=v_At_0,$$

$$s_B=v_Bt+\frac{1}{2}at^2+(v_B+at)(t_0-t),$$

$$s_A=s_B+s,$$

$$v_At_0=s+v_Bt+\frac{1}{2}at^2+(v_B+at)(t_0-t).$$

将 $s=84\text{m}$,$v_A=20\text{m/s}$,$v_B=4\text{m/s}$,$a=2\text{m/s}^2$,$t_0=12\text{s}$,代入上式并整理可得

$$t^2-24t+108=0.$$

解得 $t_1=6\text{s}$，　$t_2=18\text{s}$(不合题意).

3.（2008 全国）已知 O、A、B、C 为同一直线上的四点，AB 间的距离为 l_1，BC 间的距离为 l_2. 一物体自 O 点由静止出发，沿此直线做匀加速运动，依次经过 A、B、C 三点. 已知物体通过 AB 段与 BC 段所用的时间相等. 求 O 与 A 的距离.

[解法 1] 设 O 与 A 的距离为 l，物体在 A 点的速度为 v_0，物体通过 AB 段与 BC 段所经历时间均为 t，则由匀变速运动的规律可得

$$v_0^2=2al \tag{1}$$

$$l_1=v_0t+\frac{1}{2}at^2 \tag{2}$$

$$l_1+l_2=2v_0t+\frac{1}{2}a(2t)^2 \tag{3}$$

(3)－(2)×2 得
$$l_2-l_1=at^2 \tag{4}$$

(2)×4－(3)得
$$3l_1-l_2=2v_0t \tag{5}$$

将(5)式平方得
$$(3l_1-l_2)^2=4v_0^2t^2 \tag{6}$$

将(4)代入(6)得
$$(3l_1-l_2)^2=4v_0^2\,\frac{l_2-l_1}{a} \tag{7}$$

由(1)、(7)消去 $\frac{v_0^2}{a}$ 得
$$l=\frac{(3l_1-l_2)^2}{8(l_2-l_1)}.$$

[解法 2] 做匀变速运动的物体，在任意相邻两个相等时间间隔内的位移之差等于 at^2，根据这一规律可列出方程

$$l_2-l_1=at^2 \tag{1}$$

$$l_1=v_0t+\frac{1}{2}at^2 \tag{2}$$

$$v_0^2=2al \tag{3}$$

解以上三方程可得到与[解法 1]相同的结果.

4.（2007 上海）如图 1-1-1 所示，物体在光滑斜面上的 A 点由静止开始下滑，经过 B 点后进入水平面（设经过 B 点前后速度大小不变），最后停在 C 点. 每隔 0.2 秒通过速度传感器测量物体的瞬时速度，下表给出了部分测量数据.（重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$）

t(s)	0.0	0.2	0.4	…	1.2	1.4	…
v(m/s)	0.0	1.0	2.0	…	1.1	0.7	…

(1) 求斜面的倾角 α，

(2) 物体和水平面之间的动摩擦因数 μ，

(3) $t=0.6\text{s}$ 时的瞬时速度 v.

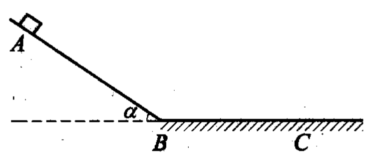

图 1-1-1

解：(1) 物体在光滑的斜面上下滑时，物体做匀加速运动，由表中数据可得，物体的加速度

$$a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{2.0-1.0}{0.4-0.2}\text{m/s}^2=5\text{m/s}^2,$$

$$a_1=g\sin\alpha,$$

$$\sin\alpha=\frac{a_1}{g}=\frac{5}{10}=0.5,\quad \alpha=30°.$$

(2) 设物体在平面上做匀减速运动时的加速度为 a_2，由表中数据可得

$$a_2=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{0.7-1.1}{1.4-1.2}\text{m/s}^2=-2\text{m/s}^2,$$

$$a_2=-\frac{\mu mg}{m}=-\mu g,$$

$$\mu=-\frac{a_2}{g}=-\frac{-2}{10}=0.2.$$

(3) 设物体在斜面上运动的时间为 t_1，则 $v_B=a_1t_1=5t_1$，

当 $t=1.4\text{s}$ 时，$v=0.7\text{m/s}$， $v=v_B-a_2(1.4-t_1)$.

将已知量代入上式可得 $0.7=5t_1-2\times(1.4-t_1)$，

得 $t_1=0.5\text{s}$.

当 $t=0.6\text{s}$ 时，物体已在水平面上. 设此时速度为 v_2，则

$$v_2=5\times0.5-2\times0.1=2.3(\text{m/s}).$$

5. (2006 上海)摩托车由静止开始在尽量短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. 有关数据见表格.

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

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 $v_2=20\text{m/s}$，

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

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.

解：该同学的解法是错误的. 其理由是：如果摩托车由静止开始加速到直道最大速度 v_1，则 $t_1=\frac{v_1}{a_1}=10\text{s}$，这段时间内的位移 $s_1=\frac{v_1}{2}t_1=200\text{m}$.

然后物体减速到 $v_2=20\text{m/s}$，$t_2=\frac{v_1-v_2}{a_2}=2.5\text{s}$，这段时间内物体的位移

$$s_2=\frac{v_1+v_2}{2}t_2=75\text{m}.$$

物体的总位移 $s=s_1+s_2=375\text{m}>218\text{m}$.

正确解法是：

设摩托车应该加速到的最大速度为 v_m，则加速阶段的位移为 $s_1=\frac{v_m^2}{2a_1}$，随后减速到 v_2，减速阶段的位移为 s_2，则 $s_2=\frac{v_m^2-v_2^2}{2a_2}$，

$$s=s_1+s_2=\frac{v_m^2}{2a_1}+\frac{v_m^2-v_2^2}{2a_2}.$$

解上式可得 $v_m=36\text{m/s}$，

$$t_1=\frac{v_m}{a_1}=9\text{s},\quad t_2=\frac{v_m-v_2}{a_2}=2\text{s},$$

$$t=t_1+t_2=11\text{s}.$$

6. (2005 全国)原地起跳时，先屈腿下蹲，然后突然蹬地. 从开始蹬地到离地是加速过程(视为匀加速)，加速过程中重心上升的距离称为“加速距离”. 离地后重心继续上升，在此过程中重心上升的最大距离称为“竖直高度”. 现有下列数据：人原地上跳的“加速距离”$d_1=0.50\text{m}$，“竖直高度”$h_1=1.0\text{m}$；跳蚤原地上跳的“加速距离”$d_2=0.00080\text{m}$，“竖直高度”$h_2=0.10\text{m}$. 假想人具有与跳蚤相等的起跳加速度，而“加速距离”仍为 0.50m，则人上跳的“竖直高度”是多少？

解：设人离地时的速度为 v_1，向上加速过程的加速度为 a_1，则由匀加速运动的规律可得

$$v_1^2=2a_1d_1 \qquad (1)$$

人离地后，向上做匀减速运动，即竖直上抛运动，由竖直上抛运动的规律可得

$$v_1^2=2gh_1 \tag{2}$$

由(1)，(2)两式可得

$$h_1=\frac{a_1d_1}{g} \tag{3}$$

设跳蚤起跳的加速度为 a_2，起跳过程结束时的速度为 v_2，则由匀变速运动的规律可得

$$v_2^2=2a_2d_2 \tag{4}$$

$$v_2^2=2gh_2 \tag{5}$$

由(5)、(6)两式可得

$$a_2=\frac{gh_2}{d_2} \tag{6}$$

若人具有与跳蚤相等的起跳加速度，则上跳的竖直高度为 H. 将(6)式的 a_2 代替(3)式中的 a_1，则得

$$H=\frac{a_2d_1}{g}=\frac{gh_2}{d_2}\cdot\frac{d_1}{g}$$

$$=\frac{d_1}{d_2}h_2=\frac{0.50}{0.00080}\times0.10\text{m}=62.5\text{m}.$$

点评：解答本题的关键是要认识到人(或动物)的起跳过程是一个加速过程，其过程是：先屈腿下蹲，再使脚用力蹬地，这样就使人体的重心受到向上的合力的作用，因而产生了向上的加速度，在腿的伸直过程中，人体重心的速度在增大着，当脚离开地时，人体重心就获得了一定的速度，之后，人体做竖直上抛运动.

7. (1999 全国)一跳水运动员从离水面 10m 高的平台上向上跃起，举双臂直体离开台面. 此时其重心位于从手到脚全长的中点. 跃起后重心升高 0.45m 达到最高点. 落水时身体竖直，手先入水.(在此过程中运动员水平方向的运动忽略不计.)从离开跳台到手触水面，他可用于完成空中动作的时间是__________s.(计算时，可以把运动员看作全部质量集中在重心的一个质点. g 取为 10m/s^2，结果保留两位数字.)

解：按照题意，可把人作为质点考虑. 在图 1-1-2 中，人的重心在 O 处，用 O 点的位置代表人的位置，O 点的运动可分为两个阶段：第一阶段是，人从平台上跃起，上升到最高点，设这一阶段所经历时间为 t_1；上升的高度为 $\Delta h=0.45\text{m}$；第二阶段是人从最高点到手触水面. 所经历时间为 t_2，运动的高度为 $h+\Delta h=10.45\text{m}$. 设人在平台上跃起时的初速度为 v_0，则

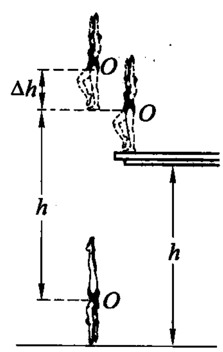

图 1-1-2

$$v_0=\sqrt{2g\Delta h}=\sqrt{2\times10\times0.45}\text{m/s}=3\text{m/s},$$

$$t_1=\frac{v_0}{g}=\frac{3}{10}\text{s}=0.3\text{s}.$$

第二阶段人做自由落体运动

$$h+\Delta h=\frac{1}{2}gt_2^2,$$

$$t_2=\sqrt{\frac{2(h+\Delta h)}{g}}=\sqrt{\frac{2\times10.45}{10}}\text{s}\doteq1.4\text{s},$$

$$t=t_1+t_2=(1.4+0.3)\text{s}=1.7\text{s}.$$

即运动员在空中动作的时间是 1.7s.

点评：根据 $\Delta h=0.45\text{m}$ 求出 $v_0=3\text{m/s}$ 之后，还可根据以下方程求出运动员在空中经历的总时间. 设向上为正方向，则

$$-h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2,$$

代入数据得

$$-10=3t-5t^2.$$

解得 $t=1.7\text{s}$.

8. (1999 全国)为了安全，在公路上行驶的汽车之间应保持必要的距离. 已知某高速公路的最高限速 $v=120\text{km/h}$. 假设前方车辆突然停止，后车司机从发现这一情况，经操纵刹

车，到汽车开始减速所经历的时间(即反应时间)$t=0.50\mathrm{s}$. 刹车时汽车受到阻力的大小 f 为汽车重力的 0.40 倍. 该高速公路上汽车间的距离 s 至少应为多少? 取重力加速度 $g=10\mathrm{m/s^2}$.

解:汽车的运动分两个阶段. 第一阶段，在反应时间 $t_1=0.50\mathrm{s}$ 内，汽车仍做匀速运动，汽车的速度

$$v=120\mathrm{km/h}=\frac{100}{3}\mathrm{m/s},$$

汽车在 t_1 时间内的位移 $$s_1=vt_1=\frac{100}{3}\times 0.5\mathrm{m}=16.7\mathrm{m},$$

汽车在第二阶段做匀减速运动，其加速度的大小为

$$a=\frac{0.40mg}{m}=4\mathrm{m/s^2},$$

设汽车在第二阶段的位移为 s_2，则 $$s_2=\frac{v^2}{2a}=\frac{\left(\frac{100}{3}\right)^2}{2\times 4}\mathrm{m}\doteq 139\mathrm{m},$$

汽车的总位移 $$s=s_1+s_2=139\mathrm{m}+16.7\mathrm{m}=155.7\mathrm{m}\approx 156\mathrm{m}.$$

即汽车间的距离至少应为 156m.

点评:解答本题的关键，是要正确理解“反应时间”，即“从发现情况，经操纵刹车，到汽车开始减速所经历的时间”.

9. (1996 全国)一物体作匀变速直线运动，某时刻速度的大小为 4 米/秒，1 秒钟后速度的大小变为 10 米/秒. 在这 1 秒钟内该物体的(　　).

(A) 位移的大小可能大于 10 米　　(B) 位移的大小可能小于 4 米

(C) 加速度的大小可能大于 10 米/秒^2　　(D) 加速度的大小可能小于 4 米/秒^2

解:如图 1-1-3 所示，若物体向右做匀加速运动，其加速度大小

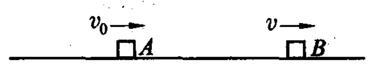

图 1-1-3

$$a=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{10-4}{1}\text{米/秒}^2=6\text{米/秒}^2.$$

在 1 秒内的位移 $$s=\frac{v_t+v_0}{2}\cdot t=\frac{10+4}{2}\times 1\text{米}=7\text{米}.$$

如图 1-1-4 所示，若物体向右做匀减速运动，由于末速度的大小为 10 米/秒，可以断定，物体先向右做匀减速运动，当速度减至零时，到达 C 点，然后向左做匀加速运动，1 秒末时到达 D 点. 此时速度方向向左. 若向右为速度正方向，则此时速度 $v_t=-10$ 米/秒.

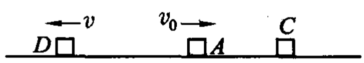

图 1-1-4

$$v_t=v_0-at,$$

$$a=\frac{v_0-v_t}{t}=\frac{4-(-10)}{1}\text{米/秒}^2=14\text{米/秒}^2.$$

物体在 1 秒内的位移 $$s=\frac{v_t+v_0}{2}\cdot t=\frac{(-10)+4}{2}\times 1\text{米}=-3\text{米}.$$

所以选项(B)、(C)正确.

点评:由以上解答可见，题中给出的“物体做匀变速直线运动”，包括匀加速和匀减速两种情况．要求考生能考虑到这两种情况. 本题是一道既考查知识又考查“智力”的试题.

二、关于追及问题的试题

1. (2007 全国)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 9m/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设置标记，在某次练习中，甲在接力区前 $S_0=13.5\text{m}$ 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，已知接力区的长度为 $L=20\text{m}$.

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.

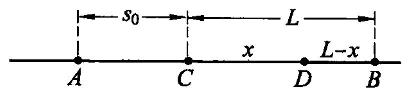

图 1-2-1

解：本题的题意如图 1-2-1 所示，C、B 两点间是接力区，$L=20\text{m}$，甲到达 A 点时对乙发出起跑口令，乙从 C 点开始加速跑，甲、乙在 D 点完成交接棒，此时两者速度相同，设 C、D 两点间的距离为 x，乙的加速度为 a，乙从 C 跑到 D 所经历时间为 t，则

$$x=\frac{1}{2}at^2 \tag{1}$$

$$v_甲\ t=s_0+x \tag{2}$$

$$v_甲=v_乙=at \tag{3}$$

解以上三式可得　$t=3\text{s}, a=3\text{m/s}^2, x=13.5\text{m}$.

D、B 两点间的距离　　$DB=L-x=20\text{m}-13.5\text{m}=6.5\text{m}$.

点评：解答本题的关键是准确地理解题意．并用草图将题意表示出来．应明确当甲到达 A 点时，乙从 C 点开始加速跑，两者到达 D 点交接棒时他们的速度相同．

2. (2008 宁夏)甲、乙两车在公路上沿同一方向做直线运动，它们的 $v-t$ 图像如图 1-2-2 所示．两图像在 $t=t_1$ 时相交于 P 点，P 在横轴上的投影为 Q，$\triangle OPQ$ 的面积为 s，在 $t=0$ 时刻，乙车在甲车前面，相距为 d．已知此后两车相遇两次，且第一次相遇的时刻为 t'，则下面四组 t'和 d 的组合可能的是(　　).

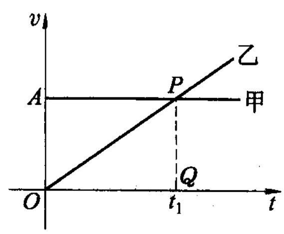

图 1-2-2

(A) $t'=t_1, d=S$　　(B) $t'=\frac{1}{2}t_1, d=\frac{1}{4}S$

(C) $t'=\frac{1}{2}t_1, d=\frac{1}{2}S$　　(D) $t'=\frac{1}{2}t_1, d=\frac{3}{4}S$

解：由两车的 v-t 图像可知，在 t_1 时刻两车的位移之差最大．设甲车的速度为 v_0，乙车的加速度为 a，则在 t_1 时刻甲、乙两车的位移分别为 $x_1=v_0t_1, x_2=\frac{1}{2}at_1^2$，两车的位移之差

$$\Delta x=x_1-x_2=v_0t_1-\frac{1}{2}at_1^2 \tag{1}$$

$$v_0=at_1 \tag{2}$$

将方程(2)代入(1)可得　　$$\Delta x=\frac{v_0^2}{2a} \tag{3}$$

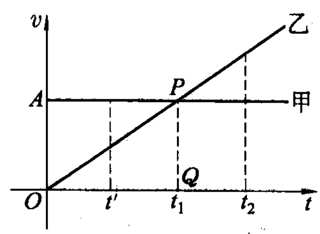

图 1-2-3

Δx 在数值上等于$\triangle OAP$ 的面积，因$\triangle OAP\cong\triangle OPQ$，所以 $\Delta x=S$．在本题中，根据 $t=0$ 时两车间的距离 d 与 S 的关系，可能有以下三种情况：

(1) 若 $d<S$，两车将相遇两次，第一次在图 1-2-3 中 t'时相遇，第二次在 t_2 时刻相遇.

(2) 若 $d=S$,两车只能相遇一次,且必定在 t_1 时刻相遇.

(3) 若 $d>S$,两车不相遇.

据题意,本题属于第一种情况,所以两车相遇的时刻 t' 可能等于 $\frac{1}{2}t_1$,不可能等于 t_1,当 $t'=\frac{1}{2}t_1$ 时,两车的位移之差必等于 d,即

$$d=v_0\frac{t_1}{2}-\frac{1}{2}a\left(\frac{t_1}{2}\right)^2.$$

将 $t_1=\frac{v_0}{a}$ 代入上式,得 $d=\frac{3v_0^2}{8a}=\frac{3}{4}S$. 所以选项(D)正确.

3. (1992 全国)两辆完全相同的汽车,沿水平直路一前一后匀速行驶,速度均为 v_0,若前车突然以恒定的加速度刹车,在它刚停住时,后车以前车刹车时的加速度开始刹车. 已知前车在刹车过程中所行的距离为 s,若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应为(　　).

(A) s　　(B) $2s$　　(C) $3s$　　(D) $4s$

解:如图 1-2-4 所示,设两车在匀速行驶时保持的距离为 s_0. 令前车为 A,后车为 B. A 从开始刹车到停车所用的时间为 $\Delta t=\frac{v_0}{a}$,A 在刹车过程中,B 仍在匀速运动着. A 停止时,B 可能运动到图中的 D 点或 C 点或 E 点. 由于两车在刹车开始时的速度均为 v_0,刹车过程中的加速度也相同,所以刹车过程中的位移必定相同,均为 s. 因为当 A 停止时,B 开始刹车,所以,若 A 停止时 B 在 D 点,即两车间的距离大于 s,肯定不相撞,若 B 在 E 点,肯定相撞. 若 B 在 C 点,正好相撞. A 在刹车过程中$\left(\Delta t=\frac{v_0}{a}\text{时间内}\right)$,$B$ 仍在匀速运动,设 B 运动的距离为 Δs,则

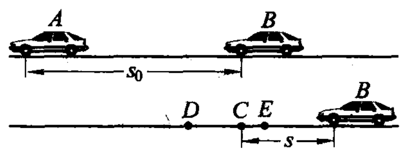

图 1-2-4

$$\Delta s=v_0\cdot\Delta t=v_0\cdot\frac{v_0}{a}=\frac{v_0^2}{a}.$$

因 $s=\frac{v_0^2}{2a}$,所以　$\Delta s=2s$,

若 $\Delta s<s_0$,即　$s_0>\Delta s=2s$,则两车肯定不相撞. 选项(B)正确.

点评:在解答此类试题时,首先应进行定性分析,根据定性分析所得到的结论,再进行定量计算.

4. 在一条平直公路上有甲、乙两车,在 $t=0$ 时两车相距 $d=21\text{m}$,且甲车在后,乙车在前,从 $t=0$ 开始,甲车做 $v_0=10\text{m/s}$ 的匀速运动,乙车做初速度为零的匀加速运动,加速度 $a=2\text{m/s}^2$,两车同向而行,试问两车能相遇几次? 在何时刻相遇?

解:当甲、乙两车相遇时,甲车的位移比乙车的位移大的距离为 d. 设 t 时刻两车相遇,则在 t 时刻甲车的位移 $x_1=v_0t$,乙车的位移 $x_2=\frac{1}{2}at^2$,必有　$v_0t-\frac{1}{2}at^2=d$　(1)

代入数据并整理得　$t^2-10t+21=0$　(2)

解得　$t_1=3\text{s}$,　$t_2=7\text{s}$.

计算表明,两车将在 3s 时和 7s 时先后相遇两次. 两车为什么能相遇两次呢? 现在我们利用图 1-2-5 所示的 $v-t$ 图像来说明其道理.

图中 t_1、t_2 是两车相遇的时刻,两图线在 D 点相交,D 点对应的时刻是 t_0,在 t_0 时刻两者速度相等,在 t_0 之前甲车的速度大于乙车的速度,即 $v_甲>v_乙$. 在 t_0 之后,$v_乙>v_甲$,$t_0=\frac{v_0}{a}=\frac{10}{2}\text{s}=5\text{s}$. 在 t_0 时刻两车位移之差达到最大值 x_m.

$$x_m=v_0t_0-\frac{1}{2}at_0^2=v_0\frac{v_0}{a}-\frac{1}{2}a\left(\frac{v_0}{a}\right)^2=\frac{v_0^2}{2a}=\frac{10^2}{2\times2}\text{m}=25\text{m}.$$

当 $t_1=3\text{s}$ 时，两车第一次相遇. 在 $0-t_1$ 时间内，甲车的位移 $x_1=v_0t_1=10\times3\text{m}=30\text{m}$，$x_1$ 的数值等于矩形 $OABE$ 的面积，乙车的位移 $x_2=\frac{1}{2}at_1^2=\frac{1}{2}\times2\times3^2\text{m}=9\text{m}$，$x_2$ 的数值等于$\triangle OCE$ 的面积. 甲、乙两车的位移之差 $\Delta x=x_1-x_2=21\text{m}$，$\Delta x$ 的数值等于梯形 $OABC$ 的面积. 所以在 t_1 时刻两车相遇.

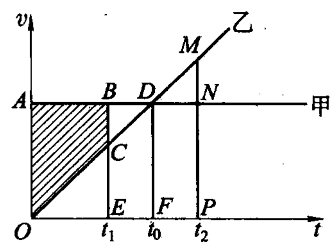

图 1-2-5

在 t_1-t_0 时间内，由于仍然是 $v_甲>v_乙$，所以甲在前乙在后，乙车追甲车，在这段时间内甲车比乙车多行驶的路程在数值上等于$\triangle BDC$ 的面积.

在 t_0-t_2 时间内，仍然是甲在前乙在后，由于 $v_乙>v_甲$，所以在这段时间内乙车比甲车多行驶的路程在数值上等于$\triangle DMN$ 的面积，因$\triangle BDC\cong\triangle DMN$，即在 t_1-t_2 时间内两车的位移相等，所以在 t_2 时刻两车第二次相遇.

由以上分析可见，两车之所以能相遇两次，是因为开始时两车之间的距离 d 小于两车的位移之差的最大值 x_m，根据 d 与 x_m 之间的关系，本题可能有以下三种情况，即

若 $d<x_m=\frac{v_0^2}{2a}$，两车相遇两次，

若 $d=x_m=\frac{v_0^2}{2a}$，两车相遇一次，

若 $d>x_m=\frac{v_0^2}{2a}$，两车不相遇.

以上三种情况，也可由二次方程的判别式得到，由方程(1)可得

$$\frac{1}{2}at^2-v_0t+d=0,$$

$$at^2-2v_0t+2d=0,$$

$$t=\frac{2v_0\pm\sqrt{4v_0^2-8ad}}{2a}.$$

由上式可见，

当 $v_0^2-2ad>0$，即 $d<\frac{v_0^2}{2a}$时，方程有两个解，两车相遇两次.

当 $v_0^2-2ad=0$，即 $d=\frac{v_0^2}{2a}$时，方程只有一个解，两车只能相遇一次.

当 $v_0^2-2ad<0$ 时，即 $d>\frac{v_0^2}{2a}$时，方程无解，两车不能相遇.

5. 在水平直轨道上有两辆汽车，相距 s，开始时，A 车在后面以初速度 v_0，加速度大小为 $2a$ 正对着 B 车做匀减速运动，而 B 车同时由静止开始做匀加速运动，加速度大小为 a，两车运动方向相同. 试论证，当 v_0、s、a 满足怎样的关系时两车相遇，不相遇.

[解法 1] A、B 两车的速度时间图像如图 1-2-6 所示，在 t_C 时刻两图线相交，这意味着在 t_C 时刻两车速度相等，即 $v_A=v_B$，$v_0-2at_C=at_C$，$t_C=\frac{v_0}{3a}$，由图可见，在 t_C 时刻两车的位移之差等于$\triangle ODC$ 的面积，此时两车的位移之差最大，用 Δs_m 表示，

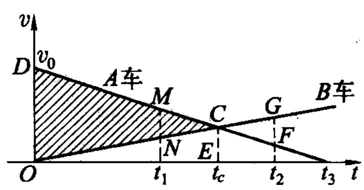

图 1-2-6

$$\Delta s_m=s_A-s_B=v_0t_C-\frac{1}{2}\cdot2at_C^2-\frac{1}{2}at_C^2$$

$$=v_0t_C-\frac{3}{2}at_C^2=v_0\frac{v_0}{3a}-\frac{3a}{2}\left(\frac{v_0}{3a}\right)^2=\frac{v_0^2}{6a}.$$

Δs_m 是一个很重要的量，它的大小将决定两车是否能相遇及相遇几次. 根据 Δs_m 与 s 的大小关系，可能有以下三种情况：

(1) 若 $s=\Delta s_m=\frac{v_0^2}{6a}$，两车在 t_c 时刻相遇，只能相遇一次；

(2) 若 $s>\Delta s_m=\frac{v_0^2}{6a}$，两车不能相遇；

(3) 若 $s<\Delta s_m=\frac{v_0^2}{6a}$，两车可相遇两次如图所示，若两车在 t_1 时刻相遇，从 t_1 到 t_c 的时间内 A 车在前，B 车在后，A 车比 B 车多行驶的路程等于 $\triangle MNC$ 的面积. t_c 之后，B 车的速度大于 A 车的速度，B 车追赶 A 车，到 t_2 时刻两车再次相遇. 此时 $\triangle CGF$ 的面积等于 $\triangle MNC$ 的面积. 在从 t_1 到 t_2 的时间内，两车行驶的路程相等. 由图可见，要使两车相遇两次，必须使 $t_2<t_3$，在 t_3 时刻 A 车速度减为零.

[解法 2] A、B 两车在 t 时刻的位移之差

$$\begin{aligned}\Delta s&=s_A-s_B=v_0t-\frac{1}{2}\times 2at^2-\frac{1}{2}at^2\\&=v_0t-\frac{3}{2}at^2.\end{aligned}$$

Δs 是 t 的二次函数，该函数有极大值. 令 $b=v_0$，$a'=-\frac{3}{2}a$，当 $t=\frac{-b}{2a'}$时，Δs 有极大值 Δs_m，即

$$t=\frac{-b}{2a'}=\frac{-v_0}{2\times\left(-\frac{3}{2}a\right)}=\frac{v_0}{3a},$$

$$\Delta s_m=v_0t-\frac{3}{2}at^2=v_0\ \frac{v_0}{3a}-\frac{3}{2}a\left(\frac{v_0}{3a}\right)^2=\frac{v_0^2}{6a}.$$

以下的讨论与[解法 1]相同.

[解法 3] 设 t 时刻两车相遇，则

$$s=v_0t-\frac{1}{2}\times 2at^2-\frac{1}{2}at^2=v_0t-\frac{3}{2}at^2,$$

$$\frac{3}{2}at^2-v_0t+s=0,$$

$$t=\frac{v_0\pm\sqrt{v_0^2-6as}}{3a}.$$

由上式可得以下三种情况.

(1) 当 $v_0^2<6as$ 时，方程无解，两车不相遇；

(2) 当 $v_0^2=6as$ 时，方程有一个解，两车相遇一次；

(3) 当 $v_0^2>6as$ 时，方程有两个解. 两车相遇两次，这一结论是有条件的. 其条件是，两车在第二次相遇时刻，必须在 A 车停止运动之前. 由以上解答可知，两车第二次相遇的时间

$$t_2=\frac{v_0+\sqrt{v_0^2-6as}}{3a} \tag{1}$$

设 t_3 时刻 A 车速度减为零，则 $\quad 0=v_0-2at_3,$

$$t_3=\frac{v_0}{2a} \tag{2}$$

发生第二次相遇的条件是 $\quad t_2<t_3 \quad (3)$

即 $$\frac{v_0+\sqrt{v_0^2-6as}}{3a}<\frac{v_0}{2a}.$$

解上式得 $$s>\frac{v_0^2}{8a} \tag{4}$$

所以两车相遇两次的条件是 $\frac{v_0^2}{6a}>s>\frac{v_0^2}{8a}$.

点评：以上三法相比各有特点.借助于图像分析问题，物理情景直观、清楚.运用函数和方程解答问题，严格、彻底.但所得结论的物理意义不够清楚.因此，解答追及问题的最佳方案是图像与方程相结合.既能严格、彻底地求得所期待的结论，又能直观地看清结论的物理意义.

6. 火车以速度 v_1 匀速行驶，司机发现前方同轨道上相距 s 处有另一火车沿同方向以速度 v_2 做匀速运动，$v_1>v_2$.司机立即以加速度 a 紧急刹车，要使两车不相撞，a 应满足什么条件？

［解法 1］ 后车刹车后做匀减速运动，当速度减至与前车的速度 v_2 相等时两车不会相撞，之后两车也不会相撞，因为之后前车的速度大于后车的速度.设 t_1 时刻两车速度相等，则

$$v_1-at_1=v_2 \tag{1}$$

t_1 时刻两车不相撞的条件是两车之间的距离 $\Delta L\geqslant 0$，即

$$\Delta L=s+v_2t_1-\left(v_1t_1-\frac{1}{2}at_1^2\right)\geqslant 0 \tag{2}$$

解(1)、(2)两式可得 $a\geqslant\frac{(v_1-v_2)^2}{2s}$.

［解法 2］ 两车的速度时间图像如图 1-2-7 所示.由图可见，在 t_1 时刻两车速度相等，两车位移之差最大.用 Δs_m 表示最大位移差，则

$$v_1-at_1=v_2,$$

$$t_1=\frac{v_1-v_2}{a},$$

$$\begin{aligned}\Delta s_m&=v_1t_1-\frac{1}{2}at_1^2-v_2t_1\\&=(v_1-v_2)t_1-\frac{1}{2}at_1^2\\&=\frac{(v_1-v_2)^2}{2a}.\end{aligned}$$

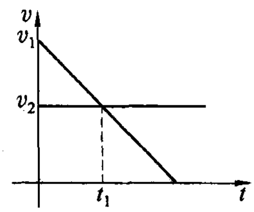

图 1-2-7

当 $s\geqslant\Delta s_m$ 时两车不会相撞，即 $a\geqslant\frac{(v_1-v_2)^2}{2s}$.

点评：解答本题的关键是，认识到两车不相撞的条件.当两车速度相等时，两车的位移之差 Δs_m，小于两车间开始时的距离 s.

7. 甲乙两汽车同时通过同一地点后，甲车的初速度是 16m/s，并以 2m/s^2 的加速度做匀减速运动.乙车的初速度是 4m/s，并以 1m/s^2 的加速度与甲同方向做匀加速直线运动.求两车再次相遇前，它们之间的最大距离和再次相遇时所经历的时间.

［解法 1］ 令 $v_{10}=16$，$a_1=2$，$v_{20}=4$，$a_2=1$，在 t 时刻两车间的距离

$$\begin{aligned}s&=\left(v_{10}t-\frac{1}{2}a_1t^2\right)-\left(v_{20}t+\frac{1}{2}a_2t^2\right)\\&=(v_{10}-v_{20})t-\frac{1}{2}(a_1+a_2)t^2\\&=12t-\frac{3}{2}t^2.\end{aligned}$$

s 是 t 的二次函数，这个函数有极大值.令 $a=-\frac{3}{2}$，$b=12$，当 $t=\frac{-b}{2a}$时，s 有极大值

$$t=\frac{-b}{2a}=\frac{-12}{2\times\left(-\frac{3}{2}\right)}=4(\text{s}).$$