

为中等水平以上考生报考中华名校而作

丛书主编：希 扬

发散思维

读北大考典 上中华名校

在高考的最高点审视 从考点的最深处剖析

北大考典

内容厚重视野开阔 见解深刻 方法卓越

物 理

主 编：胡开文

北京大学出版社

高考名题、新题、动向题
分类发散思维训练

北大考典

物理

胡开文 主 编
张克余 副主编

北京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

北大考典·物理/胡开文主编. —北京:北京大学出版社, 2001. 7
ISBN 7-301-04977-X

I. 北… I. 胡… III. 物理课-高中-试题-升学参考资料
IV. G632. 479

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 027601 号

书 名: 北大考典·物理

著作责任者: 胡开文 张克余

责任编辑: 顾卫宇 瞿 定

标准书号: ISBN 7-301-04977-3/G·0652

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村 北京大学校内 100871

网 址: www.pup.com.cn 电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

电 话: 出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752032

排 印 者: 北京飞达印刷厂

经 销 者: 新华书店

890 毫米×1240 毫米 A5 开本 10.875 印张 438 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 13.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究

《北大考典》丛书编委会

主 编 希 扬

副主编 源 流

编 委 胡祖明 江家发 王惠英

蓝 维 胡开文 张克余

读《北大考典》 上中华名校

希 扬 源 流

《北大考典》汇集了近几年来高考名题、新题与动向题,并把这些题分类运用发散思维进行解题训练。它瞄准高考命题范围,传递高考信息,揭示高考规律,强化思维训练,是一部“准确、规范、快捷、高效”,用最短的时间获取最佳复习效果的高考复习用书。

备战高考,本考典精选考题,以题为载体,以题引路,借题发挥。它重在激活思维,打开思路,点拨解法,培养能力,提高整体素质。运用发散思维的科学方法,对本考典中精选的具有代表性和权威性的考题进行解题训练,会使学生眼界开阔,提高综合应用、应变和实战的能力。

本套丛书有如下显著特色:

一、新角度

本考典新在解题的角度,新在运用发散思维的科学方法进行解题训练。发散思维,即求异思维,它的最大特色是思维的多向性。这种思维方式,在解题时注重多思路、全方位、异途径、多方式;它对同一个问题,从不同的方向、不同的侧面、不同的层次横向拓展,逆向深化,分解剖析,归纳整理。通过这样的解题训练,可激发学生思维的悟性,达到开启心扉、挖掘潜能、增强智慧、提高分析、解决实际问题的能力。

二、广范围

本考典涵盖多种模式的教材内容,它普遍适用于“3+X”、“3+2”、“3+综合”等多种高考模式。其例题典型新颖,精讲巧析,深入浅

出,依纲扣本,内容丰富。它强化基础知识训练,突出重点,注重联系,揭示规律。

三、多层次

本考典分别以高考名题、新题、动向题等三种“高考模型题”分类展开发散思维训练。

名题,指知识含量高,具有典型价值的有代表性的试题,如高考的必考题、常考题、热点问题的考题等。

新题,指近年来高考新增加的加强应用意识的考题,以及新增加内容的有学科价值和应用功能的考题,如立意题、情境题、题型新的考题等。

动向题,指体现高考改革方向和命题趋势的考题,如遵循但不拘泥于教学大纲的发展题,在思维的“最近发展区”考查考生学习潜力的考题,以及在知识网络的交汇点配置的情境新颖的考题,等等。

四、严要求

本考典栏目的设计,体现出对训练的严格要求。

“高考重点要求”栏目,指明了主要的考试目标与能力目标;“知识网络示意”,指知识点、考点的知识结构系统化;“典型考题发散”,指按高考名题、新题、动向题的分类发散思维训练;“能力素质训练”,是在一定数量基础题训练后增加适量的综合题、应用题、探究题,以提高考生的综合素质和分析问题、解决问题的能力。最后又精编了数套高考模拟试题供实战训练。

《北大考典》是一套高水平的应试考典。它在高考的最高点审视,从考点的最深处剖析,内容厚重,视野开阔,见解深刻,方法卓越;它架起了考生走向中华名校的桥梁,是中等及中等以上水平的考生报考中华名校的最佳选择。

读《北大考典》,上中华名校!

2001年4月

目 录

第一章 质点的运动	(1)
高考重点要求	(1)
知识结构网络示意	(2)
典型考题发散	(2)
能力素质训练	(23)
参考答案	(27)
第二章 力 物体的平衡	(28)
高考重点要求	(28)
知识结构网络示意	(28)
典型考题发散	(29)
能力素质训练	(46)
参考答案	(50)
第三章 牛顿运动定律	(51)
高考重点要求	(51)
知识结构网络示意	(51)
典型考题发散	(52)
能力素质训练	(74)
参考答案	(77)
第四章 动量	(79)
高考重点要求	(79)
知识结构网络示意	(79)
典型考题发散	(79)
能力素质训练	(94)
参考答案	(98)
第五章 机械能	(99)
高考重点要求	(99)

知识网络示意图	(99)
典型考题发散	(100)
能力素质训练	(118)
参考答案	(121)
第六章 机械振动 机械波	(122)
高考重点要求	(122)
知识网络示意图	(122)
典型考题发散	(123)
能力素质训练	(136)
参考答案	(140)
第七章 分子运动理论 气体的性质	(141)
高考重点要求	(141)
知识网络示意图	(142)
典型考题发散	(142)
能力素质训练	(157)
参考答案	(161)
第八章 电场	(162)
高考重点要求	(162)
知识网络示意图	(163)
典型考题发散	(163)
能力素质训练	(178)
参考答案	(183)
第九章 稳恒电流	(184)
高考重点要求	(184)
知识网络示意图	(185)
典型考题发散	(185)
能力素质训练	(200)
参考答案	(205)
第十章 磁场	(206)
高考重点要求	(206)
知识网络示意图	(206)
典型考题发散	(207)

能力素质训练	(220)
参考答案	(224)
第十一章 电磁感应	(225)
高考重点要求	(225)
知识结构网络示意	(225)
典型考题发散	(225)
能力素质训练	(241)
参考答案	(247)
第十二章 交变电流 电磁振荡 电磁波	(248)
高考重点要求	(248)
知识结构网络示意	(248)
典型考题发散	(249)
能力素质训练	(263)
参考答案	(267)
第十三章 几何光学	(268)
高考重点要求	(268)
知识结构网络示意	(269)
典型考题发散	(269)
能力素质训练	(278)
参考答案	(282)
第十四章 光的本性、原子和原子核	(283)
高考重点要求	(283)
知识结构网络示意	(284)
典型考题发散	(285)
能力素质训练	(290)
参考答案	(293)
高考模拟试题	(294)
模拟试题一	(294)
参考答案	(301)
模拟试题二	(305)
参考答案	(311)
模拟试题三	(315)

参考答案	(320)
模拟试题四	(323)
参考答案	(327)
模拟试题五	(329)
参考答案	(334)

第一章 质点的运动

高考重点要求

A 类：机械运动，质点.

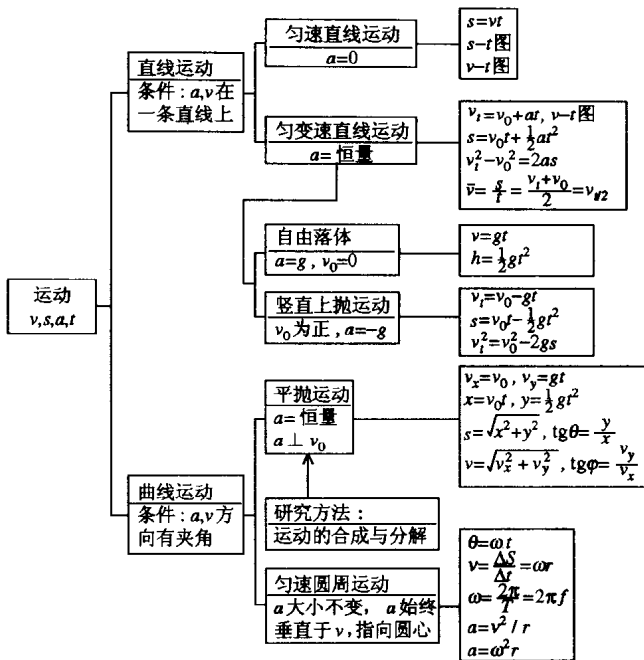
B 类：

1. 位移和路程.
2. 匀速直线运动，速度，速率.
3. 变速直线运动，平均速度，瞬时速度.
4. 匀变速直线运动，加速度，公式：
$$v=v_0+at,$$
$$s=v_0t+\frac{1}{2}at^2,$$
$$v^2-v_0^2=2as,$$
以及 $v-t$ 图.
5. 运动的合成与分解.
6. 曲线运动中质点的速度沿轨道的切线方向，且必具有加速度.
7. 平抛运动.
8. 匀速圆周运动，线速度和角速度，周期圆周运动的向心加速度， $a=v^2/R$.

说明：

1. 不要求用 $v-t$ 图去讨论问题.
2. 不要求推导向心加速度的公式 $a=v^2/R$.

知识结构网络示意



典型考题发散

(一) 名题发散

【名题 1】 甲、乙两地相距 s , 一人骑车以 4 m/s 的速度从甲地行驶到两地中点, 再以 6 m/s 的速度接着行驶到乙地. 求他从甲地行驶到乙地的平均速度.

分析 本题考查平均速度的概念. 可由平均速度定义式 $\bar{v}=\frac{s}{t}$, 即总位移与总时间的比求解.

解 根据 $\bar{v}=\frac{s}{t}$, 设通过前后一半位移的时间分别为 t_1 和 t_2 :

$$t_1=\frac{s/2}{v_1}, \quad t_2=\frac{s/2}{v_2},$$

则

$$\bar{v}=\frac{s}{t_1+t_2}=4.8 \text{ m/s}.$$

▲警示误区

错解分析 有的同学用 $v = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{4 + 6}{2} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$ 来求解. 其原因可能有两种: 一是乱套只适用于匀变速直线运动的平均速度公式 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$; 另一种可能是把平均速度与速度的平均值混为一谈.

【纵横发散】

发散 1-1 如图 1-1(a) 所示, 甲、乙两光滑斜面的高度和斜面的总长度都相同, 只是乙斜面由两部分组成. 将两个相同的小球从两斜面的顶端同时释放, 不计拐角处的机械能损失, 则下列结论中正确的是().

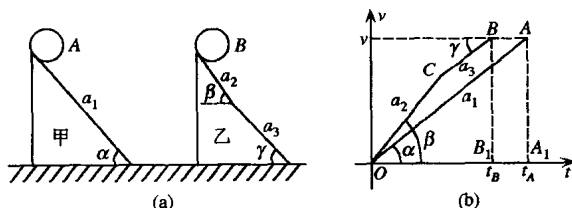


图 1-1

- A. 两球同时落地 B. A 球先落地
C. B 球先落地 D. 两球落地时速率相等

分析 两光滑斜面高度相同, 又不计拐角处的机械能损失, 两小球下滑时机械能守恒, 所以两小球到达底端时的速率相等, 即有 $v_A = v_B = v$. 此题用图象法求解要简捷得多.

解 设 A 球沿光滑斜面下滑的加速度为 a_1 ; B 球沿两部分斜面下滑的加速度分别为 a_2, a_3 . 依题意应有 $a_2 > a_1 > a_3$, 因落地的速率相等, 作出两球下滑的 $v-t$ 图线如图 1-1(b), 图线与时间轴所围成的面积表示小球所通过的路程, 所以四边形 $OCBB_1$ 的面积与三角形 OAA_1 的面积相等, B 点只能在 A 点的左侧. 所以 $t_B < t_A$, 即 B 球先滑到底端.

正确选项是 C, D.

发散 1-2 汽车由 A 地从静止出发, 沿平直公路驶向 B 地. 汽车先以加速度 a_1 作匀加速运动, 中间可作匀速运动, 最后以加速度 a_2 作匀减速运动, 到 B 地恰好停下, 已知 A, B 两地的距离为 s , 求汽车行驶完全程的最短时间和最大速度.

分析 首先应判定汽车的行驶方式. 即中间匀速行驶的时间多长才能使整个行程的时间最短.

汽车运动的 $v-t$ 图象如图 1-2 所示, 不同

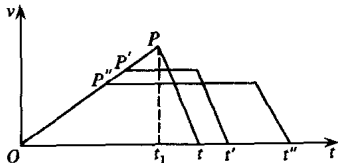


图 1-2

的图线对应汽车匀速行驶的时间不同,汽车的位移都是 s ,不同的图线与横轴所围的面积应相等.由图可见,汽车匀速运动的时间越长,则由 A 到 B 所用的时间就越长,所以,汽车先加速运动、后减速运动、中间无匀速运动的时间最短.

解 设汽车加速度运动的时间为 t_1 ,通过位移为 s_1 ,减速运动的时间为 t_2 则有

$$a_1 t_1 = a_2 t_2, \quad (1)$$

$$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2, \quad (2)$$

$$s - s_1 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2. \quad (3)$$

最小时间

$$t_{\min} = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{2s(a_1 + a_2)}{a_1 a_2}},$$

汽车最大速度

$$v_{\max} = a_1 t_1 = \sqrt{\frac{2a_1 a_2 s}{a_1 + a_2}}.$$

【转化发散】

发散 1-3 小球以水平速度 v_0 向竖直墙抛出,小球抛出点与竖直墙的距离为 l ,在抛出点处有一点光源,在小球未打到墙上前,墙上出现小球的影子向下运动,则影子的运动是().

- A. 匀速运动
- B. 匀加速运动,加速度是 g
- C. 匀加速运动,加速度大于 g
- D. 匀加速运动,加速度小于 g

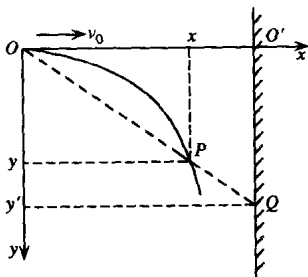


图 1-3

分析 把抛出点到小球的连线延长,与墙上的交点就是小球在墙上的影子,确定影子的位置,分析位置随时间的变化关系来判定影子的运动性质.

解 选取坐标系如图 1-3 所示,抛出点为坐标原点 O ,水平初速度为 v_0 ,经过时间 t ,小球的坐标 x, y 为

$$x = v_0 t, \quad (1)$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2. \quad (2)$$

此时小球在墙上的影子的坐标为 (l, y') ,因 $\triangle OPx \sim \triangle OQO'$,得

$$\frac{y'}{l} = \frac{y}{x}. \quad (3)$$

由①②③得

$$\frac{y'}{l} = \frac{\frac{1}{2} g t^2}{v_0 t} = \frac{g t}{2 v_0} \quad \text{即} \quad y' = \frac{l g}{2 v_0} t,$$

可见影子的纵坐标是时间 t 的一次函数, 其中 $\frac{lg}{2v_0}$ 是定值, 就是影子向下匀速运动的速度

$$v = \frac{lg}{2v_0}.$$

正确选项为 A.

发散 1-4 火车在平直轨道上以平均速度 v 从 A 地到达 B 地, 历时 t . 现火车以速度 v' 由 A 匀速出发, 中途刹车停止后又立即起动, 加速到 v' 再匀速到达 B, 刹车和加速过程均为匀变速运动, 刹车和加速的时间共为 t' , 若火车仍要用同样时间到达 B 地, 速度 v' 大小为 ().

- A. $vt/(t-t')$ B. $vt/(t+t')$
C. $2vt/(2t-t')$ D. $2vt/(2t+t')$

分析 火车用两种方式从 A 到 B, 位移与时间都相同, 因第二种方式有匀速、匀减速、匀加速过程, 找出匀变速的平均速度与匀速运动的速度 v' 关系, 即可方便地解出此题.

解 设 A, B 间距离为 s , 则

$$s = v \cdot t. \quad ①$$

火车匀变速过程的平均速度 $\bar{v} = \frac{1}{2}v'$, 有

$$s = \bar{v} \cdot t' + v'(t-t') = \frac{1}{2}v't' + v'(t-t') = v'(t - \frac{1}{2}t'). \quad ②$$

由①②得

$$v' = \frac{2t}{2t-t'} \cdot v.$$

正确选项为 C.

【名题 2】 甲、乙两车同时开始在同一水平面上同方向运动, 甲在前, 乙在后, 相距为 s , 甲初速为零, 加速度为 a , 作匀加速直线运动, 乙以速度 v_0 作匀速直线运动, 则下列判断中正确的是 ().

- A. 乙一定能追上甲
B. 当它们速度相等时距离最近
C. 若能追上, 追上时乙的速度必大于或等于甲的速度
D. 它们一定有两次相遇

分析 求解两车追击问题, 要注意找好两车间的参量关系, 通常通过位移、速度或时间相联系. 本题中两车同时运动, t 相同, 两车一前一后同向运动, 位移间有关联, 先写出各车的位移关系式, 再根据位移关系联立求解.

解

$$\begin{cases} s_{\text{甲}} = \frac{1}{2}at^2, & ① \\ s_{\text{乙}} = v_0t. & ② \end{cases}$$

任一时刻两车间距离

$$\Delta s = s_{\text{甲}} + s - s_{\text{乙}} = s + \frac{1}{2}at^2 - v_0t. \quad (3)$$

相遇时应有 $\Delta s = 0$, 即

$$at^2 - 2v_0t + 2s = 0, \quad (4)$$

解得

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

当 $\Delta = 4v_0^2 - 8as < 0$ 时, t 无解, 不能相遇, 即 $s > \frac{v_0^2}{2a}$;

当 $\Delta = 0$ 时, t 有一解, 相遇一次;

当 $\Delta > 0$ 时, t 有二解且都为正, 表示能相遇两次, 此时应有 $s < \frac{v_0^2}{2a}$.

所以满足条件 $s \leq \frac{v_0^2}{2a}$, 则乙与甲能相遇.

由③式, 若追不上, 因甲在前, 则 $\Delta s = \frac{1}{2}at^2 - v_0t + s$, $t = \frac{v_0}{a}$, Δs 有最小值. 此刻

$$v_{\text{甲}} = at = v_0.$$

若乙追上甲后, 乙在前, 甲在后, $\Delta s = v_0t - \frac{1}{2}at^2 - s$, $t = \frac{v_0}{a}$, Δs 有最大值, 此刻 $v_{\text{甲}} = at = v_0$. 因而乙追上甲时,

$$t = (v_0 - \sqrt{v_0^2 - 2as})/a,$$

$$v_{\text{甲}} = at = v_0 - \sqrt{v_0^2 - 2as} \leq v_0.$$

从以上分析可得正确选项为 C.

【点评】 借用数学方法处理物理问题是解题中常用的方法之一, 熟悉这种应用方法可活跃解题思路, 增加解题的灵活性与严谨性. 本题还可用图象法、更换参照系法求解, 这两种方法留给读者自己去练习.

▲警示误区

错解分析 求解相遇条件时, 误认为 $s_{\text{甲}} = s_{\text{乙}}$, 将同时、同向、不同地运动当作同时、同向、同地运动处理.

【纵横发散】

发散 1-5 汽车以 25 m/s 的速度匀速直线行驶, 在它后面有一辆摩托车. 摩托车的最大速度可达 30 m/s, 当两车相距 1000 m 时, 若使摩托车在 4 分钟时刚好追上汽车, 求摩托车的加速度应该是多少?

分析 追击问题中, 若在限定时间内将运动物体追上, 追击方式为: 追击者在较短的时间加速到最大速度, 而后以最大速度匀速追击.

解 在 4 分钟内汽车的位移

$$s_{\text{汽}} = v_{\text{汽}}t = (25 \times 240) \text{ m} = 6000 \text{ m},$$

摩托车要追上汽车, 则摩托车的位移应为

$$s_{\text{摩}} = s_{\text{汽}} + s_0 = (6000 + 1000) \text{ m} = 7000 \text{ m}.$$

若摩托车在 4 分钟内一直作匀加速运动, 由 $s = \bar{v}t = \frac{v_t + 0}{2}t$, 得

$$v_t = \frac{2s}{t} = \frac{2 \times 7000}{4 \times 60} \text{ m/s} = 58.3 \text{ m/s} > 30 \text{ m/s}.$$

可见摩托车应先加速, 待达到最大速度时, 再做匀速运动. 设加速时间为 t' , 则匀速运动时间为 $(t - t')$. 依题意:

$$\begin{cases} s_{\text{摩}} = \frac{v_{\text{max}} + 0}{2}t' + v_{\text{max}}(t - t') = v_{\text{max}}t - \frac{1}{2}v_{\text{max}}t', \\ v_{\text{max}} = at', \end{cases}$$

整理得 $a = \frac{v_{\text{max}}^2}{2(v_{\text{max}}t - s_{\text{摩}})} = \frac{30^2}{2 \times (30 \times 240 - 7000)} \text{ m/s}^2 = 2.25 \text{ m/s}^2$.

发散 1-6 从高 H 的地方平抛一物体 A , 其水平射程为 $2s$. 在 A 物正上方高为 $2H$ 的地方, 以相同方向平抛另一个物体 B , 其水平射程为 s . 两物体在空中运行轨迹亦在同一竖直平面内, 且都从同一个屏的顶端 M 通过, 求屏的高度.

分析 先画出此题的运动轨迹, 如图 1-4, 屏 MN 的顶点 M 即是 A, B 两物体平抛运动轨迹的交点. 利用此交点列出方程求解.

解 设 A 物体抛出速度为 v_A , B 物体抛出速度为 v_B , 则对 A, B 分别有

$$2s = v_A t_1 = v_A \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad \textcircled{1}$$

$$s = v_B t_2 = v_B \sqrt{\frac{4H}{g}}. \quad \textcircled{2}$$

用①式除以②式有

$$\frac{v_A}{v_B} = 2\sqrt{2}.$$

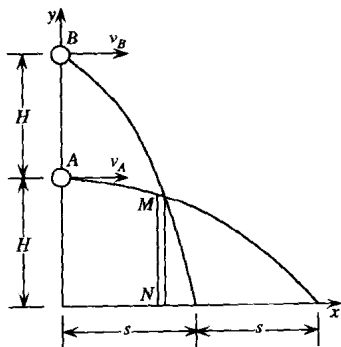


图 1-4

设 A 物从抛出到屏顶点的时间为 t_A , B 物从抛出到屏顶点 M 的时间为 t_B , 屏顶点坐标为 (x, y) , 则

$$\text{对 } A: \quad H - y = \frac{1}{2}gt_A^2, \quad \textcircled{3}$$

$$\text{对 } B: \quad 2H - y = \frac{1}{2}gt_B^2, \quad \textcircled{4}$$

$$t_A = \frac{x}{v_A}, \quad t_B = \frac{x}{v_B}. \quad \textcircled{5}$$

将⑤式代入③式和④式, 得

$$\frac{H - y}{2H - y} = \frac{v_B^2}{v_A^2} = \frac{1}{8},$$

$$y = \frac{6}{7}H.$$