



新华传媒  
XINHUA MEDIA



读交大之星 圆名校之梦

# 高中物理考题

高考

## 全解与精练



丛书主编 姜启时

本册编写 姜启时 张继斌



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



# 高中物理考题全解与精练 (高考)

丛书主编 姜启时

本册编写 姜启时 张继斌

上海交通大学出版社

## 内容提要

本书通过对近年高考物理难题、新题、压轴题的深入细致的研究,追寻高考难题、新题、压轴题的突破方法,有效地指导考生备考复习,培养考生理性的、逻辑的思维方式,掌握高考应试方法和答题技巧,另外,精选了部分名校自主招生试题,为优等生冲刺自主招生考试架设桥梁.本书通过思路点拨指出解题思路,排除考生答题中可能遇到的思维障碍;通过方法导析,总结解题方法,注意思维方法的拓展;通过相关难题、压轴题精练,促使考生转换陈旧的思维方式,拥有严谨、灵活的思维品质,提升综合的发散思维能力.本书介绍了高考物理各种题型的突破方法,全面追寻高考命题思路,指明高考应试策略.

本书设置如下板块:难点分析、难题压轴题全解、难点突破方法总结、难题压轴题精练、高考物理各种题型的突破方法、自主招生题的应对策略、高中物理解题方法索引等,满足尖子生攻坚克难、拓宽拔高的需要.

## 图书在版编目(CIP)数据

高中物理考题全解与精练. 高考 / 姜启时, 张继斌

编写. —上海: 上海交通大学出版社, 2014

(交大之星)

ISBN 978-7-313-11375-7

I. ①高… II. ①姜… ②张… III. ①中学物理课—高中—题解—升学参考资料 IV. ①G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 146607 号

## 高中物理考题全解与精练(高考)

编 写: 姜启时 张继斌

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 上海华文印刷厂

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

字 数: 500 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-11375-7/G

定 价: 45.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 20

印 次: 2014 年 8 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 021-56889281

# 前言

如今的高考及自主招生考试,更多意义上成为考入重点高校的竞争,要想在高考中脱颖而出,考生除具有扎实的基础知识外,还必须具备解析难题、压轴题的能力.近年自主招生考试,试题拓宽、拔高,为冲刺自主招生,尖子生更须具备解析难题的能力.每年高考及自主招生试卷上,都会有几道为拉开考分而设置的难题、压轴题,它的特点是:情景新颖、综合性强、难度较大、渗透方法探究.为了使广大考生深入了解新高考及自主招生考试命题趋势,培养考生的分析能力,深层开发考生的潜能,本丛书编委会约请了具有丰富教学经验的知名教师共同编写了这套丛书.本丛书通过对近几年高考压轴题和自主招生题的深入细致研究,追寻难题突破方法,有效地指导考生复习备考,培养考生理性的逻辑思维方式,掌握高考及自主招生的应试方法和答题技巧,提升考生的发散思维能力.本丛书使广大考生深入了解高考命题规律,领会难题突破方法,借鉴状元应试技巧,分享名师教学智慧.

本书有的放矢,注重内容的针对性和实用性,切实从学生角度出发,做到题型精选与专项指导相结合,使同学们在最短的时间内对各科目核心内容有系统的掌握,而且学会高效、科学的应试技巧,具有可读性、启迪性和实用性.

本书每一专题设4个小栏目:

## 1. 难点分析

指点本专题重点、难点、高考及自主招生考试命题方向,破解难题组成方式,领会高考命题规律.

## 2. 难题压轴题全解

精选近年高考中的难题和压轴题,配备了一定的题意新颖的名校高考模拟题,分类编排,指导考生思维,点拨解题方法,满足优等生拓宽、拔高的需要.另外,精选了部分名校自主招生试题(书中题前标有※),指出解题思路,点明突破方法,为尖子生攻坚克难,冲刺自主招生考试架设桥梁.

## 3. 难点突破方法总结

全面总结本专题的解题规律,以高考最新考核要求进行科学系统的方法指导,指导考生找到突破难题的切入口,提高考生发散思维能力和应试能力,为尖子生冲刺高考和自主招生指点迷津.

## 4. 难题压轴题精练

精选近年各地高考及自主招生试题、模拟题,进行详解精析,使学生打开思路,融会贯通,提升考生的解题能力.

这套丛书有如下特点:



**权威性** 以国家教育部考试中心颁布的新《课程大纲》为依据,由长期参与高考阅卷的知名教师执笔,由全国著名的教育专家和特级、高级教师审定丛书书稿.

**新颖性** 丛书根据教育部颁布的高中课程标准编写,体现了高考改革和新课程改革的新思路,突出了新高考的“知识、能力、素质”命题模式,启迪方法,侧重应试技巧的指导.

**前瞻性** 通过对近几年高考压轴题和自主招生题的深入细致研究,把握了高考改革的方向,本丛书突出了新高考的能力要求,充分挖掘考生潜能,以提升其发散思维能力.

**实用性** 本丛书由资深一线教师的精辟分析和指导考生应试技巧,使考生方便、有效地进行自测,参考答案中对难度大的试题均有提示点拨,便于考生核对.

**科学性** 本丛书的编写,按思维能力培养的规律循序渐进,对考生进行科学的指导,有效培养考生思维的科学性、敏捷性和发散性.

参加本丛书编写有:姜启时、瞿兵、宋岳春、吴锋、陈东卫、刘长安、张继斌、李永进、金卫、钱耀兵、李彩红、施红卫、顾荣华、张林、李明、谢宏雷、周裕冲、黄卫平、邓振宇、周锋、陈玉、丁海健、彭利平、周雅俊、黄敏、朱丽霞、陈丽华、顾珏珍、姜昱、李如芬、沈华辉、陈坚、王九琴、徐博文、贺方、施勇、梁瑞、陶晓霞、樊春燕、邱金林、倪庆华、施建峰、袁杰、马淑娟、成爱华、王新星、倪红华、吴兴国、周永春、黄燕、瞿德明、黄建辉、曹芬、秦娟、张文军、王淦华、黄俊、陈勇军、徐雪春等.这套丛书在策划、编写、审核过程中,得到了上海师范大学、中国科协教育专家委员会有关专家的支持和指导,在此一并致谢.我们真诚地希望本书能成为同学们的良师益友,在这收获的季节,我们会感到我们的每一滴汗水都没有白流,更希望本书能够伴随着你一起成长.

编 者

# 本书导读

## 高考物理重要专题【难点分析】

指明本专题知识重点、难点、难题组成、命题方向,使考生明确复习方向.

## 难题压轴题全解

【例题】 精选近年高考及自主招生考试中的难题、压轴题、名校高考模拟题.

【思路点拨】 指导考生思维,指出解题思路,点拨解题方法.

【方法导析】 设有【方法总结】【命题规律】【误区警示】【错解分析】等项目,重视思维方法的归纳,注意思维方法的拓展.

## 难点突破方法总结

全面总结本专题的解题规律,以高考最新考核要求进行科学、系统的方法指导,提高考生发散思维能力和应试能力.

## 难题压轴题精练

精选近年各地高考及自主招生试题、名校高考模拟题,进行详解精析,提升考生的解题能力.

## 高考物理各种题型的突破方法

物理选择题的突破方法,力、电综合题的突破方法,论述推理题的突破方法,计算论述题的解题规范.全面追寻高考命题思路,指明高考应试策略.

## 高考物理压轴题的应试技巧

1. 物理分析方法
2. 数学方法
3. 思维方法
4. 解题得分技巧

## 自主招生题的应对策略

1. 扎实的基础知识
2. 灵活的拓展思维
3. 适当扩展高中物理学习范围

## 高中物理解题方法 索引

物理模型法、图象分析法、图示分析法、整体法、隔离法、全程法、分段处理法、矢量法、正交分解法、临界法、对称法、转换法、等效替代法、假设法、微元法、特值法、估算法、比例法、类比法、迁移法、极端分析法、探究法、发散思维法、逻辑推理法、功能关系法、守恒法……

# 目 录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 本书导读·····                | 1   |
| 专题一 直线运动 力的作用·····       | 1   |
| 专题二 曲线运动 万有引力 ·····      | 22  |
| 专题三 机械能 ·····            | 36  |
| 专题四 电场 恒定电流 ·····        | 52  |
| 专题五 磁场 ·····             | 70  |
| 专题六 电磁感应 交流电 ·····       | 90  |
| 专题七 热力学定律 固体 液体 气体·····  | 107 |
| 专题八 振动与波 几何光学 相对论初步····· | 120 |
| 专题九 波粒二象性 原子物理 动量·····   | 137 |
| 专题十 力学实验与探究·····         | 154 |
| 专题十一 电学实验与探究·····        | 177 |
| 专题十二 物理选择题的突破方法·····     | 213 |
| 专题十三 力、电综合题的突破方法 ·····   | 227 |
| 专题十四 论述推理题的突破方法·····     | 236 |
| 专题十五 物理压轴题的突破方法·····     | 244 |
| 专题十六 自主招生题的应对策略·····     | 250 |
| 参考答案·····                | 258 |
| 高中物理解题方法 索引·····         | 309 |

## 专题一 直线运动 力的作用



### 难点分析

本专题重点知识有：匀变速直线运动规律、力的平衡和牛顿第二定律。力的概念是力学的重要内容，受力分析是解决物理问题的基础和关键。近几年高考中，本专题知识往往与功和能、电磁学组成学科内综合题。本专题难点主要有：

1. 匀变速运动规律与  $v-t$  图象综合组题，这类试题要求考生依据图象进行正确的受力分析和运动分析，综合考查考生的图象分析能力。 $v-t$  ( $s-t$ ,  $a-t$ ,  $v-s$ ) 图象可表述不同过程的运动、各个过程的运动状况变化，图象综合题可以命制区分度较大的难题，也是高考的热点。

2. 匀变速规律和牛顿定律综合组题，这类试题情景复杂，涉及两个以上物体的相互作用，且有多物理过程。

3. 牛顿定律与生产、生活和高新科技综合，考查考生建模能力、处理新信息问题的能力。近年高考试卷中，这类试题有：“滑板运动”、“飞椅游乐机”和“嫦娥二号”等。

4. 力的平衡可视作牛顿第二定律的应用，有时成为选择题中的难题。



### 难题压轴题全解

**【例1】** 摩天大楼中一部直通高层的客运电梯，行程超过百米。电梯的简化模型如图1-1(a)所示。考虑安全、舒适、省时等因素，电梯的加速度  $a$  随时间  $t$  变化，已知电梯在  $t=0$  时由静止开始上升， $a-t$  图象如图(b)所示。电梯总质量  $m=2.0 \times 10^3$  kg。忽略一切阻力，重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。

(1) 求电梯在上升过程中受到的最大拉力  $F_1$  和最小拉力  $F_2$ 。

(2) 类比是一种常用的研究方法。对于直线运动，教科书中讲解了由  $v-t$  图象求位移的方法。请你借鉴此方法，对比加速度和速度的定义，根据图(b)所示  $a-t$  图象，求电梯在第1 s内的速度改变量  $\Delta v_1$  和第2 s末的速率  $v_2$ 。

(3) 求电梯第11 s的速率为多少？

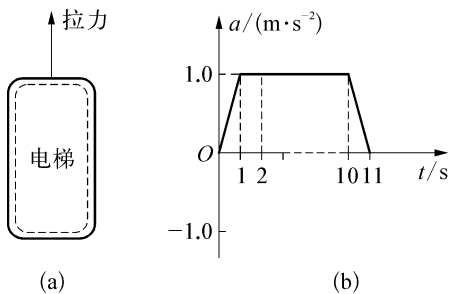


图 1-1

#### 思路点拨

(1) 由牛顿第二定律，有  $F-mg=ma$ ，由  $a-t$  图象可知， $F_1$  和  $F_2$  对应的加速度分别是  $a_1=1.0 \text{ m/s}^2$ ， $a_2=-1.0 \text{ m/s}^2$ ， $F_1=m(g+a_1)=2.0 \times 10^3 \times (10+1.0) \text{ N}=2.2 \times 10^4 \text{ N}$ ， $F_2=m(g+a_2)=2.0 \times 10^3 \times (10-1.0) \text{ N}=1.8 \times 10^4 \text{ N}$ 。



(2) 类比可得, 所求速度变化量等于第 1 s 内  $a-t$  图线下的面积  $\Delta v_1 = 0.50 \text{ m/s}$ , 同理可得,  $\Delta v_2 = v_2 - v_0 = 1.5 \text{ m/s}$ ,  $v_0 = 0$ , 第 2 s 末的速率  $v_2 = 1.5 \text{ m/s}$ .

(3) 由  $a-t$  图象可知, 第 11 s 的速率最大, 其值等于 0~11 s 内  $a-t$  图线下的面积, 有  $v_m = 10 \text{ m/s}$ .

### 方法导析

由电梯运动的  $a-t$  图象结合牛顿第二定律, 分析电梯的受力情况, 类比可得,  $a-t$  图象与横坐标所围面积表示速度变化量, 进而求出某时刻的速率. 本题所考查的物理情境并不陌生, 要求考生在情境中自行设定与寻找解题的思维方法, 本题求解可将学过的方法类比迁移, 解决问题. 考生要重视思维方法的归纳, 如: 类比法、迁移法、特值法、对称法、极端思维法等, 注意思维方法的拓展.

**【例 2】** 科学探究活动通常包括以下环节: 提出问题, 作出假设, 制订计划, 搜集证据, 评估交流等. 一组同学研究“运动物体所受空气阻力与运动速度关系”的探究过程如下:

A. 有同学认为: 运动物体所受空气阻力可能与其运动速度有关.

B. 他们计划利用一些“小纸杯”作为研究对象, 用超声测距仪等仪器测量“小纸杯”在空中直线下落时的下落距离、速度随时间变化的规律, 以验证假设.

C. 在相同的实验条件下, 同学们首先测量了单只“小纸杯”在空中下落过程中不同时刻的下落距离, 将数据填入表中, 图 1-2(a) 是对应的位移-时间图线. 然后将不同数量的“小纸杯”叠放在一起从空中下落, 分别测出它们的速度-时间图线, 如图 1-2(b) 中图线 1, 2, 3, 4, 5 所示.

D. 同学们对实验数据(见表 1-1)进行分析、归纳后, 证实了他们的假设.

问答下列提问:

表 1-1

| 时间/s | 下落距离/m | 时间/s | 下落距离/m |
|------|--------|------|--------|
| 0.0  | 0.000  | 1.2  | 0.957  |
| 0.4  | 0.036  | 1.6  | 1.447  |
| 0.8  | 0.469  | 2.0  | X      |

(1) 与上述过程中 A, C 步骤相应的科学探究环节分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_.

(2) 图 1-2(a) 中的 AB 段反映了运动物体在做\_\_\_\_\_运动, 表中 X 处的值为\_\_\_\_\_.

(3) 图 1-2(b) 中各条图线具有共同特点, “小纸杯”在下落的开始阶段做\_\_\_\_\_运动, 最后“小纸杯”做\_\_\_\_\_运动.

(4) 比较图 1-2(b) 中的图线 1 和 5, 指出在 1.0~1.5 s 时间段内, 速度随时间变化关系的差异: \_\_\_\_\_.

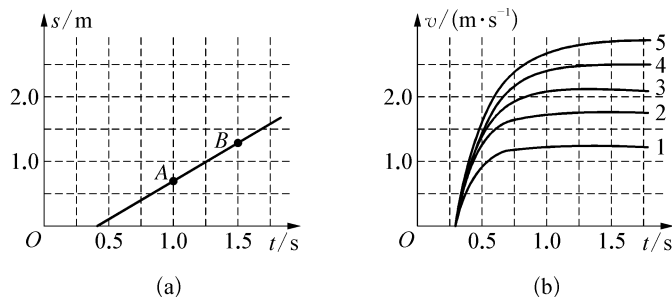


图 1-2

**思路点拨**

(1) 根据科学探究的环节可以判断,选项 A 为“作出假设”,选项 C 为探究活动中的“搜集证据”。

(2) 图 1-2(a) 中的 AB 为直线,在  $s-t$  图象中“直线”表示“在相同时间内的位移相同”,即做匀速运动. 在时间  $1.2\sim 1.6\text{ s}$  及  $1.6\sim 2.0\text{ s}$  内的位移相等,即  $1.447 - 0.957 = X - 1.447$ ,  $X = 1.937\text{ m}$ .

(3) 5 条图线的共同特点: 开始阶段,图线斜率(即加速度)随时间变小,最后斜率为零(即速度不变)。

(4) 在  $1.0\sim 1.5\text{ s}$ ,图线 1 表示速度不变,图线 5 表示速度仍在增大。

【答案】 (1) 作出假设,搜集证据; (2) 匀速直线运动,1.937; (3) 加速度逐渐减小的加速,匀速; (4) 图线 1 反映速度不随时间变化(或图线 1 反映纸杯做匀速运动),图线 5 反映速度随时间继续增大(或图线 5 反映纸杯依然在做加速度减小的加速运动)。

**方法导析**

随着新课程改革的推进,高考命题“重视培养科学探究能力、科学精神”。近几年高考试卷(尤其是上海卷)已渗透了新课程改革的理念. 本题是一条以探究性活动为背景命题的试题,学生平时学习中要注意培养收集信息、处理信息的能力,掌握探究活动的一般程度和方法. 探究性活动类试题与常规的论述题、计算题、实验题不同,解这类题,要求能够正确获取信息、分析情景、提出假设、建立模型、进行论证,数据往往采用列表法、图象法来处理,最后导出探究结果. 每个学生在新课程的学习中,不要沉湎于题海,应积极参与探究性活动,提高自己的探究能力和创新能力。

【例 3】 科研人员乘气球进行科学考察. 气球、座舱、压舱物和科研人员的总质量为  $990\text{ kg}$ . 气球在空中停留一段时间后,发现气球漏气而下降,及时堵住. 堵住时气球下降速度为  $1\text{ m/s}$ ,且做匀加速运动,  $4\text{ s}$  内下降了  $12\text{ m}$ . 为使气球安全着陆,向舱外缓慢抛出一定的压舱物. 此后发现气球做匀减速运动,下降速度在  $5\text{ min}$  内减少了  $3\text{ m/s}$ . 若空气阻力和泄漏气体的质量均可忽略,重力加速度  $g = 9.89\text{ m/s}^2$ ,求抛掉的压舱物的质量。

**思路点拨**

设堵住漏洞后,气球的初速度为  $v_0$ ,所受的空气浮力为  $f$ ,气球、座舱、压舱物和科研

人员的总质量为  $m$ , 由牛顿第二定律得  $mg - f = ma$ ,

式中  $a$  是气球下降的加速度. 以此加速度在时间  $t$  内下降了  $h$ , 则  $h = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ ,

当向舱外抛掉质量为  $m'$  的压舱物后, 设系统的加速度为  $a'$ , 则

$$a' = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ (以向上为正方向, } a' \text{ 为负值)}.$$

据牛顿第二定律有  $(m - m')g - f = (m - m')a'$ ,

由以上四式得  $m' = \frac{m(a + a')}{(g - a')}$ .

将题设数据  $m = 990 \text{ kg}$ ,  $v_0 = 1 \text{ m/s}$ ,  $t = 4 \text{ s}$ ,  $h = 12 \text{ m}$ ,  $\Delta t = 300 \text{ s}$ ,  $\Delta v = -3 \text{ m/s}^2$ ,  $g = 9.89 \text{ m/s}^2$  代入各式, 得  $m' = 104 \text{ kg}$ .

### 方法导析

涉及复杂物理过程的问题, 先要将过程划分清楚, 牛顿第二定律和运动学公式均是矢量式, 列式时一定要规定一个正方向(一般以运动方向为正方向), 否则往往会正、负号不清, 导致失误.

**【例4】** 如图1-3所示, 物体从光滑斜面上的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 s通过速度传感器测量物体的瞬时速度, 表1-2给出了部分测量数据(重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

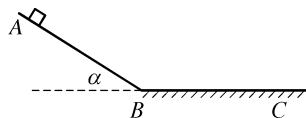


图1-3

表1-2

|                                    |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $t/\text{s}$                       | 0.0 | 0.2 | 0.4 | ... | 1.2 | 1.4 | ... |
| $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ | 0.0 | 1.0 | 2.0 | ... | 1.1 | 0.7 | ... |

求: (1) 斜面的倾角  $\alpha$ .

(2) 物体与水平面之间的动摩擦因数  $\mu$ .

(3)  $t = 0.6 \text{ s}$  时的瞬时速度  $v$ .

### 思路点拨

(1) 由前三列数据, 可知物体在斜面上匀加速下滑时的加速度为  $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 5 \text{ m/s}^2$ , 据牛顿第二定律  $mg \sin \alpha = ma_1$ , 可得  $\alpha = 30^\circ$ .

(2) 由后两列数据, 可知物体在水平面上滑行时的加速度  $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -2 \text{ m/s}^2$ , 据牛顿第二定律  $-\mu mg = ma_2$ , 可得  $\mu = 0.2$ .

(3) 设物体在斜面上下滑的时间为  $t$ , 到达斜面底的速度为  $v_t$ .

则  $1.2 \text{ s}$  时物体在水平面上速度  $v_{1.2} = v_t + a_2(1.2 - t)$ ,

代入数据  $1.1 = 5t - 2(1.2 - t)$ , 解得  $t = 0.5 \text{ s}$ ,

即物体在斜面上下滑的时间为  $0.5 \text{ s}$ ,  $v_t = a_1 t = 5 \times 0.5 \text{ m/s} = 2.5 \text{ m/s}$ .

$0.6 \text{ s}$  时物体在水平面上, 其速度  $v = v_t + a_2 \times (0.6 - 0.5) = 2.3 \text{ m/s}$ .

### 方法导析

本题解题关键: 先弄清物体运动状态(在斜面上做加速运动, 之后在水平面上做减速运动), 再根据图表数据与整个运动过程对应起来, 将题给信息弄清楚. 复习中要重视物理分析方法的归纳: 首先分析试题所提供的物理过程(物理情境), 理解其中的物理条件和物理意义, 找出其中起重要作用的因素, 然后把物理过程分解为若干个简单的过程, 分析每个过程中各物理量的变化以及它们之间的关系, 最后根据物理规律建立物理量之间的关系式.

**【例5】** 如图1-4所示, 在倾角为  $\theta$  的光滑斜面上有两个用轻质弹簧相连接的物块 A、B, 它们的质量分别为  $m_A$  和  $m_B$ , 弹簧的劲度系数为  $k$ , C 为一固定挡板, 系统处于静止状态. 现开始用一恒力  $F$  沿斜面方向作用于物块 A 使之向上运动. 求物块 B 刚要离开 C 时物块 A 的加速度  $a$  和从开始到此时物块 A 的位移  $d$  (重力加速度为  $g$ ).

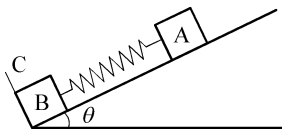


图 1-4

### 思路点拨

令  $x_1$  表示未加  $F$  时弹簧的压缩量, 由胡克定律和平衡条件可知  $m_A g \sin \theta = k x_1$ .

令  $x_2$  表示 B 刚要离开 C 时弹簧的伸长量,  $a$  表示此时 A 的加速度.

由胡克定律和牛顿定律可知  $k x_2 = m_B g \sin \theta$ ,  $F - m_A g \sin \theta - k x_2 = m_A a$ ,

A 的加速度:  $a = |F - (m_A + m_B) g \sin \theta| / m_A$ ,

由题意, A 的位移  $d = x_1 + x_2 = (m_A + m_B) g \sin \theta / k$ .

### 错解分析

本题部分考生的失误: 在计算物体 A 的加速度时, 漏掉物体 A 的下滑力而导致错误. 解决动力学问题, 受力分析是解题的关键, 先将研究对象进行隔离, 再逐一分析各个外力, 并画出受力图示. 少数考生在求物块 A 的位移时, 漏掉初始状态弹簧的压缩量而导致失误, 初、末状态分析是解决动力学问题的又一关键, 本题中, 斜面是光滑的, 弹簧在物块 A 的重力作用下, 初始处于压缩状态. 受力分析、状态分析、过程分析是解决动力学问题的三把金钥匙.

**【例6】** 一质量为  $m = 40 \text{ kg}$  的小孩站在电梯内的体重计上. 电梯从  $t = 0$  时刻由静止开始上升, 在  $0$  到  $6 \text{ s}$  内体重计示数  $F$  的变化如图 1-5 所示. 试问: 在这段时间内电梯上升的高

度是多少? 取重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

### 思路点拨

由图 1-5 可知, 在  $t = 0$  到  $t_1 = 2 \text{ s}$  的时间内, 体重计的示数大于  $mg$ , 故电梯应做向上的加速运动. 设在这段时间内体重计作用于小孩的力为  $f_1$ , 电梯及小孩的加速度为  $a$ , 由牛顿第二定律, 得  $f_1 - mg = ma_1$ .

在这段时间内电梯上升的高度  $h_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$ ,

在  $t_1$  到  $t_2 = 5 \text{ s}$  的时间内, 体重计的示数等于  $mg$ , 故电梯应做匀速上升运动, 速度为  $t_1$  时电梯的速度, 即  $v_1 = a_1 t_1$ .

在这段时间内电梯上升的高度  $h_2 = v_1 (t_2 - t_1)$ .

由图可知, 在  $t_2$  到  $t_3 = 6 \text{ s}$  的时间内, 体重计的示数小于  $mg$ , 故电梯应做向上的减速运动. 设这段时间内体重计作用于小孩的力为  $f_2$ , 电梯及小孩的加速度大小为  $a_2$ , 由牛顿第二定律, 得  $mg - f_2 = ma_2$ .

在这段时间内电梯上升的高度  $h_3 = v_1 (t_3 - t_2) - \frac{1}{2} a_2 (t_3 - t_2)^2$ ,

电梯上升的总高度  $h = h_1 + h_2 + h_3$ ,

由以上各式, 利用牛顿第三定律和题文及题图中的数据, 解得  $h = 9 \text{ m}$ .

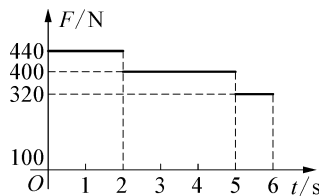


图 1-5

### 方法导析

在解题过程中运用数学的方式要讲究, 如“代入数据”的中间过程可不写, 涉及的几何关系只需说出判断而不必证明, 重要的中间结论的文字表达式要写出来, 文字式做答案的, 所有字母必须是已知量等; 物理符号系统、物理学科语言必须规范, 力求避免低级错误.

**【例 7】** 一水平的浅色长传送带上放置一煤块(可视为质点), 煤块与传送带之间的动摩擦因数为  $\mu$ , 初始时, 传送带与煤块都是静止的. 现让传送带以恒定的加速度  $a_0$  开始运动, 当其速度达到  $v_0$  后, 便以此速度做匀速运动. 经过一段时间, 煤块在传送带上留下了一段黑色痕迹后, 煤块相对于传送带不再滑动. 求此黑色痕迹的长度.

### 思路点拨

根据“传送带上有黑色痕迹”可知, 煤块与传送带之间发生了相对滑动, 煤块的加速度  $a$  小于传送带的加速度  $a_0$ . 根据牛顿定律, 可得  $a = \mu g$ ,

设经历时间  $t$ , 传送带由静止开始加速到速度等于  $v_0$ , 煤块则由静止加速到  $v$ , 有

$$v_0 = a_0 t, \quad v = at,$$

由于  $a < a_0$ , 故  $v < v_0$ , 煤块继续受到滑动摩擦力的作用. 再经过时间  $t'$ , 煤块的速度由  $v$  增加到  $v_0$ , 有

$$v_0 = v + at',$$

此后,煤块与传送带运动速度相同,相对于传送带不再滑动,不再产生新的痕迹.

设在煤块的速度从0增加到 $v_0$ 的整个过程中,传送带和煤块移动的距离分别为 $s_0$ 和

$$s, \text{ 有 } s_0 = \frac{1}{2}a_0t^2 + v_0t', s = \frac{1}{2}a(t+t')^2 = \frac{1}{2}a\left(\frac{v}{a} + \frac{v_0-v}{a}\right)^2 = \frac{v_0^2}{2a}.$$

$$\text{传送带上留下的黑色痕迹的长度 } l = s_0 - s, \text{ 由以上各式得 } l = \frac{v_0^2(a_0 - \mu g)}{2\mu a_0 g}.$$

### 错解分析

考生失误情况: 用  $t = \frac{v_0}{a_0}$  求出  $t$  后, 误认为痕迹长度  $l = \frac{1}{2}(a_0 - a)t^2$ .

思维突破方法: 分析问题时思维要深入, 传送带速度  $0 \sim v_0$  时, 煤块与传送带有相对滑动, 传送带以  $v_0$  匀速运动, 在煤块速度  $v$  小于  $v_0$  时, 还有相对滑动.

该类问题分析时应注意以下技巧, 关键词语“传送带上有黑色痕迹”即表示两者之间有相对滑动; 隐含条件: 两者“速度相等”时停止相对滑动; 思维发散: 传送带在加速、匀速的两种状态时, 煤块均有可能与传送带有相对滑动.

**【例8】** 在北京残奥会开幕式上, 运动员手拉绳索向上攀登, 最终点燃了主火炬, 体现了残疾运动员自强不息的精神. 为了探究上升过程中运动员与绳索和吊椅间的作用, 可将过程简化: 如图1-6所示, 一根不可伸长的轻绳跨过轻质的定滑轮, 一端挂一吊椅, 另一端被坐在吊椅上的运动员拉住, 设运动员的质量  $M = 65 \text{ kg}$ , 吊椅的质量  $m = 15 \text{ kg}$ , 不计定滑轮与绳子间的摩擦. 重力加速度取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 当运动员与吊椅一起以加速度  $a = 1 \text{ m/s}^2$  上升时, 试求: (1) 运动员竖直向下拉绳的力; (2) 运动员对吊椅的压力.

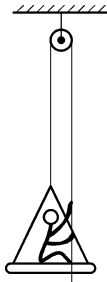


图1-6

### 思路点拨

解法1: 用“整体法”求解.

(1) 设运动员受到绳向上的拉力为  $F$ , 由于跨过定滑轮的两段绳子拉力相等, 吊椅受到绳的拉力也是  $F$ . 对运动员和吊椅整体进行受力分析如图1-7(a)所示, 则有  $2F - (M+m)g = (M+m)a$ , 得  $F = 440 \text{ N}$ , 由牛顿第三定律, 运动员竖直向下拉绳的力  $F' = 440 \text{ N}$ .

(2) 设吊椅对运动员的支持力为  $F_N$ , 对运动员进行受力分析如图1-7(b)所示, 则有  $F + F_N - Mg = Ma$  得  $F_N = 275 \text{ N}$ , 由牛顿第三定律, 运动员对吊椅的压力也为  $275 \text{ N}$ .

解法2: 用“隔离法”求解.

设运动员和吊椅的质量分别为  $M$  和  $m$ , 运动员竖直向下的拉力为  $F$ , 对吊椅的压力

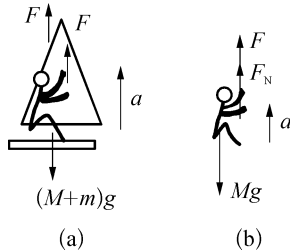


图1-7

大小为  $F_N$ , 根据牛顿第三定律, 绳对运动员的拉力大小为  $F$ , 吊椅对运动员的支持力为  $F_N$ .

分别以运动员和吊椅为研究对象, 根据牛顿第二定律, 有

$$M: F + F_N - Mg = Ma, \quad m: F - F_N - mg = ma,$$

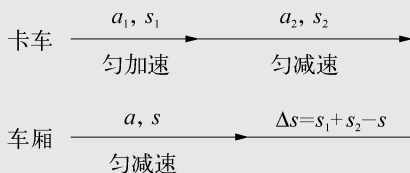
由以上两式得  $F = 440 \text{ N}$ ,  $F_N = 275 \text{ N}$ .

### 方法导析

处理连接体问题的方法有“整体法”与“隔离法”, 在使用隔离法解题时, 所选取的隔离对象可以是连接体中的某一个物体, 也可以是连接体中的某部分物体, 而这“某部分”的选取, 也应根据问题的实际情况灵活处理, 若所求力为外力则应用整体法, 若所求力为内力则用隔离法. 大多数题目要求两种方法结合应用, 求外力时, 先隔离后整体; 求内力时, 先整体后隔离.

**【例 9】** 一卡车拖挂一相同质量的车厢, 在水平直道上以  $v_0 = 12 \text{ m/s}$  的速度匀速行驶, 其所受阻力可视为与车重成正比, 与速度无关. 某时刻, 车厢脱落, 并以大小为  $a = 2 \text{ m/s}^2$  的加速度减速滑行. 在车厢脱落  $t = 3 \text{ s}$  后, 司机才发觉并紧急刹车, 刹车时阻力为正常行驶时的 3 倍. 假设刹车前牵引力不变, 求卡车和车厢都停下后两者之间的距离.

### 思维导图



### 思路点拨

设卡车的质量为  $M$ , 卡车所受阻力与车重之比为  $\mu$ ; 刹车前卡车牵引力的大小为  $F$ , 卡车刹车前后加速度的大小分别为  $a_1$  和  $a_2$ , 重力加速度大小为  $g$ .

卡车拖挂车厢匀速行驶,  $F - 2\mu Mg = 0$ ,

车厢脱落后, 卡车匀加速行驶, 由牛顿第二定律有  $F - \mu Mg = Ma_1$ ,

卡车刹车后, 匀减速行驶,  $3\mu Mg = Ma_2$ , 车厢脱落后做匀减速行驶  $\mu mg = ma$ ,

由以上三式得  $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$ ,  $a_2 = 6 \text{ m/s}^2$ ,

设车厢脱落后,  $t = 3 \text{ s}$  内卡车行驶的路程为  $s_1$ , 末速度为  $v_1$ .

根据运动学公式有  $s_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$ ,  $v_1 = v_0 + a_1 t$ ,

设卡车在刹车后减速行驶的路程为  $s_2$ , 则  $s_2 = \frac{v_1^2}{2a_2}$ ,

设车厢脱落后滑行的路程为  $s$ , 有  $s = \frac{v_0^2}{2a}$ ,

卡车和车厢都停下来后, 相距  $\Delta s = s_1 + s_2 - s$ ,

由以上各式, 代入题给数据得  $\Delta s = 36 \text{ m}$ .

### 方法导析

求解多过程问题, 要将多过程分解为多个子过程, 在每一个过程中, 对物体进行正确的受力分析, 正确求解加速度是关键. 当物体的受力情况发生变化时其加速度也要变化, 两个过程的衔接——前一过程的末速度是后一过程的初速度.

**【例 10】** 如图 1-8 所示, 质量  $m = 2 \text{ kg}$  的物体静止于水平地面的 A 处, A, B 间距  $L = 20 \text{ m}$ , 用大小为  $30 \text{ N}$ 、沿水平方向的外力拉此物体, 经  $t_0 = 2 \text{ s}$  拉至 B 处 (已知  $\cos 37^\circ = 0.8$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ . 取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

(1) 求物体与地面间的动摩擦因数  $\mu$ .

(2) 用大小为  $30 \text{ N}$ 、与水平方向成  $37^\circ$  的力  $F$  斜向上拉此物体, 使物体从 A 处由静止开始运动并能到达 B 处, 求该力作用的最短时间  $t$ .

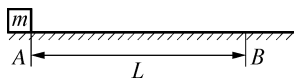
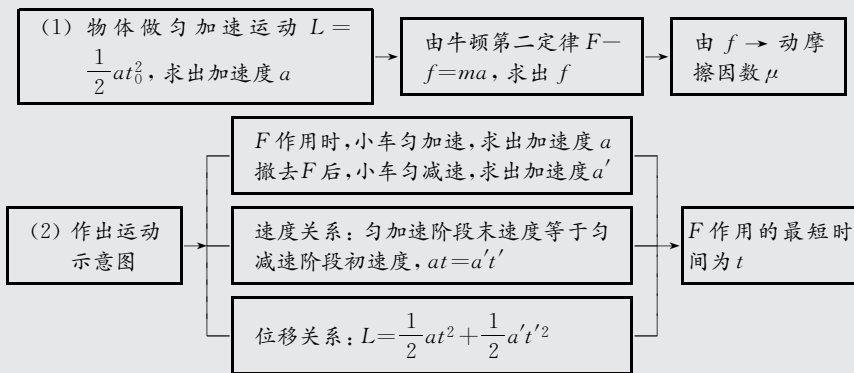


图 1-8

### 思维导图



### 思路点拨

(1) 物体做匀加速运动  $L = \frac{1}{2}at_0^2$ , 代入题给数据得  $a = 10 \text{ m/s}^2$ .

由牛顿第二定律  $F - f = ma$ , 代入数据得  $f = 10 \text{ N}$ . 求

$$\text{得 } \mu = \frac{f}{mg} = \frac{10}{2 \times 10} = 0.5.$$

(2) 图 1-9 为运动示意图.

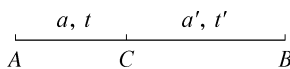


图 1-9

设  $F$  作用的最短时间为  $t$ , 小车先以大小为  $a$  的加速度匀加速  $t$  秒, 撤去外力后, 以大小为  $a'$  的加速度匀减速  $t'$  秒到达  $B$  处, 速度恰为 0, 由牛顿定律有  $F \cos 37^\circ - \mu(mg - F \sin 37^\circ) = ma$ ,

$$\text{求得 } a = \frac{F(\cos 37^\circ + \mu \sin 37^\circ)}{m} - \mu g = \frac{30 \times (0.8 + 0.5 \times 0.6)}{2} - 0.5 \times 10 = 11.5 \text{ m/s}^2,$$

$$a' = \frac{f}{m} = \mu g = 5 \text{ m/s}^2.$$

由于匀加速阶段的末速度即为匀减速阶段的初速度, 因此有  $at = a't'$ , 求得  $t' = \frac{a}{a'}t = \frac{11.5}{5}t = 2.3t$ ,  $L = \frac{1}{2}at^2 + \frac{1}{2}a't'^2$ , 最后得  $t = \sqrt{\frac{2L}{a + 2.3^2a'}} = \sqrt{\frac{2 \times 20}{11.5 + 2.3^2 \times 5}} = 1.03 \text{ s}.$

### 方法导析

会熟练地画受力示意图与运动示意图, 重视运动过程的分析, 会用程序法分析运动过程, 抓住加速度这个关键, 明确两类问题的处理方法: 一类是已知物体的受力情况和它的运动初始条件, 应用牛顿运动定律确定物体的运动情况; 另一类是已知物体的运动情况, 应用牛顿运动定律确定物体的受力情况. 这两种类型的题目都要把牛顿运动定律和运动学公式结合起来求解, 物体的加速度是把牛顿运动定律和运动学公式联系起来的桥梁.

**【例 11】** 如图 1-10 所示, 物体 A 的质量  $m = 1 \text{ kg}$ , 静止在光滑水平面上的平板车 B 的质量为  $M = 0.5 \text{ kg}$ , 平板车长为  $L = 1 \text{ m}$ , 某时刻 A 以  $v_0 = 4 \text{ m/s}$  向右的初速度滑上甲板车 B 的上表面, 在 A 滑上平板车 B 的同时, 给平板车 B 施加一个水平向右的拉力  $F$ , 忽略物体 A 的大小, 已知 A 与平板车 B 之间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ , 取重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 试求:

(1) 若  $F = 5 \text{ N}$ , 物体 A 在平板车上运动时相对平板车向前滑行的最大距离.

(2) 如果要使 A 不至于从平板车 B 上滑落, 拉力  $F$  大小应满足的条件.

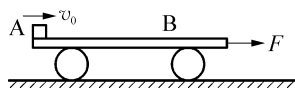


图 1-10

### 思路点拨

(1) 物体 A 滑上平板车 B 以后, 物体 A 做匀减速运动, 平板车 B 做匀加速运动, 两者速度相同时, 物体 A 在甲板上相对平板车向前滑行的距离最大.

设 A 的加速度大小为  $a_A$ , 由牛顿第二定律,  $\mu mg = ma_A$ , 得  $a_A = \mu g = 2 \text{ m/s}^2$ .

设 B 的加速度大小为  $a_B$ , 对平板车 B:  $F + \mu mg = Ma_B$ , 得  $a_B = 14 \text{ m/s}^2$ .