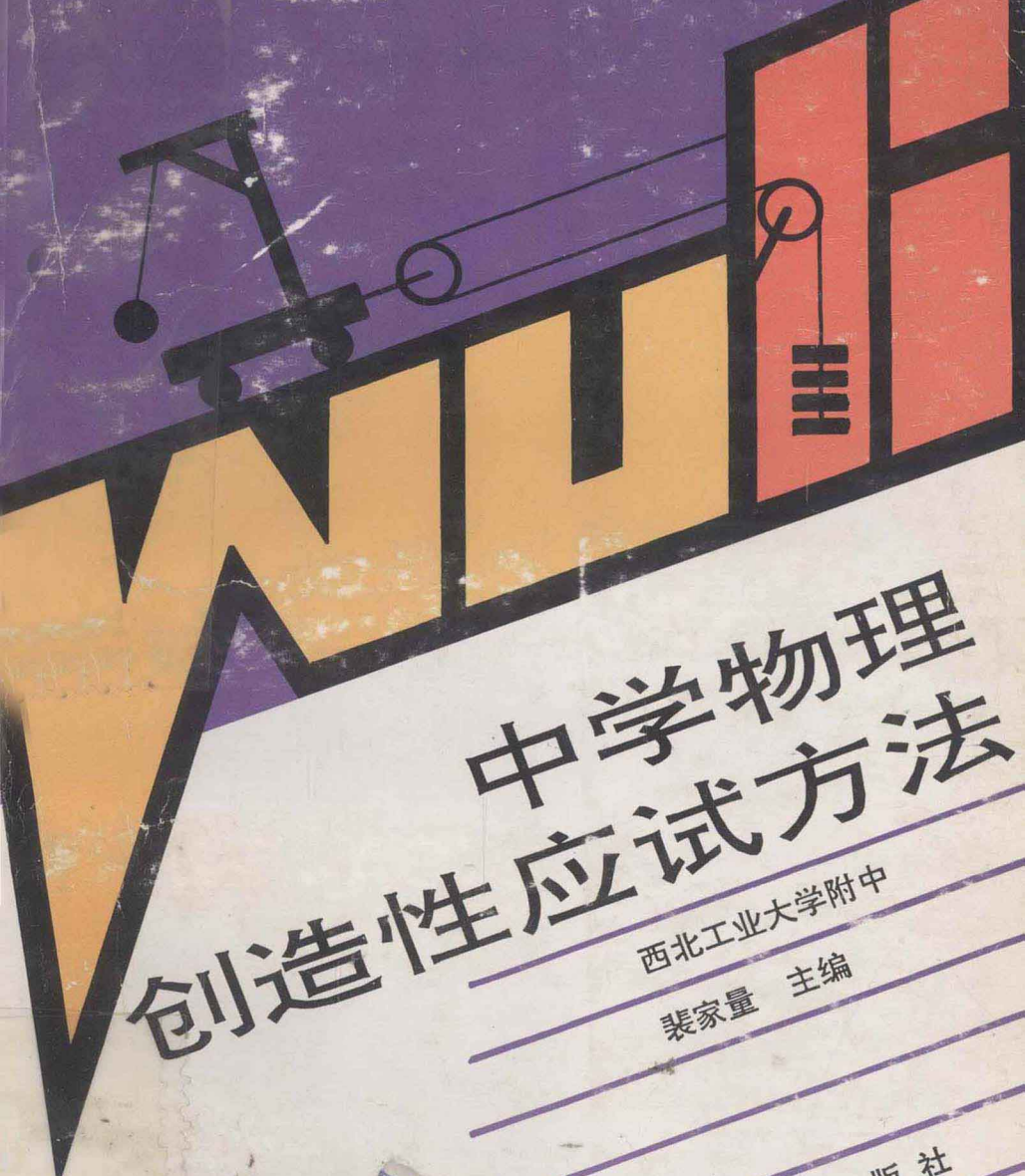




# 中学物理 创造性应试方法

西北工业大学附中

裴家量 主编

未来出版社

# 中学物理创造性应试方法

西北工业大学附中

裴家量 主编

未 来 出 版 社

(陕)新登字 005 号

## 中学物理创造性应试方法

裴家量 主编

未来出版社出版发行

(西安北大街 131 号)

陕西省新华书店经销 长安第二印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 印张 16.625 字数 425000

1994 年 4 月第 1 版 1998 年 3 月第 3 次印刷

印数:21001—31000

ISBN7-5417-0950-6/G·572

---

定价:17.00 元

## 前 言

中学物理教学大纲和高考大纲反复强调：物理教学要培养学生的观察、实验能力；分析、概括、抽象、推理和想象等思维能力；以及应用数学解决物理问题的能力；要重视科学态度和科学方法的教育；要鼓励学生独立思考和具有创造精神。如何培养学生的科学思维能力，是物理教学中特别值得重视的问题。正如恩格斯所深刻指出的：“一个民族要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论的思维。”

科学思维有三种基本形式。

1. 逻辑思维——思维工具(逻辑)起主要作用的思维活动；
2. 形象思维——思维原料(形象)起主要作用的思维活动；
3. 灵感思维——思维主体(大脑)起主要作用的思维活动。

创造性思维，就是三种基本思维形式的有机结合与灵活运用，它具有以下基本特性。

能动性——敢于求异，善于求同。美国哲学家库恩指出：“一个科学家具有在求同思维和求异思维之间保持协调的能力，即具备了从事科学研究的最重要的素质之一。”

多向性——善于从不同的角度多方位地思考问题，是多维型的立体思维。

辩证性——根据辩证法最根本的法则，即对立统一规律分析问题：从现象看本质，从偶然窥必然，从量变洞察质变，从特殊性寻求普遍性。

顿悟性——非逻辑性的突发性直觉能力。爱因斯坦说：“物理学家的最高使命，是去发现科学基本定律，但并不存在逻辑道路。

只有通过触发经验而突发的直觉,才能找到这些定律。”

想象性——想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象力包罗了世界上的一切,是科学研究的实在素质(爱因斯坦)。没有想象力,就没有知识的进化、科学的发明和人类的进步。

为了帮助中学生学习和掌握科学思维方法,培养创造性的应试能力,成为时代所需要的开拓性人才。本书通过 570 个典型问题和 260 道富有启迪性的思考题的分析和提示,尤其是历届的高考题和竞赛题,全面、系统和详尽地介绍了各种创造性思维方法的广泛应用。

本书内容丰富,知识复盖面广,重点、难点突出,方法新颖、巧妙、分析简捷、透彻,并且密切结合学校物理教学实际,是高中生、中学物理教师和师范院校物理专业学生非常适用的参考书。

“行成于思,毁于随。”希望读者在看本书的例题时,先自己分析、解答,然后再与书上所介绍的方法相比较;不要拘泥于书中所介绍的方法,更不要死记硬背,而要触类旁通、举一反三,甚至独辟蹊径。

最后,祝愿广大中学生读者插上创造性思维的翅膀,在物理知识的广阔天空,自由自在地遨游!也希望广大读者对本书提出宝贵意见,以便我们再版时修改提高。

作 者

1998 年 2 月 24 日于西北工业大学附中

# 目 录

|                                                        |         |
|--------------------------------------------------------|---------|
| 第一章 选择题的简捷解法                                           | ( 1 )   |
| 第一节 极限思维方法                                             | ( 1 )   |
| 第二节 筛选法                                                | ( 18 )  |
| 第三节 比例法                                                | ( 33 )  |
| 第四节 图象法                                                | ( 50 )  |
| 第五节 综合分析法                                              | ( 68 )  |
| 第二章 割补法的应用                                             | ( 93 )  |
| 第一节 物理模型的割补                                            | ( 93 )  |
| 第二节 物理量的割补                                             | ( 97 )  |
| 第三节 图线的割补                                              | ( 100 ) |
| 第三章 微元分割法的应用                                           | ( 105 ) |
| 第一节 将非理想模型转化为理想模型                                      | ( 105 ) |
| 第二节 将变量转化为恒量                                           | ( 109 ) |
| 第三节 $\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx \alpha$ 的应用 | ( 116 ) |
| 第四章 虚拟法的应用                                             | ( 119 ) |
| 第一节 虚拟物理量                                              | ( 119 ) |
| 第二节 虚拟物理模型                                             | ( 125 ) |
| 第三节 虚拟物理条件                                             | ( 131 ) |
| 第四节 虚拟物理过程和状态                                          | ( 136 ) |
| 第五章 逆向思维的应用                                            | ( 143 ) |
| 第一节 运动的可逆性                                             | ( 144 ) |
| 第二节 弹簧的可逆性                                             | ( 149 ) |
| 第三节 光路的可逆性                                             | ( 151 ) |

|                |       |
|----------------|-------|
| 第六章 对称原理的应用    | (158) |
| 第一节 运动的对称性     | (158) |
| 第二节 物理模型的对称性   | (167) |
| 第三节 光路的对称性     | (173) |
| 第七章 类比法的应用     | (178) |
| 第一节 物理模型的类比    | (179) |
| 第二节 物理现象的类比    | (181) |
| 第三节 物理量及其公式的类比 | (184) |
| 第八章 等效方法及应用    | (189) |
| 第一节 等效运动法      | (189) |
| 第二节 等效场法       | (200) |
| 第三节 等效电阻法      | (206) |
| 第四节 等效电源法      | (219) |
| 第五节 等效电容法      | (226) |
| 第九章 综合物理模型及应用  | (233) |
| 第一节 《火车模型》的应用  | (233) |
| 第二节 单摆物理模型的应用  | (243) |
| 第三节 圆锥摆物理模型的应用 | (254) |
| 第四节 《人船模型》的应用  | (261) |
| 第五节 《发电机模型》的应用 | (271) |
| 第十章 临界问题       | (280) |
| 第一节 转变型临界问题    | (280) |
| 第二节 条件型临界问题    | (286) |
| 第三节 极值型临界问题    | (293) |
| 第十一章 极值问题      | (309) |
| 第一节 利用数学方法求极值  | (309) |
| 第二节 利用图象法求极值   | (324) |
| 第三节 利用物理方法求极值  | (346) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <b>第十二章 多解性问题</b> .....   | (357) |
| 第一节 多解型多答案问题(黑盒问题).....   | (357) |
| 第二节 隐含型多答案问题.....         | (368) |
| 第三节 周期型多答案问题.....         | (382) |
| <b>第十三章 估算问题</b> .....    | (397) |
| 第一节 力学估算问题.....           | (398) |
| 第二节 热学估算问题.....           | (403) |
| 第三节 电学估算问题(五个电学实验).....   | (410) |
| 第四节 原子核衰变估算问题.....        | (428) |
| <b>第十四章 典型规律及应用</b> ..... | (439) |
| 第一节 杆秤公式及应用.....          | (439) |
| 第二节 抛体运动的推论及应用.....       | (441) |
| 第三节 牛顿第二定律增量式及应用.....     | (446) |
| 第四节 质点系牛顿第二定律及应用.....     | (450) |
| 第五节 “一动一静”正碰规律及应用.....    | (460) |
| 第六节 判定气体隔离物移动方向的简捷方法..... | (473) |
| 第七节 混合气体状态方程及应用.....      | (484) |
| 第八节 楞次定律的四个推论及应用.....     | (491) |
| 第九节 其他特殊规律及应用.....        | (502) |

# 第一章 选择题的简捷解法

分析和解答选择题,不论是单项选择题,还是多项选择题,从应试角度看,都有两个基本要求:一是要准确无误,二是要抉择迅速.如何才能做到这“一准二快”呢?一般,除了基本概念清楚,基本规律熟悉,并具有一定的理解能力、推理能力、分析综合能力、应用数学工具能力和实验能力之外,最重要的是要掌握和善于应用各种科学思维方法——逻辑思维、形象思维、灵感思维和创造性思维方法.

本章拟介绍极限思维方法、筛选法、比例法、图象法和综合分析法在分析和解答物理选择题中的广泛应用.为了适应选择题“一准二快”的要求,在分析时侧重创造性思维的应用.请读者在研究选择题解法时予以特别注意.

## 第一节 极限思维方法

在一般条件下,物理现象的产生、存在和变化,由于涉及的因素较多,牵涉的面较广,变化过程较复杂,从而难以一下洞察变化规律和迅速作出结论.如果将问题推到极限状态和极限值条件下进行分析,如临界状态、极大值、极小值和零值,问题往往就会发生质的变化,并且变得极为简单:如从变速运动问题,转化为匀速运动问题;从动力学问题,转化为静力学问题;从斜面问题,转化为水平面问题;从变量问题,转化为恒量问题;从复杂电路转化为简单电路;从非理想物理模型,转化为理想物理模型,等等.从而避免了不必要的详尽的物理过程分析和繁琐的数学运算,使问题的主要矛盾突出,隐含条件暴露,陌生的结果变得熟悉,难以判断的结论

变得一目了然。这样，一下就可以作出抉择了！

一般，只要在选定的区间内，所研究的物理量连续变化，并具有单调的函数关系（单调上升或者单调下降），都可以采用极限思维方法。经常用的分析方式有三种：定性分析、定量分析和综合分析。

### 一、定性分析

**例一** 如图 1-1-1 所示，粗细不均匀的棒由  $O$  处悬挂时，恰好处于水平平衡状态。如果将  $a$ 、 $b$  两端去掉同样长度，则棒将

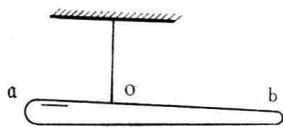


图 1-1-1

A. 保持水平；B.  $b$  端下降；C.  $a$  端下降；D. 无法确定。

**分析：**如果去掉的长度恰好等于短端  $Oa$ ，下降的只可能是  $b$  端。所以，应选答案(B)。

**例二** (1986 年高考试题)在空气阻力大小不变的情况下，以初速度  $v_1$  竖直上抛的物体，经过时间  $t_1$  到达最高点；当又经过时间  $t_2$ ，由最高点落回抛出点时，速度为  $v_2$ ，则

A.  $v_2 = v_1, t_2 = t_1$ ； B.  $v_2 > v_1, t_2 > t_1$ ；

C.  $v_2 < v_1, t_2 < t_1$ ； D.  $v_2 > v_1, t_2 < t_1$ ；

E.  $v_2 < v_1, t_2 > t_1$ 。

**分析：**假定空气阻力大小等于物体重力。物体到达最高点速度减为零，且一开始下落时，立即受到一对平衡力的作用。因为下落时加速时间极短，速度极小，均趋于零，而下落时间则趋于无限大。所以，应选答案(E)。

**例三** (1991 年高考试题)如图 1-1-2 所示，均匀木棒  $OA$  可绕过  $O$  点的水平轴自由转动。若以方向不变的水平力  $F$  作用于  $A$  点，使棒从竖直位置缓慢转到偏角  $\theta < 90^\circ$  的某一位置。设  $M$  为力  $F$  对转轴的力矩，则在此过程中

- A.  $M$  不断变大,  $F$  不断变小;
- B.  $M$  不断变大,  $F$  不断变大;
- C.  $M$  不断变小,  $F$  不断变小;
- D.  $M$  不断变小,  $F$  不断变大.

**分析:** 在  $\theta$  角缓慢增大的过程中, 拉力矩与重力矩始终平衡. 当  $\theta = 0^\circ$  时, 重力矩、拉力矩( $M$ )均为零, 且拉力臂最大, 拉力( $F$ )最小也为零; 当  $\theta = 90^\circ$  时, 重力矩、拉力矩增至最大, 且拉力臂为零, 拉力必须增至无限大. 所以, 应选答案(B).

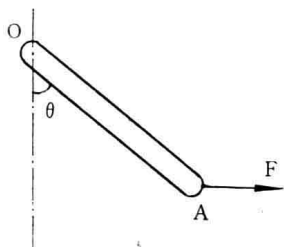


图 1-1-2

**例四** 如图 1-1-3 所示, 质量为  $m$  的横梁由细绳  $AB$  和铰链  $O$  连接, 处于水平状态,  $B$  端悬挂质量为  $M$  的砝码. 在砝码由  $B$  向  $O$  移动的过程中, 移动距离  $x$  与细绳拉力  $T$  的关系图线是哪一幅(图 1-1-4)?

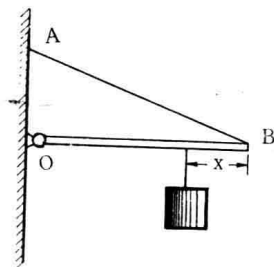


图 1-1-3

**分析:** 横梁在逆时针方向的拉力矩和两个重力引起的顺时针方向力矩的作用下处于平衡状态, 且横梁的重力矩始终不变; 当  $x = 0$  时, 砝码产生的力矩最大, 拉力  $T$  最大; 当  $x$  最大, 即砝码移至  $O$  时, 其力矩为零, 拉力  $T$  减至最小, 而且不为零. 根据  $T$  随  $x$  由大变小的特点, 应选答案(D)

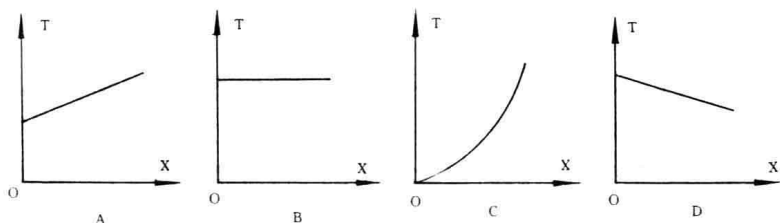


图 1-1-4

**例五** 若地球的自转周期变为  $T=12$  小时,下列哪些说法正确?

- A. 赤道上物体的重力将减小;
- B. 赤道上的物体受到的地球引力将减小;
- C. 单摆的振动周期将减小;
- D. 单摆的振动周期将增大.

**分析:**如果地球的自转周期减到足够小,即自转角速度足够大,赤道上的物体将因向心力不够而作离心运动离开地球——重力(其大小等于地面支持力  $N$ )为零;但地球对赤道上物体的引力( $mg$ )不变.

如果地球自转角速度加快到正好使物体处于完全失重状态,单摆将因无回复力而停止振动,即周期无限大.

所以,应选答案(A)和(D).

**请读者想一想:**

1. 当赤道上物体处于完全失重状态时,地球的自转周期是多少? 赤道的线速度是多少? (提示:  $mg = m\omega^2 R = m(\frac{2\pi}{T})^2 R$ ,  $v = \omega R =$

$\sqrt{Rg}$ ,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$ ——正好是第一宇宙速度和近地面人造卫星的环绕周期).

2. 如果地球自转周期为一年,白天与黑夜又如何变化?(提示:地球自转周期等于公转周期,一半永远向太阳,一半永远背太阳——白天与黑夜无限长.)

**例六** 如图 1-1-5 所示,在两端封闭的等臂  $U$  形管中,空气柱  $a$  和  $b$  被水银柱隔开;当  $U$  形管竖直放置时,两空气柱的长度差为  $h$ ;当  $U$  形管垂直纸面缓慢转过  $90^\circ$  时,若温度不变,则两空气柱的高度差将:

- A. 增大;
- B. 不变;

C. 等于零; D. 减小,但不等于零.

**分析:**当竖直放置时,气体压强  $P_a > P_b$ ;当转过  $90^\circ$ ,且两端位于同一水平面时,  $P_a = P_b$ ,可见  $P_b$  增大,体积减小,  $P_a$  减小,体积增大,两空气柱高度差增大.所以,应选答案(A).

如果U形管向右缓慢转动,结果一样.请读者自己分析一下.

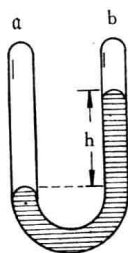


图 1-1-5

**例七** (1990 年高考试题)电容器  $C_1$ 、 $C_2$  和可变电阻器  $R_1$ 、 $R_2$  以及电源  $\epsilon$  连接成图 1-1-6 所示电路.当  $R_1$  的滑动触头位于图示位置时,  $C_1$ 、 $C_2$  的电量相等.为了使  $C_1$  的电量大于  $C_2$  的电量,应

- A. 增大  $R_1$ ; B. 减小  $R_2$ ;  
C. 将  $R_1$  的滑动触头向 A 端滑动;  
D. 将  $R_1$  的滑动触头向 B 端滑动.

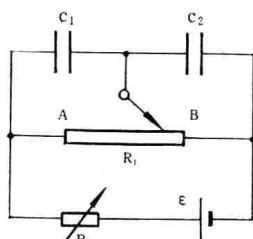


图 1-1-6

**分析:**当  $R_1$  的滑动触头滑至 B 端时,  $C_2$  被短接,电压为零,电量为零;而  $C_1$  的电量并不为零.所以,应选答案(D).

**例八** 如图 1-1-7 所示,当滑线变阻器  $R_2$  的滑动触头  $k$  向左移动时,各电表示数的变化是:

- A.  $A_1$  增大; B.  $A_2$  减小;  
C.  $V_1$  减小; D.  $V_2$  增大.

**分析:**将  $A_1$ 、 $A_2$  视为短接线,  $V_1$ 、 $V_2$  视为断路,电流方向如图所示.当  $k$  滑至最左端时,  $R_2$ 、 $R_3$  全部被短接,电路总电阻最小:表示干路电流的  $A_1$  增大,  $A_2$  中无电流通过;表示路端电压的  $V_1$  减小,

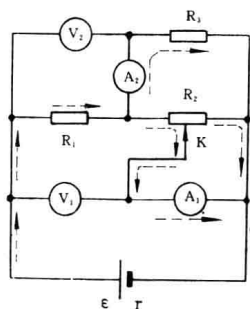


图 1-1-7

表示  $R_1$  电压的  $V_2$  增大. 所以, 全部选项均正确.

**例九** (1989 年高考试题) 如图 1-1-8 所示, 平行板电容器极板水平放置, 与三个可变电阻和电源连成电路. 若质量为  $m$  的油滴悬浮在两极板之间静止不动, 为了使油滴上升, 可以采用的方法是:

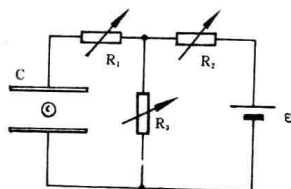


图 1-1-8

- A. 增大  $R_1$       B. 增大  $R_2$   
C. 增大  $R_3$       D. 减小  $R_2$ .

**分析:** 为了使油滴上升, 必须使油滴受到的向上的电场力增大, 即两极板电压增大. 在电路中,  $R_1$  中无电流通过, 相当于一段无阻导线; 而  $R_3$  与电容器并联,  $R_2$  与电容器串联. 因为不论是增大  $R_3$ , 还是减小  $R_2$ , 都可以使电容器电压增大, 所以应选答案 (C) 和 (D).

**例十** 如图 1-1-9 所示, A、B 两容器的容积相同, 但开口的横截面积  $S_A > S_B$ . 将两个完全相同的金属球用细线系住, 分别浸入到同样深度. 如果将两球匀速提出水面时, 拉力所做的功分别为  $W_A$  和  $W_B$ , 则

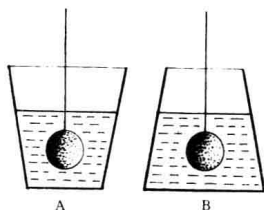


图 1-1-9

- A.  $W_A > W_B$ ;      B.  $W_A < W_B$ ;  
C.  $W_A = W_B$ ;      D. 不能判定.

**分析:** 若 A 的开口横截面积无限大, 犹如海平面, 则在球出水的过程中, 水面高度不变; 而 B 中的水面, 则在球出水的过程中不断下降, 因此上升较小高度就能离开水面, 即拉力对球做功的较少. 所以, 应选答案 (A).

最后, 顺便指出: 电路的动态分析, 除采用《极限思维方法》之外, 还可以利用《串反并同》规律. 请参阅第十四章, 第九节.

## 二、定量分析

一般,备选答案是以文字解形式给出时,利用常规解法要经过分析物理过程、列方程和解方程一系列繁琐步骤才能完成;而采用极限思维方法,只要选择适当的极限值——最大值、最小值、零值、无限大值和临界值代入备选答案,就可以使问题大为简化:如将动力学问题转化为静力学问题,将斜面问题转化为平面问题,将一般曲线运动转化为匀速圆周运动,等等.然后,根据能否得到预料的、或者熟悉的或者显而易见的结果,就可以迅速对备选答案作出抉择.

**例一** 如图 1-1-10 所示,同样的长方形匀质木块,堆放在水平面上,且上面一块都相对下面一块伸出其长度的  $\frac{1}{m}$  ( $m \geq 2$ ). 为了保证木块不翻倒,最多可以堆放的木块数  $N$  为:

- A. 当木块彼此粘合时,  $N = m + 1$ ;
- B. 当木块彼此不粘合时,  $N = m$ ;
- C. 当木块彼此粘合时,  $N = m$
- D. 当木块彼此不粘合时,  $N = m -$

1.

**分析:** 当  $m=2$  这一最小值时,如果木块彼此粘合,最多可以堆放  $N=3$ , 即  $N=m+1$  个木块;如果木块彼此不粘合,最多可以堆放  $N=2$ , 即  $N=m$  个木块. 所以,应选择答案(A)和(B).

如果木块堆放在桌缘(图 1-1-11), 结果又如何? 请读者想一想.

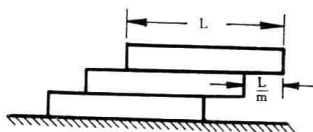


图 1-1-10

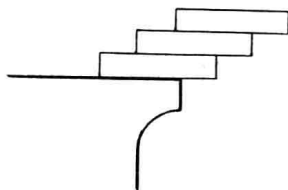


图 1-1-11

**例二** 如图 1-1-12 所示,一个物体从斜面下滑:当倾角为  $\alpha_1$  时,匀速下滑速度为  $v=9.8$  米/秒;当倾角增为  $\alpha_2$  时,下滑加速度应为:

A.  $g\sin(\alpha_1+\alpha_2)/\sin\alpha_1$ ;

B.  $g\sin(\alpha_2-\alpha_1)/\sin\alpha_1$ ;

C.  $g\sin(\alpha_1+\alpha_2)/\cos\alpha_1$ ;

D.  $g\sin(\alpha_2-\alpha_1)/\cos\alpha_1$ .

**分析:**当  $\alpha_2=\alpha_1$  时,下滑加速度应为  $a=0$ ——答案(B)、(D)均符合此结果;而当  $\alpha_2=90^\circ$  时,下滑加速度应为  $a=g$ . 所以,只有答案(D)正确.

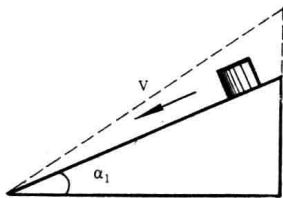


图 1-1-12

**例三** (1986 年高考试题)如图 1-1-13 所示,质量为  $M$  的框架放在水平地面上.一个质量为  $m$  的圆环沿框架的竖直杆加速下滑,且与杆的摩擦力为  $f$ ,则在环下滑的过程中,框架对地面的压力的大小为

A.  $Mg$ ;      B.  $(M+m)g$ ;

C.  $Mg+f$ ;    D.  $(M+m)g-f$ .

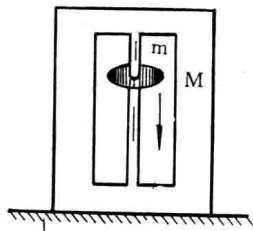


图 1-1-13

**分析:**如果无摩擦力,环将以加速度  $g$  自由下落,处于完全失重状态,而且与框架无相互作用.这时,框架对地面的压力( $F$ )的大小等于框架自身的重力,即

当  $f=0$  时:  $F=Mg$

所以,应选答案(C).

读者也可以取极限值  $f=mg$ ——将动力学问题转化为静力学问题.同样,一眼就可以看出答案了.

**例四** (1987 年高考试题)如图 1-1-14 所示,一根轻质弹簧的上端固定,下端悬挂质量为  $m_0$  的盘,其中放着质量为  $m$  的物

体. 当盘静止时, 弹簧比自然长度伸长  $l$ ; 当向下拉盘, 使弹簧再伸长  $\Delta l$  后停止 (弹簧仍处于弹性限度以内), 然后松开手, 则松手时盘对物体支持力等于

A.  $(1 + \frac{\Delta l}{l})mg$ ;    B.  $(1 + \frac{\Delta l}{l})(m + m_0)g$ ;

C.  $\frac{\Delta l}{l}mg$ ;    D.  $\frac{\Delta l}{l}(m + m_0)g$ .

**分析:** 如果不再向下拉盘, 系统仍处于平衡状态, 盘对物体的支持力 ( $N$ ) 的大小就等于物体重力, 即

当  $\Delta l = 0$  时:  $N = mg$

所以, 应选答案 (A).

**例五** 如图 1-1-15 所示, 质量为  $M$  的气球, 载有质量为  $m$  的砂袋, 以加速度  $a$  上升. 当将体积可以忽略不计的砂袋抛下后, 气球上升的加速度将变为

A.  $\frac{m}{M}(g+a) + a$ ;    B.  $\frac{M}{m}(g+a)$ ;

C.  $(\frac{M}{m} + 1)a$ ;    D.  $(\frac{m}{M} + 1)(g+a)$ .

**分析:** 如果  $m \ll M$ , 加速度将保持不变, 即

当  $\frac{m}{M} = 0$  时:  $a' = a$

可以, 应选答案 (A).

**例六** (1988 年高考试题) 如图 1-1-16 所示, 两物体质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ , 互相接触放在光滑水平面上. 对物体 A 施以水平推力  $F$ , 则物体 A 对物体 B 的作用力等于

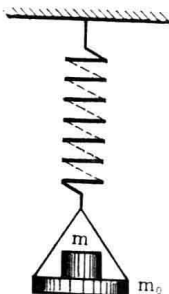


图 1-1-14

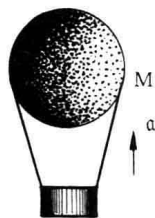


图 1-1-15

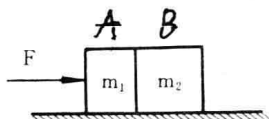


图 1-1-16