

$$F = ma$$

物理题

误解分析

(高中)

张有光 主编

东 南 大 学 出 版 社

物理题误解分析

(高中)

主 编	张有光	
编 写	陈颂薇	章 星
	唐海坤	俞维炎
	刘乐康	陆伯春
	周新生	周亚文

东南大学出版社

内 容 提 要

本书由江苏省常州高级中学物理教研组根据多年教学经验和积累资料,遵循高中物理教学大纲和考试大纲的精神,按照现行高中物理课本的体系,参照高考对物理知识点的考核要求,将高中物理中容易做错的题目精选出 318 题,逐题进行剖析,每个题均设五个栏目,即[题目]、[误解]、[正确解答]、[错因分析与解题指导]、[练习题],突出了内容的同步性、典型性、广泛性、指导性、资料性。

读者对象:高中各年级师生、师范院校师生和广大物理爱好者。

责任编辑:王小然

责任校对:姜 来

物理题误解分析

(高中)

张有光 主编

*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

江苏省新华书店经销 南京邮电学院印刷厂印刷

*

开本 850 × 1168 毫米 1/32 印张 16 字数 475 千

1997 年 9 月第 1 版 1997 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—8000 册

ISBN 7-81050-292-1/G · 23

定价:20 元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

谨以本书向我校建校 90 周年献礼

序

由我校物理教研组编写的《物理题误解分析》(高中部分)现已正式出版,它汇集了我们这所有 90 年历史的江南名校物理教学的经验。本书为广大高中学生和从事高中物理教学的教师提供了一本极有使用、收集价值的资料,对于完成高中阶段物理教学任务,以优异的会考和高考成绩向祖国汇报更具现实意义。

学习物理必然要解一定数量的题目,而在解题中不可避免地会产生这样那样的错误。因此,找出解题错误所在,分析产生错误的原因,研究改正方法,从中吸取有益教训,应是学好物理,提高分析问题和解决问题能力的有效途径。该书遵循高中物理教学大纲和考试大纲精神,根据现行高中物理课本的知识顺序,从课本习题、复习题、历年高考试题、常见常用各类补充题、著名重点高中各类测试题中,精选典型物理题,逐题进行编写。每个题目均由五个栏目组成,即[题目]、[误解]、[正确解答]、[错因分析与解题指导]、[练习题]。从选题到五个栏目的编写,注意突出内容的同步性、典型性、广泛性、指导性、资料性。该书适用于高中年级的物理学习和教学,堪称为学习高中物理,进行高中物理教学的良师益友。

恳盼使用本书的师生赐教,不胜感激。

丁浩生

(江苏省常州高级中学校长)

1997.6.1

前 言

本书向读者提供了 318 道题在解答中出现的各种比较典型的[误解],对错题进行了分析并给出正确解答以作对比,同时,对避免错误和正确解题的思想方法给出了指导。另外,配备一些同类型习题,共计 552 道,供读者体会犯错误的原因和巩固从解题指导中得到的收获。

编写时遵循教学大纲和高考大纲,按知识点的顺序选材,原则上从知识到应用,从局部到综合,从易到难,可供教师和学生配合教学同步使用。因为是按知识点开展的,所选[误解]比较全面,不致有些错误反复举证,另一些错误则没有触及。又因为作者都长期工作于教学第一线,所集资料比较丰富,我们相信一定能使读者有所得益。

全书由江苏省物理特级教师张有光主编。参加编写的有陈颂薇(写第四章、第十四章),章星(写第九章、第十六章),唐海坤(写第三章、第八章),俞维炎(写第六章、第十七章),刘乐康(写第二章、第五章),周新生(写第十一章),陆伯春(写第一章、第十五章),周亚文(写第七章),张有光(写第十章、第十二章、第十三章)。

在编写的过程中,得到东南大学出版社有关编辑和我校领导的指导、帮助、关心,在此一并致以诚恳的谢意!

编 者

1997. 7. 4

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(32)
第三章	牛顿运动定律	(60)
第四章	动量	(94)
第五章	曲线运动 万有引力	(131)
第六章	机械能	(157)
第七章	机械振动 机械波	(190)
第八章	分子运动论 热和功	(219)
第九章	气体的性质	(230)
第十章	电场	(256)
第十一章	稳恒电流	(304)
第十二章	磁场	(327)
第十三章	电磁感应	(360)
第十四章	交流电 电磁振荡和电磁波	(403)
第十五章	光的反射和折射	(437)
第十六章	光的本性	(471)
第十七章	原子物理	(482)
参考答案		(495)

第一章 力 物体的平衡

【题 1】 沿光滑斜面下滑的物体受到的力是 ()

- (A) 重力和斜面支持力
- (B) 重力、下滑力和斜面支持力
- (C) 重力、正压力和斜面支持力
- (D) 重力、正压力、下滑力和斜面支持力

[误解一] 选(B)。

[误解二] 选(C)。

[正确解答] 选(A)。

[错因分析与解题指导] [误解一]依据物体沿斜面下滑的事实臆断物体受到了下滑力,不理解下滑力是重力的一个分力,犯了重复分析力的错误。[误解二]中的“正压力”本是垂直于物体接触表面的力,要说物体受的,也就是斜面支持力。若理解为对斜面的正压力,则是斜面受到的力。

在用隔离法分析物体受力时,首先要明确研究对象并把研究对象从周围物体中隔离出来,然后按场力和接触力的顺序来分析力。在分析物体受力过程中,既要防止少分析力,又要防止重复分析力,更不能凭空臆想一个实际不存在的力,找不到施力物体的力是不存在的。

[练习题]

1. 运动员掷出的标枪在空中飞行过程中受到几个力的作用(不计空气阻力)?
2. 静止在湖面上的小船受到几个力的作用?

【题 2】 如图 1-1 所示,一根粗细均匀的木棒搁放在表面光

滑的半球形槽上,试作出棒所受到的重力和弹力(O 为球心)。



图 1-1

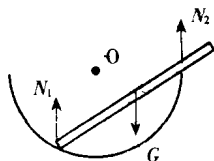


图 1-2

[误解] 如图 1-2 所示。

[正确解答] 如图 1-3 所示。

[错因分析与解题指导] 弹力是发生弹性形变的物体,对跟它接触并使它发生形变的另一个物体产生的作用力,其方向与物体形变的方向相反。具体情况有以下三种:1. 绳的弹力方向沿着

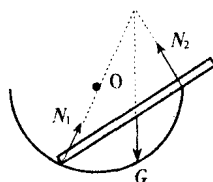


图 1-3

绳子并指向绳子的收缩方面;2. 平面与平面、曲面与平面、点与平面接触时,弹力方向垂直于平面且指向受力物体;3. 曲面与曲面、点与曲面接触时,弹力方向垂直于切面且指向受力物体。

[误解]没有根据上述规律来分析弹力方向导致错误。必须指出的是,正确分析弹力方向的前提是判断相互接触的物体间是否存在弹力,一般的思路是:先假设相互接触的物体间存在弹力,然后根据物体受力情况推断可能的运动状态,若与题设条件相符,则假设成立。反之亦然。例如图 1-4 中,若与静止小球接触的水平面和斜面都是光滑的,则小球是否受到斜面的弹力呢?可假设小球受到斜面的弹力 Q ,如图 1-5 所示,则小球在 G 、 N 和 Q 的作用下向右运动,与题意不符,因而可知斜面对小球没有弹力作用。

[练习题]

3. 画出图 1-6 中物体 A 受到的弹力,设各接触面光滑。

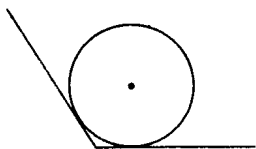


图 1-4

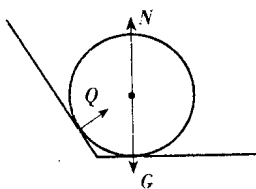


图 1-5

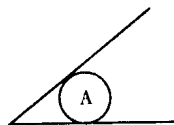
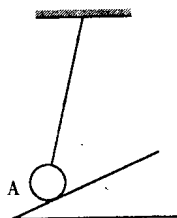
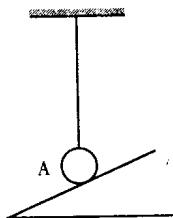
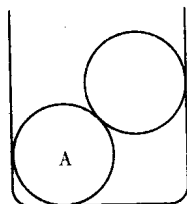


图 1-6

【题 3】 弹簧原长 10 厘米，下端挂 400 克重物时，弹簧长 12 厘米，若把弹簧剪去一半，所挂重物取走 100 克，则弹簧长度变为

_____。

[误解] 原来情况有 $F = k\Delta x$

现在情况有 $F' = k\Delta x'$

$$\therefore \frac{F'}{F} = \frac{\Delta x'}{\Delta x} \quad \frac{300}{400} = \frac{\Delta x'}{2}$$

$$\therefore \Delta x' = 1.5 \text{ 厘米}$$

则弹簧后来的长度

$$l=5+1.5=6.5(\text{厘米})$$

[正确解答] 设原弹簧的倔强系数为 k , 剪去一半后的倔强系数为 k' 。

设想在原弹簧和剪去一半后剩余的弹簧上加上相同的力 F , 则原弹簧伸长量 Δl 将是剩余弹簧伸长量 $\Delta l'$ 的 2 倍, 即 $\Delta l = 2\Delta l'$ 。

由胡克定律得

$$F = k\Delta l = k'\Delta l'$$

$$\frac{k'}{k} = \frac{\Delta l}{\Delta l'} = 2$$

题中原来情况有 $F = k\Delta x$

后来情况有 $F' = k'\Delta x'$

$$\frac{k'\Delta x'}{k\Delta x} = \frac{F'}{F}$$

$$\frac{\Delta x'}{\Delta x} = \frac{F'}{F} \cdot \frac{k}{k'} = \frac{300}{400} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$$

$$\text{则 } \Delta x' = \frac{3}{8}\Delta x = \frac{3}{8} \times 2 = \frac{3}{4} = 0.75(\text{厘米})$$

则弹簧后来的长度 $l = 0.75 + 5 = 5.75(\text{厘米})$

[错因分析与解题指导] [误解]没有弄清弹簧的倔强系数与弹簧的长度有关, 当弹簧剪去一部分后, 其倔强系数改变了。

解答此类题目, 必须弄清两点: 一是在忽略弹簧自重的情况下, 当弹簧一端受到弹力 F 时, 每匝弹簧均受到相同的弹力 F , 则每匝弹簧的伸长量必相同; 二是整个弹簧的伸长量 Δx 等于每匝弹簧伸长量之和。若弹簧的匝数为 n , 每匝伸长量为 Δx_0 , 则 $\Delta x = n\Delta x_0$, 由此得到弹簧的倔强系数 $k = F/\Delta x = F/n\Delta x_0$; 若剪去一部分弹簧后剩余的弹簧的匝数为 n' , 则在弹力 F 作用下的总伸长量为 $\Delta x' = n'\Delta x_0$, 其倔强系数 $k' = \frac{F}{\Delta x'} = \frac{F}{n'\Delta x_0} = \frac{n}{n'}k$ 。例如剪去

一部分后剩余弹簧是原弹簧的 $\frac{1}{3}$ ，则倔强系数 k' 是原来弹簧倔强系数的 3 倍。

[练习题]

4. 两根倔强系数为 1000 牛/米的原长为 10 厘米的弹簧，并联后悬挂 5 牛的重物，每根弹簧的长度是多少？串联后悬挂 5 牛的重物，每根弹簧的长度又是多少？

5. 竖直悬挂的弹簧下端挂上一重物后伸长 16 厘米，把弹簧剪去 $\frac{1}{4}$ ，再把这重物挂上，则此时弹簧伸长多少？

【题 4】 水平的皮带传输装置如图 1-7 所示，皮带的速度保持不变，物体被轻轻地放在 A 端皮带上，开始时物体在皮带上滑动，当它到达位置 C 后滑动停止，随后就随皮带一起匀速运动，直至传送到目的地 B 端，在传输过程中，该物体受摩擦力情况是

()

- (A) 在 AC 段受水平向左的滑动摩擦力
- (B) 在 AC 段受水平向右的滑动摩擦力
- (C) 在 CB 段不受静摩擦力
- (D) 在 CB 段受水平向右的静摩擦力

[误解一] 选(A)。

[误解二] 选(D)。

[正确解答] 选(B)，(C)。

[错因分析与解题指导]

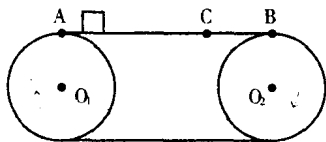


图 1-7

[误解一] 把“滑动摩擦力总是阻碍物体间的相对运动”误解为“总是阻碍物体运动”；

[误解二] 没有从静摩擦力产生的条件入手分析物体是否受到静摩擦力，而是凭生活经验臆断物体受到一静摩擦力，以为物体向右的运动需要力来维持。[误解一、二]都是因为对摩擦力的概念理解不深造成的。

判断滑动摩擦力的一般方法是:1. 选取研究对象(受滑动摩擦力作用的物体),并选与其接触的物体为参照物;2. 确定研究对象相对参照物的速度方向;3. 判定滑动摩擦力的方向(与相对速度的方向相反)。

判断物体间是否存在静摩擦力及静摩擦力方向的一般方法是:1. 判断物体间有无相对运动的趋势,可以假设接触面光滑,在此条件下,若两物体仍相对静止,则两物体间无相对运动的趋势,则物体间无静摩擦力;若两物体间要产生相对滑动,则两物体间有相对运动的趋势,则物体间有静摩擦力;2. 判断相对运动趋势方向,可在假设接触面光滑时,仿照前述判断方法进行,最后注意静摩擦力恒与相对运动趋势方向相反。

[练习题]

6. 如图 1-8 所示, A、B 两物体的接触面粗糙, 水平地面光滑。水平力 F 作用在 A 上, 使二者一起运动, 试分析两物体所受的静摩擦力方向。

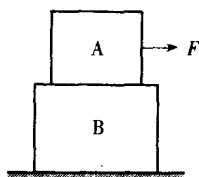


图 1-8

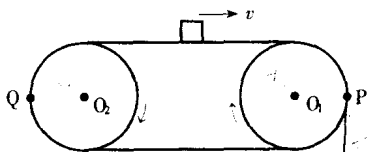


图 1-9

7. 图 1-9 是皮带转动装置的示意图。 O_1 为主动轮, O_2 为从动轮, 上方皮带呈水平状态。当 O_1 匀速转动时, 重 10 牛的物体随皮带一起运动, 无相对滑动。若物体与皮带间的最大静摩擦力为 5 牛, 则

- (A) 物体受到的静摩擦力为 5 牛
- (B) 物体受到的静摩擦力小于 5 牛, 但不为零
- (C) 皮带上 Q 点受到的静摩擦力方向向下
- (D) 皮带上 P 点受到的静摩擦力方向向上

【题 5】 图 1-10 中滑块与平板间摩擦系数为 μ , 当放着滑块

的平板被慢慢地绕着左端抬起, α 角由 0° 增大到 90° 的过程中, 滑块受到的摩擦力将 ()

- (A) 不断增大
- (B) 不断减少
- (C) 先增大后减少
- (D) 先增大到一定数值后保持不变

[误解一] 选(A)。

[误解二] 选(B)。

[误解三] 选(D)。

[正确解答] 选(C)。

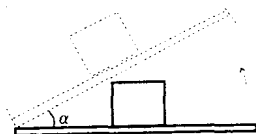


图 1-10

[错因分析与解题指导] 要计算摩擦力, 应首先弄清属滑动摩擦力还是静摩擦力。

若是滑动摩擦, 可用 $f = \mu N$ 计算, 式中 μ 为滑动摩擦系数, N 是接触面间的正压力。若是静摩擦, 一般应根据物体的运动状态, 利用物理规律(如 $\Sigma F = 0$ 或 $\Sigma F = ma$)列方程求解。若是最大静摩擦, 可用 $f = \mu_s N$ 计算, 式中的 μ_s 是静摩擦系数, 有时可近似取为滑动摩擦系数, N 是接触面间的正压力。

[误解一、二] 都没有认真分析物体的运动状态及其变化情况, 而是简单地把物体受到的摩擦力当作是静摩擦力或滑动摩擦力来处理。事实上, 滑块所受摩擦力的性质随着 α 角增大会发生变化。开始时滑块与平板将保持相对静止, 滑块受到的是静摩擦力; 当 α 角增大到某一数值 α_0 时, 滑块将开始沿平板下滑, 此时滑块受到滑动摩擦力的作用。当 α 角由 0° 增大到 α_0 过程中, 滑块所受的静摩擦力 f 的大小与重力的下滑力平衡, 此时 $f = mg \sin \alpha$, f 随着 α 增大而增大; 当 α 角由 α_0 增大到 90° 过程中, 滑块所受滑动摩擦力 $f = \mu N = \mu mg \cos \alpha$, f 随着 α 增大而减小。

[误解三] 的前提是正压力 N 不变, 且摩擦力性质不变, 而题中 N 随着 α 的增大而不断增大。

[练习题]

8. 如图 1-11, 倾角为 α 的斜面, 其上放置滑块 A、B, 滑块质量分别为 m_A 、 m_B , A、B 间的滑动摩擦系数为 μ_1 , B 与斜面间滑动摩擦系数为 μ_2 . 当 A、B 相对静止沿斜面匀加速下滑时, 求 A 所受摩擦力的大小和方向。

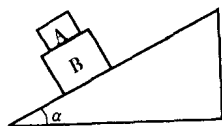


图 1-11

9. 如图 1-12, 左右两边对木板所加的压力都等于 F 时, 夹在板中间的木块静止不动, 现使两边的力都加到 $2F$, 那么木块所受的摩擦力将 ()

- (A) 和原来相等
- (B) 是原来的 2 倍
- (C) 是原来的 4 倍
- (D) 无法确定

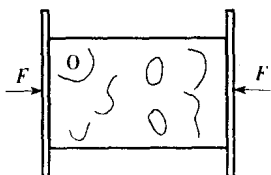


图 1-12

【题 6】 如图 1-13, 质量为 M 的凹形槽沿斜面匀速下滑, 现将质量为 m 的砝码轻轻放入槽中, 下列说法中正确的是 ()

- (A) M 和 m 一起加速下滑
- (B) M 和 m 一起减速下滑
- (C) M 和 m 仍一起匀速下滑

[误解一] 选(A)。

[误解二] 选(B)。

[正确解答] 选(C)。

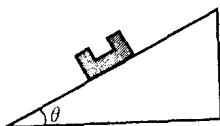


图 1-13

【错因分析与解题指导】 [误解一]和[误解二]犯了同样的错误, 前者片面地认为凹形槽中放入了砝码后重力的下滑力变大而没有考虑到同时也加大了正压力, 导致摩擦力也增大。后者则只注意到正压力加大导致摩擦力增大的影响。

事实上, 凹形槽中放入砝码前, 下滑力与摩擦力平衡, 即 $Mg\sin\theta = \mu Mg\cos\theta$; 当凹形槽中放入砝码后, 下滑力 $(M+m)g\sin\theta$

与摩擦力 $\mu(M+m)g\cos\theta$ 仍平衡,即

$$(M+m)g\sin\theta = \mu(M+m)g\cos\theta$$

凹形槽运动状态不变。

[练习题]

10. 质量为 M 的物块和质量为 m 的物块如图 1-14 在斜面上一起匀速下滑,如果突然把 m 向上提起,则 M 将 ()

- (A) 减速下滑
- (B) 匀速下滑
- (C) 加速下滑
- (D) 都有可能

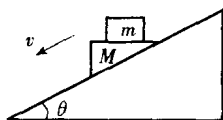


图 1-14

【题 7】. 在粗糙水平面上有一个三角形木块 abc , 在它的两个粗糙斜面上分别放两个质量 m_1 和 m_2 的木块, $m_1 > m_2$, 如图 1-15 所示。已知三角形木块和两个物体都是静止的, 则粗糙水平面对三角形木块 ()

- (A) 有摩擦力作用, 摩擦力方向水平向右
- (B) 有摩擦力作用, 摩擦力方向水平向左
- (C) 有摩擦力作用, 但摩擦力方向不能确定
- (D) 以上结论都不对

[误解一] 选(B)。

[误解二] 选(C)。

[正确解答] 选(D)。

[错因分析与解题指导]

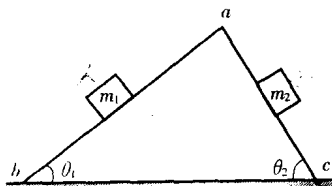


图 1-15

[误解一] 根据题目给出的已知条件

$m_1 > m_2$, 认为 m_1 对三角形木

块的压力大于 m_2 对三角形木块的压力, 凭直觉认为这两个压力在水平方向的总效果向右, 使木块有向右运动的趋势, 所以受到向左的静摩擦力。

[误解二] 求出 m_1 、 m_2 对木块的压力的水平分力的合力 $F = (m_1 \cos \theta_1 \sin \theta_1 - m_2 \cos \theta_2 \sin \theta_2)g$ 后, 发现与 m_1 、 m_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值有关, 故作此选择。但因遗漏了 m_1 、 m_2 与三角形木块间的静摩擦力的影响而导致错误。

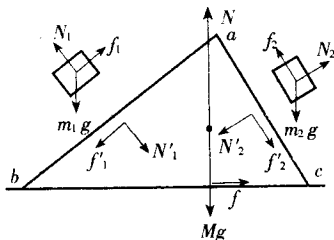


图 1-16

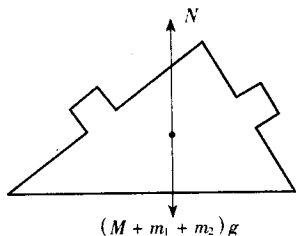


图 1-17

解这一类题目的思路有二: 1. 先分别对物和三角形木块进行受力分析, 如图 1-16, 然后对 m_1 、 m_2 建立受力平衡方程以及对三角形木块建立水平方向受力平衡方程, 解方程得 f 的值。若 $f=0$, 表明三角形木块不受地面的摩擦力; 若 f 为负值, 表明摩擦力与假设正方向相反。这属基本方法, 但较繁复。2. 将 m_1 、 m_2 与三角形木块看成一个整体, 很简单地得出整体只受重力 $(M+m_1+m_2)g$ 和支持力 N 两个力作用, 如图 1-17, 因而水平方向不受地面的摩擦力。

[练习题]

11. 如图 1-18, 位于斜面上的质量 M 的物体在沿斜面向上的力 F 作用下, 处于静止状态, 则斜面体对地面 ()

- (A) 有静摩擦力, 方向水平向右
- (B) 有静摩擦力, 方向水平向左
- (C) 无静摩擦力
- (D) 无法判断

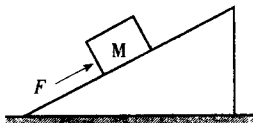


图 1-18

12. 如图 1-19, A、B、C 三个物体重量都是 10 牛, 将它们叠放在水平桌面上。在 B 上有一水平向右的拉力 $F_1=2$ 牛, 在 C 上有一水平向左的拉力 F_2

=2 牛,这时三个物体都处于静止状态,求 A 和 B 间、B 和 C 间及 C 与桌面间的摩擦力。

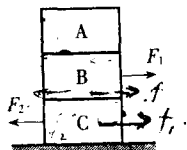


图 1-19

【题 8】 大小为 4 牛、7 牛和 9 牛的三个共点力,它们的最大合力是多大?最小合力是多大?

〔误解〕 当三个力同方向时,合力最大,此时, $F_{\text{合}}=20$ 牛。当 4 牛、7 牛的两个力同向且与 9 牛的力方向相反时,合力最小,此时 $F_{\text{合}}=2$ 牛。

〔正确解答〕 当三个力同方向时,合力最大,合力最大值为 $F=F_1+F_2+F_3=20$ 牛。

由于这三个力中任意两个力的合力的最小值都小于第三个力,所以这三个力的合力的最小值为零。

〔错因分析与解题指导〕 〔误解〕在求三个共点力最小合力时,由于思维定势的负作用,仍和求最大合力一样,把三个力限定在一直线上考虑,从而导致错误。

共点的两个力(F_1, F_2)的合力的取值范围是 $|F_1-F_2| \leq F_{\text{合}} \leq F_1+F_2$ 。若第三个共点力的大小在这一范围内,那么这三个力的合力可以为零。必须指出,矢量的正负号是用来表示矢量的方向的,比较两个矢量的大小应比较这两个矢量的绝对值,而不应比较这两个力的代数值。

〔练习题〕

13. 作用在同一物体上的下列几组力中,不能使物体做匀速运动的有 ()

- (A) 3 牛、4 牛、5 牛 (B) 2 牛、3 牛、6 牛
(C) 4 牛、6 牛、9 牛 (D) 5 牛、6 牛、11 牛

【题 9】 如图 1-20,放在光滑斜面上的小球,用竖直挡板挡住,求小球对斜面的压力。