



三合一

新课标解读

研究性学习

奥赛起跑线

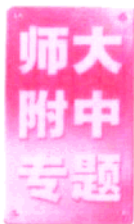
高中力学（上）

◆ 湖南师范大学出版社

◆ 学科主编 ↓ 何宗罗

◆ 本册主编 ↓ 何宗罗

师大附中专题



丛书编委会

(按姓氏笔划排序)

王 忠

华中师范大学附中副校长 特级教师

王爱礼

山东师范大学附中副校长 特级教师

刘世斌

辽宁师范大学附中副校长 特级教师

刘 强

首都师范大学附中副校长 高级教师

李 鸿

陕西师范大学附中副校长 特级教师

赵定国

福建师范大学附中副校长 特级教师

杨淑芬

云南师范大学附中副校长 特级教师

樊希国

湖南师范大学附中副校长 高级教师



选择《师大附中专题》的理由

一、师大附中名师打造

全国各师范大学附中,多为国家示范重点学校,集各师大附中名师,呈现先进的教育理念,科学的教学方法,名师伴读,事半功倍。

师大附中专题,示范中学实力。

二、三位一体知识呈现

师大附中专题在“知识呈现”上独具特色:

- ①重知识归纳(重点、基点、难点三点归纳)
- ②重方法导引(精讲、精导、精练三精导学)
- ③重高考点拨(专题知识高考考点与考向)

三、新课标理念闪亮抢滩

新课程标准将综合实践活动列为中学必修课程,可以预见,在高考及竞赛活动中都将得以体现。专辟“综合应用与研究性学习”一篇,可谓一大亮点,重点探讨研究性学习与高考的关系,并精选各师大附中典型研究性学习案例,能充分满足教学与备考需要。

四、竞赛高考紧密连线

归纳专题竞赛热点,剖析典型赛题;点拨解题方法,精选示范赛题。引导学生深化课堂知识结构,熟悉奥赛基本规则,从容应付高考提高题,也为尖子生的脱颖而出提供了“土壤”,可谓深化专题内容又一大特色。

《师大附中专题》丛书策划组

目 录

上篇 基础部分

专题知识框架	(2)
本专题高考考向	(3)
第一章 力 物体平衡	(4)
第一讲 力、重力、弹力和摩擦力	(5)
第二讲 力的合成与分解	(16)
第三讲 共点力作用下物体的平衡	(25)
第四讲 有固定转动轴物体的平衡	(37)
第二章 直线运动	(49)
第一讲 物体运动的描述	(50)
第二讲 匀变速直线运动的规律	(60)
第三讲 物体在重力作用下的直线运动	(72)
第四讲 追及与相遇	(82)
第三章 牛顿运动定律	(93)
第一讲 牛顿运动定律	(94)
第二讲 牛顿运动定律应用(一)	(104)
第三讲 牛顿运动定律应用(二)	(115)
第四讲 牛顿运动定律应用(三)	(127)
第四章 曲线运动 万有引力	(139)
第一讲 曲线运动 运动的合成和分解	(140)
第二讲 平抛运动	(151)
第三讲 圆周运动	(163)
第四讲 万有引力定律及其应用	(177)

中篇 综合应用与研究性学习

第一章 学科内综合	(190)
-----------------	-------

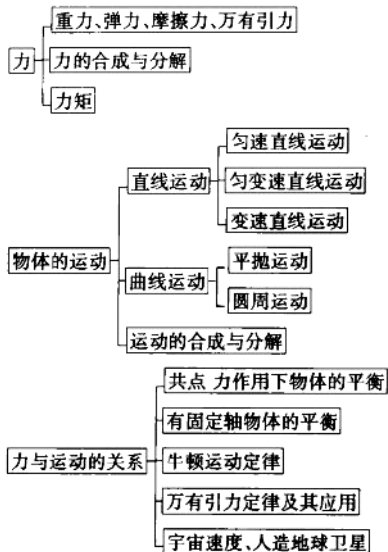
第二章 跨学科综合	(210)
第三章 研究性学习	(225)

下篇 竞赛点津

第一章 本专题竞赛热点	(234)
第二章 竞赛典型试题精析	(245)
第三章 竞赛实战模拟训练	(262)

● 上篇 基础部分

专题知识框架



本专题高考考向

力的概念、力的合成与分解的运算、物体的受力分析等,是力学中的最基础的知识,由于这些知识在整个高中物理的学习中经常要涉及到,所以,这部分内容在高考中一般不单独命题,而是渗透到其他的知识之中。

匀变速直线运动是高中物理中学到的重要运动形式,在高考中考查的重点是两个物体之间的追及、相遇问题。将匀变速直线运动与牛顿运动定律相结合的问题更是高考中的热点。

牛顿运动定律是动力学中的核心,在高考中有着非常重要的地位,几乎每年的高考都会涉及,考查的题型包括选择、填空、实验、计算等各种题型,而且题目的难度通常较大。

曲线运动中,主要考查平抛物体的运动和匀速圆周运动,对于竖直平面内的圆周运动只讨论最高点和最低点。由于人造地球卫星问题是现代科技发展中的重要领域,因此在高考中出现的几率特别高,近几年来几乎年年都考,并且在人造卫星的问题中涉及到各知识点的综合运用和跨学科综合知识。

在以后的高考中,预计本专题的知识仍然是以牛顿运动定律和曲线运动、人造卫星等为重点,而力的分析和运算渗透其中。有固定轴物体的平衡问题在近几年高考中成了冷点,但随着“理科综合”考试形式的推行,估计又会引起重视。

第一章

力 物体平衡

 高考知识点与要求

知 识 点	要 求	说 明
1. 力是物体间的相互作用,是物体发生形变和物体运动状态变化的原因;力是矢量.力的合成与分解	理解、应用	1. 关于力的合成与分解在计算方面只要求会应用直角三角形知识求解. 2. 不要求知道静摩擦因数.
2. 重力、重心	理解、应用	
3. 形变和弹力、胡克定律	理解、应用	
4. 静摩擦、最大静摩擦力	识记	
5. 滑动摩擦、滑动摩擦定律	理解、应用	
6. 共点力作用下物体的平衡;力矩	理解、应用	

第 一 讲

力、重力、弹力和摩擦力

三点归纳

◆**基点** 力的概念,重力、弹力、摩擦力的概念.

◆**重点** 重力及重心;弹力方向的判断,胡克定律;静摩擦力的判断;滑动摩擦、滑动摩擦定律.

◆**难点** 弹力及弹力方向的判断,胡克定律;摩擦力方向的分析 and 判断,摩擦力大小的计算.

三精导学

◆精讲

概念与规律

1. 力的概念

力是物体与物体间的相互作用;有力的作用就一定同时存在施力物体和受力物体,没有施力物体的力是不存在的.

力的三要素:大小、方向、作用点.

力的图示和示意图:直观地表示一个力,可以用力的图示,即用一根带箭头的线段来表示,线段的长短表示力的大小,箭头的指向表示力的方向,箭尾通常画在力的作用点上.对力的表示不是太严格时,可用力的示意图.对物体进行受力分析时,一般用力的示意图.

2. 重力

重力是指由于地球的吸引而使物体受到的力.要注意地球对物体的吸引力与物体所受重力的区别,地球对物体的吸引力是万有引力,不能将二者等同.

重力的大小: $G=mg$.

重力的方向:总是竖直向下.



重力的作用点叫物体的重心.质量分布均匀、形状规则的物体,其重心在几何中心.质量分布不规则的物体,其重心的位置与物体的形状、质量的分布情况有关.物体的重心可能在物体上,也可能在物体外.不规则的薄物体,其重心的确定可采用悬挂法.

3. 弹力

发生弹性形变的物体,由于要恢复其原来形状,对与它接触的物体施加的力叫弹力.可见,产生弹力要有两个条件:一是物体间直接接触;二是产生弹性形变.

弹力的大小:通常要根据物体的运动状态来确定.对于弹簧的弹力,在弹性限度内,遵守胡克定律: $F=kx$ (其中, k 为弹簧的劲度系数, x 为弹簧的伸长量或压缩量, F 为弹簧的弹力.)

弹力的方向:总是与物体的形变恢复方向相反.压力或支持力的方向总是垂直于支持面而指向被压或被支持的物体;绳的拉力的方向总是沿着绳而指向绳收缩的方向.

弹力的作用点:在物体的接触处.

4. 摩擦力

(1)滑动摩擦力:一个物体在另一个物体的表面上发生相对滑动时,在这两个物体的接触面上产生一种阻碍相对滑动的力叫滑动摩擦力.产生滑动摩擦力的三个条件:一是两物体要接触且存在弹力的作用;二是接触面是粗糙的,光滑面上摩擦力不计;三是两接触面间有相对滑动.

滑动摩擦力的大小: $f=\mu N$,其中, N 为两接触面间的正压力; μ 为动摩擦因数,是反映两接触物之间力学性质的物理量,与两接触物的材料和接触面的粗糙程度有关.

滑动摩擦力的方向:与两物体的接触面相切,与相对滑动方向相反.

滑动摩擦力的作用点:在两物体的接触面上.

(2)静摩擦力:一个物体在另一个物体的表面上有相对运动趋势时,在接触面上产生的一种阻碍相对运动趋势的力叫静摩擦力.产生静摩擦力的条件:一是两物体接触且存在弹力作用;二是接触面粗糙;三是两接触面间有相对运动趋势.

静摩擦力的大小:可根据物体的受力和运动状态来确定,其大小在 $0\sim f_{\max}$ 之间, $f_{\max}$ 为最大静摩擦力.使物体发生相对运动的最小外力等于这两个物体之间的最大静摩擦力 $f_{\max}$.

静摩擦力的方向:与两物体的接触面相切,与相对运动的趋势方向相反.

静摩擦力的作用点:在两物体的接触面上.

思维拓展

1. 两物体相互接触不一定有弹力作用

根据产生弹力的条件,两物体相互接触,如果没有产生弹性形变,则不会有弹力



作用,但有时对是否产生弹性形变很难判断,这时可根据物体的受力情况和运动状态进行分析,如图 1-1 所示,光滑均匀球体放在斜面与水平面的交角处,斜面与球体之间是否存在弹力作用呢?球体受到重力和水平面的支持力作用,而且这两个力是相互平衡的,球体处于静止的平衡状态,因此,球体不可能受到斜面的支持力作用,否则球体将不能平衡而向右运动。

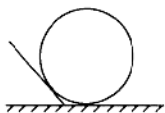


图 1-1

2. 摩擦力一定是阻力吗

摩擦力既可以是物体运动的动力,也可以是物体运动的阻力;摩擦力的方向既可与物体的运动方向相同,也可以与物体的运动方向相反。对摩擦力是阻力的情况比较容易理解,而对摩擦力是动力的情况较难理解,对此,可借助一些实例来理解,如人走路,就是由地面对脚底的静摩擦力作为动力,如图 1-2 所示,在运转的皮带轮上放上物体,在物体达到与皮带相同速度之前,物体受到皮带的滑动摩擦力

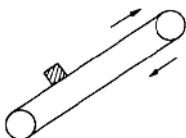


图 1-2

沿皮带向上,物体的运动方向也是斜向上,此时滑动摩擦力是动力;当物体的速度达到皮带的速度之后,物体靠皮带所施的静摩擦力而斜向上运动,此时静摩擦力也是物体运动的动力。

3. 物体的受力分析

研究力学问题,必须对物体进行受力分析,对物体进行受力分析的基本步骤是:

(1) 确定研究对象,将需要分析的物体隔离出来。

(2) 分析物体受的重力,凡是地球附近的物体都受到重力,除非不计重力或不在地球附近。

(3) 分析物体受的弹力,注意产生弹力的条件。

(4) 分析物体受的摩擦力,注意产生摩擦力的条件。

(5) 分析物体受的其他力,如电场力、磁场力等。

注意:一边分析受力,一边作出受力的示意图,防止一些凭空想象的力,如下滑力、向心力、离心力等。

◆精导

例 1 关于物体的重力,下列说法正确的是()。

A. 物体只有在地面静止时才受到重力作用

B. 同一物体在同一地点,无论其运动状态如何,它所受到的重力都是一样大的

C. 重力的方向总是垂直于支持面

D. 重心是物体内最重的一点

思路与方法 本题考查对重力概念的理解,应在对重力的产生、重力的三要素有正确的认识的基础上分析作答。

分析与解 重力是物体由于受到地球的吸引而产生的,无论物体在地球附近的何处、处于何种运动状态,地球都对物体有吸引力,从而使物体受到重力,A错.重力的大小 $G=mg$,同一物体在同一地点有相同的 g 值,质量也不随运动状态的变化而改变,故B对.重力的方向总是竖直向下,而不一定垂直于支持面,C错.重心是物体重力的作用点,D错.综上所述,正确选项是B.

例2 (全国高考题)如图1-3所示,C是水平地面,A、B是两个长方形物块,F是作用在物块B上沿水平方向的力,物体A和B以相同的速度做匀速直线运动,由此可知,A、B间的动摩擦因数 μ_1 与B、C间的动摩擦因数 μ_2 有可能是().

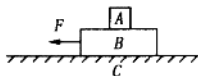


图 1-3

- A. $\mu_1 = 0, \mu_2 = 0$ B. $\mu_1 = 0, \mu_2 \neq 0$
C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 = 0$ D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

思路与方法 本题考查摩擦力与摩擦因数的关系.应先根据物体的受力及运动状态分析是否存在摩擦力,然后由产生摩擦力的条件判断摩擦因数的可能值.

分析与解 研究A物体,由于A作匀速直线运动,又不受其他水平外力,则A不受B的摩擦力,但不受摩擦力并不说明接触面是光滑的,即不一定有 $\mu_1 = 0$,所以 μ_1 可能为 $\mu_1 = 0$ 或 $\mu_1 \neq 0$;研究A、B构成的系统,由于匀速直线运动,受到水平外力F,则B一定受到C的动摩擦力,且摩擦力的大小等于F,方向与F的方向相反,所以B、C接触面一定不光滑,即 $\mu_2 \neq 0$.故正确选项有B、D.

例3 (全国高考题)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为 m_1 和 m_2 的木块, $m_1 > m_2$,如图1-4所示.已知三角形木块和两物体都是静止的,则粗糙水平面对三角形木块().

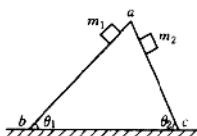


图 1-4

- A. 有摩擦力的作用,摩擦力的方向水平向右
B. 有摩擦力的作用,摩擦力的方向水平向左
C. 有摩擦力的作用,但摩擦力的方向不能确定,因为 $m_1, m_2, \theta_1, \theta_2$ 的数值未给出
D. 以上说法都不对

思路与方法 本题考查对摩擦力的分析.既可将各物体隔离研究,也可采用“整体分析法”进行研究.

分析与解 隔离分析法:木块 m_1 受重力和三角形木块的作用力(弹力与摩擦力的合力)而静止,则此作用力与重力平衡,方向竖直向上,据牛顿第三定律, m_1 对三角形木块的作用力方向竖直向下.同理,木块 m_2 对三角形木块的作用力方向竖直向下.所以,三角形木块在水平面上无运动趋势,不受摩擦力作用.应选D.

整体分析法:将 m_1, m_2 和三角形木块看成一个整体,它在水平方向上不受其他外力作用,又由于整体静止平衡,故水平面对三角形木块不存在摩擦力,D正确.

例1 如图1-5所示,物体B的上表面呈水平,B上面放着物体A,当它们一起在 F 的作用下沿斜面匀速上升时,物体A的受力情况是()。

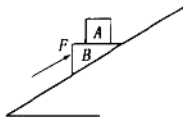


图1-5

- A. 只有重力
- B. 有重力和支持力
- C. 有重力、支持力、摩擦力
- D. 有重力、支持力、摩擦力和推力 F

思路与方法 本题要求对物体A进行受力分析,应根据受力分析的合理步骤,并结合物体的运动状态进行。

分析与解 取A为研究对象,它作匀速直线运动,首先是受到重力作用。其次,在A、B接触处由于重力的作用而相互挤压,发生弹性形变,所以A受到B的支持力。由于A、B一起匀速直线运动,A与B之间既无相对运动,也无相对运动趋势,所以A不受摩擦力。推力 F 是作用在B上而不是作用在A上,故选项B正确。

例5 如图1-6所示,质量为 m 的物体,放置在水平传送带上,物体与传送带间的动摩擦因数为 μ ,当物体与传送带一起匀速运动时,物体所受的摩擦力大小为_____;当传送带突然减速,物体相对传送带滑动时,物体所受的摩擦力大小为_____。



图1-6

思路与方法 本题要求确定摩擦力的大小,为此,应先明确是静摩擦力还是滑动摩擦力,才能选择正确的依据进行计算。

分析与解 当物体与传送带一起匀速运动时,由于物体与传送带之间没有相对运动,则不可能有滑动摩擦力,又由于是匀速运动,则物体不会受到皮带的摩擦力,即此时的摩擦力大小为 $f_1=0$ 。当传送带突然减速时,物体相对皮带滑动,此时物体受到滑动摩擦力,大小为 $f_2=\mu N=\mu mg$ 。

◆精练

双基训练

时量:45分钟 满分:50分

一、选择题(每小题只有一个选项正确,每小题3分,共18分)

1. 下面关于力的说法中正确的是()。
 - A. 只有直接接触的物体间才有力的作用
 - B. 一个物体可以只受力而不同时对其他物体施力
 - C. 力不能离开物体而独立存在
 - D. 力的大小可以用杆秤来测量
2. 关于物体的重力,以下说法正确的是()。



- A. 物体在自由下落时所受的重力小于物体静止时所受到的重力
 B. 物体在向上抛出时所受的重力大于物体静止时所受到的重力
 C. 质量是 1 kg 的物体受到的重力是 9.8 N
 D. 物体的重心可以在物体上,也可以在物体外
3. 下列关于弹力的说法正确的是().
 A. 两物体间有弹力产生时,这两个物体一定相互接触
 B. 两物体相互接触时,一定会产生弹力作用
 C. 物体发生了形变,一定会对它接触的物体施加弹力作用
 D. 弹力的大小总是遵守胡克定律
4. 关于摩擦力的下列说法正确的是().
 A. 滑动摩擦力总是阻碍物体的运动
 B. 摩擦力的大小由 $f = \mu N$ 进行计算
 C. 摩擦力不为零的接触面上压力一定不为零
 D. 运动的物体不可能受静摩擦力的作用
5. 如图 1-7 所示, L_1 和 L_2 是劲度系数均为 k 的轻弹簧, P 、 Q 两只钩码重均为 G , 则静止时两弹簧的伸长量之和为().
 A. $3G/k$ B. $2G/k$ C. G/k D. $G/2k$

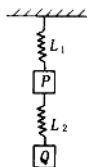


图 1-7

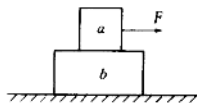


图 1-8

6. 如图 1-8 所示, 长方形木块 a 、 b 叠放在粗糙的水平面上, 在 a 上作用一个水平拉力 F 后, a 、 b 木块仍处于静止状态, 则下列说法正确的是().
 A. 木块 a 受到 b 施的静摩擦力, 方向向左
 B. 木块 b 受到 a 施的静摩擦力, 方向向左
 C. 地面对木块 b 没有静摩擦力的作用
 D. 地面对木块 b 的静摩擦力方向向右

二、填空题(每小题 4 分, 共 16 分)

7. 重力、弹力、摩擦力是按力的_____将力进行分类的; 支持力、压力、拉力是按力的_____将力进行分类的.
8. 一斜面长 5 m , 高 4 m , 一个重 100 N 的物体静止在斜面上, 则斜面对物体的支持力大小为_____, 斜面对物体的摩擦力大小为_____.

9. 弹簧 A 和 B 原长分别为 1 m 和 0.5 m, 劲度系数分别为 100 N/m 和 150 N/m, 把它们串联后拉到距离为 2 m 的两个柱子上固定, 则弹簧 A 的长度为 _____, 弹簧 B 的长度为 _____.

10. 运动员用双手握住竖直的竹竿匀速攀上和匀速下滑, 竹竿对他施加的摩擦力分别为 f_1 和 f_2 , 则 f_1 的方向是 _____, f_2 的方向是 _____, 比较它们的大小关系是 f_1 _____ f_2 .

三、计算题(每小题 8 分, 共 16 分)

11. 如图 1-9 所示, 细线被小球竖直拉紧, 小球恰好与光滑斜面接触并处于静止状态, 已知小球质量为 m . 试分析小球所受到的外力并求出各力的大小.

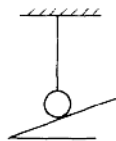


图 1-9

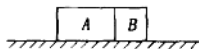


图 1-10

12. 如图 1-10 所示, 在一水平面上放置 A、B 两物体, 已知 A、B 与地面间的最大静摩擦力分别为 8 N 和 4 N. 若一水平推力 $F=6$ N 向右作用于 A 时, 地面对 A、B 施的摩擦力分别多大? 若 $F=6$ N 向左作用于 B 时, 地面对 A、B 施的摩擦力分别多大?

答案与提示

1. C. 力是物体对物体的作用, 因而不能离开物体而单独存在, 且受力物体同时对施力物体有力的作用, 但力的作用不需物体相互接触; 力的大小用测力计测量, 杆秤用来测物体的质量.

2. D. 物体无论处于什么运动状态, 所受的重力都与它静止时受的重力相同; 质量 1 kg 的物体在不同的地方, 由于 g 值不同而受到的重力的大小有所不同; 物体的重心是重力的作用点, 重心可在物体上, 也可在物体外.

3. A. 产生弹力的条件是: 物体接触和发生弹性形变; 只有弹簧在弹性限度内弹力的大小遵守胡克定律.

4. C. 摩擦力既可是物体运动的动力, 也可是物体运动的阻力; 只有滑动摩擦力的大小由 $f=\mu N$ 计算; 接触面上压力的存在是产生摩擦力的条件之一; 运动的物体只要有产生静摩擦力的条件就有静摩擦力的作用.

5. A. 据胡克定律有 $2G=kx_1$, $G=kx_2$, 得弹簧伸长量之和 $x_1+x_2=3G/k$.

6. A. 由 a、b 处于静止平衡状态知, a 受到 b 施加的静摩擦力向左; b 受到 a 的静摩擦力向右; 地面对 b 的静摩擦力向左.

7. 性质: 效果.

8. 60 N, 80 N. 设斜面倾角为 θ , $\sin\theta=0.8$, $\cos\theta=0.6$, 支持力大小 $N=G\cos\theta=60$ N, 摩擦力大小 $f=G\sin\theta=80$ N.



9. 1.3 m, 0.7 m. 设弹簧 A 伸长量为 x_1 , 弹簧 B 伸长量为 x_2 , 由胡克定律有: $k_1 x_1 = k_2 x_2$, 且 $1.5 \cdot x_1 + x_2 = 2$, 解得 $x_1 = 0.3$ m, $x_2 = 0.2$ m, 所以弹簧 A、B 长度分别为 1.3 m 和 0.7 m.

10. $f_1 = f_2$, 方向都向上.

11. 小球受到重力 $G = mg$, 绳的拉力 $T = G = mg$.

12. F 向右作用于 A 时, 没有达到最大静摩擦, 则 A 静止, 由静摩擦力维持 A 的平衡, 根据二力平衡 $f_A = F = 6$ N, A 对 B 没有挤压, 则 B 无滑动趋势, $f_B = 0$. 当 F 向左作用于 B 时, 由于 B 的最大静摩擦力小于 6 N, 则 B 对 A 有压力, 但推 A 不动, 仍是静摩擦力, B 已达最大静摩擦力, $f_B = 1$ N, 由 B 的平衡有 A 对 B 的压力 $N = 6 - 1 = 5$ N, 所以 $f_A = N = 5$ N.

拓展训练

时量: 45 分钟 满分 50 分

一、选择题(每小题只有一个选项正确, 每小题 3 分, 共 18 分)

- 关于物体的质量与重力, 下列说法正确的是().
 - 物体的重量与重力成正比
 - 重力不存在有相互作用力
 - 物体的质量是恒定的, 所以物体的重力也是恒定的
 - 在同一地点, 质量越大的物体所受的重力越大
- 关于摩擦力与弹力的关系的下列说法正确的是().
 - 有摩擦力一定有弹力
 - 有弹力一定有摩擦力
 - 摩擦力的大小与弹力的大小成正比
 - 摩擦力的方向跟弹力的方向垂直, 且与物体的运动方向相反
- 位于水平面上的物体, 在水平方向的拉力 F 作用下, 沿 F 的方向作匀速直线运动, 当拉力 F 增大时, 物体所受到的滑动摩擦力将().
 - 增大
 - 减小
 - 不变
 - 无法判断
- 如图 1-11 所示, 在粗糙的水平面上有一个三角形木块 a , 若物体 b 在 a 的斜面上匀速下滑, 则().
 - a 保持静止, 地面对 a 无摩擦力
 - a 保持静止, 地面对 a 有向右的静摩擦力
 - a 保持静止, 地面对 a 有向左的静摩擦力
 - 无法判断 a 是否受到静摩擦力的作用
- 如图 1-12 所示, 木块上放有物块 M , 当木块与物块一起竖直向上抛出后, 不计空气阻力, 下列对物块 M 的受力分析正确的是().
 - 只受重力
 - 受重力和支持力

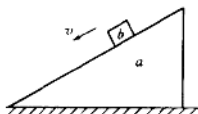


图 1-11

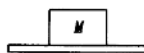


图 1-12