用信息备考

——代前言

高考改成了“3＋X”，备考却“一如继往”，信息社会的人们在这里也要“日出而作，日落而息”，“自由”在这里却步而止。

如何让高考在信息社会变得简单起来，高考备考有没有捷径？

新版《高考热点与冷点》在对传统高考深入研究的基础上，以学科内知识的综合和巩固为前提，结合最新高考信息和社会热点，通过由此形成的网络来把握热点，通过热点来体现考点。用信息备考，让高考在信息社会变得简单起来，让备考更便捷有效，是 2002 年新版《高考热点与冷点》的最大特点。

本书的热点包括三个方面：知识考查热点、社会热点、学科间综合热点。知识考查热点是从近三年高考中筛选出来的稳定考点，其理论性强，与社会实际联系少，预测在 2002 年高考再现率较高；社会热点是将社会热点分门别类，罗列出若干个专题，并指出其与所学知识的内在联系；学科间综合热点是指本学科与其他学科的知识结合点、交叉点，预测其在 2002 年高考中出现的机率较高。

本书的冷点包括冰点和盲点两方面；冰点指以前常考的热点，由于高考改革，近三年不考了的考点；盲点指以往高考不考或很少考的知识点，由于高考改革的深入，或根据 2002 年《考试说明》的要求，很可能在 2002 年高考中出现的考点。

找准高考的热点，帮助考生有的放矢地“临考磨枪”！找准高考

需要全本请访问 www.ertongbook.com

冷点，帮助考生提高复习效率，更好地“查漏补缺”！这是本书的基本编写理念。

本书的栏目主要有：[热点透析][仿真试题][方法精要]（或[小结]）[创新思维训练]。备考实践证明，热点一旦选定，便具有较强的稳定性，而题则是以这些点为中心，不断变化。[热点透析]就是要给师生一双神奇的“慧眼”，能通过对近几年考题的分析，准确地掌握整个热点并对该热点在 2002 年“3＋X”高考中的变化趋势了然于胸。[仿真试题]是在[热点透析]基础上结合有关 2002 年高考的最新信息，对 2002 年高考的科学、准确的近距离预测。[方法精要]（或[小结]）是通过[仿真试题]的实战演习，进一步总结该热点的发展、变化趋势，总结在这些发展趋势下最简练有效的应对方法。最后通过[创新思维训练]让考生进行全方位实战训练，彻底掌握热点，从容面对新高考。

丛书的编写原则是深入浅出，由“透析”到“仿真试题”是深入，由“方法精要”到“创新思维训练”是浅出。丛书的结构形式是“由面到点”，再“由点到面”。高考题是“面”，“点”是指学生必须掌握的知识点，即“热点”。由往年的高考题到知识点是“由面到点”，贯彻了“深入浅出”中的“深入”原则；由“热点”到对今年高考题的预测是“由点到面”，贯彻了“深入浅出”中的“浅出”原则。

希望本书能成为你高考路上的快乐之源！

因时间仓促，难免有疏漏和不妥之处，诚盼老师和同学提出宝贵的意见和建议。

编　者

2002 年 3 月

THE BEST DESIGN

目 录

上篇 知识考查热点与冷点导航

[热点 1]共点力作用下物体的平衡 …… (001)
[热点 2]牛顿第二定律 …… (008)
[热点 3]运动的合成与分解 …… (016)
[热点 4]万有引力定律 …… (022)
[热点 5]动能关系 能量转化和守恒 …… (028)
[热点 6]动量和能量 …… (037)
[热点 7]机械波的图象 …… (048)
[热点 8]气体的性质 …… (058)
[热点 9]电场的性质 …… (070)
[热点 10]电路分析与计算 …… (078)
[热点 11]电阻的测量 …… (087)
[热点 12]带电粒子在电场、磁场中的运动 …… (098)
[热点 13]电磁感应现象及楞次定律 …… (110)
[热点 14]电磁感应规律的综合应用 …… (119)
[热点 15]透镜成像规律 …… (132)
[热点 16]设计性实验 …… (140)

[冷点 1]动量定理 …… (150)
[冷点 2]单摆的周期公式 …… (153)
[冷点 3]电场中的导体 …… (157)
[冷点 4]电磁振荡 …… (160)

中篇 社会热点专题精解

[专题 1]环境污染与保护 …… (163)
[专题 2]能源的开发与利用 …… (172)
[专题 3]现代科技 …… (181)

下篇 学科间综合热点

[热点 1]生命活动中的物理学原理——物理与生物 …… (189)
[热点 2]气态方程与物质化学式的确定——物理与化学 …… (195)
[热点 3]电学与电化学——物理与化学 …… (201)
参考答案 …… (208)

上篇 知识考查热点与冷点导航

热点1] 共点力作用下物体的平衡

热点透析

本热点是在力的基本概念的基础上，研究共点力作用下物体平衡问题。解答此类问题的关键是对物体受力分析和正确进行力的分解，而受力分析和力的分解是贯穿整个高中物理的重要的分析方法。因此本热点是高考每年必考的内容。

近三年高考单独考查本热点的题目多以选择、填空的形式出现，一般难度不大；另外该热点内容在力热、力电综合题中也有所渗透，以难度较大的计算题出现。考题回顾如下：

[考题1](1999年全国) 如图1—1所示，两木块的质量分别为m_1和m_2，两轻质弹簧的劲度系数分别为k_1和k_2，上面木块压在上面的弹簧上(但不拴接)，整个系统处于平衡状态，现缓慢向上提上面的木块，直到它刚离开上面弹簧，在这过程中下面木块移动的距离为

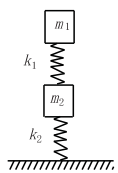


图1—1

A. $\frac{m_1 g}{k_1}$　　B. $\frac{m_2 g}{k_1}$

C. $\frac{m_1 g}{k_2}$　　D. $\frac{m_2 g}{k_2}$

思路点拨：解答此题的关键是弄清木块m_2上移的距离即为m_1离开k_1后和未提木块前k_2的长度差，也就等于未提木块前和m_1离开k_1后k_2形变量的差值．然后根据平衡条件结合胡克定律求出两个状态k_2的形变量即可．

答案：C

[考题2](2001年全国) 如图1—2所示，质量为m、横截面为直角三角形的物块ABC，$\angle ABC = \alpha$，AB边靠在竖直墙面上，F是垂直于斜面BC的推力．现物块静止不动，则摩擦力的大小为_____．

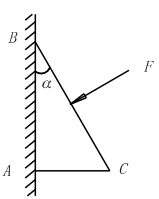


图1—2

思路点拨：首先要弄清静摩擦力不能由$f = \mu N$计算，只能根据物体所处的运动状态结合平衡条件或牛顿第二定律求

需要全本请访问 www.ertongbook.com

解.正确受力分析是解答此题的关键.

答案:$mg+Fs\sin\alpha$

[考题3](2001年理综)如图1—3所示,在一粗糙水平面上有两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块1和2,中间用一原长为 l、劲度系数为 k 的轻弹簧连接起来,木块与地面间的动摩擦因数为 μ.现用一水平力向右拉木块2,当两木块一起匀速运动时两木块之间的距离是

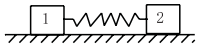


图1—3

A. $l+\frac{\mu}{k}m_1g$　　B. $l+\frac{\mu}{k}(m_1+m_2)g$

C. $l+\frac{\mu}{k}m_2g$　　D. $l+\frac{\mu}{k}(\frac{m_1m_2}{m_1+m_2})g$

思路点拨:明确两木块间的距离就是弹簧形变后的长度,即原长和形变量之和.而弹簧的弹力和木块1所受的滑动摩擦力平衡,由平衡条件列方程即可求出弹簧的形变量.

答案:A

仿真试题

[试题1]如图1—4所示,位于斜面上的物块 M,在沿斜面向上的力 F 作用下,处于静止状态,则斜面作用于物块的摩擦力

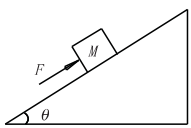


图1—4

A.方向可能沿斜面向上　B.方向可能沿斜面向下

C.大小可能等于零　D.大小可能等于 F

[解答]物体处于静止状态,则所受合力 $\sum F=0$,物体受到的分力:重力 G、外力 F、支持力 N、物体与斜面之间是否存在静摩擦力,要看其相对斜面是否有相对运动的趋势.

如图1—5所示,平行于斜面和垂直斜面方向建立坐标,将重力沿 x、y 方向进行分解为 G_x、G_y

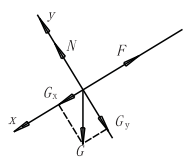


图1—5

$\sum F_y=0$,$N-G_y=0$

$\sum F_x=0$

(1)当 $G_x=Mg\cdot\sin\theta=F$ 时,物块 M 与斜面间无相对运动趋势,则物块与斜面间无摩擦力作用,即 $f=0$.

(2)当 $G_x=Mg\sin\theta<F$ 时,物块 M 相对斜面有上滑趋势,则物块 M 受到静摩擦力方向沿斜面向下,关系为 $Mg\sin\theta+f-F=0$,即 $f=F-Mg\sin\theta$,此种情况 $f<F$.

(3) 当 $G_x = Mg\sin\theta > F$ 时，物块 M 相对斜面有下滑趋势，则物块 M 受到的静摩擦力沿斜面向上，关系为 $Mg\sin\theta - f - F = 0$，即 $f = Mg\sin\theta - F$，此种情况下若 $Mg\sin\theta = 2F$，那么 $f = F$.

由上述分析可知，正确选项为 A、B、C、D.

[试题 2] 如图 1—6 所示，绳 CO 与竖直方向成 30° 角，O 为一定滑轮，物体 A 与 B 用跨过定滑轮的细绳相连，整个装置保持静止. 已知 B 的重力为 100 N，地面对 B 的支持力为 80 N，试求

(1) 物体 A 的重力.

(2) 物体 B 与地面间的摩擦力(滑轮质量及摩擦不计)

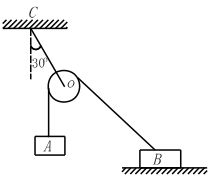


图 1—6

[解答] 分别分析物体 A、B 的受力情况如图 1—7 所示，由于不计滑轮摩擦，故细绳对 A、B 的拉力相等，即 $T = T'$，根据物体平衡条件，不难得出

$m_Ag = T$ ①

$f_B = T'\cos\theta$ ②

$N + T'\sin\theta = m_Bg$ ③

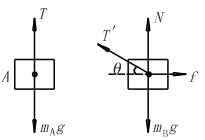


图 1—7

显然，只要能确定 θ 的值，即可求解出 m_Ag 及 f_B. 为此，分析滑轮受力如图 1—8 所示，这类问题一般将滑轮视作质点，由于不计滑轮质量，且 $T = T'$，故 T'、T 夹角为 60°，所以

$\theta = 30°$ ④

联立 ① — ④ 解得

(1) $m_Ag = 40$ N

(2) $f_B = 20\sqrt{3}$ N $= 34.6$ N

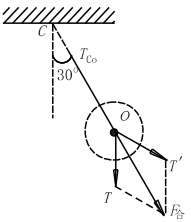


图 1—8

[试题 3] 物体与水平支持面的动摩擦因数为 μ，如图 1—9 所示，物体重为 mg，受到斜向上的拉力 F 的作用，做匀速直线运动，F 最小值是_____. 这时 F 与水平面的夹角 θ 为_____.

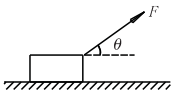


图 1—9

[解答] 对物体受力分析如图 1—10 所示

由平衡条件可得

$F\cos\theta = f$ ①

$N + F\cdot\sin\theta = mg$ ②

又 $f = \mu N$ ③

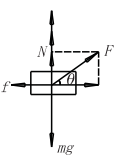


图 1—10

由以上三式可得：$F=\dfrac{\mu mg}{\cos\theta+\mu\sin\theta}$

由数学知识可知，当 $\theta=\operatorname{arctg}\mu$ 时，F 有最小值，$F_{\min}=\dfrac{\mu mg}{\sqrt{1+\mu^2}}$

[试题 4] 如图 1—11 所示，质量为 m 的光滑球放在倾角为 α 的光滑斜面上，被一个有固定转动轴的挡板 AO 挡住，挡板与斜面间的倾角为 $\beta(\beta<90°)$，现将挡板缓慢转动至水平的过程中，球对挡板的压力 N_1 和球对斜面的压力 N_2 的变化情况是

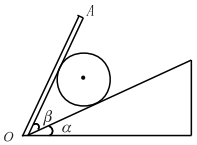


图 1—11

A. N_1 先减小后增大，N_2 一直减小

B. N_1 先增大后减小，N_2 一直减小

C. N_1 一直减小，N_2 一直增大

D. N_1 和 N_2 都一直减小

[解答] 虽然题目中问的是挡板 AO 及斜面所受的压力情况，但因挡板、斜面的许多条件未给出，若以它们为研究对象无法得出结论，但只要分析其反作用力的情况便可得知.

以球为研究对象，球受三个力：重力 G，挡板对球的弹力 N_1'，斜面对球的弹力 N_2'，如图 1—12 所示，三力共点，球处于平衡状态 $\sum F_{合}=0$，当挡板逆时针缓慢转动过程中注意到重力 G 是恒力，N_2' 的方向不变总垂直于斜面. 根据平行四边形法则 N_1' 与 N_2' 的合力 $F_{总}$ 与重力大小相等方向相反不变，由受力图可看出 N_1' 先减小后增大，N_2' 总是减小的，那么 N_1 与 N_1' 相同，N_2 与 N_2' 变化相同，故 A 选项是正确的.

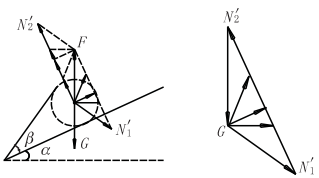


图 1—12

方法精要

一、结合平衡条件考查静摩擦力的特征仍然是高考的最热点，即大小方向如何确定，对最大静摩擦力的认识是否正确. 分析静摩擦力时要注意静摩擦力的大小和方向都随外界条件的变化而变化，弄清在变化过程中的两个转折：$f_{静}=0$ 是静摩擦力方向改变的转折，$f_{静}=f_m$ 是物体由相对静止到相对滑动的转折.

二、平衡条件与胡克定律综合应用考查弹簧弹力的特征可能继续出现. 应用胡克定律 $F=kx$ 时，应注意弹簧形变量变化与物体空间位置变化的几何关系，正确找出形变量 x，并分析是伸长形变还是压缩形变.

三、对物体受力分析与物体平衡条件的综合运用，仍是考查基础知识的重

点.解答物体平衡常用的方法有:

(1) 正交分解法:

同一平面上的共点力的合力为零时,把各个力分解到互相垂直的两个坐标轴上,则每个坐标轴上的分力均等于零,即$\begin{cases}\sum F_x = 0\\ \sum F_y = 0\end{cases}$.利用正交分解法解平衡问题的基本思路是:

(1) 确定研究对象,研究对象可以是一个物体,也可以是几个物体构成的整体,还可以是一个结点;若是相连接的几个物体处于平衡状态时,要注意"整体法"和"隔离法"综合运用.先选择受力少的物体研究,一般会使问题简化.

(2) 对研究对象受力分析,画好受力图.

(3) 恰当建立正交坐标系,把不在坐标轴上的力分解到坐标轴上,建立正交坐标的原则是让尽可能多的力都落在坐标轴上.

(4) 列平衡方程,求解未知量.必要时对结果进行讨论.

2. 力三角形法

物体受三个力作用而平衡时,这三个力的矢量箭头首尾相接,构成一个矢量三角形,反之,若三个力的矢量箭头首尾相接恰好构成三角形,则这三个力的合力必为零.

四、极值问题和动态平衡问题是应用平衡条件解答的两类典型问题,常有两种解法:一是解析法,二是图解法.图解法适用于一个力大小方向均恒定、另一个力方向恒定的三力平衡问题.

创新思维训练

1. 如图 1—13 所示,把重为 20 N 的物体放在倾角为 $\theta = 30°$ 的粗糙斜面上,物体与一端固定的轻弹簧相连.若物体与斜面间最大静摩擦力为 12 N,则弹簧的弹力可能为

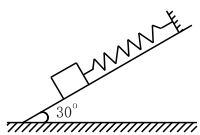


图 1—13

A. 22 N,方向平行斜面向上

B. 2 N,方向平行斜面向上

C. 2 N,方向平行斜面向下

D. 0

2. 如图 1—14 所示,用两根轻绳 AO 和 BO 系住一小球,手提 B 端由 OB 的水平位置逐渐缓慢地向上移动,一直转到 OB 成竖直方向,在这过程中保持 θ 角不变,则 OB 所受拉力的变化情况是

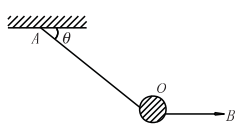


图 1—14

A. 一直在减小

B. 一直在增大

C. 先逐渐减小，后逐渐增大

D. 先逐渐增大，后逐渐减小

3. 如图 1—15 所示，重 6 N 的木块静止在倾角为 $\theta = 30°$ 的斜面上，若用平行于斜面沿水平方向大小等于 4 N 的力推木块，木块能保持静止，则木块所受的静摩擦力大小等于

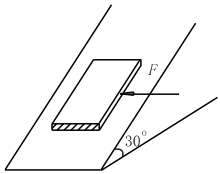


图 1—15

A. 4 N　　B. 3 N

C. 5 N　　D. 6 N

4. 如图 1—16 所示，用光滑的粗铁丝做成一直角三角形，BC 边水平，AC 边竖直，$\angle ABC = \beta$，AB 及 AC 两边上分别套有细线系着的铜环 P、Q，当它们静止时，细线跟 AB 所成的角 θ 的大小为（细线长度小于 BC）

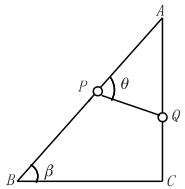


图 1—16

A. $\theta = \beta$　　B. $\theta > \pi/2$

C. $\theta < \beta$　　D. $\beta < \theta < \pi/2$

5. 如图 1—17 所示，轻绳的 A 端绕过固定在天花板上的轻滑轮，B 端系一重为 G 的小球. 小球静止在固定的光滑半圆柱体上. 则将小球缓慢地沿柱面从点 D 拉至最高点 C 的过程中，下列判断正确的是

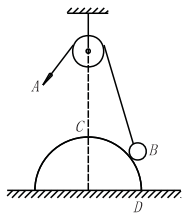


图 1—17

A. 绳的张力逐渐变大

B. 柱体对球的支持力逐渐减小

C. 绳的张力逐渐变小

D. 柱体对球的支持力的大小不变

6. 如图 1—18 所示，整个装置保持静止，OA 段绳水平，物体 A 重 50 N，B 重 10 N. 则物体 C 重_____ N，物体 A 与地面间摩擦力为_____ N.

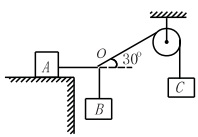


图 1—18

7. 如图 1—19 所示，AOB 为水平放置的光滑杆，夹角为 $60°$，杆上分别套着两个质量都是 m 的小环，两环由可伸缩的弹性绳连接，若在绳的中点 C 施以沿 $\angle AOB$ 的角平分线水平向右的拉力 C 施以沿 $\angle AOB$ 的角平分线水平向右的拉力 F，缓慢地拉绳，待两环受力达到平衡时，绳对环的拉力 T 跟 F 的关系是_____.

8. 如图 1—20 所示，物体的质量为 2 kg，两根轻细绳 AB 和 AC 的一端连接于竖直墙上，另一端系一物体上，在物体上另施一个方向与水平线成 $\theta = 60°$ 的拉

力 F，若要使绳都能伸直，求拉力 F 的大小范围.

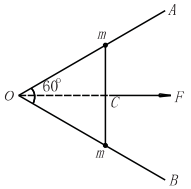


图 1—19

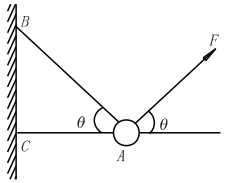


图 1—20

9. 如图 1—21(甲)，将一条轻而柔软的细绳一端拴在天花板上的 A 点，另一端拴在竖直墙上的 B 点，A 和 B 到 O 点的距离相等，绳长是 OA 的 2 倍. 图 1—21(乙) 所示为一质量可忽略的动滑轮 K，滑轮下悬挂一质量为 m 的重物. 不计摩擦，现将动滑轮和重物一起挂到细绳上，达到平衡时，绳所受的拉力是多大？

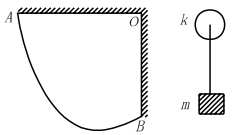


图 1—21

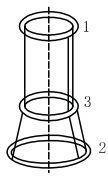


图 1—22

10. 3 根相同的不可伸长的轻绳，一端系在半径为 r_0 的圆环 1 上，彼此间距相等. 绳穿过半径为 r_0 的圆环 3，另一端用同样方式系在半径为 $2r_0$ 的圆环 2 上(如图 1—22). 圆环 1 固定在水平面上，整个系统处于平衡. 试求圆环 2 与圆环 3 的中心距离(3 个环都是用同种金属丝制作的，摩擦不计)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

热点 2] 牛顿第二定律

热点透析

力和运动的关系是力学的核心问题，而牛顿运动定律是解决力和运动问题的基本规律，是力学的核心内容. 牛顿第二定律作为牛顿运动定律的核心的定律，更是重中之重，是每年必考的热点，重复出现 4 ～ 5 次.

纵观近几年高考，对本热点单独命题的题目一般难度较小，以选择、填空形式出现. 更多是与圆周运动、电场、磁场等知识相联系出现在综合题中，试题难度中等. 考查回顾如下：

[考题 1](1999 年上海) 如图本热点中 2—1 所示，竖直光滑杆上套有一个小球和两根弹簧，两弹簧的一端各与小球相连，另一端分别用销钉 M、N 固定于杆上，小球处于静止状态. 设拔去销钉 M 瞬间，小球加速度的大小为 12 m/s². 若不拔去销钉 M 而拔去销钉 N 瞬间，小球的加速度可能是(取 $g = 10$ m/s²)

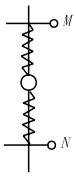


图 2—1

A. 22 m/s²，竖直向上　　B. 22 m/s²，竖直向下

C. 2 m/s²，竖直向上　　D. 2 m/s²，竖直向下

思路点拨：拔去销钉 M 的瞬间，小球只受下面弹簧的弹力和重力作用. 若弹簧处于压缩状态，则弹力向上，设为 F_1，则 $F_1 - mg = ma$，代入数值得 $F_1 = 22m$；若弹簧处于伸长状态，则弹力向下，设为 F_2，则 $F_2 + mg = ma$，代入数值得 $F_2 = 2m$. 小球处于平衡状态时，设弹簧处于压缩状态、伸长状态时，上面弹簧的弹力分别为 F_1'、F_2'，由力的平衡方程：$F_1' + mg = F_1$，$F_2 + mg = F_2'$，得 $F_1' = 12m$，$F_2' = 12m$. 当拔去销钉 N 时，列牛顿第二定律方程：$F_1' + mg = ma_1'$，得 $a_1' = 22$ m/s²，竖直向下；$F_2' - mg = ma_2'$，得 $a_2' = 2$ m/s²，竖直向上.

答案：BC

[考题 2](2000 年上海) 匀速上升的升降机顶部悬有一轻质弹簧，弹簧下端挂有一小球. 若升降机突然停止，在地面上的观察者看来，小球在继续上升的过程中

A. 速度逐渐减小　　B. 速度先增大后减小

C. 加速度逐渐增大　　D. 加速度逐渐减小

思路点拨：牛顿第二定律确立了力和加速度的瞬时对应关系(大小和方向). 速度的增减又是由加速度和速度的方向关系决定的，两者同向时速度增大，两者反向时速度减小. 因此讨论加速度的变化要从物理受力分析入手. 升降机匀速上

升时，小球受的重力与弹簧的弹力平衡 $mg = kx_0$. 当升降机突然停止时，小球由于惯性继续上升，x 减小，小球所受合外力 $(mg - kx)$ 方向向下，大小增大，由牛顿第二定律 $a = \frac{mg - kx}{m}$ 可知小球的加速度方向向下，大小逐渐增大，选项 C 正确，B 错. 因速度方向向上与加速度方向相反，所以速度逐渐减小，选项 A 正确，B 正确.

答案：AC

[考题 3](2000 年上海) 风洞实验室中可产生水平方向的、大小可调节的风力，现将一套有小球的细直杆放入风洞实验室，小球孔径略大于细杆直径. (如图 2—2 所示).

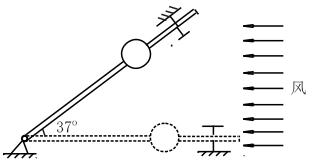


图 2—2

(1) 当杆在水平方向上固定时，调节风力的大小，使小球在杆上匀速运动. 这时小球所受的风力为小球所受重力的 0.5 倍，求小球与杆间的滑动摩擦因数.

(2) 保持小球所受风力不变，使杆与水平方向间夹角为 37° 并固定，则小球从静止出发在细杆上滑下距离 s 所需时间为多少？($\sin37° = 0.6$，$\cos37° = 0.8$)

思路点拨：(1) 当杆水平固定时，小球做匀速直线运动处于平衡状态，应用共点力平衡条件求解.

根据平衡条件 $F = f$，$N = mg$，又 $f = \mu N$ 可解出.

(2) 当杆与水平成 $\theta = 37°$ 时，小球从静止开始沿杆加速下滑，应用牛顿第二定律和运动学公式求解. 由于小球受三个以上的力作用，应考虑用正交分解法处理.

答案：(1)$\mu = 0.5$　(2)$t = \sqrt{\frac{85}{3g}}$

[考题 4](2001 年全国) 惯性制导系统已广泛应用于弹道式导弹工程中，这个系统的重要元件之一是加速度计. 加速度计的构造原理的示意图如图 2—3 所示：沿导弹长度方向安装的固定光滑杆上套一质量为 m 的滑块，滑块两侧分别与劲度系数均为 k 的弹簧相连；两弹簧的另一端与固定壁相连. 滑块原来静止，弹簧处于自然长度，滑块上有指针，可通过标尺测出滑块的位移，然后通过控制系统进行制导. 设某段时间内导弹沿水平方向运动，指针向左偏离 0 点的距离为 s，则这段时间内导弹的加速度

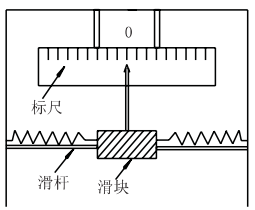


图 2—3

A. 方向向左，大小为 ks/m　　B. 方向向右，大小为 ks/m

C. 方向向左，大小为 $2ks/m$　　D. 方向向右，大小为 $2ks/m$

思路点拨：滑块向左偏离距离 s 时，右边弹簧由于被拉伸 s，对滑块有一向右的弹力 ks，左边弹簧由于被压缩 s，对滑块有一向右的弹力 ks. 所以滑动所受合力为 $2ks$.

答案：D

仿真试题

[试题 1] 如图 2—4 所示. 自由下落的小球，从它接触竖直放置的弹簧开始到弹簧压缩至最短的过程中，小球的合外力、加速度、速度的变化情况如何？



图 2—4

[解答] 因为速度变大或变小取决于速度方向和加速度方向的关系，而加速度是由合力决定的，所以对小球受力分析是解答此题的关键. 小球接触弹簧后受两个力作用，向上的弹力和向下的重力.

在接触的头一阶段，重力大于弹力，合力向下，因弹力不断增大，所以合力不断减小，故加速度不断减小. 由于加速度与速度同向，因此速度不断增大.

当弹力逐渐增大到与重力大小相等时，合力为零，加速度为零，速度达最大.

之后，小球由于惯性仍继续向下运动压缩弹簧，但弹力大于重力，合力向上且逐渐增大，因而加速度也逐渐增大，方向向上，小球向下做减速运动，直到弹簧压缩至最短，速度减为零.

综上分析，小球向下压缩弹簧的过程中，合力方向先向下后向上，大小先变大后变小；加速度与合力变化情况相同，速度方向始终向下，大小先变大后变小.

[试题 2] 如图 2—5 所示，三角架质量为 M，沿其中轴线用两根轻弹簧拴一质量为 m 的小球，原来三角架静止在水平面上，现使小球做上、下振动，已知当三角架对水平面的压力最小为零，求(1) 小球的瞬时加速度；(2) 三角架对水平面的最大压力为多大？

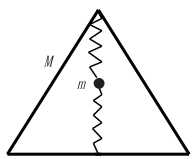


图 2—5

[解答](1) 以三角架和小球为整体来研究，当它们对地面的压力为零时，说明了系统所受的重力提供小球向下加速度所需要的力，由牛顿第二定律可得

$(M+m)g = ma$，$a = (M+m)g/m$

(2) 小球在弹簧和其所受重力的共同作用下做振动，它是一个简谐运动，由于简谐运动的对称性，可知小球具有大小相同，方向相反的最大加速度，它的最大值就是(1) 中所求的加速度的值. 当小球具有向上的最大加速度时，系统所受

的合外力提供小球做加速运动所需的力，由牛顿第二定律可得

$N-(M+m)g=ma$，$N=2(M+m)g$

[试题3] 如图2—6所示，小车质量M为2.0 kg，与水平地面阻力忽略不计，物体质量$m=0.50$ kg，物体与小车间的动摩擦因数为0.3.

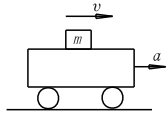


图2—6

(1) 小车在外力作用下以1.2 m/s² 的加速度向右运动时，物体受摩擦力是多大？

(2) 欲使小车产生3.5 m/s² 的加速度，给小车需提供多大的水平推力？

(3) 若要使物体m脱离小车，问至少应向小车提供多大的水平推力？

(4) 若小车长$l=1$ m，静止小车在8.5 N水平推力作用下，物体由车的右端向左滑动，滑离小车需多长时间？

[解答] 在小车水平加速运动中，物体要产生水平方向的加速度，只有小车施于物体的摩擦力. 当这一摩擦力为静摩擦力时，物体与小车相对静止，具有共同的加速度；当这一摩擦力为动摩擦力时，物体与小车间有相对滑动，物体的加速度与小车的加速度不同.

可设最大静摩擦力与动摩擦力相等，则$f=\mu N=\mu mg$，物体能与小车保持相对静止的小车最大加速度

$$a_0=\frac{f}{m}=\mu g=0.3\times 10=3\ \text{m/s}^2.$$

(1) 由于$a_1=1.2\ \text{m/s}^2<a_0=3\ \text{m/s}^2$，物体相对小车静止，物体受静摩擦力为$f=ma_1=0.50\times 1.2=0.6$ N.

(2) 由于小车的加速度$a_2=3.5\ \text{m/s}^2>a_0=3\ \text{m/s}^2$.

物体与小车相对滑动，求对小车的推力，只能以小车为对象如图2—7所示，分析受力：N、f分别是物体m对小车的作用力.

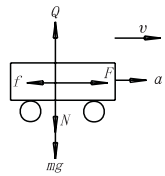


图2—7

$N=mg$　$f=\mu N=\mu mg$　$F-f=Ma_2$

所以$F=Ma_2+f=2.0\times 3.5+1.5=8.5$ N

(3) 要使M脱离小车，则必须$a_{车}>a_{物}$，即$a_{车}>a_0$，而$a_{车}=\dfrac{F-f}{M}$，

所以$\begin{cases}\dfrac{F-f}{M}>\mu g\\ f=\mu mg\end{cases}$

解得$F>(M+m)\mu g=7.5$ N

即至少应给小车加7.5 N的水平推力.

(4) 由于 $F=8.5$ N，水平推力大于 7.5 N，所以物体会滑落，如图 2—8 所示.

小车的加速度 $a_2=\dfrac{F-f}{M}=\dfrac{8.5-1.5}{2.0}=3.5\ \mathrm{m/s^2}$

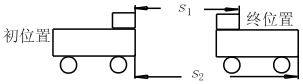


图 2—8

其中 $f=\mu mg=1.5$ N

物体的加速度 $a_1=\dfrac{f}{m}=\mu g=3\ \mathrm{m/s^2}$

由图知滑落时小车位移为 s_2，物体位移为 s_1

$s_2=\dfrac{1}{2}a_2t^2$，$s_1=\dfrac{1}{2}a_1t^2$ $\quad s_2-s_1=l$

所以 $\dfrac{1}{2}(a_2-a_1)t^2=l$ $\quad t=\sqrt{\dfrac{2l}{a_2-a_1}}=\sqrt{\dfrac{2\times1}{3.5-3}}=2$ s

[试题 4] 如图 2—9 所示，质量为 m 的物体 A 叠放在物体 B 上，物体 B 的上表面水平，斜面光滑，倾角为 θ，当 A 随 B 下滑时，它们保持相对静止，求 A 对 B 的压力和摩擦力.

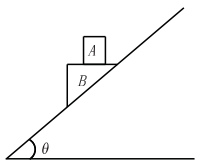
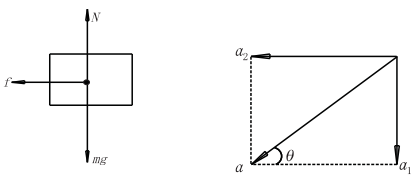


图 2—9

[解答] AB 沿斜面下滑时，共同加速度为：$a=g\sin\theta$ 方向沿斜面向下，隔离 A，因 A 的加速度沿斜面向下，故 A 所受摩擦力方向水平向左，A 受力如图 2—10(甲).



甲 乙

图 2—10

将加速度如乙图分解：$\begin{cases}a_1=g\sin\theta\\ a_2=g\cos\theta\end{cases}$

由牛顿定律得：$f=ma_2=mg\sin\theta\cos\theta$

$$mg-N=ma_1=mg\sin^2\theta$$

$$N=mg-mg\sin^2\theta=mg\cos^2\theta$$

则 A 对 B 的压力大小为 $mg\cos^2\theta$，方向竖直向下.

A 对 B 的摩擦力大小为 $mg\sin\theta\cos\theta$，方向水平向右.

[小结]

一、理解牛顿第二定律时应注意四性：

(1) 同体性:指 $\sum F$、m、a 都是对同一物体而言的.

(2) 矢量性:指加速度和合外力都是矢量,加速度的方向就是合外力的方向.

(3) 瞬时性:指加速度与合外力的存在是瞬时对应关系,合外力改变,加速度随即相应改变.

(4) 独立性:指作用在物体上的每个力都将独立地产生各自的加速度,合外力的加速度即是这些加速度的矢量和.

二、牛顿第二定律的综合应用,特别是有相互作用的物体的相对运动问题仍是高考命题的热点.应用牛顿第二定律解题的关键是对物体进行受力分析和运动情况分析,加速度是联系力和运动的桥梁.因此解题时要紧抓加速度不放,确定过渡方向.基本思路为:

受力分析 $\xrightleftharpoons{\text{力的合成分解}}$ 合外力 $F_{合}$ $\xrightleftharpoons{\Sigma F = ma}$ 加速度 a $\xrightleftharpoons{\text{运动学公式}}$ 运动情况(v,s,t)

三、正交分解法的应用:

(1) 利用正交分解法使复杂的矢量运算转化为简单的代数运算,从而简便解题.

(2) 为了减少矢量的分解,在牛顿第二定律解题应用正交分解时,坐标系 x 轴的确定有两种方法:

① 分解力而不分解加速度,以加速度 a 的方向为 x 轴正方向建立坐标系,将各个力都分解在坐标轴上,则有 $\begin{cases}\Sigma F_x = ma \\ \Sigma F_y = 0\end{cases}$.

② 分解加速度而不分解力.此法一般是在以某力的方向为 x 轴正方向时,其他力全部或大部分落在坐标轴上的情况.则有 $\begin{cases}\Sigma F_x = ma_x \\ \Sigma F_y = ma_y\end{cases}$.

四、牛顿运动定律和物体平衡条件相结合分析动力学和静力学综合题,是一类不可忽视的常规问题.

五、整体法与隔离法的灵活运用:选择研究对象是解答物理问题的首要环节.在很多问题中,涉及到相连接的几个物体,研究对象的选择方案不惟一.解答这类问题,应优先考虑整体法,因为整体法涉及研究对象少,未知量少,方程少,求解简便.但对于大多数问题,单纯用整体法不能解决,通常采用“先整体,后隔离”的分析方法.

创新思维训练

1. 一条不可伸长的轻绳跨过质量可忽略不计的定滑轮,绳的一端系一质量 $M =$

需要全本请访问 www.ertongbook.com