

2006

新高考 二轮全攻略

武建谋 主编

物理

特级教师专题指导
高考专家指点迷津

光明日报出版社

2006

新高考二轮全攻略

物 理

主 编: 武建谋

副主编: 宋见林 邓头莲

编 委: 武建谋 宋见林 邓头莲

孙永辉 汪日新 庞盛鸿

雷汉文 杨长明 易志明

光明日报出版社

图书在版编目(CIP)数据

新高考二轮全攻略·物理/武建谋主编—北京:光明
日报出版社,2005.11

ISBN 7-80206-164-4

I. 新… II. 武… III. 物理课—高中—升学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 128461 号

版权所有·侵权必究

书 名:《新高考二轮全攻略》·物理
本册主编:武建谋

出版发行:光明日报出版社
北京崇文区珠市口东大街 5 号
邮政编码:100062
电话:010-67078252

经 销:光明日报出版社
印 刷:湖南航天长宇印刷有限责任公司
规 格:787×1092 1/16
印 张:130.5
字 数:2600 千字
版 次:2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 7-80206-164-4
定 价:198.00 元(全套共 11 册)

如发现有印装错误 可与印刷厂更换



主稿手书，黄子峰：行成于思，毁于随。

OK！弟子已经收到！OK！OK！



引领辅读

(代前言)

一套教辅书应该是一套极具实效的复习策略。

一套教辅书应该涵盖创作者足够的理念和技巧。

构建一种复习策略，至少需要三个条件：你不能南辕北辙，你不能顾此失彼，你不能纸上谈兵。换句话说，策略需要目标清晰、健全周到、真枪实弹。高考，是一项极具综合性的实践活动，其策略的科学性和艺术性更是可以排列组合出千万种花样。但是，我们只能选择这样的一种：默契深沉厚重的湘楚文化，交融教育大省的名师智慧，适合三湘大地的莘莘学子。

有这样的一个特别文化的斯巴达和普鲁士——

“惟楚有材，于斯为盛。”生成的是宏富、雍容和大气；散发的是真实、致用和力量。它摒弃玄虚，收容踏实；它讲究巧妙，汲取精髓。它昭示栖居在这片大地的青年才俊，染雨露，醉曙光，独立不迁！

有这样的一群自强不息的研究者和实践者——

“万物昭苏天地曙，要凭南岳一声雷。”谭氏一席话，将四水精神抖落铮铮，这种精神愈烧愈旺！站在三尺讲台，岂能展尽书生风采。这样的一批教育专家、特级教师，本着三湘所需，四水所急，深入研究，亲自操刀，为新的希望铺就灿烂与辉煌。

有这样的一套厚重实用的助教书和助读书——《新高考二轮全攻略》。

沃土育苍松。楚湘文化的浑厚和楚湘名师的求实，将一套为迎考者扫除障碍的复习书籍打造成了的精品。它依据“考试大纲”、“湖南高考补充说明”，以及中学教材的精神实质，根据参考考生学习实际——课堂、晚自习，自练、自测的特点，抓住重点难点，以方法穿透，旨在提升考生的综合能力。它以方法来标示目录，不含糊，一针见血！

【点击目标】——提出复习的重点难点。简洁明了，要言不烦。

【亲近教材】——温故知新读课本。指示方向，指明范围，透析重读课本的方法。

【解读例题】——透视命题诀窍。揣测命题意旨，传递解题招式。

【体验方法】——品味专家提供的练习。

细心操练，整合心得，定能一举取胜。

请细细看看：“课堂练习 15 分钟”，老师给学生的启迪；“晚作业 20 分钟”，独立思考的收获，何其多也！

将为你作好售后服务工作。

将以新信息创作新型模拟演练，供你操练。

时间允许还会为你精心准备 2006 年 4 月高考信息研讨会。

拥有一套足够的知识、能力、方法的教辅作品，永远是一个欲夺冠者的明智选择！

《新高考二轮全攻略》编委会

2005.11.8



主随乎动，莫于静：行成于思，毁于随。

OK！茅子已经收到！OK！OK！



丛书策划：炎德文化

丛书编委会

语文	刘建琼	特级教师	长郡中学语文教研组组长	高考命题研究专家
数学	李再湘	特级教师	长沙市教科院副院长	高考命题研究专家
英语	朱泌太	特级教师	明德中学教科室主任	高考命题研究专家
物理	武建保	特级教师	长沙市一中物理教研组组长	高考命题研究专家
化学	姚建民	特级教师	长郡中学化学教研组组长	高考命题研究专家
生物	高建军	特级教师	长沙市一中生物教研组组长	高考命题研究专家
政治	黄浩清	高级教师	师大附中政治教研组组长	高考命题研究专家
历史	雷建军	特级教师	明德中学副校长	高考命题研究专家
地理	梁良标	特级教师	师大附中地理教研组组长	高考命题研究专家



老牛拉车，黄牛拉车，行成于思，毁于随。

OK！茅子已经收到！OK！OK！



目 录

专题一 力学解题方法的选择策略

一、力学解题途径	(2)
二、根据过程特征选择力学解题规律	(3)
三、物体系的单过程问题	(4)
四、物体系的多过程问题	(7)

专题二 守恒类问题

一、动量守恒与机械能守恒	(15)
二、与力学相关的功能关系	(17)
三、与热、电相关的功能关系	(19)

专题三 弹簧类问题归类分析

一、利用弹簧弹力跟形变量的关系来分析问题	(27)
二、利用弹簧弹力具有“惯性”的特点来分析问题	(28)
三、利用弹簧弹力做功和弹性势能的关系来分析问题	(29)
四、利用弹簧在物体碰撞过程中具有传递能量的特点来分析问题	(31)

专题四 电路和电磁感应

一、电路分析	(35)
二、电磁感应与交流电	(36)
三、电磁感应与电路	(38)
四、电磁感应与力学的综合	(40)

专题五 带电粒子在混合场中的运动

一、带电质点在重力场与电场的复合场中的运动	(48)
二、带电粒子先后通过在空间上相互衔接的加速电场和偏转电场	(49)
三、带电粒子在电场与磁场的组合场中的运动	(49)
四、带电粒子在电场和磁场的复合场中的运动	(50)
五、带电粒子在电场、磁场、重力场组成的复合场中的运动	(52)

专题六 热学、光学、近代物理学初步

一、热学热点问题	(59)
二、光学热点问题	(61)
三、近代物理热点问题	(62)

专题七 中学物理的 STS 问题

一、力学知识的应用	(68)
二、热学知识的应用	(70)



王羲之曰：行成于思，毁于随。

OK！茅子已得秘诀！OK！OK！



三、电磁学知识的应用 (71)

四、光学和近代物理的应用 (73)

专题八 图象类问题

一、画图象直观显示物理状态和过程 (79)

二、根据已知图象获取物理信息 (81)

三、准确绘制、判断物理图象 (84)

专题九 中学物理解题方法

一、等效法 (91)

二、根值法 (92)

三、整体法 (93)

专题十 物理实验的创新设计

一、设计实验原理 (98)

二、设计实验方法 (98)

三、设计实验步骤 (100)

四、设计选择实验器材 (101)

五、设计处理实验数据的方法 (103)

六、设计迁移性实验 (104)

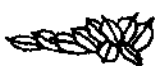
参考答案 (107)

配套试卷 (129)



主稿于勤，美于路：行成于思，毁于随。

OK！弟子已经收到！OK！OK！



专题一

力学解题方法的选择策略

点击目标

——提出复习的重难点！

力学的五大规律构成中学物理力学的基本框架。

1) 以牛顿运动定律结合运动学规律处理力学问题的观点称之为力的观点。它是处理力和运动的关系的最基本的观点。考试大纲对此要求很高，考查力和运动知识的题目每年均有出现。主要考查以下几个方面：(1) 在正交的方向上运用牛顿运动定律；(2) 综合应用牛顿运动定律分析解决问题；(3) 竖直平面内的圆周运动的问题；(4) 天体运动的有关问题；(5) 平衡问题（侧重于考查物体体系的平衡、带电粒子与通电导体的平衡、物体的动态平衡等内容）。

2) 以动能定理和机械能（能量）守恒定律为依据的处理力学问题的观点称之为功能的观点。功和能量转化的关系不仅为解决力学问题开辟了一条新途径，同时它也是分析解决电磁学、热学等领域中问题的重要依据。高考对功和能考查的热点包括功和功率、动能定理、机械能守恒、能的转化与守恒定律以及功能知识与牛顿运动定律、圆周运动、动量守恒定律、电磁学、热学知识等的综合。考查的特点是灵活性强、综合性强，能力要求高。

3) 以动量定理和动量守恒定律为依据的处理力学问题的观点称之为动量的观点。对动量守恒定律的考查，主要是运用动量守恒定律确定相互作用的各物体作用前后的运动状态，即各个物体速度的大小和方向。由于动量守恒定律研究的对象是相互作用的物体所构成的系统，因此，在高考中，其涉及的物理情境往往较为复杂，且常常出现需要将动量守恒和能量守恒相结合的综合计算题，甚至压轴题，有时还与带电粒子在电场中和磁场中的运动，

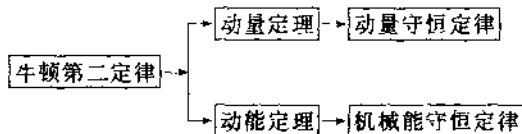
核反应等联系起来综合考查。动量守恒定律作为高考重要热点，还会与动能定理、机械能守恒定律、平抛运动、圆周运动等力学知识组合成综合题。

4) 每年高考力学部分约占 38% 的比例，年年都有综合性非常强的力学考题（有的为压轴题），这些考题不仅涉及的物体多，过程复杂，而且涉及的物理量多，规律多，意境新，能很好地考查考生的能力。本专题试图总结解答综合力学习题的一般性规律与方法，使考生获得一般性解题策略，培养考生四个方面的解题意识，并借以提高解题能力。

亲近教材

——温故知新读课本！

高中物理所学的力学规律主要有五个，这些规律是紧密联系的统一整体。它们本质上是由牛顿第二定律派生出来的。它们的分支关系是：



力的不同作用效应对应着不同的力学规律，体现着不同的力学解题观点和解题途径。

1. 力的瞬时作用效应是使物体产生加速度。牛顿第二定律 $F_{\text{合}} = ma$ 就表示了力和加速度之间的关系。综合运用牛顿运动定律和运动学公式是解决力学问题的基本方法之一。一般用来处理匀变速直线运动、匀变速曲线运动和力的瞬时作用等问题。

2. 力的时间积累效应是改变物体的动量。动量定理 $I = \Delta p$ 就表示了合外力的冲量和物体动量变化之间的关系，它主要用于解决打击、碰撞、爆炸等短时间强作用力（变力）的问题以及多过程恒



主精于勤，善于思：行成于思，毁于随。

OK！弟子已经悟到！OK！OK！

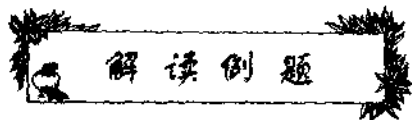


力作用的问题。因系统的内力不会改变系统的总动量，因此动量定理不仅适用于某个物体，也适用于由若干物体组成的系统。在系统所受外力之和为零的条件下，该系统的总动量守恒。这就是动量守恒定律。运用动量定理和动量守恒定律也是解决力学问题的基本方法之一，对应着动量的观点。

3. 力的空间积累效应是改变物体的动能。动能定理 $W = \Delta E_k$ 就表示了合外力做的功和物体动能变化之间的关系。对复杂运动（曲线运动、往复运动、带电粒子在复合场中的运动等）和复杂的力（洛伦兹力、电场力等）的过程，除了守恒定律外，动能定理常常是首选的解题规律。因一对作用力反作用力做的总功很可能不是零，故动能定理只能应用于单个的物体的过程而不能用于由若干物体组成的系统的过程。如果对某个系统而言只有重力做功，或只有动能和重力势能相互转化，而动能和势能的总和保持不变，这就是机械能守恒定律。运用动能定理和机械能守恒定律也是解决力学问题的基本方法之一。

4. 对几个物体相互作用的系统所发生的过程，无论是作曲线运动还是直线运动，一般优先考虑选用能量守恒和动量守恒去解答。

处理力学问题的基本思路与方法及观点具有普遍适应性，经常应用于电学和原子物理学中。主要有：用力的观点解决带电粒子在匀强电场中的加速、偏转及平衡问题；带电粒子在复合场中的圆周运动；通电导线在磁场中的运动等问题；用动量能量的观点解决电磁感应过程中能的转化守恒；带电粒子在复合场中的行为、原子核的衰变、人工转变、质量亏损及核能、光电效应与光能等问题。



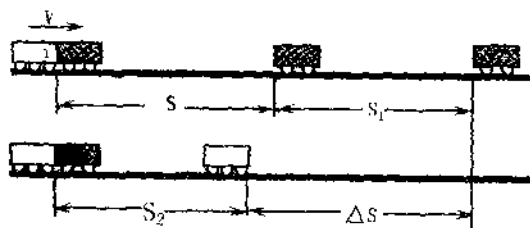
解题例题

——透视命题诀窍！

一、力学解题途径

由于力学规律存在内在的联系，所以给力学问题的处理提供了多种途径。

【例1】质量为 m_1 的机车，牵引质量为 m_2 的车厢在水平轨道上以 v_1 速度匀速前进。某时刻车厢与机车脱钩，机车在行驶路程 s 之后司机才发现，并立刻关闭发动机。设机车与车厢在运动中所受阻力均为所受重力的 k 倍，且恒定不变，最终两车静止时相距多少？（请用多种方法解答此题）



分析：依题意分别对机车与车厢进行受力分析与运动分析，作出如上图所示的示意图，机车在开始一段作匀加速直线运动，加速度为 a_1 ，然后作匀减速直线运动直至停止，加速度为 a_2 ，而车厢以 a_2 的加速度作匀减速直线运动直到停止，最终两车静止时相距 $\Delta s = s + s_1 - s_2$ 。

【解一】：根据牛顿运动定律和运动学公式求解：

$$\text{取机车为研究对象，第一阶段 } F - km_1g = m_1a_1 \quad (1)$$

$$\text{而 } F = k(m_1 + m_2)g \quad (2)$$

$$\text{同时：} v_1^2 - v_1^2 = 2a_1s \quad (3)$$

$$\text{第二阶段 } -km_1g = m_1a_2 \quad (4)$$

$$\text{同时：} 0 - v_1^2 = 2a_2s_2 \quad (5)$$

$$\text{取车厢为研究对象 } -km_2g = m_2a_3 \quad (6)$$

$$\text{同时：} 0 - v_1^2 = 2a_3s_2 \quad (7)$$

$$\text{所求 } \Delta s = s + s_1 - s_2 \quad (8)$$

$$\text{联立以上几式，可得 } \Delta s = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \cdot s$$

【解二】：利用动能定理求解：

$$\text{取机车为研究对象。} F \cdot s - km_1g(s + s_1) = 0 - \frac{1}{2}m_1v_1^2 \quad \text{其中 } F = k(m_1 + m_2)g$$

$$\text{取车厢为研究对象。} -km_2gs_2 = 0 - \frac{1}{2}m_2v_1^2$$

$$\text{又 } \Delta s = s + s_1 - s_2$$

$$\text{联立以上几式，可得 } \Delta s = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \cdot s$$

【解三】：利用动量定理求解：

选取运动方向为正方向。取机车为研究对象。 $Ft_1 - km_1g(t_1 + t_2) = 0 - m_1v_1$ ，其中， $F = k(m_1 + m_2)g$ 取车厢为研究对象 $-km_2gt_2 = 0 - m_2v_1$ 从题意知道各个过程的受力恒定，故在每个阶段，它们所做的是匀变速直线运动，根据推论 $s = (v_1 + v_2)t_1/2$ 有： $t_2 = \frac{2s_1}{v_2}$ $t_2 = \frac{2s_2}{v_1}$ 又 $\Delta s = s + s_1 - s_2$

$$\text{联立以上几式，可得 } \Delta s = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \cdot s$$

【解四】运用力学模型结合动能定理求解：



主精于勤。善于思：行成于思，毁于随。

OK！弟子已经收到！

OK！OK！



因为在同一铁轨上机车与车厢若以相同的初速度滑行时，它们滑行的距离相等（同滑模型），剔除相同的部分外，剩下机车运动的距离就是它们最终的相差 Δs

$$\text{由动能定理, } F_s - km \cdot g \cdot \Delta s = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\text{其中: } F = k(m_1 + m_2)g \quad \text{解得: } \Delta s = \frac{m_1 + m_2}{m} \cdot s$$

【小结】一般的力学习题有三大解题途径，这并不是巧合，是由于这些规律在本质上有着血脉联系。其中，牛顿第二定律是在实验的基础上总结的实验规律，动量定理、动能定理是在牛顿第二定律结合运动学公式推导出来的，而动量守恒定律是在动量定理结合牛顿第三定律推导出来的，机械能守恒定律又是在动能定理的基础上推导出来的，所以就出现了一题多解，殊途同归。

二、根据过程特征选择力学解题规律

五个力学规律是从不同的力学角度总结的规律，在它们的表达式中，除了具有像速度、力等相同的物理量外，还分别具有一些与众不同的物理量或特殊成立条件，这些正是五大规律的各自的特点，我们把它们称作这些规律的特征。（见下表）

力学规律	主要表达式	特征	解题的简便性
牛顿第二定律	$F_{\text{合}} = ma$	涉及 a	较繁
动量定理	$F_{\text{合}} = mv - mv_0$	涉及 t 或 I	良
动能定理	$F_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$	涉及 v 或 W	良
动量守恒定理	$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$	合外力为 0 或外力之和为 0	优
机械能守恒定律	$E_1 = E_2$	仅重力或弹簧弹力做功	优

对于宏观低速运动的物体的任何力学现象，原则上均满足牛顿第二定律、动量定理、动能定理；对符合两个守恒条件的力学过程，满足动量守恒与机械能守恒。其中，由于守恒定律不涉及中间过程运动量的分析，只须抓首末状态点，往往对应的解题方法是最简单的，其次是运用动量定理、动能定理解题，而运用牛顿第二定律时要求对具体过程的受力与运动细节，对应的解题方法往往是较复杂的。因此，对于一道力学综合题，选择解题规律的试探顺序应是：两个守恒定律、两个定理、牛顿第

二定律。同时，为了找到简便的解题方法，也可以按下思路选择解题规律：即根据过程的特征来选取力学规律，具体为：

1) 若习题中涉及了或便于求 a ，可优先考虑使用牛顿第二定律。

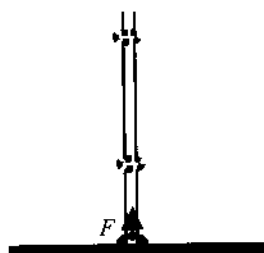
2) 若习题中涉及了或便于求 t 或冲量，可优先考虑使用动量定理。

3) 若习题中涉及了或便于求 s 或功，可优先考虑使用动能定理。

4) 若习题中的物体所受外力之和为 0，可优先考虑使用动量守恒定律。

5) 若习题中的物理过程仅涉及重力或弹簧弹力做功，可优先使用机械能守恒定律。

【例 2】如图，有一重量为 G 的小圆环从静止开始，受竖直向上的恒力 F 作用后沿一根很长的光滑的竖直杆向上运动



①使小圆环运动 S 米后撤去 F ，小圆环运动 nS 后达到最高点。则下列判断正确的是：

()

- A. $F:G = (n+1):1$ B. $a_1:a_2 = 1:n$
C. $t_1:t_2 = n:1$ D. $W_F:W_G = 1:n$

②使小圆环运动 t 秒后撤去 F ，小圆环运动 nt 后达到最高点。则下列判断正确的是：()

- A. $F:G = (n+1):1$ B. $a_1:a_2 = 1:n$
C. $s_1:s_2 = 1:n$ D. $I_F:I_G = 1:1$

【提示】请结合过程的特征来选择最佳的力学规律快速解答此题。

【答案】①A ②ACD（解答过程略）。

【小结】若遇到一个物体多个过程的习题，除了按照过程特征优化选择力学规律外，还应尽可能地运用整体法列式，即将多个力学过程视为一个整体去建立解题方程。其中，动量定理、动量守恒定律、动能定理、机械能守恒定律都是一个过程规律，若能利用整体法列式解题将事半功倍，牛顿第二定律不具有这种优势。

【例 3】如图所示，AB 是倾角为 θ 的粗糙直轨道，BCD 是光滑的圆弧轨道，AB 恰好在 B 点与圆弧相切，圆弧的半径为 R 。一个质量为 m 的物体（可以看作质点）从直轨道上的 P 点由静止释放，结果它能在两轨道间做往返运动。已知 P 点



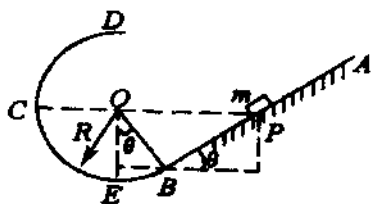


主精于勤，善于思：行成于思，毁于随。

OK！弟子已经收到！OK！OK！



与圆弧的圆心 O 等高，物体与轨道 AB 间的动摩擦因数为 μ 。



求：(1) 物体做往返运动的整个过程中在 AB 轨道上通过的总路程。

(2) 最终当物体通过圆弧轨道最低点 E 时，对圆弧轨道的压力。

(3) 为使物体在圆弧轨道内沿圆弧轨道运动，释放点距 B 点的距离 L 满足什么条件。

(4) 为使物体能顺利到达圆弧轨道的最高点 D ，释放点距 B 点的距离 L' 满足什么条件。

解析：(1) 物体从 P 点出发，在 AB 轨道上要克服摩擦力做功，在圆弧轨道机械能守恒，由于摩擦损耗，最终物体到达 B 点时速度为零，随后只能在圆弧轨道底部来回做往复运动。

物体每做一次往返运动，由于摩擦力总对它做负功，使其机械能不断减少，物体在 AB 上能上升的最大高度都减小一些，最终当它到达 B 点时，速度变为零。考虑物体从 P 点出发至最终到达 B 点速度为零的全过程，根据动能定理： $-\mu mg \cos \theta L_{\text{总}} + mgR \cos \theta = 0 - 0$

式中 $L_{\text{总}}$ 为物体在 AB 轨道上通过的总路程，解上式，可得 $L_{\text{总}} = \frac{R}{\mu}$

(2) 最终物体以 B (还有 B 关于 OE 的对称点) 为最高点在圆弧轨道底部做往返运动。设物体从 B 运动到 E ，速度达到 v_E ，根据机械能守恒定律，有 $mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_E^2$ 。

在 E 点，根据牛顿第二定律，有 $F_N - mg = m \frac{v_E^2}{R}$ ，联立以上二式，解得 $F_N = mg(3 - 2\cos \theta)$ 。

所以，物体对圆弧轨道的压力 $F'_N = F_N = mg(3 - 2\cos \theta)$

(3) 为保证物体在圆弧轨道内沿圆弧轨道运动，物体第一次下滑在圆弧上的最大高度不能超过 C 点。根据动能定理： $mg[L \sin \theta + R(1 - \cos \theta)] - mgR - \mu mg \cos \theta L \leq 0$ 解得： $L \leq \frac{R \cos \theta}{\sin \theta - \mu \cos \theta}$

(4) 为使物体能顺利到达圆弧轨道的最高点

D ，物体从 F 点第一次下滑，从 F 到 E 的过程中，由动能定理：

$$-\mu mg \cos \theta L' + mg[L' \sin \theta + R(1 - \cos \theta)] = \frac{1}{2}mv_E^2 - 0 \quad (1)$$

$$\text{从 } E \text{ 到 } D \text{ 的过程中，由机械能守恒：} mg \cdot 2R + \frac{1}{2}mv_E^2 = \frac{1}{2}mv_D^2 \quad (2)$$

$$\text{物体过 } D \text{ 点时必须满足：} m \frac{v_D^2}{R} \geq mg \quad (3)$$

$$\text{联立三式可解得 } L' \geq \frac{3(R + 2\cos \theta)}{2\sin \theta - 2\mu \cos \theta}$$

【小结】1) 本题力学规律的选择正体现了按特征选规律的思路，请同学们认真体会。

2) 本题有四个误区：

a) 不能分析得出物体最后是在圆弧轨道底部 B 以下来回做往复运动，到达 B 时速度恰好为零这一隐含条件。

b) 不能正确利用功能关系列式，利用牛顿第二定律时没有考虑重力。

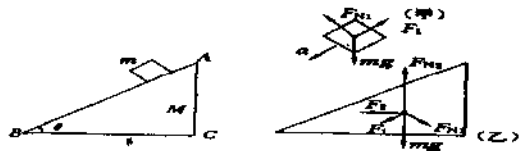
c) 计算下滑过程的重力做功时不能准确找到竖直方向位移与 L 的关系。

d) 不能分析“沿圆弧轨道运动”、“顺利到达圆弧轨道的最高点 D ”对应的隐含条件。

三、物体系的单过程问题

在五大规律中，除了动能定理外，其余四个规律可直接对多物单过程列式解题。这样就必须使用整体法，即将多个物体视为一个系统，再对系统的过程进行整体分析，找出其特点，优选合适的规律解题，这种解题方法往往比隔离法来得简单。

【例 4】(1994 年高考题) 如图所示，倾角 θ 为 30° ，质量 $M = 10\text{kg}$ 的木楔 ABC 静置于粗糙的水平地面上。动摩擦因数 $\mu = 0.02$ ，在木楔的斜面上，有质量 $m = 1.0\text{kg}$ 的物块由静止开始沿斜面下滑，当滑行路程 $s = 1.4\text{m}$ 时，其速度 $v = 1.4\text{m/s}$ ，在这过程中楔没有动，求地面对楔的摩擦力的大小和方向。(重力加速度取 10m/s^2)



【分析】 本题有两种方法。首先对 m 隔离受力分析，然后再对 M 隔离分析，由牛顿第二定律列方程求解，也可将 m 和 M 视为一个系统进行受力



主精于勤，善于思：行成于思，毁于随。

OK! 弟子已经收到! OK! OK!



分析，列方程求解。

解析：方法一：用隔离法求解

由公式 $v^2 - v_0^2 = 2as$ 得： $a = \frac{v^2}{2s} = \frac{1.4^2}{2 \times 1.4} = 0.7 \text{ m/s}^2$ 因为 $a < g \sin \theta = 5 \text{ m/s}^2$ ，物块受摩擦力作用。

设物块受摩擦力 F_1 作用，分析物块受力。它受三个力作用，如图甲所示，对于沿斜面方向和垂直斜面方向，由牛顿第二定律有：

$$mg \sin \theta - F_1 = ma \quad (1)$$

$$mg \cos \theta - F_{N1} = 0 \quad (2)$$

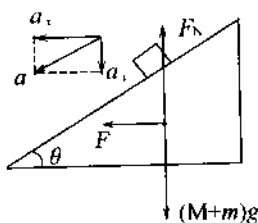
分析木板受力，它受五个力作用，如图乙，在水平方向，由牛顿第二定律有：

$$F_2 + F_1 \cos \theta - F_{N1} \sin \theta = 0 \quad (3)$$

由三个方程式联立可以解得： $F_2 = 0.61 \text{ N}$ 方向：水平向左。

方法二：用整体法求解

将物块 m 和木板 M 视为一系统，对系统受力分析如图所示，物块水平方向的加速度分量 a_x ，由系统所受水平方向外力，即地面对木板的



摩擦力产生，据牛顿第二定律可得： $F_f = ma_x$ ，即 $F = ma \cos \theta = 0.61 \text{ (N)}$ 方向：水平向左。

【小结】1) 使用牛顿第二定律时，时常要使用正交分解法解题，针对不同的研究对象，将出现不同的分量式。

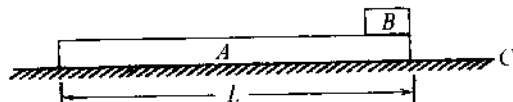
研究对象	一个物体	物体系
牛顿第二定律的分量形式	$\begin{cases} F_x = ma_x \\ F_y = ma_y \end{cases}$	$\begin{cases} F_x = m_1 a_{1x} + m_2 a_{2x} + m_3 a_{3x} + \dots \\ F_y = m_1 a_{1y} + m_2 a_{2y} + m_3 a_{3y} + \dots \end{cases}$

2) 用牛顿第二定律分析物体系的问题可分为两种情况：

(1) 物体系中各物体的加速度相同（连接体问题）。这类问题由于物体系中的各物体加速度相同，可将它们看作一个整体，分析整体的受力情况和运动情况后，可以根据牛顿第二定律，求出整体的外力中的未知力或加速度。若要求物体系中两个物体间的相互作用力，则应采用隔离法。将其中某一物体从物体系中隔离出来，进行受力分析，应用第二定律求出相互作用的某一未知力，这类问题，应是整体法和隔离法交替运用。

(2) 物体系中某一物体作匀变速运动，另一物体处于平衡状态，或加速度各不相同，这类问题往往有两种方法。1) 应用隔离法。通过对某一物体受力分析应用牛顿第二定律（或平衡条件），求出两物体间的相互作用，再过渡到另一物体，应用平衡条件（或牛顿第二定律）求出最后的未知量。2) 应用整体法。使用物体系的牛顿第二定律的分量形式结合隔离法求解。

【例5】（2005天津师综24）如图所示，质量 m_A 为 4.0 kg 的木板 A 放在水平面 C 上，木板与水平面间的动摩擦因数 μ 为 0.24 ，木板右端放着质量 m_B 为 1.0 kg 的小物块 B （视为质点），它们均处于静止状态，木板突然受到水平向右的 $12 \text{ N} \cdot \text{s}$ 的瞬时冲量作用开始运动，当小物块滑离木板时，木板的动能 E_{KA} 为 8.0 J ，小物块的动能 E_{KB} 为 0.50 J ，重力加速度取 10 m/s^2 ，求：



(1) 瞬时冲量作用结束时木板的速度 v 。

(2) 木板的长度 L 。

【分析】本题使用动量定理求解时，可以分物体建立动量定理的方程，通过联立方程组进行求解，但此种解法比较复杂，大家可以试一试，然而使用整体法建立动量定理的方程去求解却比较简便。

解析：1) 由 $I = m_A v_0$ 代入数据可得， $v_0 = 3.0 \text{ m/s}$

2) 设向右为正，由动量与动能的关系， $p =$

$$mv = \sqrt{2mE_k} \quad \text{得} \quad v = \frac{\sqrt{2mE_k}}{m}$$

代入已知数据可求出当小物块 B 脱离木板 A 时两者的速度： $v_A = 2.0 \text{ m/s}$ $v_B = 1.0 \text{ m/s}$

设 B 在 A 上的滑行时间为 t ，视 A 、 B 为整体，对于这一滑行过程，由动量定理有：

$$-\mu(m_A + m_B)g \cdot t = (m_A v_A + m_B v_B) - m_A v_0$$

代入数据可得， $t = 0.25 \text{ s}$

由于 A 、 B 均作匀变速运动，故木板的长度

$$L = S_A - S_B = \frac{v_0 + v_A}{2} \cdot t - \frac{0 + v_B}{2} \cdot t = \frac{3 + 2}{2} \times 0.25 - \frac{0 + 1}{2} \times 0.25 = 0.5 \text{ m}$$

【小结】1) 运用动量定理对相互作用的系统进行列式，可以避免对内力的干扰，直接抓外力对系统的冲量，再抓住系统过程的初末动量列式即可。



主精于勤，兼于悟；行成于思，毁于随。

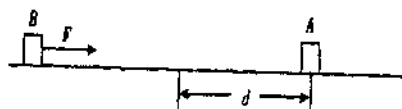
OK！果子已经收到！OK！OK！



其解法往往比较简单。

2) 利用平均速度考虑匀变速运动的位移是解題中常用的技巧。

【例6】 (2004年北京理综) 对于两物体碰撞前后速度在同一直线上，且无机械能损失的碰撞过程，可以简化为如下模型：A、B两物体位于光滑水平面上，仅限于沿同一直线运动。当它们之间的距离大于等于某一定值 d 时，相互作用力为零；当它们之间的距离小于 d 时，存在大小恒为 F 的斥力。设A物体质量 $m_1 = 1.0\text{kg}$ ，开始时静止在直线上某点；B物体质量 $m_2 = 3.0\text{kg}$ ，以速度 V_0 从远处沿该直线向A运动，如图所示：若 $d = 0.10\text{m}$ ， $F = 0.60\text{N}$ ， $V_0 = 0.20\text{m/s}$ ，求：



- (1) 相互作用过程中A、B加速度的大小；
- (2) 从开始相互作用到A、B间的距离最小时，系统物体组动能的减少量；
- (3) A、B间的最小距离。

解析：1) $a_1 = \frac{F}{m_1} = 0.6\text{m/s}^2$

$a_2 = \frac{F}{m_2} = 0.2\text{m/s}^2$

2) 两者速度相同时距离最近，设此时的速度为 v ，由动量守恒： $m_2 v_0 = (m_1 + m_2) v$ 得 $v = \frac{m_2 v_0}{(m_1 + m_2)} = 0.15\text{m/s}$ $\therefore \Delta E_K = \frac{1}{2} m_2 v_0^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 = 0.015\text{J}$

3) 设从开始相互作用到A、B距离最近，物体B通过的距离为 S_B ，物体A通过的距离为 S_A ，A、B距离最近为 $d_{\min}$ ，则有：

$d_{\min} = d - (S_B - S_A)$ ①

利用动能定理分别对A、B列方程有：

$FS_B = \frac{1}{2} m_2 v_0^2 - \frac{1}{2} m_2 v^2$ ②

$FS_A = \frac{1}{2} m_1 v^2$ ③

联立①②③可解得 $d_{\min} = 0.075\text{m}$

【小结】 在实际解題的过程中，为了简化物体系的过程分析与规律应用与计算，常常将一些典型的相互作用物体系的过程抽象成物理模型，将其满足的规律浓缩在模型中，省去复杂的过程分析与计算，直接运用模型的结论去解答有关习题，最常见的物体系的模型有：

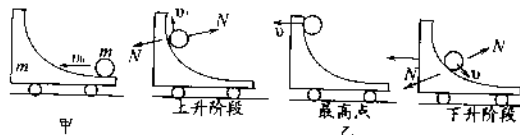
模型名称	模型描述	模型特征	模型结论
“速度交换”模型	质量相同的两球发生弹性正碰	$m_1 = m_2$ 动量、动能两守恒	$v_1' = 0 \quad v_2' = v_0$
完全非弹性碰撞模型	两球正碰后粘在一起运动	动量守恒、能量损失最大	$v = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_0$
子弹射击木块模型	子弹射向静止在光滑的水平面上的木块中并最终一起共同运动	恒力作用、已知相对位移、动量守恒	$f \cdot S_{\text{相对}} = \frac{1}{2} m_2 v_0^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$
人船模型	人在不计水阻力的船上行走	已知相对位移、平均动量守恒	$S_{\text{船}} = \frac{m}{M+m} L$ $S_A = \frac{M}{M+m} L$

在解題时，只要题中所描绘的物理过程与模型的特征吻合、本质相同，即使题中的物体与模型中的物体外型上出入很大，也可以利用对应的模型的结论解題。如本题中第(3)问。虽然题中所述的物理过程在外型上与“子弹射击木块模型”出入很大，但是，此过程却符合这一模型的种种特征（请自己核实），我们用模型法来解答就简便多了。

因为 $f \cdot S_{\text{相对}} = \frac{1}{2} m_2 v_0^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$

所以 $F \cdot (d - d_{\min}) = 0.015\text{J}$ ，代入数据可得 $d_{\min} = 0.075\text{m}$

【例7】 如图所示，在光滑水平面上停放质量 m 装有光滑弧形槽的车，一质量也为 m 的小球以 v_0 的水平速度沿槽口向小车滑去，小球到达某一高度后又返回车的右端，则 ()



- A. 小车以后将向右做平抛运动。
- B. 小球做自由落体运动。
- C. 此过程小球对车做功为 $\frac{1}{2} m v_0^2$
- D. 小球在槽上升的最大高度 $\frac{v_0^2}{2g}$

解析：(1) 定量分析法

我们对运动过程中的几个典型情况作图，从图中看出，无论是上升阶段还是下降阶段，球对小车的的作用力都有水平向左的分量，小车向左的速度不断增大，小球受到的作用力都有向右的分量，小球



主精于勤，兼于悟：行成于思，毁于随。

OK！弟子已经收到！OK！OK！



向左的速度不断减小。容易得出物体系的水平方向的动量守恒。

设分离时小车速度为 v_1' ，小球速度为 v_2' 。

$$mv_0 = mv_1' + mv_2' \quad (1)$$

$$\text{又因系统动能不变：} \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_2'^2 \quad (2)$$

联立①②可解得 $2v_1'v_2' = 0$

因 v_2' 不可能为零；只能 $v_1' = 0$ ，故综合分析可得出题目的正确答案为 B 和 C。

(2) 利用“速度交换”模型分析

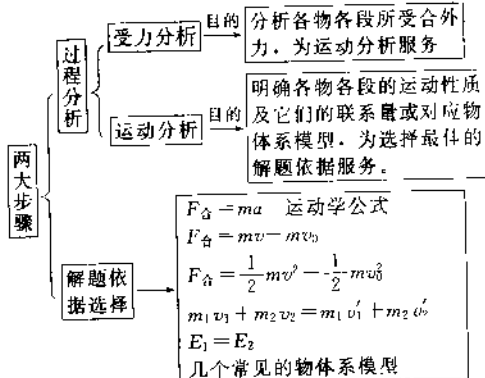
分析整个过程，小车与球的质量相同，虽然有竖直方向的运动，但由它们组成的系统水平方向动量守恒，系统动能守恒，符合“速度交换”模型的本质特征，故两物分离后交换速度，分离时 $v_{球} = 0$ ， $v_{车} = v_0$ 。综合分析可得出题目的正确答案为 B 和 C。

四、物体系的多过程的问题

高考总是把能力的考查放在首位，考生能否准确地分析物理过程是解决物理问题的关键，反映出考生分析、解决物理问题能力的高低。因此，历届高考试卷都设置有一些有复杂物理过程分析的试题，尤其是计算题，它往往设置一些多个物体多个过程的习题，这些题往往区分度较大、能拉开考生分数档次，我们有必要掌握应对这类习题的方法与策略。

对物理过程的分析，就是将一个复杂的物理过程经过人脑的思维整理，分解成几个简单的有规律的子过程，并找出几个子过程之间的相互联系和制约条件。通过这种分析，应使考生能在头脑里形成一个生动而清晰的物理情景，找到解决问题的简便办法。对物理过程的分析，其本身也是培养考生思维能力、分析问题能力的有效途径。也是历年高考重点、热点和难点所在。

物体系的多过程问题的分析方法，在熟读习题内容后，一般可以按照下列两大步骤展开解题。



【说明】

1) 过程分析一般是按时间的顺序进行分析，应将每一个物体进行受力分析，明确每一个物体在各个不同的阶段的运动性质，各段与各段之间的联系量，并联想对应的解题规律。或者从复杂的过程中抽象物理模型，力求按模型的结论解题。

2) 常用的基本的运动类型有：匀速直线运动、匀变速直线运动、平抛运动、圆周运动、简谐运动等，运动分段后，各段与各段之间的联系量主要是指运动量之间的联系。

3) 解题规律选择的策略与四个意识：

在解答力学综合题时，一定要树立四个意识：画图意识、整体化意识、模型意识、规律优选意识。

a) 画出示意图展示物理图景。在物理过程分析中，作出通过抽象思维加工和概括出来的示意图，可以帮助我们建立起物理过程发生发展变化的物理图景，便于我们整体地把握问题，可使物理情景直观化，物理量之间的关系明朗化，达到成功解题的目的。

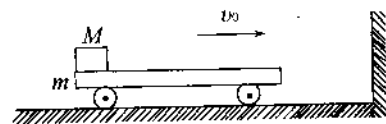
b) 运用整体法处理问题有三种情况：一是将多个研究对象的某一过程作一个整体考虑；其二是将一个对象的多个过程视作一个过程考虑；其三是将多个研究对象的多个过程作一个整体考虑。其中使用模型法求解习题就是利用整体法。

c) 一般地，力学规律的优化选择可根据力学过程的特征进行选择。

d) 对于一道力学综合题，选择解题规律的试探顺序应是：

模型法 → 守恒定律 → 两个定理 → 牛顿定律

【例 8】(99 年上海) 如图所示，一辆质量 $m = 2\text{kg}$ 的平板车左端放有质量 $M = 3\text{kg}$ 的小滑块，滑块与平板之间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$ ，开始时平板车和滑块共同以 $v_0 = 2\text{m/s}$ 的速度在光滑水平面上向右运动，并与竖直墙壁发生碰撞。设碰撞时间极短且碰撞后平板车速度大小保持不变，但方向与原来相反。平板车足够长，以至小滑块不会滑到平板车的右端。取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：



(1) 平板车第一次与墙壁碰撞后向左运动的最大距离。



主精于勤，兼于路：行成于思，毁于随。

OK! 弟子已经收到! OK! OK!



(2) 平板车第二次与墙壁碰撞前瞬间的速度 v_1 。

(3) 为使小滑块始终不会滑到平板车右端，平板车至少多长？

【分析】本题物理过程比较复杂，按时间顺序分析如下：

过程 1：平板车和小滑块由于惯性以共同速度向右匀速运动，此过程不需列式计算。

过程 2：平板车与竖直墙壁发生碰撞，由题意可知此过程极短，因而平板车速度在大小不变但方向相反的同时，小滑块的速度来不及发生变化，这时两物体的速度大小都是 v_1 ，但速度方向相反（注意到小滑块的质量较大，因而系统的总动量是向右的）。

过程 3：由于两物体的速度方向相反，不再共同运动，两物体间的摩擦力使它们各自做匀减速运动，由于所受滑动摩擦力的大小相同且两者质量不同，可知滑块的加速度要小于平板车的加速度，平板车的速度先减为零（此时滑块仍具有向右的速度），由于两物体的运动各自独立，因此可以根据动能定理对平板车的减速过程列方程，解出题目的第一问。

过程 4：当平板车的速度为零时，滑块的速度不为零，所以两者之间仍有摩擦力存在，而且受力情况与过程 3 相同。此后滑块继续做匀减速运动，而平板车在摩擦力作用下开始向右做匀加速运动，直到两物体速度相同时，摩擦力变为零。由于摩擦力是内力，两者组成的系统动量守恒，可以根据动量守恒定律解出此时的共同速度 v_1 。

过程 5：平板车与滑块以获得的共同速度 v_1 继续向右匀速运动，直到与墙壁碰撞，可见此过程中的速度 v_1 就是第二问所要求的速度。这时的过程 5 其实已回到了过程 1，只不过由于摩擦力消耗了系统的能量，速度由 v_0 变成了 v_1 ，根据系统损失能量的情况，可以求得滑块在平板车上滑行的相对位移 L_1 。

此后系统的运动就是重复上述的几个过程，只不过平板车和滑块的共同速度越来越小，直到能量全部消耗殆尽，两者的共同速度为零，把每次平板车和滑块的相对位移加在一块，就是题中第三问所求。由于能量消耗的累积性，也可以用一式子求出总的相对位移。

解析：(1) 在过程 3 中，平板车所受滑动摩擦力为 $f = \mu Mg$ ，设平板车第一次与墙壁碰撞后，向

左运动的最远距离为 L ，根据动能定理： $-\mu MgL$

$$= 0 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{解得：} L = 0.33\text{m}$$

(2) 设向右为正方向，平板车第二次与墙壁碰撞前的速度为 v_1 ，对过程 1 到过程 5，根据动量守恒定律得： $(M-m)v_0 = (M+m)v$ 解得： $v_1 = 0.4\text{m/s}$

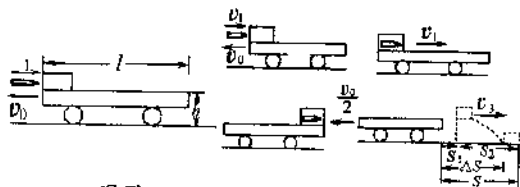
(3) 在全过程中，系统的动能由于摩擦力做功而全部消耗，设平板车与滑块间的相对位移为 L_1 ，则根据功能关系有： $\mu MgL_1 = \frac{1}{2}(M+m)v^2$ 解得： $L_1 = 0.83\text{m}$ 此 L_1 也就是平板车的最小长度。

【小结】1) 本题属于多物体多过程的复杂力学学习题，先要把复杂运动过程分解为几个较为简单的过程，再根据过程之特点选择适当的规律建立相应的方程，再正确求解。

2) 本题中第一问由于所求量是位移，我们优选了动能定理，第二问通过分析，由于复杂过程中物体系满足外力之和为 0，我们使用了动量守恒定律，第三问，因为从一开始到以相同速度运动为止的过程，我们发现符合“子弹射击木块”模型的种种特点，于是我们就利用了这一模型快速求解。

3) 复杂力学学习题的解题关键是“过程分析”，过程分析的目的是为了明确各物各段的运动性质、联系量或物理模型（受力分析只是辅助手段），以便选择合适的解题规律。

【例 9】质量为 M 的平板车，车板长为 l ，距水平地面高为 h ，车轮与地面间的摩擦不计。在车板左端边缘处有一质量为 m 的小木块（可视为质点），它与车板面有摩擦，当车和木块一起沿水平地面以速度 v_0 运动的某一瞬时，有一颗质量为 Δm 的子弹水平射向木块并嵌在其中，如下图甲所示，



图甲

图乙

已知子弹的质量 $\Delta m = \frac{M}{18}$ ，速度 $v_1 = 100v_0$ ，设木

块的质量 $m = \frac{M}{9}$ 。它被子弹射入从平板车右端滑出时，车的速度为 $\frac{v_0}{2}$ 求：

(1) 木块滑出平板车右端时速度的大小。

(2) 木块与车面间的动摩擦因数 μ 。



主精干勤，善于总结：行成于思，毁于随。



OK! 弟子已经收到! OK! OK!



(3) 木块落地时木块与车板右端的水平距离、和平板车在水平面上通过的距离 s 。(设子弹射入木块时间极短可忽略不计)。

解析：如图是木块和平板车运动过程以及涉及各过程始末状态的示意图。如图所示。根据题设已知条件和问题目标，本题可分为三个物理过程：第一过程是子弹射入并嵌在木块内的完全非弹性碰撞过程，由于时间极短，仍遵守动量守恒定律，有：

$$\Delta m v_1 - m v_0 = (\Delta m + m) v_2 \quad (1)$$

式中 v_2 表示子弹射入木块后的共同速度。

第二个过程是木块和车板之间的相互作用过程。即从木块以 v_2 的初速度从车板面左端运动到右端即将离开的瞬间，由于木块与平板面间有摩擦，木块做减速运动，其速度由 v_2 变成 v_3 ，平板车也做减速运动，其速度由 v_0 变成 $\frac{v_0}{2}$ 。但二者的运动方向相反，对木块和平板车组成的系统动量守恒，由于系统内有耗散力 $\mu(\Delta m + m)g$ 做功，系统内各物体的动能发生变化，遵守动能定理，则有：

$$(\Delta m + m) v_2 - M v_0 = (\Delta m + m) v_3 - M \cdot \frac{v_0}{2} \quad (2)$$

式中的 v_3 表示嵌有子弹的木块离开手板车时的速度。由于摩擦力做功仅与两物体间的相对位移有关且等于系统的动能损失。

$$\mu(\Delta m + m)gl = \frac{1}{2}(\Delta m + m)v_2^2 + \frac{1}{2}Mv_0^2 - \left[\frac{1}{2}(\Delta m + m)v_3^2 + \frac{1}{2}M\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 \right] \quad (3)$$

(或用 $-\mu(\Delta m + m)gl = M\left(\frac{v_0}{2}\right) - mv_0$ 以上两个过程也可当作一个过程来处理，应用动量守恒，即：

$$\Delta m v_1 - (m + M)v_0 = (\Delta m + m)v_3 - M \cdot \frac{v_0}{2} \text{ 求出 } v_3。)$$

第三个过程是木块离开平板车后的平抛运动过程，

$$\text{则有：} h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (4)$$

$$\text{木块落地时相对手板车的距离：} s_1 = v_3 t \quad (5)$$

$$s_2 = \frac{v_0}{2}t \quad (6)$$

$$s = s_1 + s_2 \quad (7)$$

$$\text{联立①—⑦可解得 } v_3 = \frac{89v_0}{3} \quad \mu = \frac{383v_0^2}{1gl}$$

$$\text{得：} s = \frac{9l}{383} + v_0 \sqrt{\frac{h}{2g}}$$

【小结】1) 养成正确画示意图的解题习惯，能帮助我们理解题意，透彻全面分析物理过程，探讨过程中各物理量的联系与变化。对准确分析物理过

程的特征，合理地选择力学规律有着重要的意义。

2) 通过对物理过程分析的训练，能使我们思维的严密性、深刻性、灵活性、概括性、独创性及逻辑推理能力得到发展和提高，因而养成分析物理过程的习惯是培养思维素质，提高解题能力的重要手段和途径。

【例10】如图所示，一人手持质量为 m 的小球乘坐气球的吊篮里，气球、吊篮和人的总质量为 M ，整个系统静止在空中。突然，人将小球向上抛出，经过时间 t 后小球又返回手中，设手在抛接球时相对吊篮的位置不变，试求：

- 1) 人在抛球过程中对系统做的功；
- 2) 球在运动过程中与手之间的最大距离。

解析：(1) 因系统所受的外力之和为 0，满足动量守恒，据此分析可得：球减速上升时，人减速下降；球在最高点时，人在最低点。所以球返回手中时的位置一定在抛出时的位置。

这时球速为 $v_1 = g \cdot$

$\frac{t}{2}$ ，其中 t 为球从被抛

出到返回抛出点所用的时间。规定向上为正。由动

量守恒， $mv_1 + M(-v_2) = 0$ $W = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$

$$= \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}M\left(\frac{mv_1}{M}\right)^2 = \frac{1}{8}\left(1 + \frac{m}{M}\right)mg^2t^2$$

(2) 设球在此过程中与手之间的最大距离为

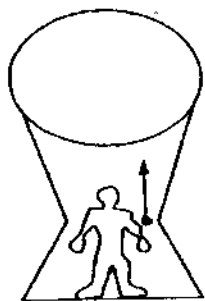
H ，球上升的最大距离 $h_1 = \frac{1}{2}g\left(\frac{t}{2}\right)^2$ ，人下降的

最大距离 $h_2 = \frac{1}{2}\frac{m}{M}g\left(\frac{t}{2}\right)^2$ ，球在此过程中与手

之间的最大距离为 $H = h_1 + h_2 = \frac{1}{8}gt^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)$

【小结】解决本题时关键是抓住人和气球吊篮的合外力始终为零，系统动量守恒，且初动量为零，所以球减速上升时，人减速下降，当球到最高点时，人肯定在最低点，且球返回手中时的位置一定在抛出时的位置。

【例11】如图所示， n 个相同的木块(可视为质点)，每块的质量都是 m ，从右向左沿同一直线排列在水平桌面上，相邻木块间的距离均为 l ，第 n 个木块到桌边的距离也是 l ，木块与桌面间的动摩擦因数为 μ 。开始时，第 1 个木块以初速度 v_0 向左滑





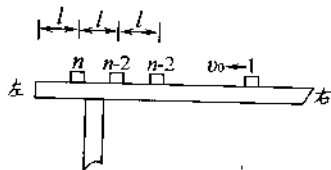
主精于勤，善于思：行成于思，毁于随。

OK! 茅子已经收到!

OK! OK!



行，其余所有木块都静止，在每次碰撞后，发生碰撞的木块都粘在一起运动。最后第 n 个木块刚好滑到桌边而没有掉下。



(1) 求在整个过程中因碰撞而损失的总动能。

(2) 求第 i 次 ($i \leq n-1$) 碰撞中损失的动能与碰撞前的动能之比。

(3) 若 $n=4$, $l=0.10\text{m}$, $v_0=3.0\text{m/s}$, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, 求 μ 的数值。

解析: (1) 整个过程中系统克服摩擦力做的总功为: $W_f = \mu mg l (1+2+3+4+n) = \frac{n(n+1)}{2} \mu mg l$

整个过程中因碰撞而损失的总动能为: $\Delta E_K = \frac{1}{2} m v_0^2 - W_f = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{n(n+1)}{2} \mu mg l$

(2) 设第 i 次 ($i \leq n-1$) 碰撞前瞬间，前 i 个木块粘合在一起的速度为 v_i ，动能为 $E_{K_i} = \frac{1}{2} i m v_i^2$

与第 $i+1$ 个 ($i \leq n-1$) 木块碰撞粘合在一起后瞬间的速度为 v_{i+1}' ，由动量守恒定律：则

$$i m v_i = (i+1) m v_{i+1}' \quad \text{则} \quad v_{i+1}' = \frac{i}{i+1} v_i$$

第 i 次 ($i \leq n-1$) 碰撞中损失的动能为：

$$\Delta E_{K_i} = \frac{1}{2} i m v_i^2 - \frac{1}{2} (i+1) m v_{i+1}'^2 = \frac{1}{2} m v_i^2 \cdot \frac{i}{i+1}$$

则第 i 次 ($i \leq n-1$) 碰撞中损失的动能与碰撞前动能之比为: $\frac{\Delta E_{K_i}}{E_{K_i}} = \frac{i}{i+1} \quad (i \leq n-1)$

(3) $n=4$ 时，共发生了 $i=3$ 次碰撞。

第 1 次碰前瞬间的速度为 $v_1^2 = v_0^2 - 2\mu g l$ ，碰撞中动量守恒: $m v_1 = 2 m v_1'$

$$\text{第 1 次碰后瞬间的速度为 } v_1' = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2\mu g l}}{2}$$

第 2 次碰前瞬间的速度为

$$v_2^2 = v_1'^2 - 2\mu g l = \frac{v_0^2 - 2\mu g l}{4} - 2\mu g l = \frac{v_0^2 - 10\mu g l}{4}$$

碰撞中动量守恒: $2 m v_2 = 3 m v_2'$

$$\text{第 2 次碰后瞬间的速度为 } v_2' = \frac{2}{3} v_2 =$$

$$\frac{\sqrt{v_0^2 - 10\mu g l}}{3}$$

第 3 次碰前瞬间的速度为 $v_3^2 = v_2'^2 - 2\mu g l = \frac{v_0^2 - 10\mu g l}{9} - 2\mu g l = \frac{v_0^2 - 28\mu g l}{9}$ ，碰撞中动量守恒:

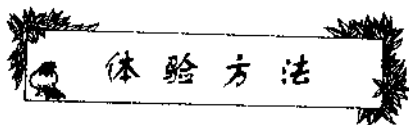
$$3 m v_3 = 4 m v_3'$$

第 3 次碰后瞬间的速度为 $v_3' = \frac{3}{4} v_3 =$

$$\frac{\sqrt{v_0^2 - 28\mu g l}}{4}$$
，研究木块最后滑行到桌边，速度恰好为零，则 $v_3'^2 - 2\mu g l = 0$ 即 $\left(\frac{\sqrt{v_0^2 - 28\mu g l}}{4}\right)^2 - 2\mu g l = 0$

整理后得 $v_0^2 - 60\mu g l = 0$ ，代入数据解得 $\mu = 0.15$

【小结】本题涉及的物体多、过程多，将一个复杂问题分解成若干简单问题，然后有条不紊地对每个物体每个过程逐一分析、逐一研究、逐一解决，而且在解决问题的过程中既要能做定性的分析，又要能进行复杂的定量计算，要求考生有很强的物理过程的分析能力和数学运算能力。解决此类题的方法还是一要选取研究对象，二要分清物理过程，这也是解决物理问题的一般思路，都是对物体的受力情况及运动情况进行分析为基础的。



体验方法

——品味专家提供的练习!

1. 美国的全球卫星定位系统 (简称 GPS) 由 24 颗卫星组成，卫星分布在等分地球的 6 个圆形轨道平面上，每个轨道上又分布有 4 颗卫星，这些卫星距地面的高度均 20 000 km。我国自行建立的“北斗一号”卫星定位系统由三颗卫星组成，三颗卫星都定位在距地面 36 000 km 的地球同步轨道上。比较这些卫星，下列说法中正确的是 ()

- A. “北斗一号”系统中的三颗卫星的质量必须相同，否则它们不能定位在同一轨道上
- B. GPS 的卫星较“北斗一号”的卫星周期更长
- C. GPS 的卫星较“北斗一号”的卫星有较小的运行速度
- D. GPS 的卫星较“北斗一号”的卫星有更大的加速度

2. 如右图所示，质量为 m_A 的物块 A，以初速度 v_0 从平台上滑向与

