

桂壮红皮书·高考总复习系列

→根据 2004 年高考最新命题趋势编写

huotiqiaojie
qiaolian

活 题

第 二 轮

巧解巧练

高考物理

★黄冈、海淀、南京、临川、杭州、太原等地二十多所全国重点中学联合推出★

(第一次修订)



●丛书主编 / 陈桂壮●

北京大学出版社

桂壮红皮书·高考总复习系列



活题巧解巧练

高考物理

(第二轮)

黄冈、海淀、南京、临川、杭州、太原等地

二十多所全国重点中学联合推出

第一次修订

丛书主编 陈桂壮

本册主编 陈进学

编委 陈进学 花惠萍 刘保华

刘德华 冯瑞芳

北京大学



内 容 提 要

本书根据全国最新教材及高考命题要求分专题进行编写,适合2004年全国高考考生第二轮复习使用。

本次修订由黄冈、海淀、南京、临川、杭州、太原等地著名重点中学的特、高级教师和高三备考组长精心编写。从培养学生解题思维能力入手,专门传授“活题”巧解的技能和方法。它立足教材,侧重能力,着重讲解理论联系实际、关注时代信息、关注社会热点、关注科技进步的综合能力题的解题方法和技巧,突出对学生创新思维能力的训练。本书自2002年出版以来,受到广大读者的喜爱,第一版在材料、设问、考查重点等方面与2003年高考试题一致或相近的达80多分,为参加2003年高考的考生提供了实实在在的帮助,2003年5月该书被评为北京“空中课堂”最佳畅销书之一。

在内容体例方面,以专题复习为主线,将知识专题和能力专题有机结合起来;“高考能力”、“命题焦点”栏目准确把握高考中的重点和热点,化解“难点疑点”;“活题精析”及相对应的【同类变式】、【延伸拓展】、【等值高考】栏目开阔学生的解题思路;并在“方法盘点”栏目中归纳各种题型的解题技巧和规律、方法,指导专题训练,培养学生的解题创新思维能力,提高考生的综合素质。

图书在版编目(CIP)数据

活题巧解巧练·高考物理 / 陈进学编. —北京: 北京人学出版社, 2003.10

ISBN 7-301-06051-3

I. 活… II. 陈… III. 物理课—高考—解题—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第097937号

书 名: 活题巧解巧练·高考物理(第二轮)

著作责任者: 陈进学

责任编辑: 王 亮

标准书号: ISBN 7-301-06051-3/G·0808

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 51849702

电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

排 版 者: 北京科文恒信图书经销有限公司

印 刷 者: 北京隆昌伟业印刷有限公司

经 销 者: 新华书店

890毫米×1194毫米 16开 8.25印张 310千字

2003年10月第2版 2003年10月第2次印刷

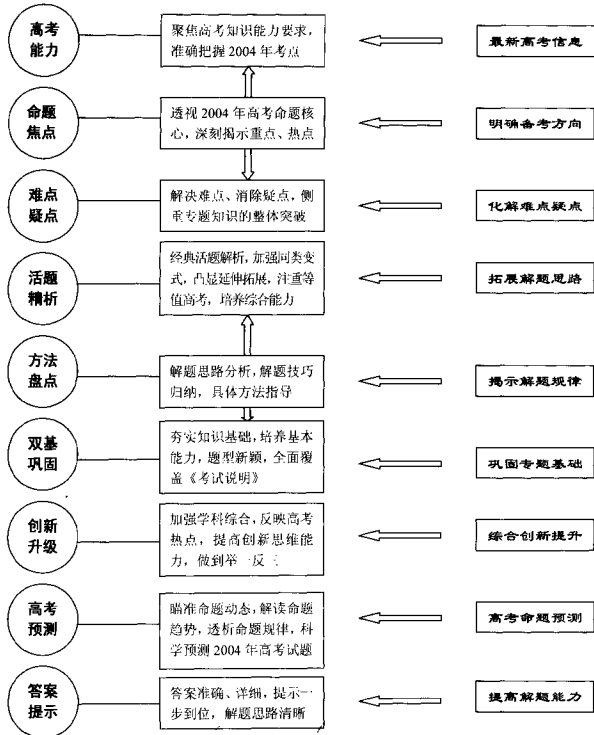
定 价: 10.80元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究

导读图示

亲爱的读者，这是一本科学划分高考复习专题，专门传授学科内、跨学科综合能力题——“活题”解答技巧和方法的教辅资料宝典，是挑战“3+X”高分的金钥匙！本书由黄冈、海淀、南京、临川、杭州、太原等地著名重点中学的特、高级教师和高三备考组长，根据2004年最新高考命题趋势，以最新题型、最新材料为载体，反映最新高考信息修订编写，更加适合2004年高考第二轮专题复习使用。全书栏目体例设计科学，分专题进行精析巧练，讲解深入浅出，融会贯通，专题难点各个击破。以能力训练为导向，提炼学科知识板块，将学科内及跨学科综合能力等高考考查的重点、热点知识，多角度、多层次地贯穿起来，构筑专题知识网络结构，全面提升创新思维能力，训练学生正确把握知识，正确解答题目的能力。本书是2004年高考考生专题复习的首选资料，特别适合全国不同地区不同层次的考生系统归纳复习之用。为了最大限度地发挥本书的作用，提高您的备考效率和应试能力，建议您在本书时先阅读下面图示。



目 录

专题一 力 物体的平衡	(1)
专题二 牛顿运动定律与运动学	(10)
专题三 动量与能量	(21)
专题四 电场与磁场	(32)
专题五 电磁场中的带电粒子问题剖析	(41)
专题六 电磁感应与电路	(53)
专题七 交变电流 电磁振荡和电磁波	(62)
专题八 热学 光学 原子物理专题复习	(69)
专题九 物理实验设计	(80)
专题十 关于高考物理计算题的规范化解答	(90)
专题十一 物理科学思维方法及应试技巧	(98)
专题十二 “3+X”综合	(116)

专题一 力 物体的平衡



专题跳望

高考能力

1. 对物体进行受力分析、力的分解与合成等知识是本专题的一个极为重要的内容。

2. 高中物理涉及的各种性质的力(及其产生原因)有:万有引力、重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁场力、核力等,对这些力的分析及求解,特别是弹力和摩擦力,高考所要求的能力都较高。

3. 共点力作用下物体的平衡条件的应用能力。

命题热点

纵观近几年的高考题,可以发现,本专题内容虽然不是高考的重点,但在高考试卷中却无所不在。本专题知识在人们的日常生活、生产实践和科学研究中有着广泛的应用,侧重考查学生运用知识解决实际问题的能力(如2002年上海卷的第21题,取材于大家特别熟悉的自行车)。再加上2002年新教材理综高考试卷中第30题,要解出最后结果必须先根据力的平衡知识求得两球最后静止的位置,2003年新教材理综高考试卷中第34题,涉及滑动摩擦力做功问题,这一点很多考生都忘了分析此力的存在而造成失分,因此2004年的考题还将是与现实生活联系紧密的有关共点力平衡。



专题透析

难点疑点

1. 摩擦力(静摩擦力和滑动摩擦力)大小和方向的判断,是一个重点内容也是一个难点内容。

2. 对物体进行受力分析,物体受几个力作用,力有哪些特点,在具体问题中起什么作用。

3. 共点力作用下物体平衡条件的应用。这一部分知识的应用性非常强,在高考中直接出现或间接出现的几率非常大。

活题精析

【例1】(基础题)质量为 m 的物体用



图 1-1(a)

三条轻绳悬挂,静止时, OA 水平, OB 与竖直方向的夹角为 ϕ , 如图 1-1(a)所示,求 OA 、 OB 绳上的张力。

【命题意图】考查共点力的平衡、力的平行四边形定则。

【巧解分析】本题看似一道十分常规的题目,但此题可以有多种解法,能不能用多种解法求解,反映出对这一专题知识掌握的情况。

解法一:以结点 O 为研究对象,它所受三条绳的拉力 T_A 、 T_B 、 T_C (不计绳子重力)如图 1-1(b)所示, T_A 、 T_B 的合力 F 与 T_C 等值反向,即: $F = T_C = mg$, 所以 $T_A = mg \tan \phi$, $T_B = mg / \cos \phi$ 。

解法二:结点 O 受到的拉力 T_C 产生两个效果,分解后得: $T_1 = mg \tan \phi$, $T_2 = mg / \cos \phi$, 如图 1-1(c)所示,则 $T_A = mg \tan \phi$, $T_B = mg / \cos \phi$ 。

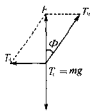


图 1-1(b)

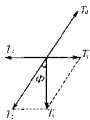


图 1-1(c)

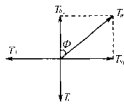


图 1-1(d)

解法三:将 T_B 正交分解,如图 1-1(d)所示,得: $T_B \sin \phi = mg \tan \phi$, $T_B \cos \phi = mg$ 。

所以 $T_B = mg / \cos \phi$,

$T_A = T_B \sin \phi = mg \tan \phi$ 。

【思维诊断】此题给出的角度不是很常规,函数关系式容易写错;二是基础较差的同学对此题的受力分析点会搞错,希望同学加强这方面的训练。

【同类变式】

如图 1-2 所示,用两根细绳系住一个小球,绳 OA 与天花板夹角 θ 不变,当用手拉住绳 OB ,使绳 OB 由水平逆时针转向竖直过程中, OB 绳张力将如何变化?

【答案】先减小后增大

【例2】(基础题)图 1-3(a)是压榨机的原理示意图, B 为固定铰链, A 为活动铰链,在 A 处作用一水平力 F , 滑块 C 就以比 F 大得多的力压物体 D , 已知图中 $l =$

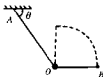


图 1-2

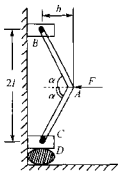


图 1-3(a)

0.5 m, $b = 0.05$ m, $F = 200$ N, C 与左壁接触面光滑, 求 D 受到的压力多大? (滑块和杆的重力不计)

【命题意图】 本题利用现实生活中压榨机为背景材料考查力的平衡及力的分解知识。

【巧解分析】 本题可以将力 F 产生的效果沿 AB 、 AC 方向分解, 然后将 AC 杆的力按效果分解成对左壁的压力和对 D 的压力从而得出结果, 还可以分别对铰链 A 和铰链 C 进行受力分析, 运用平衡条件列式求得物体 D 对滑块 C 的弹力, 然后根据牛顿第三定律得物体 D 所受的压力。

解法一: 因为 F 的作用效果是对 AB 、 AC 两杆沿杆的方向产生挤压作用, 因此可以将 F 沿 AB 、 AC 方向分解为 F_1 、 F_2 , 则

$$F_2 = \frac{F}{2\cos\alpha}$$

力 F_2 的作用效果是使滑块 C 对左壁有水平向左的挤压作用, 对物体 D 有竖直向下的挤压作用, 因此可将 F_2 沿水平方向和竖直方向分解为 F_3 、 F_4 , 则物体 D 所受的压力为:

$$F_3 = F_4 = F_2 \sin\alpha = \frac{F}{2\cos\alpha} \cdot \sin\alpha = \frac{F \tan\alpha}{2}$$

由图可知: $\tan\alpha = l/b = 0.5/0.05 = 10$, 且 $F = 200$ N, 故 $F_3 = 1000$ N。

解法二: 对 A 进行受力分析如图 1-3(b), 因 A 点处于平衡, 所以 $F_1 = F_2$, $F = F_1 \cos\alpha + F_2 \cos\alpha$, 得: $F_1 = \frac{F}{2\cos\alpha}$ 。

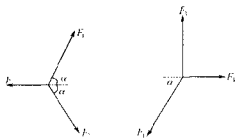


图 1-3(b)

图 1-3(c)

对滑块 C 受力分析如图 1-3(c), $F_1 \sin\alpha = F_4$, 所以 $F_4 = \frac{F \tan\alpha}{2}$ 。

根据牛顿第三定律, D 受到的压力为 $\frac{F \tan\alpha}{2} = 1000$ N。

【思维诊断】 本题给出的三角形是等腰三角形, 但同学很容易出现偏差, 解三角形时会出现错误。

【同类变式】

若此题变为要求物体 D 所受压力能达到水平力 F 的 n 倍, 则两杆与水平方向的夹角 α 应为何值?

【答案】 $\alpha = \arctan 2n$

【例 3】(能力题) 如图 1-4(a) 所示为一悬挂重物的三角形支架示意图。三角形三边长度之比为 $L_{AB}:L_{AC}:L_{BC} = 2:3:4$, 当支架顶端悬挂的重物为 G 时, BC 杆和 AC 绳受到的力分别为多少?

【命题意图】 本题考查力的平衡、数学相似三角形知识解答物理问题的能力。

【巧解分析】 可用弹簧代替 AC 绳和 BC 杆得到杆 BC 对 C 为支持力, 绳 AC 对 C 为拉力, 本题若用前面所讲的力的分解、力的合成、正交分解法求解都有一定的难度, 如用正交分解法解因不知道 AC 与水平线(或竖直线)间、 BC 与水平线(或竖直线)间的夹角, 将 AC 、 BC 的力进行正交分解比较困难, 像这样的题目用相似三角形的方法求解比较方便。相似三角形是建立两个三角形, 一个是三力平衡时, 这三个力必然要构成一个闭合三角形, 另一个是根据题目给定条件找一个几何三角形, 这两个三角形相似, 对应边成比例。

结点 C 受三个力作用: 重物的拉力 G 、绳 AC 的拉力 T_{AC} 、杆 BC 的支持力 N_{BC} , 在这三个力作用下物体处于平衡状态, 这三个力必然构成一个闭合三角形, 由于绳的拉力、杆的支持力都是沿杆的方向, 重力竖直向下, 故力的三角形与几何三角形 ABC 相似, 对应边成比例有:

$$\frac{G}{AB} = \frac{N_{BC}}{BC} = \frac{T_{AC}}{AC}, \text{ 解得: } T_{AC} = \frac{3}{2}G, N_{BC} = 2G.$$

如图 1-4(b) 所示。

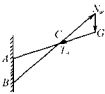


图 1-4(b)

【思维诊断】 相似三角形也是一种常用的解力的平衡的方法, 它特别适用于物体一个力大小和方向总保持不变, 当物体移动时, 另两个力的方向同时发生变化的情况, 请同学仔细体验!

【延伸拓展】

如图 1-5 所示, 一个半球形的碗放在桌面上, 碗口水平, O 点为其球心, 碗的内表面及碗口是光滑的。

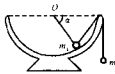


图 1-5

一根细线跨在碗口上, 线的两端分别系有质量为 m_1 和 m_2 的小球, 当它们处于平衡状态时, 质量为 m_1 的小球与 O 点的连线与水平线的夹角 $\alpha = 60^\circ$, 两小球的质量比 $\frac{m_1}{m_2}$ 为 ()

- A. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ B. $\frac{\sqrt{2}}{3}$
C. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

【答案】 A

【例 4】(能力题) (2002 年全国理科综合第 30 题改编) 有三根长度均为 $l = 1.00$ m 的不可伸长的绝缘轻线, 其中两根的一端固定于天花板的 O 点, 另一端分别拴有质量皆为 $m = 1.00 \times 10^{-2}$ kg 的带电小球 A 和 B , 它们的电量分别为 $-q$ 和 $+q$, $q = 1.00 \times 10^{-7}$ C, A 、 B 之间用第三根线连接起来, 空间中不存在大小



图 1-6(a)

为 $E = 1.00 \times 10^6$ N/C 的匀强电场, 场强方向沿水平向右, 平衡时 A 、 B 球的位置如图 1-6(a) 所示, 现将 O 、 B 间的细线烧断, 由于有空气阻力, A 、 B 球最后会达到新的平衡位置, 求最后两球的平衡位置。(不计两带电小球间相互作用的静电力)

【命题意图】 本题考查了其点力作用下平衡条件的应用及灵活处理物理问题的能力。

【巧解分析】 O 、 B 间的细线烧断后, B 球在重力、 AB 线间的张力与电场力作用下将向右偏下运动, A 球在 AB 线间的张力、重力、电场力、 OA 线的张力作用下运动, 最后, A 、 B 球达到新的平衡位置。在解题过程中首先必须确定新的平衡位置究竟是什么位置, 这是这道高考题最关键之处。具体方法: 既可以用隔离的方法求出 OA 或 AB 与竖直方向的夹角, 也可用整体的方法求。

解法一: 图 1-6(b) 中虚线表示 A 、 B 球原来的平衡位置, 实线表示烧断后重新达到的平衡位置, 其中 α 、 β 分别表示 OA 、 AB 与竖直方向的夹角。

A 球受力如图 1-6(c) 所示, 重力 mg , 竖直向下; 电场力 qE , 水平向左; 细线 OA 对 A 的拉力 T_1 , 方向如图所示; 细线 AB 对 A 的拉力 T_2 , 方向如图所示。由平衡条件得

$$\begin{aligned} qE &= T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta, \\ T_1 \cos \alpha &= mg + T_2 \cos \beta. \end{aligned} \quad \textcircled{1} \quad \textcircled{2}$$

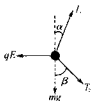


图 1-6(c)

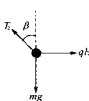


图 1-6(d)

B 球受力如图 1-6(d) 所示, 重力 mg , 竖直向下; 电场力 qE , 水平向右; 细线 AB 对 A 的拉力 T_2 , 方向如图。由平衡条件得:

$$\begin{aligned} T_2 \sin \beta &= qE, \\ T_2 \cos \beta &= mg. \end{aligned} \quad \textcircled{3} \quad \textcircled{4}$$

联立以上各式并代入数据, 得: $\alpha = 0$, $\beta = 45^\circ$ 。

由此可知, A 、 B 球重新达到平衡的位置如图 1-6(e) 所示。

解法二: 把 A 、 B 两球当作一整体, 因 A 、 B 两球总电量为零, 在电场中 A 、 B 两球所受电场力必为零, 故当达到新的平衡状态时细线 OA 必沿竖直方向。而单独对 B 球而言, B 球受力如图 1-6(d) 所示, 重力 mg , 竖直向下; 电场力 qE , 水平向右; 细线 AB 对 A 的拉力 T_2 , 方向如图。

由平衡条件得: $T_2 \sin \beta = qE$,

$$T_2 \cos \beta = mg.$$

由此两式可得: AB 与竖直方向成 45° 角, A 、 B 球最后的平衡位置如图 1-6(e) 所示。



图 1-6(e)

请同学们把此题与下列两道题目相比较, 有哪些相似之处? 可得到什么启示呢?

题目 1 用轻质细线把两个质量未知的小球悬挂起来, 如图 1-7 所示, 今对小球 a 持续施加一个向左偏下 30° 的恒力, 并对小球 b 持续施加一个向右偏上 30° 的恒力, 最后达到平衡, 表示平衡状态的图可能是图 1-8 中的



图 1-7

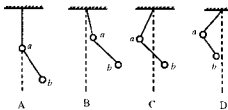


图 1-8

题目 2 在电场强度为 E , 方向竖直向下的匀强电场中, 有两个质量均为 m 的带电小球, 电量分别为 $+2q$ 和 $-q$, 两小球用长为 L 的绝缘细线相连。另用绝缘细线悬挂带正电的小球悬于 O 点而处于平衡状态(如图 1-9 所示), 重力加速度为 g , 细线对悬点 O 的作用力为_____。

一、三道题目的相似之处

1. 物理模型相同

三道题目所选用的物理模型相同, 原题中, 剪断线 OB 后与题目 1、题目 2 完全相同, 都是细线下的两个小球。

2. 外力条件相似

原题与题目 2 外加的条件是电场, 题目 1 的外加条件是大小相等、方向相反的恒力, 表面形式不同, 但实质相同, 实际上, 都是附加了两个恒力的作用, 原题与题目 1 实际上又有惊人的相似之处, 系统受到的两个外力大小相等、方向相反。

3. 解题方法相同

三道题目都是基于一个方法——整体法与隔离法的交叉使用。

原题与题目 1 系统所受的外力是大小相等、方向相反的, 因而相互抵消, 对系统而言, 相当于只有竖直方向的两物体的重力, 还有 O 处悬线的拉力, 由二力平衡可知, O 处的悬线必须竖直。原题与题目 2 的外加条件都是电场对两球的作用力, 可以把两球的电量集中, 这样原题中由于 A 带 $+q$ 、 B 带 $-q$, 相当于系统不带电, 题目 2 中相当于系统带有 $+q$ 的电量。

故题目 1 中的答案已能直观点出选 A , 题目 2 的答案: $F = 2mg + qE$ 。

二、高考题的启示

1. 高考题并没有回避以往高考中曾经出现过的模型, 以及我们平时感觉非常熟悉的题目形式, 因此没有必要刻意去追求新面孔、新型的题, 关键是要从题中悟出道理, 掌握知识和应用知识解决问题的能力。

2. 题海战术早已证明是费时费力、收效甚微的, 只有从题

海中解脱出来,善于总结,从表面现象中找出本质的东西,学会一题多变、多题一解,才说明真正学会了知识。从上面的三道题目的比较中,我们不难发现:三个题目基于同一个模型——细线下两个带电小球。平时的复习过程中,如果我们能深入思考,从这一模型出发,改变条件,努力做到一题多变、多题一解,定能缩短复习时间,提高学习效率,达到事半功倍的效果。

【思维诊断】 此题画受力图容易出错或画不出受力图,而且列平衡条件方程出现错误,解不出正确的 α, β 角度,此题还要求同学具有较强的分析和利用数学解决问题的能力。

【延伸拓展】

如图 1-10 所示的物理模型:细线下悬挂两个质量分别为 m_1, m_2 的小球,带电量分别为 q_1, q_2 , 可以做出如下延伸变化:

变化一:分别给 m_1, m_2 施加大小相等、方向相反的作用力,平衡时悬点 O 处悬线的拉力为多少?

变化二:分别给 m_1, m_2 施加 F_1, F_2 的水平作用力($F_1 > F_2$),平衡时悬点 O 处的拉力为多少?

变化三:若 $q_1 = -2q_2$, 加上水平的电场 E 后,悬点 O 处的悬线拉力为多少?

【答案】 $T = (m_1 + m_2)g$ $T = \sqrt{(m_1 + m_2)^2 g^2 + (F_1 - F_2)^2}$

$T = \sqrt{(m_1 + m_2)^2 g^2 + (q_1 - q_2)^2 E^2}$

【例 5】 (命题意图) 如图 1-11 所示,在一粗糙水平面上有两个质量分别为 m_1 和 m_2 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 1-11

- A. $l + \frac{\mu m_1 g}{k}$ B. $l + \frac{\mu(m_1 + m_2)g}{k}$
C. $l + \frac{\mu m_2 g}{k}$ D. $l + \frac{\mu}{k} \left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$

【命题意图】 本题考查滑动摩擦力、胡克定律、匀速运动知识及共点力平衡知识。

【巧解分析】 由于两木块一起做匀速运动, 属于平衡状态, 故 $F_{合} = 0$, 求两木块间的距离, 一定要求出弹簧的弹力, 因此用隔离法求解。

解法一: 对木块 1 进行受力分析: 受滑动摩擦力 f 和弹簧的弹力 F , 得: $f = F$, 即: $\mu m_1 g = k \Delta x$, $\Delta x = \mu m_1 g / k$, 所以两木块间的距离为 $l + \Delta x = l + \mu m_1 g / k$ 。

解法二: 对木块 2 进行受力分析: 受滑动摩擦力 f , 弹簧的弹力 F 和拉力 F' , 则有 $F' = F + f = k \Delta x + \mu m_2 g$, 而 $F' = \mu(m_1 + m_2)g$, 故 $\Delta x = \mu m_1 g / k$ 。

所以两木块间的距离为 $l + \Delta x = l + \mu m_1 g / k$ 。

【思维诊断】 此题的错误多数是把弹簧的伸长认为向两

边伸长都为 $\Delta x = \mu m_1 g / k$, 从而得出两木块间距为 $l + 2\Delta x = l + 2\mu m_1 g / k$ 导致错误。

【等值高考】

如图 1-12 所示, 质量为 m 的物体被劲度系数为 k_2 的弹簧 1 悬挂在大天花板上, 下面还拴着另一劲度系数为 k_1 的轻弹簧 1, 托住弹簧 1 的端点 A 用力向上拉, 当弹簧 2 的弹力为 $\frac{2}{3}mg$ 时, 弹簧 1 的下端点 A 上移的高度为多少?

【答案】 $\frac{m g}{3} \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$ 或 $\frac{5 m g}{3} \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$ 图 1-12

【例 6】 (命题意图) 表面粗糙的斜面, 放在水平光滑的地面上, 如图 1-13(a) 所示, θ 为斜面的倾角。一质量为 m 的物体恰好能沿斜面匀速下滑, 若用一推力 F 作用于滑块, 使之沿斜面匀速下滑, 为了保持斜面静止不动, 必须用一大小为 $f = 4m g \sin \theta \cos \theta$ 的水平力作用于斜面, 求推力 F 的大小和方向?

【命题意图】 本题考查物体受力分析、共点力作用下物体平衡条件的应用以及灵活解题的能力。

【巧解分析】 做此题时, 选用“隔离法”, 单独对物体进行受力分析, 列式求解, 根据给出的第一个条件“物体 m 沿斜面匀速下滑”求出斜面与物体 m 之间的动摩擦因数 μ , 物体 m 沿斜面匀速下滑的过程中, 用“整体法”可知 M 水平方向不受力的作用; 由题中给出的“对 M 施加一个水平力 $f = 4m g \sin \theta \cos \theta$ ”的条件, 引导我们对斜面体 M 进行受力分析, 求出 m 对 M 的作用力, 然后运用牛顿第三定律再求出 F 。

对 m 进行受力分析如图 1-13(b) 所示, 因 m 沿斜面匀速下滑, $f_1 = m g \sin \theta$, $N_1 = m g \cos \theta$, 故 $f_1 = \mu N_1 = \mu m g \cos \theta$, $\mu = \tan \theta$ 。

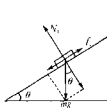


图 1-13(b)

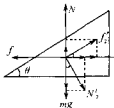


图 1-13(c)

对 M 进行受力分析如图 1-13(c) 所示, 求出 m 对 M 的作用力

由 $f = f_2' \cos \theta + N_2' \sin \theta$, $f_2' = \mu N_2'$, 其中 $f = 4m g \sin \theta \cos \theta$,

解得: $N_2' = 2m g \cos \theta$, $f_2' = 2m g \sin \theta$ 。

除 F 之外, 对 M 受的其他力进行分析, 并把这些力沿斜面和垂直斜面向进行正交分解, 求出这两个合力如图 1-13(d) 所示,

沿斜面方向的合力: $F_1 = f_2 + m g \sin \theta = 3m g \sin \theta$, 垂直斜面方向的合力: $F_2 = N_2 - m g \cos \theta = m g \cos \theta$,

图 1-13(d)

然后把这两个力进行合成得合力 F' , F' 与要求的力 F 大小相等, 方向相反, 如图 1-13(c) 所示, 所以 $F = \sqrt{(3mg \sin \theta)^2 + (mg \cos \theta)^2} = mg \sqrt{1+8 \sin^2 \theta}$.

【思维诊断】 这道题看上去感觉难, 无从下手, 但是只要有熟练的受力分析的基本功及牛顿第三定律的知识, 细心分析一下题中所给的条件, 很快就会构成解题思路.

【等值高考】

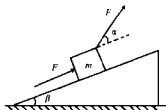


图 1-14

如图 1-14 所示, 斜坡与水平面的夹角为 θ , 两个人一推一拉使物体匀速上坡, 设两人用力大小相同均为 F , 已知物体与斜面的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 推力 F 与斜坡平行, 求拉力 F 与斜坡所成角度 α 为多大时最省力?

【答案】 $\alpha = 30^\circ$

方法盘点

1. 对物体进行受力分析时, 按照力的性质依次由产生的条件出发逐个分析, 做到不多力, 不漏力.
2. 对静摩擦力方向进行判断时常用“假设法”和“反推法”. “假设法”是先假定静摩擦力沿某方向(或不存在), 再分析物体运动状态是否出现跟已知条件相矛盾的结果, 从而对假设方法作出取舍. “反推法”是从物体表现出的运动状态的这个结果反推它必须具备的条件, 分析组成条件的各因素中摩擦力所起的作用, 就容易判断摩擦力的方向.
3. 共点力作用下物体的平衡常用的解题方法有如下: 正交分解法, 作矢量三角形, 相似三角形, 整体法与隔离法相结合, 还要注意物体平衡的临界值问题.
4. 正确理解有关物理规律, 如本专题有摩擦定律、胡克定律等.

专题巧练

双基巩固

1. 质量为 m 的木块放在水平传送带上, 随传送带一起向前运动, 木块与传送带间的动摩擦因数为 μ , 则下列说法正确的是 ()

- A. 当传送带匀速运动时, 木块受到的摩擦力向前, 大小为 μmg
- B. 当传送带匀速运动时, 木块不受摩擦力作用
- C. 当传送带加速运动时, 木块受到的摩擦力向前, 大小为 μmg
- D. 无论传送带做何种运动, 木块受到的摩擦力均为 μmg

2. 如图 1-15 所示, 把重为 20 N 的物体放在倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的粗糙斜面上, 物体与轻弹簧相连, 弹簧另一端固定, 若物体与斜面间的最大静摩擦力为 12 N, 物体静止在斜面上, 下面列举的为弹簧在各种情况下弹簧的弹力, 你认为可能正确的是 ()



图 1-15

- A. 弹簧弹力 22 N, 方向沿斜面向上
- B. 弹簧弹力 2 N, 方向沿斜面向上
- C. 弹簧弹力 2 N, 方向沿斜面向下
- D. 弹簧弹力为零

3. 如图 1-16 所示, 在楔形木块的斜面与竖直墙壁之间静止着一个铁球, 铁球与斜面间的摩擦不计, 楔形木块置于水平粗糙地面上, 斜面倾角为 θ , 球的半径为 R , 球与斜面接触点为 A , 现对球再加一个水平向左的压力 F , F 的作用线通过球心 O , 若 F 缓慢增大而整个装置仍保持静止, 在此过程中 ()

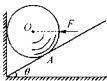


图 1-16

- A. 竖直墙对铁球的作用力始终小于水平力 F
- B. 斜面对铁球的作用力缓慢增大
- C. 斜面对地面的摩擦力保持不变
- D. F 对 A 点的力矩为 $FR \cos \theta$

4. 如图 1-17 所示, 将一根不可伸长、柔软的轻绳两端分别系于 A, B 两点上, 物体用动滑轮悬挂在绳上, 达到平衡时, 两段绳子间的夹角为 θ_1 , 绳子张力为 T_1 ; 将绳 B 端移至 C 点, 待整个系统达到平衡时, 两段绳子间的夹角为 θ_2 , 绳子张力为 T_2 ; 将绳 B 端移至 D 点, 待整个系统达到平衡时, 两段绳子间的夹角为 θ_3 , 绳子张力为 T_3 , 不计摩擦, 则 ()

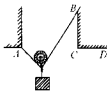


图 1-17

- A. $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3$
- B. $\theta_1 = \theta_2 < \theta_3$
- C. $T_1 > T_2 > T_3$
- D. $T_1 = T_2 < T_3$

5. 固定在水平面上的光滑半球, 球心 O 的正上方固定一个小定滑轮, 细线一端拴一小球, 置于半球面上的 A 点, 另一端绕过定滑轮, 如图 1-18 所示, 现缓慢拉绳, 使球沿半球面上升, 小球对半球的压力 N 的大小, 细线对小球拉力 T 大小随绳的拉动而变化的情况是 ()



图 1-18

- A. N 变大, T 变小
- B. N 变小, T 变大

- C. N 变大, T 先变小后变大
D. N 不变, T 变小

6. 如图 1-19 所示, 质量为 m 的工件放在水平放置的钢板 C 上, 二者间的动摩擦因数为 μ , 由光滑导槽 A 和 B 的控制, 工件只能沿水平导槽运动, 现使钢板以速度 v_1 向右运动, 同时用力 F 拉动物体 (F 的方向沿导槽的方向) 使物体以速度 v_2 沿导槽运动, 则 F 的大小为 ()

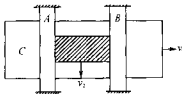


图 1-19

- A. 等于 μmg B. 大于 μmg
C. 小于 μmg D. 不能确定
7. 如图 1-20 所示, 质量为 m 的小球固定在细杆 ab 的一端, 小车静止在水平面上, 则 ()
A. 小球受细杆的作用力大小为 $mg \cos \theta$, 方向沿 ab 杆向上
B. 细杆 a 端受小球的作用力大小为 mg , 方向竖直向下
C. 细杆 a 端受小球的作用力大小为 $mg \sin \theta$, 方向沿 ab 杆向下
D. 小车没有滑动的趋势
8. 足球运动员已将足球踢向空中, 如图 1-21 所示, 下列描述是球在斜向上方运动过程中, 受力情况正确的是 ()

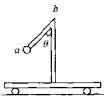


图 1-20

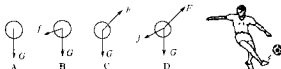


图 1-21

9. 如图 1-22 所示, 一木块位于斜面上, 加力 F 之后木块处于静止状态, 此力 F 处于水平方向又与斜面平行, 如果将力 F 撤销, 出现的情况将是 ()
A. 木块立即获得加速度
B. 木块将沿斜面下滑
C. 木块受的摩擦力将变小
D. 木块受的摩擦力要改变方向



图 1-22

10. 如图 1-23 所示, 一人坐在小车的水平台面上, 用水水平力拉过定滑轮的细绳, 使人车和车以相同的加速度向右运动, 水平地面光滑 ()
A. 若人的质量大于车的质量, 则车对人的摩擦力方向向右

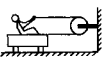


图 1-23

- B. 若人的质量小于车的质量, 则车对人的摩擦力方向向右
C. 若人的质量等于车的质量, 则车对人的摩擦力为零
D. 不管人、车的质量关系如何, 车对人的摩擦力都为零

11. 如图 1-24 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 1-24

- A. $\frac{m_1 g}{k_1}$ B. $\frac{m_2 g}{k_1}$ C. $\frac{m_1 g}{k_2}$ D. $\frac{m_2 g}{k_2}$
12. 如图 1-25 所示, 一球重为 G , 固定的竖直大圆环半径为 R , 轻弹簧原长为 L ($L < 2R$), 其劲度系数为 k , 一端固定在圆环最高点, 另一端与小球连接, 小球套在环上, 所有接触面均光滑, 则小球静止时, 弹簧与竖直方向的夹角 θ 为 ()



图 1-25

13. 如图 1-26 所示是木工用的凿子工时的截面示意图, 三角形 ABC 为直角三角形, 已知 BC 长为 l , AB 长为 d , 大小为 F 的作用力垂直作用于 MN , MN 与 AB 平行, 忽略凿子的重力, 求这时凿子推开木料 DE 面和 EF 面的力分别为多大?

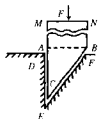


图 1-26

14. 如图 1-27 所示是一种浮桥, 由铁链连接许多木板组成, 是一种浮在水面的软桥, 可以让一定速度的车辆、拖拉机或坦克通过. 若车辆停在桥上, 则桥将沉入水中, 这是由于车以一定速度前进时, 桥面发生弯曲, 车下方形成一个斜面, 斜面也以同样的速度推进, 这时木板打击水面, 产生反作用力将车托了起来, 这个反作用力方向与斜面垂直, 大小为 $F = \frac{1}{2} \pi k \rho v^2 a b$, 式中 ρ 为水的密度, v 为车速, a 为斜面部分长度, b 为木板宽度, k 为比例常数. 可以看出, 车速越大, 反作用力 F 越大.

图 1-27 中斜面与水平面夹角为 θ , 设某拖拉机以

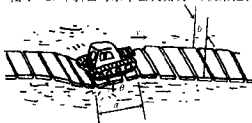


图 1-27

1.0 m/s 速度前进时, $\theta = 10^\circ$, 当它以 1.1 m/s 速度前进时 θ 为多大?

创新升级

15. 测定患者的血沉, 在医学上有助于医生对病情做出判断, 设血液是由红血球和血浆组成的悬浮液, 将此悬浮液放在竖直放置的血沉管内, 红血球就会在血浆中匀速下沉, 其下沉速率称为血沉. 某人的血沉 v 的值大约是 10 mm/h, 如果把红血球近似看作是半径为 R 的小球, 且认为它在血浆中下沉时所受的粘滞阻力为 $f = 6\pi\eta Rv$, 在室温下 $\eta = 1.8 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, 已知血浆的密度 $\rho_0 = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 红血球的密度 $\rho = 1.30 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 由以上数据估算红血球半径的大小为 _____. (结果取一位有效数字即可)

16. 如图 1-28 所示, 一条轻弹簧和一细线共同拉住一质量为 m 的小球, 细线水平, 弹簧与竖直方向的夹角为 θ , 现剪断细线, 则在刚剪断瞬间, 弹簧弹力的
大小为 _____, 若弹簧改为钢丝, 则在刚剪断瞬间, 钢丝拉力大小为 _____.

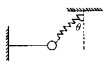


图 1-28

17. 如图 1-29 所示, 用一种钳子夹着一块质量 $M = 50 \text{ kg}$ 的混凝土砌块起吊, 已知钳子与砌块之间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$, 钳子质量 $m = 20 \text{ kg}$, 为使砌块不从钳口滑出, 绳子的力至少要 700 N, 则此时钳口对砌块施加的压力为 _____ (设钳子与砌块间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力).



18. 如图 1-30 甲所示, 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, 绳的长度是 OA 的两倍. 图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, 设摩擦力可忽略, 现将动滑轮和重物一起挂到细绳上, 在达到平衡时, 绳所受的拉力是多大?

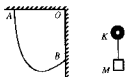


图 1-30

19. 如图 1-31(a) 所示, 水平传送带水平段长 $L = 6 \text{ m}$, 两皮带轮半径均为 $r = 0.1 \text{ m}$, 距地面高 $H = 5 \text{ m}$, 与传送带等高的光滑水平平台上有一小物块以 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ 的初速度滑上传送带, 物块与传送带间动

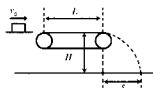


图 1-31(a)

摩擦因数 $\mu = 0.2$, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 设皮带轮匀速转动时皮带的速度 v' , 物体平抛运动的水平位移为 s , 以不同的速度 v' 值重复上述过程, 得到一组对应的 v', s 值, 由于皮带轮的转动方向不同, 皮带上都运行方向也不相同, 取皮带上部向右运动时用 $v' > 0$, 向左运动时用 $v' < 0$ 表示, 在图(b)给定的坐标系上正确画出 $s-v'$ 关系图线.

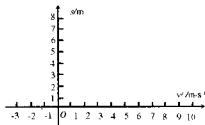


图 1-31(b)

20. 当物体从高空下落时, 空气阻力随速度的增大而增大, 因此经过一段距离后将匀速下落, 这个速度称为此物体下落的终极速度. 已知球形物体速度不大时所受的空气阻力正比于速度 v , 且正比于球半径 r , 即阻力 $f = krv$, k 是比例系数, 对于常温下的空气, 比例系数 $k = 3.4 \times 10^{-4} \text{ Na/m}^2$, 已知水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 试求半径 $r = 0.10 \text{ mm}$ 的球形雨滴在无风情况下的终极速度 v_T . (结果取两位数字)

高考预测

21. 如图 1-32 所示,为拔桩架示意图,绳 CE 水平,绳 CA 竖直,已知绳 DE 与水平方向夹角为 α ,绳 BC 与竖直方向的夹角为 β ,若在 E 点施加竖直向下的力为 F 的力,求 CA 绳向上拔桩的力的大小.

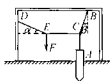


图 1-32

22. 如图 1-33 所示,有两本完全相同的书 A、B,书重均为 5 N,若将两本书等分成若干份后,交叉地叠放在一起置于光滑桌面上,并将书 A 固定不动,用水平向右的力 F 把书 B 抽出,现测得一组数据如下:

实验次数	1	2	3	4	...	n
将书分成的份数	2	4	8	16	...	连续交叉
力 F 的大小/N	4.5	10.5	22.5	46.5	...	190.5

根据以上数据,求:

- (1)若将书分成 32 份,力 F 应为多大?
(2)该书的页数.



图 1-33

答案提示

1.B 提示:物体匀速运动时,不受摩擦力作用,A 错 B 对;物体相对于传送带静止,所受摩擦力为静摩擦力,不能用 μmg 表示.

2.ABCD 提示:A 对应于物体受静摩擦力为 12 N,方向沿斜面向下,弹力为 22 N,方向沿斜面向上;B 对应于物体受静摩擦力为 8 N,方向沿斜面向上;C 对应于物体受到 12 N 的静摩擦力,方向沿斜面向上;D 答案弹簧弹力为零时,重力沿斜面向下的分力 10 N 恰与静摩擦力相等.

3.CD 提示: F 是水平作用于球上的,绳对球的作用力大小等于 F 水平外力和斜面对球支持力的水平分力之和,A 错;斜面对球的作用力保持不变,B 错;斜面体的受力情况不变,斜面对地面的摩擦力不变,C 对;由力矩的定义知 D 对.

4.BD 提示:设绳的总长为 L ,AC 间距为 d ,AD 间距为 d' ,在 B 点时, $L_1 \sin \frac{\theta_1}{2} + (L - L_1) \sin \frac{\theta_2}{2} = d$,所以 $L \sin \frac{\theta_1}{2} = d$,同理当在 C 点时, $L \sin \frac{\theta_2}{2} = d$,在 D 点时有 $L \sin \frac{\theta_3}{2} = d'$,从图中可以看出, $d' > d$,所以 $\theta_1 = \theta_2 < \theta_3$,又因是动滑轮,绳上张力处处相等,合力一定,两绳间夹角越大,张力也越大,所以 $F_1 = F_2 < F_3$.

5.D 提示:利用相似三角形对应边成比例判断得 D 正确.

6.C 提示:工件与钢板的摩擦力为滑动摩擦力 $f = \mu mg$,而此力分解为阻碍钢板向右运动,及阻碍工件沿导轨运动两个分力,力 F 只与 μmg 的分力相等故小于 μmg .

7.BD 提示:对竿和杆运用整体法知 D 正确,再对小球进行受力分析知 B 正确.

8.B 提示:球踢出后只受重力和空气阻力两个力作用.

9.CD 提示:有 F 作用时,摩擦力 $f = \sqrt{F^2 + (mgsin\theta)^2}$,方向沿斜面向上,撤去 F 后,摩擦力 $f' = mgsin\theta$,方向沿斜面向上.

10.AC 提示:由牛顿第二定律有: $F - f = m_A a$, $F + f = m_B a$,得 $a = \frac{2f}{m_A + m_B}$,当 $m_A > m_B$, $f < 0$,方向向右,当 $m_A = m_B$, $f = 0$.

11.C 提示:下面弹簧受到的作用力改变了 $m_1 g$,由胡克定律 $f = k \Delta x$ 可以得到 $m_1 g = k_2 \Delta x$, $\Delta x = m_1 g / k_2$.

12. $\arccos \frac{2(kL - G)}{2(kL - G)}$ 提示:对球进行受力分析后,用相似三角形解此题最为简捷.

13. $\frac{\sqrt{F^2 - d^2}}{d} F, \frac{1}{d} F$ 提示:先将压力分解,再找几何角度关系.

14. 解:将水对木板的反作用力 F 分解为水平方向的 F_1 和竖直方向的 F_2 , F_2 的大小等于拖拉机的重力 G , F_1 为拖拉机前进时受到的阻力,所以 $F = \frac{G}{\cos\theta} = \frac{1}{2} \pi k \rho v^2 ab$,当 G, ρ, a, b, k 一定时,拖拉机的速度增大, $\cos\theta$ 要减小, θ 将增大,即 $\frac{\cos\theta}{\cos\theta'} = (\frac{v}{v'})^2$,得 $\cos\theta' = 0.814$,即 $\theta' = 35.5^\circ$.

15. $3 \times 10^{-6} \text{ m}$ 提示:因红血球匀速下沉,所以有:

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \rho g = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_0 g + 6 \pi \eta R v$$

16. $m g / \cos\theta - m g \cos\theta$ 提示:细线未剪断时,由受力分析及小球平衡可知弹簧拉力为 $m g / \cos\theta$,当细线剪断后,因弹簧弹力与形变有关,形变未来得及变化,故弹力不变.若弹簧换成钢丝,因为球不可能沿钢丝方向运动,钢丝弹力发生突变,将小球的重力分解成沿钢丝方向拉紧钢丝的力及沿钢丝的切线方向使球沿切线运动的力.

17. 625 N 提示: 要砌块不滑出, 钳子与砌块间的摩擦力应至少为 500 N. 每个接触面为 250 N, 由 $f = \mu N$ 知 $N = 625$ N.

18. 受力情况如图 1-34 所示, 则 $T_1 = T_2 = T$.

由水平方向力的平衡可知

$$T \cos \theta_1 = T \cos \theta_2, \quad (1)$$

$$\text{即 } \theta_1 = \theta_2 = \theta, \quad (2)$$

$$\text{由题意与几何关系可知 } l_1 + l_2 = 2s, \quad (3)$$

$$l_1 \cos \theta + l_2 \cos \theta = s, \quad (4)$$

$$\text{由 } (3)(4) \text{ 得 } \cos \theta = 1/2, \theta = 60^\circ. \quad (5)$$

$$\text{由竖直方向力的平衡可知 } 2T \sin \theta = mg, \quad (6)$$

$$\text{由 } (5)(6) \text{ 可得 } T = \frac{\sqrt{3}}{3} mg.$$

19. 如图 1-35 所示.

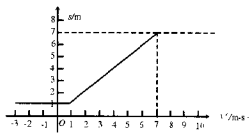


图 1-35

20. 雨滴下落时受两个力作用: 重力, 方向向下; 空气阻力, 方向向上. 当雨滴达到终极速度 v_T 后, 加速度为零, 二力平衡, 用 m 表示雨滴质量, 有

$$mg - krv_T = 0, \quad (1)$$

$$m = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho, \quad (2)$$

$$\text{由式 } (1)(2) \text{ 得终极速度 } v_T = \frac{4\pi r^2 \rho g}{3k},$$

代入数值得 $v_T = 1.2$ m/s.

21. $F \cot \alpha \cdot \cot \beta$ 提示: 对 E 点受力分析如图 1-36 所示, $T_{DE} \sin \alpha = F$, $T_{DE} \cos \alpha = T_{CE}$, 解得: $T_{CE} = F \cot \alpha$, 再对 C 点进行受力分析如图, 因 C 点静止, 有: $T_{BC} \cos \beta = T_{AC}$, $T_{BC} \sin \beta = T_{CE}$, 解得: $T_{AC} = F \cot \alpha \cdot \cot \beta$, 再根据牛顿第三定律可知, CA 绳向上拔桩的力为 $F \cot \alpha \cdot \cot \beta$.

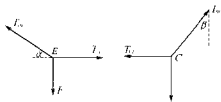


图 1-36

22. 解: (1) 设每本书的总质量为 m , 当分成 2 份时,

$$F = \mu \frac{m}{2} g + \mu \frac{2mg}{2} + \mu \frac{3mg}{2}$$

$$= \frac{\mu mg}{2} (1 + 2 + 3) = 3\mu mg$$

$$\mu = F/3mg = 4.5/3 \times 5 = 0.3,$$

$$\text{当分成 4 份时, } F = \frac{\mu mg}{4} (1 + 2 + 3 + \dots + 7)$$

当分成 32 份时, 应有

$$F = \frac{\mu mg}{32} (1 + 2 + 3 + \dots + 63) \approx 63\mu mg = 94.5 \text{ N},$$

(2) 设书有 n 页, 当逐页交叉时有

$$190.5 = \frac{\mu mg}{n} [1 + 2 + 3 + \dots + (2n - 1)],$$

得 $n = 64$.

专题二 牛顿运动定律与运动学



专题跳望

高考能力

1. 研究各种形式的运动: 直线运动、平抛运动、圆周运动、机械振动与波动等, 能否清楚、正确的分析其所具有的特点以及满足的条件, 分析物体的运动过程是该专题考查能力的重要方面。

2. 牛顿运动定律(也包括万有引力定律)是中学阶段的核心内容, 也是中学物理最为重要的内容。要知道它所蕴含的物理思想以及运用它分析问题和解决实际问题。

3. 物体的加速度是由物体受到的合外力确定的, 体现瞬时性、矢性、同时性以及同一性, 因此由物体的受力情况分析物体的运动情况或由物体的运动情况推断物体的受力情况是考查学生综合运用知识的能力, 以及逻辑思维、分析和归纳能力的一个重要途径。

命题焦点

牛顿运动定律和运动学基本上为每年必考内容。2000 年高考第 19 题, 计算题, 分值 13 分; 第 20 题, 计算题, 分值 12 分。2001 年高考第 8 题, 选择题, 分值 4 分; 第 11 题, 填空题, 分值 5 分; 实验题第 15 题, 分值 6 分, 还有几道在求解过程中也涉及到此部分内容。2002 年高考理综卷, 直接考查的有: 第 26 题; 计算题, 分值 20 分。2002 年高考上海卷直接考查的试题有: 第 7、8、20 题, 共 18 分。2003 年高考有第 24 题, 计算题, 分值 15 分, 还有第 25、34 题都涉及到这部分内容知识。2004 年高考这部分内容仍将作为必考内容, 但以计算题出现的可能性更大, 且题目取材跟我们实际生活或与空间技术联系紧密。



专题透析

难点疑点

1. 对物体进行受力情况的分析仍然是一个难点, 有些力是被动力, 具有隐蔽性如弹力、摩擦力, 同时可能还要结合物体当时的运动情况。

2. 由于运动形式的多样: 如匀速直线运动、匀加速直线运动、匀减速直线运动、自由落体运动、竖直上抛运动、曲线运动、平抛运动、匀速圆周运动, 同时每种运动都有各自的特点与规律, 因此对物体运动情况的分析及运用相应的知识解题是学生

感觉困难的一个地方。

3. 运动与力之间的瞬时对应关系, 每一种运动都与物体的受力是对应的, 由力的关系推出物体的运动规律, 或由物体的运动状况推出物体的受力情况, 需要很强的判断能力、推理能力和逻辑思维能力。

4. 在应用所学知识解决实际问题时, 还受到其他知识水平的制约。

活题精析

【例 1】(基础题) 跳水运动员从离水面 10 m 高的平台上跃起, 举双臂直立离开台面, 此时其重心位于从手到脚全长的中点, 跃起后重心升高 0.45 m 达到最高点, 落水时身体竖直、手先入水, 从离开跳台到手触水面, 他可用上完成空中动作的时间是 _____ s。(结果保留两位有效数字, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

【命题意图】 本题是一道信息给予题, 考查学生的建模能力以及竖直上抛运动知识。

【巧解分析】 因只是求运动员在空中完成动作的时间, 我们可以把运动员看成一个质点, 作竖直上抛运动, 研究竖直上抛运动有两种方法: 一是分段, 二是整体。

解法一: 上升阶段是匀减速, 末速为零, 则所需时间为:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.45}{10}} = 0.3 \text{ s},$$

下落阶段是自由落体运动, 所需时间为:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 10.45}{10}} = 1.4 \text{ s},$$

则所需总时间为 $t = t_1 + t_2 = 1.7 \text{ s}$ 。

解法二: 竖直上抛运动可看作初速不为零的匀减速直线运动, 所以有: $v_0 = \sqrt{2gh_1}$,

$$-H = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2,$$

解得 $t = 1.7 \text{ s}$ 。

【思维诊断】 此题有两种解法, 明显解法二较为简便, 但学生容易得出 $H = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ 这样一个错误的结论, 因没有搞清楚此种情况下运动员落到起点下面, 故其位移为负; 此题是一道实际题, 同学们一下很难建立起物理模型, 产生思维障碍。

【同类变式】

某同学身高 1.8 m, 在运动会上他参加了跳高比赛, 起跳后身体横着越过了 1.8 m 的高度的横杆, 据此可估算他起跳时竖直向上的速度大约为 ($g = 10 \text{ m/s}^2$) ()

A. 2 m/s B. 4 m/s C. 6 m/s D. 8 m/s

【答案】 B

【例 2】(基础题) 如图 2-1 所示, AB、CO 为互相垂直的丁字形公路, CB 为一斜直公路, CB 与 CO 成 60° 角, C、O 间距

离 300 m,一逃犯骑着摩托车以 54 km/h 的速度正沿 AB 公路逃窜,当逃犯途经路口 O 处时,守候在 C 处的公安干警立即以 1.2 m/s^2 的加速度启动警车,警车所能达到的最大速度为 108 km/h.

(1)若公安干警沿 COB 路径追捕逃犯,则经过多长时间在何处能将逃犯截获?

图 2-1

(2)若公安干警抄 CB 近路到达 B 处时,逃犯又以原速率掉头向相反方向逃窜,公安干警则继续沿 BA 方向追赶,则总共经过多长时间在何处能将逃犯截获?(不考虑摩托车和警车转向的时间)

【命题意图】本题考查匀变速直线运动和匀加速直线运动的知识,以及利用它们解决实际生活中追赶问题的能力.

【巧解分析】本题是将匀速直线运动和匀加速直线运动的知识应用到公安干警追捕逃犯的情景之中,让人感觉耳目一新,并体会到学以致用.

(1)摩托车的速度 $v = 15 \text{ m/s}$,警车的最大速度 $v_m = 30 \text{ m/s}$,警车达到最大速度的时间 $t_1 = \frac{v_m}{a} = 25 \text{ s}$,行驶的距离 $s_1 = \frac{v_m}{2} t_1 = 375 \text{ m}$,

在 t_1 时间内摩托车行驶的距离 $s_1' = vt_1 = 375 \text{ m}$,因为 $t_1 - CO = 75 \text{ m} < s_1'$,故警车在 t_1 时间内尚未追上摩托车,相隔距离 $\Delta s = s_1' - (s_1 - CO) = 300 \text{ m}$,

设再经 t_2 警车才能追上摩托车,则 $t_2 = \frac{\Delta s}{v_m - v} = 20 \text{ s}$,

从而截获逃犯总共所需时间 $t = t_1 + t_2 = 45 \text{ s}$,截获处在 OB 方向距 O 处距离为: $s = vt = 675 \text{ m}$.

(2)由几何关系可知, $CB = CO / \cos 60^\circ = 600 \text{ m}$,因 $s_1 < CB$,故警车达到最大速度时尚未到达 B 点,设再经 t_2' 时间到达 B 点,则 $t_2' = \frac{CB - s_1}{v_m} = 7.5 \text{ s}$,

在 $(t_1 + t_2')$ 时间内摩托车行驶的距离 $s_2' = v(t_1 + t_2') = 487.5 \text{ m}$,此时摩托车距 B 处的距离为 $\Delta s' = OB - s_2' = OC \tan 60^\circ - s_2' \approx 32 \text{ m}$,此后逃犯掉头向相反方向逃窜,设再经时间 t_3' 警车才能追上逃犯,则

$t_3' = \frac{\Delta s'}{v_m - v} = 2.1 \text{ s}$,从而截获逃犯总共所需时间 $t = t_1 + t_2' + t_3' = 34.6 \text{ s}$.

截获处在 OB 间与 O 点的距离 $s' = v(t_1 + t_2') - vt_3' = 456 \text{ m}$.

【思维诊断】本题要仔细分析警车和摩托车的运动过程,寻找两者在时间和路程上的联系.有关追赶问题还要注意有时两者具有相同速度时,是两者相距最远或最近或者两者刚好不相碰的临界条件.

【同类变式】

一辆轿车违章超车,以 108 km/h 的速度驶入左侧行道时,猛然发现正前方 80 m 处一辆卡车正以 72 km/h 的速度迎面驶来,两车司机同时刹车,刹车加速度均为 10 m/s^2 ,两司机的反应时间都是 Δt ,试问 Δt 为何值,才能保证两车不相撞?

【答案】 $\Delta t \leq 0.3 \text{ s}$

【例 3】(能力题)质量为 2 kg 的物体在光滑水平面上以 5 m/s 的速度匀速前进,当它受到一个水平方向的恒力作用,如果此力大小为 4 N,则

- A. 5 s 末的速度大小可能是 15 m/s,位移大小为 50 m
- B. 5 s 末的速度大小也可能是 5 m/s
- C. 5 s 末的速度大小也可能是 10 m/s
- D. 5 s 末的位移可能是零,也可能是 50 m

【命题意图】本题考查牛顿第二定律和匀变速直线运动知识,以及多角度考虑问题的能力.

【巧解分析】物体的加速度为 $a = 2 \text{ m/s}^2$,在 5 s 内速度的增量为 $\Delta v = at = 10 \text{ m/s}$,若 Δv 与初速度方向相同,则末速度为 15 m/s,位移为 $\frac{15+5}{2} \times 5 \text{ m} = 50 \text{ m}$,A 选项正确;若 Δv 与初速度方向相反,则末速度为 -5 m/s ,B 选项正确;当 Δv 的方向与初速度的方向不在一条直线上,则合成的结果应该小于 15 m/s,而大于 -5 m/s 的范围内均正确,所以 C 选项正确;当 Δv 与初速度方向相反,末速度为 -5 m/s 时,物体位移为零, Δv 的方向与初速度的方向不在一条直线上,则物体的位移应为两个位移的矢量和,应在 0~50 m 间的任何值,故 D 选项也正确.

【思维诊断】物体受到一个水平恒力作用时,本题的关键是这个恒力与速度方向间的关系.力的方向与速度方向之间的关系有两种可能性:若在一条直线上,若是同向,物体做匀加速直线运动;若是反向,物体做匀减速直线运动;若不在一条直线上,那么在此过程中任一时刻速度的量应在一条直线上两种情况下速度量之间,也就是本题中的最大速度 15 m/s 与 -5 m/s 之间任何值,相应的位移也是这两种情况下位移值之间的任何值.

【延伸拓展】

如图 2-2 所示,传送带 AB 间的长度为 16 m,与地面间的倾角 $\theta = 37^\circ$,若传送带以 10 m/s 的速率逆时针转动.现在传送带上端 A 无初速度地放一个质量为 0.5 kg 的物体,设它与传送带间的动摩擦因数为 0.5,求物体从 A 运动到 B 所需时间? ($\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)

【答案】 $t = 2 \text{ s}$

【例 4】(能力题)发射地球同步卫星时,先将卫星发射至近地圆轨道 1,然后经点火,使其沿椭圆轨道 2 运行,最后再次点火,将卫星送入同步圆轨道 3,轨道 1、2 相切于 Q 点,轨道 2、3 相切于 P 点(如图 2-3),则当卫星分别在 1、2、3 轨道上正常运行时,以下说法正确的是

- A. 卫星在轨道 3 上的速率大于在轨道 1 上的速率
- B. 卫星在轨道 3 上的角速度小于在轨道 1 上的角速度

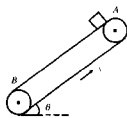
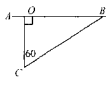


图 2-2

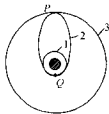


图 2-3

C. 卫星在轨道 1 上经过 Q 点时的加速度等于它在轨道 2 上经过 Q 点时的加速度

D. 卫星在轨道 2 上经过 P 点时的加速度大于它在轨道 3 上经过 P 点时的加速度

【命题意图】 本题考查万有引力定律和匀速圆周运动的知识应用。

【巧解分析】 空间技术的发展从某种程度上反映了一个国家的综合科技实力, 我国国家在短短四五十年时间内完成了从人造卫星到同步卫星以及近期实验的载人飞船的发射及回收, 极大地激发了人们的爱国热情和民族自豪感。本题简洁、清晰地给出了发射同步卫星的过程, 自然而然地想到用万有引力的知识分析和解决问题。

设卫星在轨道半径为 r 的圆轨道上运行时, 线速度为 v , 角速度为 ω , 向心加速度为 a , 则由万有引力提供向心力可得:

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m r \omega^2 = m a, \text{ 式中 } M \text{ 为地球质量, } m \text{ 为卫星质量.}$$

$$\text{由上式可得: } v = \sqrt{\frac{GM}{r}}, \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}, a = \frac{GM}{r^2}.$$

可见随着轨道半径的增大, 卫星运转的 v, ω, a 均减小, 故正确答案为 B、C。

【思维诊断】 在卫星绕地球做匀速圆周运动的问题中, 应明确轨道半径越大, 速度越小, 周期越长, 角速度越小, 还要弄清楚卫星的向心加速度、线速度与在地球上物体的加速度、线速度的区别。卫星的对接, 要从低轨道开始加速到较高轨道进行对接方可。

【思维拓展】

中子星是恒星演化过程的一种可能结果, 它的密度很大, 现有中子星, 观测到它的自转周期为 $T = \frac{1}{30}$ s, 则该中子星的最小密度应是多少才能维持该星体的稳定, 不致因自转而瓦解。计算时星体可视为均匀球体, G 为引力常数 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$

【答案】 $\rho_{\min} = 1.27 \times 10^{14} \text{ kg/m}^3$

【例 5】(综合能力) 一根张紧的水平弹性绳上的 a, b 两点, 相距 14.0 m, b 点在 a 点的右方, 如图 2-4 所示, 当一列简谐横波沿此绳



图 2-4

绳向右传播时, 若 a 点的位移达到正向最大值时, b 点的位移恰为零, 且向下运动, 经过 1.0 s 后, a 点的位移为零且向下运动, 而 b 点的位移恰达到负最大, 则这列简谐横波的波速可能等于

A. 2 m/s B. 4.67 m/s C. 6 m/s D. 10 m/s

【命题意图】 本题考查简谐振动和机械波有关知识。

【巧解分析】 本题是通过描述一列波中两个质点振动情况及其关系来了解整列波特性的题。其方法是先在波形图上找到 a 点与其对应的可能的 b 点, 再把题中 a, b 两点的距离与波长联系起来, 时间与周期联系起来, 找到 λ , 再用公式 $v = \lambda/T$ 求得波速。

依题意可画出波形图 2-5, a 点位移达正向最大, b 点可能位置用 B, B' 代表, 正经平衡位置向下, 可见 a, b 间距与波长关系为:

$$\Delta ab = (n + \frac{3}{4}) \lambda, (n = 0, 1, 2, \dots)$$

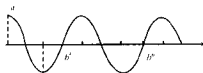


图 2-5

$$\therefore \lambda = \frac{4ab}{4n+3} = \frac{5b}{4n+3} \text{ m.}$$

时间 $\Delta t = 1.0$ s 与周期关系为:

$$\Delta t = (k + \frac{1}{4}) T, (k = 0, 1, 2, \dots)$$

$$\therefore T = \frac{4\Delta t}{4k+1} = \frac{4}{4k+1} \text{ s.}$$

$$\therefore \text{波速 } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{14(4k+1)}{4n+3} \text{ m/s.}$$

当 $n = 0, k = 0$ 时, $v = 4.67 \text{ m/s}$, 故 B 选项正确;

当 $n = 1, k = 0$ 时, $v = 2 \text{ m/s}$, 故 A 选项正确;

当 $n = 1, k = 1$ 时, $v = 10 \text{ m/s}$, 故 D 选项正确;

【思维诊断】 部分学生建立不起距离与波长、时间与周期的联系, 写不出速度表达式来。处理这类问题时, 画出波形图, 找出以上关系是关键。部分学生没有注意到周期, 漏选 A、D 项, 或者没有用好自然数 k 与 n , 或者认为 $k = n$ 而漏选 A 项。

【思维拓展】

如图 2-6 所示为一列简谐横波在 t_1 时刻的波形, 质点 P 在该时刻的振动速度为 v , t_2 时刻质点 P 的振动速度与 t_1 时刻的速度大小相等, 方向相同; t_3 时刻质点 P 的速度与 t_2 时刻的速度大小相等, 方向相反, 若 $t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = 0.2$ s, 求波速。

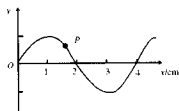


图 2-6

【答案】 波速 $v = \frac{4n+1}{20} \text{ m/s}$, 方向向左; 或者 $v =$

$\frac{4n+3}{20} \text{ m/s}$, 方向向右

【例 6】(综合能力) 如图 2-7 所示, 一平板车质量 $M = 100 \text{ kg}$, 停在水平路面上, 车身的平板离地面的高度 $h = 1.25 \text{ m}$, 一质量 $m = 50 \text{ kg}$ 的小物块置于车的平板上, 它到车尾的距离 $b = 1.00 \text{ m}$, 与车板间的动摩擦因数 $\mu = 0.20$, 今对平板车施加一水平方向的恒力, 使车向前行驶, 结果物块从车上滑落, 物块刚离开车板的时刻, 车向前行驶的距离 $s_0 = 2.0 \text{ m}$, 求物块落地

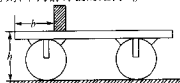


图 2-7