

搏金榜

2002 年



主编 叶 兵
陆子君
田星星

高

考

三合一

命题方向分析
题型分类分析
高考仿真试题

2
0
0
2
N
I
A
N
G
A
O
K
A
O
S
A
N
H
E
Y
I

搏

理科综合

华东师范大学出版社

搏金榜

—— 2002 年高考三合一

理科综合

主 编 叶 兵 陆子君 田星星

高考命题方向分析

典型题型分类分析

高考仿真试题训练

搏

华 东 师 范 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

搏金榜·理科综合:2002年高考三合一/叶兵等主编.上海:华东师范大学出版社,2001.7

ISBN 7-5617-2671-6

I. 搏... II. 叶... III. 理科(教育)-课程-高中-升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 049653 号

搏金榜——2002 年高考三合一·理科综合

主 编 叶 兵 陆子君 田星星

策划组稿 李惠明 刘万红 毛静国

封面设计 黄惠敏

版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社

市场部 电话 021-62865537

传真 021-62860410

<http://www.ecnupress.com.cn>

社 址 上海市中山北路 3663 号

邮编 200062

照 排 南京理工排版校对有限公司

印 刷 者 江苏宜兴第二印刷厂

开 本 787×1092 16 开

印 张 21.75

字 数 736 千字

版 次 2001 年 9 月第一版

印 次 2001 年 9 月第一次

书 号 ISBN 7-5617-2671-6 /G·1277

定 价 20.00 元

出 版 人 朱杰人

编写人员（按姓氏笔划为序）

丁 菲	王美华	田星星	刘义友	朱伟中
邱建明	陈台飞	陈辉祖	陈维明	杨剑春
杨 斌	陆子君	陆海宁	施志烨	俞 明
姜振玉	赵建荣	秦洁元	浦宗浩	徐 宾
顾铁军	黄建书	鲁锦田		

前 言

《搏金榜——2002 年高考三合一》是根据教育部普通高中教学大纲和高考改革精神,由工作在第一线的各大名校特高级教师精心编写的一套高考辅导丛书。全套丛书分为语文、数学、英语、物理、化学、文科综合、理科综合共 7 种,它体现了全国最新高考研究动态、信息以及高考辅导最新理念,对高三学生复习备考具有极强的针对性和实战演练意义。

每册主要内容由三部分组成:高考命题方向分析、典型题型分类分析、高考仿真试题训练。“高考命题方向分析”分析高考的动态、考试的热点、考试的新题型;“典型题型分类分析”对每单元(章)的题型进行分类总结,通过这些题型力求概括各单元(章)的知识点和解题方法,真正起到举一反三的作用,使您在最短的时间获取最佳的学习效果;“高考仿真试题训练”按高考的要求编排试题,达到实战的目的。这三方面的有机结合一定会使您的复习事半功倍,取得令您满意的高考分数。

《搏金榜——2002 年高考三合一》,助您拼搏,助您金榜题名。

华东师范大学出版社基教二部
2001.8

目 录

第一篇 单学科综合

第 1 单元	力学(一)	1
第 2 单元	力学(二)	25
第 3 单元	热学	43
第 4 单元	电学(一)	54
第 5 单元	电学(二)	69
第 6 单元	光学 原子物理学	84
第 7 单元	化学基本概念	95
第 8 单元	化学基础理论	113
第 9 单元	元素单质及其化合物	130
第 10 单元	有机化学	147
第 11 单元	化学实验	158
第 12 单元	化学计算	168
第 13 单元	生物的物质、结构基础	191
第 14 单元	生物体的功能	201
第 15 单元	遗传和进化	212
第 16 单元	生物与环境	226

第二篇 跨学科综合

第 1 单元	物理与化学的综合	236
第 2 单元	物理与生物的综合	247
第 3 单元	化学与生物的综合	259
第 4 单元	物理化学生物的综合	282

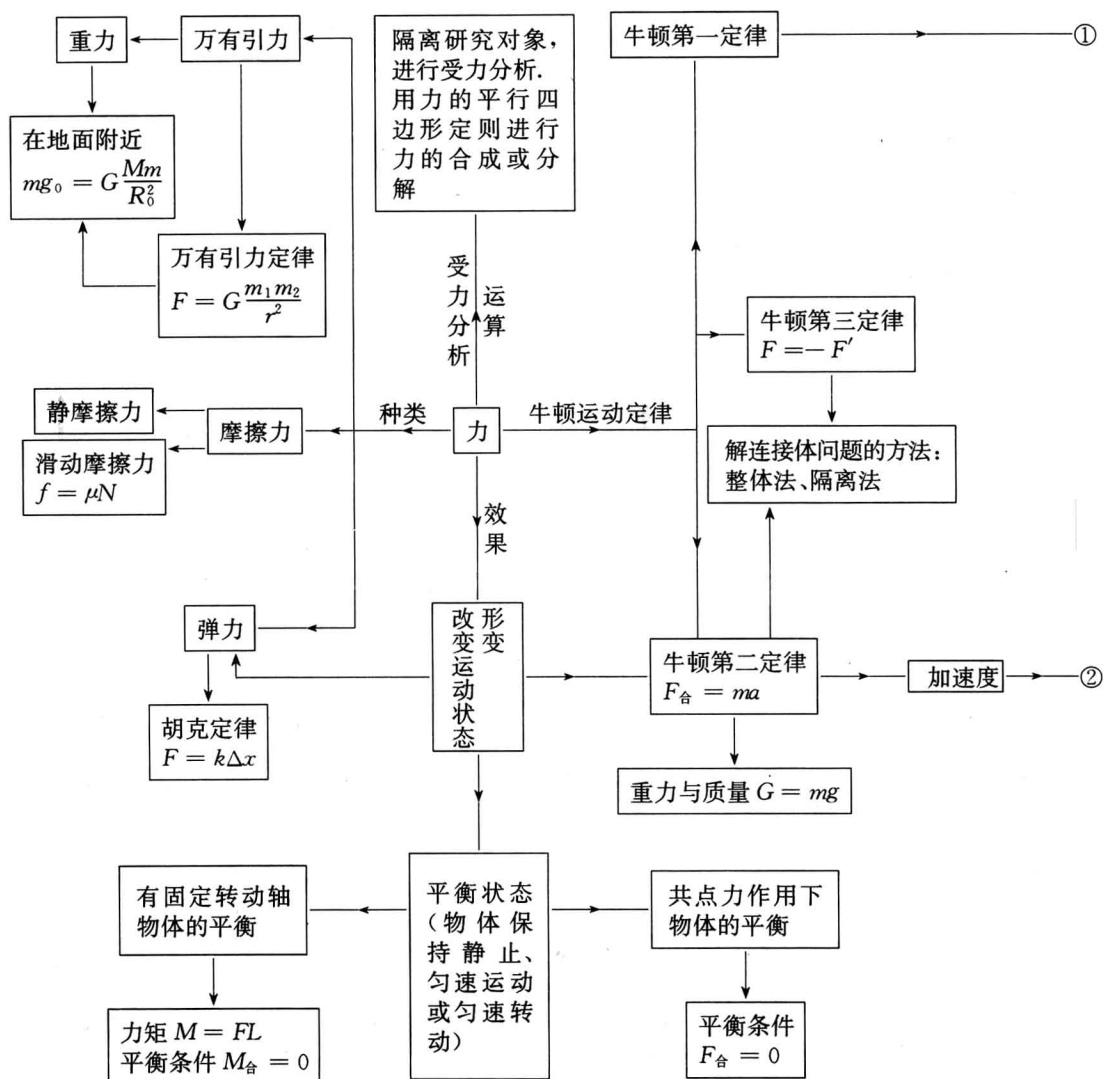
第三篇 仿真试题

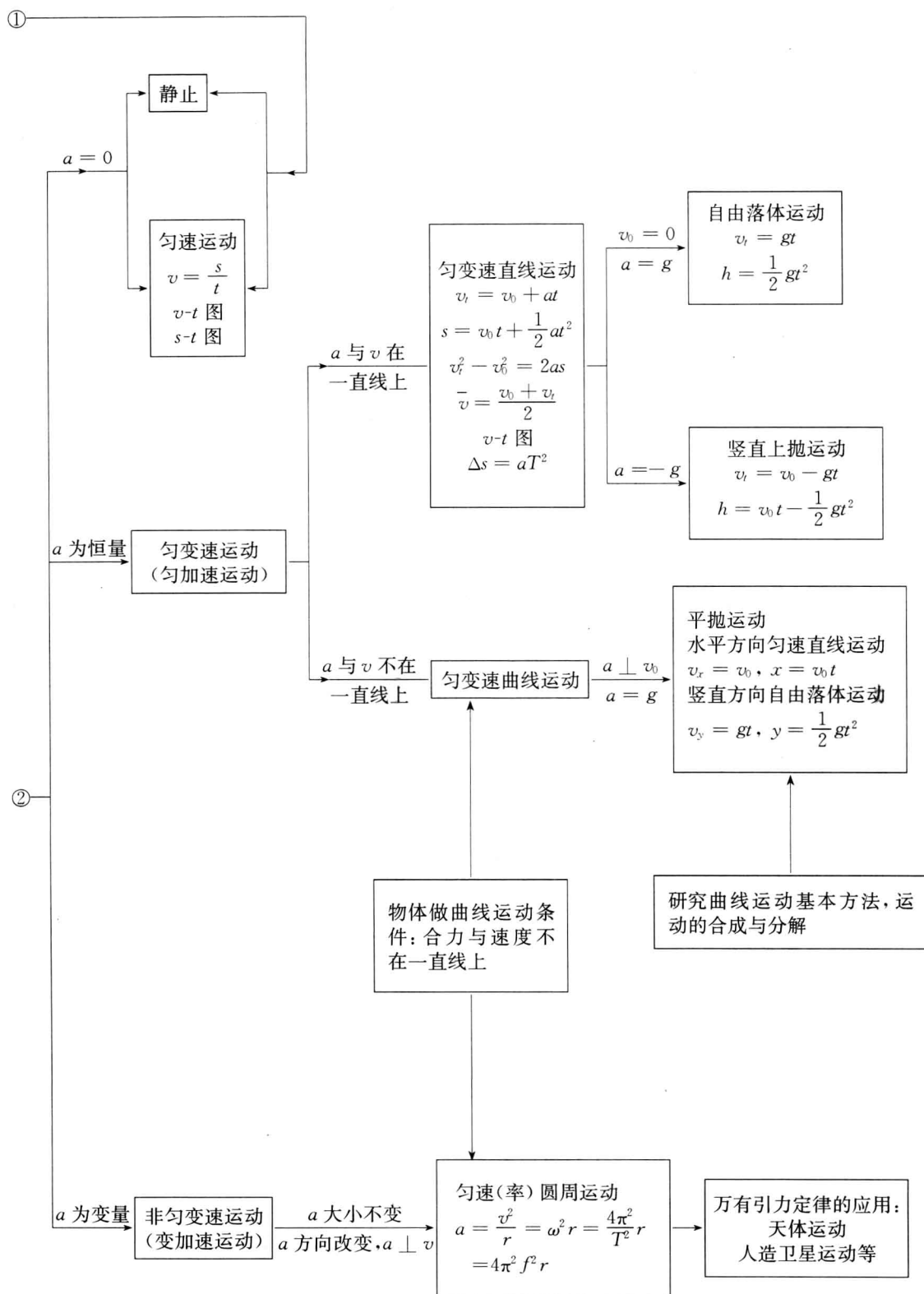
理科综合仿真试题(一)	295
理科综合仿真试题(二)	302
理科综合仿真试题(三)	310
参考答案	315
2001 年普通高等学校招生全国统一考试(理科综合能力测试)试题、答案及评分标准	331

第一篇 单学科综合

第1单元 力学 (一)

【知识结构】





【命题方向】

本单元涉及高中物理前几章的知识内容,有《力 物体的平衡》、《直线运动》、《牛顿运动定律》和《曲线运动 万有引力定律》,是力学中重要的基础知识.在历年高考试题中占的比重约为总量的 15%—20%.热点有以下几个方面:①摩擦力:静摩擦力方向的判定或大小的确定,滑动摩擦力大小及做功的计算.②共点力平衡:静态平衡问题和动态平衡问题.③力矩及有固定转动轴物体的平衡:力矩的计算常出现在电磁学问题中,有固定转动轴物体的平衡在 2000 年高考中已恢复为一个热点,并在“3+X”高考全国卷的大题中出现.④匀变速直线运动规律,其公式和 $v-t$ 图象是重要内容.⑤两个作直线运动物体的追及、相遇(或相碰)问题.⑥运用牛顿第二定律求瞬时加速度.⑦牛顿第二定律与运动学相结合的问题.⑧连结体问题.⑨平抛运动及类平抛运动.⑩圆周运动问题:包括竖直平面内圆周运动的临界问题(例如 1997 年上海高考试题,1999 年全国高考试题)以及电磁学中带电粒子在匀强磁场中的匀速圆周运动问题.⑪万有引力定律及其应用:天体质量的计算,地球同步卫星到地心距离(或离地高度)的推算,两颗卫星的速度、角速度、周期、半径的比值计算等.在有关距离等的计算中有要求结果保留 1 位有效数字的估算题.由于近年来的高考在注重能力考查的前提下,又突出了综合和联系生活、生产、科技实际,这为我们指出了今后高考命题的主要方向.例如 1998 年高考全国卷第 21 题(见题型二十一例题),又如 2000 年北京春季高考的一道试题,将平抛运动与类平抛运动结合在一起考查,也是一道难度适中的好综合题.题目如下:

如图 1-1-1 所示,质量相等的 A、B 两质点从同一点 O 分别以相同的水平速度 v_0 沿 x 轴正方向被抛出,A 在竖直平面内运动,落地点为 P_1 ,B 沿光滑斜面运动,落地点为 P_2 , P_1 和 P_2 在同一水平面上,不计空气阻力,则下面说法中正确的是 ()

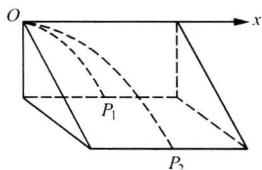


图 1-1-1

- A. A、B 的运动时间相同 B. A、B 沿 x 轴方向的位移相同
C. A、B 落地时的动量相同 D. A、B 落地时的动能相同
(正确答案为 D)

【典型题型分类分析】

题型一:(一个物体受共点力作用而平衡)

例题 1 如图 1-1-2 所示,位于斜面的物块 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静摩擦力的 ()

- 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

解题策略:物体 M 受重力、支持力、推力、静摩擦力四力作用处于平衡状态,用正交分解法解题.

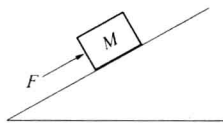


图 1-1-2

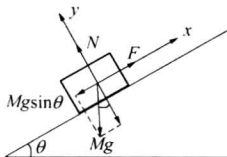


图 1-1-3

解:物体 M 受力如图 1-1-3 所示,图中静摩擦力未画出,其方向与斜面平行,建立正交坐标系,对重力进行正交分解.根据共点力平衡条件,在沿斜面方向有 $F_{x合} = 0$,即 F 、 $Mg \sin \theta$ 和 $f_{静}$ 的合力为零.

由图可知,当 $F > Mg \sin \theta$ 时, $f_{静}$ 沿斜面向下,(答案 B 正确) $F_{x合} = F - Mg \sin \theta - f_{静} = 0$,

则
$$f_{静} = F - Mg \sin \theta; \quad (1)$$

当 $F < Mg \sin \theta$ 时, $f_{静}$ 沿斜面向上,(答案 A 正确) $F_{x合} = F + f_{静} - Mg \sin \theta = 0$,

则
$$f_{静} = Mg \sin \theta - F. \quad (2)$$

这时,如果满足 $Mg \sin \theta = 2F$, 则有 $f_{\text{静}} = F$, (选项 D 正确)

当 $F = Mg \sin \theta$ 时, 有 $F_{\text{合}} = F - Mg \sin \theta = 0$,

则 $f_{\text{静}} = 0$. (选项 C 正确)

误点警示: 在 $F < Mg \sin \theta$ 情况下, 因对②式未加分析, 而漏选 D.

思维发散: 在分析静摩擦力的大小和方向时, 首先对物体进行受力分析并正交分解, 然后先分析静摩擦力的方向, 再分析其大小.

例题 2 (1997 年全国高考题) 图 1-1-4 中重物的质量为 m , 轻细线 AO 和 BO 的 A 、 B 端固定. 平衡时 AO 水平, BO 与水平面的夹角为 θ . AO 的拉力 F_1 和 BO 的拉力 F_2 的大小是 ()

A. $F_1 = mg \cos \theta$

B. $F_1 = mg \cot \theta$

C. $F_2 = mg \sin \theta$

D. $F_2 = mg / \sin \theta$

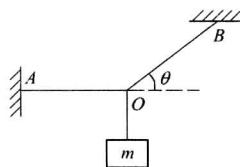


图 1-1-4

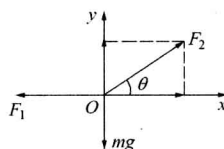


图 1-1-5

解题策略: 根据题意确定结点 O 为研究对象, 它受三力作用平衡, 可用多种方法求解.

解法一: 结点 O 受力如图 1-1-5 所示. 建立正交坐标系, 将 F_2 进行正交分解. 根据共点力的平衡条件有

$$F_{\text{合}x} = F_2 \cos \theta - F_1 = 0, \quad (1)$$

$$F_{\text{合}y} = F_2 \sin \theta - mg = 0, \quad (2)$$

解②得 $F_2 = mg / \sin \theta$; (选项 D 正确)

F_2 代入①得 $F_1 = mg \cot \theta$. (选项 B 正确)

解法二: 将重物对结点的拉力运用平行四边形法则在两细线方向进行分解, 得分力 T_1 和 T_2 , 如图 1-1-6 所示. 则 F_1 和 F_2 的大小分别等于 T_1 和 T_2 的大小.

直角三角形中, 解得 $T_1 = mg \cot \theta$, $T_2 = mg / \sin \theta$.

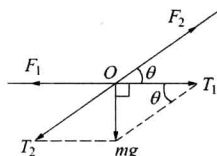


图 1-1-6

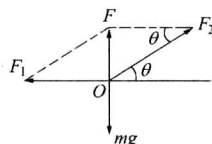


图 1-1-7

解法三: 结点受三共点力作用平衡, 则 F_1 和 F_2 的合力 F 必与 mg 反向、等值, 如图 1-1-7 所示.

直角三角形中, 解得

$$F_1 = F \cot \theta = mg \cot \theta,$$

$$F_2 = F / \sin \theta = mg / \sin \theta.$$

解法四: 结点受三力作用平衡, 这三力必构成矢量三角形, 如图 1-1-8 所示. 运用正弦定理得

$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin 90^\circ} = \frac{mg}{\sin \theta}$$

即

$$\frac{F_1}{\cos \theta} = F_2 = \frac{mg}{\sin \theta}$$

可得

$$F_1 = mg \cot \theta, F_2 = \frac{mg}{\sin \theta}$$

误点警示: 以上解法中均用到三角函数知识, 运用中力求正确, 否则可能误选选项 A、C.

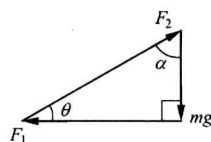


图 1-1-8

思维发散:

变题 1: 如果相连于 O 点的三段细绳能承受的最大拉力相同, 当悬挂重物的质量逐渐增大时, 哪根细绳先断?

解: 我们可以比较三根细绳中的张力 F_1 、 F_2 、 mg 的大小, 力最大的那根细绳会先断. 从解法一的方程①和②分别得: $F_2 = \frac{F_1}{\cos\theta} > F_1$, $F_2 = \frac{mg}{\sin\theta} > mg$. 可见三力中 F_2 最大, 细绳 OB 先断. 也可从解法四中的三力构成的矢量三角形直接看出, 因为是直角三角形, 所以斜边 F_2 最大, 则细绳 OB 先断.

变题 2: 使细线 OA 从水平位置开始, 绕结点 O 缓慢向上转动 (保持结点 O 位置不变), 直到 OA 处于竖直位置. 问: 在这过程中, 细线 OA 和 OB 的拉力 F_1 和 F_2 的大小是如何变化的?

解: 由于细线 OA 在向上转动过程中, 结点 O 保持不动, 可知结点 O 始终处于平衡状态. 所以, 不管 F_1 、 F_2 的大小发生什么变化, 它们的合力 F 将保持不变, 一定与力 mg 反向、等值. 设细线 OA 依次转过 OA' 、 OA'' 、 OA''' 位置, 线中的张力分别是 F_1' 、 F_1'' 、 F_1''' , 相对应的细线 OB 中的张力分别是 F_2' 、 F_2'' 、 F_2''' , 它们的关系如图 1-1-9 所示, 从图中看出, F_1 的变化是先变小后变大, 当两细线垂直时, F_1 最小, 最小值是 $F\cos\theta = mg\cos\theta$; F_2 是逐渐变小的, 当细线 OA 转到竖直位置时, F_2 减小到零.

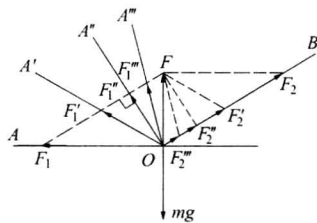


图 1-1-9

题型二: (由光滑滑轮或光滑挂钩构成共点力的平衡)

例题 3 (1996 年上海高考题) 长为 5m 的细绳两端分别系于竖立在地面上相距为 4m 的两杆的顶端 A 、 B . 绳上挂一个光滑的轻质挂钩, 其下连着一个重为 12N 的物体, 如图 1-1-10 所示. 平衡时, 绳中的张力 $T =$ _____.

解题策略: 本题仍属于一个物体受共点力作用平衡的问题, 但有其特点, 就是穿过光滑滑轮或光滑挂钩的细绳中各处张力大小相等. 题中研究对象为挂钩, 挂钩受两边细绳的拉力 (大小都为 T) 及重物向下的拉力 (大小为 G) 三力作用, 由挂钩平衡可知, 合力 $T_{\text{合}}$ 必与 G 反向、等值. 又因拉力构成的四边形是菱形, 所以 $T_{\text{合}}$ 平分 $\angle AOB$, 即细绳 AO 、 BO 与竖直方向 (或与水平方向) 的夹角相等.

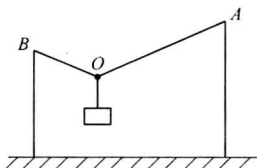


图 1-1-10

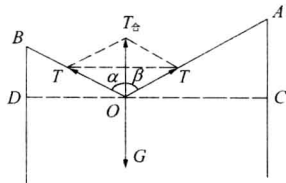


图 1-1-11

解: 如图 1-1-11 所示, 挂钩 O 在 T 、 T 、 G 三力作用下平衡, 则 $T_{\text{合}}$ 与 G 反向、等值. 由拉力构成的四边形是菱形, 得

$$T_{\text{合}} = 2T\cos\alpha = G, \quad (1)$$

过 O 作水平线 CD , 则 $\triangle ACO \sim \triangle BDO$, 得

$$\frac{AO}{BO} = \frac{CO}{DO}, \quad \frac{AO+BO}{BO} = \frac{CO+DO}{DO}, \quad \frac{5}{BO} = \frac{4}{DO}.$$

$$\sin\alpha = \sin\angle B = \frac{OD}{OB} = \frac{4}{5}, \quad (2)$$

②代入①得

$$T = \frac{G}{2\cos\alpha} = \frac{G}{2\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{G}{2\sqrt{1-(\frac{4}{5})^2}} = 10\text{N}.$$

误点警示:未掌握细绳穿过光滑挂钩时绳中张力的特点,在本题中不能画出菱形力图;不能正确运用相似三角形对应边成比例及合比知识.

思维发散:

变题:试将本题中 B 杆保持不动,而分别将 A 杆高度缓慢变短(两杆距离保持不变)和水平向右缓慢移动,问细绳中的张力如何变化?

解:由原题题解 $T = \frac{G}{2\cos\alpha}$ 知, T 的变化由 $\cos\alpha$ 的变化而定. 那么 $\cos\alpha$ 的值是怎样变化的呢? 我们用极限法将 A 杆下降到接近于最低点,如图 1-1-12 所示. 则

$$\cos\alpha = \cos\angle B = \frac{\sqrt{l^2 - d^2}}{l}.$$

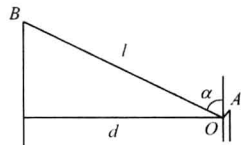


图 1-1-12

可见, $\cos\alpha$ 的值由细绳的总长 l 和杆距 d 决定的. 在杆作竖直移动时, $\cos\alpha$ 的值不发生变化, 所以细绳中的张力保持不变. 当杆 A 水平向右移动时, d 增大而 l 不变, $\cos\alpha$ 的值将逐渐减小, 所以细绳中的张力逐渐增大.

题型三: (相互作用的两个物体的共点力平衡)

例题 4 如图 1-1-13 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 以相同的速度作匀速直线运动, 由此可知, A 、 B 间的动摩擦因数 μ_1 和 B 、 C 间的动摩擦因数 μ_2 有可能是

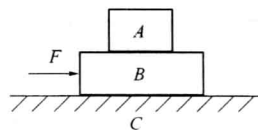


图 1-1-13

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

解题策略:本题运用整体法和隔离法, 结合正交分解法来解.

解:将 A 、 B 看成一个整体, 由平衡条件知

$$F_{x合} = F - f_{BC} = 0, \text{ 得 } f_{BC} = F \neq 0, \text{ 故 } \mu_2 \neq 0.$$

隔离 A , 由 A 平衡条件知

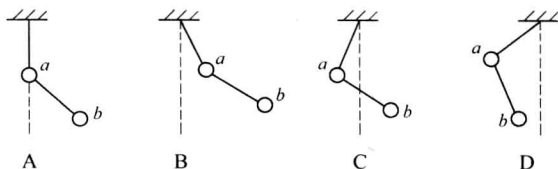
$$F_{x合} = 0, \text{ 得 } f_{AB} = 0, \text{ 故 } \mu_1 = 0.$$

因此选项 B 正确.

例题 5 用轻质细线把两个质量未知的小球悬挂起来, 如图 1-1-14 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° 的同样大的恒力, 最后达到平衡, 表示平衡状态的图可能是



图 1-1-14



解题策略:用隔离法对 a 、 b 分别进行受力分析, 根据平衡条件求解.

解:隔离 a 、 b 两球, 分别进行受力分析. 假设 a 、 b 位置如图 1-1-15 所示. 根据平衡条件,

对 b 球有 $F_{x合} = F \cdot \cos 30^\circ - T \cos \alpha = 0,$

对 a 球有 $F_{x合} = T \cos \alpha - F \cos 30^\circ - P \cos \beta = 0,$

①代入②得 $P \cos \beta = 0,$

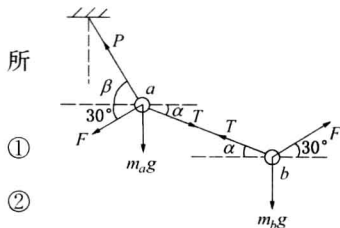


图 1-1-15

因为 $P \neq 0$, 所以 $\cos\beta = 0$, 可得 $\beta = 90^\circ$.

故选项 A 正确.

题型四:(有固定转动轴物体的平衡)

例题 6 如图 1-1-16 所示是用电动砂轮打磨工件的装置. 砂轮转轴过图中 O 点垂直于纸面. AB 是一长度 $l = 0.60\text{m}$, 质量 $m_1 = 0.50\text{kg}$ 的均匀刚性细杆, 可绕过 A 端的固定轴在竖直面(图中纸面)内无摩擦地转动. 工件 C 固定在 AB 杆上, 其质量 $m_2 = 1.5\text{kg}$, 工件的重心、工件与砂轮的接触点 P 以及 O 点都在过 AB 中点的竖直线上, P 到 AB 杆的垂直距离 $d = 0.10\text{m}$. AB 杆始终处于水平位置, 砂轮与工件之间的动摩擦因数 $\mu = 0.60$.

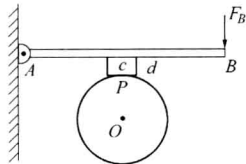


图 1-1-16

(1) 当砂轮静止时, 要使工件对砂轮的压力 $F_0 = 100\text{N}$, 则施于 B 端竖直向下的力 F_B 应是多大?

(2) 当砂轮逆时针转动时, 要使工件对砂轮的压力仍为 $F_0 = 100\text{N}$, 则施于 B 端竖直向下的力 F'_B 应是多大?

解题策略: 把 AB 杆连同固定在一起的工件看成一个物体, 可绕定轴 A 转动. 当它压在砂轮上时, 不论砂轮转动与否, 或向什么方向转动, 它均处于平衡状态, 满足平衡条件 $M_{\text{合}} = 0$.

解: (1) 对固定在一起的杆和工件整体进行受力分析. 当砂轮静止时, 受重力 $(m_1 + m_2)g$ 、支持力 F_0 和压力 F_B 作用. 它们对 A 轴的力矩分别是

$$\text{重力矩} \quad (m_1 + m_2)g \times \frac{l}{2},$$

$$\text{支持力矩} \quad F_0 \times \frac{l}{2},$$

$$\text{压力矩} \quad F_B l,$$

$$\text{由力矩平衡条件得} \quad F_0 \times \frac{l}{2} - (m_1 + m_2)g \times \frac{l}{2} - F_B l = 0,$$

$$\begin{aligned} \text{解得} \quad F_B &= \frac{1}{2}[F_0 - (m_1 + m_2)g] \\ &= \frac{1}{2}[100 - (0.50 + 1.5) \times 10]\text{N} = 40\text{N}. \end{aligned}$$

(2) 当砂轮逆时针转动时, 由题意知杆和工件整体受相同的重力和支持力作用, 还受压力 F'_B 及砂轮对工件水平向左的摩擦力 $f = \mu F_0$ 作用.

$$\text{平衡方程为} \quad F_0 \times \frac{l}{2} - (m_1 + m_2)g \times \frac{l}{2} - F'_B l - \mu F_0 d = 0,$$

$$\text{解得} \quad F'_B = \frac{1}{2}[F_0 - (m_1 + m_2)g] - \mu F_0 \frac{d}{l},$$

$$\text{代入数据得} \quad F'_B = 30\text{N}.$$

误点警示: 工件所受滑动摩擦力 f 的方向不能有误, 力矩的正、负也不能有误.

思维发散: 题中加工工件时, 如果让正轮反向转动, 其它条件不变, 试计算此时施于 B 端的压力 F''_B 应是多大? ($F''_B = 50\text{N}$)

题型五:(两类平衡的综合题)

例题 7 如图 1-1-17 所示, 质量为 m 的匀质木棒, 上端可绕固定的水平光滑轴 O 转动, 下端搁在木板上, 木板置于光滑水平面上, 棒与竖直方向成 45° 角. 棒的下端与木板间的动摩擦因数为 0.5 . 为使木板向右作匀速运动, 水平拉力 F 的大小应为_____.

解题策略: 题中木棒处于有固定轴物体平衡状态, 木板处于共点力平衡状态. 对它们分别进行受力分析, 再建立平衡方程, 求出未知量.

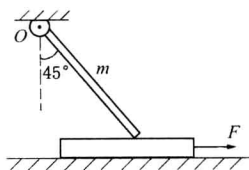


图 1-1-17

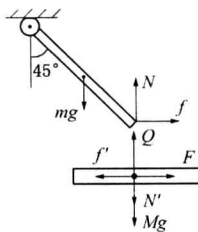


图 1-1-18

解: 木棒和木板的受力图如图 1-1-18 所示.

对木棒, 设木棒长为 l , 由 $M_{\text{合}} = 0$ 得,

$$Nl \sin 45^\circ + fl \cos 45^\circ - mg \cdot \frac{l}{2} \sin 45^\circ = 0 \quad (1)$$

对木板, 由 $F_{\text{合}} = 0$ 得:

$$F - f' = 0, \quad (2)$$

$$\text{又} \quad f = f', \quad (3)$$

$$f = \mu N = 0.5 \cdot N, \quad (4)$$

$$\text{解①②③④得} \quad F = \frac{mg}{6}.$$

思维发散: 本题中, 在木板不受水平拉力作用或受较小的水平拉力作用, 木板都静止的情况下, 木棒下端所受木板的支持力大小有何不同? (前者支持力 $N = \frac{mg}{2}$, 后者木板静止不动, 可分两种情况, 当水平拉力向右时, $N < \frac{mg}{2}$; 当水平拉力向左时, $N > \frac{mg}{2}$)

题型六: (加速度概念)

例题 8 (1996 年全国高考题) 一物体做匀变速直线运动, 某时刻速度大小为 4m/s , 1s 后速度大小变为 10m/s , 在这一秒内该物体的 ()

A. 位移大小可能小于 4m

B. 位移大小可能大于 10m

C. 加速度的大小可能小于 4m/s^2

D. 加速度的大小可能大于 10m/s^2

解题策略: 应注意速度是矢量, 设初速度方向为正方向, 则 $v_0 = 4\text{m/s}$, 1s 末速度方向未知, 则有两种可能, 所以 $v_t = \pm 10\text{m/s}$.

解: 加速度

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{\pm 10 - 4}{1} \text{m/s}^2,$$

得

$$a_1 = 6\text{m/s}^2, a_2 = -14\text{m/s}^2.$$

所以选项 D 正确.

位移

$$s_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = (4 \times 1 + \frac{1}{2} \times 6 \times 1^2) \text{m} = 7\text{m},$$

$$s_2 = v_0 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 = (4 \times 1 + \frac{1}{2} \times (-14) \times 1^2) \text{m} = -3\text{m}.$$

所以选项 A 正确.

本题也可用匀变速运动平均速度求位移

$$s = \bar{v} \cdot t = \frac{v_0 + v_t}{2} \times t = \frac{4 + (\pm 10)}{2} \times 1\text{m},$$

$$s_1 = 7\text{m}, s_2 = -3\text{m}.$$

误点警示:漏去末速度 $v_t = -10\text{m/s}$ 的情形,会导致本题无正确答案可选.

思维发散:从上面的解答可以看出,在不知道加速度值时,求匀变速直线运动的位移,应用平均速度求解是一条方便的途径.

题型七:(自由落体运动)

例题 9 一矿井深为 125m ,在井口每隔一定时间自由下落一个小球,当第 11 个小球刚从井口开始下落时,第 1 个小球恰好到达井底,则相邻两个小球开始下落的时间间隔为 _____ s,这时第 3 个小球和第 5 个小球相距 _____ m(g 取 10m/s^2).

解题策略:每个小球作自由落体运动.当第 11 个小球刚开始下落时,11 个小球的位置如图 1-1-19 所示,相当于第 1 个小球从井口自由下落的闪光照片图.

解:设井深为 H ,每个小球从井口落到井底所用时间为 t ,则 $H = \frac{1}{2}gt^2$,得

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 125}{10}}\text{s} = 5\text{s}.$$

从井口到井底,共分布 11 个小球,其间有 10 个时间间隔,每个时间间隔为 $\frac{5}{10}\text{s} = 0.5\text{s}$.

设第 3 个小球与第 5 个小球相距为 $h_{3,5}$,则

$$h_{3,5} = h_3 - h_5 = \frac{1}{2}gt_3^2 - \frac{1}{2}gt_5^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times [0.5 \times (10 - 2)]^2\text{m} - \frac{1}{2} \times 10 \times [0.5 \times (10 - 4)]^2\text{m}$$

$$= 35\text{m}.$$

或

$$h_{3,5} = \bar{v}_{3,5} \cdot t_{3,5} = v_4 \cdot t_{3,5} = gt_4 \cdot t_{3,5}$$

$$= 10 \times [0.5 \times (10 - 3)] \times (0.5 \times 2)\text{m} = 35\text{m}.$$

误点警示:误认为 11 个小球之间有 11 个时间间隔.

思维发散:本题与测定匀变速直线运动加速度实验属于同种类型.本题中的示意图相当于打点记时器打下的纸带图.本题中加速度是已知量,而实验中是被测量.

题型八:(竖直上抛运动)

例题 10(1999 年全国高考题) 一跳水运动员从离水面 10m 高的平台上向上跃起,举双臂直体离开台面,此时其重心位于从手到脚全长的中点,跃起后重心升高 0.45m ,达到最高点.落水时身体竖直,手先入水.(在此过程中运动员水平方向的运动忽略不计)从离开跳台到手触水面,他可用于完成空中动作的时间是 _____ s.(计算时,可以把运动员看作全部质量集中在重心的一个质点, g 取 10m/s^2 .结果保留二位数字)

解题策略:跳水运动是一种复杂的运动,在忽略运动员水平方向的运动,且把运动员看成一个质点后,问题便简化为质点在竖直方向的匀变速直线运动.具体说,可以看成由上升阶段的上抛运动和下降阶段的自由落体运动两部分组成,或者可以把全过程看成上抛运动.

解:设质点上升到最高点的时间为 t_1 ,为简便起见, t_1 的计算可根据时间对称,即用质点从最高点落回起跳位置求出,由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得

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

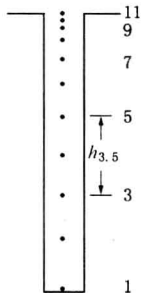


图 1-1-19

质点下降阶段总时间设为 t_2 , 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times (10 + 0.45)}{10}} \text{ s} = 1.4 \text{ s},$$

总时间

$$t = t_1 + t_2 = (0.3 + 1.4) \text{ s} = 1.7 \text{ s}.$$

误点警示: 本题要求学生能从比较复杂的跳水运动情景中正确抽象出相关的物理模型, 并弄清楚质点运动与人运动的空间关系.

思维发散: 本题可问运动员的起跳速度是多大? 根据 $v_t^2 - v_0^2 = -2gh$, 得

$$v_0 = \sqrt{v_t^2 + 2gh} = \sqrt{0 + 2 \times 10 \times 0.45} \text{ m/s} = 3 \text{ m/s}.$$

当我们知道了上抛初速度, 则可把全过程看成上抛运动来计算总时间. 根据 $h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$, 得

$$-10 = 3t - \frac{1}{2} \times 10t^2, \text{ 解得 } t = 1.7 \text{ s}.$$

题型九: (两个运动物体的追及问题)

例题 11 两辆完全相同的汽车沿水平直路一前一后匀速行驶, 速度均为 v_0 , 若前车突然以恒定的加速度刹车, 在它刚停住时, 后车以前车的加速度开始刹车, 已知前车在刹车过程中所行的距离为 s , 若要保证两辆车在上述情况中不相撞, 则两车在匀速行驶时保持的距离至少应为 ()

A. s

B. $2s$

C. $3s$

D. $4s$

解题策略: 要把前后两车的运动过程、性质、位置关系弄清楚, 并画一不相撞的示意图, 如图 1-1-20 所示. 再根据运动规律及位置关系, 建立有关方程求解.

解: 设两车匀速行驶时, 相距为 L . 两车刹车时, 加速度的大小为 a . 如示意图建立 x 坐标.

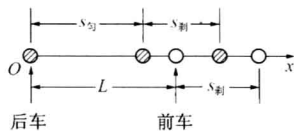


图 1-1-20

对前车, 根据 $v_t^2 - v_0^2 = -2as$, 得刹车位移 $s_{\text{刹}} = \frac{v_0^2}{2a}$; 又根据 $v_t = v_0 - at$, 得刹车时间 $t = \frac{v_0}{a}$. 刹车结束时, 前车的位置是

$$x_{\text{前}} = L + s_{\text{刹}} = L + \frac{v_0^2}{2a}.$$

对后车, 匀速运动位移 $s_{\text{匀}} = v_0 t = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} = \frac{v_0^2}{a}$, 刹车位移与前车相同. 刹车结束时, 后车的位置是

$$x_{\text{后}} = s_{\text{匀}} + s_{\text{刹}} = \frac{v_0^2}{a} + \frac{v_0^2}{2a}.$$

显然, 两车不相撞的条件是 $x_{\text{后}} \leq x_{\text{前}}$, 即 $\frac{v_0^2}{a} + \frac{v_0^2}{2a} \leq L + \frac{v_0^2}{2a}$, 即 $L \geq \frac{v_0^2}{a} = 2s_{\text{刹}}$.

故选项 B 正确.

思维发散: 匀变速运动速度图象能把速度、时间、加速度和位移各个参量反映出来, 能不能用 $v-t$ 图象来解这道题呢?

我们在同一 $v-t$ 图上, 分别画出前车和后车的图象, 如图 1-1-21 所示.

图中 $\triangle v_0 Ot$ 的面积表示的是前车的刹车距离 s . 矩形 $v_0 OtA$ 的面积表示的是后车匀速运动的距离, 这距离显然是 $2s$. $\triangle At(2t)$ 的面积表示的是后车的刹车距离, 同是 s . 可见从前车开始刹车到后车停止运动这段时间内, 后车比前车多行驶距离 $2s$. 为保证两车不相撞, 在行驶中两车车距必须大于 $2s$, 至少等于 $2s$.

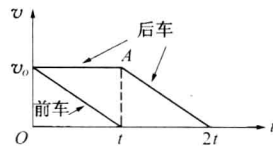


图 1-1-21

由此可见运用速度图象解决追及问题时具有直观简明的特点.

例题 12 一列快车以 72 km/h 的速度在铁路上行驶, 司机突然发现同一铁轨前方 600 m 处有一列货车以 28.8 km/h 的速度在同向行驶后立即刹车, 但快车还会继续滑行 2000 m 才能停下来. 问两车会不会相撞?

解题策略:注意本题与上题的区别是本题中的前车一直作匀速运动,所以后车不碰前车的条件应是当后车的速度减小至与前车速度相等时,满足如下关系: $s_{\text{后}} \leq L + s_{\text{前}}$ (s 表示位移, L 表示两车的原间距). 临界条件是 $s_{\text{后}} = L + s_{\text{前}}$.

解法一:后车刹车后作匀减速运动. 其加速度为

$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2s} = \frac{0 - 20^2}{2 \times 2000} \text{ m/s}^2 = -0.1 \text{ m/s}^2.$$

当后车减速到与前车速度相等, 即 8 m/s 时, 后车的位移 $s_{\text{后}} = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{8^2 - 20^2}{2 \times (-0.1)} \text{ m} = 1680 \text{ m}$.

所用时间 $t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{8 - 20}{-0.1} \text{ s} = 120 \text{ s}$.

在这段时间内, 前车的位移 $s_{\text{前}} = vt = 8 \times 120 \text{ m} = 960 \text{ m}$.

因为 $1680 \text{ m} > (600 + 960) \text{ m}$, 即 $s_{\text{后}} > L + s_{\text{前}}$, 所以两车会相撞.

解法二 后车减速到与前车速度相等所用时间 t 的计算同上. 在同一 $v-t$ 图上作出两车的速度图象, 如图 1-1-22 所示. 图中矩形 $OBCD$ 的面积表示前车匀速运动的位移, 梯形 $OACD$ 的面积表示后车匀减速运动的位移, $\triangle ABC$ 的面积表示后车比前车多行驶的距离, 其值是 $\frac{AB \times BC}{2} = \frac{(20 - 8) \times 120}{2} \text{ m} = 720 \text{ m}$. 因为 $720 \text{ m} > 600 \text{ m}$, 所以两车会相撞.

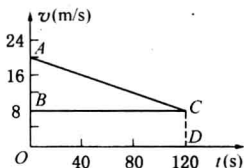


图 1-1-22

误点警示:将不碰的条件误认为后车从刹车后直到停止的位移小于或等于原两车间的距离与前车同一时间里的位移之和, 得出错误结论.

思维发散:为使题中后车与前车不相撞, 后车的加速度应满足什么条件? ($|a| \geq 0.12 \text{ m/s}^2$).

题型十: (单个物体的动力学问题)

例题 13 (1995 年全国高考题) 已知质量为 m 的木块在大小为 T 的水平拉力作用下沿粗糙水平地面作匀加速直线运动, 加速度为 a , 则木块与地面之间的动摩擦因数为 _____. 若在木块上再施加一个与水平拉力 T 在同一竖直平面内的推力, 而不改变木块加速度的大小和方向, 则此推力与水平拉力 T 的夹角为 _____.

解题策略:对单体动力学问题, 解题基本方法是首先对物体进行受力分析, 然后进行正交分解, 再运用牛顿第二定律求解.

解:第一种情况, 木块受力如图 1-1-23 所示.

水平方向有 $T - f = ma$, ①

竖直方向有 $N - mg = 0$, ②

又 $f = \mu N$, ③

解①②③得 $\mu = \frac{T - ma}{mg}$.

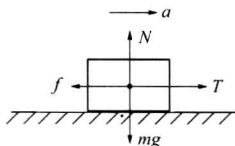


图 1-1-23

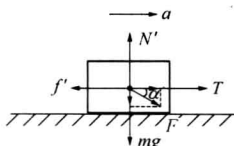


图 1-1-24

第二种情况, 设推力为 F , 与水平方向夹角为 α , 木块受力如图 1-1-24 所示. 将 F 在竖直方向和水平方向进行正交分解, 则

水平方向 $T + F \cos \alpha - f' = ma$, ④