

高考 [理化生] 压轴题解析

GAOKAO LI HUA SHENG
YAZHOU TI JIEXI

本书编委会 编

- ◀ 剖析高考难点
- ◀ 体验名师高招
- ◀ 演练压轴真题
- ◀ 赢在终点冲刺



YZL10890144796

四川出版集团·四川辞书出版社

本书编委会 编

编委会:

陆中权 郭延庆 缪加立 黄有为 张 宁 李 毅
徐安国 谭海涛 刘 静 方基华 游桂先 刘 洋
李 英 江 雪 杨玉明

高考 (理化生)

压轴题解析



YZLI0890144796

四川出版集团·四川辞书出版社

本件聯發會

聯發會

图书在版编目 (CIP) 数据

高考(理化生)压轴题解析 / 陆中权主编. —成都:

四川出版集团·四川辞书出版社, 2011.5

ISBN 978-7-80682-665-2

I. ①高… II. ①陆… III. ①理科(教育)—课程—

高中—题解—升学参考资料 IV. ①G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 060117 号

高考(理化生)压轴题解析

GAOKAO LI HUA SHENG YAZHOU TI JIEXI

陆中权 主编

策 划 方光琅 曾 真

责任编辑 田学宾

封面设计 武 韵

版式设计 王 跃

责任印制 严红兵 肖嗣兰

出版发行 四川出版集团·四川辞书出版社

地 址 成都市三洞桥路 12 号

邮政编码 610031

印 刷 成都翔川印务有限责任公司

版 次 2011 年 5 月第 1 版

印 次 2011 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 17.5

书 号 ISBN 978-7-80682-665-2

定 价 27.00 元

* 版权所有, 翻印必究。

* 本书如有印装质量问题, 请寄回出版社调换。

* 市场营销部电话: 028-87734330 87734332

前 言

在高考中，同学们失分较多的几道题，通常都是综合性强，考查知识面广，题目新颖灵活，对同学们的能力要求较高的题，也就是我们通常说的压轴题。压轴题知识容量大，逻辑性强，条件比较隐晦，解题方法也多样。这些题拉开了学生之间的分数差距。

多年来，面对高考压轴题，即使较为优秀的考生，难免也要绞尽脑汁，不少考生则是束手无策或直接放弃。为了让同学们掌握更多的解题技巧，提高应试能力，取得更好的成绩，在出版了“高中疑难解析丛书”之后，我们又邀请了一批名校的高中一线教师，深入研究近几年的高考压轴题，编写了本套书。

本套书按照知识专题的形式分类编排。每个专题下包括“知识方法技巧”、“例题点击”、“能力检测”三大板块。“知识方法技巧”不仅讲解这类型压轴题涉及的知识点，而且总结了解题技巧和考试中应注意的细节。“例题点击”选择高考真题进行详细分析，包含了该类型题目的解题思维方法和考试时的最佳答题方式。“能力检测”里的习题很具代表性，旨在提高同学们举一反三的能力。

参加本套书编写的有陆中权、郭延庆、赵南平、缪加立、黄有为、张宁、李毅、徐安国、谭海涛、刘静、方基华、游桂先、刘洋、李英、江雪、杨玉明等。

书中如有不妥之处，恳请读者指正。

编 者

目 录

174	.....	.....	.....
181	.....	.....	.....
191	.....	.....	.....
205	.....	.....	.....
219	.....	.....	.....
232	.....	.....	.....
252	.....	.....	.....
282	.....	.....	.....
291	.....	.....	.....
305	.....	.....	.....
319	.....	.....	.....
332	.....	.....	.....
346	.....	.....	.....
360	.....	.....	.....
374	.....	.....	.....
388	.....	.....	.....
402	.....	.....	.....
416	.....	.....	.....
430	.....	.....	.....
444	.....	.....	.....
458	.....	.....	.....
472	.....	.....	.....
486	.....	.....	.....
500	.....	.....	.....
514	.....	.....	.....
528	.....	.....	.....
542	.....	.....	.....
556	.....	.....	.....
570	.....	.....	.....
584	.....	.....	.....
598	.....	.....	.....
612	.....	.....	.....
626	.....	.....	.....
640	.....	.....	.....
654	.....	.....	.....
668	.....	.....	.....
682	.....	.....	.....
696	.....	.....	.....
710	.....	.....	.....
724	.....	.....	.....
738	.....	.....	.....
752	.....	.....	.....
766	.....	.....	.....
780	.....	.....	.....
794	.....	.....	.....
808	.....	.....	.....
822	.....	.....	.....
836	.....	.....	.....
850	.....	.....	.....
864	.....	.....	.....
878	.....	.....	.....
892	.....	.....	.....
906	.....	.....	.....
920	.....	.....	.....
934	.....	.....	.....
948	.....	.....	.....
962	.....	.....	.....
976	.....	.....	.....
990	.....	.....	.....
1004	.....	.....	.....
1018	.....	.....	.....
1032	.....	.....	.....
1046	.....	.....	.....
1060	.....	.....	.....
1074	.....	.....	.....
1088	.....	.....	.....
1102	.....	.....	.....
1116	.....	.....	.....
1130	.....	.....	.....
1144	.....	.....	.....
1158	.....	.....	.....
1172	.....	.....	.....
1186	.....	.....	.....
1200	.....	.....	.....
1214	.....	.....	.....
1228	.....	.....	.....
1242	.....	.....	.....
1256	.....	.....	.....
1270	.....	.....	.....
1284	.....	.....	.....
1298	.....	.....	.....
1312	.....	.....	.....
1326	.....	.....	.....
1340	.....	.....	.....
1354	.....	.....	.....
1368	.....	.....	.....
1382	.....	.....	.....
1396	.....	.....	.....
1410	.....	.....	.....
1424	.....	.....	.....
1438	.....	.....	.....
1452	.....	.....	.....
1466	.....	.....	.....
1480	.....	.....	.....
1494	.....	.....	.....
1508	.....	.....	.....
1522	.....	.....	.....
1536	.....	.....	.....
1550	.....	.....	.....
1564	.....	.....	.....
1578	.....	.....	.....
1592	.....	.....	.....

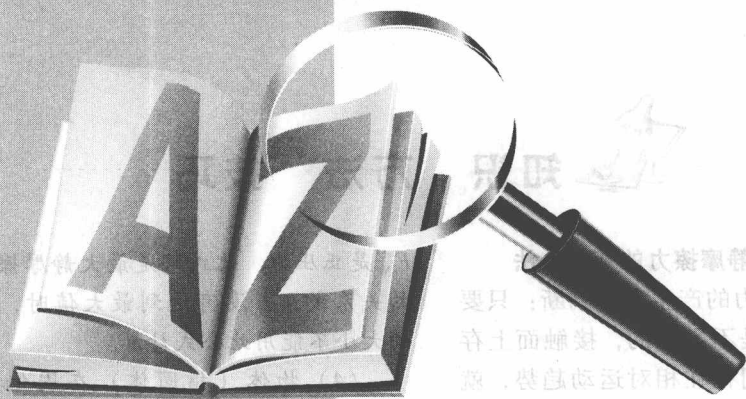
第二部分 化 学

一、氧化还原反应及方程式的配平与计算	88
二、怎样解答物质的量和物质的量浓度的有关问题	95
三、如何理解元素周期律	102
四、如何解化学反应中能量变化的问题	111
五、怎样掌握影响化学反应速率的条件和化学平衡的特征	119
六、怎样解化学平衡的计算题和图像题	128
七、怎样进行无机推断与有机推断	137
八、如何计算溶液的浓度（包括物质的量的计算）	146
九、解化学实验题应注意的几个问题（I）	151
十、解化学实验题应注意的几个问题（II）	159

第三部分 生物

一、新陈代谢中的光合作用	174
二、有关新陈代谢中的几个问题	184
三、怎样理解 DNA 分子结构的主要特点和遗传信息的转录和翻译	197
四、怎样理解遗传的基本规律与变异	206
五、如何运用有丝分裂、减数分裂与遗传基本规律的关系解题	219
六、怎样运用植物激素调节的相关知识解题	225
七、怎样运用动物生命活动调节的相关知识解题	231
八、能量流动及物质循环的应用问题	237
参考答案·物理	243
参考答案·化学	257
参考答案·生物	269
86	一
79	二
50	三
111	四
91	五
85	六
171	七
241	八
121	九
96	十

想同个儿留意基要中眼并互琳林畔



第一部分 物理

- 一、物体相互作用中要注意的几个问题
- 二、如何运用物体的运动规律解题
- 三、曲线运动、万有引力与航天
- 四、高考试题中连接体的处理方法
- 五、动量守恒与机械能守恒的条件及应用
- 六、带电粒子在电场、磁场中的运动问题
- 七、电磁感应的综合问题

一、物体相互作用中要注意的几个问题



知识 方法 技巧

(一) 判断有无静摩擦力的基本方法

1. 根据静摩擦力的产生条件判断: 只要两物体间的接触面是不光滑的, 接触面上存在正压力且两物体间存在相对运动趋势, 就可确认静摩擦力的存在. 难点在如何判断两物体间是否存在相对运动趋势. 突破难点的方法之一: 先假设接触面光滑, 看物体能否发生相对运动, 其相对运动方向就是不光滑时物体相对运动趋势的方向. 方法之二: 两个相互接触的物体间虽然没有相对运动, 但可以区分哪一个物体是主动物体, 哪一个物体是被动物体. 主动物体受的静摩擦力方向与速度方向相反, 被动物体受的静摩擦力方向与速度方向相同.

2. 当物体处于平衡状态时可根据平衡条件确定物体间有无静摩擦力.

说明

(1) 不能将摩擦力只看做是阻力, 有时摩擦力可以是动力. 例如, 卡车上放一木箱, 当卡车加速运动时, 木箱受到阻碍它和卡车相对滑动趋势的向前的静摩擦力, 这个力就是木箱获得和卡车一起做加速运动的动力.

(2) 计算摩擦力大小时, 先弄清要计算的是静摩擦力还是滑动摩擦力, 特别是有些情况中物体的运动状态发生了改变 (如先动后静或先静后动) 时, 要注意静摩擦力是被动力, 当它小于最大静摩擦力时, 取值由其他力的情况及运动状态等决定.

(3) 最大静摩擦力的大小可用公式 $F_{\max} = \mu_0 F_N$ 表示, 式中 μ_0 是静摩擦因数,

F_N 是正压力. 此式只是最大静摩擦力和压力的关系式, 当没有达到最大值时, 静摩擦力的大小不能用此公式计算.

(4) 物体 (指固体) 在固体表面上运动, 摩擦力与速度无关, 但物体在液体和气体中运动时, 摩擦力随速度的增大而增大, 还与物体的体积、形状有关.

(5) 摩擦因数与物体表面的材料性质和粗糙程度有关, 一般与接触面积、速度以及受力大小无关.

(二) 力的分解与合成

1. 进行力的分解的步骤:

(1) 明确要分解的是哪一个力, 将它作为合力.

(2) 将此力按实际效果根据平行四边形法则进行分解, 画出示意图.

(3) 根据已知条件和待求量, 写出函数关系.

(4) 求出结果.

2. 力的分解一般有两种情况:

(1) 已知两分力的方向, 求两分力的大小. 例如对斜面上物体所受重力的分解 (图 1-1), 可用分力 F_1 和 F_2 表示. 即 $F_1 = G \sin \alpha$, $F_2 = G \cos \alpha$.

(2) 已知一个分力的大小和方向, 求另一个分力的大小和方向. 例如, 已知在水平电线和钢绳的拉力作用下, 使电线杆受到一个竖直向下的力 F , 水平电线对电线杆的拉力为 F_1 , 求钢绳的拉力 F_2 的大小和方向 (图 1-2).

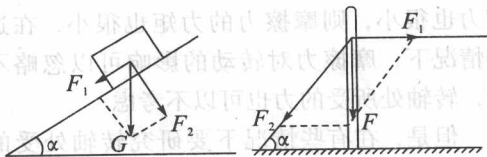


图 1-1

图 1-2

由图可知 $F_2 = \sqrt{F^2 + F_1^2}$, $\tan \alpha = \frac{F}{F_1}$.

3. 有关力的变化的讨论中, 当合力大小、方向一定, 某一分力方向不变时, 用图解法尤为简便.

图解法的理论依据是力的平行四边形法则. 其解题步骤为:

(1) 用一条有向线段表示合力 F .

(2) 过合力末端作与已知分力方向平行的直线 AB .

(3) 根据平行四边形法则, 另一分力末端只能在 AB 线上移动, 如图 1-3.

(4) 根据题设条件进行讨论.

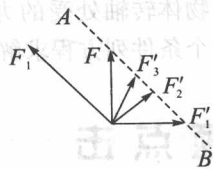


图 1-3

(三) 解决共点力平衡问题的基本方法

1. 分力法

物体在三个共点力作用下处于平衡, 可当做力的分解问题处理. 即只需将某一个力按实际效果根据平行四边形法则进行分解, 求出它的分力. 一般用在支架问题和斜面问题中.

2. 平衡法

研究对象为物体 (或结点), 分析物体受到的全部力, 再根据平衡条件 $\sum F = 0$ 列方程求解.

在平衡法中常采用正交分解法, 即把一个力分解到互相垂直的两个方向上的方法. 其具体步骤为:

(1) 确定研究对象, 分析物体受到的全部力, 作出受力图.

(2) 建立直角坐标系, 把不在坐标轴上的力用正交分解法分解在坐标轴上.

(3) 由 $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$, 列式求解.

3. 利用共面非平行的三力平衡原理求解

此原理为: 若物体在三个共面的不平行力作用下处于平衡状态时, 三力的作用线必相交于一点, 简称为“三力平衡必共点”.

说明

(1) 对受三个共点力作用而处于平衡状态的物体, 利用平衡条件的推论及合成法则可构成一个封闭的矢量三角形, 我们可运用解三角形的相关数学知识去求解, 如直角三角形的边角关系、正弦定理或余弦定理. 有时还可利用力的矢量三角形与几何线段构成的三角形相似来求解.

(2) 在物体的不同位置上受三个力作用 (方向不平行), 若三力在同一平面内, 则三个力的作用线必相交于一点, 即三力交汇原理. 解决本类型题目的方法同于共点力平衡的处理方法.

(3) 共点力平衡问题中, 如有轻杆, 要注意轻杆受力特点. 轻杆所受的或它对别的物体的力不一定沿杆方向, 是否沿杆方向取决于轻杆所处的环境和受力平衡条件.

(四) 刚体平衡条件的内容: 合力为零, 对任意转轴的力矩代数和为零. 即 $F_{\text{合}} = 0$, $\sum M = 0$

1. 大小相等、方向相反, 但不在同一直线上的一对平行力叫做力偶.

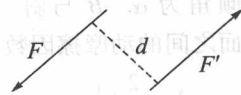


图 1-4

力偶的合力为零, 因此它不会改变物体的平动状态, 力偶对任一转轴的力矩都等于力偶中的一个力跟二力作用线间的垂直距离的乘积, 即 Fd (图 1-4). 这一乘积叫做力偶矩. 力偶矩的作用是改变物体转动状态.

力偶矩是矢量, 其方向的规定和力矩一样, 规定使物体反时针转动的力偶矩为正, 反之则为负.

一个力的力矩与力偶的力矩, 都能改变物体的转动状态. 但力偶的合力为零, 只有力矩的作用. 而一个产生力矩的力, 除了力矩作用外, 还有力的作用.

2. 怎样计算转动轴处的作用力



解决有固定转动轴物体的平衡问题时,首先要对物体进行受力分析,找出各力对转轴的力臂,再根据有固定转动轴物体的平衡条件(力矩的代数和为零),列方程求解.

一般情况下,解这类问题时对转轴处所受的力不必考虑.例如刀口型的转动轴处所受的力的作用线,一定通过转轴,对转轴的力臂为零,这些力的力矩也为零,对转动不产生影响.对于圆柱形转轴,轴表面与轴瓦接触面间的摩擦力,其作用线方向并不通过转轴,力臂不为零,力矩也不为零,这个力矩对转动起阻碍作用.有时转轴半径很小,摩

擦力也很小,则摩擦力的力矩也很小,在这种情况下,摩擦力对转动的影响可以忽略不计,转轴处所受的力也可以不考虑.

但是,在有些情况下要研究转轴处受的力.那么,怎样计算转轴处受的力呢?只根据力矩代数和为零列方程是无法解决的.由于物体既处于转动平衡状态,又处于平动的平衡状态,所以物体所受的外力不仅应满足力矩的代数和为零,还应满足所有外力(包括转轴处受的力)的合力为零的条件.这样,物体转轴处受的力,就可以根据合力为零这个条件列方程求解.



例题点击

例 1 (2008年·全国 II) 如图 1-5,一固定斜面上有两个质量相同的小物块 A 和 B 紧挨着匀速下滑, A 与 B 的接触面光滑.

已知 A 与斜面之间的动摩擦因数是 B 与斜面之间动摩擦因数的 2 倍,斜面倾角为 α . B 与斜面之间的动摩擦因数是 ()

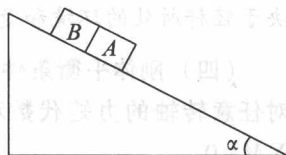


图 1-5

- A. $\frac{2}{3} \tan \alpha$ B. $\frac{2}{3} \cot \alpha$
C. $\tan \alpha$ D. $\cot \alpha$

解析一 对物体 B (见图 1-6) 来说,它的受力情况是:受一个重力,一个支持力,一个 A 对它的作用力,就是 F_{AB} ,还有一个摩擦力 F_B . 由于是匀速

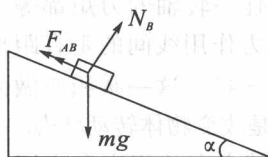


图 1-6

下滑,所以对物体 B 应该存在这样一个方程, $mgsin \alpha = \mu_B mgcos \alpha + F_{AB}$. 同时对物块 A 我们也应分析清楚它(见图 1-7)的受力情况: A 受重力,支持力,沿斜面向上的摩擦力,以及 B 给 A 沿斜面向上的作用力,这些力的

合力也是零,所以我们可以列出这样的平衡方程, $mgsin \alpha + F_{BA} = 2\mu mgcos \alpha$. 为什么是 2 倍的?因为它跟斜面之间的动摩擦因数是 B 跟斜面之间的动摩擦因数的 2 倍.在这两个方程当中,一个里面带有 A 给 B 的作用力,一个是带有 B 给 A 的作用力.根据牛顿第三定律我们知道,这两个力应该大小相等,即 $F_{AB} = F_{BA}$,所以由这两个方程我们可以联立写出来, $\mu = \frac{2}{3} \tan \alpha$.

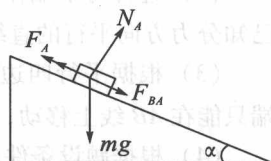


图 1-7

答案 A

解析二 以 A 和 B 整体为研究对象进行分析,可以把 A 和 B 看成是一个物体,那么受力情况就是这样, $2mg$ 这是重力,然后两个物体同时受摩擦力, $F_A + F_B$,同时有一个支持力 N ,那么这时候两个物体都在做匀速运动,根据匀速运动的条件我们可以列出这样的平衡方程,就是 $2mgsin \alpha = \mu mgcos \alpha + 2\mu mgcos \alpha$,就是说沿斜面向下的动力等于两个摩擦力之和.解之可得: $\mu = \frac{2}{3} \tan \alpha$.

说明

从知识上看, 本题考查了力的合成与分解, 摩擦力的计算和共点力平衡条件等内容. 从能力上看, 主要考查学生能不能根据匀速运动和共点力平衡条件, 来分析动摩擦因数的推理能力. 解决这种问题要求考生能够正确选取研究对象, 正确分析研究对象受力情况.

例 2 三个相同的支座上分别搁着一个质量和直径都相等的光滑圆球 a 、 b 、 c , 支点 P 、 Q 在同一水平面上. a 球的重心 O_a 位于球心, b 球和 c 球的重心 O_b 、 O_c 分别位于球心的正上方和球心的正下方. 如图 1-8 所示, 三球均处于平衡状态, 支点 P 对 a 球的弹力为 F_a , 对 b 球和 c 球的弹力分别为 F_b 和 F_c , 则 ()

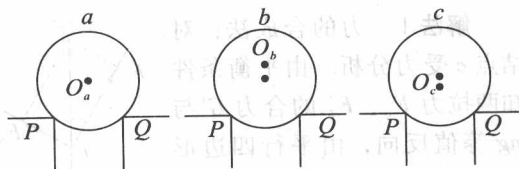


图 1-8

- A. $F_a = F_b = F_c$ B. $F_b > F_a > F_c$
 C. $F_b < F_a < F_c$ D. $F_a > F_b = F_c$

解析 由于弹力的方向都垂直于接触面, 即垂直于过点 P 、 Q 的切线, 因此三种情况下支点 P 、 Q 对球的弹力都沿着它们与球心的连线指向球心, 而不能想当然地认为过重心. 这样, P 、 Q 两点对球的弹力夹角相同, 由三力平衡知识可得: 三种情况下 P 、 Q 点对球的弹力相等.

答案 A

例 3 如图 1-9 所示, 三个质量均为 m 的木块 a 、 b 和 c 在水平推力 F 的作用下靠在墙上, 且均处于静止状态, 试分析木块 b 对 a 和 c 有无静摩擦力作用?

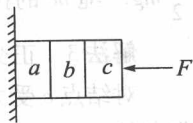


图 1-9

解析 此题从 c 物体着手分析较简便.

假设 b 、 c 接触面光滑, c 物体受三个力作用: 水平向左的推力, b 对 c 水平向右的弹力, 重力. 物体 c 在重力作用下将下滑, 这就是接触面粗糙时 c 的相对运动趋势方向, 所以 b 对 c 有竖直向上的静摩擦力作用, 如图 1-10.

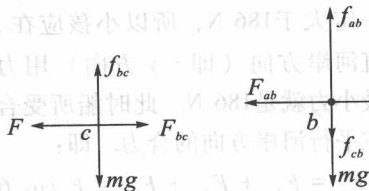


图 1-10

图 1-11

再分析 b 物体, 由牛顿第三定律, c 对 b 有竖直向下的静摩擦力作用, b 还受重力作用和水平方向的弹力作用, 根据共点力平衡条件, 要使 b 物体保持静止, 必受到 a 对 b 竖直向上的静摩擦力作用, 如图 1-11. 根据牛顿第三定律, b 对 a 的静摩擦力方向应竖直向下.

例 4 两个大人和一个小孩沿河岸拉一条船前进, 两个大人的拉力分别为 F_1 和 F_2 , 它们的大小和方向如

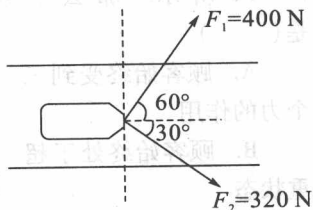


图 1-12

图 1-12. 要使船在河流中心直线行驶, 求小孩对船施加的最小的力的大小和方向, 及该情况下船受到的三人的合力的大小.

分析 可考虑用先分后合的方法解决, 把三人拉力沿垂直河岸 (垂直运动方向) 和平行河岸 (平行运动方向) 两方向正交分解, 则一定应有三人在垂直河岸方向合力为零, 利用这些关系即可求解.

解析 把 F_1 、 F_2 正交分解到如图 1-13 所示的直角坐标系中.

$$\begin{aligned} \text{因 } F_{1y} - F_{2y} &= \\ F_1 \sin 60^\circ - F_2 \sin 30^\circ &= \\ = 400 \times \sqrt{3}/2 - 320 \times & \end{aligned}$$

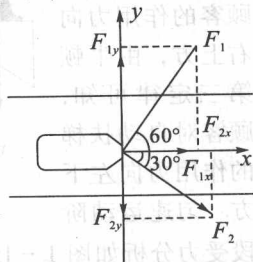


图 1-13

$0.5 = 186(\text{N})$ 故不管小孩用力方向如何, 必须提供沿 $-y$ 方向大小为 186 N 的力才能保持船沿河流中心直线行驶. 若小孩用力不与河岸垂直, 正交分解后在垂直河岸方向仍要求 186 N , 则所用力一定大于 186 N , 所以小孩应在 F_2 同侧沿垂直河岸方向 (即 $-y$ 方向) 用力才最小, 此最小力就是 186 N . 此时船所受合力就是三力在平行河岸方向的合力. 即:

$$F = F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = F_1 \cos 60^\circ + F_2 \cos 30^\circ + 0 = 400 \times 0.5 + 320 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 477 (\text{N}).$$

例 5 (2009 年·安徽) 为了节省能量, 某商场安装了智能化的电动扶梯. 无人乘行时, 扶梯运转得很慢; 有人站上扶梯时, 它会先慢慢加速, 再匀速运转. 一顾客乘扶梯上楼, 恰好经历了这两个过程, 如图 1-14 所示. 那么下列说法中正确的是 ()

- A. 顾客始终受到三个力的作用
- B. 顾客始终处于超重状态
- C. 顾客对扶梯作用力的方向先指向左下方, 再竖直向下
- D. 顾客对扶梯作用力的方向先指向右下方, 再竖直向下

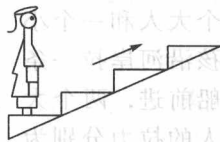


图 1-14

解析 以顾客为研究对象进行受力分析. 在加速阶段如图 1-15 甲所示, 可见自动扶梯对顾客的作用力向右上方, 由牛顿第三定律可知, 顾客对自动扶梯的作用力向左下方. 匀速运动阶段受力分析如图 1-15 乙所示, 可见自动扶梯对顾客的作用力竖直向上, 则顾客对自动

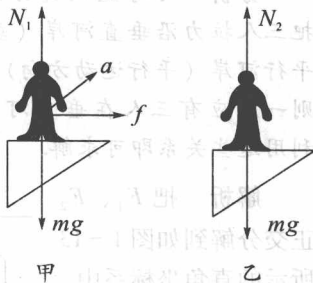


图 1-15

扶梯的作用力竖直向下.

答案 C

例 6 用三根轻绳将质量为 m 的物块悬挂在空中, 如图 1-16 所示. 已知绳 ac 和 bc 与竖直方向的夹角分别为 30° 和 60° , 则 ac 绳和 bc 绳的拉力分别为 ()

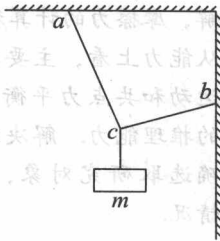


图 1-16

- A. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg, \frac{1}{2}mg$
- B. $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{2}mg$
- C. $\frac{\sqrt{3}}{4}mg, \frac{1}{2}mg$
- D. $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{4}mg$

解法 1 力的合成法: 对结点 c 受力分析. 由平衡条件知两拉力 F_a, F_b 的合力 G' 与 mg 等值反向, 由平行四边形法则构建的平行四边形为矩形, 如图 1-17 所示. 由矢量三角形知识得:

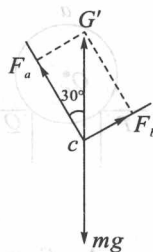


图 1-17

$$F_a = mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$$

$$F_b = mg \sin 30^\circ = \frac{1}{2}mg$$

解法 2 力的分解法:

将结点 c 处的力 mg 分解, 作出力的示意图, 如图 1-18 所示. 由题意知作出的平行四边形为矩形, 则绳 ac 的拉力 $F_2 = mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$. 绳 bc 的拉力 $F_1 = mg \sin 30^\circ = \frac{1}{2}mg$.

解法 3 正交分解法:

对结点 c 受力分析如图 1-19 所示, 由平衡条件:

$$x: F_a \sin 30^\circ = F_b \sin 60^\circ \quad (1)$$

$$y: F_a \cos 30^\circ + F_b \cos 60^\circ = mg \quad (2)$$

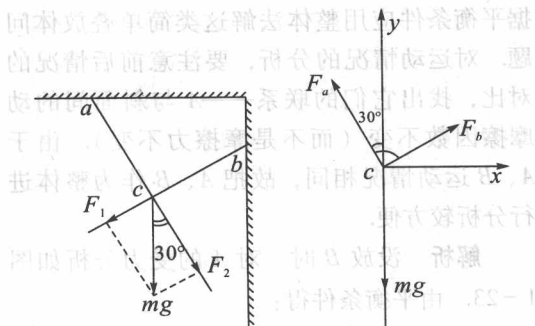


图 1-18

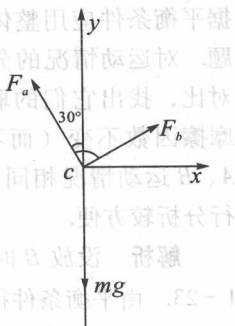


图 1-19

联立 (1)、(2) 两式得

$$\begin{cases} F_a = \frac{\sqrt{3}}{2}mg \\ F_b = \frac{1}{2}mg \end{cases}$$

答案 A

例 7 一根 1 m 长的轻绳，一端固定于墙上，一端用手提在同一水平面上。现于绳中点挂 50 N 的重物。问：

(1) 能否在手中以 30 N 的力提起重物？此时绳两端点间水平距离多大？

(2) 若绳能承受的最大拉力为 60 N，那么挂 50 N 重物时，绳是否可能拉断？如能拉断，则此时绳两端点间的水平距离为多大？

解析 如图 1-20 所示，同一轻绳 AB 的中点 O 悬挂重物而处于静止状态时，只要 A、B 两端保持水平，则悬点 O 两侧的绳中拉力时刻相等（均为 F' ），悬点 O 在两绳拉力和重物拉力 F （大小等于 G ）的作用下处于平衡状态，三力合力为零。设此时两绳间夹角为 θ ，应用解三角形的知识（余弦定理），可得

$$\text{两绳拉力: } F' = \frac{G}{2\cos(\theta/2)} \quad (1)$$

$$\text{或: } G = 2F' \cdot \cos(\theta/2) \quad (2)$$

由②式知：若 $F' = 30 \text{ N}$ ， $\theta = 0^\circ$ ，

则 $G = 60 \text{ N} > 50 \text{ N}$ 。可推得手中拉力为

30 N 时，能提起 50 N 的重物。

由①式知：若 $G = 50 \text{ N}$ ， $\theta \rightarrow 180^\circ$ 时，

$$\cos \frac{\theta}{2} \rightarrow 0, F' \text{ 趋于无穷大。这表明，悬}$$

挂 50 N 重物时，两绳端 A、B 间距增大的过程中，能使承受 60 N 的绳被拉断。

(1) 由分析，绳中拉力为 30 N 时，可提起 50 N 的重物，此时由②式得：

$$\cos \frac{\theta}{2} = \frac{G}{2F'} = \frac{50}{60} = \frac{5}{6},$$

$$\sin \frac{\theta}{2} = \sqrt{1 - \cos^2 \frac{\theta}{2}} = \frac{\sqrt{11}}{6}$$

$$AB = 2OA \sin \frac{\theta}{2} = 1 \times \frac{\sqrt{11}}{6} \approx 0.55 \text{ (m)}$$

(2) 设绳恰被拉断时，两绳夹角为 θ 。

$$\text{由①: } \cos \frac{\theta}{2} = \frac{G}{2F'} = \frac{50}{120} = \frac{5}{12}$$

$$\text{得: } \sin \frac{\theta}{2} = \frac{\sqrt{119}}{12}, AB = 2 \overline{OA} \cdot \sin \frac{\theta}{2} = \frac{\sqrt{119}}{12} = 0.91 \text{ (m)}$$

例 8 有人设计了一种新型伸缩拉杆秤，结构如图 1-21。秤杆的一端固定一配重物并悬一挂钩，秤杆外套有内外两套筒，套筒左端开槽使其可以不受秤纽阻碍而移动到挂钩所在位置（设开槽后套筒的重心仍在其长度中点位置），秤杆与内层套筒上刻有质量刻度，空载（挂钩上不挂物体，且套筒未拉出）时，用手提起秤纽，杆秤恰好平衡。当物体挂在挂钩上时，往外移动内、外套筒可使杆秤平衡，从内、外套筒左端的位置可以读得两个读数。将这两个读数相加，即可得到待测物体的质量。已知秤杆和两个套筒的长度均为 16 cm，套筒可移出的最大距离为 15 cm，秤纽到挂钩的距离为 2 cm，两个套筒的质量均为 0.1 kg。取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求：

(1) 当杆秤空载平衡时，秤杆、配重物及挂钩所受重力相对秤纽的合力矩；

(2) 当在秤钩上挂一物体时，将内套筒向右移动 5 cm，外套筒相对内套筒向右移动



8 cm, 杆秤达到平衡, 物体的质量多大?

(3) 若外层套筒不慎丢失, 在称某一物体时, 内层套筒的左端在读数为 1 kg 处, 杆秤恰好平衡, 则该物体实际质量多大?

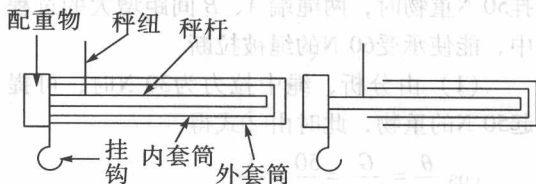


图 1-21

解析 (1) 杆秤空载平衡时, 合力矩为零, 因此所求力矩与两套筒所受重力的力矩大小相等, 即 $M = M_{筒}$.

故: $M = 2mg \cdot L' = 2 \times 0.1 \times 10 \times (\frac{16}{2} - 2) \times 10^{-2} = 0.12 (\text{N} \cdot \text{m})$.

(2) 设物体的质量为 m , 由力矩平衡条件知: $mg \times 2 = m_1g (\frac{16}{2} + 5 - 2) + m_2g (8 + 5 + \frac{16}{2} - 2)$, 解得: $m = 1.5 \text{ kg}$.

(3) 当两根套筒都存在时, 两根套筒重叠且读数为 1 kg 时, 右端的力矩为: $M_{右} = 0.12 \text{ N} \cdot \text{m} + 1 \times 10 \times 0.02 \text{ N} \cdot \text{m} = 0.32 \text{ N} \cdot \text{m}$.
 现去掉一只套筒, 则对应减小的力矩为 $\frac{M_{右}}{2} = 0.16 \text{ N} \cdot \text{m}$, 对应左端物重为 $\Delta mg \cdot L = \frac{M_{右}}{2}$,
 解得: $\Delta m = 0.8 \text{ kg}$.

故物体左端实际质量为: $(1 - 0.8) \text{ kg} = 0.2 \text{ kg}$.

例 9 如图 1-22 所示, 重 G_A 的物体 A 恰好能沿斜面匀速下滑. 今在 A 的水平上表面叠放重 G_B 的物体 B, 释放后, A、B 的运动完全相同, 试判断 A 做什么运动.

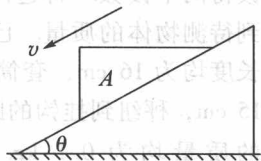


图 1-22

提示 (1) 利用正交分解法; (2) 根

据平衡条件应用整体法解这类简单叠放体问题. 对运动情况的分析, 要注意前后情况的对比, 找出它们的联系——A 与斜面间的动摩擦因数不变 (而不是摩擦力不变). 由于 A、B 运动情况相同, 故把 A、B 作为整体进行分析较方便.

解析 没放 B 时, 对 A 的受力分析如图 1-23. 由平衡条件得:

$$G_A \sin \theta - f_1 = 0 \quad (1)$$

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

$$f_1 = \mu F_{N1} \quad (3)$$

解方程组得: $\mu = \tan \theta$

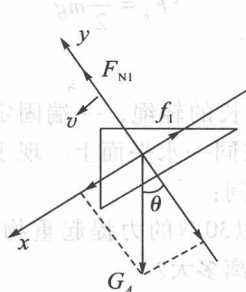


图 1-23

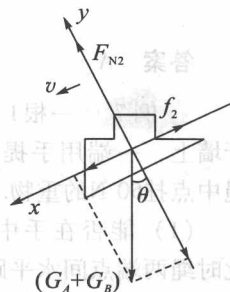


图 1-24

放上 B 后, 对 AB 整体的受力分析如图 1-24.

x 方向的合力

$$F_x = (G_A + G_B) \sin \theta - f_2 \quad (4)$$

$$y \text{ 方向: } F_{N2} - (G_A + G_B) \cos \theta = 0 \quad (5)$$

$$f_2 = \mu F_{N2} \quad (6)$$

把 μ 值和 (5) 代入 (6) 得 $f_2 = (G_A + G_B) \sin \theta$

把 f_2 代入 (4) 得 $F_x = 0$

故 A 上叠放 B 后仍做匀速直线运动.

例 10 (2009 年·上海) 如图 1-25 甲, $m = 1 \text{ kg}$ 的物体沿倾角 $\theta = 37^\circ$ 的固定粗糙斜面由静止开始向下运动, 风对物体的作用力沿水平方向向右, 其大小与风速 v 成正比, 比例系数用 k 表示, 物体加速度 a 与风速 v 的关系如图 1-25 乙所示. 求:

(1) 物体与斜面间的动摩擦因数 μ ;

(2) 比例系数 k ($\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ =$

0.8, $g = 10 \text{ m/s}^2$).

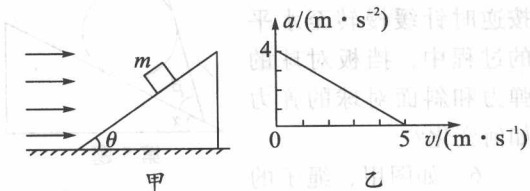


图 1-25

解析 (1) 由图 1-25 乙知当 $v = 0$ 时, $a_0 = 4 \text{ m/s}^2$, 对物体进行受力分析, 有:

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_0$$

$$\text{解得 } \mu = \frac{g \sin \theta - a_0}{g \cos \theta} = \frac{6 - 4}{8} = 0.25$$

(2) 同理由图 1-25 乙知, 当 $v = 5 \text{ m/s}$ 时, $a = 0$, 对物体受力分析有:

$$mg \sin \theta - \mu N - kv \cos \theta = 0$$

$$N = mg \cos \theta + kv \sin \theta$$

联立得

$$k = \frac{mg (\sin \theta - \mu \cos \theta)}{v (\mu \sin \theta + \cos \theta)} = \frac{6 - 0.25 \times 8}{5 \times (0.25 \times 0.26 + 0.8)} = 0.84 (\text{kg/s})$$

例 11 (2008 年·宁夏) 如图 1-26 所示, 一足够长的斜面, 最高点为 O 点. 有一长为 $l = 1.00 \text{ m}$ 的木条 AB , A 端在斜面上, B 端伸出斜面外. 斜面与木条间的摩擦力足够大, 以致木条不会在斜面上滑动. 在木条 A 端固定一个质量 $M = 2.00 \text{ kg}$ 的重物 (可视为质点), B 端悬挂一个质

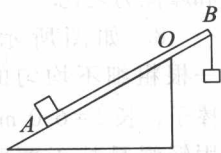


图 1-26

质量 $m = 0.50 \text{ kg}$ 的重物. 若要使木条不脱离斜面, 在下列两种情况下, OA 的长度各需满足什么条件?

(1) 木条的质量可以忽略不计;

(2) 木条质量为 $m' = 0.50 \text{ kg}$, 分布均匀.

解析 (1) 当木条 A 端刚刚离开斜面时, 受力情况如图 1-27 甲所示. 设斜面倾角为 θ , 根据力矩平衡条件, 若满足条件

$$Mg \cdot \overline{OA} \cos \theta > mg \cdot \overline{OB} \cos \theta \quad (1)$$

木条就不会脱离斜面. 根据题意

$$\overline{OA} + \overline{OB} = l \quad (2)$$

联立①②并代入已知条件得

$$\overline{OA} > 0.20 \text{ m} \quad (3)$$

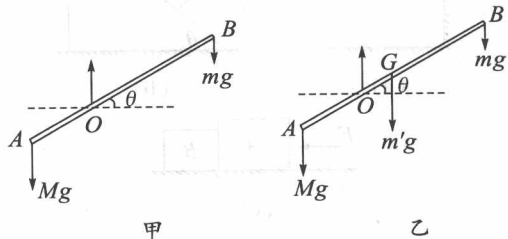


图 1-27

(2) 设 G 为木条重心, 由题意可知

$$\overline{AG} = \frac{1}{2} l \quad (4)$$

当木条 A 端刚刚离开斜面时, 受力情况如图 1-27 乙所示. 由 (1) 中的分析可知, 若满足

$$Mg \cdot \overline{OA} \cos \theta > mg \cdot \overline{OB} \cos \theta + m'g \cdot \overline{OG} \cos \theta \quad (5)$$

木条就不会脱离斜面. 联立②④⑤并代入已知条件得 $\overline{OA} > 0.25 \text{ m}$.

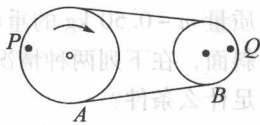
能力检测·习题一

1. 如图为皮带传送装置, A 为主动轮, B 为从动轮. 传动过程中皮带不打滑, P 、 Q 分别为两轮边缘上的两点, 下列说法正确的是 ()

- A. P 、 Q 两点摩擦力均与轮转动方向相反
- B. P 点摩擦力方向与 A 轮转动方向相反, Q 点摩擦力方向与 B 转动方向相同



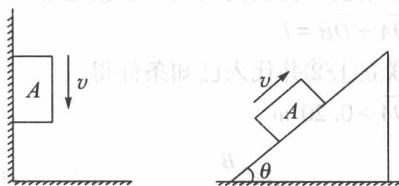
C. P 点摩擦力方向与 A 轮转动方向相同, Q 点摩擦力方向与 B 轮转动方向相反



第 1 题

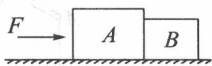
D. P 、 Q 两点摩擦力均与轮转动方向相同

2. 试分析各图中物体 A 的受力. 已知各接触面都是粗糙的. 图(c)中 A 、 B 并排靠在一起, A 物体的最大静摩擦力为 10 N , F 为 8 N 向右.



(a)

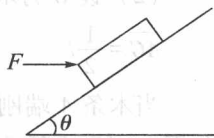
(b)



(c)

第 2 题

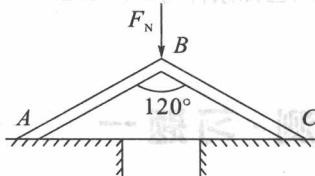
3. 如图所示, 物体在水平推力的作用下静止在斜面上. 若减小水平推力 F 而物体仍保持静止, 则物体所受的支持力 F_N 和静摩擦力 F_f 将 ()



第 3 题

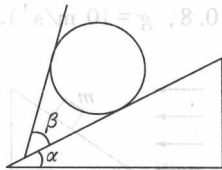
- A. F_N 和 F_f 都减小
- B. F_N 减小, F_f 增大
- C. F_N 增大, F_f 减小
- D. F_N 减小, F_f 可能增大, 也可能减小

4. 汶川大地震中, 用轻质材料构成的临时安居房的屋架 ABC , 顶角为 120° , AC 间用钢索拉住, 若在顶点 B 上施一大小为 100 N 的压力 F_N , 如图, 试求钢索 AC 上的张力.



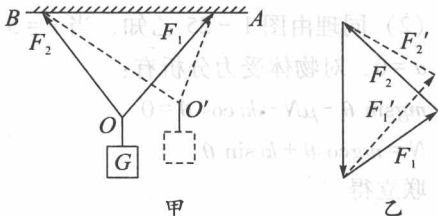
第 4 题

5. 如图所示, 挡板按逆时针缓慢转至水平的过程中, 挡板对球的弹力和斜面对球的弹力如何变化?



第 5 题

6. 如图甲, 绳子的两端分别固定在天花板上的 A 、 B 两点, 开始在绳的中点 O 挂一重物 G , 绳子 OA 、 OB 的拉力分别为 F_1 和 F_2 , 若把重物右移到 O' 点悬挂 ($O'A < O'B$), 绳 $O'A$ 和 $O'B$ 的拉力分别为 F_1' 和 F_2' , 则力的大小关系正确的是 ()



甲

乙

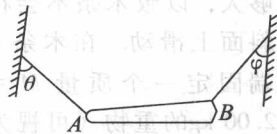
第 6 题

- A. $F_1 > F_1'$, $F_2 > F_2'$
- B. $F_1 < F_1'$, $F_2 < F_2'$
- C. $F_1 > F_1'$, $F_2 < F_2'$
- D. $F_1 < F_1'$, $F_2 > F_2'$

提示: 作图乙

7. 一根均质杆静止斜靠在光滑的竖直墙上, 与水平地面成 60° 角. 求地面对杆的弹力和摩擦力之比.

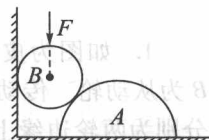
8. 如图所示, 一根粗细不均匀的棒子, 长 $l = 6.0\text{ m}$, 用轻绳悬挂于两壁之间, 并保持水平,



第 8 题

设 $\theta = 45^\circ$, $\phi = 30^\circ$. 求棒的重心位置.

9. (2008 年·天津) 在水平粗糙地面上与墙平行放着一个截面为半圆的柱状物体 A , A 与竖直墙之间放一光滑圆球 B , 整个装置处于静止状态. 现对 B 加一竖直向下的力 F , F 的作用线通过球心. 设墙对 B 的作

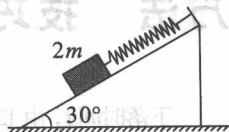


第 9 题

用力为 F_1 , B 对 A 的作用力为 F_2 , 地面对 A 的作用力为 F_3 , 若 F 缓慢增大而整个装置仍保持静止, 截面如图所示, 在此过程中()

- A. F_1 保持不变, F_3 缓慢增大
- B. F_1 缓慢增大, F_3 保持不变
- C. F_2 缓慢增大, F_3 缓慢增大
- D. F_2 缓慢增大, F_3 保持不变

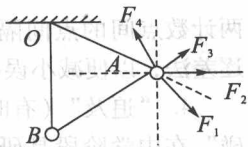
10. (2008 年·山东) 用轻弹簧竖直悬挂质量为 m 的物体, 静止时弹簧伸长量为 L . 现用该弹簧沿斜面方向拉住质量为 $2m$ 的物体, 系统静止时弹簧伸长量也为 L , 斜面倾角为 30° , 如图所示. 物体所受摩擦力()



第 10 题

- A. 等于零
- B. 大小为 $\frac{1}{2}mg$, 方向沿斜面向下
- C. 大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$, 方向沿斜面向上
- D. 大小为 mg , 方向沿斜面向上

11. 如图所示, 用两根细线把 A 、 B 两小球悬挂在天花板上的同一点 O , 并用第三根细线连接 A 、 B 两小球, 然后用某个力 F 作用在小球 A 上, 使三根细线均处于直线状态, 且 OB 细线恰好沿竖直方向, 两小球均处于静止状态. 则该力可能为图中的()



第 11 题

- A. F_1
- B. F_2
- C. F_3
- D. F_4

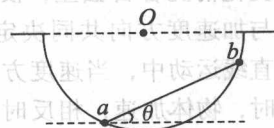
12. (2008 年·重庆) 滑板运动是一项非常刺激的水上运动. 研究表明, 在进行滑板运动时, 水对滑板的作用力 F_N 垂直于板面, 大小为 kv^2 , 其中 v 为滑板速率 (水可视为静止). 某次运动中, 在水平牵引力作用下, 当滑板和水面的夹角 $\theta = 37^\circ$ 时 (如图), 滑板匀速直线运动, 相应的 $k = 54 \text{ kg/m}$, 人和滑板的总质量为 108 kg , 试求 (重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ$ 取 $\frac{3}{5}$, 忽略空气阻力):



第 12 题

- (1) 水平牵引力的大小;
- (2) 滑板的速率;
- (3) 水平牵引力的功率.

13. 两个可视为质点的小球 a 和 b , 用质量可忽略的刚性细杆相连, 放置在一个光滑的半球面内, 如图所示. 已知小球 a 和 b 的质量之比为 $\sqrt{3} : 1$, 细杆长度是球面半径的 $\sqrt{2}$ 倍.

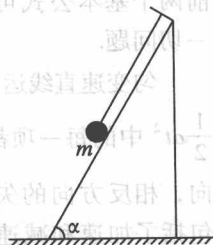


第 13 题

两小球处于平衡状态时, 设半球面对小球 a 的支持力为 F_a , 对小球 b 的支持力为 F_b , 细杆与水平面的夹角为 θ , 则()

- A. $\theta = 45^\circ$
- B. $\theta = 15^\circ$
- C. $F_a : F_b = \sqrt{3} : 1$
- D. $F_a : F_b = 1 : \sqrt{3}$

14. (2009 年·洛阳) 如图所示, 倾角为 α 的光滑斜面体上有一个质量为 m 的小球被平行于斜面的细绳系于斜面上, 斜面体放在水平面上.



第 14 题

- (1) 要使小球对斜面体无压力, 求斜面体运动的加速度范围, 并说明其方向;
- (2) 要使小球对细绳无拉力, 求斜面体运动的加速度范围, 并说明其方向;
- (3) 若已知 $\alpha = 60^\circ$, $m = 2 \text{ kg}$, 当斜面体以加速度 $a = 10 \text{ m/s}^2$ 向右匀加速运动时, 求细绳对小球的拉力. 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

