



50年磨一剑

中少社隆重推出首套本版教辅图书

皇冠 优化名题

高中物理

丛书主编 ● 陈效师 马利荣

高考全攻略，名校名师详解经典名题



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社



CROWN
CLASSIC

皇冠 优化名题

高中物理

丛书主编 ● 陈效师 马利荣
编写 ● 王溢然



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社



皇冠 优化名题

高中物理

图书在版编目(CIP)数据

皇冠优化名题. 高中物理/陈效师, 马利荣主编; 王溢然编写. —北京: 中国少年儿童出版社, 2006. 2

ISBN 7-5007-7998-4

I. 皇... II. ①陈... ②马... ③王... III. 物理课
—高中—习题 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 011031 号

HUANG GUAN YOU HUA MING TI

(高中物理)

出版发行: 中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社

出版人: 海 飞

执行出版人: 赵恒峰

策 划: 徐寒梅 缪 惟 胡 光
责任编辑: 缪 惟 董 慧

装帧设计: 缪 惟
美术编辑: 缪 惟
责任印务: 李书森

社 址: 北京市东四十二条 21 号
总 编 室: 010-64035735 传 真: 010-64012262
发 行 部: 010-84037667 010-64032266-8269

邮政编码: 100708
真: 010-64012262

http://www.ccppg.com.cn

E-mail: zbs@ccppg.com.cn

印刷: 山东新华印刷厂德州厂

经销: 新华书店

开本: 880×1230 1/16

印张: 18

2006 年 2 月第 1 版

2006 年 2 月山东第 1 次印刷

字数: 550 千字

印数: 1—15000 册

ISBN 7-5007-7998-4/G·6000

定价: 21.60 元

图书若有印装问题, 请随时向印务部退换。

前言

随着除夕烟花爆竹的逝去,2006年的春天到来了!迎接高考的莘莘学子经过短暂的休整,开始了新一轮的“备战”。今年的高考试卷分别由17个省市自主命题,由此进一步拓宽了高考试卷的多元化。这使我们看到,高考正以越来越灵活的形式,越来越鲜活的命题体现着考核思想。全新的高考模式,呼唤全新的辅导读本,为了适应新形势的要求,《皇冠优化名题》应运而生。

据教学专家分析,2005年全国各地高考均以《考试大纲》为纲,差异性表现在对试题的具体设置,而不是难易程度的不同,各地试题分别从不同角度,用不同方式对同一考点提出考核,这就要求学生对新角度、新形式的考题要有一定的应对能力。为了提高应试能力,选择题库类读本进行训练是非常重要的,而在浩瀚纷纭的题库类读本中,《皇冠优化名题》将会亮人眼目,独树一帜。

《皇冠优化名题》以《考试大纲》为纲,全书严格遵循考纲、考点、考题三点一线的原则编排设置。全书精选了14省市试卷和全国统一试卷中具有典范意义的试题进行讲析,凸显题型特点并注重解题的方法和技巧,兼顾各地方版的风格特点,对高考真题和模拟题进行了有机的联系,使两类试题实现了在训练上的互补。《皇冠优化名题》的编写体例是:

知识网络:按《考试大纲》要求,归纳专题知识,揭示专题知识的内在联系。

考点完全剖析:按《考试大纲》要求,用精要的语言解读考点,结合例题对考点剖析,剖析该考点当前怎么考以及应考趋势。

高考基础题典:包括【高考真题精华】和【模拟试题启示】两个子栏目,本栏目按照《考试大纲》的要求,从2005年和2004年的高考试题和模拟试题中精选出较基础、典型的试题,对考点进行多角度演示。

高考综合拓展:包括【高考真题精华】和【模拟试题启示】两个子栏目,本栏目结合《考试大纲》的要求,从2005年和2004年的高考真题和模拟试题中精选出中高难度的试题,从更高的要求解读考点,并对明年的考试题型作出预测。

方法规律总结:总结本单元的知识点及解题技巧,并在备考方法上作出指导。

新型精品题、历届经典题、名卷压轴题:三个栏目各有特点,从不同层面表现了高考试卷中的核心内容,各栏依序以精品题束的形式,安排在单元之后,通过对该板块的专项练习,可事半功倍地提高学生的应考能力,进行综合考查。

2006年模拟试卷:这是全书画龙点睛之笔。各试卷分别模仿全国、江苏、湖北、山东等卷的特点,带有对新一年高考趋势预测的特点。

本书编者身处教学第一线,潜心研究,精心设计,希望《皇冠优化名题》能给高中师生架起一座金桥,祝今年的考生能有更多的人登上中华名校的殿堂。

限于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误在所难免,我们真诚希望得到您的热心支持,欢迎您真心的指教,以便我们进一步改进工作,使之更臻完善。

2006年2月
北京

目 录

第一单元 力 物体的平衡

考点1 力	1
考点完全剖析	1
高考基础题题典	2
高考综合题拓展	6
考点2 物体的平衡	7
考点完全剖析	7
高考基础题题典	7
高考综合题拓展	11
方法技巧归纳	12
名卷压轴题	14

第二单元 质点的运动

考点1 直线运动	15
考点完全剖析	15
高考基础题题典	17
考点2 曲线运动	20
考点完全剖析	20
高考基础题题典	22
高考综合题拓展	24
方法技巧归纳	26
新型经典题	28
名卷压轴题	28

第三单元 牛顿定律

考点1 牛顿运动定律	29
考点完全剖析	29
高考基础题题典	30
高考综合题拓展	35
考点2 牛顿定律在曲线运动中的应用	38
考点完全剖析	38
高考基础题题典	39
高考综合题拓展	42
方法技巧归纳	47
新型经典题	48
名卷压轴题	49

第四单元 机械能 动量

考点1 机械能	50
考点完全剖析	50
高考基础题题典	52
高考综合题拓展	58

考点2 动量	63
考点完全剖析	63
高考基础题题典	65
高考综合题拓展	69
方法技巧归纳	76
新型经典题	78
名卷压轴题	79

第五单元 机械振动 机械波

考点1 机械振动	80
考点完全剖析	80
高考基础题题典	82
高考综合题拓展	84
考点2 机械波	85
考点完全剖析	85
高考基础题题典	87
高考综合题拓展	95
方法技巧归纳	97

第六单元 分子动理论 热和功 气体

考点1 分子动理论	99
考点完全剖析	99
高考基础题题典	100
高考综合题拓展	102
考点2 热和功	103
考点完全剖析	103
高考基础题题典	104
高考综合题拓展	107
考点3 气体的性质	109
考点完全剖析	109
高考基础题题典	109
高考综合题拓展	111
方法技巧归纳	114
新型经典题	115

第七单元 电 场

考点1 库仑定律 电场	117
考点完全剖析	117
高考基础题题典	118
高考综合题拓展	123
考点2 电容器 带电粒子在电场中的运动	124
考点完全剖析	124
高考基础题题典	125



高考综合题拓展	130
方法技巧归纳	134
新型经典题	135
名卷压轴题	136

第八单元 稳恒电流

考点1 电路的基础知识	138
考点完全剖析	138
高考基础题题典	139
高考综合题拓展	142
考点2 闭合电路欧姆定律	143
考点完全剖析	143
高考基础题题典	144
高考综合题拓展	147
方法技巧归纳	148
新型经典题	150

第九单元 磁场

考点1 磁场的基本概念 安培力	152
考点完全剖析	152
高考基础题题典	152
高考综合题拓展	154
考点2 洛伦兹力	155
考点完全剖析	155
高考基础题题典	156
高考综合题拓展	159
方法技巧归纳	168
新型经典题	169
名卷压轴题	169

第十单元 电磁感应

考点1 电磁感应现象 楞次定律	171
考点完全剖析	171
高考基础题题典	172
考点2 法拉第电磁感应定律	175
考点完全剖析	175
高考基础题题典	177
高考综合题拓展	180
方法技巧归纳	188
新型经典题	189
名卷压轴题	189

第十一单元 交变电流 电磁场和电磁波

考点1 交变电流	190
考点完全剖析	190

高考基础题题典	192
高考综合题拓展	196
考点2 电磁场和电磁波	198
考点完全剖析	198
高考基础题题典	199
方法技巧归纳	200
新型经典题	202

第十二单元 光的传播和光的本性

考点1 光的反射和折射	203
考点完全剖析	203
高考基础题题典	205
高考综合题拓展	210
考点2 光的波动性和微粒性	212
考点完全剖析	212
高考基础题题典	214
高考综合题拓展	220
方法技巧归纳	220
新型经典题	222

第十三单元 原子 原子核

考点1 原子结构	223
考点完全剖析	223
高考基础题题典	224
高考综合题拓展	228
考点2 原子核	229
考点完全剖析	229
高考基础题题典	230
高考综合题拓展	235
方法技巧归纳	237
新型经典题	238
名卷压轴题	238

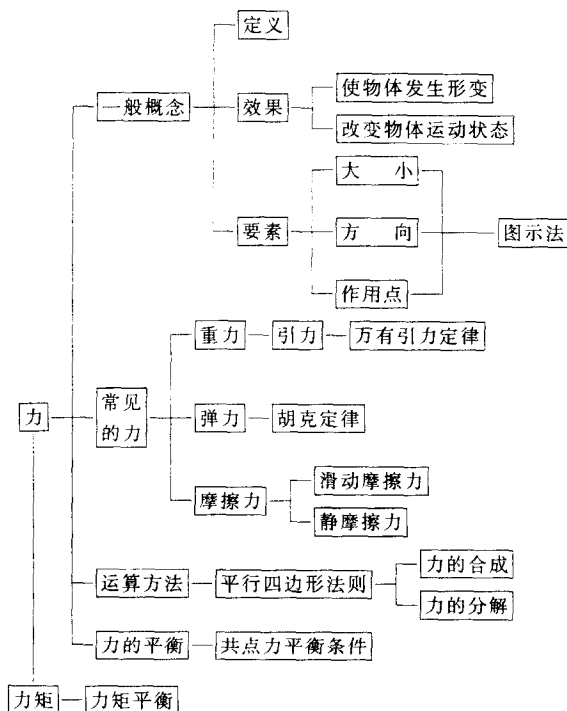
第十四单元 物理实验

力学实验 高考基础题题典	239
热学实验 高考基础题题典	244
电学实验 高考基础题题典	246
光学实验 高考基础题题典	262

2006 年高考模拟试题卷(Ⅰ)	265
2006 年高考模拟试题卷(Ⅱ)	267
2006 年高考模拟试题卷(Ⅲ)	269
参考答案	272

第一单元 力 物体的平衡

知识网络



考点 1 力

考点完全剖析

1. 引力与重力

(1) 任何两个物体都是互相吸引的, 引力的大小跟两个物体的质量的乘积成正比, 跟它们距离的平方成反比。

两个质点或均匀球体间的引力大小为

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2)$$

(2) 重力是由于地球的吸引而使物体受到的力, 但重力不同于引力。重力的方向竖直向下, 重力的大小

$$G = mg$$

通常情况下不考虑 g 的变化时, 可以认为它跟物体的运动状况及物体受到的其他力无关。

例 1 如图 1-1 所示是一个带有游标尺的水银气压计的一部分, 游标尺的准确度是 0.1 mm。试根据气压计的指示值和已知的地球半径 $R = 6370 \text{ km}$, 估算包围地球的大气质量约为 _____ kg (取两位有效数字)。

答案 $5.2 \times 10^{18} \text{ kg}$ 。

解析 大气受到地球的引力后压向地球表面的力, 就是

作用在整个地球表面的大气压力。据此, 读出大气压值即可做出估算。

气压计上指示的大气压为

$$p = 756.6 \text{ mmHg} = \frac{756.6}{760} \times 1.013$$

$$\times 10^5 \text{ Pa} = 1.008 \times 10^5 \text{ Pa}$$

由于地球周围大气层的厚度 $h \ll R$, 可以认为大气层各处的 g 值相等, 因此整个地球表面受到大气压力的大小为

$$F = pS = p \cdot 4\pi R^2 = mg$$

所以地球大气的质量为

$$m = \frac{4\pi R^2 p}{g} = \frac{4\pi \times (6.37 \times 10^6)^2 \times 1.008 \times 10^5}{9.8} \text{ kg} \\ = 5.24 \times 10^{18} \text{ kg} \approx 5.2 \times 10^{18} \text{ kg}$$

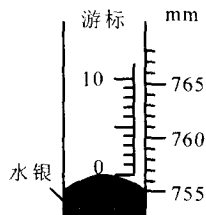


图 1-1

2. 弹力

物体发生弹性形变时产生的力, 称为弹力。有弹力时两物体一定直接接触, 且在接触处有挤压或拉引的趋势。

弹力的方向跟作用在物体上使它发生形变的外力方向相反。弹力的大小跟形变有关, 物体的形变越大, 弹力也越大。

弹簧的弹力遵循胡克定律

$$F = kx$$

一般物体的弹力往往需结合物体的运动状态确定。

必须注意,对同一根弹簧,当弹力大小确定时,需考虑可能处于拉伸与压缩两种状态。

例2 (2000 广东) S_1 和 S_2 表示劲度系数分别为 k_1 和 k_2 的两根弹簧, $k_1 > k_2$, a 和 b 表示质量分别为 m_a 和 m_b 的两块小物块, $m_a > m_b$. 将弹簧与物块按图 1-2 所示方式悬挂起来. 现要求两根弹簧的总长度最长,则应使 ().

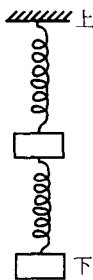


图 1-2

- A. S_1 在上, a 在上
B. S_1 在上, b 在上
C. S_2 在上, a 在上
D. S_2 在上, b 在上

答案 D.

解析 上面弹簧中的弹力总是等于两小物块的重力,跟它们的上下次序无关. 要求两弹簧的总长度最大,下面弹簧所挂的物块应重些, b 应在上面.

对于两弹簧上下位置的选择,可分别比较不同位置时的总长度. 因 S_1 和 S_2 分别在上面时的总长度分别为

$$l = \frac{(m_a + m_b)g}{k_1} + \frac{m_b g}{k_2} \quad l' = \frac{(m_a + m_b)g}{k_2} + \frac{m_a g}{k_1}$$

又由 $\frac{m_b g}{k_2} > \frac{m_a g}{k_1}$, 得 $l' > l$, 所以 S_2 应在上面.

3. 摩擦力

摩擦力是由于物体相互接触的表面不光滑,当发生相对运动或有相对运动趋势时产生的力。

摩擦力的方向始终跟物体的相对运动或相对运动趋势的方向相反,位于接触面的切面内。

滑动摩擦力的大小跟相互间的正压力成正比,即

$$f = \mu N$$

物体一旦滑动,不论滑动过程中的正压力是否变化(如在曲面上滑行), $f = \mu N$ 的关系式不变. 当动摩擦系数 μ 处处相同时, f 的大小跟相对运动的速度大小和方向无关。

静摩擦力的大小和方向往往需结合物体的运动状态确定. 它的变化范围是

$$0 \leq f \leq f_{\max}$$

例3 如图 1-3 所示,一个重 $G = 200 \text{ N}$ 的物体沿粗糙水平面向左运动时,受到一个大小为 10 N , 方向水平向右的外力 F' 作用. 已知物体与水平面间的动摩擦系数 $\mu = 0.1$, 则水平面对物体的摩擦力大小和方向是 ().

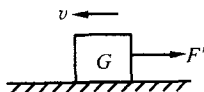


图 1-3

- A. 大小是 10 N , 方向向左
B. 大小是 10 N , 方向向右
C. 大小是 20 N , 方向向左
D. 大小是 20 N , 方向向右

答案 D.

解析 物体与水平面间的压力 $F_N = G = 200 \text{ N}$, 由公式得滑动摩擦力大小为

$$F = \mu F_N = 0.1 \times 200 \text{ N} = 20 \text{ N}$$

因物体相对水平面向左滑动,所以平面对物体的摩擦力方向

向右。

4. 力的合成与分析

(1) 两个共点力的合成

合力的大小(图 1-4)

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos \theta}$$

它与其中某个力(如 F_1) 的夹角

$$\tan \alpha = \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta}$$

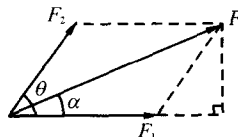


图 1-4

两个共点力的合力大小的范围为

$$|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$$

(2) 力分解的唯一性条件

① 已知两个分力的方向;

② 已知一个分力的大小与方向;

③ 已知一个分力的大小、另一个分力的方向(此时可能有一解、二解或无解)。

(3) 几个共点力的合力的常用方法

① 依次应用平行四边形法则;

② 正交分解法。

例4 体操运动员双手握住单杠,开始时双臂平行,使身体悬空. 当两手间距逐渐增大时,每只手臂所受的力 T 及它们的合力 F 的大小变化情况是 ().

- A. T 增大, F 增大
B. T 增大, F 减小
C. T 增大, F 不变
D. T 减小, F 不变

答案 C.

解析 以两只手臂中的力为分力,画出成不同角度时的平行四边形,其合力 $F = G$. 由图 1-5 可知,两手分得越开,夹角越大,每只手臂受到的力越大,但合力不变. 或者,设每只手臂跟竖直方向间夹角为 θ , 由 $2T \cos \theta = G$, 得

$$T = \frac{G}{2 \cos \theta}$$

当两手间距增大时, θ 变大, $\cos \theta$ 变小, T 变大, 其合力 F 不变。

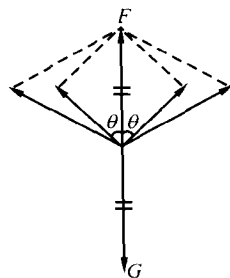


图 1-5

高考基础题题典

高考真题精华

1. (2005 上海) 对如图 1-6 所示的皮带传动装置, 下列说法中正确的是 ().

- A. A 轮带动 B 轮沿逆时针方向旋转
B. B 轮带动 A 轮沿逆时针方向旋转
C. C 轮带动 D 轮沿顺时针方向旋转
D. D 轮带动 C 轮沿顺时针方向旋转

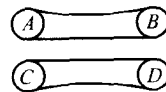


图 1-6

答案 B, D.

解析 皮带传动是依靠摩擦力实现的. 主动轮转动时, 依靠摩擦力带动皮带; 皮带依靠摩擦力带动从动轮。

对 A、B 两轮,皮带下方被拉紧,上方松弛,它符合 B 轮带动 A 轮逆时针方向旋转的情况(若 A 是主动轮带动 B 轮,只有当 A 沿顺时针方向旋转才会使皮带下方拉紧)。对 C、D 两轮,皮带上被拉紧,下方松弛,同理可知 D 是主动轮,它带动 C 轮沿顺时针方向旋转。

2. (2005 辽宁文理综合) 两光滑平板 MO、NO 构成一具有固定夹角 $\theta_0 = 75^\circ$ 的 V 形槽,一球置于槽内,用 θ 表示 NO 板与水平面之间的夹角,如图 1-7 所示。若球对板 NO 压力的大小正好等于球所受重力的大小,则下列 θ 值中哪个是正确的? ()。

- A. 15° B. 30°
C. 45° D. 60°

答案 B.

解析 把小球重力沿着垂直于两平板方向分解(图 1-8),由几何知识得 F_1 与重力 mg 之间夹角为 $\theta_0 = 75^\circ$,已知 $F_2 = mg$,所以 $\theta = 30^\circ$ 。

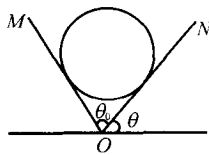


图 1-7

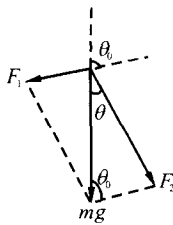


图 1-8

3. (2004 全国·理综·新课标) 如图 1-9 所示,四个完全相同的弹簧都处于水平位置,它们的右端受到大小皆为 F 的拉力作用,而左端的情况各不相同:①中弹簧的左端固定在墙上,②中弹簧的左端受大小也为 F 的拉力作用,③中弹簧的左端拴一小物块,物块在光滑的表面上滑动,④中弹簧的左端拴一小物块,物块在有摩擦的桌面上滑动。若认为弹簧的质量都为零,以 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 依次表示四个弹簧的伸长量,则有 ()。

- A. $l_2 > l_1$ B. $l_4 > l_3$
C. $l_1 > l_3$ D. $l_2 = l_4$

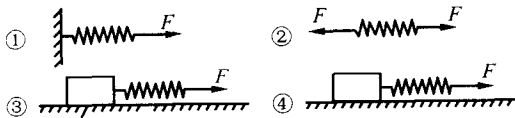


图 1-9

答案 D.

解析 图①和②情况一样,弹簧处于静止状态,两端都受到同样大小的拉力。

图③和④中,弹簧跟物块一起做加速运动,由于弹簧质量不计,因此弹簧所受的合力为零,即两端拉力也都为 F 。

由此可见,题中四种情况弹簧两端都受到大小为 F 的拉力,弹簧的伸长量都相同。

4. (2004 上海) 物体 B 放在物体 A 上,A、B 的上下表面均与斜面平行(如图)。当两者以相同的初速度靠惯性沿光滑固定斜面 C 向上做匀减速运动时 ()。

- A. A 受到 B 的摩擦力沿斜面方向向上
B. A 受到 B 的摩擦力沿斜面方向向下
C. A、B 之间的摩擦力为零
D. A、B 之间是否存在摩擦力取决于 A、B 表面的性质

答案 C.

解析 A、B 一起向上做匀减速运动,其加速度方向向

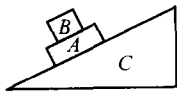


图 1-10

下。设斜面倾角为 θ ,对(A+B)的整体,由

$$(m_A + m_B)g \sin \theta = (m_A + m_B)a \quad \text{得} \quad a = g \sin \theta$$

它正好等于每一个物体的下滑分力产生的加速度,因此每一个物体沿斜面方向不可能再受到其他的力,A、B、D 均错。

模拟试题启示

1. (2005 山东威海质量检测) 质量为 1.0 kg 的物体,置于水平面上,物体与水平面间的动摩擦系数 $\mu = 0.2$,从 $t = 0$ 开始,物体以初速度 v_0 向右滑行的同时,受到一个水平向左的恒力 $F = 1.0 \text{ N}$ 的作用,则以下能反映物体受到的摩擦力 f 随时间变化的图像是(取向右为正方向, $g = 10 \text{ m/s}^2$) ()。

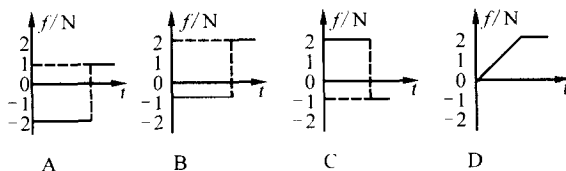


图 1-11

答案 A.

解析 物体向右做匀减速运动,滑动摩擦力

$$f_{\text{滑}} = \mu mg = 0.2 \times 1.0 \times 10 \text{ N} = 2 \text{ N}$$

其方向向左,按正方向规定 $f = -2 \text{ N}$ 。

当速度减到零以后,由于向左的恒力小于使物体运动的摩擦力,物体静止,受到的静摩擦力方向向右,大小为

$$f_{\text{静}} = F = 1.0 \text{ N}$$

按正方向规定, $f_{\text{静}}$ 为正,所以 $f-t$ 图如图 A 所示。

2. (2005 河南许昌质量评估) 如图 1-12 所示,长方体 a、b、c 叠放在一起放在水平桌面上,水平力 F 作用在物体 a 上,使 a、b、c 一起向左做匀速直线运动,运动过程中,三者保持相对静止,以 F_1 、 F_2 、 F_3 分别表示 a 与 b、b 与 c、c 与桌面间的摩擦力的大小,则下列正确的为 ()。

- A. $F_1 = F_2 = F_3 = F$
B. $F_1 = F, F_2 = F_3 = 0$
C. $F_1 = F_2 = 0, F_3 = F$
D. $F_1 = F_3 = F, F_2 = 0$

答案 A.

解析 三者相对静止作为一个整体,匀速运动时桌面与 c 之间摩擦力 $f_3 = F$ 。隔离 a,根据匀速运动条件,同理得 a 与 b 之间摩擦力 $F_1 = F$ 。隔离 c,同理可知 b 与 c 之间必有摩擦力 $F_2 = F$ 。

3. (2005 山东泰安质量检测) 欲使在粗糙斜面上匀速下滑的物体静止,如图 1-13 所示,可采用的方法是 ()。

- A. 在物体上叠放一重物
B. 对物体施一垂直于斜面的力
C. 对物体施一竖直向下的力
D. 增大斜面的倾角

答案 B.

解析 物体匀速下滑时满足条件

$$mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta \quad \text{得} \quad \mu = \tan \theta$$

由于 μ 与物体质量无关,A 错。

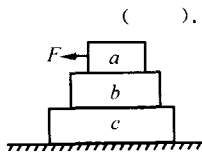


图 1-12

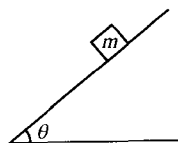


图 1-13

当加以垂直斜面的力时,相当于增加了正压力,于是

$$mg \sin \theta < \mu(mg + F) \cos \theta$$

B 正确.

对物体施以竖直向下的力,相当于物体的重力增大,由于

$$(mg + F) \sin \theta = \mu(mg + F) \cos \theta$$

物体仍然匀速下滑, C 错.

增大斜面倾角时, $\tan \theta > \mu$, 物体会加速下滑, D 错.

4. (2005 湖北黄冈调研) 如图 1-14

所示, 物体 B 叠放在物体 A 上, A、B 的质量均为 m , 且上、下表面均与斜面平行, 它们以共同速度沿倾角为 θ 的固定斜面 C 匀速下滑, 则 ().

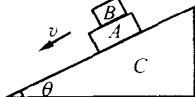


图 1-14

- A. A、B 间没有静摩擦力
- B. A 受到 B 的静摩擦力方向沿斜面向上
- C. A 受到斜面的滑动摩擦力大小为 $mg \sin \theta$
- D. A 与斜面间的动摩擦系数 $\mu = \tan \theta$

答案 D.

解析 对 (A+B) 整体, 匀速下滑时 A 受到斜面的摩擦力

$$f_{CA} = 2mg \sin \theta = \mu \cdot 2mg \cos \theta$$

得

$$\mu = \tan \theta$$

由于 B 匀速下滑, A 对 B 必然有摩擦, 方向平行斜面向上, 大小为 $f_{AB} = mg \sin \theta$. 因此, A 受到 B 的摩擦力 f_{BA} 方向沿斜面向下. A、B、C 都错.

5. (2005 浙江杭州质量检测) 有些人, 如电梯修理员、牵引专家等, 常需要知道绳 (或金属线) 中的张力, 可又不便到绳 (或线) 的自由端去测量. 现某家公司制造了一种夹在绳上的仪表 (图中 B、C 为该夹子的横截面). 测量时,

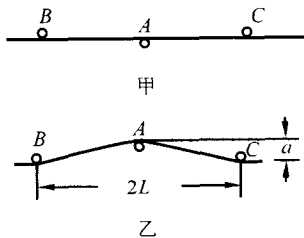


图 1-15

B、C 位置固定不动, 正中间用一硬杆竖直向上作用于绳上某点 A, 使绳产生一个微小偏移量 a , 借助仪表很容易测出这时绳对硬杆的压力 F_N . 图甲是作用前看到的 A、B、C 的位置; 图乙是作用后看到的 A、B、C 的位置 (A、B、C 可看做质点, 绳子粗细及重力可忽略不计). 现测得该微小偏移量为 $a = 12 \text{ mm}$, BC 间的距离为 $2L = 250 \text{ mm}$, 绳对横杆的压力为 $F_N = 300 \text{ N}$, 则绳的张力 F_T 的表达式为 _____, 并估算 F_T 大小为 _____ N (保留三位有效数字).

答案 $\frac{\sqrt{a^2 + L^2}}{2a} F_N$; 1.56×10^3 .

解析 把绳对硬杆的压力 F_N 沿两侧分解, 画出力分解的平行四边形. 由于对称性, 两侧绳中张力相等, 得到的是一个菱形 (图 1-16). 设绳与水平方向夹角为 θ , 则

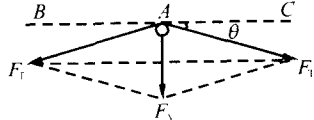


图 1-16

$$2F_T \sin \theta = F_N \quad \sin \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + L^2}}$$

得

$$F_T = \frac{\sqrt{a^2 + L^2}}{2a} F_N$$

由于 $a \ll L$, 上式可近似为

$$F_T = \frac{L}{2a} F_N = \frac{125}{2 \times 12} \times 300 \text{ N} \\ = 1.56 \times 10^3 \text{ N}$$

6. (2002 全国·新课程) 图 1-17 中 a、b、c 为三个物块, M、N 为两个轻质弹簧, R 为跨过光滑定滑轮的轻绳, 它们连接如图并处于平衡状态. ().

- A. 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于压缩状态
- B. 有可能 N 处于压缩状态而 M 处于拉伸状态
- C. 有可能 N 处于不伸不缩状态而 M 处于拉伸状态
- D. 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于不伸不缩状态

答案 A、D.

解析 绳子 R 只能拉弹簧 N 而不能压弹簧, N 只能处于拉伸状态或原长. M 所处状态由绳子 R 的拉力和物块 a 的重力共同决定, 当 N 处于原长时, R 中拉力为零, M 受 a 的压力处于压缩状态.

7. (2001 春季北京、内蒙古、安徽) 如图 1-18 所示, 两根相同的轻弹簧 S_1 、 S_2 , 劲度系数皆为 $k = 4 \times 10^2 \text{ N/m}$. 悬挂的重物的质量分别为 $m_1 = 2 \text{ kg}$ 和 $m_2 = 4 \text{ kg}$. 若不计弹簧质量, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 则平衡时弹簧 S_1 、 S_2 的伸长量分别为 ().

- A. 5 cm, 10 cm
- B. 10 cm, 5 cm
- C. 15 cm, 10 cm
- D. 10 cm, 15 cm

答案 C.

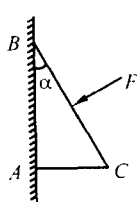
解析 S_2 中的弹力等于 $m_2 g$, 其伸长量为

$$x_2 = \frac{m_2 g}{k_2} = \frac{4 \times 10}{4 \times 10^2} \text{ m} = 10^{-1} \text{ m} \\ = 10 \text{ cm}.$$

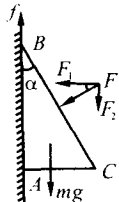
S_1 中的弹力等于 $(m_1 + m_2)g$, 其伸长量为

$$x_1 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_1} = \frac{6 \times 10}{4 \times 10^2} \text{ m} = 1.5 \times 10^{-1} \text{ m} \\ = 15 \text{ cm}.$$

8. (2001 全国) 如图 1-19(a) 所示, 质量为 m , 横截面为直角三角形的物块 ABC, $\angle ABC = \alpha$, AB 边靠在竖直墙面上, F 是垂直于斜面 BC 的推力. 现物块静止不动, 则摩擦力的大小为 _____.



(a)



(b)

图 1-19

答案 $mg + F \sin \alpha$.

解析 把垂直斜面 BC 的推力 F 沿垂直墙面和竖直向

下分解成 F_1, F_2 , 如图 1-19(b) 所示.

$$F_1 = F \cos \alpha \quad F_2 = F \sin \alpha$$

物块静止不动时, 由竖直方向的力平衡条件知, 墙面的静摩擦力大小为

$$f = mg + F_2 = mg + F \sin \alpha$$

9. 如图 1-20 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 ().

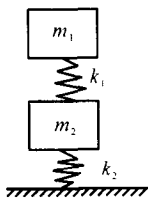


图 1-20

- A. $\frac{m_1 g}{k_1}$ B. $\frac{m_2 g}{k_1}$
C. $\frac{m_1 g}{k_2}$ D. $\frac{m_2 g}{k_2}$

答案 C.

解析 根据下面木块的平衡条件可知, 下面弹簧中的弹力 $f_2 = (m_1 + m_2)g$, 下面弹簧的压缩量

$$x_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_2}$$

缓慢上提上面的木块, 当它离开上面弹簧时, 下面弹簧中的弹力 $f_2 = m_2 g$, 相应的压缩量

$$x_2' = \frac{m_2 g}{k_2}$$

所以, 下面木块向上移动的距离为

$$x = x_2 - x_2' = \frac{m_1 g}{k_2}$$

10. 如图 1-21, a, b 为两根相连的轻质弹簧, 它们的劲度系数分别为 $k_a = 1 \times 10^3 \text{ N/m}$, $k_b = 2 \times 10^3 \text{ N/m}$, 原长分别为 $l_a = 6 \text{ cm}$, $l_b = 4 \text{ cm}$. 在下端挂一物体 G , 物体受到的重力为 10 N , 平衡时 ().

().

- A. 弹簧 a 下端受的拉力为 4 N , b 下端受的拉力为 6 N
B. 弹簧 a 下端受的拉力为 10 N , b 下端受的拉力为 10 N
C. 弹簧 a 的长度变为 7 cm , b 的长度变为 4.5 cm
D. 弹簧 a 的长度变为 6.4 cm , b 的长度变为 4.3 cm

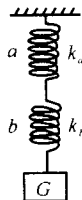


图 1-21

答案 B, C.

解析 平衡时, 由物体的受力情况可知, b 弹簧下端受的拉力为 10 N . 由 b 弹簧的平衡条件可知, a 弹簧下端受的拉力也为 10 N .

a, b 两弹簧的伸长量分别为

$$\Delta x_a = \frac{F_a}{k_a} = \frac{10}{1 \times 10^3} \text{ m} = 10^{-2} \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

$$\Delta x_b = \frac{F_b}{k_b} = \frac{10}{2 \times 10^3} \text{ m} = 5 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.5 \text{ cm}$$

两弹簧的长度分别变为

$$l_a' = l_a + \Delta x_a = 7 \text{ cm}$$

$$l_b' = l_b + \Delta x_b = 4.5 \text{ cm}$$

11. 高明的艄公在河中遇到逆风也可以使帆, 他使船迎着风走“之”字形的航线, 如图 1-22 所示. 为了借助风力, 此时帆面与风向间的夹角应该 ().

- A. 等于航向与风向间夹角
B. 小于航向与风向间夹角
C. 大于航向与风向间夹角
D. 上述三种办法都可行

答案 B.

解析 空气分子可以看成一群弹性小球, 它们沿着风向打到帆面后被弹出, 从而形成对帆面的压力(风力) F . 这个力一定垂直帆面.

为了使得这个风力 F 能形成推动船前进的分力, 必须使得帆面与风向间的夹角小于航向与风向间的夹角, 即帆面应位于风向与航向之间, 如图 1-23 所示.

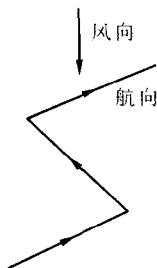


图 1-22

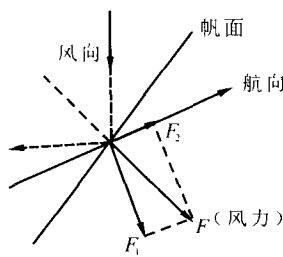


图 1-23

风力 F 可分解成两个分量: F_1 垂直航向(即垂直船的“龙骨”), 由于船在横向的面积较大, 能被阻力所平衡; F_2 沿着航向, 形成对船的有效推力.

12. 为了把陷入泥坑中的汽车拉出来, 驾驶员用一根结实的长绳, 一端拴在车头上(A点), 另一端拴在车前牢固的树上(B点), 然后在绳子中点C横向用力拉, 如图 1-24 所示.

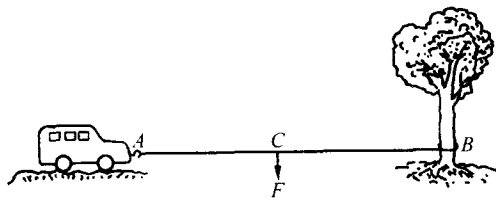


图 1-24

为了使汽车受到的拉力最大, 人在中点C的施力方向应该 ().

- A. 保持与 AB 垂直 B. 保持与 AC 垂直
C. 保持与 BC 垂直 D. 与 AC 方向夹角小些

答案 C.

解析 设人施力后把 C 拉至某位置时, 如图 1-25 所示. 此时 AC 和 BC 与 AB 方向间夹角为 α , 设人施力方向与 BC 段夹角为 θ .

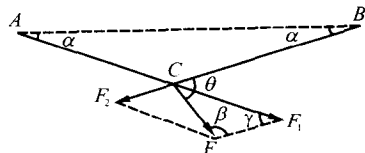


图 1-25

把拉力 F 沿 AC, BC 方向分解成两分力 F_1, F_2 .

在力三角形 FF_1C 中, 由正弦定理 $\frac{F_1}{\sin \beta} = \frac{F}{\sin \gamma}$

因为 $\beta = 180^\circ - \theta$, $\gamma = 180^\circ - \angle ACB = 2\alpha$, 代入上式

$$\frac{F_1}{\sin(180^\circ - \theta)} = \frac{F}{\sin 2\alpha} \quad \text{得} \quad F_1 = \frac{\sin \theta}{\sin 2\alpha} F$$

这就是说,对汽车的有效拉力(F_1)与拉力大小、施力方向及绳子偏离原方向的角度有关.当 $\theta=90^\circ$ 时,可使汽车受到的拉力最大.其值为

$$F_{1\max} = \frac{F}{\sin 2\alpha}$$

所以正确答案为 C.

高考综合题拓展

高考真题精华

1. (2003 全国·新课程)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 $k=3.4\times 10^{-4}\text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$.已知水的密度 $\rho=1.0\times 10^3\text{ kg}/\text{m}^3$,取重力加速度 $g=10\text{ m}/\text{s}^2$.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)

答案 1.2 m/s.

解析 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

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

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

由①②得终极速度

$$\begin{aligned} v_T &= \frac{4\pi r^2 \rho g}{3k} \\ &= \frac{4 \times 3.14 \times (0.10 \times 10^{-3})^2 \times 1.0 \times 10^3 \times 10}{3 \times 3.4 \times 10^{-4}} \text{ m/s} \\ &= 1.2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

模拟试题启示

1. (2005 广东茂名一摸)为测出纸张间的动摩擦系数,刘敏同学用两本完全相同的书 A、B 来做实验.每本书重 5 N,实验时将两本书分成若干等份,交叉地叠放在一起置于光滑桌面上,并将书本 A 固定不动,用水平向右的力 F 把书 B 匀速抽出,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	...	逐页交叉
力 F 的大小/N	3.0	7.0	15	31	...	383

由实验数据可知:

(1)如果两本书的任意两张纸之间的动摩擦系数都相同,则纸张间的动摩擦系数为多大?

(2)这两本书的总页数是多少?

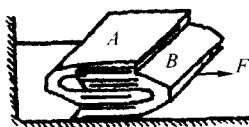


图 1-26

答案 (1)0.2; (2)192.

解析 (1)设两本书的总重力为 $G=10\text{ N}$,当每本书分成 n 等份时,每份的重力为 $G/2n$.设动摩擦系数为 μ ,由于是匀速拉出,所以

$$\begin{aligned} F &= f_1 + f_2 + \dots + f_{2n-1} = \mu(2n-1)\frac{G}{2n} + \mu(2n-2)\frac{G}{2n} + \dots + \mu\frac{G}{2n} = \mu\frac{2n-1}{2}G \quad (1) \end{aligned}$$

当 $n=2$ 时,由实验数据得 $F=3.0\text{ N}$,因此

$$\mu = \frac{2F}{(2n-1)G} = \frac{2 \times 3.0}{(2 \times 2 - 1) \times 10} = 0.2 \quad (2)$$

(2)当 $F=383\text{ N}$ 时,由①、②式得出的总页数

$$n = \frac{1}{2} \left(\frac{2F}{\mu G} + 1 \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{2 \times 383}{0.2 \times 10} + 1 \right) = 192$$

2. (2005 河南郑州质量预测)用金属制成的线材(如钢丝、钢筋)受到拉力会伸长.十七世纪英国物理学家胡克发现:金属丝或金属杆在弹性限度内它的伸长量与拉力成正比,这就是著名的胡克定律.这一发现为后人对材料的研究奠定了重要基础.

现在一根用新材料制成的金属杆,长为 4 m,横截面积为 0.8 cm^2 ,设计要求它受到拉力后的伸长量不超过原长的 $1/1000$,要计算其此时受到的最大拉力.由于这一拉力很大,杆又较长,直接测试有困难,现在选用同种材料制成样品进行测试,通过测试取得数据如下:

原长 /m	伸长/cm 拉力/N 截面积/ cm^2	250	500	750	1000
1	0.05	0.04	0.08	0.12	0.16
2	0.05	0.08	0.16	0.24	0.32
1	0.10	0.02	0.04	0.06	0.08

认真观察表中数据,回答下列问题:

(1)测试结果表明线材受拉力作用后其伸长量与材料的原长成____比,与材料的横截面积成____比;

(2)上述金属细杆承受的最大拉力为____N.

答案 (1)正,反; (2)10 000.

解析 金属杆的允许伸长量为

$$\Delta l = \frac{1}{1000} l_0 = \frac{1}{1000} \times 4\text{ m} = 0.004\text{ m} = 0.4\text{ cm}$$

把金属杆分割成长 $l_1=1\text{ m}$ 的 4 段,每一段再分割成截面积 $S_1=0.10\text{ cm}^2$ 的 8 段,要求每一小段伸长 $\Delta l_1=0.1\text{ cm}$.取其中一段跟第 3 组实验数据相比较,得最大拉力

$$F_{\max} = 8 \times \frac{500 \times 0.1}{0.04} \text{ N} = 10\,000\text{ N}$$

考点 2 物体的平衡

考点完全剖析

1. 平衡的意义

物体处于静止、匀速直线运动状态或匀速转动状态,都称为平衡状态.

平衡状态的唯一标志,物体无任何(平动的或转动的)加速度,而不是速度等于零.

2. 共点力平衡

$$\text{平衡条件 } F_{\text{合}}=0 \Rightarrow \begin{cases} F_x = F_{1x} + F_{2x} + \cdots + F_{nx} = 0 \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} + \cdots + F_{ny} = 0 \end{cases}$$

应用要点

选对象 根据题意,选取某平衡体或作用点为研究对象.通常还需将它从所处环境中隔离出来.

画力图 分析研究对象的受力情况,并按各个力的实际作用方向画出受力图.

取坐标 针对具体情况,选取两个互相正交的方向建立直角坐标.

列方程 根据平衡条件,列出两坐标轴上合力为零的方程,即 $F_x=0, F_y=0$,再求解.

例 1 质量 $m=50 \text{ kg}$ 的人站在冰面上,他用绳子拖动质量 $M=200 \text{ kg}$ 的箱子.若人与冰面之间的动摩擦系数 $\mu_1=0.4$,箱与冰面之间的动摩擦系数 $\mu_2=0.2$,为了使自己保持不动而拖动箱子,拉力方向与水平面夹角 α 多大?

解析 分别以人和箱子作为研究对象,它们各受到四个力作用:重力、冰面支持力、相互间的拉力、冰面摩擦力,其隔离体的受力图如图 1-27 所示.

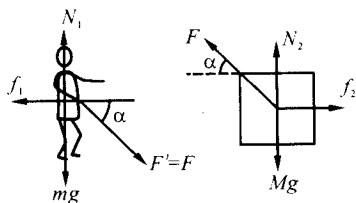


图 1-27

取水平、竖直两个方向为正交坐标,分别对人和箱子列出力平衡方程

$$F \cos \alpha = f_1 = \mu_1 (mg + F \sin \alpha) \quad ①$$

$$F \cos \alpha = f_2 = \mu_2 (Mg - F \sin \alpha) \quad ②$$

由①、②两式相等,得

$$\sin \alpha = \frac{\mu_2 Mg - \mu_1 mg}{F(\mu_1 + \mu_2)} \quad ③$$

由①式 $\times \mu_2$, ②式 $\times \mu_1$, 再相加得

$$\cos \alpha = \frac{\mu_1 \mu_2 (m + M) g}{F(\mu_1 + \mu_2)} \quad ④$$

③、④两式联立得

$$\tan \alpha = \frac{\mu_2 M - \mu_1 m}{\mu_1 \mu_2 (m + M)} = \frac{0.2 \times 200 - 0.4 \times 50}{0.2 \times 0.4 \times (50 + 200)} = 1$$

$$\alpha = 45^\circ$$

3. 力矩及力矩平衡

力矩 力与力臂的乘积.

$$M = F \cdot L \quad (\text{单位: } \text{N} \cdot \text{m})$$

力矩平衡条件 力矩的代数和为零.

$$M_1 + M_2 + \cdots + M_n = 0 \quad \text{或} \quad M_{\text{顺}} = M_{\text{逆}}$$

例 2 (2000 上海) 图 1-28 为人手臂骨骼与肌肉的生理结构示意图,手上托着重量为 G 的物体.(1)画出前臂受力示意图(手、手腕、尺骨和桡骨看成一个整体,所受重力不计.图中 O 点看做固定转动轴, O 点受力可以不画).(2)根据图中标尺估算出二头肌此时的收缩力约为_____.

答案 (1)示意图如图 1-29 所示;(2) $8G$.

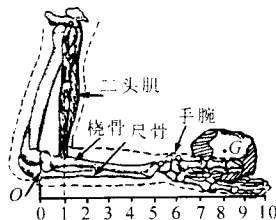


图 1-28

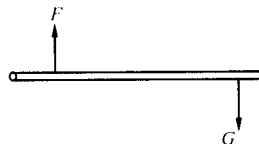


图 1-29

解析 由题意知,手、手腕、尺骨和桡骨作为一个整体时,可以看成绕 O 轴的杠杆.重物压力使它产生绕 O 轴顺时针的力矩,它正好平衡由二头肌收缩力产生的绕 O 轴逆时针的力矩.设每单位长为 l ,由

$$G \cdot 8l = F \cdot l$$

得

$$F = 8G$$

高考基础题题典

高考真题精华

1. (2005 天津理综) 如图 1-30 所示,表面粗糙的固定斜面顶端安有滑轮,两物块 P 、 Q 用轻绳连接并跨过滑轮(不计滑轮的质量和摩擦), P 悬于空中, Q 放在斜面上,均处于静止状态.当用水平向左的恒力推 Q 时, P 、 Q 仍静止不动,则

().

- A. Q 受到的摩擦力一定变小
- B. Q 受到的摩擦力一定变大
- C. 轻绳上拉力一定变小
- D. 轻绳上拉力一定不变

答案 D.

解析 物块 P 受到两个力作用:重力 G_P 和轻绳拉力 T . P 静止不动,始终有关系式 $T = G_P$,因此 C 错, D 正确.

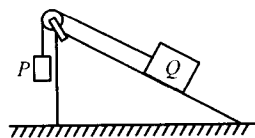


图 1-30



物块 Q 原来受到四个力作用:重力 G_Q 、支持力 N 、绳子拉力 T 、摩擦力 f 。其中 f 的方向可能沿斜面向下或向上。加上推力 F 后,若 Q 相对斜面的运动趋势向上,则 f 沿斜面向下(图 1-32),且比原来增大;若 Q 相对斜面的运动趋势向下,则 f 沿斜面向上(图 1-32),且比原来减小。A、B 都错。

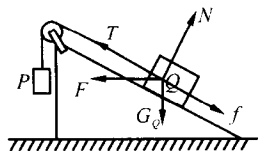


图 1-31

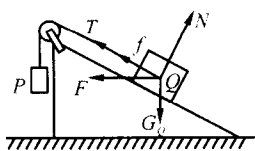


图 1-32

2. (2004 广东、广西)用三根轻绳将质量为 m 的物块悬挂在空中,如图 1-34 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 绳中的拉力分别为 ()。

- 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. $\frac{1}{2}mg, \frac{\sqrt{3}}{4}mg$

答案 A.

解析 平衡时, ac 和 bc 拉力的合力必与物块的重力等值反向。由图 1-34 知

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

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

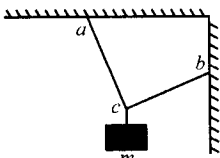


图 1-33

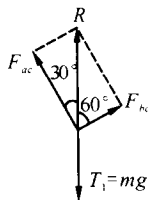


图 1-34

3. (2003 全国·理综)如图 1-35 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。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为 $\alpha = 60^\circ$ 。两小球的质量比 $\frac{m_2}{m_1}$ 为 ()。

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

答案 A.

解析 由于碗口光滑,线上张力处处相等,均为 $T = m_2g$ 。考虑小球 1 的受力情况(图 1-36),结合几何条件:

$$N = T = m_2g$$

$$2T \cos 30^\circ = m_1g$$

$$\text{即 } 2m_2g \cos 30^\circ = m_1g$$

$$\text{得 } \frac{m_2}{m_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

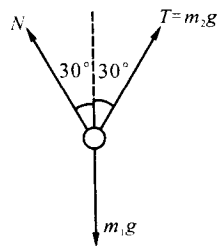


图 1-36

4. (2003 全国·文理综合)如图 1-

37 所示,一质量为 M 的楔形块放在水平桌面上,它的顶角为 90° ,两底角为 α 和 β ; a, b 是两个位于斜面上质量均为 m 的木块。已知所有接触面都是光滑的。现发现 a, b 沿斜面下滑,而楔形木块静止不动,这时楔形木块对水平桌面的压力等于 ()。

- A. $Mg + mg$
B. $Mg + 2mg$
C. $Mg + mg(\sin \alpha + \sin \beta)$
D. $Mg + mg(\cos \alpha + \cos \beta)$

答案 A.

解析 木块 a 下滑时对斜面的压力 $N_a = mg \cos \alpha$,其竖直分力

$$N_{ay} = N_a \cos \alpha = mg \cos^2 \alpha$$

木块 b 下滑时对斜面的压力 $N_b = mg \cos \beta$,其竖直分力

$$N_{by} = N_b \cos \beta = mg \cos^2 \beta$$

设地面对楔形块的支持力为 N ,由楔形块竖直方向的力平衡条件知

$$N = Mg + N_{ay} + N_{by} = Mg + mg(\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta)$$

由于 $\alpha + \beta = 90^\circ$, $\cos \beta = \sin \alpha$, 所以

$$N = Mg + mg = (M + m)g$$

根据牛顿第三定律,楔形块对水平桌面的压力为 $N' = N = (M + m)g$ 。

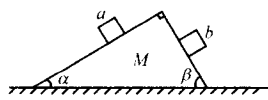


图 1-37

模拟试题启示

1. (2005 江苏徐州第一次质量检测)用力将如图 1-38 所示的装有塑料挂钩的轻圆吸盘压紧在竖直的墙壁上,排出圆盘与墙壁之间的空气,松开手后往钩上挂适当的物体,圆盘不会掉下来,这是因为物体对圆盘向下的拉力 ()。

- A. 与大气对圆盘的压强平衡
B. 与墙壁对圆盘的摩擦力平衡
C. 与墙壁对圆盘的支持力平衡
D. 与物体所受的重力平衡

答案 B.

解析 由竖直方向上的力平衡得。

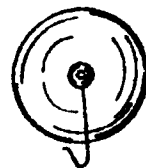


图 1-38

2. (2005 广东肇庆一模)每年春天许多游客前往星湖旁的月伴湖公园放风筝。会放风筝的人,可使风筝静止在空中,如图 1-39 所示的四幅图中, AB 代表风筝截面, OL 代表风筝线,风向水平,则风筝可能静止的是 ()。

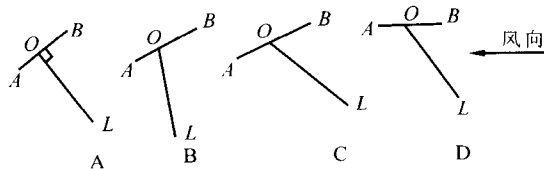


图 1-39

答案 C.

解析 放风筝时,风筝受到三个力作用:重力、线的拉力和风力。风力是由于空气分子碰撞风筝而产生的,它垂直于风筝截面向上。根据力平衡条件, A、B 两种情况都不可能使风筝静止, D 图可以认为不受风力,也无法平衡,只有图 C 是可能的。

3. (2005 江苏南通第一次调研)如图 1-40 所示,轻质光滑滑轮两侧用细绳连着两个物体 A 与 B,物体 B 放在水平地面上, A、B 均静止。已知 A 和 B 的质量分别为 m_A, m_B , 绳与水平方向的夹角为 θ , 则 ()。

- A. 物体 B 受到的摩擦力可能为 0
B. 物体 B 受到的摩擦力为 $m_A g \cos \theta$

- C. 物体 B 对地面的压力可能为 0
D. 物体 B 对地面的压力为 $m_B g - m_A g \sin \theta$

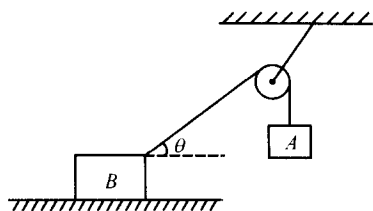


图 1-40

答案 B,D.

解析 A,B 静止时,绳中张力 $T = m_A g$, 物体 B 有向右滑动的趋势,受到的摩擦力

$$f_B = T \cos \theta = m_A g \cos \theta$$

地面对物体 B 的支持力为

$$N = m_B g - T \sin \theta = m_B g - m_A g \sin \theta$$

所以物体 B 对地面的压力为 $m_B g - m_A g \sin \theta$.

4. (2005 浙江杭州第一次质量检测) 长木板上有一木块如图 1-41 所示,当长木板的倾角 θ 逐渐增大时 ().

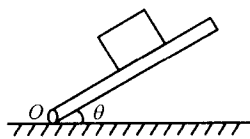


图 1-41

A. 如果木块一直静止于长木板上,则木块所受重力和支持力的合力逐渐增大

B. 如果木块一直静止于长木板上,则木块所受重力、支持力和静摩擦力的合力逐渐增大

C. 如果木块一直静止于长木板上,则木块所受重力和静摩擦力的合力逐渐增大

D. 如果 θ 从 0° 一直增大到 90° ,则木块所受的摩擦力一直增大

答案 A.

解析 当长木板的倾角 θ 逐渐增大时,若木块一直静止于木板上,则它所受重力、支持力和静摩擦力的合力始终为零,B 错. 其中,重力、支持力的合力为 $G \sin \theta$ 随 θ 而增大,恰与静摩擦力平衡,A 正确. 重力、静摩擦力的合力为 $G \cos \theta$,恰与支持力平衡,随 θ 增大而减小,C 错.

倾角 θ 从 0° 增大到 90° ,木块滑动前受到的摩擦力(静摩擦力) $f = G \sin \theta$,随 θ 增大而增大;木块滑动后受到的摩擦力(滑动摩擦力) $f' = G \cos \theta$,随 θ 增大而减小,D 错.

5. (2005 山西太原基础知识测试) 如图 1-42 所示,两根直木棍 AB,CD 相互平行,斜靠在竖直墙壁上固定不动,一根水泥圆筒从木棍的上部匀速滑下.若保持两木棍倾角不变,将两棍间的距离减小后固定不动,仍将水泥圆筒放在两木棍上部,则水泥圆筒在两木棍上将 ().

- A. 仍匀速滑下 B. 匀加速滑下
C. 可能静止 D. 一定静止

答案 B.

解析 水泥圆筒从两木棍上滑下时,由对称性知,两木棍的支持力 N_1 、 N_2 的大小相等($N_1 = N_2 = N$),设 N_1 与 N_2 间夹角为 2θ (图 1-43),则

$$2N \cos \theta = mg \cos \alpha$$

匀速下滑时满足条件

$$mg \sin \alpha = 2f = 2\mu N$$

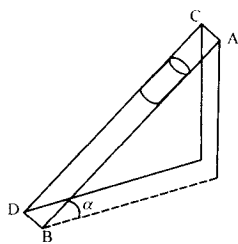


图 1-42

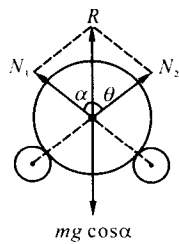


图 1-43

当两木棍靠近时,夹角 θ 变小,水泥圆筒对两木棍的压力变小,摩擦力变小,水泥圆筒的下滑分力不变, $mg \sin \alpha > 2f'$, 因此就会向下加速运动.

6. (2001 江苏等省) 如图 1-



图 1-44

44 所示,在一粗糙水平面上有两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块 1 和 2,中间用一原长为 l 、劲度系数为 k 的轻弹簧连结起来,木块与地面间的滑动摩擦系数为 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 ().

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

答案 A.

解析 设两木块一起匀速运动时,弹簧的弹力为 T ,由木块 1 的力平衡条件可知

$$T = f_1 = \mu m_1 g$$

对应的弹簧伸长量

$$\Delta x = \frac{T}{k} = \frac{\mu m_1 g}{k}$$

所以,两木块的间距为

$$x_{12} = l + \Delta x = l + \frac{\mu m_1 g}{k}$$

7. (2000 春季 北京、安徽) 1999 年 11 月 20 日,我国发射了“神舟号”载人飞船,次日载人舱着陆,实验获得成功. 载人舱在将要着陆之前,由于空气阻力作用有一段匀速下落过程. 若空气阻力与速度的平方成正比,比例系数为 k ,载人舱的质量为 m ,则此过程中载人舱的速度应为 _____.

答案 $\sqrt{\frac{mg}{k}}$.

解析 载人舱匀速下落时,其重力与阻力相平衡,即

$$mg = f$$

据题意,阻力可表示为 $f = kv^2$,则

$$mg = kv^2$$

所以

$$v = \sqrt{\frac{mg}{k}}$$

8. 雨滴下落时受到重力和空气阻力的作用. 开始时,重力大于阻力,雨点加速下落. 随着速度的增大,阻力增大. 当雨滴的重力与阻力相等时,雨滴就匀速下落. 这个速度称为收尾速度. 设雨滴所受的阻力与速度的平方及横截面积的乘积成正比($f \propto Sv^2$),则关于大雨滴跟小雨滴下落快慢的说法,正确的是 ().

- A. 大雨滴落得快 B. 小雨滴落得快
C. 两者快慢相同 D. 条件不足,无法比较

答案 A.

解析 设雨滴的半径为 R , 水的密度为 ρ . 匀速下落时满足条件

$$mg = f$$

即

$$\frac{4}{3}\pi \cdot R^3 \rho g = k \cdot \pi R^2 v^2$$

得

$$v = \sqrt{\frac{4\rho g R}{3k}}$$

即 $v \propto \sqrt{R}$, 因此雨滴越大时, 其下落速度也越大.

9. 有一个直角支架 AOB , AO 水平放置, 表面粗糙, OB 竖直向下, 表面光滑. AO 上套有小环 P , OB 上套有小环 Q , 两环质量均为 m , 两环间由一根质量可忽略、不可伸长的细绳相连, 并在某一位置平衡[如图 1-45(a)], 现将 P 环向左移一小段距离, 两环再次达到平衡, 那么将移动后的平衡状态和原来的平衡状态比较, AO 杆对 P 环的支持力 N 和细绳上的拉力 T 的变化情况是 ().

- A. N 不变, T 变大 B. N 不变, T 变小
C. N 变大, T 变大 D. N 变大, T 变小

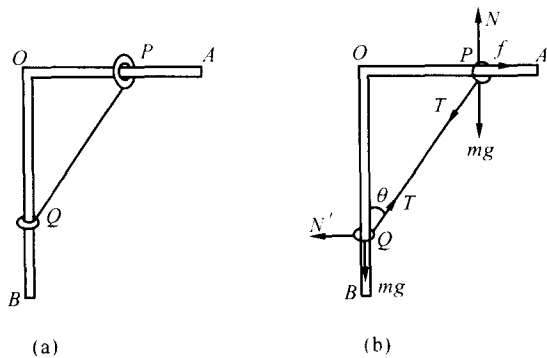


图 1-45

答案 B.

解析 P , Q 两环的受力情况如图 1-45(b) 所示. 平衡时, 两环所受的合力分别为零. 设原位置时细绳与 OB 杆间夹角为 θ .

$$\begin{aligned} \text{对小环 } Q: \quad T \cos \theta &= mg \\ \text{对小环 } P: \quad T \cos \theta + mg &= N \end{aligned}$$

所以 $N = 2mg$

将 P 环稍向左移时, 细绳与 OB 杆间夹角 θ 减小, 根据小环 Q 的平衡条件知, 细绳拉力 T 减小, 而 AO 杆对 P 环的支持力 N 始终等于两环重力之和, 不会随细绳与 OB 杆间夹角而变化.

10. 如图 1-46 所示是一种手控制动器, a 是一个转动着的轮子, b 是摩擦制动片, c 是杠杆, O 是其固定转动轴, 手在 A 点施加一个作用力 F 时, b 将压紧轮子, 使轮子制动. 若使轮子制动所需的力矩是一定的, 则下列说法正确的是 ().

- A. 轮 a 逆时针转动时, 所需的力 F 较小
B. 轮 a 顺时针转动时, 所需的力 F 较小
C. 无论 a 逆时针还是顺时针转动, 所需的力 F 相同
D. 无法比较 F 的大小

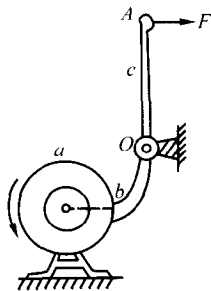


图 1-46

答案 A.

解析 使轮子制动的力矩是制动片 b 对轮子的摩擦力所产生的, 制动力矩一定, 表示制动时制动片 b 与轮 a 之间的摩擦力 f 一定, 两者之间的正压力 N 也一定.

轮 a 逆时针转动时, 轮对制动片 b 的摩擦力 f 向上, 它对转轴 O 产生一个与拉力 F 对轴 O 同向的力矩, 它们共同平衡正压力 N 对轴 O 的力矩, 如图 1-47(a) 所示.

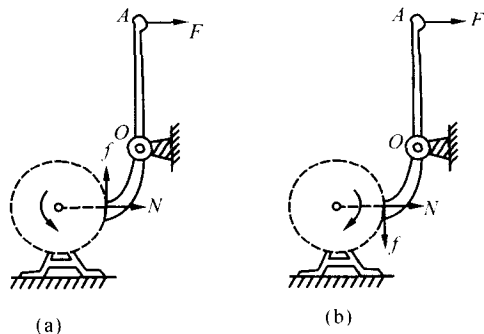


图 1-47

轮 a 顺时针转动时, 轮对制动片 b 的摩擦力 f 向下, 拉力 F 对轴 O 的力矩需平衡正压力 N 对轴 O 的力矩和摩擦力 f 对轴 O 的力矩, 如图 1-47(b) 所示.

所以, 当 f 与 N 一定时, 轮 a 逆时针转动时所需拉力 F 较小.

11. 如图 1-48 所示, 质量不计的杆 O_1B 和 O_2A , 长度均为 l , O_1 和 O_2 为光滑固定转轴, A 处有一凸起物搁在 O_1B 的中点, B 处用绳系在 O_2A 的中点, 此时两短杆便组合成一根长杆. 今在 O_1B 杆上的 C 点 (C 为 AB 的中点) 悬挂一重为 G 的物体, 则 A 处受到的支承力大小为 _____, B 处绳的拉力大小为 _____.

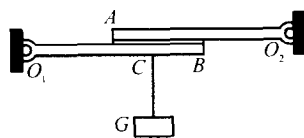


图 1-48

答案 $\frac{G}{2}$; G .

解析 设 A 处支承力大小为 N_1 , B 处绳的拉力为 N_2 , 对 O_2A 杆以 O_2 为转轴时的受力情况如图 1-49(a) 所示, 对 O_1B 杆以 O_1 为转轴时的受力情况如图 1-49(b) 所示, 其中 $N_1 = N_1'$, $N_2 = N_2'$.

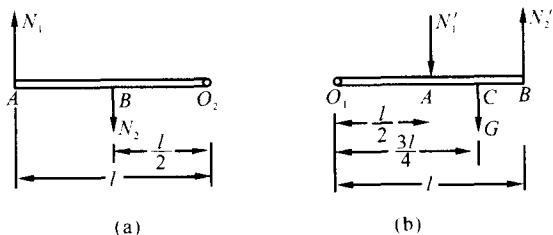


图 1-49

根据有固定轴物体的力矩平衡条件, 对 O_2A 杆和 O_1B 杆分别可列出方程

$$N_1 \cdot l = N_2 \cdot \frac{l}{2} \quad (1)$$

$$N_1' \cdot \frac{l}{2} + G \cdot \frac{3}{4}l = N_2' \cdot l \quad (2)$$

由①式得 $N_2 = 2N_1$

注意到 N_1, N_1' 和 N_2, N_2' 的大小关系, 把上述结果代入②式得

$$N_1 = \frac{G}{2}$$

则 $N_2 = G$

高考综合题拓展

高考真题精华

1. (2003 上海) 如图 1-50 所示, 在“有固定转动轴物体的平衡条件”实验中, 调节力矩盘使其平衡, 弹簧秤的读数为 _____ N. 此时力矩盘除受到钩码作用力 F_1, F_2, F_3 和弹簧拉力 F_4 外, 主要还受 _____ 力和 _____ 力的作用. 如果每个钩码的质量均为 0.1 kg, 盘上各圆的半径分别是

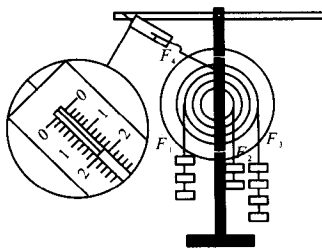


图 1-50

0.05 m, 0.10 m, 0.15 m, 0.20 m (取 $g = 10 \text{ m/s}^2$), 则 F_2 的力矩是 _____ $\text{N} \cdot \text{m}$. 有同学在做这个实验时, 发现顺时针力矩之和与逆时针力矩之和存在较大差距. 检查发现读数和计算均无差错, 请指出造成这种差距的一个可能原因, 并提出简单的检验方法 (如例所示, 将答案填在下表空格中).

	可能原因	检验方法
例	力矩盘面没有调到竖直	用一根细线挂一钩码靠近力矩盘面, 如果细线与力矩盘面间存在一个小的夹角, 说明力矩盘不竖直.
答		

答案 1.9 (1.8~2.0 均可); 重; 支持; 0.1.

差距原因及检验方法如下表:

	可能原因	检验方法
答	转轴摩擦力太大	安装力矩盘后, 轻轻转动盘面, 如果盘面转动很快停止, 说明摩擦太大.
或	力矩盘重心没有在中心	安装力矩盘后, 在盘的最低端做一个标志, 轻轻转动盘面, 如果标志始终停留在最低端, 说明重心在这个标志和中心之间.

模拟试题启示

1. (2005 江苏南京质量检测) 人们受飞鸟在空中飞翔的启发而发明了飞机, 飞鸟扇动翅膀获得向上的举力可表示为 $F = kSv^2$, 式中 S 为翅膀的面积, v 为飞鸟的飞行速度, k 为比例常量. 一个质量为 100 g、翅膀面积为 S_0 的燕子, 其最小的飞行速度为 10 m/s. 假如飞机飞行时获得的向上举力与飞鸟飞行时获得的举力有同样的规律, 一架质量为 3 600 kg 的飞机, 机翼的面积为燕子翅膀面积的 1 000 倍, 那么此飞机的起飞速度多大?

答案 60 m/s.

解析 对飞鸟和飞机, 起飞的临界条件是上举力能够平衡重力. 设飞鸟和飞机最小的飞行速度分别为 v_1 和 v_2 , 其质量分别为 m 和 M , 则

$$mg = kS_0v_1^2$$

$$Mg = kSv_2^2$$

两式相比得

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{M}{m} \cdot \frac{S_0}{S}} = 10 \sqrt{\frac{3600}{0.1} \times \frac{1}{1000}} \text{ m/s} = 60 \text{ m/s}$$

2. (2005 江苏苏、锡、常、镇四市调研) 在广场游玩时, 一个小孩将一个充有氢气的气球用细绳系于一个小石块上, 并将小石块放置于水平地面上. 已知小石块的质量为 m_1 , 气球 (含球内氢气) 的质量为 m_2 , 气球体积为 V , 空气密度为 ρ (V 和 ρ 均视为不变量), 风沿水平方向吹, 风速为 v . 已知风对气球的作用力 $f = kv$ (式中 k 为一已知系数, u 为气球相对空气的速度). 开始时, 小石块静止在地面上, 如图 1-51 所示.

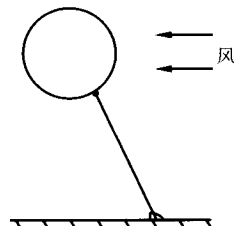


图 1-51

(1) 若风速 v 在逐渐增大, 小孩担心气球会连同小石块一起被吹离地面, 试判断是否会出现这一情况, 并说明理由.

(2) 若细绳突然断开, 已知气球飞上天空后, 在气球所经过的空间中的风速 v 保持不变量, 求气球能达到的最大速度的大小.

答案 (1) 不会吹离; (2) $\sqrt{v^2 + \left(\frac{\rho g V - m_2 g}{k}\right)^2}$.

解析 (1) 将气球和小石块作为一个整体: 在竖直方向上, 气球 (包括小石块) 受到重力 G 、浮力 F 和地面支持力 N 的作用, 据平衡条件有

$$N = (m_1 + m_2)g - \rho g V$$

由于式中 N 是与风速 v 无关的恒力, 故气球连同小石块不会一起被吹离地面.

(2) 气球的运动可分解成水平方向和竖直方向的两个分运动, 达最大速度时气球在水平方向做匀速运动, 有

$$v_x = v$$

气球在竖直方向做匀速运动, 有

$$m_2 g + k v_y = \rho g V$$

气球的最大速度

$$v_{\max} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v^2 + \left(\frac{\rho g V - m_2 g}{k}\right)^2}$$

3. (2002 上海) 如图 1-52 所示, 一自行车上连接脚踏板的连杆长 R_1 , 由脚踏板带动半径为 r_1 的大齿盘, 通过链条与半径为 r_2 的后轮齿盘连接, 带动半径为 R_2 的后轮转动.

(1) 设自行车在水平路面上匀速行进时, 受到的平均阻力为 f , 人蹬脚踏板的平均作用力为 F , 链条中的张力为 T , 地面对后轮的静摩擦力为 f_s . 通过观察, 写出传动系统中有几个转动轴, 分别写出对应的力矩平衡表达式;

(2) 设 $R_1 = 20 \text{ cm}$, $R_2 = 33 \text{ cm}$, 脚踏大齿盘与后轮齿盘的齿数分别为 48 和 24, 计算人蹬脚踏板的平均作用力与平均阻力之比;

(3) 自行车传动系统可简化为一个等效杠杆. 以 R_1 为一