

JIANGLIAN KETANG

讲出生动 关注讲练课堂

练出精彩 重温课本细节

总主编 蒋念祖

丁翌平

主 编 马 蔚

讲练课堂

高三物理



东北师范大学出版社



JIANG LIAN KE TANG

总主编 蒋念祖

丁翌平

讲练课堂

高三物理

主 编 马 蔚

副主编 孙其成

东北师范大学出版社·长春

图书在版编目(CIP)数据

讲练课堂·高三物理/蒋念祖,丁翌平主编. —长春:
东北师范大学出版社,2003.5

ISBN 7 - 5602 - 3382 - 1

I. 讲... II. ①蒋...②丁... III. 物理课—高中—
教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 024907 号

☐责任编辑:崔俊英 ☐封面设计:魏国强

☐责任校对:张小磊 ☐责任印制:栾喜湖

东北师范大学出版社出版发行
长春市人民大街 5268 号(130024)

销售热线:0431—5687213

传真:0431—5691969

网址:<http://www.nnup.com>

电子函件:sdcbs@mail.jl.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版

长春市南关区文化印刷厂

长春市硅谷大街5185号 邮政编码:130012

2003年5月第1版 2003年5月第1次印刷

幅面尺寸:148mm×210mm 印张:9.5 字数:366千

印数:0 001—6 000册

定价:12.00元

出版说明

《讲练课堂》是一套面向广大中学生的同步类教辅丛书。整套丛书经过精心策划和专家反复论证,由全国知名中学的优秀特高级教师主持编写。其显著特点在于:

1. 立足于教材而又高于教材。

本书以人教版最新教材为蓝本,紧扣教学大纲,力图对各项知识要点进行有效的梳理,以打牢学生的知识基础。同时加强课内资源与课外资源的整合,以提高学生的解题技巧和综合能力。

2. 题型设计新颖,并具有很强的针对性。

在习题的编选上尽量不选陈题、旧题,使原创题、创新题保持较大比例,力求体现近年来教学和考试的新成果,给人以境界一新的感觉。同时根据教学大纲,就各个知识点、能力要求有针对性地设置习题,做到有的放矢。

如今名目繁多的练习册令人眼花缭乱,如何能“风景这边独好”?

如果非要找一个答案,那么我们可以十分自信地告诉您,《讲练课堂》做到了:在学生心求通而未得,口欲言而未能之时,用易学、易变通的方式,用妥帖的语言,深入浅出,使学生在思维中顿悟,在理解中提升,在运用上熟练。

尽管我们对本丛书的出版工作高度重视,作风严谨,态度认真,但疏漏之处在所难免,恳请读者不吝赐教。

《讲练课堂》编辑组

2003年5月

目 录

CONTENTS

第一章 力 物体的平衡	1
整体感知	1
典型例析	3
能力测试	15
知识链接	20
第二章 直线运动	22
整体感知	22
典型例析	24
能力测试	32
知识链接	35
第三章 牛顿运动定律	37
整体感知	37
典型例析	38
能力测试	51
知识链接	57
第四章 曲线运动 万有引力定律	59
整体感知	59
典型例析	60
能力测试	70
知识链接	75
第五章 机械能	78
整体感知	78
典型例析	80
能力测试	92
知识链接	97
第六章 动 量	100
整体感知	100

典型例析	101
能力测试	111
知识链接	116
第七章 机械振动 机械波	118
整体感知	118
典型例析	122
能力测试	131
知识链接	138
第八章 热 学	141
整体感知	141
典型例析	145
能力测试	154
知识链接	159
第九章 电 场	162
整体感知	162
典型例析	164
能力测试	177
知识链接	184
第十章 恒定电流	186
整体感知	186
典型例析	189
能力测试	200
知识链接	207
第十一章 磁 场	209
整体感知	209
典型例析	211
能力测试	221
知识链接	226
第十二章 电磁感应	229
整体感知	229
典型例析	231

能力测试	240
知识链接	246
第十三章 交变电流 电磁振荡和电磁波	249
整体感知	249
典型例析	250
能力测试	255
知识链接	259
第十四章 光 学	261
整体感知	261
典型例析	263
能力测试	273
知识链接	278
第十五章 原子结构和原子核	280
整体感知	280
典型例析	282
能力测试	290
知识链接	293

第一章

[力 物体的平衡]

整体感知

一、力的概念

1. 概念.

(1) 力是物体对物体的作用,有受(施)力者必有施(受)力者.力不能脱离物体而独立存在.

(2) 力的作用效果:使物体发生形变或使物体运动状态发生变化.

(3) 力的作用的相互性:作用力和反作用力同时存在.

(4) 力是矢量.力的三要素:大小、方向、作用点.

(5) 力的单位:牛顿(N).

2. 分 类.

(1) 按力的性质分类,可分为重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力、核力等.

(2) 按力的效果分类,可分为动力、阻力、压力、支持力、拉力、下滑力、向心力、回复力等.

二、力学中的三种常见力

1. 重力:由于地球的吸引而使物体受到的力.大小为 $G = mg$,方向竖直向下.作用点即为物体的重心.

注意:

(1) 重力不等于地球对物体的吸引力,但近似计算时可认为 $mg = G \frac{Mm}{r^2}$.

(2) 重心不一定在物体的几何中心,也不一定在物体上.

2. 弹力:直接接触的物体间由于发生弹性形变而产生的力.

弹力的产生:物体发生形变且有恢复原形的趋势.它作用于使此物体发生形变的另一物体上.判断相互接触的物体间是否存在弹力,可利用假设法.

弹力方向的确定:

(1) 压力、支持力的方向总是垂直于接触面,指向被压或被支持的物体.

(2) 绳的拉力方向总是沿着绳收缩的方向.

弹力大小的确定:

(1) 弹簧在弹性限度内遵循胡克定律 $F = kx$.其中 x 是弹簧伸长或缩短的长度.

(2) 一般情况下应根据物体的运动状态,利用牛顿定律或平衡条件计算.

3. 摩擦力:相互接触的物体间有弹力存在,且有相对运动或相对运动的趋势.



(1) 方向:平行于接触面,且与相对运动或相对运动趋势的方向相反.摩擦力的方向与弹力方向一定垂直.

注意:摩擦力阻碍物体间的相对运动,但不一定阻碍物体的运动.静摩擦力及滑动摩擦力都可能是动力或阻力.

(2) 摩擦力的大小:滑动摩擦 $f = \mu N$,静摩擦力的大小可能是 0 到 f_m 间的任意值.具体数值应根据物体的运动状态由平衡条件或牛顿定律计算.

注意:静止物体可能受到滑动摩擦力,滑动的物体也可能受到静摩擦力作用.

三、物体受力分析

物体受力分析是解答物理问题的基础,其分析过程体现了物理学研究的基本思路和方法.受力分析的一般步骤是:

(1) 确定研究对象.研究对象可以是单个物体或物体的一部分,也可以是由几个物体组成的系统.

(2) 按以下顺序分析物体的受力:重力、弹力、摩擦力、其他场力(电场力、磁场力等),作出受力图,所有力的作用点一般都画在重心上.

(3) ① 不能画出研究对象对其他物体的作用力.

② 检查所画的每个力是否都能找到施力物体,若没有施力物体,则该力一定不存在.

③ 如果有一个力的方向难以确定,可用假设法:先假设该力不存在,观察研究对象会发生什么样的运动,然后审查该力应在什么方向,研究对象才能满足给定的运动状态.

④ 分力和合力不能重复地列为物体所受的力.

四、力的合成与分解

1. 两个大小一定的力 F_1 和 F_2 的合力为 F , F 随着 F_1, F_2 间夹角的增大而减小.合力 F 的取值范围为: $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$. 三个大小一定的力 F_1, F_2, F_3 的合力为 F , F 的取值范围分以下两种情况讨论:设 $F_1 < F_2 < F_3$, 则:

(1) 若 $F_1 + F_2 \geq F_3$, 则 $0 \leq F \leq F_1 + F_2 + F_3$.

(2) 若 $F_1 + F_2 \leq F_3$, 则 $F_3 - F_1 - F_2 \leq F \leq F_1 + F_2 + F_3$.

同理,四个以上的力合成时,其合力大小的取值范围的确定方法以此类推.

2. 将力 F 分解为两个分力 F_1 和 F_2 , 若不加任何限制条件,可以有无数种不同的分解方法.一般情况下,都是按力的实际作用效果来分解的.

(1) 若已知两个分力的方向或一个分力的大小和方向,则分解是唯一的.

(2) 若已知两个力的大小,则可能有一解、二解或无解.

① 若 $|F_1 - F_2| = F$ 或 $F = F_1 + F_2$, 有唯一解.

② 若 $|F_1 - F_2| < F < F_1 + F_2$, 有两解.

③ 若 $F < |F_1 - F_2|$ 或 $F > F_1 + F_2$, 则无解.



(3) 若已知一个分力的大小 F_1 和另一个分力 F_2 的方向(设 F_2 与 F 的夹角为 θ), 则可能有一解、二解或无解.

① 若 $F_1 < F \sin \theta$, 则无解.

② 若 $F_1 = F \sin \theta$ 或 $F_1 \geq F$, 有唯一解.

③ $F \sin \theta < F_1 < F$, 有两解.

3. 力的分解问题中的极值计算.

将力 F 分解成两个分力 F_1 和 F_2 , 若 F_2 的方向一定, F_1 的方向可变, 则当 $F_1 \perp F_2$ 时, F_1 有极小值, F_2 随着 F_1 与 F 间夹角的增大而增大.

五、共点力作用下物体的平衡

1. 平衡状态: 物体在共点力作用下, 保持静止或者做匀速直线运动的状态, 即加速度为零的状态.

2. 平衡条件: 物体所受合力为零, 即 $F_{\text{合}} = 0$.

若建立 x, y 坐标, 将物体所受各力沿 x, y 坐标轴分解, 则物体平衡条件也可表示为: $\Sigma F_x = 0; \Sigma F_y = 0$.

3. 共点力平衡问题的一般步骤.

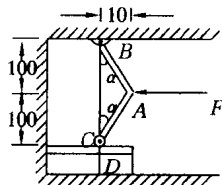
(1) 确定研究对象.

(2) 隔离研究对象, 进行受力分析.

(3) 根据 $F_{\text{合}} = 0$ 或 $\Sigma F_x = 0; \Sigma F_y = 0$ 立方程求解.

典型例析

1. 右图是压榨机的示意图, B 是固定铰链, C 是有光滑小轮的滑块(重力不计). 当铰链 A 处加一垂直于竖直壁的力 F 后, 会使滑块 C 压紧被压榨物 D . 试求物体 D 受到的压力为 F 的多少倍?



思路剖析 先将作用在 A 点的力 F 沿 AB, AC 两个对称的方向分解, 再将作用于 C 的沿 AC 方向的推力, 分解为水平向左和竖直向下的两个力,

其中竖直向下的分力即为 C 对 D 压力的大小.

解答示范 将作用于 A 点的力 F 沿 AB, AC 两个方向分解, 由对称性可知, 两分力

$F_1 = F_2 = \frac{F}{2 \sin \alpha}$, 再将 AC 杆作用于滑块 C 的力 F_2 , 分解为水平向左的 F_3 和竖直向

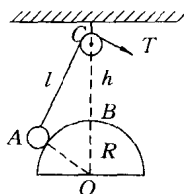
下的 F_4 , 可得 $F_4 = F_2 \cdot \cos \alpha = \frac{F}{2} \cot \alpha$. 由题图所给数据, $\cot \alpha = \frac{100}{10} = 10$. 因此,

$$\frac{F_4}{F} = 5.$$

特别提示 本题也可以这样分析, 以 AB, AC 整体为研究对象, 由水平方向合力为零

及问题的对称性可知,铰链 B 对 BA 杆及竖直壁对 C 向右的压力均为 $N = \frac{F}{2}$. 再考虑 AC 杆对 C 的作用力 F_{AC} 沿 AC 方向,以 C 为研究对象, D 对 C 的支持力 Q 与 N 及 F_{AC} 三个力的合力为零,由此可求得 Q .

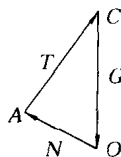
2. 光滑半球形物体固定在水平地面上,球心正上方有一光滑的小滑轮. 轻绳一端系一小球,靠放在半球上的 A 点,另一端绕过定滑轮后用力拉住,使小球静止,如右图所示. 现缓慢地拉绳,在使小球沿球面 A 运动到 B 的过程中,半球对小球的支持力 N 和绳对小球的拉力 T 的大小变化情况是().



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

思路剖析 小球受三个力作用,做缓慢运动,视为平衡状态. 由共点力平衡条件,可以根据正交分解求解,也可由三个力构成的力三角形通过求解力三角形得到 N , T 的变化规律. 求解力三角形可以用正弦定理、余弦定理或相似关系,此处,用相似关系最为方便.

解答示范 设球半径为 R , $BC = h$, $AC = l$, $OA = R$, 以小球为研究对象,受三力平衡. 重力 G , 绳子拉力 T 和半球对小球的支持力 N 构成的力三角形,如右图,在整个动态变化过程中与 $\triangle OAC$ 相似,则有



$$\frac{T}{l} = \frac{G}{h+R} \Rightarrow T = \frac{l}{h+R}G, \frac{N}{R} = \frac{G}{h+R} \Rightarrow N = \frac{R}{h+R}G$$

因 R, h, G 为定值,则 N 不变, $A \rightarrow B$ 过程, l 减小, T 减小,选 D.

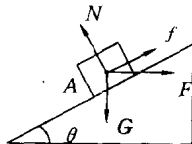
3. 倾角为 θ 的斜面与水平面保持静止,斜面上有重为 G 的物体 A , 物体与斜面间的动摩擦因数为 μ , 且 $\mu < \tan \theta$. 现给 A 施以一水平力 F , 设最大静摩擦力与滑动摩擦力相等,求水平推力 F 多大时,物体 A 能在斜面上静止?

思路剖析 由于 $\mu < \tan \theta$, 所以不施力时, A 将沿斜面加速下滑.

若推力较小, A 有沿斜面下滑的趋势,则静摩擦力沿斜面向上.

若推力较大, A 有沿斜面上滑的趋势,静摩擦力沿斜面向下.

解答示范 当推力较小时,物体受力分析如图,



则沿斜面方向 $F \cdot \cos \theta + f - G \cdot \sin \theta = 0$ ①

垂直于斜面方向 $N - F \cdot \sin \theta - G \cdot \cos \theta = 0$ ②

又 $f = \mu \cdot N$ ③

由①②③式解得 $F \geq \frac{\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta}{\cos \theta + \mu \cdot \sin \theta} \cdot G$.

当推力较大时,物体受力分析如图,则在沿斜面方向

$$F \cdot \cos \theta - f - G \cdot \sin \theta = 0 \quad (4)$$

$$\text{由②③④式解得 } F \leq \frac{\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta}{\cos \theta - \mu \cdot \cos \theta} \cdot G.$$

所以物体能在斜面上静止的条件是

$$\frac{\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} \cdot G \leq F \leq \frac{\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta}{\cos \theta - \mu \cdot \cos \theta} \cdot G.$$

特别提示 题中 F 为一个范围,而不是某一定值.

4. 如右图所示,两根固定的水平放置的光滑硬杆 AO 与 BO 夹角为 θ ,在杆上套着两个小环 P 与 Q ,两环间用绳相连.现用恒力 F 沿 OB 方向拉环 Q ,当两环平衡时,绳中的张力多大?

思路剖析 本题中 P, Q 两个环通过绳子联系构成一连接体.终态两环均处于平衡状态,各自满足共点力平衡条件.

P 环在水平方向受两个力作用,即绳子的拉力和杆的弹力,此二力平衡.因杆的弹力与杆垂直,因此,终态绳一定与 OA 杆垂直.注意两环之间的联系即绳上的拉力.

解答示范 当 P 环平衡时,竖直方向受到的重力与支持力平衡;在水平方向(水平面内)受绳子的拉力和杆的支持力平衡.因杆对环的支持力与杆垂直,绳子的拉力一定与杆垂直.

对 Q ,竖直平面受重力、支持力二个力平衡,水平方向(水平面内)受三个力作用而平衡.如右图,由共点力平衡条件 $T \sin \theta =$

$$F, \text{解得 } T = \frac{F}{\sin \theta}.$$

特别提示 若在此题中,恒力 F 作用于绳 PQ 中点 O ,当两环平衡时,绳中张力又如何呢?此时 PO 与 QO 两段绳子分别与两杆垂直.以 O 点为受力点,由平衡条件可求出绳中拉力.

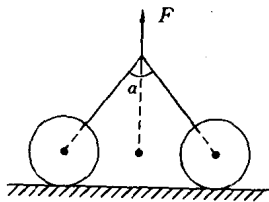
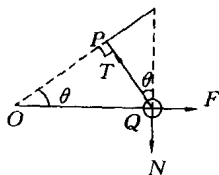
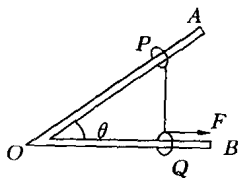
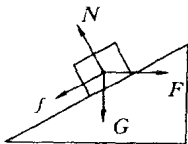
5. 如右图所示,两个完全相同的球,重力大小为 G ,两球与水平地面间的动摩擦因数都为 μ .一根轻绳固定连接在两个球上,在绳的中点施加一个竖直向上的拉力,当绳被拉直后,两段绳间的夹角为 α ,问 F 至少多大时,两球将会发生滑动?

思路剖析 单纯用隔离法研究两个小球,无法与 F 相联系,因此应用整体与隔离相结合的方法求解为宜.

解答示范 以两个球整体为对象,根据对称性,地面对球的支持力相等,设为 N ,由平衡条件,竖直方向有

$$F + 2N - 2G = 0 \quad (1)$$

以其中一个球为研究对象,受力如图,建立图示的直角坐标,由共点力平衡 $\Sigma F_x =$



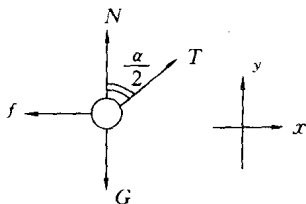
0, 及 $\Sigma F_y = 0$ 得

$$T \sin \frac{\alpha}{2} - f = 0 \quad (2)$$

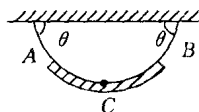
$$T \cos \frac{\alpha}{2} + N - G = 0 \quad (3)$$

$$f = \mu N \quad (4)$$

联立①②③④可得 $F = \frac{2\mu G}{\tan \frac{\alpha}{2} + \mu}$



6. 如右图所示, 重为 G 的均匀链条, 两端用等长的轻绳连接, 挂在等高的地方, 绳与水平方向夹角为 θ , 试求:

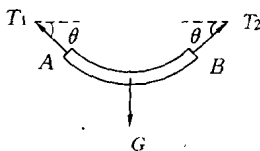


(1) 绳的张力.

(2) 链条最低点的张力.

思路剖析 将链条整体作为研究对象, 它受绳子对 A, B 端的拉力及重力作用而平衡. 由共点力平衡条件可求得绳子上拉力, 即绳上张力. 割取左边半根链条为研究对象, 应用共点力平衡条件可求得 C 处的张力.

解答示范 (1) 以链条整体为研究对象, 受力情况如图,



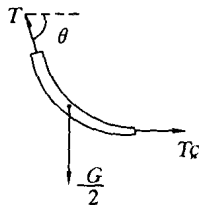
由共点力平衡条件得

$$T_2 \cos \theta - T_1 \cos \theta = 0$$

$$T_1 \sin \theta + T_2 \sin \theta - G = 0$$

解得 $T_1 = T_2 = \frac{G}{2 \sin \theta}$.

(2) 以左边半根链条 AC 为研究对象, 受力情况如图, 由共点力平衡条件水平方向有

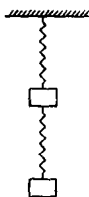


$$T_C - T_1 \cos \theta = 0, \text{ 解得 } T_C = \frac{G}{2} \cot \theta.$$

特别提示 本题首先考虑对称性可确定 $T_1 = T_2$, 然后仅取左半段(或右半段), 如图, 由水平方向及竖直方向的平衡关系可同时求得 T_1 及 T_C .

7. 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 的两个小物体, $m_a > m_b$, 将弹簧与物体按图示方式悬挂起来. 现要求两根弹簧总长度最大, 则应使().

- 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



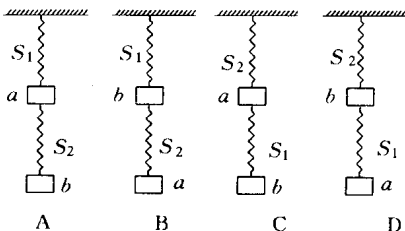
思路剖析 题中要求两根弹簧的总长度最大, 只要两弹簧伸长的长度之和最大即可. 本题涉及 m_a, m_b 两个物体构成的连接体, 系统处于静止平衡状态, 可以用隔离法对每个物体进行受力分析. 应用平衡条件也可以结合整体法进行受力分析, 运



用平衡条件和胡克定律讨论影响两弹簧的伸长及总长度的相关因素。

解答示范 解法一:定量列式计算比较法(常规思维方法)

我们根据题给四个选项中弹簧及物体的空间位置,分别讨论各自弹簧的伸长及总伸长,然后再进行比较。



对 A:考虑弹簧 S_1 上拉力时,将 a, S_2, b 作为整体,弹力 F_1 与总重力 $(m_a + m_b)g$ 平衡,因此有 $k_1 x_1 = (m_a + m_b)g$,解得 $x_1 = \frac{(m_a + m_b)g}{k_1}$ 。

对 b 物体,弹簧的拉力 F_2 与重力 $m_b g$ 平衡,即 $k_2 x_2 = m_b g, x_2 = \frac{m_b g}{k_2}$,因此 A 情形总

$$\text{伸长 } x_A = x_1 + x_2 = \frac{(m_a + m_b)g}{k_1} + \frac{m_b g}{k_2}$$

对 B: $F_1 = (m_a + m_b)g = k_1 x_1, F_2 = k_2 x_2 = m_b g$

$$x_B = x_1 + x_2 = \frac{(m_a + m_b)g}{k_1} + \frac{m_a g}{k_2}$$

对 C: $F_2 = (m_a + m_b)g = k_2 x_2, F_1 = m_b g = k_1 x_1$

$$x_C = x_1 + x_2 = \frac{m_b g}{k_1} + \frac{(m_a + m_b)g}{k_2}$$

对 D: $F_2 = (m_a + m_b)g = k_2 x_2, F_1 = m_a g = k_1 x_1$

$$x_D = x_1 + x_2 = \frac{m_a g}{k_1} + \frac{(m_a + m_b)g}{k_2}$$

比较 A, B 两种情况, $x_A - x_B = \frac{(m_b - m_a)g}{k_2} < 0$, 即 $x_A < x_B$

比较 C, D 两种情况, $x_C - x_D = \frac{(m_b - m_a)g}{k_1} < 0$, 即 $x_C < x_D$

再比较 B, D 两种情况, $x_B - x_D = \left(\frac{m_b}{k_1} - \frac{m_b}{k_2} \right) g < 0$, 即 $x_B < x_D$ 。

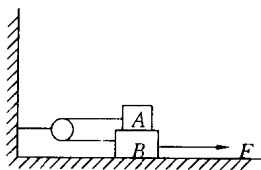
根据以上分析推理,我们得到 x_D 为最大,即按 D 方式悬挂两个弹簧的总长度最大。

解法二:定性判断法(直觉思维)

本题中有两个要素,一是弹簧放置位置确定时,轻和重的物体谁在上谁在下的判断。当重物在下时,两个弹簧上拉力都会较大,而当重物在上时仅使上面那个弹簧拉力较大,故伸长较长,由此应将重物放在下面。二是物体放的位置确定时,硬、软(即

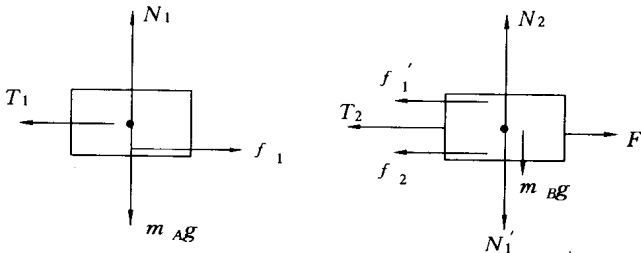
$k_{\text{大}}$ 和 $k_{\text{小}}$) 两个弹簧谁在上谁在下的判断. 当软弹簧在上时, 因受到的拉力为两物体的总重力, 又 k 小, 拉伸较大. 反之, 当硬弹簧在上时, 两物体的总重力使其伸长较小, 结合考虑, 当软弹簧在上, 重物体在下时, 两弹簧伸长之和最大.

8. 如图所示, 物体 A, B 的质量分别为 m_A 和 m_B , A, B 间及 B 与水平地面间动摩擦因数为 μ . A, B 通过光滑滑轮的水平绳相连接, 求拉动 A, B 匀速运动时 F 的大小.



思路剖析 本题研究对象是一重叠式的连接体, 题中涉及物体 A , 物体 B 和滑轮, 应分别对其进行受力分析, 建立平衡方程和其他必要的辅助方程, 其中对物体进行正确的受力分析是求解的基础, 也是关键.

解答示范 对物体 A, B , 受力分析如图



对物体 A , 由共点力平衡条件得

$$T_1 - f_1 = 0, N_1 - m_A g = 0$$

由滑动摩擦定律 $f_1 = \mu \cdot N_1$

对物体 B , 由共点力平衡条件得

$$F - f_1' - f_2 - T_2 = 0$$

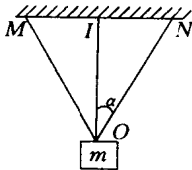
$$N_2 - m_B g - N_1' = 0$$

由牛顿第三定律 $f_1' = f_1, N_1' = N_1$

由滑动摩擦定律 $f_2 = \mu \cdot N_2$

对滑轮, 有 $T_1 = T_2$, 解以上各式, 可得 $F = \mu(3m_A + m_B)g$

9. 两根长度相等的轻绳下端悬挂一质量为 m 的物体, 上端分别固定在水平天花板上的 M, N 点, M, N 两点间的距离为 s , 如图所示. 已知两绳所受的最大拉力均为 T , 则每根绳的长度不得短于 _____.



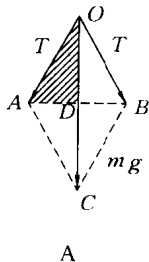
思路剖析 本题可以根据力的分解的知识求解, 也可以根据共点力平衡条件求解: 若按力的分解的方法, 物体受的重力 mg 产生两个效果即分别拉绳 OM, ON , 将重力分解到 MO, NO 方向, 做分力的平行四边形, 然后运用有关几何知

识进行求解.若按共点力平衡条件求解,首先确定研究的对象——物体 m ,然后对物体进行受力分析,画出受力示意图,建立直角坐标系,再根据物体的平衡条件列出方程,最后求解得出结论.本题直接假设两绳子拉力均为最大值 T (必须考虑到问题的对称性, MO , NO 上拉力大小相等),通过建立方程组求出绳子的最小长度.

解答示范 解法一:分解法

考虑临界情况,由对称性,两绳拉力均为 T ,如图 A,将物体的重力 mg 沿绳 MO , NO 方向分解,得力的平行四边形 $OACB$,此平行四边形为菱形,取出 $\frac{1}{4}$ 来研究.如 OAD 为一直角三角形,因力三角形 AOD 与题图中几何三角形 NOI 相似,有 $\frac{OD}{OI} = \frac{OA}{ON}$,即

$$\frac{\frac{mg}{2}}{\sqrt{L^2 - \left(\frac{s}{2}\right)^2}} = \frac{T}{L}, \text{解得 } L = \frac{Ts}{\sqrt{4T^2 - m^2g^2}}$$

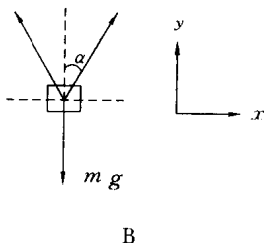


解法二:平衡法

以 m 为研究对象,受力如图 B,建立图示的直角坐标系,由物体的平衡条件知 $\sum F_y = 0$ 得 $2T \cos \alpha = mg$

由几何关系: $\cos \alpha = \frac{\sqrt{L^2 - \left(\frac{s}{2}\right)^2}}{L}$, 由以上两式得

$$L = \frac{Ts}{\sqrt{4T^2 - m^2g^2}}$$



特别提示 由以上解答结果可得

$$T = \frac{mgL}{\sqrt{4L^2 - s^2}} = \frac{mg}{\sqrt{4 - \left(\frac{s}{L}\right)^2}}$$

因此,当悬挂重物的质量 m 一定,两悬点位置一定即 s 一定时,绳上拉力仅由绳长 L 决定, L 越小 T 越大,当 $L \rightarrow \frac{s}{2}$, $T \rightarrow \infty$.由此可以理解,例题中为什么提出计算(绳不被拉断时)绳最小长度这一问题.

10. 在做“互成角度的两个力的合成”实验时,橡皮条的一端固定在木板上,用两个弹簧测力计把橡皮条的另一端拉到某一确定的 O 点以下,操作中错误的是().
- 同一次实验过程中, O 点位置允许变动
 - 实验中弹簧测力计必须保持与木板平行,读数时视线要正对弹簧刻度
 - 实验中先将其中一个弹簧测力计沿某一方向拉至最大量程,然后只要调节另一弹簧测力计拉力的大小和方向,把橡皮条另一端拉到 O 点
 - 实验中把橡皮条的另一端拉到 O 点时,两个弹簧测力计之间夹角应取 90° ,以便

算出合力大小

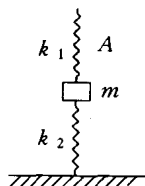
思路剖析 本实验的目的是验证平行四边形定则,其原理是分别用一个力或两个力共同作用,将一橡皮筋拉伸到相同的位置,以其等效性为原则,通过作图或计算达到验证的目的.

注意:

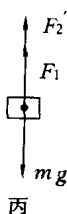
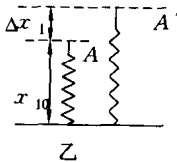
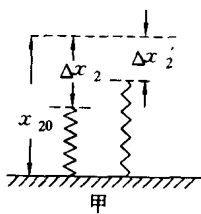
- ① 两次拉伸橡皮筋至一确定的 O 点,该点不可随意变动,以保证等效性.
- ② 为减小误差,各弹簧测力计的端面应平行于木板.
- ③ 在测拉力大小时,应同时记录下各力的方向.
- ④ 比例尺要选取适当.

解答示范 由分力与合力应等效的原则,可判定 A 错.两分力的大小随所夹角度变化而发生变化,实验中可事先设定好若干组两个力的方向,同时用两弹簧测力计拉橡皮筋并记下读数,因此 C 中所谓先把一弹簧测力计拉至最大量程是没有意义的,当另一弹簧测力计拉动橡皮筋时,该弹簧测力计的读数会发生变化. D 项中两个弹簧测力计之间的夹角为 90° ,这一要求是多余的,此处的结果处理只需要作图即可.

11. 如图所示,劲度系数为 k_2 的轻质弹簧,竖直放在桌面上,上面压一质量为 m 的物体,另一块劲度系数为 k_1 的轻质弹簧竖直地放在物体上面,其下端与物体上表面连接在一起.要想使物体在静止时,下面弹簧承受物重的 $\frac{2}{3}$,应将上面弹簧的上端 A 竖直向上提高的距离是多少? 请写出解答过程.



思路剖析 本题主要考察物体的平衡和胡克定律.由于拉 A 时,上下两段弹簧都要发生形变,所以题目给出的物理情景比较复杂,解决这种题最有效的办法是研究每根弹簧的初末状态并画出直观图,清楚认识变化过程.



解答示范 甲图为弹簧 2 的形变过程分析,设弹簧 2 的原长为 x_{20} ,初态时它的形变量为 Δx_2 ,末态时承重 $\frac{2}{3}mg$,其形变量为 $\Delta x_2'$.分析初末态,物体上升 $\Delta x_2 - \Delta x_2'$.乙图为弹簧 1 的形变过程分析,设原长为 x_{10} ,受拉力后要承担物重的 $\frac{1}{3}$,其形变量为 Δx_1 ,则综合知 A 点上升量为 $d = \Delta x_1 + \Delta x_2 - \Delta x_2'$.末态时对物体受力分析如图丙,由物体的平衡条件得