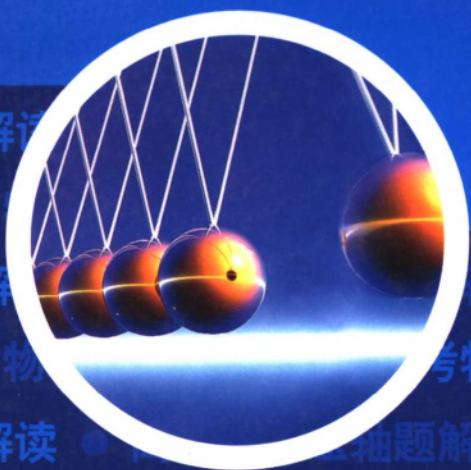


GAOKAOWULI
YAZHOUTI
JIEDU

高考物理 压轴题

解读

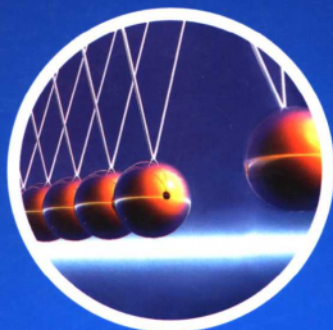


挑战 满分!

上海教育出版社



责任编辑 朱敏民
封面设计 陆 弦



GAOKAOWULI YAZHOUTI JIEDU

ISBN 7-5444-0359-9



9 787544 403597 >

易文网: www.ewen.cc
定 价: 27.00 元

高考物理压轴题解读

上海教育出版社

高考物理压轴题解读

上海世纪出版集团 出版发行
上海教育出版社

易文网: www.ewen.cc

(上海永福路 123 号 邮政编码: 200031)

各地新华书店经销 江苏常熟新骅印刷厂印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 19.5 字数 468,000

2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

印数 1 - 2,000 本

ISBN 7-5444-0359-9/G·0271 定价: 27.00 元

(如发生质量问题, 读者可向工厂调换)

前 言

本书名为《高考压轴题解读》，那么何谓压轴题呢？大家普遍认为一份试卷的最后一道题就是压轴题，其实这是压轴题狭义的理解。随着考试改革，试卷也与时俱进，原来只有单科卷，现在还有理综卷、文综卷、文理综合卷，所以，我们要用新的理念重新认识压轴题。

首先，每份单科卷的最后一道仍名正言顺的为压轴题，但卷中最后一道选择题、最后一道实验题（或组合实验题的最后部分）称为压轴题也实至名归。

其次，理综卷、文综卷中涉及的相关学科最后一道选择题、实验题、计算题同样享受压轴题的待遇。

再者，能力要求高、分值相对大、能拉大差距的、有极强的选拔意图的测试题，如创新新颖、情境陌生的物理问题，对考核起举足轻重的作用，称之为压轴题也不为过。

总之，从广义上理解压轴题，对我们分析透视试题是十分有益的，这样研究试题才有广度和深度。据以这样的思想，本书解读的压轴题的范围就相对广泛些。

本书选取的压轴题来源于上海卷和全国卷（物理卷和理科综合中的物理内容），目的是为广大读者理解压轴题、解剖压轴题提供一个思维平台。

书中为广大读者设计了如下几个板块：

考题扫描：再现近几年有影响力的高考压轴题，原汁原味，富有亲切感。

书写编辑：展现研究问题的思路，层层分析，步步为营，规范解题。

知识链接：点击渗透物理情境中的概念、规律，语简意赅、醒目提神。

指点迷津：领略知识与技能的精髓，指明重点，释难解疑，点化开窍。

技巧粘贴：注意知识与技能的协调统一，方法荟萃，巧思妙解，启迪关键。

触类旁通：与“考题扫描”同步，适度拓展，体现方法和过程，加深印象。

举一反三：举例再三，学以致用，自我鉴赏，加强巩固。

心灵感应：点滴收获，有思即发，互动交流，其乐无穷。

本书的构思有创意：力图从各个编写环节突出“知识与技能、方法与过程、情感态度与价值观”的新课改精神，条块分明，互有渗透，突出综合，是一种全新的尝试。在编写过程中难免有不妥和挂一漏万，敬请广大读者斧正。

本书的编写者：“上篇”有白永强、赵林泉、刘莹、唐宛漪、严明、姜建锋、施安乐等老师，由王肇铭老师统稿；“下篇”有张永兴、曹仲娟、施俊峰等老师，由茅守豪老师统稿。

本书编写组

2005. 4. 11

目 录

上 篇(上海卷)

一、静力学	2
二、牛顿运动定律	13
三、曲线运动	23
四、功和能 动量	34
五、机械振动与波	43
六、气体的性质	49
七、力学、热学实验	62
八、静电场	86
九、稳恒电流	98
十、磁场	108
十一、电磁感应	111
十二、交流电	126
十三、电、光、原子能实验	131

下 篇(全国卷)

一、静力学	152
二、牛顿运动定律	158
三、曲线运动	163
四、功和能 动量	170
五、机械振动与波	191
六、气体的性质	194
七、力学实验	201
八、静电场	204
九、磁场	222
十、电磁感应	235
十一、交流电	244
十二、电、光、原子能实验	253

解题参考(举一反三)	260
------------	-----

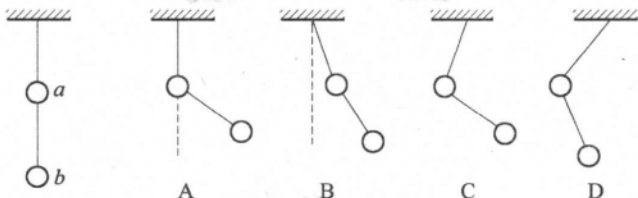
上 篇

(上海卷)

一、静力学

考题扫描 1

(2004 年上海高考卷) 如图所示, 用轻质细绳把两个质量未知的小球悬挂起来, 今对小球 a 持续施加一个向左偏下的 30° 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, 图中表示平衡状态的图可能是()。



书写编辑

取下面一个小球为研究对象, 它受到重力和向右偏上 30° 的力作用, 要使它平衡, 细绳对它的拉力必向左偏, 现在四个选项都符合。

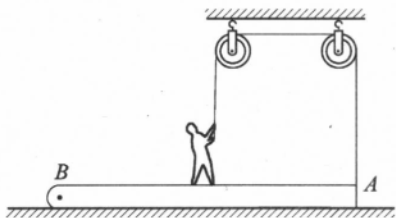
再看上面一根细绳的方向, 这时可取两个小球及其连接的细绳整体为研究对象, 它们受到重力、向左偏下 30° 的恒力、向右偏上 30° 的同样大的恒力和上面细绳的拉力作用, 而向左偏下 30° 的恒力和向右偏上 30° 的同样大的恒力的水平分量正好平衡。因此上面细绳的拉力和重力必须平衡, 可见上面细绳的拉力必竖直向上, 则只能选 A。

知识链接

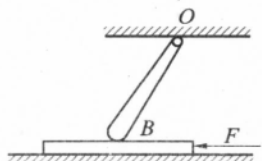
要判断平衡时两根细绳的方向, 实际上是求两个弹力的方向, 要判断下面一根细绳的方向, 就要用隔离法。

举一反三

1-1. 质量为 m 的运动员站在质量为 $m/2$ 的均匀长板 AB 的中点, 板位于水平地面上, 可绕 B 点的水平轴转动, 板的 A 端系有轻绳, 轻绳的另一端绕过两个定滑轮后, 握在运动员手中。当运动员用力拉绳时, 滑轮两侧的绳都保持在竖直方向, 如图所示。要使板的 A 端离开地面, 运动员作用于绳的最小拉力是 _____。



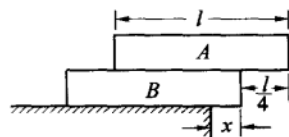
1-2. 在光滑水平地面上有一木板, 一木棒可沿水平轴 O 转动, 其下端 B 搁在木板上, 而整个系统处于静止状态(如图)。现在用水平力 F 向左推木板, 但木板仍未动。由此可以得出结论: 施力 F 后, 木板和木棒之间的正压力()。



- A. 变大
C. 变小

- B. 不变
D. 条件不足,不能判断如何改变

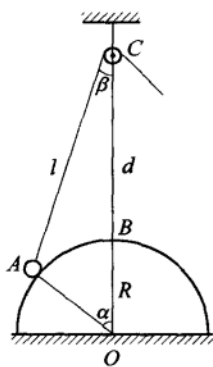
1-3. 图中 A、B 是两块相同的均匀长方形砖块,长为 l ,叠放在一起,A 砖相对于 B 砖右端伸出 $l/4$ 的长度。B 砖放在水平桌面上,砖的端面与桌边平行。为保持两砖都不翻倒,B 砖伸出桌边的长度 x 的最大值是()。



- A. $\frac{l}{8}$ B. $\frac{l}{4}$ C. $\frac{3l}{8}$ D. $\frac{l}{2}$

考题扫描 2

(2004 年上海市高考模拟卷)固定在水平面上的光滑半球,半径为 R ,球心 O 的正上方固定一个小定滑轮,细线一端拴一小球,置于半球面上的 A 点,另一端绕过定滑轮,如图所示,现缓慢地将小球从 A 点拉到 B 点,则此过程中,小球对半球的压力大小 N 、细线的拉力大小 T 的变化情况是()。



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

书写编辑

(1) 图解法。

小球缓慢运动,合力为零。由于重力 G 、半球的弹力 N 、绳的拉力 T 的方向始终沿竖直方向、半径方向、绳的收缩方向,所以由 G 、 N 、 T 组成的力三角形与长度三角形 AOC 相似,有

$$N/R = mg/OC = T/AC$$

$$\therefore N = Rmg/OC \quad T = ACmg/OC$$

拉动过程中, AC 变小, OC 与 R 不变,所以 N 不变, T 变小。

(2) 函数法。

$$\text{水平方向上} \quad N \sin \alpha - T \sin \beta = 0 \quad \text{①}$$

$$\text{竖直方向上} \quad N \cos \alpha + T \cos \beta - G = 0 \quad \text{②}$$

解①、②得

$$T = G \sin \alpha / \sin(\alpha + \beta), \quad N = G \sin \beta / \sin(\alpha + \beta)$$

设 A 到 OC 间的距离为 x , 则

$$\sin \alpha = x/R, \quad \sin \beta = x/l$$

$\triangle AOC$ 中,由正弦定理得

$$(d+R) \sin[180^\circ - (\alpha + \beta)] = R / \sin \beta$$

解得 $\sin \beta = (d+R)x/lr$, 将 $\sin \alpha$ 、 $\sin \beta$ 、 $\sin(\alpha + \beta)$

知识链接

本题的解法很多,本解用了两种解题方法。

其中图解法更简便,此方法在解决静力学的问题中很常用,能很方便地解决一些变力的问题。

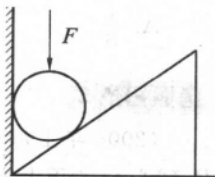
代入 T 、 N 表达式即得

$$T = Gl / (d + R), N = GR / (d + R)$$

可见,在 l 减小时, R 与 $d + R$ 均不变, N 不变而 T 减小。

举一反三

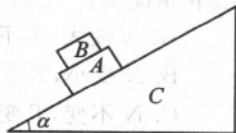
2-1. 一个截面是直角三角形的木块放在水平地面上,在斜面上放一个光滑球,球的一侧靠在竖直的墙上,木块处于静止,如图所示。若在光滑球的最高点再施加一个竖直向下的力 F ,木块仍处于静止,则木块对地的压力 N 和摩擦力 f 的变化情况是()。



- A. N 增大, f 增大
 B. N 增大, f 不变
 C. N 不变, f 增大
 D. N 不变, f 不变

考题扫描 3

(2004 年上海高考卷)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

书写编辑

对整体 $(m_A + m_B)g \cdot \sin\alpha = (m_A + m_B)a$

$$a = g \cdot \sin\alpha$$

对 B 假设它受到摩擦力 f

$$m_B \cdot g \cdot \sin\alpha \pm f = m_B a = m_B \cdot g \cdot \sin\alpha$$

可得 $f = 0$

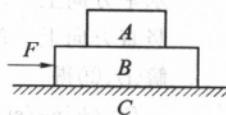
所以选 C 。

指点迷津

解决本题的关键是能熟练地应用整体法和隔离法。

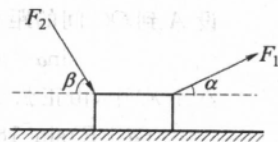
举一反三

3-1. 如图所示,作用在物块 B 上沿水平方向的力使物体 A 和 B 以相同的速度做匀速直线运动。由此可知, A 、 B 间的滑动摩擦系数 μ_1 和 B 、 C 间的滑动摩擦系数 μ_2 有可能是()。



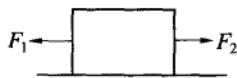
- A. $\mu_1 = 0, \mu_2 = 0$
 B. $\mu_1 = 0, \mu_2 \neq 0$
 C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 = 0$
 D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

3-2. 一木块放在粗糙的水平面上,同时受到与水平方向夹角分别为 α 和 β 的两个力 F_1 、 F_2 的作用,如图所示。木块获得的加速度为 a 。若撤去其中一个力 F_2 ,则木块的加速度()。



- A. 必然增大
 B. 必然减小
 C. 可能不变
 D. 可能增大

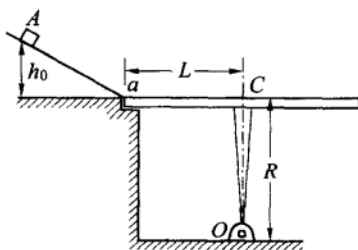
3-3. 如图,一木块放在水平桌面上,在水平方向共受到三个力即 F_1 、 F_2 和摩擦力作用,木块处于静止状态。其中 $F_1=10$ 牛、 $F_2=2$ 牛。若撤去力 F_1 ,则木块在水平方向受到的合力为()。



- A. 10 牛,方向向左
B. 6 牛,方向向右
C. 2 牛,方向向左
D. 零

例题 4

(2001 年上海高考卷) 如图所示,光滑斜面的底端 a 与一块质量均匀、水平放置的平板光滑相接,平板长为 $2L$, $L=1$ m,其中心 C 固定在高为 R 的竖直支架上, $R=1$ m,支架的下端与垂直于纸面的固定转轴 O 连接,因此平板可绕转轴 O 沿顺时针方向翻转。问



(1) 在斜面上离平板高度为 h_0 处放置一滑块 A ,使其由静止滑下,滑块与平板间的动摩擦因数 $\mu=0.2$,为使平板不翻转, h_0 最大为多少?

(2) 如果斜面上的滑块离平板的高度为 $h_1=0.45$ m,并在 h_1 处先后由静止释放两块质量相同的滑块 A 、 B ,时间间隔为 $\Delta t=0.2$ s,则 B 滑块滑上平板后多少时间,平板恰好翻转。(重力加速度 g 取 10 m/s²)

分析与解答

(1) 设 A 滑到 a 处的速度为

$$v_0 = \sqrt{2gh_0} \quad ①$$

$$f = \mu N, N = mg, f = ma, a = \mu g \quad ②$$

滑到板上离 a 点的最大距离为

$$v_0^2 = 2ugs_0$$

$$s_0 = 2gh_0 / 2\mu g = h_0 / \mu \quad ③$$

A 在板上不翻转应满足条件:摩擦力矩小于正压力力矩 $M_{\text{摩擦}} \leq M_{\text{压力}}$

$$\mu mgR \leq mg(L - s_0) \quad ④$$

$$h_0 \leq \mu(L - \mu R) = 0.2(1 - 0.2) = 0.16 \text{ m} \quad ⑤$$

(2) 当 $h=0.45$ m

$$v_A = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.45} = 3 \text{ m/s}$$

$$v_A = v_B = 3 \text{ m/s} \quad ⑥$$

设 B 在平板上运动直到平板翻转的时刻为 t ,取 $\Delta t=0.2$ s

$$s_A = v_A(t + \Delta t) - \mu g(t + \Delta t)^2 / 2 \quad ⑦$$

$$s_B = v_B t - \mu g t^2 / 2 \quad ⑧$$

$$2\mu mgR = mg(L - s_A) + mg(L - s_B) \quad ⑨$$

由⑦+⑧式等于⑨式,得 $t=0.2$

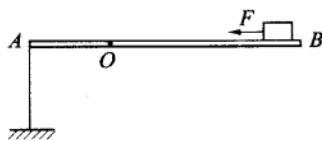
指点迷津

本题综合考查了力矩平衡、直线运动、机械能守恒等知识,在解题过程中对运动过程和受力情况的分析是解题的关键。

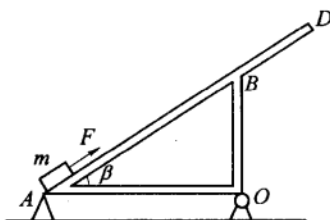
此题较易犯的错误是忽略了摩擦力的力矩。

举一反三

4-1. 如图所示,一质量为 2 kg 、长为 3 m 的均匀木板 AB ,可绕距 B 端 1.875 m 的水平轴 O 无摩擦地转动,它的 A 端系一不可能伸长的绳子,绳的另一端固定在地面上,绳被拉直, AB 处于水平位置。在 B 端有一质量为 2 kg 的物体(可看成质点),物块与木板间的动摩擦因素为 0.1 ,物块从静止开始受到一大大小为 6 N 、方向向左的恒力的作用开始运动,问恒力作用多长时间木板开始转动? (g 取 10 m/s^2)



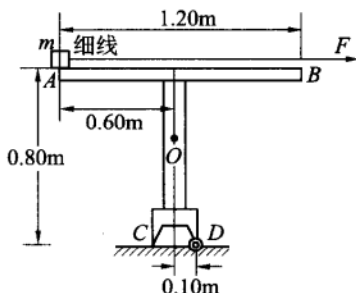
4-2. 如图所示 AOB 为三角形支架,质量 $M=19.2\text{ kg}$ 。 A 端搁在铁块上,支架可绕过 O 点的水平轴自由转动,支架重心在 C 点, C 点距 O 点的水平距离 $d=0.2\text{ m}$ 。 $AO=L=0.8\text{ m}$,支架的斜面 AD 的倾角 $\beta=37^\circ$,质量 $m=10\text{ kg}$ 的小物体放在支架底端 A 处,物体在平行于 AD 方向的力 F 的作用下由静止开始运动, $F=85\text{ N}$,物体与 AD 间的滑动摩擦系数 $\mu=0.25$,求



(1) 物体运动多长时间,运动到何处时支架开始翻倒?

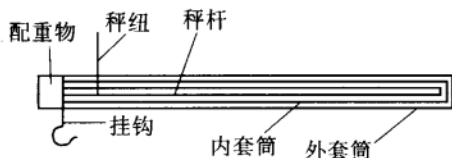
(2) 如果这个物体在 AD 上某点由静止开始向下滑动,为使支架不翻倒,物体距 A 端的最大距离为多少? (g 取 10 m/s^2)

4-3. 质量 $m=2.0\text{ kg}$ 的小铁块静止于水平导轨 AB 的 A 端。导轨及支架 $ABCD$ 形状及尺寸如图,它只能绕支架 D 点的垂直于纸面的水平轴转动,其重心在图中的 O 点,质量 $M=4.0\text{ kg}$ 。现用一细线沿导轨拉铁块,拉力 $F=12\text{ N}$ 。铁块和导轨之间的摩擦系数 $\mu=0.50$ 。重力加速度 g 取 10 m/s^2 。从铁块运动时起,导轨(及支架)能保持静止的最长时间是多少?



考题扫描 5

(2004 年上海高考卷)有人设计了一种新型伸缩拉杆秤,结构如图(a),秤杆的一端固定一配重物并悬挂一挂钩,秤杆外面套有内外两个套筒,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



(a)



(b)

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。(g 取 10 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?

书写编辑

(1) 套筒不拉出时杆秤恰好平衡, 此时两套筒的重力相对秤纽的力矩与所求的合力矩相等, 设套筒长度为 L , 合力矩

$$M = 2mg(L/2 - d) = 2 \times 0.1 \times 10 \times (0.08 - 0.02) = 0.12 \text{ N} \cdot \text{m} \quad ①$$

(2) 力矩平衡

$$m_1gd = mgx_1 + mg(x_1 + x_2) \quad ②$$

$$\therefore m_1 = \frac{2x_1 + x_2}{d}m = \frac{2 \times 0.05 + 0.08}{0.02} \times 0.1 = 0.9 \text{ kg} \quad ③$$

(3) 正常称量 1 kg 重物时, 内外两个套筒可一起向外拉出 x'

$$\text{力矩平衡} \quad m_2gd = 2mgx' \quad ④$$

$$\therefore x' = \frac{m_2'}{2m}d = \frac{1}{2 \times 0.1} \times 0.02 = 0.1 \text{ m} \quad ⑤$$

外层套筒丢失后称物, 此时内套筒左端离秤纽距离为

$$x' - d = 0.08 \text{ m}$$

$$\text{力矩平衡} \quad m_2gd + M = mg(x' - d + L/2) \quad ⑥$$

$$\begin{aligned} \therefore m_2 &= \frac{m}{d}(x' - d + L/2) - \frac{M}{gd} \\ &= \frac{0.1}{0.02} \times (0.08 + 0.08) - 0.6 = 0.2 \text{ kg} \quad ⑦ \end{aligned}$$

指点迷津

套筒不拉出时杆秤恰好平衡, 此时两套筒的重力相对秤纽的力矩与所求的合力矩相等。

正确找出各力的力臂, 然后根据力矩平衡就可得出结论。

先求出没有丢失外套筒的情况下, 正常称量 1 kg 重物时, 内外两个套筒可一起向外拉出 x' 。外套筒丢失后, 正确分析各力的力臂, 然后由力矩平衡可得结果。

举一反三

5-1. 当物重超过某杆秤量程时, 某同学用相同的另一秤砣系在一起, 用双秤砣法来称重物。若用此法称 7 kg 重物时, 秤上示数为 3 kg, 则用此双秤砣称 5 kg 重物时, 秤上读数为多少?

5-2. 某同学用一不等臂天平称量物体 A 的质量 M 。他先把物体 A 放在天平的右托盘上, 使天平平衡时, 左托盘上所放砝码的质量为 m_1 ; 他再把物体 A 放在天平的左托盘上, 使天平平衡时, 右托盘上所放砝码的质量为 m_2 。被称物体的质量 M ()。

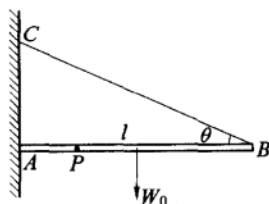
A. 等于 $\sqrt{m_1 m_2}$

B. 等于 $\frac{m_1 + m_2}{2}$

C. 等于 $\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

D. 无法确定, 因为所用天平是不等臂的

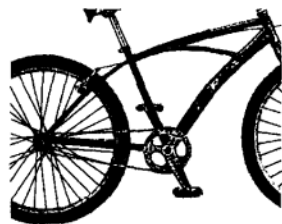
5-3. 已知横杆长为 l , 自重 W_0 (均质), 与墙壁的摩擦系数为 μ , 绳与杆夹角为 θ . 试求(1)平衡时 μ 与 θ 应满足的条件。(2)在杆上找到这样一点 P , 使 PB 区域内加载任意重量的重物, 系统的平衡均不会被破坏。



考题扫描 6

(2002 年上海高考卷) 如图所示, 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 $R_1 = 20$ 厘米, $R_2 = 33$ 厘米, 踏脚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 为一力臂, 画出这一杠杆示意图, 标出支点、力臂尺寸和作用力方向。

书写编辑

(1) 自行车传动系统中的转动轴个数为 2 个。对脚踏齿盘中心的转动轴可列出

$$FR_1 = Tr_1 \quad ①$$

对后轮的转动轴可列出

$$Tr_2 = f_s R_2 \quad ②$$

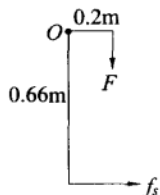
(2) 由 $FR_1 = Tr_1$ $Tr_2 = f_s R_2$

及 $f_s = f \quad ③$

可得 $\frac{FR_1}{f_s R_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{48}{24} \quad ④$

$$\frac{F}{f} = \frac{r_1 R_2}{r_2 R_1} = \frac{48 \times 33}{24 \times 20} = \frac{33}{10} = 3.3 \quad ⑤$$

(3) 如图所示,



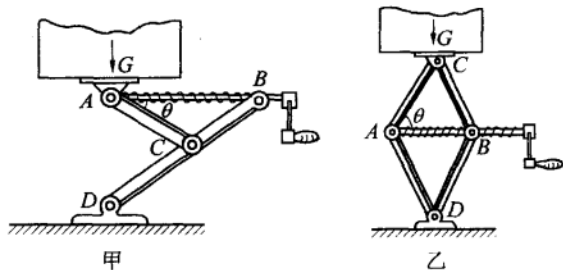
指点迷津

先分析自行车的大齿盘, 以中轴的转动中心, 有脚踏板受力的力矩和链条对齿轮的拉力的力矩相平衡。

把中轴和后轴联系起来, 等效成一个杠杆, 则有 $F = 3.3f$ 关系, 等式两边同乘 R , 则有 $FR = 3.3fR$, 所以整个传动系统可抽象为一个杠杆, 这点很不容易。

举一反三

6-1. 下图所示是汽车常备的两种类型的“千斤顶”，用于汽车换轮胎。图甲是“Y型”的，图乙是“菱形”的。顺时针摇动手柄，使螺旋杆转动，A、B间距离变小，重物G就被顶升起来，反之则可使G下降。若顶升的是汽车车身，便能进行换轮胎的工作了。若重物为G，AB与AC间的夹角为 θ ，此时螺旋杆AB的拉力为多大？



考题回顾

(2003年上海市高考模拟卷) 鸵鸟是当今世界上最大的鸟，有人说，如果鸵鸟能长出一副与身体大小成正比例的翅膀，就能飞起来，是不是这样呢？生物物理学家认为：鸟扇动翅膀，获得举力大小可以表示为 $F=CSv^2$ ，式中S为翅膀展开后面积， v 为鸟的飞行速度，而C是一个比例常数。课题研究组同学作一个简单的几何相似形假设：设鸟的几何线度为L，那么其质量 $m \propto L^3$ ，而翅膀面积 $S \propto L^2$ 。已知小燕子的最小飞行速度是5.5 m/s，鸵鸟的最大奔跑速度为11.5 m/s。又测得鸵鸟的体长是小燕子的9倍，问

- (1) 假如鸵鸟能飞起来，鸵鸟扇动翅膀所获得的向上举力至少为多大？
- (2) 假如鸵鸟能飞起来，其最小速度应为多大？鸵鸟真的长出一副与身体大小成比例的翅膀后就能飞起来吗？
- (3) 我们在生活中还可以看到，像麻雀这样小的鸟，只需要从枝头跳到空中，用翅膀拍打一两下，就可以飞起来，而像天鹅这样大的飞禽，则首先要沿着地面或水面奔跑一段，这是什么原因呢？

书写编辑

(1) 设鸵鸟能飞，其向上举力应满足

$$F=G=mg$$

(2) $F=CSv^2$, $m \propto L^3$, $S \propto L^2$

$$v = \sqrt{\frac{mg}{CS}} \quad \text{所以, } v \propto \sqrt{\frac{L^3}{L^2}} \quad v \propto \sqrt{L}$$

设鸵鸟飞起来需要最小速度为 v' ，小燕子的最小速度为 v'' ，所以

$$\frac{v'}{v''} = \frac{\sqrt{L'}}{\sqrt{L}} = \sqrt{9} = 3$$

$$v' = 3v'' = 3 \times 5.5 = 16.5 \text{ m/s}$$

由于鸵鸟实际奔跑速度最大仅为11.5 m/s，所以鸵鸟飞不起来。

指点迷津

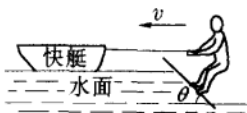
这种应用题的关键是要将实际问题抽象成一个物理模型。若题中未给出 $m \propto L^3$ 、 $S \propto L^2$ ，要求学生自己来归纳，那这道题的难度将明显提高。

(3) 体积大的鸟起飞的临界速率比体积小的鸟起飞的临界速率大得多,所以要奔跑一段距离后,获得足够大的速度才能起飞。

举一反三

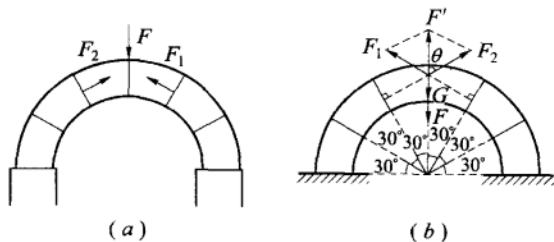
7-1. 测定患者的血沉,在医学上有助于对病情作出判断。设血液是由红血球和血浆组成的悬浮液。将此悬浮液放进竖直放置的血沉管内,红血球就会在血浆中匀速下沉,其下沉速度称为血沉。某人的血沉 v 的值大约是 10 mm/h 。如果把红血球近似看作是半径为 R 的小球,且认为它在血浆中下沉时所受的粘滞阻力为 $f=6\pi\eta Rv$ 。在室温下 $\eta\approx 1.8\times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 。已知血浆的密度 $\rho_0\approx 1.0\times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$,红血球的密度 $\rho\approx 1.3\times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$,由以上数据估算红血球半径的大小。(结果取一位有效数字)

7-2. 在电视节目中,我们常能看到一种精彩的水上运动——滑水板。如图所示,运动员在快艇的水平牵引力的作用下,脚踏倾斜滑水板在水上匀速滑行,设滑板是光滑的,运动员与滑板的总质量 $m=70 \text{ kg}$,滑板的总面积 $S=0.12 \text{ m}^2$,水的密度 $\rho=1.0\times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$,理论研究表明:当滑板与水平方向的夹角为 θ (板前端抬起的角度)时,水对板的作用力大小 $N=\rho S v^2 \sin^2 \theta$,方向垂直于板面,式中 v 为快艇的牵引速度, S 为滑板的滑水面积。求为使滑板能在水上滑行,快艇水平牵引滑板的最小速度?



考题扫描 8

(2003年上海市高考模拟卷)拱桥结构是古代人们解决建筑跨度的有效方法。我国古代的赵州桥是拱桥结构的典型建筑。如果没有其他措施,平直梁的跨度一大,中间下部就会因重力引起向两边的拉力,一般石料耐压不耐拉,往往会在石料中间出现断裂。拱桥结构的特点是利用石块的楔型结构,将受到的重力和压力分解为向两边的压力,最后由拱桥两端的基础来承受。现有6块大小、形状、质量都相等的楔块组成一个半圆形实验拱桥,如图(a)所示。如果每个楔块的质量为 3 kg ,则



(1) 6块楔块组成的拱桥对两边支撑物的压力为多大?

(2) 如果中间的两个楔块上加一个向下的 50 N 的压力 F ,那么两边楔块给予的支撑弹力为多大?

书写编辑

(1) 分析整体,对支撑物的压力是竖直向下的,分别是重力的一半。

指点迷津

第一问用整体法。

第二问则必须将中间两楔

$$F_{\text{压}} = mg/2 = 88.2 \text{ N}$$

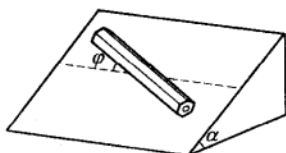
(2) 中间两楔块受到的支持力分别为 F_1 和 F_2 , 由于对称 $F_1 = F_2$, 通过对图(b)分析可知, F_1 与 F_2 夹角为 120° , 于是 F_1 与 F_2 的合力 $F_1 = F_2 = F + G = F_2$

$$F_1 = F_2 = F + G = (50 + 2 \times 3 \times 9.8) \text{ N} = 108.8 \text{ N}$$

块隔离出来研究, 因为求的是内力。

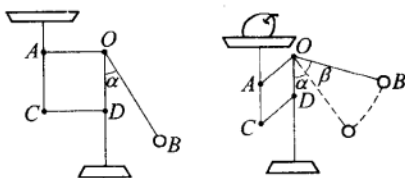
举一反三

8-1. 课桌面与水平面夹角 $\alpha = 40^\circ$, 桌面放一只六棱形铅笔, 设铅笔相对课桌面不滑动, 试求平衡时铅笔与水平方向所成的最小角度 φ_m 。



考题扫描

(2002年上海市高考模拟卷) 如图所示的水果秤, AOB 是一根夹角不变的金属杆, O 为转动轴, $ACDO$ 由铰链连成一个可以变形的四边形。左边 AC 杆竖直, 上端有质量为 m_0 的秤盘, 右端 B 处有一质量为 m 平衡球, 当秤盘中不放物品时, AO 成水平, OB 与竖直方向夹角为 α , 当秤盘中放入物品 m_1 时, OB 与竖直方向的夹角增大了 β 。



- (1) 此时物品质量多大?
- (2) 若 $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, 则盘中的物品质量为多大? 这是不是秤的最大称量?

书写编辑

本题属于力矩平衡问题, 秤盘中不放物体时, 秤盘自重产生的力矩和平衡球产生的力矩相平衡。当秤盘中放入物体时逆时针力矩增大, 平衡球向右偏出, 从而使顺时针力矩增大, 得以继续平衡。从偏角 β 的改变中可求出被称物体的质量。

设 $AO = a$, $OB = b$

$$\text{不称物体时有 } m_0 a = m \cdot b \sin \alpha \quad \text{①}$$

放入重物后的平衡方程为

$$(m_1 + m_2) a \cos \beta = m \cdot b \sin(\alpha + \beta) \quad \text{②}$$

联系①和②可得

$$m_1 = \frac{m_0 \tan \beta}{\tan \alpha}$$

当 $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$ 时, $m_1 = 3m_0$

$$\text{由 } m_1 = \frac{m_0 \tan \beta}{\tan \alpha}$$

可知 α 一定时, m_1 将随 β 增大而增大, 因此称量的范围是一个无限量。

指点迷津

$\angle AOB = 90^\circ + \alpha$ 的值始终不变, 是解题的关键。

OB 杆呈水平状态时, 平衡的力矩处于最大状态, 但此时并不是最大称量值, 因为待测物重力的力臂也在不断地变。