

北京市海淀区教师进修学校编写

最新高考知识点总复习

丛书



物理

WU LI

最后一跃

北京师范大学出版社



90507283

最新高考知识点总复习丛书

物 理

北京市海淀区教师进修学校 编



北京市海淀教师进修学校

北京市海淀教师进修学校

北京师范大学出版社
 地址：北京中关村大街22号
 电话：(010) 62511392
 邮编：100875
 1992年11月第1版
 1992年11月第1次印刷

ISBN 7-303-04008-9/G · 3203 定价：11.30元

北京师范大学出版社

责任编辑:刘 平

封面设计:孙 琳

责任校对:丁 一

责任印制:马洪林



最新高考知识点总复习丛书 物 理

北京市海淀区教师进修学校 编

北京师范大学出版社出版发行(邮编100088)

河北新华印刷三厂印刷 全国新华书店经销

冶金部保定华泰公司激光排版

开本:787×1092 1/16 印张:12 字数:300千

1993年10月第1版 1995年11月第2次印刷

ISBN 7-303-04009-9/G·2803 定价:11.30元

(如发现印装质量问题,请寄回我厂调换)

前言

为了适应高考改革的形势和帮助应考青年全面复习知识、提高能力,海淀区教师进修学校主编了《最新高考知识点总复习丛书》和《最新高考总复习同步模拟测试卷丛书》。这两套丛书是根据各学科的教学大纲、教材和高考考试说明编写的。前套书是对各学科的知识点、能力要求和展现解题的思路,对解法进行点播,引导读者提高分析问题和解决问题的能力;还在做出解题示范后,留给读者适当的练习题,提供训练思维的条件,在练中领会知识的内涵,掌握解题思路,纠正错误,发展能力,把书中的知识要点和能力要求转化成读者的智慧和才能,全面地提高读者备考的复习效益。后一套书,可做为前套书的补充和发展。它的同步性在于两套丛书知识体系的一致性以及练习和复习进度的同时性。即在按照前套丛书的顺序复习完每一个单元后,则可以利用后一套丛书的相应的练习题来评估,这不仅使读者的复习效益得到激励性的评价,而且也能及时发现自己知识的漏洞和能力的缺陷,从而,得到及时的弥补和纠正,使知识更全面、更正确,能力更强、更高。

这两套丛书包括政治、语文、数学、英语、物理、化学和历史七个学科。由于学科的差异,在保持全套丛书的共同特色外,编者也注意到如何更好地突出学科自身的特点,着力阐述各学科自身的思想、观点和方法,力争做到优势互补,以增强能力的迁移和促进读者全面发展,全面提高。

《最新高考总知识点总复习丛书》物理分册共分18章,根据《93年高考说明》编写,每章分为若干个知识点,每个知识点都包括《知识点概述》、《例题精选示范》和《练习题》三部分。对于原《考试说明》中要求的内容,但执行调整意见后删除的部分,都打一个*号以示区别。《最新高考同步模拟试题》物理分册则与前书配套使用,前面共18个单元练习,恰可作为复习完前书后的自我检测之用。最后附有4份高考模拟试题,供读者最后阶段使用,以便更好地提高自己的应试能力。

参加物理分册编写工作的有北京市特级教师陈育林、唐朝智,以及郑合群、刘晓昭、张学毅、欧阳萍、吴清安、郑余江、陈友琦、珙安生、吴希惠、王邦平、樊福、华之裴、王珉珠、迟永昌、刘宝振、涂克昌、李寿明、林庆民等教师。

我们从良好的愿望出发,力求把书编得更好些,但由于时间紧迫,能力有限,书中仍有不尽人意的地方,恳请同行和读者批评。

北京市海淀区教师进修学校

1993.7



目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(12)
第三章	运动定律	(22)
第四章	曲线运动 万有引力	(31)
第五章	机械能	(40)
第六章	动量与动量守恒	(50)
第七章	机械振动和机械波	(61)
第八章	分子 固体 液体	(69)
第九章	气体的性质	(76)
第十章	静电场	(87)
第十一章	恒定电流	(101)
第十二章	磁场	(111)
第十三章	电磁感应	(121)
第十四章	交流电 电磁振荡和电磁波	(134)
第十五章	光的反射与折射	(144)
第十六章	光的本性	(154)
第十七章	原子和原子核	(162)
第十八章	物理实验	(170)
练习题参考答案		(182)

科学出版社北京

7-2691

北京师范大学出版社出版(邮编100875)

河北新华印刷厂印刷 中国新华书店经销

冶金部地质研究所编 地质出版社

开本:787×1092 1/16 印张:12 字数:300千

1992年10月第1版 1995年11月第2次印刷

ISBN 7-303-34009-9/C·2508 定价:11.30元

(如发现印装质量问题,请与本社联系)

第一章 力 物体的平衡

一、力 常见力

〔知识点概述〕

1. 力的概念. 力是物体间的相互作用, 是物体发生形变或改变运动的状态 (即产生加速度) 的原因.

(1) 力不能脱离物体而单独存在, 要会分析每个力的施力物体和受力物体.

(2) 力是矢量. 力的效果跟力的大小、方向、作用点都有关系, 力的大小、方向、作用点称为力的三要素. 可以用一根带箭头的线段表示一个力, 称为力的三要素.

(3) 力的单位. 国际单位制单位是牛顿, 简称牛.

(4) 力的测量. 用测力计, 常用的测力计是弹簧秤.

2. 力学中常见的三种力

	产生原因	大 小	方 向	作 用 点
重力	地球对物体的吸引	$G=mg$	竖直向下	重心
弹力	两物体相接触, 并且发生弹性形变	弹簧 $F=kx$ 其他情况需间接求.	压力、支持力、 重直支持面绳 拉力, 沿绳.	两物体接触处
摩擦力	一个物体沿另一物体的粗糙表面运动或有运动趋势	滑动摩擦力 $f=\mu n$ 静摩擦力 $0 \leq f \leq f_{\text{最大}}$	阻碍物体间的 相对运动	两物体的接触 表面

判定两接触物体间的弹力、静摩擦力是否存在, 确定其大小、方向, 往往是比较困难的, 常常要根据物体的平衡条件或牛顿第二定律, 由物体受到的其他力来间接求.

〔例题精选示范〕

〔例 1〕下面说法中哪是正确的? ()

- A. 物体的重心可以在物体之外
- B. 重力的方向就是指向地心
- C. 杆的弹力方向沿杆向里或向外
- D. 滑动摩擦力总是阻碍物体的运动

解答: 只有 A 正确, 具体分析如下:

A. 物体的重心是物体各部分所受重力的合力的作用点, 它可以在物体之外, 例如一个均匀的圆环, 重心就在环心处.

B. 重力是由于地球的吸引产生的, 但它又不是地球引力. 地球引力的方向是指向地心, 但地面上的物体要随地球自转, 它需要的向心力就是地球引力的一个分力, 而另一个分力就是重力, 它的方向是竖直向下, 但不是指向地心.

C. 我们所学的各种弹力中, 能直接确定方向的只有压力、支持力及绳拉力, 其余力一般都要

根据其他力及物体的运动情况来间接地确定,例如图 1-1 所示,重球 A 固定在杆 B 上,保持静止, A 球只受重力与杆 B 的弹力这两个力,根据物体平衡条件,杆 B 对杆 A 的弹力方向为竖直向上。显然,此时杆 B 的弹力方向不沿杆的方向。

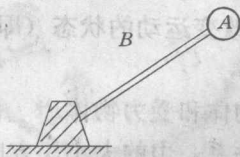


图 1-1

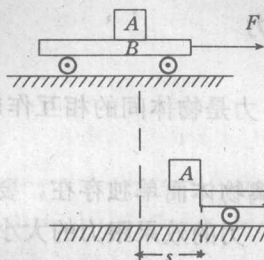


图 1-2

D. 有人认为滑动摩擦力总是阻碍物体的运动,或者说滑动摩擦力对物体来说总是阻力,这是不对的。如图 1-2 所示,物体 A 原静止在板车 B 上,用力快速向右拉 B , A 会从 B 车的后部滑落下来,在这个过程中,物体 A 受到车 B 的滑动摩擦力,方向向右,它是阻碍 A 相对于 B 的运动(A 相对于 B 向左滑动),但是以地面为参照物, A 是向右运动的,滑动摩擦力对 A 来说,不是阻力,而恰恰是动力。

〔例 2〕将边长分别为 a 、 $\sqrt{3}a$ 的长方形薄铅板,沿其一条对角线对折,则此时的重心位置在距原来两对角线的交点 O 多远处?

解:正方形沿一条对角线对折后如图 1-3 示。每个直角三角形的重心必在一条中线上。分析知 $AO=BO=\frac{1}{3}a$,合重心 C 在 A 、 B 连线的中点上, OC 连线垂直于所沿对角线。可见

$$OC = \sqrt{\left(\frac{1}{3}a\right)^2 - \left(\frac{1}{6}a\right)^2} = \sqrt{3}a/6.$$

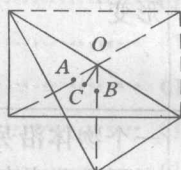


图 1-3

讨论:将对折后的图形分割为两个直角三角形,先找简单几何图形的重心,再找合重心,这种化繁为简的方法是常用的处理方法。

〔例 3〕如图 1-4 所示,将质量为 m_1 和 m_2 的物体分置于质量为 M 的物体两侧,均处于静止状态。若 $m_1 > m_2$, $\alpha < \beta$, 则: ()。

- A. m_1 对 M 的正压力一定大于 m_2 对 M 的正压力
- B. m_1 受 M 的摩擦力一定大于 m_2 受 M 的摩擦力
- C. 水平地面对 M 的支持力一定等于 $(M+m_1+m_2)g$
- D. 水平地面对 M 的摩擦力一定等于 0

解: m 对 M 的正压力 $N = mg \cos \theta$, 可见 $N_1 > N_2$, 即答案 A 正确。

m 受 M 的摩擦力 $f = mg \sin \theta$, 可见 f_1 与 f_2 无法比较。

由整体分析法,知地面对 M 的支持力 $N_{\text{地}} = (M+m_1+m_2)g$, 即答案 C 正确。

由整体分析法,知地面对 M 的摩擦力为零,即答案 D 正确。

讨论:隔离分析法与整体分析法,是分析问题的统一体,恰当的结合选用,常可以取得令人叹服的效果。

〔练习题〕

1. 如图 1-5 所示为一截面是三角形的棱柱,放在地面上。设 A 棱距地面高为 h , 则以棱 C 为轴,使其逆时针翻 90° ,在此过程中,

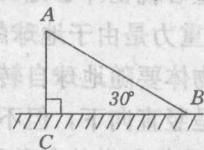


图 1-4

重心升高了: ().

- A. h B. $2h/3$
C. $h/3$ D. 以上答案均错

2. 如图 1-6 所示, 两块同样的蹄形磁铁 A、B, 质量均为 m , 将它们叠放在水平桌面上, 用弹簧秤通过一根细线竖直向上拉磁铁 A, 在弹簧秤上读数为 mg 时, B 对 A 的弹力 F_1 及桌面对 B 的弹力 F_2 分别为: ().

- A. $F_1=0, F_2=mg$
B. $F_1=mg, F_2=0$
C. $F_1>0, F_2<mg$
D. $F_1>0, F_2=mg$



图 1-6

3. 如图 1-7 所示, 有黑白两条毛巾交替折叠地放在地面上, 白毛巾的中部用线与墙壁连接着, 黑毛巾的中部用线拉住, 设线均呈水平。欲将黑白毛巾分离开来, 若每条毛巾的质量均为 m , 毛巾之间及其跟地面间摩擦系数均为 μ , 则将黑毛巾匀速拉出需加的水平力为: ().

- A. $2\mu mg$ B. $4\mu mg$
C. $5\mu mg$ D. $\frac{5}{2}\mu mg$



图 1-7

二、力的合成与分解

〔知识点概述〕

1. 合力与分力, 力的合成与分解

(1) 合力与分力的关系是等效替代关系。

(2) 两个互成角度的力的合成法则: 力的平行四边形法则。根据数学知识可知, F_1 与 F_2 两个力的合力 F 的取值范围为: $|F_1 - F_2| \leq F \leq (F_1 + F_2)$ 。

(3) 力的分解。力的分解是力的合成的逆运算, 也应用力的平行四边形法则。与力的合成所不同的是: 一个力如果不加其他条件限制, 可以分解出无数对分力, 因此力的分解问题要附加其他条件 (如已知两个分力的方向、已知两个分力的大小、已知一个分力的大小及方向等), 才能有确定的解。

2. 力的合成与分解的计算

首先根据题目要求按照力的平行四边形法则作出力的合成或分解的图示, 再根据数学知识解三角形求解合力或分力, 主要要求解直角三角形问题, 对于较简单的解斜三角形的问题, 也应能利用正弦定理、余弦定理或相似三角形的知识求解, 但不作为重点。

3. 正交分解法

正交分解法是把一个物体受到的各力都分解到互相垂直的两个方向上去, 然后分别求每个方向上的力的代数和方法。

正交分解法把矢量运算化为互相垂直方向上的代数法求和, 显得十分简便; 当物体受多个力作用时, 常用此法求合力。

〔例题精选示范〕

〔例 1〕设有 5 个力作用于 A 点, 这 5 个力的大小和方向相当于边长为 a 的正六边形的两条邻边和三条对角线, 如图 1-8 所示。求这 5 个力的合力。

解：由正六边形的对称性， F_1 与 F_4 的合力与 F_3 相同， F_2 与 F_5 的合力与 F_3 相同，可见 $F_{\text{合}} = 3F_3$ 。

因 $F_1 = a$ ，且 $\triangle F_1AF_3$ 为直角三角形， $\angle F_1AF_3 = 60^\circ$ ，所以 $F_3 = 2F_1 = 2a$ 。

$\therefore F_{\text{合}} = 3F_3 = 3 \times 2a = 6a$ 。方向跟 F_3 的方向一致。

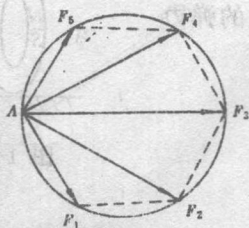


图 1-8

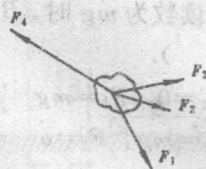


图 1-9

【例 2】图 1-9 所示为某物体在 4 个共点力的作用下，处于平衡状态。若把 F_1 的方向沿逆时针转过 90° 而保持其大小不变，其余 3 个力的大小和方向保持不变。则此时物体所受到的合力的大小是：()

- A. F_4 B. $2F_4$ C. $\sqrt{2}F_4$ D. 条件不足无法确定

解： F_1 、 F_2 和 F_3 的合力必与 F_4 等大反向，当 F_1 转过 90° 时，其合力为

$$F = \sqrt{F_4^2 + F_4^2} = \sqrt{2}F_4$$

可见答案 C 是正确的。

讨论：在变与不变的问题中，应抓住谁变谁不变。本题的关键是抓 F_1 、 F_2 和 F_3 的合力不变这一关键，从而化 4 力为 2 力问题，使问题得到简化。

【例 3】已知力 F 的一个分力 F_1 跟 F 成 30° 角，大小未知，另一个分力 F_2 的大小为 $\sqrt{3}F/3$ ，方向未知。则 F_1 的大小可能是：()。

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

解：因为 $\sqrt{3}F/3 > F/2$ ，所以通过作图 1-10 知， F_1 有两个解。

由图中直角三角形 OAF ，知 $OA = \sqrt{F^2 - (F/2)^2} = \sqrt{3}F/2$

由图中直角三角形 F_1AF ，知 $F_1A = \sqrt{(\sqrt{3}F/3)^2 - (F/2)^2} = \sqrt{3}F/6$

由图的对称性知 $AF' = F_1A = \sqrt{3}F/6$

可见 $F_1 = OA - F_1A = \sqrt{3}F/2 - \sqrt{3}F/6 = \sqrt{3}F/3$

$$F_1' = OA + AF_1' = \sqrt{3}F/2 + \sqrt{3}F/6 = 2\sqrt{3}F/3$$

即答案 A、C 是正确的。

讨论：画出草图，合理作出辅助线，正确选用直角三角形，是本题的启示。

【练习题】

4. 三个大小相等的力作用在一点上，在图 1-11 所示 3 种情况下，这三个力的合力大小分别是 $F_A =$ _____； $F_B =$ _____； $F_C =$ _____。

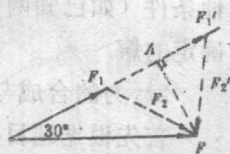


图 1-10

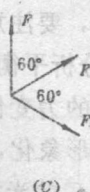
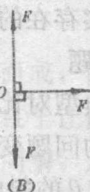
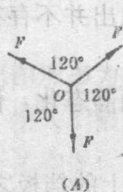


图 1-11

5. 如图 1-12 所示, 三个重力和形状都相同的圆柱体, 它们的重心位置不同, 放在两墙上. 为了方便, 将它们画在同一图上, 重心分别用 1、2、3 标出, 且在同一竖直线上. 设 N_1 、 N_2 、 N_3 分别表示三个圆柱体对 A 端的压力, 那么().

- A. $N_1 = N_2 = N_3$ B. $N_1 < N_2 < N_3$
C. $N_1 > N_2 > N_3$ D. $N_1 = N_3 > N_2$

图 1-12

6. 一运动员双手握住单杠, 双臂平行, 使身体悬空. 当两手间的距离增大时, 每只手臂所受的力 T 及它们的合力 F 的大小变化情况为: ()

- 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

7. 某物体受几个共点力的作用而处于平衡状态, 当其中某一个力的大小由 F 逐渐减小到 0, 则物体所受合外力大小必由 _____ 逐渐 _____ 到 _____.

三、共点力平衡

[知识点概述]

1. 共点力平衡条件

(1) 平衡状态: 物体处于静止或做匀速直线运动的状态, 叫做平衡状态.

(2) 共点力平衡条件: 在共点力作用下物体的平衡条件是合力等于零, 即 $\sum F = 0$. 在处理问题时, 常用分量式 $\sum F_x = 0$ 、 $\sum F_y = 0$ 进行, 可以使问题得以简化.

应用共点力平衡条件的解题步骤: ①选定研究对象; ②分析受力并画受力图, 标出运动情况; ③根据平衡条件列方程; ④代入计算; ⑤验证讨论.

2. 作图法解三力平衡问题

当物体受三个非平行(共面)共点力作用而平衡时, 常通过受力分析图, 将其中任意两力合成, 利用其合力必与第三个力等大反向作图, 化三力为两力, 然后求解未知力.

用作图法解三力平衡, 直观明了, 但受作图精确程度的限制, 一般应配合数学运算, 使结果准确.

3. 解直角三角形法处理三力平衡问题

当物体受三个共点力而平衡时, 画出的受力图经适当处理后, 包含有直角三角形(如矩形、菱形等)时, 应尽量采用解直角三角形的方法去处理, 常可以使问题得以简化.

4. 物体的受力分析

物体的受力分析是解力学问题的基础, 也是关键. 分析前, 首先应选定研究对象, 研究对象可以是一个物体, 也可以是几个物体组成的整体. 然后将研究对象从周围物体中隔离出来, 分析周围有哪些物体对它施加力的作用, 各是什么性质的力, 力的可能大小、力的方向怎样, 并将它

们一一画在受力图上。习惯上将这种分析方法叫做隔离法。

分析受力时，要注意不要漏掉一些确实存在的力，也不要凭空想象出并不存在的力。

5. 作图法分析平衡物体的受力变化问题

当物体所受的力变化时，可以通过作典型对比分析图，使动态问题静态化，使模糊过程具体化，使抽象问题形象化，从而将难以捉摸的问题变得易于处理。

例如将重为 G 的光滑物体，放在倾角为 θ 的斜面 and 一端固定在斜面上的挡板之间，如图 1-13 所示。当挡板由水平位置缓缓抬起到竖直位置时，挡板及斜面对球的支持力各如何变化？将挡板的抬起过程如图 1-14 所示，选挡板水平时为位置 1，挡板垂直于斜面时为位置 2，挡板呈竖直时为位置 3，分别作平行四边形，比较后知挡板对球的支持力先由大小为 mg 逐渐减小到最小值 $mg\sin\theta$ ，然后又逐渐增大到 $mg\tan\theta$ 。斜面对球的支持力由零逐渐增大到 $mg/\cos\theta$ 。

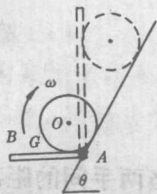


图 1-13

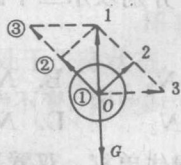


图 1-14

〔例题精选示范〕

〔例 1〕 A 、 B 为两个完全相同而不计摩擦的匀质球，各重为 G ，半径为 r ，置放在半径为 R ($r < R < 2r$) 的薄圆筒内，如图 1-15 所示。求：(1) 圆筒底部对 B 球的支持力是多大？(2) A 球对 B 球的压力是多大？

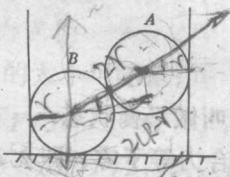
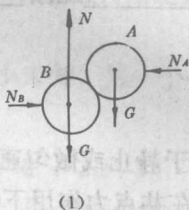


图 1-15



(1)

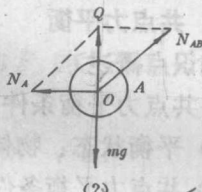


图 1-16

解：(1) 对 A 和 B 球整体，受力如图 1-16 (1) 由竖直向得筒底对 B 球的支持力

$$N = G + G = 2G.$$

(2) 对 A 球，受力如图 1-16 (2)，由图知

$$N_{AB} = G \cdot \frac{2r}{\sqrt{(2r)^2 - (2R - 2r)^2}} = \frac{G \cdot r}{\sqrt{R(2r - R)}}.$$

根据牛顿第三定律知 A 球对 B 球的压力大小是 $N_{BA} = Gr / \sqrt{R(2r - R)}$ 。

讨论：合理选取研究对象，常会简化解题过程，这是解题中必须注意的问题。

〔例 2〕求图 1-17 中各质量为 m 的球体 A 对支点、细悬线或接触面的作用力的大小。设各球均光滑。

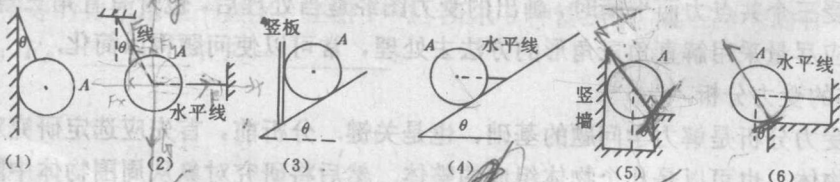


图 1-17

解：球 A 的受力图均如图 1-18 所示。不难求出对应位置的力分别为 $F_1 = mgtg\theta$, $F_2 = mg/\cos\theta$

讨论：平面图形多为点、线、面、体组合而成，但这种组合可以变化万千，使人们陷入题海之中。本题目在于让读者见题后要有意识地分析其实质，认识到多种题目实为同解，从中精练一两个题目后，见到实质相同的题目，就要从题海中超脱出来，从而达到事半功倍之效果。



图 1-18

【例 3】如图 1-19 所示，细绳承受的最大拉力分别为：
 $T_{AM} = 250$ 牛， $T_{BM} = 150$ 牛，求所悬挂重物 G 的最大重力值。（取 $\sin 37^\circ = 0.6$ ）

解：取 O 点，受力如图 1-20 示。由图知

先分析哪根绳先断，
 $\frac{T_B}{T_A} = \frac{1}{\tan 37^\circ} = \frac{0.6}{0.8} = 0.75 > \frac{T_{BM}}{T_{AM}} = \frac{150}{250} = 0.6$,
 可见绳 BO 先断。

当绳 BO 上张力达 T_{BM} 时，有：
 $G_M = \frac{T_{BM}}{\sin 37^\circ} = \frac{150}{0.6} \text{ 牛} = 250 \text{ 牛}$

讨论：隐含条件的挖掘和应用，是解决物理问题的关键一环。

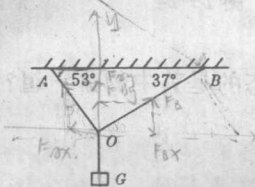


图 1-19



图 1-20

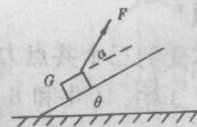


图 1-21

【例 4】重力为 G 的物体放在倾角为 θ 的斜面上，物体与斜面间的滑动摩擦系数为 0.6，现用力拉物体匀速沿斜面上移，如图 1-21 所示，问 F 与斜面的夹角 α 为多大时最省力？

解：物体 G 受力如图 1-22。

$$\because F \cos \alpha = G \sin \theta + \mu (G \cos \theta - F \sin \alpha)$$

$$\therefore F = \frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} G$$

$$= \frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\sqrt{1 + \mu^2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \mu^2}} \cos \alpha + \frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu^2}} \sin \alpha \right)} G$$

$$\text{令 } \tan \beta = \mu$$

$$\text{则 } F = \frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\sqrt{1 + \mu^2} \cos(\alpha - \tan^{-1} \mu)} G$$

可见当 $\alpha = \tan^{-1} \mu = \tan^{-1} 0.6 = \tan^{-1} \frac{3}{4}$ 时，最省力。

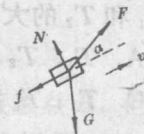


图 1-22

讨论：用数学知识解决物理问题是基本的能力要求，应加强训练。

【例 5】如图 1-23 所示，一重为 50 牛的木块，放在倾角为 30° 的斜面上，斜面与木块间的摩擦系数为 $\mu = 0.2$ ，为使木块相对于斜面保持匀速运动，沿水平方向给木块一个多大的推力才行？

解：若木块沿斜面上移，受力如图 1-24 (1) 所示

$$\because F_1 \cos \theta = G \sin \theta + \mu N_1 \quad N_1 = F_1 \sin \theta + G \cos \theta$$

解之得 $F_1 = \frac{G(\sin\theta + \mu\cos\theta)}{\cos\theta - \mu\sin\theta} = \frac{50 \times (\frac{1}{2} + 0.2 \times \frac{\sqrt{3}}{2})}{\frac{\sqrt{3}}{2} - 0.2 \times \frac{1}{2}} \text{牛} = 43.9 \text{牛}.$

若木块沿斜面下滑, 受力如图 1-24 (2) 所示

$$\therefore G\sin\theta = F_2\cos\theta + \mu N_2, N_2 = F_2\sin\theta + G\cos\theta$$

解得 $F_2 = \frac{G(\sin\theta - \mu\cos\theta)}{\cos\theta + \mu\sin\theta} = \frac{50 \times (\frac{1}{2} - 0.2 \times \frac{\sqrt{3}}{2})}{\frac{\sqrt{3}}{2} + 0.2 \times \frac{1}{2}} \text{牛} = 16.9 \text{牛}.$

讨论: 注意解的完整性和合理性, 是解题训练中应加强的训练.

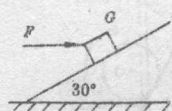


图 1-23

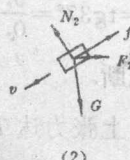
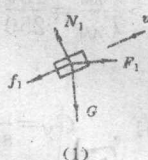


图 1-24

〔练习题〕

8. 物体受到三个共点力的作用, 不可能使物体处于平衡状态的是其中的哪一组? ()

- A. 3 牛、4 牛和 6 牛 B. 1 牛、2 牛和 4 牛
C. 2 牛、4 牛和 6 牛 D. 5 牛、5 牛和 1 牛

9. 如图 1-25 所示, 质量为 5.5 千克的木块, 与竖直墙壁间的滑动摩擦系数为 $\mu = 0.5$, 木块在受到跟竖直方向成 $\theta = 37^\circ$ 角的向上推力 F 作用下, 紧贴墙壁以大小为 2 米/秒的速度滑行, 则推力 F 的大小为 _____ 牛 (取 $g = 10 \text{ 米/秒}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$).

10. 用一根细绳沿水平方向把电灯拉至图 1-26 中实线位置 A, 细绳的一端固定在墙上 O 点, 这时电线 CA 对灯的拉力为 T_2 , 如图把电线拉至图中虚线位置 A', 水平细绳的一端固定在墙上 O' 点, 则 T_1 和 T_2 的大小变化是 ().

- A. T_1 、 T_2 都增大 B. T_1 增大, T_2 减小
C. T_1 、 T_2 都减小 D. T_1 减小, T_2 增大



图 1-25

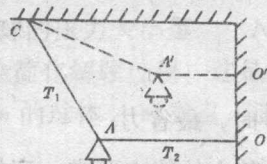


图 1-26

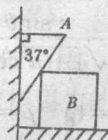


图 1-27

11. 如图 1-27 所示, 直角劈 A 插在墙壁和物体 B 之间, 劈的尖角为 37° , 质量为 m_1 , 表面光滑. 物体 B 质量为 m_2 , 此时两物体均处于静止状态, 则 B 物体跟地面间的静摩擦力大小为 _____.

四、力矩 * 有固定转动轴物体的平衡

〔知识点概述〕

1. 力矩的概念

(1) 力臂：从转动轴到力的作用线的垂直距离，叫做力臂。

(2) 力矩：力 F 与力臂 L 的乘积，叫做力 F 对转动轴的力矩 M ，即 $M = F \cdot L$ 。

力矩常分为逆时针力矩（正力矩）和顺时针力矩（负力矩）。判定的方法是：假定物体仅在此力作用下，物体绕轴的可能转动方向。

力矩的单位在 SI 中是牛·米（不是焦耳），用符号 $N \cdot m$ 表示。

* 2. 有固定转动轴物体的平衡（力矩的平衡）

(1) 转动平衡：能够绕着一个固定轴转动的物体，如果保持静止或匀速转动，就称此物体处于转动平衡。

(2) 力矩的平衡条件：有固定转动轴物体的平衡条件是物体所受各力对于固定转轴的合力矩为零，即 $\sum M = 0$ ，也就是 $\sum M_{逆} = \sum M_{顺}$ 。

应用力矩的平衡条件的解题步骤：①首先选定研究对象。②然后确定转动轴。③分析除轴以外物体所受的外力。④根据转动平衡条件列方程（组）。⑤代入计算。⑥最后验证讨论。

〔例题精选示范〕

〔例 1〕如图 1-28 所示，圆柱体重为 G ，半径为 R ，欲过一高为 h 的障碍物（ $h < R$ ），(1) 若在圆心 O 处施加水平推力 F_1 ，则此力多大？在 O 处施力的最小值是多大？(2) 若在圆心 O 正上方圆周上 A 点施加水平推力 F_2 ，则此力多大？在 A 处施力的最小值是多大？(3) 若要用力最小，则应在何处、向什么方向用力？大小是多少？



图 1-28

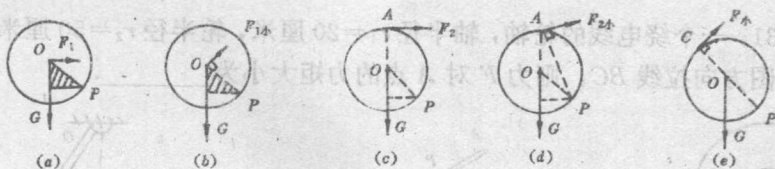


图 1-29

解：(1) 显然，圆柱体与障碍物的接触点 P 为轴，圆柱体虽与地面有接触点 B ，但无相互作用力。这样，圆柱体除 P 点外所受的力如图 1-29 (a) 所示。由力矩平衡条件得

$$F_1 \cdot (R-h) = G \cdot \sqrt{R^2 - (R-h)^2}$$

$$\therefore F_1 = G \cdot \sqrt{h(2R-h)} / (R-h)$$

在 O 处若要用力最小，必将是把 OP 长均当作力臂，可见

$$F_{1\text{小}} \cdot R = G \cdot \sqrt{R^2 - (R-h)^2} \quad (\text{见图 } b)$$

$$\therefore F_{1\text{小}} = G \cdot \sqrt{h(2R-h)} / R$$

(2) 同理 $F_2 \cdot (2R-h) = G \cdot \sqrt{h(2R-h)}$ (见图 c)

$$\therefore F_2 = G \cdot \sqrt{h(2R-h)} / (2R-h)$$

$$\therefore F_{2\text{小}} \cdot \sqrt{(2R-h)^2 + [R^2 - (R-h)^2]} = G \cdot \sqrt{h(2R-h)} \quad (\text{见图 } d)$$

$$\therefore F_{2\text{小}} = G \cdot \sqrt{h(2R-h)} / \sqrt{2R(2R-3h)}$$

(3) 圆上的最长线段为直径, 可见在过 P 点的直径另一端 C 上垂直于此直径斜向上方用力最小, 如图 e 所示.

$$F_{\text{小}} \cdot 2R = G \cdot \sqrt{h(2R-h)}$$

$$\therefore F_{\text{小}} = G \cdot \sqrt{h(2R-h)} / 2R.$$

讨论: 本题一题多问, 实质上是一题多变, 将第 (1) 问的问题步步变化, 使问题得以深化. 当然还可以再变, 例如: (4) 在 A 处施加水平推力 F_2 时, P 点对圆柱体的摩擦力多大? 这时显然不能取 P 点为转轴. 分析受力知, 此时圆柱体受四个力作用, 其中重力 G 和 P 点的支持力 N 均过 O 点, 因此取 O 点为轴使问题简化. 根据力矩平衡有: $f \cdot R = F_2 \cdot R$, 可见 $f = F_2$. 一题多变, 读者应随时自我训练, 它对开发智力提高能力十分有益. 本题关于各力力臂的确定, 是解题的关键.

〔例 2〕 质量为 m 的运动员在质量为 $m/2$ 的均匀长板 AB 的中点, 板位于水平地面上, 可绕通过 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 1-30 所示. 要使板的 A 端离开地, 运动员作用于绳的最小拉力是多大?

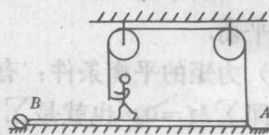


图 1-30

解: 取板和人的整体为研究对象, 对轴 B , 由力矩平衡条件得 (图略, 读者自画)

$$T \cdot \frac{L}{2} + T \cdot L = (mg + \frac{1}{2}mg) \cdot \frac{L}{2}$$

$$\therefore T = mg/2$$

讨论: 本题也可以分别取板和人为研究对象, 但解题过程稍繁. 可见在转动问题中, 同样合理选取研究对象十分重要. 另外, 在分析含绳的力时, 可以采用将绳设想剪断的方法 (剪断法), 会十分简便地得出结论.

〔练习题〕

12. 如图 1-31, 一个绕电线的轮轴, 轴半径 $r_1 = 20$ 厘米, 轮半径 $r_2 = 50$ 厘米, 在 A 点着地, 用力 $F = 300$ 牛如图方向拉线 BC , 则力 F 对 A 点的力矩大小为_____.

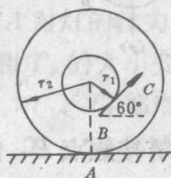


图 1-31

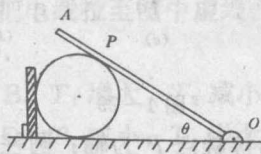


图 1-32

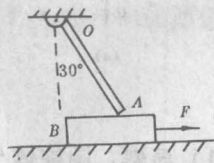


图 1-33

* 13. 如图 1-32 所示, AO 是质量为 m 的均匀细杆, 可绕 O 轴在竖直平面内自由转动. 细杆上的 P 点与放在水平桌面上的圆柱体接触, 圆柱体靠在竖直的挡板上而保持平衡. 已知杆的倾角为 θ , AP 长度是杆长的 $1/4$, 各处的摩擦都不计, 则挡板对圆柱体的作用力等于().

A. 0 B. $\frac{2}{3}mg \sin \theta \cos \theta$ C. $\frac{1}{3}mg \sin 2\theta$ D. $\frac{2}{3}mg \sin \theta$

* 14. 均匀杆重 G , O 端用铰链悬起, A 端支在木板 B 上, 如图 1-33 所示. 杆与板间的摩擦系数 $\mu = 1/\sqrt{3}$, 木板在水平拉力作用下向右作匀速直线运动, 杆与竖直方向夹角为 30° , 则杆对木板的压力 $N =$ _____.

* 15. 一均匀的直角三角形木板 ABC , 可绕垂直于纸面通过 C 点的水平轴转动, 如图 1-34 所示. 现用一始终沿直角边 AB 的作用于 A 点的力 F , 使 BC 边缓慢地由水平位置转到竖直位置. 在此过程中, 力 F 的大小随 α 角变化的图线是图 1-35 中的 ().

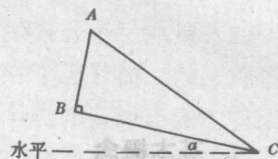


图 1-34

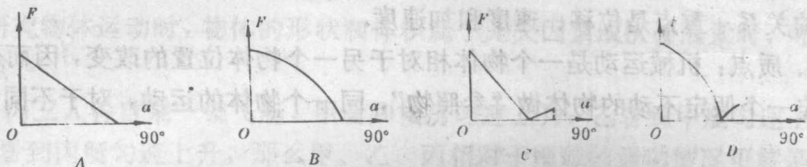


图 1-35

* 16. 如图 1-36 所示, 均匀杆 AB 重为 G , 杆可绕其端点 A 转动, 在杆的另一端 B 通过细线和不计摩擦的滑轮悬挂质量为 m 的重物 C ; 恰使杆呈水平, 这时细线与水平方向的夹角为 θ , 则杆对 A 点的作用力大小为 ().

A. mg

B. $G/2$

C. $G/2\sin\theta$

D. $\sqrt{G^2 - 2G \cdot mg\sin\theta + (mg)^2}$

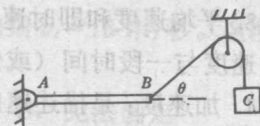


图 1-36

第二章 直线运动

一、基本概念

〔知识点概述〕

参照物、质点、位移、速度、加速度是机械运动的基本概念，要搞清它们的物理意义以及相关的物理量间的关系。重点是位移、速度和加速度。

1. 参照物、质点：机械运动是一个物体相对于另一个物体位置的改变，因而研究一个物体的运动，必须选定一个假定不动的物体做“参照物”，同一个物体的运动，对于不同的参照物，观测结果常常不同。

2. 位移和路程：位移描述质点的位置变化，位移是矢量，其大小等于质点初位置和末位置间的直线距离，其方向由初位置指向末位置。质点的位置与时刻对应，位移则与时间对应。路程是质点运动轨迹的长度，是标量。一般说位移大小不等于路程，只有当质点沿直线向一个方向运动时，位移的大小才等于路程。

3. 平均速度和即时速度：速度是描述质点运动方向和快慢的物理量，是位移随时间的变化率。平均速度与一段时间（或位移）对应，即时速度与某一时刻（或位置）对应。

4. 加速度：是描述速度变化的方向和快慢的物理量，是速度随时间的变化率。加速度是矢量，其大小反映速度变化的快慢，其方向与速度变化方向相同。加速度的大小与速度大小和速度变化大小无直接关系，加速度的方向与速度的方向无关。

〔例题精选示范〕

〔例1〕物体通过两个连续相等位移的平均速度分别为 $\bar{v}_1=10$ 米/秒， $\bar{v}_2=15$ 米/秒，则物体在整个运动过程中的平均速度是：（ ）。

A. 13.75 米/秒

B. 12.5 米/秒

C. 12 米/秒

D. 11.75 米/秒

解：根据平均速度的定义有：

$$\bar{v} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{2S}{S/\bar{v}_1 + S/\bar{v}_2} = \frac{2\bar{v}_1 \cdot \bar{v}_2}{\bar{v}_1 + \bar{v}_2} = \frac{2 \times 10 \times 15}{10 + 15} = 12 \text{ 米/秒}$$

应选答案 C。

讨论：有的同学这样解：

$$\bar{v} = \frac{\bar{v}_1 + \bar{v}_2}{2} = \frac{10 + 15}{2} = 12.5 \text{ 米/秒}$$

这样解是错误的， $\bar{v} = (v_1 + v_2)/2$ 是匀变速直线运动的公式，本例中物体的运动不是匀变速运动，不能使用这一公式，在非匀变速直线运动情况下，求平均速度应由其定义出发。应用定义 $\bar{v} = S/t$ 求平均速度时，要注意位移 S 是在 t 时间内发生的。

〔例2〕关于速度和加速度的关系，下述说法中正确的是：（ ）。

A. 物体的速度为零时，其加速度一定为零

B. 物体的加速度为零时，其速度不一定为零

C. 物体速度的改变量越大，加速度越大

D. 物体加速度增大时，速度可能反而减小

解：速度的大小反映物体运动的快慢，加速度的大小反映物体速度变化的快慢，二者无直接关系，A、B、C 三个选项都不对。

物体的速度增大，说明物体速度变化加快，可能是减小得更快，也可能是增加得更快，是增