

[日]吉本 市 编

下册

物理 700 题解

WULI 700 TIJIE
科学普及出版社

物 理 700 题 解

下 册

〔日〕 吉 本 市 编

王 贵 瑾 译



科学普及出版社

2R75/57

出 版 说 明

《物理700题解》上、下册，译自日本培风馆1978年修订再版高中参考书《物理I、II问题700选》。

本书与目前国内已出版的许多习题集比较，有以下特点：书中对中学生可能遇到的各种物理现象进行了详细分类，如运动中的一种形式——抛体运动，书中将它分为竖直上抛、同时上抛和下抛、平抛及斜抛等；全部题目精选于日本各大学的新生入学试题，有一定的难度和代表性；能适应中学生的水平，不同的题目有不同的思考方法，有的题目且给出了重要的提示；题目形式新颖而多样化，能联系实际，突出重点。读者若能弄通全部题目，不仅可以提高解题能力，而且有助于巩固中学物理的各种基本概念和基础知识。尽管目前出版的习题集较多，我们认为本书仍有出版的价值和必要。

在本书的编辑过程中，承张金榜同志校订全部文稿，在此表示谢意。由于我们水平所限，书中还会有不少缺点或错误，敬请读者指正。

前 言

在科学领域中，没有哪一门学科象物理学那样深入细致地观察、测定研究对象，并把正确精密的理论加以推广。物理学是人们运用一切可供运用的方法观测、分析自然，倾注全部能力去发现、探索和应用自然界的正确规律的一门学问。物理学在自然科学中被称为最基础的学科，其理由也在于此。学习物理的人仍须竭尽全力去理解作为研究对象的物理现象，钻研、运用所有的理论和思考方法，提高科学的观察力和思维能力。这也是从事其他科学研究的基本功。

物理问题必须首先提出考察对象的物理事实或现象。其次要推测出与该对象相关联的物理现象所遵循的规律。一旦找到了这个规律，还须进行演算、推导，从而定量地、逻辑地推论现象将如何变化。

因此在学习物理的过程中，象这样努力去解决问题，从根本上说，是必要的学习条件之一。为此，学校里虽然也安排了一定的时间作习题，但无论如何在规定时间内是无法圆满完成的。另外，针对各种物理现象来考虑问题固然必要，但是如果把现象过细地分类再去搜集题目，数量将极其庞大，难以容纳在一本教科书或参考书里，因而只好选择有代表性的题目。

本书着眼于物理现象的细致分类和思考方法的不同，搜集各种类型的题目，从全国大学招生考试中把大致高中程度能够解答的各种题目加以精选、汇编而成。因此，虽不能说书中包括了所有各种类型的题目，但是考虑到高中生或大

学学生学习物理时所能付出的时间和精力，这本书还是在有限的篇幅里极其丰富地提供了各种题目。基于这种考虑，作为学习和思考时的引导，书中明确指出题目属于哪一类内容，根据需要给出提示，书末并附有全部题解。

读者在学习时，应首先阅读题目，想一想它是关于什么物理现象的问题，把它的实际现象描绘在头脑里或纸上。然后，当思索出可供运用的适当定律，就要据此拟定方针，作理论推导和计算。倘若不能充分理解问题，或思索不出定律时，也可按照目录标明的题目种类，翻阅教科书或参考书中的相应部分进行复习，找出定律。如果忘记了有关定律的正确公式，可查阅书末的公式汇编。万一这样还搞不清楚，可参看题解，弄通那是运用什么定律、怎样解答的。这样就会理解题目中的物理现象，领会定律和思考方法等等。这样一题一题地积累下来，就可以增长实际本领。

要把700题全部解出并且弄通，恐怕需要相当时间和精力。但是这种努力一点也不会白费，毫无疑问，它可以帮助你们提高能力，为在以科学技术为纲的社会中活动的知识分子，打下严谨的知识基础。我们的目的正是想努力作到使你们成为社会上有用的成员。祝你们在需要花费精力准备考大学的日子，为将来的发展奠定基础。

所引用各大学的题目，尽可能尊重它的原意，原文照抄；但为读者着想，也有部分变动，而且有的字句也有改动，敬请谅解！

这本习题集自1961年初版以来，在漫长的岁月里，得到读者一贯的支持。我们感到自豪的也就是，当初对于学习物理的想法具有不被时代潮流所冲刷的本质。本质虽然没变，但是考虑到在一些形式上和问题的概念上作些增删将更为有

效，所以这次邀请越后宰男、小田切理文、广井楨各位有多年高中教学经验、现仍在职的专家参加了新版的改订工作。因此深信更有效地实现了上述目的，从而期望有更多的读者爱用本书。

这次出版，得到以培风馆社长山本健二先生为首的各位编辑的支持和协助，在此深表谢意。

编者代表 吉本 市

一九七八年五月

目 录

第五章 运动和能

- (一) 刚体的平衡(341~356) (1)
- (二) 圆周运动与向心力(357~368) (7)
- (三) 参考系与离心力(369~383) (14)
- (四) 万有引力(384~393) (23)
- (五) 转动的运动方程(394~402) (27)
- (六) 转动动能与角动量(403~419) (32)
- (七) 玻意耳——查理定律(420~443) (42)
- (八) 气体分子的运动(444~457) (55)
- (九) 热力学第一定律(458~470) (64)

第六章 电 流

- (一) 直流电路(471~521) (74)
- (二) 电流的作用(522~549) (101)
- (三) 电磁感应(550~571) (122)
- (四) 交流电(572~587) (142)
- (五) 电振荡与电子学(588~597) (151)

第七章 波与粒子

- (一) 光波(598~630) (161)
- (二) 光子与物质波(631~652) (182)

第八章 原 子

- (一) 原子(653~691) (200)

第九章 综合题(692~700) (230)

题 解 (241)

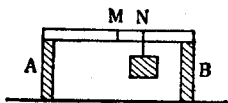
下册主要公式 (358)

第五章 运动和能

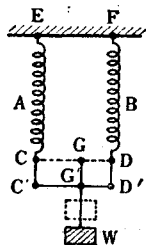
(一) 刚体的平衡

平行力和力矩

341 如图所示，把一根均匀棒（长1米，质量3千克）的两端水平地放在支柱A和B上。当在棒的中点M右边0.2米处的N点悬挂一物体（质量1千克）时，棒作用在支柱A上的力 F_1 和作用在支柱B上的力 F_2 各是多少千克重？假定棒不弯曲。



342 现有两根同样长度的弹簧A、B和砝码W。把它们的上端固定，如果分别在下端挂上砝码W，A伸长2厘米，B伸长1厘米。然后如图所示，把A、B两根弹簧的上端固定在水平的两点E、F，另一端水平地安上细棒CGD，当在G点挂上砝码W时，棒水平下降到离原来位置若干厘米的 $C'G'D'$ 的位置上。



(1) 棒下降了多少厘米？

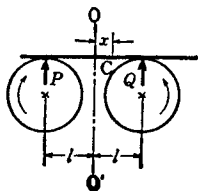
(2) $\overline{C'G'} / \overline{C'D'}$ 等于多少？

两者都要求把小数点以下第三位四舍五入。

图中 $\overline{EF} = \overline{CD} = \overline{C'D'}$ ，EF、CD及 $\overline{C'D'}$ 都呈水平。还

假定关于弹簧的胡克定律成立，棒的重量可以忽略不计。

343 在同一水平面上有两个圆筒，它们的中心轴彼此平行，直径相等，做方向相反的匀速转动。在这两个圆筒上方与旋转轴相垂直放着一根质量为 M 的直棱棒。图为包括棒在内、垂直于两圆筒轴的截面。圆筒的旋转方向如图所示。假设中心轴之间的距离为 $2l$ ，试回答下列问题。



设圆筒与棒之间的滑动摩擦系数为 μ ，重力加速度为 g 。

(1) 在水平方向上加上支持力，使棒的重心 C 静止在从两圆筒中心连线的垂直平分线 OO' 向右偏离 x 的位置上。试求在圆筒与棒的接触处，圆筒作用于棒的向上的支持力 P 和 Q 。

(2) 试求这时作用在棒上的总摩擦力 F 的大小和方向。

(3) 试求去掉支持力，自由放置时棒的运动方程。但假设棒的加速度为 a 。又，该式所表示的运动是什么运动？答案从下面选择。

(a) 匀速运动。(b) 匀加速运动。(c) 简谐振动。(d) 静止。

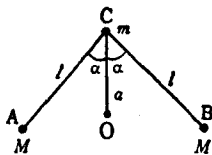
344 地上横放着一根 4 米长的直电线杆。把它的一端 A 稍微抬起来，需要 64 千克重的力，把另一端稍微抬起来，需要 80 千克重的力。

(1) 这根电线杆的重量是多少？

(2) 电线杆的重心在距 A 端多少米处？

345 如图所示，长度均为 l 的两根细直棒 CA 和 CB ，

在C点用质量为 m 的重物连接起来，在这两根棒的另一端A、B，分别安有质量均为 M 的重物。另外在连接点C，在由CA和CB所组成的平面内的 $\angle ACB$ 的等分线方向上接了一根长为 a 的细棒CO，在它的下端O把整体支持住。假定三根棒都很轻，它们的质量可以忽略不计，试求该系统重心所在的位置。



【提示】 由于对称性，重心在CO上。

棒的平衡

346 重为 W 的均匀棒，用线把它的一端拴起来，吊在固定点上。

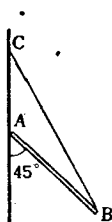
(1) 当在棒的上端沿水平方向施加一个力 F 时，线偏离竖直方向多少才会平衡？这时线的张力有多大？试用倾角的正切($\tan$)表示偏离程度。

(2) 当在棒的正中沿水平方向施加一个力 F 时，线和棒分别与竖直方向偏离多少才会平衡？这时线的张力有多大？

(3) 当在棒的下端沿水平方向施加一个力 F 时，线和棒分别与竖直方向偏离多少才会平衡？这时线的张力有多大？

【提示】 (3) 当力平衡时，力的作用线交于一点。

347 如右图所示，把5千克重的均匀直棒AB的一端A靠在光滑的(无摩擦)竖直墙壁上，另一端B拴上没有重量的绳，绳的另一端C固定在墙上的一点，使棒与竖直方向倾斜成 45° 而处于静止状态。设棒长为2米，试回答下列问题。



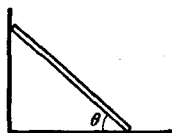
(1) 绳的一端 C 应固定在墙上离 A 点多少米处?

(2) 求这时绳 BC 的张力。

【提示】 若墙壁是光滑的, 则墙壁作用在棒上的力, 方向与墙壁垂直。

343 如图所示, 把长为 6 米、质量为 30 千克的梯子从地面上竖起来, 靠在光滑的墙上。

把梯子当作均匀棒, 试回答下列问题。这里假定地面和梯子的静摩擦系数为 μ , 梯子与地面所成的角度为 θ 。

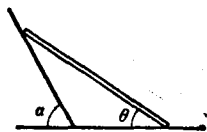


(1) 要使梯子不致滑落下来, θ 和 μ 必须满足什么条件?

(2) 当 $\theta = 45^\circ$ 时, 人爬到梯子上 4 米处, 梯子就开始下滑。试求静摩擦系数 μ 。假定人的体重为 60 千克, 重力完全作用在脚上。答数要求计算到小数点以下第二位。

349 如图所示, 光滑墙壁相对于水平粗糙地面成 α 角。假设与水平方向成 θ 角靠着一根棒使之静止不动。

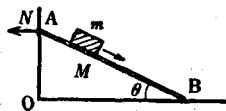
在 α 等于 60° 的情况下, 逐渐改变 θ , 当 θ 变到 30° 时, 棒开始滑动。试求地面与棒之间的静摩擦系数 μ 的值。



350 如图所示, 一块长为 l 、质量为 M 的均匀板与水平面成 θ 角靠在与地面垂直的墙上。

假定 AO 面与板之间无摩擦, 板是靠与 OB 面之间的摩擦支持的。

现在在板的上端放上一个质量



为 m 的小物体，然后放开手。假设板与物体之间的摩擦也可忽略不计，并设重力加速度为 g ，试回答下列问题。

(1) 物体从 A 点滑落到 B 点需要多少时间？

(2) 在 A 点板压墙的力 N 随时间怎样变化？设物体位于 A 点时 $t = 0$ ，试将这个力与时间 t 的关系表示出来。

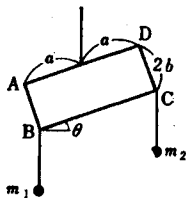
(3) 把在 B 点作用于地面与板之间的力分成竖直方向和水平方向两个分量，试用 m 、 M 、 N 、 g 、 θ 把它们表示出来。

(4) 物体在从 A 点滑落到 B 点的过程中，要使板不动，在 B 点板与地面之间的摩擦力必须足够大。为此，板与地面之间的摩擦系数 μ 必须满足什么条件？取 $M > 2m$ 求解。

【提示】(4) f 达到最大是 N 为最大的时候，即 $t = 0$ 。

板与立体的平衡

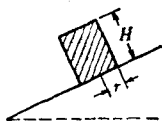
351 设密度均匀、质量为 M 的长方形薄板的顶点为 A、B、C、D。AD、DC 边的长度分别为 $2a$ 、 $2b$ ，在 B、C 两点分别悬挂质量为 m_1 、 m_2 ($m_1 > m_2$) 的重物。在 AD 的中点拴上一根绳，用这根绳的另一端把整个东西吊起来。假设在平衡状态下 BC 与水平面成 θ 角，试求 $\tan \theta$ 。



352 将质量为 M 、高为 H 、截面半径为 r 的直圆柱使其底面与斜面相接触，放在可改变倾斜度的斜面上。

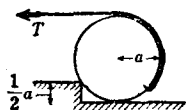
(1) 增大斜面的倾斜度，当与水平面的倾角为 θ 时，圆柱开始下滑。试求这时的静摩擦系数。

(2) 如改变斜面的材料重复上面的实验, 即使增大倾斜度圆柱也不滑倒。这时静摩擦系数最低限度应等于多少?

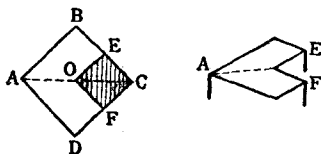


353 如图所示, 在重量为 W 、半径为 a 的圆筒上拴一根绳子, 沿水平方向拉这根绳子, 想把圆筒放到高为 $a/2$ 的台阶上。现在, 慢慢加大拉绳的力,

当圆筒即将离开下面的水平面时 (这时下面的水平面没有支持力), 绳子的张力是多少? 这时台阶顶角作用在圆筒上的弹力 R 的大小和方向如何? 假定在顶角处不发生滑动。



354 按右图从正方形板 $ABCD$ 上剪下一个面积是它的 $1/4$ 的正方形。假定板的厚度均匀, 质量为 1.8 千克, 对角线 AC 长 1.2 米, 试回答下列问题。



(1) 求切下小正方形后剩余部分 $ABEOFDA$ 的重心所在的位置。

(2) 在 A 、 E 、 F 上安装长度相同的腿, 把剩下那块板支成水平。试求这时安在 A 、 E 、 F 上的各腿对板的支持力。

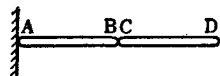
二体系的平衡

355 有两根重为 W 、长为 l 的均匀细棒 AB 和 CD 。用小合页把 A 端连在墙壁上, C 端连在 B 端, 棒可以在各自的竖直平面内转动。现在沿竖直方向施加一个力, 以使两根棒保

持水平。合页的大小和重量可以忽略不计。试回答下列问题。

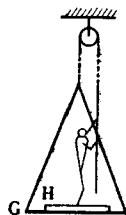
(1) 所加的力的作用点距 A 端多远? 该力的大小等于多少?

(2) 棒的 A 端所受的力大小等于多少? 该力的方向如何?



【提示】作用在连接点 BC 上的力方向相反、大小相等，由其他条件可知，该力是沿竖直方向。然后再考虑 AB、BC 各自的平衡条件。

356 如右图所示，一人站在吊车 G 里的体重计 H 上，用手拉住通过定滑轮的绳子而处于平衡状态。假设人、吊车、体重计的质量分别为 60 千克、20 千克、10 千克，试回答下列问题。假定滑轮的转动摩擦可忽略不计，并设重力加速度为 g [米/秒²]。



(1) 把作用于人体的力用箭头清楚地画在图上。

(2) 体重计的读数是多少?

(3) 绳的张力是多少?

【提示】(2)、(3) 要考虑吊车加体重计的平衡。

(二) 圆周运动与向心力

圆周运动与向心力

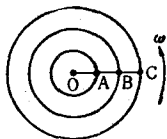
357 质量为 0.10 千克的小物体绕中心点 O 以匀角速度 6.0 弧度/秒沿半径等于 0.70 米的圆周运动。

(1) 物体的速率是多少?

(2) 物体绕圆一周的时间是多少?

(3) 物体用细绳同O点连接起来时, 绳的张力是多少?

358 有A、B、C三个小球, 质量均为 m 。在距长为3*l*、没有伸缩的细线的一端O为*l*、2*l*、3*l*的距离上, 分别拴上A、B、C, 把线拉紧, 使三个小球排成一条直线。当以O为圆心、以角速度 ω 转动时, 图中线OA、AB、BC的张力 T_A 、 T_B 、 T_C 各等于多少?



359 在下文的()里填入文字, 在_____里填上答数。

如图1所示, 有一支成水平、可绕中心转动的大圆板, 上面放一个小圆板。小圆板的质量为 m , 其半径很小, 可以忽略不计, 它和大圆板之间的最大静摩擦系数是 μ 。另外假设重力加速度为 g 。

(a) 现在如图2所示, 把小圆板放在距大圆板中心为*r*的P点, 使大圆板绕其中心O转动, 慢慢增大角速度。开始时, 小圆板无滑动地随大圆板一起运动。这时小圆板在(1)()方向上具有加速度, 假设大圆板的角速度为 ω , 则小圆板加速度的大小等于多少?(2)_____。这个加速度是由在(3)()方向上作用于圆板之间的(4)()力所产生的。这个力的大小是多少?(5)_____。大圆板的角速度进一步增



图 1

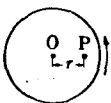


图 2

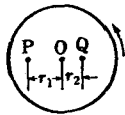


图 3

大,当达到某个值时,小圆板就开始滑动。该值的大小是多少? (6)_____。

(b) 其次,我们考察下述情况:质量与前相同的两个小圆板按图3所示分放在大圆板中心的两侧,距O分别为 r_1 、 r_2 ($r_1 > r_2$) 的P、Q两点,再用不会伸缩的线把它们连接起来。假定线不断,并且不考虑线的质量。使大圆板同(a)的情况一样地转动,慢慢增大它的角速度,则小圆板同样会滑动起来。这时大圆板的角速度是多少? (7)_____。

360 在光滑的水平桌面上,横放着一根自然长度为 l 的轻而细的弹簧,其一端固定,另一端装上质量为 m 的重物,稍稍拉一下重物,使弹簧伸长少许后再放开,重物就做频率为 n 的简谐振动。该弹簧的倔强系数 k 是多少?然后如使上述装置以弹簧的固定端为圆心,使另一端的重物以角速度 ω 在桌面上做匀速圆周运动时,弹簧将伸长多少?

361 阅读下文,写出问题(1)~(3)的答案。

如图1所示,有一水平圆板,具有通过C的竖直转动轴。板上放一质量为 M 的小物体A。A和圆板之间的静摩擦系数为 μ 。用自然长度为 l_0 的弹簧(倔强系数为 k)把A同C连接起来,使圆板静止。

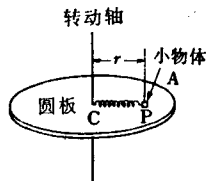


图 1

如把A放在距C为 r 的一点P时,

A就静止于该点。假定弹簧的质量以及弹簧与圆板间的摩擦系数都可忽略不计,并设重力加速度为 g 。

(1) 求能使物体A静止在圆板上的 r 的最大值 r_m 。

然后把物体A放在 $r = r_0$ ($r_m > r_0 > l_0$) 处,使圆板由静止状态开始转动,慢慢增大转速,当角速度 ω 达到 ω_m 时,

A 在圆板上开始滑动。

(2) 求 ω_m 的值。又, 当摩擦力为 0 时的 ω 值, 即 ω_0 等于多少?

图 2 (a)~(h) 表示 ω 在从 0 变化到 ω_m 之前, A 受圆板的摩擦力 f 随 ω 增加而变化的情形。这里, 摩擦力是以 $\vec{CP}$ 的方向为正常表示的。

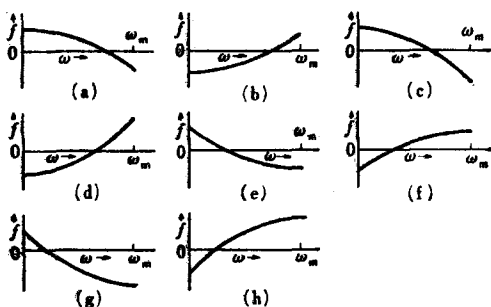


图 2

(3) 选出恰当的图, 标出该图的图号。

【提示】(3) $\omega = \omega_m$ 时摩擦力最大。所以选图时要注意, $\omega = \omega_m$ 时的 $|f|$ 应比 $\omega = 0$ 时的 $|f|$ 大。

圆锥摆

362 在题中的 _____ 里填上你认为恰当的式子或字句。

长为 l 的轻质线的一头拴着质量为 m 的小锤, 线与竖直方向之间保持一定的角度 θ , 小锤在一水平面内做匀速圆周运动。假设该圆的半径为 r , 小锤的速率为 v , 则小锤的加速度指向(1) _____, 其大小 a 等于(2) _____。设圆

