

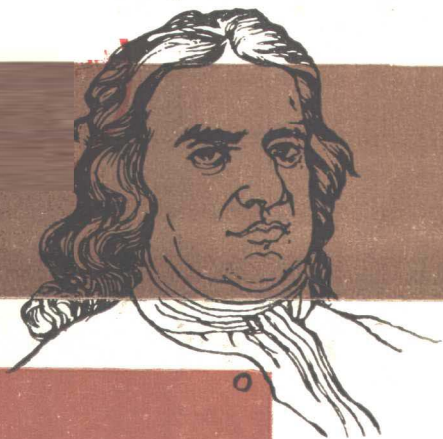
大学物理自学丛书

郭士堃主编

力学题解

缪钟英 青春炳 编著

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}\left(1 + \frac{\theta_0^2}{16}\right)}$$



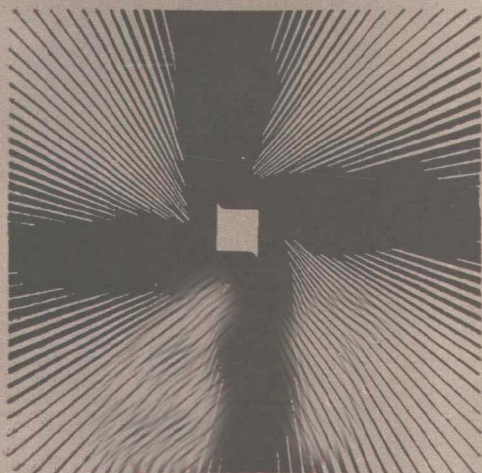
四川教育出版社

03-44

5

大学物理自学丛书

力学题解



四川人民出版社

一九八七年·成都

061028

责任编辑：陈卫平
封面设计：何一兵
版面设计：王 凌

大学物理自学丛书 力学题解

四川教育出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

三台县印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张 11.75 字数 250 千

1987年4月第1版

1987年4月第1次印刷

印数： 1—3,100 册

书号：7344·594

定价： 2.41 元

致 读 者

《力学题解》是配合大学物理自学丛书《力学》分册而编写的，目的在于帮助读者理解和掌握力学的基本概念和基本规律，提高分析问题和解决问题的能力。

本书编入思考题150个、习题300个，并全部给出解答，供读者参考。所编入的题目紧密配合《力学》分册的基本内容，具有一定的代表性。其深度和广度安排适当，便于自学，亦适于大学物理类专业学生学习力学课时参考。对于题解，力求做到分析和推理正确、合理，步骤和文字明了、简炼。习题均标明所配合的章节，以便读者选做。为了适应不同要求的读者的需要，编入少量综合性较强、难度较大的题目，并标以“*”号。读者在完成一般练习以后，可根据情况选作或参阅这些题目的解答。

缪钟英 青春炳

一九八五年

序 言

《大学物理自学丛书》是根据全国自学考试普通物理教学大纲编写的，可作为参加高等教育普通物理自学考试的广大青年的学习参考书。它有无师自通的特点，有的分册曾作为川大的夜大学讲义使用过。

本丛书共八册，依次为：《力学》、《热学与分子物理（包括题解）》、《电磁学》、《光学（包括题解）》、《原子物理（包括题解）》、《微积分基础（包括题及答案）》、《力学题解》、《电磁学题解》。凡具备高中文化程度的青年，只要认真阅读本丛书，并完成一定数量的作业，就能达到理科物理专业对普通物理的基本要求，获得通过普通物理单科考试的能力。

担任编写工作的同志，都是在川大主讲有关课程多年、富有教学经验的教师。

本丛书有以下几个特点：

第一，内容简练。本丛书突出基本概念、基本理论、基本技能，以学以致用为原则。其行文简明准确，深入浅出，从中学物理起步，将大学普通物理的主要部分讲得详细透彻，并注意介绍最新成就。凡属可讲可不讲的内容，一般不选入。

1185/4 10

1

第二，自带工具。物理分册的思考题、习题都有解答，所需要的数学知识，都在《微积分基础》一书中讲到，读者无需它求。《微积分基础》例题多、实用性强，可收事半功倍的效果。因其是按数学系统编写的，先后次序不可能与物理的需要一致，故读者应根据各人的具体情况进行阅读。

第三，例题精解。为了培养读者的解题能力，本丛书所选例题较多，对求解某些典型问题的方法和步骤，作了原则性的概括，以便使读者有法可循。

第四，便于自学。本丛书全部采用国际单位制(SI制)。每分册中附有常用单位的国际符号与中文符号对照表，以便检索。在结构上，每章均按前言、正文、小结、思考题安排。前言中扼要指出学习该章的目的和要求，便于自学后进行总结和检查。

尽管编写组的同志在主观上作了很大努力，但限于业务水平和时间关系，缺点和错误在所难免，恳切欢迎读者批评指正，以便得到改进。

郭士堃

一九八五年于四川大学物理系

大学物理自学丛书

力学

热学与分子物理

电磁学

光学

原子物理

微积分基础

力学题解

电磁学题解

目 录

思考题.....	1—26
第一章 质点运动学.....	1
第二章 牛顿运动定律.....	4
第三章 功和能.....	8
第四章 动量 动量守恒.....	11
第五章 万有引力.....	14
第六章 刚体力学.....	16
第七章 固体的弹性和流体力学.....	19
第八章 机械振动.....	21
第九章 机械波.....	24
习题.....	27—91
第一章 质点运动学.....	27
第二章 牛顿运动定律.....	34
第三章 功和能.....	42
第四章 动量 动量守恒.....	50
第五章 万有引力.....	62
第六章 刚体力学.....	64
第七章 固体的弹性和流体力学.....	74
第八章 机械振动.....	79

第九章	机械波	86
思考题解		92—142
第一章	质点运动学	92
第二章	牛顿运动定律	97
第三章	功和能	105
第四章	动量 动量守恒	111
第五章	万有引力	118
第六章	刚体力学	122
第七章	固体的弹性和流体力学	129
第八章	机械振动	133
第九章	机械波	138
习题解		143—366
第一章	质点运动学	143
第二章	牛顿运动定律	170
第三章	功和能	197
第四章	动量 动量守恒	218
第五章	万有引力	257
第六章	刚体力学	267
第七章	固体的弹性和流体力学	298
第八章	机械振动	314
第九章	机械波	347

思 考 题

第一章 质点运动学

1-1 什么叫做参照系？房屋和行驶着的汽车可否组成一个参照系？你能否举例说明同一物体对于不同的参照系有不同的运动。

1-2 通常说的平均速率是单位时间所通过的路程，它与本章中定义的平均速度有何区别？

1-3 位矢的方向不变而只改变长度时，质点作什么运动？位矢的长度不变而方向改变时，质点作什么运动？当质点作直线运动时，其位矢的方向是否一定不变？

1-4 “瞬时速度就是很短时间内的平均速度。”这句话正确吗？

1-5 速度和加速度的区别和联系是什么？请回答以下问题：（1）速度为零时，加速度是否一定为零？（2）直线运动中当加速度数值减小时，速度是否一定减小；当加速度数值增大时，速度是否一定增大？（3）加速度的方向恒定不变时，质点是否一定作直线运动？请说明在什么情况下作直线运动，在什么情况下作曲线运动。

1-6 $\vec{r} = |\vec{r}|$ 表示位矢的长度。有人认为质点的速率 $v = \left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right| = \frac{dr}{dt} = \frac{d}{dt} \sqrt{x^2 + y^2}$ 。你认为这样计算速率正确

吗？如错，错在何处？

1-7 切向加速度和法向加速度的物理意义是什么？请回答：

(1) 法向加速度恒等于零时，运动轨道是什么？

(2) a_τ 恒等于零时，质点作什么运动？

(3) $a_\tau = 0$ ，且 $a_n = \text{常数}$ 时，质点作什么运动？

(4) 能否说只要加速度矢量总是沿轨道法线方向，质点就一定作匀速率圆周运动？

1-8 A 、 B 两点是抛体轨道上的两点， C 点为抛物线顶点。试用矢量符号在图 1 上表示质点在这三点的加速度、切向加速度和法向加速度。

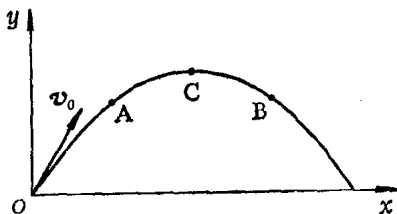


图 1

1-9 螺旋线从里到外曲率半径逐渐增加。现有一质点沿着螺旋线以恒定速率向外运动，试定性地描述其加速度及其变化。

1-10 A 、 B 二质点以相同的角速度 $\omega = 1$ 弧度/秒作圆周运动，它们的半径不同， $r_A = 2r_B$ 。问它们的速度矢量方向变化的快慢是否相同？速度方向每秒改变多大角度？它们的法向加速度是否相等？

1-11 有二人争论，甲说：“根据 $a_n = \frac{v^2}{r}$ ，所以圆周运动的法向加速度与半径成反比。”乙说：“不对，根据

$a = r\omega^2$ ，故圆周运动的法向加速度应与半径成正比。”应该怎样解决他们之间的争论？

1-12 将速度矢量 $\vec{v}$ 分解为二分速度。如果要求其中的一分速度矢量 $\vec{v}_1$ 的方向与 $\vec{v}$ 的方向之间的夹角为定角 θ

($< \frac{\pi}{2}$)，并且又给定了另一分速度矢量的大小 v_2 。问是否随意给定 v_2 的值，分解都是可能的和唯一的？

1-13 划船过河，设划速大小不变，水流速度平行于河岸，大小也不变。问沿什么方向划，可以用最短的时间划到对岸？

1-14 一人作打靶游戏，用汽枪瞄准了树上的苹果，当他击发汽枪时，苹果正好脱离树枝自由落下。问枪弹能击中苹果吗？为什么？（不计空气阻力）

第二章 牛顿运动定律

2-1 有人说：“惯性是当无外力作用时，物体要保持它的运动状态不变的性质。”这种说法对吗？

2-2 分析判断下面几种表述的正误

(1) 质点受到的合力越大，则其速度亦越大，反之亦然。

(2) 不管质点所受的合力如何，只要该合力与质点的速度垂直，则质点一定作匀速率圆周运动。

(3) 起重机起升重物，开始启动时，重物加速上升，绳的拉力大于物体的重力， $T > W$ ；然后重物匀速上升， T 仍比 W 大一点； $T = W$ ，重物开始减速直至静止。

2-3 用一条细绳将一重物吊在电梯的天花板上，问下述哪一种情况可使绳的张力为最大或为最小？(1) 电梯静止；(2) 电梯匀速上升；(3) 电梯减速下降；(4) 电梯加速下降。

2-4 拔河比赛，甲队胜乙队。有人说这是由于甲队拉乙队的力比乙队拉甲队的拉力大。这种说法正确吗？

2-5 马拉车时，马和车相互作用的力等大反向，为什么车能被马拉动？

2-6 以下的几对力是否构成作用力和反作用力。

(1) 物体的重力与支承面对物体的支持力；(2) 物体的重力与物体对支承面的压力；(3) 物体对支承面的压力和支承面对物体的支持力；(4) 物体的重力与物体对地球的引力。

2-7 虎钳夹住物体，请指出物体受到那些力，并指出它们的反作用力。

2-8 铅球放在松软的土上，开始时铅球下陷，下陷一定深度后停止。有人解释说：“开始时铅球对松土的作用力大于松土施加的反作用力，故铅球下陷，最后作用力与反作用力相等时，铅球静止。”这种说法对吗？

2-9 一质点作曲线运动，图2中画出质点的速度、加速度矢量和质点受的合力矢量。此图画得正确吗？如不正确，请改正。

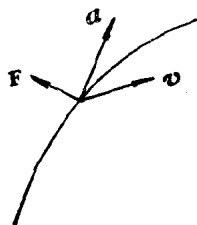


图 2

2-10 物体作斜抛运动， A 、 B 为轨道上的两点。图3中画出物体在这两点的加速度和受的力矢量。此图正确吗？如果不正确，请改正。（不计空气阻力）

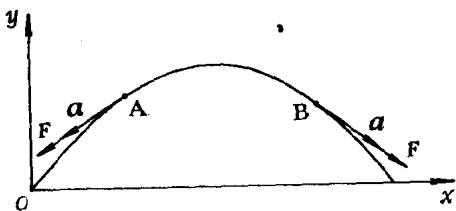


图 3

2-11 如图4所示。质量为 m 的物体 A 放在三角槽

上。有人说因为三角槽的两个槽面的倾角都是 α ，故 A 物对两个槽面的压力都等于物体重力的一半沿斜面的分力，即等于 $\frac{1}{2}mg\cos\alpha$ 。对

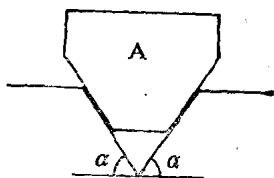


图 4

吗？如果不对，正确的答案是什么？

2-12 判断以下两段话是否确切。一物体静止于固定斜面上。

(1) 可将物体所受的重力分解为沿斜面的下滑力和作用于斜面的正压力。

(2) 因为物体静止，故下滑力 $mg\sin\alpha$ 与静摩擦力 $\mu_s N$ 相等。（ α 为斜面倾角， N 为作用于斜面的正压力， μ_s 为静摩擦系数。）

2-13 在分析物体受力，作受力图时，对于绳作用于物体的拉力和其它物体通过接触面作用在物体上的压力，能够确定的是什么？尚不能确定的是什么？

2-14 物体所受的静摩擦力的方向与物体相对滑动的趋势的方向相反。如果因物体受力复杂而不能预先判明滑动的趋势，这时应如何处理静摩擦力的方向问题？

2-15 如图 5 所示， A 叠放在平板 B 上， B 放在粗糙的水平地面上。设各接触面的静摩擦系数都等于 μ_s 。

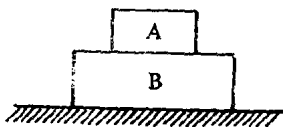


图 5

(1) 当作用在 B 上的水平外力小于 B 与地面间的最大静摩擦力时， A 和 B 之间有静摩擦力作用吗？

(2) 当 B 沿地面作匀速直线运动时, A 与 B 之间有静摩擦力作用吗?

(3) 当运动的平板 B 受阻力作用而作减速运动(加速度大小为 a)时, A 仍保持相对静止在 B 上。这时 A 受到什么方向的静摩擦力, 大小等于多少?

(4) 当 B 的加速度 a 的数值超过多少时, A 将在 B 上滑动。

2-16 将质量可忽略的轻绳一端固定在升降机的天花板上, 另一端悬吊质量为 m 的重物。升降机以加速度 a 向上运动。试分析(1)物体所受的力;(2)物体和天花板对绳施加的力;(3)绳上任一点分开的两段绳相互作用的力。比较以上各力的大小。如果绳的质量 Δm 不能忽略时, 情况又是怎样?

2-17 将一轻绳绕过一个固定在高处的定滑轮, 站在地上的体重相同的二人分别抓住绳的各一端, 甲用力爬绳, 乙则只握紧绳而不爬。如果不计定滑轮的摩擦, 问谁先到达定滑轮处?

2-18 两弹簧完全相同, 倔强系数为 k 。若把它们串联起来或并联起来后, 倔强系数变为多大?

2-19 对于质点的圆周运动, 有以下二种说法:

(1) 质点所受的指向圆心的力即向心力,

(2) $\frac{mv^2}{r}$ 即为向心力。

这二种说法是否确切?

2-20 用卡车运送变压器, 变压器四周用绳索固定在车厢内。当卡车紧急刹车时, 发现后面拉紧的绳索断了。分别以地面和汽车为参照系, 解释绳索拉断的原因。

第三章 功 和 能

3-1 一个物体沿粗糙的斜面匀速下滑，问作用于物体的各个力中，哪个力做正功，哪个力做负功，哪个力不做功？作用于物体的合力做了多少功？

3-2 木块在地面上滑动了 s 长的一段路程。有人说：“木块施加在地面上的滑动摩擦力 f 在运动中对地面做了功，其值为 fs 。”这种说法对吗？

3-3 作用在一个物体上的滑动摩擦力可以做正功吗？试举例说明。如果说作用在一物体上的滑动摩擦力可以做正功，这与相互作用的一对滑动摩擦力的总功恒为负值有无矛盾？

3-4 物体只在一个力作用下沿直线运动。图 6 表示物体的速度随时间的变化情况。试说明在 $0 \rightarrow t_1$ ； $t_1 \rightarrow t_2$ ； $t_2 \rightarrow t_3$ ； $t_3 \rightarrow t_4$ 各时间间隔内，该力所做功的正负。（在各段时间间隔内，力的方向和大小可以是不同的。）

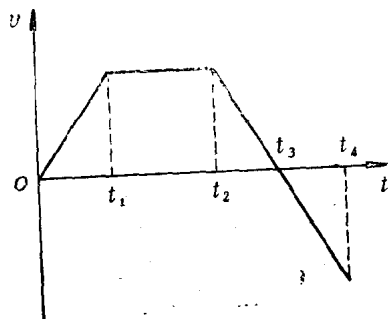


图 6