



考研专业课全国名校真题题库

力学

■ 金圣才 / 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



考研专业课全国名校真题题库

力学

■ 金圣才 / 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

内 容 提 要

考研专业课全国名校真题题库系列包括 12 个分册: (1) 数据结构与操作系统、离散数学; (2) 计算机基础、系统结构与数据库; (3) 微机原理及应用; (4) 信号与系统、通信原理; (5) 电路与电子技术; (6) 机械原理与机械设计; (7) 自动控制与控制工程; (8) 无机化学、有机化学与分析化学; (9) 物理化学、生物化学与化工原理; (10) 数学分析与高等代数; (11) 普通物理、固体物理与材料科学基础; (12) 力学。每个分册一般按照各个学校各个专业进行分类和编排。题库系列收集到的考研真题的题量非常大, 一共包括 60 多所名校相关专业历年考研试题 2100 多套, 几乎囊括了全国所有名校各个热门专业的最新考研试题。本书收集和整理了北京大学、清华大学等众多高校理论力学、结构力学等专业课考研试题共 180 余套, 部分试题有参考答案。

本书特别适用于在硕士研究生入学考试中参加理工类科目考试的考生, 也适用于各大院校学习理工类高级课程的师生参考, 对于参加高级职称考试及其他相关专业人员来说, 本书也是一本能够很好地学习和了解理工类高级课程的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

力学/金圣才主编. —北京: 中国石化出版社, 2006
(考研专业课全国名校真题题库)
ISBN 7-80164-993-1

I. 力… II. 金… III. 力学-研究生-入学考试
- 试题 IV. 03-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 019857 号

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

金圣才文化发展(北京)有限公司排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 33.25 印张 796 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

定价: 56.80 元

(购买时请认明封面防伪标识)

《考研专业课全国名校真题题库》

编委会

主编：金圣才

编委：孙艳

许新从

连小刚

张文和

苏剑平

万小峰

刘中秋

李天堂

潘世溢

孙汉中

程发慧

胡向木

李宾

吴利平

余应发

李发良

成上梅

张文杰

舒五玲

李奋发

李向龙

周益林

徐少芳

严写水

序 言

对任何一位准备考研的同学来说,历年考研真题的重要性是显而易见的。通过研究历年考研真题可以了解各个专业试题的出题风格和考查程度,既便于考生结合个人的专业水平和爱好选择报考最合适的学校和专业,又可更好地把握专业课的复习方向和重点。但大量收集全国名校的考研真题也是比较困难的,因此,收集和整理全国名校考研热门专业课真题题库就显得非常有价值。这也正是我们编辑出版题库系列的目的所在。

考研专业课全国名校真题题库系列共12个分册:(1)数据结构与操作系统、离散数学;(2)计算机基础、系统结构与数据库;(3)微机原理及应用;(4)信号与系统、通信原理;(5)电路与电子技术;(6)机械原理与机械设计;(7)自动控制与控制工程;(8)无机化学、有机化学与分析化学;(9)物理化学、生物化学与化工原理;(10)数学分析与高等代数;(11)普通物理、固体物理与材料科学基础;(12)力学。

需要特别说明的是:

(1)题库系列收集到的考研真题的题量非常大,每册大体上按照各个学校各个专业进行分类和编排,一共包括60多所名校相关专业历年考研试题2100多套,几乎囊括了全国所有名校各个热门专业的最新考研试题。

(2)收集和整理各个高校历年考研专业课试题的工作非常艰苦,我们尽力从各个途径进行收集。在此,我们要感谢全国各高校的众多同学和老师,他们提供了大量宝贵的内部资料和试题,每一真题都是一份优秀的考卷。因此,我们特别对各份考题的出题老师表示深深的感谢。

(3)由于题库系列主要收集的是全国名校理工类热门专业的考研真题,题目难度较大,我们一般没有提供参考答案(除了部分试题外)。因此,我们即将出版热门专业典型题详解系列,读者可以与之配套进行复习。

圣才考研网开设了专业的论坛及专栏,还提供各大院校最新考研考博真题,如有建议或需要其他资料,请登录网站:

圣才考研网 www.100exam.com

圣才图书网 www.1000book.com

金圣才

目 录

北京大学

固体力学综合 2003 - 2005	(1)
流体力学综合 2003 - 2005	(5)
工程力学综合 2004 - 2005	(9)
一般力学综合 2004 - 2005	(12)
工程力学综合一般力学综合 2003	(14)
综合考试(一)(含高数、常微分、理论力学)2003 - 2005	(16)

清华大学

结构力学 1997 - 1999、2001、2003	(19)
电动力学 2000 - 2002	(29)
电动力学与电子电路 2003	(33)
应用力学 1995、1997 - 2002	(36)
结构力学(含结构动力学基础、土力学基础)2003 - 2005	(47)
水力学(含河流动力学基础)2003 - 2005	(54)

北京科技大学

理论力学 A 2005	(66)
理论力学 B 2004 - 2005	(68)
流体力学 2004 - 2005	(71)
结构力学 2004	(76)
材料力学 C 2004 - 2005	(79)
材料力学 D 2004 - 2005	(83)
材料力学 B 2005	(87)

北京化工大学

材料力学 2001 - 2003、2005	(89)
-----------------------------	--------

北京航空航天大学

材料力学 2001 - 2005	(97)
理论力学 2000 - 2005	(108)

北京理工大学

理论力学 2003 - 2005	(122)
量子力学 2005	(125)
材料力学 2003 - 2005	(126)

北京交通大学

材料力学 2003 - 2005	(130)
理论力学 2001 - 2005	(134)
流体力学 2002 - 2005	(141)
土力学 2000 - 2005	(146)
土力学 2005	(157)
结构力学 2002 - 2005	(158)

结构力学 2005	(162)
北京邮电大学	
理论力学 2002 - 2005	(164)
北京工业大学	
理论力学 I 2005	(169)
结构力学 2003, 2005	(170)
量子力学 I 2001 - 2005 (2005 科目名称: 量子力学)	(173)
北京石油大学	
材料力学 2003 - 2004	(177)
理论力学 2004	(181)
上海交通大学	
材料力学性能 2002	(183)
材料热力学 2002	(184)
材料力学 2002 - 2003、2005	(185)
结构力学(II)2004	(191)
结构力学 2002	(192)
结构力学(含材料力学)2002	(193)
理论力学 2002、2005	(194)
流体力学 2002、2005	(197)
量子力学 2002	(200)
复旦大学	
量子力学 2000 - 2004	(201)
华东理工大学	
材料力学 2001 - 2005	(204)
量子力学 2003 - 2005	(213)
上海理工大学	
材料力学 2004 - 2005	(216)
量子力学 2004 - 2005	(220)
南开大学	
理论力学 2003 - 2004	(222)
量子力学 2005	(223)
浙江大学	
结构力学 2003 - 2005	(224)
材料力学(乙)2005	(232)
南京大学	
理论力学 2004	(233)
量子力学 2001 - 2004	(234)
东南大学	
材料力学 2004 - 2005	(238)
结构力学 2005	(240)
南京航空航天大学	
材料力学 2001 - 2005	(241)
理论力学 2001 - 2005	(250)

量子力学 2001 - 2002、2004	(264)
结构力学 2001	(268)
结构力学 A 2002	(270)
流体力学 2001	(271)
厦门大学	
量子力学与热力学统计物理 2003 - 2005	(272)
量子力学与固体物理 2003 - 2004	(276)
武汉大学	
结构力学 2005	(279)
岩石力学 2005	(280)
量子力学 2003 - 2005	(280)
材料力学 2003 - 2005	(284)
武汉邮电科学研究院	
量子力学 2003 - 2005	(291)
华中科技大学(原华中理工大学)	
材料力学(船舶与海洋、结构物设计制造)2004	(295)
材料力学(岩土工程、道路与铁道工程专业)2004	(297)
材料力学—(固体力学等专业)2004	(298)
材料力学— 2005	(299)
材料力学 2005	(300)
四川大学	
材料力学 2003 - 2004	(301)
结构力学 2003 - 2004	(307)
重庆大学	
材料力学 I 2003 - 2005	(309)
材料力学与结构力学 2005	(315)
理论力学 2002 - 2005	(320)
理论力学与材料力学 2003 - 2005(2003 有 2 种)	(325)
成都电子科技大学	
理论力学 2003 - 2005(均有答案)	(338)
大连理工大学	
理论力学 2001, 2003 - 2005	(358)
流体力学基础 2002 - 2005	(365)
流体力学 2001 - 2005	(371)
流体力学(土)2004 - 2005	(378)
材料力学(土)2003 - 2005	(380)
材料力学 2001、2003 - 2005	(385)
结构力学 2001、2003 - 2005	(396)
工程流体力学 2001、2004 - 2005	(406)
东北大学	
理论力学 I 2001 - 2004	(410)
流体力学 2001 - 2004(B)	(425)
材料力学 I 2002 - 2003A - 2004B	(430)

结构力学 2000、2004	(435)
西安交通大学	
材料力学 2004 - 2005	(438)
理论力学 2003 - 2005	(443)
结构力学 2004 - 2005	(450)
西安电子科技大学	
机械原理与材料力学 2003	(456)
理论力学 2004 - 2005	(459)
西北工业大学	
结构力学(土建)2003 - 2004	(468)
材料力学 2003 - 2004	(470)
中科院、中国科学技术大学及各院所	
流体力学 2003 - 2005(中国科学技术大学)	(476)
理论力学 B 2004 - 2005(中国科学技术大学)	(480)
气体动力学 2004 - 2005 (2004 有答案)(中国科学技术大学)	(481)
材料力学 2005(中国科学技术大学)	(483)
工程热力学 2005(中国科学技术大学)	(485)
电动力学 B 2005(中国科学技术大学)	(486)
电动力学 A 2003 - 2005(均有答案)(中国科学技术大学)	(487)
量子力学 2001、2003 - 2005(2004 - 2005 有答案)(中国科学技术大学)	(499)
材料力学 B 2001(有答案)(中国科学技术大学)	(507)
材料力学 2003 - 2004(均有答案)(中国科学技术大学)	(509)
理论力学 A 2005(中国科学技术大学)	(517)
材料力学 2004(有答案)(等离子体物理研究所)	(519)
工程热力学 2004(力学研究所)	(521)

北京大学

2003 年硕士研究生入学考试试题

考试科目：固体力学综合

考试时间：2003. 1. 19 下午

招生专业：固体力学

1. (20 分) (图 1 所示) 一根质量为 m , 长为 l 的均直杆放在水平桌面的边沿 A 处, 直杆水平且与桌面边沿垂直, 直杆三分之二伸出桌面外, 然后由静止释放。桌面边沿 A 与直杆间的摩擦系数为 μ 。运动过程中直杆与水平面的夹角用 θ 表示。

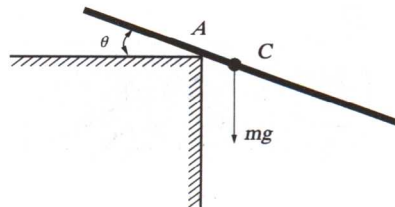


图 1

- (1) 求释放后, 角 θ 所满足的微分方程;
- (2) 直杆质心的加速度和直杆的角加速度;
- (3) 桌面的边沿 A 对直杆的正压力与摩擦力;
- (4) θ 为多少时, 直杆相对桌面发生滑动?

2. (15 分) 一质点在北纬度为 λ 的光滑水平面上运动, 已知 $t = 0$ 时, $x_0 = -a$, $y_0 = 0$, $\dot{x}_0 = 0$, $\dot{y}_0 = 2a\Omega \sin \lambda$ 。其中 Ω 为地球的自转角速度, 坐标系为东北天坐标系, 求:

- (1) 质点相对地球的运动方程。
- (2) 质点的运动轨迹。

3. (15 分) (如图 2 所示) 均质杆 AB 长为 l , 质量 $m_1 = 3m$, A 端用铰链固定, B 端系一水平弹簧, 弹簧的刚度 k , 在 AB 的中点系一不可伸长的细绳, 此绳绕过质量为 $m_2 = 2m$, 半径为 r 的均质圆轮, 绳的另一端悬挂质量为 $m_3 = m$ 的重物 G 。在图示位置系统处于平衡状态, 取 y 为系统的广义坐标, 设系统在平衡位置附近做微幅振动。求:

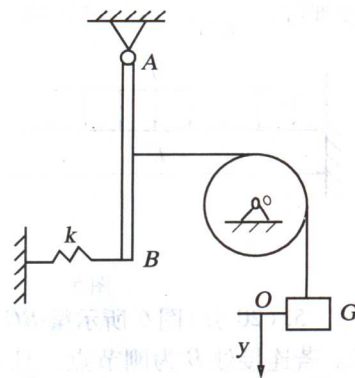


图 2

- (1) 系统的动能(用系统的广义坐标表示);
- (2) 系统的势能(用系统的广义坐标表示);
- (3) 系统的运动微分方程(用系统的广义坐标表示);
- (4) 重物在平衡位置附近振动的圆频率。

固体力学专业用(材料力学 80 分)

1. (15 分) (如图 3 所示) 一刚杆 AB 被两根除了长度以外完全相同的绳索 CE 和 DB 支承。一力 P 作用在杆上一点 F 。若 $L/h = 2\sqrt{3}$, 求在力 P 的作用下绳索 DB 中的拉力 T 。

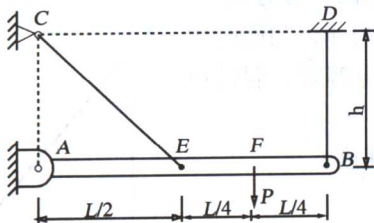


图 3

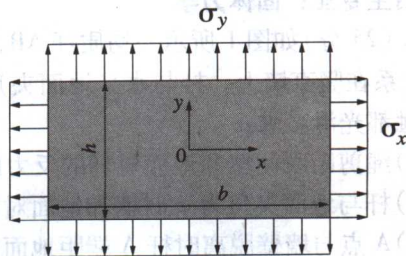


图 4

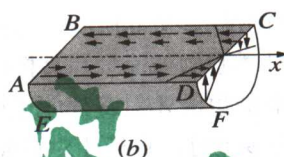
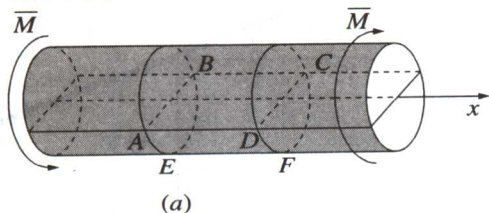
2. (15 分) 如图 4 所示一厚为 t , 宽为 b , 高为 h 的长方体平板, 受正应力 $\sigma_x = 90\text{MPa}$ 和

$\sigma_y = -20\text{MPa}$ 作用,如图4所示。已知材料的弹性模量 $E = 200\text{GPa}$,泊松比 $\nu = 0.3$ 。

1) 计算面内最大剪应变 $\gamma_{\max}$;

2) 如果已知: $t = 20\text{mm}$, $b = 800\text{mm}$, $h = 400\text{mm}$, 试计算厚度的改变 Δt 和体积的改变 ΔV 。

3. (15分) 在下图所示两端受扭圆杆上,用三个截面 ABE 、 CDE 和 $ABCD$ 截出杆的一部分,根据剪应力互等定理可知截面上剪应力的分布如图(b)所示,试问在 $ABCD$ 面上的剪应力所构成的合力偶与什么力系相平衡? 设圆杆的半径为 R , AD 长度为 a , 外力偶为 $\bar{M}$, 求这个合力偶的大小。



4. (15分) 一受均布载荷作用的悬臂梁如图5所示。已知 $q = 10\text{kN/m}$, $L = 3\text{m}$ 。如许可挠度 $[f] = \frac{L}{250}$, $[\sigma] = 120\text{MPa}$, $E = 200\text{GPa}$, $h = 2b$, 试选定矩形截面的尺寸。

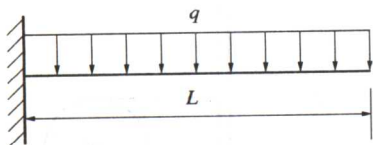


图5

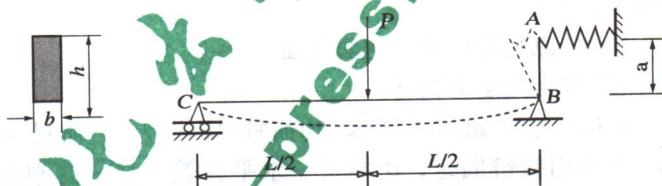


图6

5. (20分) 图6所示梁 BC 的右端通过竖杆 AB 与弹簧相联, 弹簧的刚度为 k 。若连接处 B 为刚节点, 且 AB 杆可视为刚性杆, 又梁的弹性模量 E 、截面惯性矩 I 为已知, 试求出梁的 B 截面上的弯矩。

* 求解下述的弹性力学平面问题(20分): 顶角为 2α 楔的两边上作用有均布外力 q , 试求楔内的应力场(参见图7)。

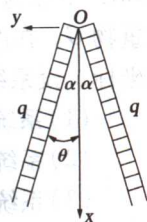


图7

北京大学

2004年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 固体力学综合

考试时间: 2004年1月11日

招生专业: 固体力学

研究方向: 各方向

1. (25分) 如图1所示一均质杆 AB , 长为 l , 质量为 m , 初始时用绳 CD 系在竖直墙上, 杆与水平地面夹角为 φ_0 。现把绳剪断。假设所有接触都光滑。求:

- 1) 绳剪断瞬间墙和地面对杆的反力以及杆的角加速度;
- 2) 杆与地面夹角为 φ 时墙和地面对杆的反力;
- 3) A 点与墙壁脱离时杆 A 端距地面的高度;
- 4) 杆落地前一瞬间的角速度、角加速度以及 B 端的速度。

2. (25分) 如图2所示离心调速器, 由质量为 M_1 套筒 C ; 两质量

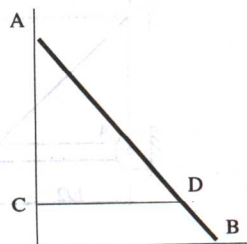


图1

同为 M_2 的小球 A 和 B，以及四个质量为 m ，长度为 l 的匀质杆光滑铰接而成，其中 O 点固定。设调速器的角速度 ω 为常数。求所有相对平衡状态，并讨论其稳定性。

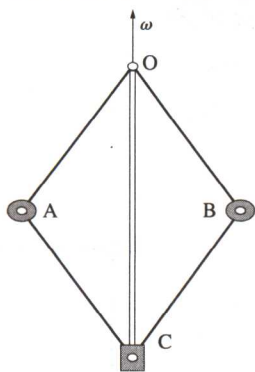


图 2

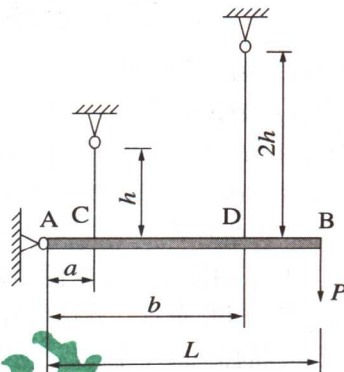


图 3

3. (30 分) 具圆孔的无限大板，在无限远处受单向拉伸，试求应力集中系数。

4. (15 分) 有一长度为 L 的水平刚性杆 AB，在距铰接点 A 分别为 a 、 b 的 C 点和 D 点分别用两根铅垂绳索悬挂，如图 3 所示。绳索是由同一材料制作且具有相同的横截面积，但 D 点的绳索比 C 点的长一倍。已知，绳索的弹性模量为 E ，横截面积为 A ，在 C 点的绳索长为 h ，作用在 B 端的载荷为 P 。

a) 试求绳索中的拉力 N_C 和 N_D 。

b) 试算出 B 点的竖直位移 δ_B 。

5. (20 分) 一铸铁圆杆如图 4 所示。已知 $d = 10\text{mm}$ ， $\bar{M} = \frac{1}{10}Pd$ 。

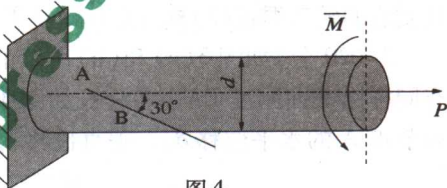


图 4

a) 若已知材料的许用应力为 $[\sigma] = 30\text{MPa}$ ，试求许用载荷 $[P]$ 。

b) 若已知载荷 $P = 2\text{kN}$ ， $E = 100\text{GPa}$ ， $\nu = 0.25$ ，试求圆柱表面上 AB 线段的正应变，并根据第 II 强度理论进行强度校核。

6. (35 分) 一外伸梁 ABC 在 A 点和 B 点有简支支承，BC 段悬出，悬出部分的长度为 L (如图 5, 6 所示)。已知在梁的整个长度上作用有均布载荷 q ，梁全长为 $3L$ 。

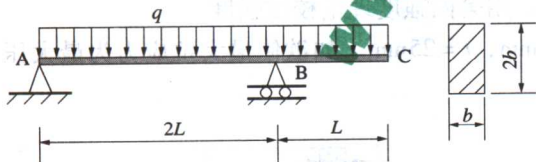


图 5

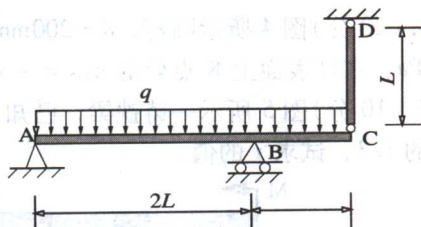


图 6

a) 试画出该外伸梁的剪力图和弯矩图。

b) 若梁的截面为一矩形，其长为宽 b 的两倍。已知梁的许用应力为 $[\sigma]$ ，试确定所需截面宽度 b 。

c) 在上述载荷和截面条件下，已知材料的弹性模量为 E ，试计算该外伸梁 C 点的挠度。

d) 若为了提高梁的强度和刚度，将 C 端与同材料的直杆 CD 相连。直杆 CD 的横截面为边长为 b 的正方形，试计算 CD 杆中的内力 N 。

北京大学

2005 年硕士研究生入学考试试题

考试科目：固体力学综合

考试时间：2005 年 1 月

招生专业：固体力学

研究方向：各方向

1. (25 分) (如图 1 所示) 竖直平面内两均质细杆 AB 和 BC 光滑铰接。两杆长度分别为 L 和 l ，质量分别为 M 和 m 。初始时 A 点与光滑地面垂直接触，AB 与 BC 垂直，C 点用质量可忽略的柔软细绳 CD 系在水平面上，CD 与 BC 垂直。假设所有接触都光滑。

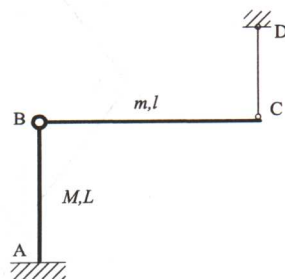


图 1

- 1) 求 CD 绳的张力，地面 A 处反力和 B 点约束力
- 2) 现把绳剪断，求绳剪断瞬间 AB 杆和 BC 杆的角加速度，以及地面 A 处反力和 B 点约束力

2. (25 分) (如图 2 所示) 竖直平面内匀质椭圆形实心柱体，其母线垂直于纸面，质量为 m ，其半长轴和半短轴分别为 a 和 b ，放在绝对粗糙地面上。求 (1) 椭圆形柱体绕其质心的转动惯量 (2) 椭圆形柱体受干扰后微小晃动周期

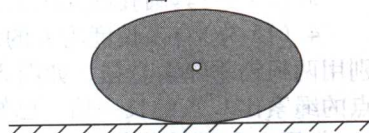


图 2

3. (20 分) 如图 3(a) 和 (b) 所示的简单桁架，各杆件具有同样的截面刚度 EA ，各杆长如图所示。已知水平载荷 P 作用在节点 A 上，试求各杆内力和节点 A 的水平位移 δ_H 、垂直位移 δ_V 。

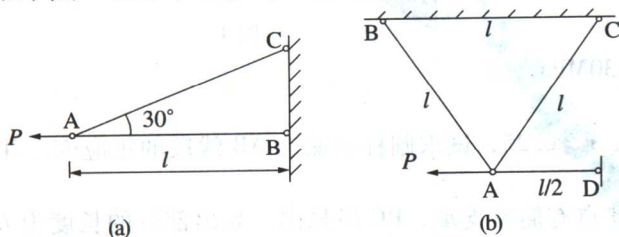


图 3

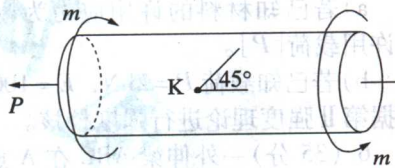


图 4

4. (20 分) 图 4 所示圆杆， $d = 200\text{mm}$ ， $P = 200\pi\text{kN}$ ， $E = 200 \times 10^3\text{MPa}$ ， $\nu = 0.3$ ， $[\sigma] = 170\text{MPa}$ ，在杆表面上 K 点处的 $\varepsilon_{45^\circ} = -3 \times 10^{-4}$ 。用第四强度理论校核强度。

5. (10 分) 图 5 所示一铸铁梁，已知 $h = 100\text{mm}$ ， $t = 25\text{mm}$ 。如欲使最大拉应力为最大压应力的 $1/3$ ，试求 x 的值。

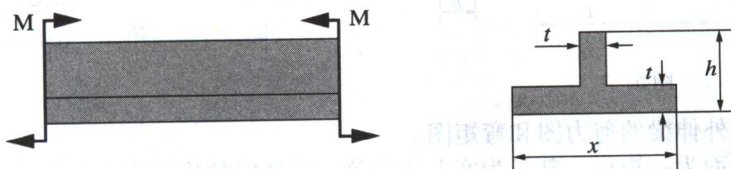


图 5

6. (30 分) 有一长为 $2a$ 的外伸梁 ABC。已知材料的弹性模量 E 和截面惯性矩 I 均为常数。

- 1) (10 分) 若在梁 BC 段受均布载荷作用，如图 6 所示，试求 C 端的挠度 v_C 和转角 θ_C ；

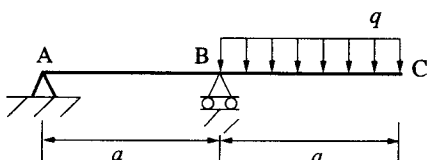


图 6

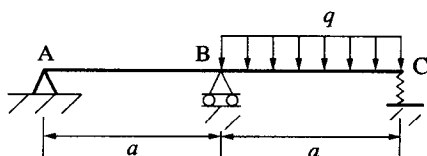


图 7

- 2) (20 分) 若在梁 C 处有一弹簧支撑, 受力如图 7 所示, 弹簧刚度 $k = \frac{3EI}{a^3}$ 。试求 C 处的约束反力和 A 端的转角 θ_A 。
7. (20 分) 试导出平面弹性力学在极坐标下的几何方程。

北京大学 2003 年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 流体力学综合

考试时间: 2003. 1. 19. 下午

招生专业: 流体力学

1. (20 分) (如图 1 所示) 一根质量为 m , 长为 L 的均质直杆放在水平桌面的边沿 A 处, 直杆水平且与桌面边沿垂直, 直杆三分之二伸出桌面外, 然后由静止释放。桌面边沿 A 与直杆间的摩擦系数为 μ 。运动过程中, 直杆与水平面的夹角用 θ 表示。

- (1) 求释放后, 角 θ 所满足的微分方程;
- (2) 直杆质心的加速度和直杆的角加速度;
- (3) 桌面的边沿 A 对直杆的正压力与摩擦力;
- (4) θ 为多少时, 直杆相对桌面发生滑动?

2. (15 分) 一质点在北纬纬度为 λ 的光滑水平面上运动, 已知 $t=0$ 时, $x_0 = -a$, $y_0 = 0$, $\dot{x}_0 = 0$, $\dot{y}_0 = 2a\Omega \sin \lambda$ 。其中 Ω 为地球的自转角速度, 坐标系为东北天坐标系, 求:

- (1) 质点相对地球的运动方程。
- (2) 质点的运动轨迹。

3. (15 分) 均质杆 AB 长为 l , 质量 $m_1 = 3m$, A 端用铰链固定, B 端系一水平弹簧, 弹簧的刚度 k , 在 AB 的中点系一不可伸长的细绳, 此绳绕过质量为 $m_2 = 2m$, 半径为 r 的均质圆轮, 绳的另一端悬挂质量为 $m_3 = m$ 的重物 G。在图 2 所示位置系统处于平衡状态, 取 y 为系统的广义坐标, 设系统在平衡位置附近做微幅振动。求:

- (1) 系统的动能(用系统的广义坐标表示);
- (2) 系统的势能(用系统的广义坐标表示);
- (3) 系统的运动微分方程(用系统的广义坐标表示);
- (4) 重物在平衡位置附近振动的圆频率。

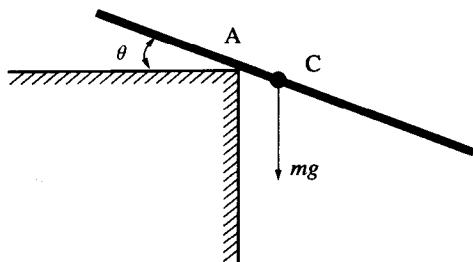


图 1

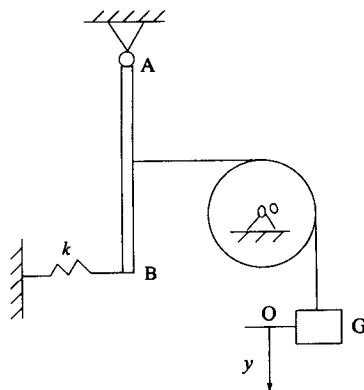


图 2

流体力学(流体力学专业用)50 分

一、(10 分)解释名词： 1)附加质量 2)模型实验

二、(20 分)应力是流体力学和固体力学中的重要概念，请解释什么是应力，并详细分析它与应力张量的关系。应力张量在什么条件下是对称的？

三、(20 分)强间断面是处理某些不连续流动的理论模型。所谓强间断面，是指流场中这样的曲面，流体的速度及其他一些物理量在该曲面的两侧发生间断。请推导强间断面两侧流动参数所应满足的相容关系式。

统计物理(流体力学专业用)20 分

考虑地球表面大气层中沿竖直方向的一个气柱，其底面积为 A 。如果认为温度 T 是不变的，求气柱中大气在重力影响下的密度分布。假设大气为理想气体，重力加速度为常数。

工程流体力学考题(流体力学专业用)

(三大题，其中 3、4 两题任选一题。共 30 分)

1. 什么是随体导数？给出数学表达式并解释表达式中各项的物理意义。(8 分)

2. 写出你所知道的流体力学中常用相似参数的名称、定义并解释这些参数的物理意义。

(12 分)

3. 解释流线体与钝体绕流图案的主要区别及对被绕流物体受力的影响。(10 分)

4. 试估计一艘大型轮船在海上正常航行时轮船中部的边界层厚度。(10 分)

北京大学

2004 年硕士研究生入学考试试题

考试科目：流体力学综合

考试时间：2004 年 1 月 1 日

招生专业：流体力学

研究方向：各方向

1. (25 分)如图 1 所示一均质杆 AB ，长为 l ，质量为 m ，初始时用绳 CD 系在竖直墙上，杆与水平地面夹角为 φ_0 。现把绳剪断。假设所有接触都光滑。求：

1) 绳剪断瞬间墙和地面对杆的反力以及杆的角加速度；

2) 杆与地面夹角为 φ 时墙和地面对杆的反力；

3) A 点与墙壁脱离时杆 A 端距地面的高度；

4) 杆落地前一瞬间的角速度、角加速度以及 B 端的速度。

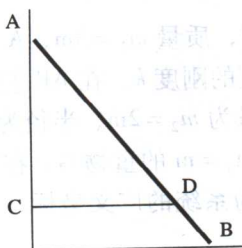


图 1

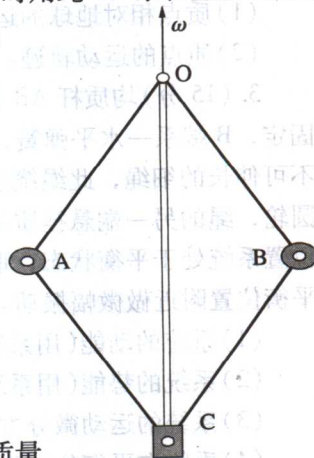


图 2

2. (25 分)如图 2 所示离心调速器，由质量为 M_1 套筒 C ，两质量同为 M_2 的小球 A 和 B ，以及四个质量为 m ，长度为 l 的匀质杆光滑铰接而成，其中 O 点固定。设调速器的角速度 ω 为常数。求所有相

对平衡状态，并讨论其稳定性。

3. 给出雷诺数、马赫数的定义物理意义。(6分)

4. 液体作连续无破裂的波动，自由表面的方程为 $z=f(x, y, t)$, (x, y, z) 为直角坐标, t 为时间。设速度场为 (u, v, w) , 证明: 在自由面上, $w = \frac{\partial f}{\partial t} + u \frac{\partial f}{\partial x} + v \frac{\partial f}{\partial y}$ 。(8分)

5. 为什么台风到来时应紧闭门窗, 而龙卷风到来时又要打开门窗? 请简单论述。(12分)

6. 已知平面点涡流动在柱坐标系下可表示为: $v_r=0$, $v_\theta=C/r$ 。其中 C 是常数。(1) 确定流动的流函数; (2) 在流场中取一段流体物质线段 $1 \leq r \leq 2$, 试确定以后任一时刻该物质线段的形状。(10分)

7. 在很广的雷诺数范围内, 物体在流体中匀速运动的阻力近似与流体的黏性系数无关。试由量纲分析得出此时阻力与物体运动速度之间的关系。又, 超过这一雷诺数范围后, 阐述阻力大致变化的趋势。(10分)

8. 如图3所示装置, 密度为 ρ 的均质不可压缩理想流体由上管流入, 速度在管截面均匀分布, 大小为 V , 入口截面积为 S 。流体自容器左边流出, 且截面上速度仍为均匀分布, 压力为大气压 p_a , 出口截面积为 $4S$, 若装置出口和右端面(粗线部分, 面积与出口截面相同)距上管较远, 流动为定常, 试求右端面所受内部流体的压力。(14分)

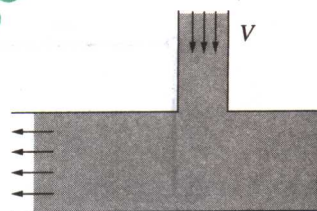


图3

9. (20分) 两个分子间的相互作用可以用如下的莱纳德-琼斯势来描述:

$$\phi(r) = \phi_0 \left[\left(\frac{r_0}{r} \right)^{12} - 2 \left(\frac{r_0}{r} \right)^6 \right]$$

其中 ϕ_0 , r_0 是两个参数, r 表示两个分子之间的距离。

a. 给出两个分子间作用力的表达式;

b. 绘制出两个分子间相互作用势和相互作用力随 r 变化的示意图, 并在图中标出关键点的坐标值和函数值;

c. 叙述作用力的性质

10. (20分) 分子速率满足麦克斯韦分布, 其概率密度函数为

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 \exp \left(-\frac{m}{2kT} v^2 \right)$$

其中 m 是单个分子的质量, T 是宏观温度, k 是波耳兹曼常数。

a. 计算平均速率 $\bar{v}$ 和均方根速率 $\sqrt{v^2}$;

b. 假设气体分子在做随机运动的同时, 整体上以一个恒定的速度 v_0 沿某一方向运动, 写出此时速度分布的概率密度函数, 并计算分子的平均平动动能。

北京大学

2005 年硕士研究生入学考试试题

考试科目：流体力学综合

考试时间：2005 年 1 月 23 日下午

招生专业：流体力学

研究方向：各方向

1. (25 分) (如图 1 所示) 竖直平面内两均质细杆 AB 和 BC 光滑铰接。两杆长度分别为 L 和 l ，质量分别为 M 和 m 。

初始时 A 点与光滑地面垂直接触，AB 与 BC 垂直，C 点用质量可忽略的柔软细绳 CD 系在水平面上，CD 与 BC 垂直。假设所有接触都光滑。

1) 求 CD 绳的张力，地面 A 处反力和 B 点约束力

2) 现把绳剪断，求绳剪断瞬间 AB 杆和 BC 杆的角加速度，以及地面 A 处反力和 B 点约束力

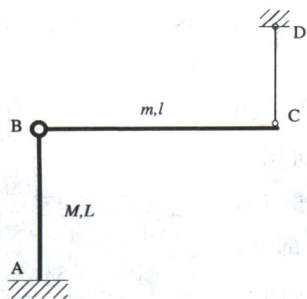


图 1

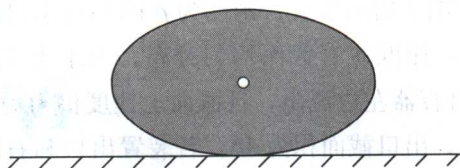


图 2

2. (25 分) (如图 2 所示) 竖直平面内匀质椭圆形实心柱体，其母线垂直于纸面，质量为 m ，其半长轴和半短轴分别为 a 和 b ，放在绝对粗糙地面上。求(1)椭圆形柱体绕其质心的转动惯量(2)椭圆形柱体受干扰后微小晃动周期

3. (15 分) 有关飞机产生升力的原理的一种经典解释是这样的：飞机在飞行时，机翼上方的空气比机翼下方的空气流动的距离长一些，所以机翼上方的空气具有更大的速度。根据 Bernoulli 方程，机翼上方空气的压强比机翼下方空气的压强小，这样飞机就受到向上的合力。不过，这个说法并不能解释飞机的颠倒飞行。你对此有何看法？如何解释飞机的颠倒飞行？

4. (15 分) 证明在有势运动中，流体质点的加速度也是有势的，并求出加速度的势函数(通过速度势表示)。

5. (15 分) 流线和迹线有什么区别？如何在实验中观察它们？如果流线是封闭的，这是否意味着流动是有旋的？反过来，如果流动是有旋的，这是否意味着流线是封闭的？

6. (20 分) Navier-Stokes 方程是流体力学的一个基本方程，该方程是在哪些假设下提出的？当流动足够缓慢时，Navier-Stokes 方程可以如何简化？

7. (15 分) 如果我们想测量一种液体的黏度，但手头又没有专业的黏度计，请你设计实验来完成这一工作。

8. (20 分) 请任意给出任何一个你所知道的流体力学方程或方程组的精确解，这个解应当能够描述一种真实的流动。要求给出完整的力学模型和数学提法，并解释该精确解的物理意义。