

1978—2008

哈爾濱工業大學

理论力学本科期末考试题 汇编

程燕平 王春香 编



哈爾濱工業大學出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

1978—2008 哈尔滨工业大学
理论力学本科期末
考试题汇编

程燕平 王春香 编

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书汇编了哈尔滨工业大学 1977 年恢复高考后招收第一届本科生至 2008 年的理论力学期末考试试题,共 31 年 61 套期末理论力学试题。同时,为方便读者学习,对 61 套试题中的每一个题均给出了答案和详细提示。

本书可供高等院校在校学生学习理论力学之用,也可供报考工科院校的研究生备考理论力学之用,对高校理论力学教师,还可作为资料收藏与命题参考。

图书在版编目(CIP)数据

1978—2008 哈尔滨工业大学理论力学本科期末考试题
汇编/程燕平,王春香编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学
出版社,2009.7

ISBN 978-7-5603-2917-8

I . 1… II . ①程… ②王… III . 理论力学 - 高等学校 -
试题 IV . 031 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 090729 号

策划编辑 尹继荣
责任编辑 张 瑞
封面设计 卞秉利
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451 - 86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm × 960mm 1/16 印张 20 字数 350 千字
版 次 2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-2917-8
印 数 1 ~ 3 000
定 价 35.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

序 言

1977 年恢复高考,至今已过三十余年,这是一个非常值得纪念的事件。恢复高考的重要意义,其带来的社会价值,不用赘述。汇编者有幸自 1978 年到哈尔滨工业大学理论力学教研室任教和学习以来,从第一次为哈工大理论力学界的元老王铎老师助课开始,就留存了王铎老师手写的 1978 年秋的理论力学试卷,当时是出于无意识,但以后随着时间的推移,每年试题的收集与留存,就变成有意识的行为了。

1977 年恢复高考,1978 年秋季开始有理论力学考试,以后每年两个学期,所以共有 31 年 61 个学期的理论力学试卷。

2006 年哈工大本科教学评估,汇编者作为理论力学课程评估的负责人,要准备各种教学方面的材料。当时整理出了恢复高考后 1978 年秋至 2006 年的全部理论力学试卷。同时整理出了 1979 年至 2006 年的全部研究生入学考试试卷。当时的本科生评估专家组对这种情况评价说,这在哈工大校内,甚至在国内各高校都不多见,建议整理出版。实际上,这也正是我们想做的。

在哈工大出版社的支持下,已于 2007 年 10 月出版了《1979—2007 哈尔滨工业大学硕士研究生入学理论力学试题汇编与解答》,现在整理出《1978—2008 哈尔滨工业大学理论力学本科期末考试题汇编》予以出版,我们觉得这是有意义的。

在这么多年的教学与考试中,每学期期末针对不同的院系,不同的学时要求有好几种试卷,在汇编整理成书时,我们基本上采取了这样几种做法:

1. 基本忠实原题,对个别文字做了修饰与改动;
2. 有难题的采用难题而不采用比较容易的题;
3. 对大范围的考试选大范围的试卷;对多学时、中学时、少学时等学时不同的试卷,基本采用多学时的试卷;
4. 为避免书中试题的重复,对已发现的重复试题用当时不同试卷的试题替换,基本做到了 61 个学期,61 套试题不重复;
5. 对一些以前长期采用的符号而现在已废弃的符号与术语等,也都做了改动,如原来的“约束反力”、“反力”改为现在的“约束力”;原来的角加速度符号“ ϵ ”现在改为“ α ”;原来可用的力的符号“ Q ”、“ N ”等现在改为“ F ”或“ F ”加下标

表示等,这样做不影响原题,又照顾到现在读者所熟悉的符号与术语。

另外,书中部分单位及词语不符合标准要求,但因时间跨度大,且为尊重原试卷,整理过程中还保持原用法,请读者理解。

在过去多年的本科考试命题工作中,编者多次参加了试题的命题工作;在任哈工大理论力学教研室教学副主任期间,又多年负责试题的命题工作。在整理这 31 年 61 个学期的理论力学试卷中,命题小组认真负责、一丝不苟的工作作风,又浮现在眼前。当时,为了一套合适的考试题,命题小组经常会讨论两三个、甚至四五个回合,从接受任务到试卷定型有时要经过一个星期的时间,许多老教师,为了一个合适的试题,甚至要考虑一两天的时间而绝不敷衍。试题定型以后,还要找年轻的教师做一遍,以发现问题和掌握答题的时间。在汇编与解答这些试题的过程中,面对那些泛黄发脆的纸张,看着那些不太清晰的字体,在教研室的经历与往事历历浮上心头,心灵不断地受到振动与洗礼。教研室的老先生王铎、谈开孚、陶城的言传身教,与邹振祝、邹经湘、赵经文、王宏钰、屠良尧、陈明等老教师的长期共事,他们兢兢业业、勤勤恳恳、敬业负责且卓有成效的工作造就了哈工大理论力学的辉煌,成就了哈工大理论力学今天的地位。没有他们的奋斗,没有他们的敬业,没有他们的勤勉,没有他们的负责,就没有哈工大理论力学教研室的今天!借把连续多年的试题汇编成书并出版的时刻,向他们致以衷心的敬意!

把 31 年 61 个学期期末理论力学试题整理出来,筛选、增删、替换,并把每道试题做一遍,给出答案和比较详尽的提示,工作量很大,在无资助、无人员协助的情况下,利用业余时间,做这项工作,曾感到特别的枯燥和孤独,在此过程中曾数次中断,也曾想放弃,但看着那些泛黄的纸张,看着那些理论力学教研室多位老教师多年付出的心血,如果不整理成书,就是故纸一堆,甚至是废纸一堆,而将其整理出版,对考研者、对在校的本科生学习理论力学都会很有用处,是一本好的参考书,同时对理论力学教师积累教学资料、交流经验、提高教学质量也会有帮助。所以我们还是坚持完成了这些工作。在此工作完成之际,我们内心也感到了一些欣慰。

在本书汇编过程中,肖建军、王宗平、孙英超等参与并做了许多工作,在此一并表示感谢。

由于水平所限,书中还会存在缺陷与不足,恳请读者批评指正。

编者

2009 年 4 月

目 录

1978 年秋试题	1
1978 年秋试题答案与提示	3
1979 年春试题	4
1979 年春试题答案与提示	6
1979 年秋试题	8
1979 年秋试题答案与提示	10
1980 年春试题	11
1980 年春试题答案与提示	13
1980 年秋试题	14
1980 年秋试题答案与提示	16
1981 年春试题	17
1981 年春试题答案与提示	20
1981 年秋试题	21
1981 年秋试题答案与提示	23
1982 年春试题	24
1982 年春试题答案与提示	26
1982 年秋试题	27
1982 年秋试题答案与提示	29
1983 年春试题	30
1983 年春试题答案与提示	32
1983 年秋试题	33
1983 年秋试题答案与提示	35
1984 年春试题	36
1984 年春试题答案与提示	39
1984 年秋试题	41
1984 年秋试题答案与提示	43

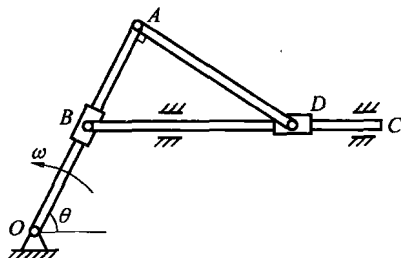
1985 年春试题	45
1985 年春试题答案与提示	51
1985 年秋试题	53
1985 年秋试题答案与提示	58
1986 年春试题	61
1986 年春试题答案与提示	64
1986 年秋试题	66
1986 年秋试题答案与提示	69
1987 年春试题	71
1987 年春试题答案与提示	74
1987 年秋试题	76
1987 年秋试题答案与提示	79
1988 年春试题	81
1988 年春试题答案与提示	83
1988 年秋试题	85
1988 年秋试题答案与提示	88
1989 年春试题	90
1989 年春试题答案与提示	95
1989 年秋试题	97
1989 年秋试题答案与提示	101
1990 年春试题	103
1990 年春试题答案与提示	107
1990 年秋试题	109
1990 年秋试题答案与提示	113
1991 年春试题	115
1991 年春试题答案与提示	119
1991 年秋试题	121
1991 年秋试题答案与提示	125
1992 年春试题	127
1992 年春试题答案与提示	132
1992 年秋试题	134
1992 年秋试题答案与提示	139

1993 年春试题	141
1993 年春试题答案与提示	145
1993 年秋试题	147
1993 年秋试题答案与提示	151
1994 年春试题	154
1994 年春试题答案与提示	158
1994 年秋试题	160
1994 年秋试题答案与提示	164
1995 年春试题	166
1995 年春试题答案与提示	170
1995 年秋试题	172
1995 年秋试题答案与提示	176
1996 年春试题	178
1996 年春试题答案与提示	181
1996 年秋试题	183
1996 年秋试题答案与提示	188
1997 年春试题	190
1997 年春试题答案与提示	193
1997 年秋试题	195
1997 年秋试题答案与提示	199
1998 年春试题	201
1998 年春试题答案与提示	204
1998 年秋试题	206
1998 年秋试题答案与提示	209
1999 年春试题	211
1999 年春试题答案与提示	215
1999 年秋试题	217
1999 年秋试题答案与提示	221
2000 年春试题	223
2000 年春试题答案与提示	227
2000 年秋试题	229
2000 年秋试题答案与提示	232

2001 年春试题	234
2001 年春试题答案与提示	236
2001 年秋试题	238
2001 年秋试题答案与提示	241
2002 年春试题	243
2002 年春试题答案与提示	246
2002 年秋试题	249
2002 年秋试题答案与提示	251
2003 年春试题	253
2003 年春试题答案与提示	256
2003 年秋试题	258
2003 年秋试题答案与提示	261
2004 年春试题	263
2004 年春试题答案与提示	265
2004 年秋试题	267
2004 年秋试题答案与提示	270
2005 年春试题	272
2005 年春试题答案与提示	275
2005 年秋试题	277
2005 年秋试题答案与提示	279
2006 年春试题	281
2006 年春试题答案与提示	283
2006 年秋试题	285
2006 年秋试题答案与提示	288
2007 年春试题	290
2007 年春试题答案与提示	293
2007 年秋试题	295
2007 年秋试题答案与提示	298
2008 年春试题	300
2008 年春试题答案与提示	303
2008 年秋试题	305
2008 年秋试题答案与提示	309

1978 年秋试题*

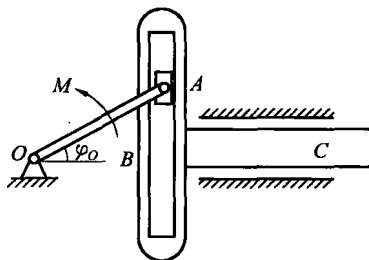
一、如图所示机构,曲柄 OA 长 $2a$,以匀角速度 ω 绕 O 点转动。当曲柄与水平线夹角 $\theta = 60^\circ$ 时,连杆 AD 与曲柄 OA 垂直,而且套筒 B 在曲柄的中点位置。杆 BC 连接套筒 B ,并穿过套筒 D ,沿水平方向运动。求:套筒 D 的绝对速度 v_D 与相对于 BC 杆的速度 v_r 。(25 分)



题一图

二、一质量为 m 的潜水艇在水中由静止下沉,受力 F 作用(包括重力与阻力)。已知力与速度的关系式为 $F = b - cv$,其中 b 与 c 为常数, v 为潜水艇的下沉速度。求:力 F 与时间 t 的关系式。(25 分)

三、如图所示机构,曲柄 OA 长为 $2r$,重量为 P_1 ,转动惯量为 J ,受常力偶矩 M 作用使绕水平轴 O 转动。曲柄通过滑块 A 带动框架 BC ,沿水平方向做往返运动,框架 BC 受滑道的摩擦力 F 作用。如曲柄开

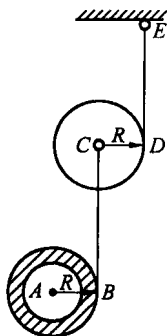


题三图

* 每年考试试卷的题头都不完全一致,现为简略见,统一写为这样的题头。

始时与水平线夹角为 φ_0 , 框架重为 P_2 , 系统位于铅垂面内, 初始时系统静止。求: 曲柄转过一周时的角速度 ω 。(25 分)

四、如图所示, 圆环与圆柱的半径同为 R , 而圆环 A 的质量是圆柱 C 的质量的 2 倍。又圆柱的回转半径为 $\rho = \frac{R}{2}$, 圆环的质量分布在边缘。如圆柱以绳缠绕, 悬挂在 E 点, 圆环也以绳缠绕, 悬挂在圆柱的中心 C 点。求: 圆柱与圆环的中心下降的加速度分别为多少?(25 分)



题四图

1978 年秋试题答案与提示

点评与其他:此套试题是 1977 年恢复高考后的第一套期末理论力学试题。当时王铎老师为哈工大 77 级力学师资班上理论力学课,编者有幸为王铎老师助课。该套试题是王铎老师出题,考试对象则是 77 级力学师资班。此次考试后,编者就留存了此套试题,当时是无意识的,但以后随着每年试题的收集与留存,就变成有意识的行为了。

此套试题虽为 77 级力学师资班所用,但因为是恢复高考后的第一批学生,所以此套试题的难度并不太大。

$$\text{一、} v_D = \frac{4}{3} \sqrt{3} a \omega (\leftarrow); v_r = \frac{2}{3} \sqrt{3} a \omega (\leftarrow)$$

提示:此题中 OA 杆为定轴转动, AD 杆做平面运动, BC 杆为平移。套筒 B 相对 OA 杆, 套筒 D 相对 BC 杆均有相对运动, 所以此题是刚体平面运动与点的合成运动的综合应用题。对 AD 杆, 由速度投影定理可得套筒 D 的绝对速度。然后以 OA 杆为动系, 套筒 B 为动点, 用点的合成运动方法求出 BC 杆的速度(绝对速度), 再以 BC 杆为动系, 套筒 D 为动点, 用点的合成运动方法求出套筒 D 相对 BC 杆的速度(相对速度)。

$$\text{二、} F = b e^{-\frac{c}{m} t}$$

提示:用牛顿第二定律写出质点的运动微分方程, 分离变量积分整理得速度, 代入力的表达式 $F = b - cv$ 中即可。

$$\text{三、} \omega = \sqrt{\frac{4M\pi - 16Fr}{J_g + 4P_2 r^2 \sin^2 \varphi_0}} g$$

提示:注意运动学关系, 注意摩擦力做功的计算, 用动能定理计算即可。

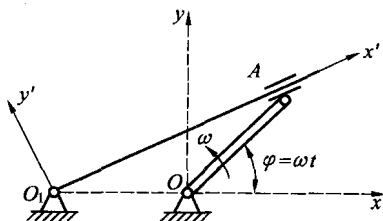
$$\text{四、} a_C = \frac{4}{5} g (\downarrow); a_A = \frac{9}{10} g (\downarrow)$$

提示:圆柱和圆环均做平面运动, 注意圆柱和圆环质心加速度的运动学关系, 分别列出刚体平面运动微分方程联立求解。

1979 年春试题

一、如图所示,曲柄 OA 做等速转动,角速度为 $\omega(1/s)$ 。已知:
 $OA = O_1O = l(\text{cm})$,套筒 A 套在摆杆 O_1A 上。求:(20 分)

- (1) 套筒对于静止地面(Oxy)的运动方程。
- (2) 套筒对于摆杆(动参考系 $O_1x'y'$)的运动方程(相对运动)。
- (3) 当 $\varphi = 60^\circ$ 时摆杆 O_1A 的角速度。



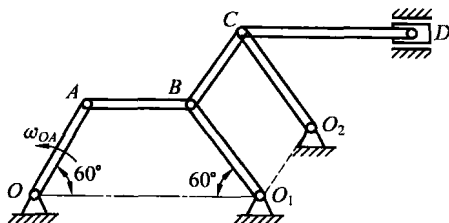
题一图

二、已知:点的运动方程为 $\begin{cases} x = 4t \\ y = 4t - 2t^2 \end{cases}$, 长度单位以厘米计,
 t 以秒计。求:(20 分)

- (1) 点运动的切向加速度 a_t 。
- (2) 何时点的运动的速度为极小,并求此速度值。
- (3) 画出点运动的轨迹。

三、平面机构如图所示,已知: $\omega_{OA} = 12(1/s)$, $OA = O_1B = O_2C = 18.5 \text{ cm}$, $CD = 32 \text{ cm}$ 。并且 $BC \parallel O_1O_2$ (指平行且相等)。

求:图示位置时(此时 CD 杆处于水平位置), v_D 、 ω_{O_2C} 、 ω_{CD} 的值。
 (20 分)



题三图

四、均质圆柱体重为 P , 半径为 R , 已知: 绳的一端固定于天花板 O 处。求: (20 分)

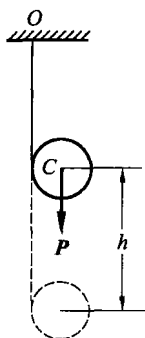
(1) 柱体初始静止, 其重心 C 下落一段距离 h 后的速度 v_C 。

(2) 柱体下坠时绳子的张力。

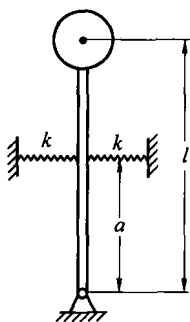
五、倒立重摆用两根无质量的相同的弹簧固定在铅垂位置, 不计摆杆质量, 不计摆球大小, 摆球质量为 m 。已知: 铅垂位置为重摆的平衡位置, 弹簧的刚度系数为 k 。求: (20 分)

(1) 重摆振动的周期。

(2) 若系统的参数满足下述条件: $mgl \geq 2ka^2$, 系统的运动将会出现何种现象。



题四图



题五图

1979 年春试题答案与提示

点评与其他:此套试题为恢复高考后哈工大第一套大多数系所使用的试题,试题相对比较简单。

一、(1) $x_A = l \cos \omega t, y_A = l \sin \omega t$

(2) $x'_A = 2l \cos \frac{1}{2} \omega t, y'_A = 0$

(3) $\omega_{O_1A} = \frac{1}{2} \omega$ (逆时针)

提示:(1)、(2) 是点的运动学问题,在相应坐标系下写出套筒(当作点考虑)的坐标即可。(3) 为点的合成运动问题,动系建于 O_1A 杆上,动点为套筒 A ,由公式 $v_a = v_e + v_r$ 求解。

二、(1) $a_t = \frac{4(1-t)}{\sqrt{t^2 - 2t + 2}}$

(2) $t = 1$ s 时,速度有极小值,为 $v_{\min} = 4$ cm/s

(3) 轨迹方程为 $y = x - \frac{1}{8}x^2$, 抛物线,图略

提示:运动方程对时间求导数得速度、加速度表达式,得加速度 $a = a_y = -4$ cm/s²。由 $\sin \theta = \frac{dy}{ds}$ 求出轨迹切线与水平线的夹角,由 $a_t = a \sin \theta$ 得切向加速度。求出速度的表达式 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{16 + 16(1-t^2)}$, 由此式可求出(2)。把时间参数 t 消去可得轨迹方程。

三、 $v_D = 192$ cm/s($\leftarrow$); $\omega_{O_2C} = 12$ rad/s(逆时针);

$\omega_{CD} = 3.47$ rad/s(逆时针)

提示: AB 、 CD 杆做平面运动,由速度投影定理求出点 B 的速度, BC 杆为平移,有 $v_C = v_B$, 可得 O_2C 杆的角速度,由速度投影定理或基点法或速度瞬心法得点 D 的速度与 CD 杆的角速度。

四、(1) $v_C = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$; (2) $F_T = \frac{P}{3}$

提示:由动能定理可得速度 v_C , 由刚体平面运动微分方程可得绳的拉力,

或由刚体平面运动微分方程求得重心的加速度而得速度 v_C 。

$$\text{五、(1)} T = 2\pi\sqrt{\frac{ml^2}{2ka^2 - mgl}}$$

(2) 当 $mgl \geq 2ka^2$ 时, 系统不产生振动

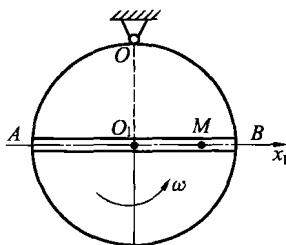
提示: 用刚体定轴转动微分方程得系统的运动微分方程, 可得固有频率, 求得周期。由固有频率或周期的表达式可得当 $mgl \geq 2ka^2$ 时, 系统不产生振动。

1979 年秋试题

一、半径为 R 的圆盘在其自身平面内以匀角速度 $\omega = \pi$, 绕固定轴 O 旋转。 AB 为沿圆盘直径的直槽, 质点 M 在槽内以 $x_1 = R \sin \omega t$ (O_1 为 x_1 轴的坐标原点) 的规律相对圆盘运动。求: (20 分)

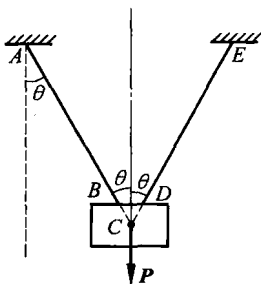
(1) $t = 0$ s 瞬时 M 点的绝对速度与加速度(要求作图);

(2) $t = \frac{1}{2}$ s 瞬时 M 点的绝对速度与加速度(要求作图)。



题一图

二、物块重 P , 用绳 AB 、 DE 悬挂, 二绳延长线通过物块质心 C , $AC = L$, $\theta = 30^\circ$ 。初始物块静止, 求当将 DE 绳剪断的前后瞬间 AB 绳张力的变化系数 β , $\beta = F_{AB}(\text{动})/F_{AB}(\text{静})$ 。(20 分)



题二图

三、均质杆 OA 一端铰支, 另一端安装一均质圆盘, 圆盘可绕轴 A 自由旋转, 不计摩擦。杆重 P_1 , $OA = l$, 盘重 P_2 , 半径为 r 。初始杆处于铅垂位置, 圆盘不转。受微小扰动而无初速度释放后, 求: 当杆转至水平位置时轴对 O 的约束力。(20 分)