

全国重点名校系列

新版

# 全国硕士研究生招生考试 考研专业课精品资料

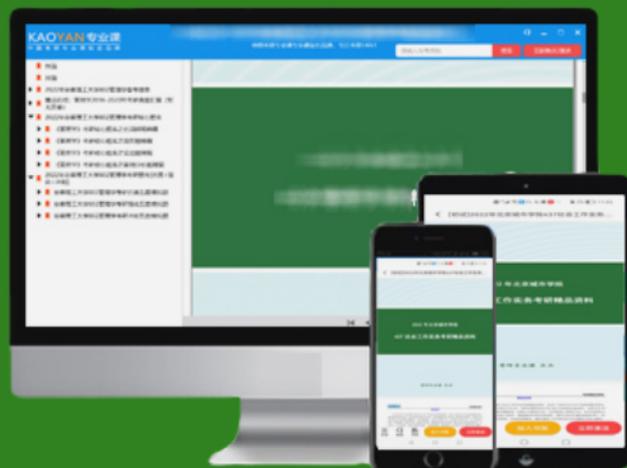
【电子书】2024年中国矿业大学

(徐州) 838理论力学A考研精品资料

策划：辅导资料编写组

真题汇编 直击考点  
考研笔记 突破难点  
核心题库 强化训练  
模拟试题 查漏补缺

高分学长学姐推荐



## 【初试】2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清 PDF 电子版支持打印，考研首选资料。

### 一、重点名校考研真题汇编及考研大纲

#### 1. 附赠重点名校：理论力学 2016–2022 年考研真题汇编（暂无答案）

说明：本科目没有收集到历年考研真题，赠送重点名校考研真题汇编，因不同院校真题相似性极高，甚至部分考题完全相同，建议考生备考过程中认真研究其他院校的考研真题。

#### 2. 中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲

①2021 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲。

②2022 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲。

说明：考研大纲给出了考试范围及考试内容，是考研出题的重要依据，同时也是分清重难点进行针对性复习的首选资料，本项为免费提供。

### 二、2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研资料

#### 3. 《理论力学》考研相关资料

##### （1）《理论力学》[笔记+课件+提纲]

①中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 之《理论力学》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段首选资料。

②中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 之《理论力学》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 之《理论力学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

##### （2）《理论力学》考研核心题库（含答案）

①中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研核心题库之填空题精编。

②中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研核心题库之计算题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习首选资料。

##### （3）《理论力学》考研模拟题[仿真+强化+冲刺]

①2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习首选。

③2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺首选资料。

### 三、电子版资料全国统一零售价

4. **本套考研资料包含以上一、二部分（高清 PDF 电子版，不含教材），全国统一零售价：[¥]**

**特别说明：**

①本套资料由本机构编写组按照考试大纲、真题、指定参考书等公开信息整理收集编写，仅供考研复习参考，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权、请联系我们将立即处理。

②资料中若有真题及课件为免费赠送，仅供参考，版权归属学校及制作老师，在此对版权所有者表示感谢，如有异议及不妥，请联系我们，我们将无条件立即处理！

#### 四、2024 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）

5. **中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研初试参考书**

《理论力学》（I、II）哈尔滨工业大学理论力学教研室编，高等教育出版社，2018 年，第八版。

#### 五、本套考研资料适用学院和专业及考试题型

力学与土木工程学院：力学

填空题、计算题

#### 版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何疑问请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

## 目录

封面.....	1
目录.....	4
2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 备考信息.....	9
中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研初试参考书目.....	9
中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研招生适用院系及考试题型.....	9
中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲.....	10
2021 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲.....	10
2022 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲.....	11
2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研核心笔记.....	12
《理论力学 I》考研核心笔记.....	12
第 1 章 静力学公理和物体的受力分析.....	12
考研提纲及考试要求.....	12
考研核心笔记.....	12
第 2 章 平面力系.....	18
考研提纲及考试要求.....	18
考研核心笔记.....	18
第 3 章 空间力系.....	31
考研提纲及考试要求.....	31
考研核心笔记.....	31
第 4 章 摩擦.....	42
考研提纲及考试要求.....	42
考研核心笔记.....	42
第 5 章 点的运动学.....	48
考研提纲及考试要求.....	48
考研核心笔记.....	48
第 6 章 刚体的简单运动.....	52
考研提纲及考试要求.....	52
考研核心笔记.....	52
第 7 章 点的合成运动.....	57
考研提纲及考试要求.....	57
考研核心笔记.....	57
第 8 章 刚体的平面运动.....	60
考研提纲及考试要求.....	60
考研核心笔记.....	60
第 9 章 质点动力学的基本方程.....	64

考研提纲及考试要求 .....	64
考研核心笔记 .....	64
第 10 章 动量定理 .....	67
考研提纲及考试要求 .....	67
考研核心笔记 .....	67
第 11 章 动量矩定理 .....	73
考研提纲及考试要求 .....	73
考研核心笔记 .....	73
第 12 章 动能定理 .....	79
考研提纲及考试要求 .....	79
考研核心笔记 .....	79
第 13 章 达朗贝尔原理 .....	87
考研提纲及考试要求 .....	87
考研核心笔记 .....	87
第 14 章 虚位移原理 .....	95
考研提纲及考试要求 .....	95
考研核心笔记 .....	95
<b>《理论力学II》考研核心笔记 .....</b>	<b>99</b>
第 1 章 分析力学基础 .....	99
考研提纲及考试要求 .....	99
考研核心笔记 .....	99
第 2 章 非惯性系中的质点动力学 .....	110
考研提纲及考试要求 .....	110
考研核心笔记 .....	110
第 3 章 碰撞 .....	113
考研提纲及考试要求 .....	113
考研核心笔记 .....	113
第 4 章 机械振动基础 .....	121
考研提纲及考试要求 .....	121
考研核心笔记 .....	121
第 5 章 刚体定点运动、自由刚体运动、刚体运动的合成·陀螺仪近似理论 .....	142
考研提纲及考试要求 .....	142
考研核心笔记 .....	142
第 6 章 变质量动力学 .....	154
考研提纲及考试要求 .....	154
考研核心笔记 .....	154
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研辅导课件 .....</b>	<b>159</b>
《理论力学 I》考研辅导课件 .....	159

《理论力学II》考研辅导课件 .....	235
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研复习提纲.....</b>	<b>266</b>
《理论力学》考研复习提纲 .....	266
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研核心题库.....</b>	<b>272</b>
《理论力学》考研核心题库之填空题精编 .....	272
《理论力学》考研核心题库之计算题精编 .....	286
<b>2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研题库[仿真+强化+冲刺].....</b>	<b>354</b>
中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研仿真五套模拟题.....	354
2024 年理论力学五套仿真模拟题及详细答案解析（一） .....	354
2024 年理论力学五套仿真模拟题及详细答案解析（二） .....	365
2024 年理论力学五套仿真模拟题及详细答案解析（三） .....	377
2024 年理论力学五套仿真模拟题及详细答案解析（四） .....	390
2024 年理论力学五套仿真模拟题及详细答案解析（五） .....	400
中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研强化五套模拟题.....	412
2024 年理论力学五套强化模拟题及详细答案解析（一） .....	412
2024 年理论力学五套强化模拟题及详细答案解析（二） .....	427
2024 年理论力学五套强化模拟题及详细答案解析（三） .....	438
2024 年理论力学五套强化模拟题及详细答案解析（四） .....	449
2024 年理论力学五套强化模拟题及详细答案解析（五） .....	460
中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研冲刺五套模拟题.....	471
2024 年理论力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（一） .....	471
2024 年理论力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（二） .....	483
2024 年理论力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（三） .....	494
2024 年理论力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（四） .....	508
2024 年理论力学五套冲刺模拟题及详细答案解析（五） .....	520
<b>附赠重点名校：理论力学 2016-2022 年考研真题汇编（暂无答案） .....</b>	<b>531</b>
第一篇、2022 年理论力学考研真题汇编 .....	531
2022 年中国人民解放军陆军工程大学 803 理论力学考研专业课真题 .....	531
2022 年北京邮电大学 808 理论力学考研专业课真题 .....	535
2022 年内蒙古农业大学 807 理论力学考研专业课真题 .....	538
第二篇、2021 年理论力学考研真题汇编 .....	542
2021 年北京邮电大学 808 理论力学考研专业课真题 .....	542
2021 年宁波大学 891 理论力学（甲）考研专业课真题 .....	545
2021 年宁波大学 933 理论力学考研专业课真题.....	548
第三篇、2020 年理论力学考研真题汇编 .....	550
2020 年重庆邮电大学 610 力学与理论力学考研专业课真题 .....	550
2020 年北京邮电大学 808 理论力学考研专业课真题 .....	555

2020 年宁波大学 891 理论力学（甲）考研专业课真题 .....	558
2020 年宁波大学 933 理论力学考研专业课真题 .....	560
2020 年杭州电子科技大学理论力学考研专业课真题 .....	562
第四篇、2019 年理论力学考研真题汇编 .....	568
2019 年沈阳农业大学 801 理论力学考研专业课真题 .....	568
2019 年江苏大学 801 理论力学考研专业课真题 .....	570
2019 年浙江海洋大学 811 理论力学考研专业课真题 .....	571
2019 年浙江农林大学 815 理论力学考研专业课真题 .....	573
2019 年烟台大学 842 理论力学考研专业课真题 .....	578
2019 年宁波大学 891 理论力学考研专业课真题 .....	581
2019 年中山大学 894 理论力学考研专业课真题 .....	584
2019 年中山大学 905 理论力学考研专业课真题 .....	588
2019 年宁波大学 933 理论力学考研专业课真题 .....	592
2019 年中山大学 933 理论力学考研专业课真题 .....	594
2019 年北京化工大学理论力学考研专业课真题 .....	598
第五篇、2018 年理论力学考研真题汇编 .....	601
2018 年华中农业大学 818 理论力学考研专业课真题 .....	601
2018 年宁波大学 933 理论力学考研专业课真题 .....	604
2018 年温州大学 919 理论力学（专）考研专业课真题 .....	606
2018 年烟台大学 842 理论力学考研专业课真题 .....	612
2018 年江苏大学 801 理论力学考研专业课真题 .....	615
2018 年南京航空航天大学 815 理论力学考研专业课真题 .....	618
2018 年青岛理工大学 812 理论力学考研专业课真题 .....	621
2018 年太原科技大学 816 理论力学考研专业课真题 .....	624
2018 年中山大学 872 理论力学考研专业课真题 .....	629
第六篇、2017 年理论力学考研真题汇编 .....	632
2017 年中山大学 873 理论力学考研专业课真题 .....	632
2017 年江苏科技大学 801 理论力学考研专业课真题 .....	637
2017 年湘潭大学 849 理论力学考研专业课真题 .....	640
2017 年西安石油大学 817 理论力学考研专业课真题 .....	645
2017 年江苏大学 801 理论力学考研专业课真题 .....	648
2017 年青岛理工大学 813 理论力学考研专业课真题 .....	650
2017 年南京航空航天大学 815 理论力学考研专业课真题 .....	653
2017 年浙江理工大学 953 理论力学考研专业课真题 .....	656
2017 年沈阳农业大学 801 理论力学考研专业课真题 .....	659
2017 年青岛大学 818 理论力学考研专业课真题 .....	661
2017 年浙江海洋大学 812 理论力学 A 考研专业课真题 .....	666
2017 年湖南农业大学 821 理论力学考研专业课真题 .....	672
2017 年宁波大学 933 理论力学考研专业课真题 .....	675
第七篇、2016 年理论力学考研真题汇编 .....	677

## 2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 备考信息

### 中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研初试参考书目

《理论力学》（I、II）哈尔滨工业大学理论力学教研室编，高等教育出版社，2018 年，第八版。

### 中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研招生适用院系及考试题型

力学与土木工程学院：力学

填空题、计算题

## 中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲

### 2021 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲

#### 838 理论力学 A

《理论力学》（I、II）哈尔滨工业大学理论力学教研室编，高等教育出版社，2018 年，第八版。

##### 一、考试目的与要求

《理论力学》是工程力学硕士研究生入学的初试科目。考试目的是选拔具有坚实的力学基础知识的优秀人才进入硕士阶段继续深造。要求考生能较为全面地掌握理论力学基本理论与基本方法，解决一些较为简单的工程实际问题，考察学生逻辑思维、抽象化、以及表达和计算能力。

##### 二、考试范围

静力学公理和物体的受力分析

平面力系

空间力系

摩擦

点的运动学

刚体的基本运动

点的合成运动

刚体的平面运动

动量定理

动量矩定理

动能定理

达朗贝尔原理

虚位移原理

分析力学基础

碰撞

##### 三、试题结构（包括考试时间，试题类型等）

###### 1. 考试时间

考试时间为 180 分钟。

###### 2. 试题类型

主要题型有填空题、计算题，总分为 150 分。

###### 3. 答题方式

闭卷、笔试，允许使用不带有公式和文本存储功能的计算器。

## 2022 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研大纲

### 838 理论力学 A

《理论力学》（I、II）哈尔滨工业大学理论力学教研室编，高等教育出版社，2018 年，第八版。

#### 一、考试目的与要求

《理论力学》是工程力学硕士研究生入学的初试科目。考试目的是选拔具有坚实的力学基础知识的优秀人才进入硕士阶段继续深造。要求考生能较为全面地掌握理论力学基本理论与基本方法，解决一些较为简单的工程实际问题，考察学生逻辑思维、抽象化、以及表达和计算能力。

#### 二、考试范围

静力学公理和物体的受力分析

平面力系

空间力系

摩擦

点的运动学

刚体的基本运动

点的合成运动

刚体的平面运动

动量定理

动量矩定理

动能定理

达朗贝尔原理

虚位移原理

分析力学基础

碰撞

#### 三、试题结构（包括考试时间，试题类型等）

##### 1. 考试时间

考试时间为 180 分钟。

##### 2. 试题类型

主要题型有填空题、计算题，总分为 150 分。

##### 3. 答题方式

闭卷、笔试。 不允许使用计算器，请携带三角尺或直尺画图。

2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研核心笔记

《理论力学 I》考研核心笔记

第 1 章 静力学公理和物体的受力分析

考研提纲及考试要求

- 考点：静力学公理
- 考点：约束和约束力的基本概念
- 考点：常见约束
- 考点：物体的受力分析和受力图

考研核心笔记

【核心笔记】静力学公理

公理 1：二力平衡条件（作图）

同一刚体在两个力  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  的作用下保持平衡，则平衡的充要条件是： $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

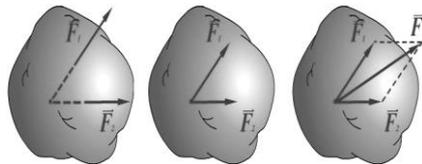
二力等值、反向、共线。是最简单力系的平衡条件。

二力杆：受两个力而平衡的构件。

作用于二力杆的两个力必然沿二作用点的连线。

公理 2：力的平行四边形法则（力的三角形法则）

同一刚体上同一点 A 处作用的两个力  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ ，可以合成为一个合力  $\vec{F}_R$ ，且作用点也在 A，其大小和方向的确定方法如下：



以两个分力  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  为边，构成一个平行四边形，则其对角线即为合力。

$\therefore \vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ，即合力矢等于两个分力的矢量和。是复杂力系简化的基础。

反过来，即为力的分解：一个合力可以分解为作用于同一点的两个分力。

若  $\vec{F}_1 \perp \vec{F}_2$ ，则为正交分解。

亦可作力三角形，用正弦定理或余弦定理求解。

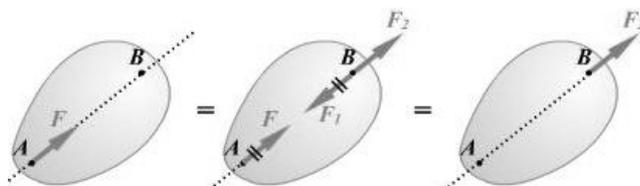
公理 3：加减平衡力系原理

在已有力系上，加上或减去任意平衡力系，与原力系等效。

是力系简化或等效替换的重要依据。

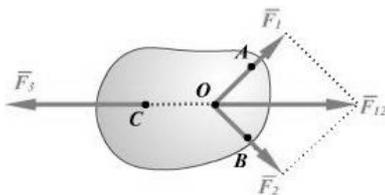
推论 1：力的可传性原理

作用于刚体上某点 A 的力  $\vec{F}$ ，可沿其作用线移到刚体内任意一点 B，对刚体的作用效果不变。



可见，力的作用点被作用线代替。因此，力的三要素变为：大小、方向和作用线。  
力矢量成为滑动矢量：作用于刚体上的力可以沿作用线滑动。

推论 2：三力平衡汇交定理



同一刚体受三个力  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$  作用而平衡时，若其中任意两个力  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  的作用线相交于一点  $O$ （即不平行），则第三个力  $\vec{F}_3$  的作用线必汇交于同一点  $O$ ，且此三力共面。

作  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  合力  $\vec{F}_{12}$  交于  $O$ ，则平衡时  $\vec{F}_3$  必与  $\vec{F}_{12}$  共线，并汇交于  $O$ ，且共面。

公理 4：作用和反作用定律

两物体相互作用时，总是同时存在（成对出现）作用力和反作用力，且等值、反向、共线，分别作用在两个物体上。

$$\vec{F} = -\vec{F}', \vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

由于作用力与反作用力分别作用在两个物体上，因此，不能认为作用力与反作用力相互平衡。

公理 5：刚化原理

变形体在某一力系作用下平衡，若将此变形体视为刚体，则其平衡状态保持不变。



静力学全部理论都可通过上述五个公理推证。

### 【核心笔记】约束和约束力

#### 1. 基本概念

- (1) 自由体：位移不受限制的物体，如：失重状态的物体等。
- (2) 非自由体：位移受限制的物体，如：放在桌面上的书等。
- (3) 约束：限制非自由体位移的周围物体，如：桌面对于书。

约束对物体的作用，实质上是力，即约束力。

(4) 约束力：约束对非自由体的作用力。亦称被动力、约束反力、支反力。

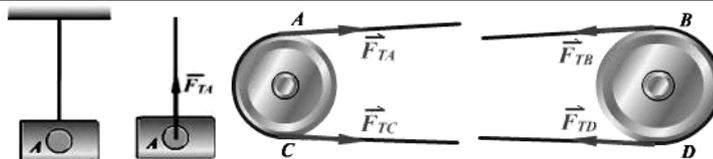
大小一待定；方向一与该约束所能阻碍的位移方向相反；作用点一接触处

(5) 主动力：物体所受已知力，如重力等。

在静力学问题中，约束力和主动力组成平衡力系，可用平衡条件求解未知力。

#### 2. 常见约束

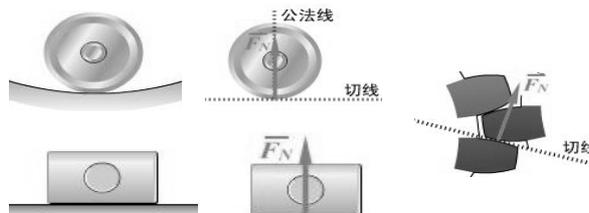
- (1) 柔性体约束，如绳、皮带或链条等  
简图：



特点：只能承受拉力。只能限制物体沿柔性体伸长方向位移，属单面约束。

约束力  $\vec{F}_T$ ：拉力，作用在接触点或切点，方向沿柔性体（或切向）背离物体。

(2) 光滑（即不计摩擦）接触约束，如支持物体的固定面、齿轮啮合面等简图：



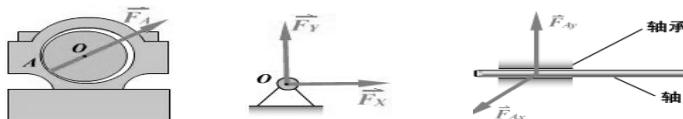
特点：只能承受压力。只能阻碍物体沿接触面法向位移，不限制切向位移。

法向约束力  $\vec{F}_N$ ：作用在接触点，方向沿接触面公法线，指向被约束物体。

(3) 光滑铰链约束

① 径向轴承

简图：



特点：轴与孔在 A 点光滑接触。轴的径向位移被孔限制。轴在孔内可转动，也可沿轴线移动。

约束力  $\vec{F}^A$ ：作用点在接触点 A，方向沿公法线指向轴心。

轴转动时，接触点 A 位置随之变化。故约束力方向不确定。

处理方法：用两个正交分力  $\vec{F}_{Ax}, \vec{F}_{Ay}$  表示。大小未知；方向规定：正向与坐标轴方向一致；作用线垂直于轴线并通过轴心。

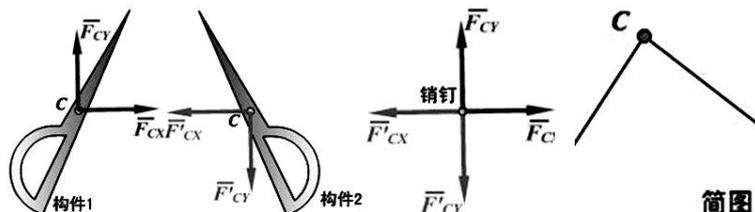
② 光滑圆柱铰链（简称铰链）

特点：由两个有孔构件和圆柱销组成，如剪刀。

约束力  $\vec{F}_{Ax}, \vec{F}_{Ay}$ ：用两个正交分力表示。

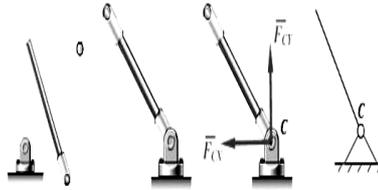
其中有作用与反作用关系  $\vec{F}_{cx} = -\vec{F}'_{cx}, \vec{F}_{cy} = -\vec{F}'_{cy}$ 。销钉一般不必作受力分析。

简图：



③ 固定铰链支座（简称固定铰）

简图：



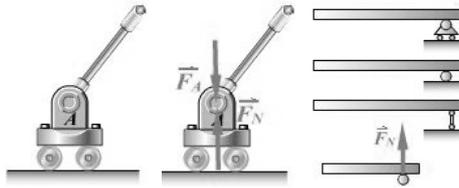
特点：由构件 1 或 2 之一与地面或机架固定而成。

约束力  $\vec{F}_{Ax}, \vec{F}_{Ay}$ ：用两个正交分力表示。

以上三种（径向轴承、铰链、固定铰）约束特性相同，均由孔限制轴的径向移动，而不限制两者相对转动和轴向移动，都可表示为光滑铰链。

④滚动支座

简图：



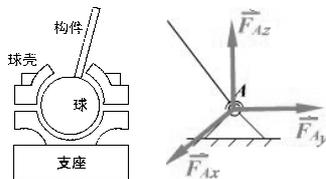
特点：在固定铰与光滑固定平面之间装有光滑辊轴。如桥梁。

约束力  $\vec{F}_N$ ：垂直于支承面，且通过铰链中心。

⑤其他约束

a. 球铰链

简图：

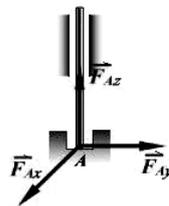


特点：球壳限制球三个方向的移动，但可以绕球心任意转动。如汽车变速杆等。

约束力：用三个正交分力  $\vec{F}_{Ax}, \vec{F}_{Ay}, \vec{F}_{Az}$  表示。大小未知；方向指向球心，并通过接触点。

b. 止推轴承

简图：



特点：径向和轴向移动被限制。

约束力：用三个正交分力  $\vec{F}_{Ax}, \vec{F}_{Ay}, \vec{F}_{Az}$  表示。比径向轴承多一个轴向约束力。

总结：

- (1) 光滑面约束——法向约束力  $\vec{F}_N$
- (2) 柔索约束——张力  $\vec{F}_T$
- (3) 光滑铰链—— $\vec{F}_{Ax}, \vec{F}_{Ay}$
- (4) 滚动支座—— $\vec{F}_N \perp$  光滑面

## 《理论力学II》考研核心笔记

### 第1章 分析力学基础

#### 考研提纲及考试要求

考点：自由度和广义坐标

考点：以广义坐标表示的质点系平衡条件

考点：动力学普遍方程

考点：第一类拉格朗日方程

考点：第二类拉格朗日方程

考点：拉格朗日方程的初积分

考点：能量积分

考点：循环积分

#### 考研核心笔记

##### 【核心笔记】自由度和广义坐标

在空间：一个自由质点位置需要3个独立参数，即自由质点在空间有3个自由度。

在平面：需要2个独立参数，即质点有2个自由度。

受到运动约束：质点自由度将减少。

完整约束：约束方程中不含速度项；

稳定（定常）约束：约束方程中不显含时间  $t$

若具有  $n$  个质点的质点系，有  $s$  个完整约束方程：

则： $n$  个质点的质点系总自由度数为： $N = 3n - s$

描述质点系在空间位置的独立参数，称广义坐标；

完整系统，广义坐标数目等于自由度数目。

若质点限定在半球面上运动，球半径为  $R$ ，是具有1个质点的空间质点系，自由度数为3，有1个约束方程：

$$z = \sqrt{R^2 - (x^2 + y^2)}$$

$$n = 1, s = 1$$

自由度数为： $N = 3n - s = 3 - 1 = 2$

通常用2个独立参数  $\psi$  和  $\theta$  表示

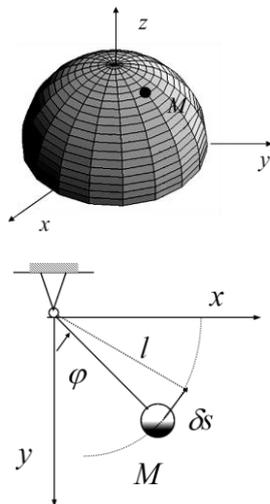
由无重刚杆与小球构成平面摆，做定轴转动，摆长为  $l$ ，是具有1个质点的平面质点系，自由度为2，有1个约束方程：

$$x^2 + y^2 = l^2$$

$$n = 1, s = 1$$

自由度数为： $N = 2n - s = 2 - 1 = 1$

用一个独立参数  $\psi$  表示。



设  $n$  个质点组成质点系受  $s$  个双面约束

$$f_k(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n) = 0 \quad k = 1, 2, \dots, s$$

用  $q_1, q_2, \dots, q_N$  表示质点系广义坐标:  $N = 3n - s$

对完整约束质点系, 各质点坐标可表示为广义坐标的函数。

$$\vec{r}_i = \vec{r}_i(q_1, q_2, \dots, q_N)$$

进行变分计算:

$$\delta \vec{r}_i = \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_1} \delta q_1 + \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_2} \delta q_2 + \dots + \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_N} \delta q_N = \sum_{k=1}^N \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_k} \delta q_k$$

$$x_i = x_i(q_1, q_2, \dots, q_N)$$

$$y_i = y_i(q_1, q_2, \dots, q_N)$$

$$z_i = z_i(q_1, q_2, \dots, q_N)$$

$$\vec{r}_i = x_i \vec{i} + y_i \vec{j} + z_i \vec{k}$$

$$\delta \vec{r}_i = \delta x_i \vec{i} + \delta y_i \vec{j} + \delta z_i \vec{k}$$

$$\delta x_i = \frac{\partial x_i}{\partial q_1} \delta q_1 + \frac{\partial x_i}{\partial q_2} \delta q_2 + \dots + \frac{\partial x_i}{\partial q_N} \delta q_N = \sum_{k=1}^N \frac{\partial x_i}{\partial q_k} \delta q_k$$

同理:

$$\delta y_i = \sum_{k=1}^N \frac{\partial y_i}{\partial q_k} \delta q_k$$

$$\delta z_i = \sum_{k=1}^N \frac{\partial z_i}{\partial q_k} \delta q_k$$

$\delta q_k$  为广义虚位移。虚位移用广义坐标表示。

**【核心笔记】**以广义坐标表示的质点系平衡条件

在虚位移原理中，以质点直角坐标的变分表示虚位移。

这些虚位移通常不独立，需要建立虚位移之间的关系。

若直接用广义坐标变分来表示虚位移，广义虚位移之间相互独立，虚位移原理可表示为简洁形式。

$$\begin{aligned} \sum \delta W_{\vec{F}} &= \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \delta \vec{r}_i = \sum_{i=1}^n (F_{ix} \delta x_i + F_{iy} \delta y_i + F_{iz} \delta z_i) \quad \delta x_i = \sum_{k=1}^N \frac{\partial x_i}{\partial q_k} \delta q_k \\ &= \sum_{i=1}^n (F_{ix} \sum_{k=1}^N \frac{\partial x_i}{\partial q_k} \delta q_k + F_{iy} \sum_{k=1}^N \frac{\partial y_i}{\partial q_k} \delta q_k + F_{iz} \sum_{k=1}^N \frac{\partial z_i}{\partial q_k} \delta q_k) \quad \delta y_i = \sum_{k=1}^N \frac{\partial y_i}{\partial q_k} \delta q_k \\ &= \sum_{k=1}^N (\sum_{i=1}^n F_{ix} \frac{\partial x_i}{\partial q_k} + \sum_{i=1}^n F_{iy} \frac{\partial y_i}{\partial q_k} + \sum_{i=1}^n F_{iz} \frac{\partial z_i}{\partial q_k}) \delta q_k = 0 \quad \delta z_i = \sum_{k=1}^N \frac{\partial z_i}{\partial q_k} \delta q_k \end{aligned}$$

$$\sum \delta W_F = \sum_{k=1}^N (\sum_{i=1}^n F_{ix} \frac{\partial x_i}{\partial q_k} + \sum_{i=1}^n F_{iy} \frac{\partial y_i}{\partial q_k} + \sum_{i=1}^n F_{iz} \frac{\partial z_i}{\partial q_k}) \delta q_k = 0$$

$$\text{设: } Q_k = \sum_{i=1}^n F_{ix} \frac{\partial x_i}{\partial q_k} + \sum_{i=1}^n F_{iy} \frac{\partial y_i}{\partial q_k} + \sum_{i=1}^n F_{iz} \frac{\partial z_i}{\partial q_k}$$

$$\text{则: } \sum \delta W_F = \sum_{k=1}^N Q_k \delta q_k = 0$$

$\delta q_k$  : 为广义虚位移

$Q_k$  : 称为广义力

它的量纲由对应的广义虚位移而定。

$\delta_k$  为线位移， $Q_k$  量纲是力的量纲； $\delta_k$  为角位移， $Q_k$  量纲是力矩的量纲。

由于广义坐标都是独立的，广义虚位移是任意的。

上式成立必须满足： $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_N = 0$

质点系的平衡条件是所有的广义力都等于零

$$\sum \delta W_F = \sum_{k=1}^N Q_k \delta q_k = 0$$

质点系具有 N 个自由度，有 N 个广义力，则有 N 个平衡方程是互相独立的，可联立求解质点系的平衡问题。

大多数工程机构只有一个自由度，这只需要列出一个广义力等于零的平衡问题。

广义力求解方法有两种：

(1)

$$Q_k = \sum_{i=1}^n F_{ix} \frac{\partial x_i}{\partial q_k} + \sum_{i=1}^n F_{iy} \frac{\partial y_i}{\partial q_k} + \sum_{i=1}^n F_{iz} \frac{\partial z_i}{\partial q_k}$$

(2) 给质点系一个广义虚位移不等于零，而其它 (N-1) 个广义虚位移等于零。

$$\sum \delta W'_F = Q_k \delta q_k \Rightarrow Q_k = \frac{\delta W'_F}{\delta q_k}$$

质点系在势力场中，质点系上的主动力都为有势力，则势能应为各质点坐标的函数，总势能为 V 表示为：

$$V = V(x_1, y_1, z_1; \dots; x_n, y_n, z_n)$$

$$F_{ix} = -\frac{\partial V}{\partial x_i} \quad F_{iy} = -\frac{\partial V}{\partial y_i} \quad F_{iz} = -\frac{\partial V}{\partial z_i}$$

$$\begin{aligned} \text{虚功为: } \sum \delta W_F &= \sum (F_{ix} \delta x_i + F_{iy} \delta y_i + F_{iz} \delta z_i) \\ &= -\sum \left( \frac{\partial V}{\partial x_i} \delta x_i + \frac{\partial V}{\partial y_i} \delta y_i + \frac{\partial V}{\partial z_i} \delta z_i \right) = -\delta V \end{aligned}$$

虚位移原理表达为:  $\delta V = 0$

在势力场中, 具有理想约束的质点系的平衡条件为质点系的势能在平衡位置处的一阶变分为零。用广义坐标表示质点系位置。在势力场中, 质点系势能可表示为广义坐标函数, 总势能为  $V$  为:

$$V = V(q_1, q_2, \dots; q_N)$$

$$F_{ix} = -\frac{\partial V}{\partial x_i}$$

$$F_{iy} = -\frac{\partial V}{\partial y_i}$$

$$F_{iz} = -\frac{\partial V}{\partial z_i}$$

$$\begin{aligned} \text{广义力为: } Q_k &= \sum (F_{ix} \frac{\partial x_i}{\partial q_k} + F_{iy} \frac{\partial y_i}{\partial q_k} + F_{iz} \frac{\partial z_i}{\partial q_k}) \\ &= -\sum \left( \frac{\partial V}{\partial x_i} \frac{\partial x_i}{\partial q_k} + \frac{\partial V}{\partial y_i} \frac{\partial y_i}{\partial q_k} + \frac{\partial V}{\partial z_i} \frac{\partial z_i}{\partial q_k} \right) = -\frac{\partial V}{\partial q_k} \end{aligned}$$

(3)

$$Q_k = -\frac{\partial V}{\partial q_k}$$

平衡条件为:

$$Q_k = -\frac{\partial V}{\partial q_k} = 0$$

在势力场中, 具有理想约束的质点系的平衡条件是势能对于每个坐标的偏导数分别等于零。

$$Q_k = -\frac{\partial V}{\partial q_k} = 0 \quad (k = 1, 2, \dots, N) \quad (3-14)$$

即: 在势力场中具有理想约束的质点系的平衡条件是势能对于每个广义坐标的偏导数分别等于零。稳定平衡, 不稳定平衡。

在稳定平衡的平衡位置处, 系统势能具有极小值。

在不平衡位置上, 系统势能具有极大值。

对于随遇平衡, 系统在某位置附近其势能是不变的, 所以其附近任何可能位置都是平衡位置。

2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研辅导课件

《理论力学 I》考研辅导课件

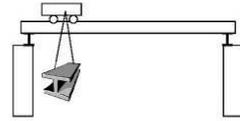
# 第一部分

## ❖ 静力学

静力学研究物体作机械运动的特殊情况——物体处于静止状态时力的平衡规律。

静力学主要研究：
 

- 物体的受力分析
- 力系的等效替换（或简化）
- 建立各种力系的平衡条件



## 静力学主要内容

- ❖ 静力学基本概念
- ❖ 力系的简化
- ❖ 约束与约束反力
- ❖ 力系的平衡
- ❖ 摩擦与摩擦力

## ❖ 静力学公理和物体的受力分析

### § 1-1 静力学基本概念

#### 一：力的概念

1. 定义：力是物体间的相互机械作用，这种作用可以使物体的运动状态发生变化。

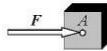


2. 力的效应：①运动效应(外效应) ②变形效应(内效应)。

3. 力的三要素：大小，方向，作用点

力的单位，采用国际单位时为：

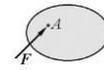
$kg \cdot m/s^2$  或 牛顿 (N) 以及千牛 (kN)



4. 力的表示：A 图形表示

B 符号表示
 

- 矢量  $\vec{F}$
- 大小  $F = \|\vec{F}\|$



5. 相关的概念

力系：是指作用在物体上的一群力。

平衡力系：物体在力系作用下处于平衡状态，

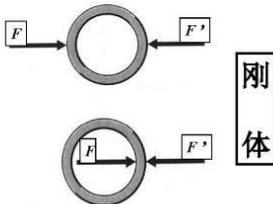
我们称这个力系为平衡力系。

6. 力的分类

集中力、分布力、集中力偶

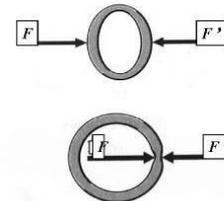
### 二. 刚体

是指在力的作用下，大小和形状都不变的物体。



刚体

变形体



### 三. 平衡

是指物体相对于惯性参考系保持静止或作匀速直线运动的状态。

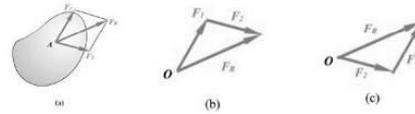
§ 1-2 静力学基本公理

公理：是人类经过长期实践和经验而得到的结论，它被反复的实践所验证，是无须证明而为人们所公认结论。

公理1 力的平行四边形法则

作用于物体上同一点的两个力可合成为一个合力，此合力也作用于该点，合力的大小和方向由以原两力矢为邻边所构成的平行四边形的对角线来表示。

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$



此公理表明了最简单力系的简化规律，是复杂力系简化的基础。

公理2 二力平衡条件

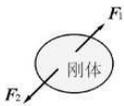
作用于刚体上的两个力，使刚体平衡的必要与充分条件是：

这两个力大小相等  $|F_1| = |F_2|$

方向相反  $F_1 = -F_2$

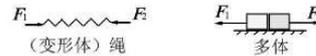
作用线共线，

作用于同一个物体上。



说明：①对刚体来说，上面的条件是充要的

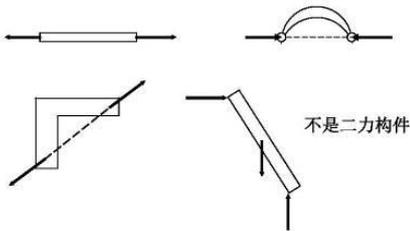
②对变形体来说，上面的条件只是必要条件(或多体中)



③二力体：只在两个力作用下平衡的刚体叫二力体。



二力构件 只有两个力作用下处于平衡的物体

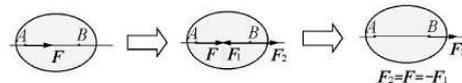


公理3 加减平衡力系公理

在作用于刚体的任意力系上，加上或减去任一平衡力系，并不改变原力系对刚体的作用效应。

推论1：力的可传性

力可以在刚体上沿其作用线移至任意一点而不改变它对刚体的作用效应



(作用在刚体上的)力的三要素可以叙述为：

大小、方向、作用线

推论2：三力平衡汇交定理

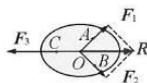
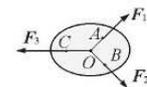
刚体受三力作用而平衡，若其中两力作用线汇交于一点，则另一力的作用线必汇交于同一点，且三力的作用线共面。(必共面，在特殊情况下，力在无穷远处汇交——平行力系。)

[证]  $\because \vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$  为平衡力系，

$\therefore \vec{R}, \vec{F}_3$  也为平衡力系。

又  $\because$  二力平衡必等值、反向、共线，

$\therefore$  三力  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$  必汇交，且共面。



公理4 作用力和反作用力定律

作用力与反作用力总是等值、反向、共线、作用在相互作用的两个物体上。

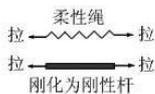
[例] 吊灯



在画物体受力图时要注意此公理的应用。

**公理5 刚化原理**

变形体在某一力系作用下处于平衡，如将此变形体变成刚体（刚化为刚体），则平衡状态保持不变。



公理5告诉我们：处于平衡状态的变形体，可用刚体静力学的平衡理论。

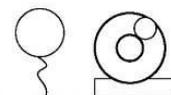


刚体（受压平衡）

柔性体（受压不能平衡）

**§ 1-3 约束与约束反力**

一、概念



自由体：位移不受限制的物体叫自由体，如气球。

非自由体：位移受限制的物体叫非自由体，如在槽内绿球。

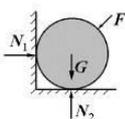
约束：对非自由体的某些位移预先施加的限制条件称为约束。

（这里，约束是名词，而不是动词的约束。）

约束反力：约束对被约束物体的作用力叫约束反力。

约束反力特点：

- ①大小常常是未知的；
- ②方向总是与约束限制的物体的位移方向相反；
- ③作用点在物体与约束相接触的那一点。

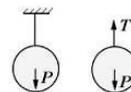


二 常见的理想约束及其约束力的简化

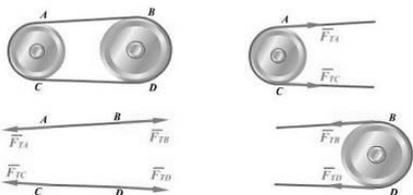
按照牛顿第三定律，约束力是一对作用力与反作用力，它们一定大小相等、方向相反、分别作用在构成运动副的两个刚体上。下面我们讨论几种常见的理想约束：

1. 由柔软的绳索、链条或皮带构成的约束

绳索类只能受拉，所以它们的约束反力是作用在接触点，方向沿绳索背离物体。



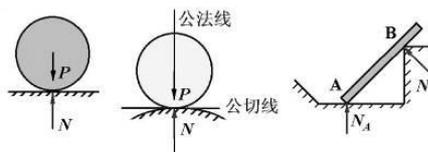
分析胶带对皮带轮的作、作用力



胶带约束力沿轮缘的切线方向背离皮带轮，即为拉力。

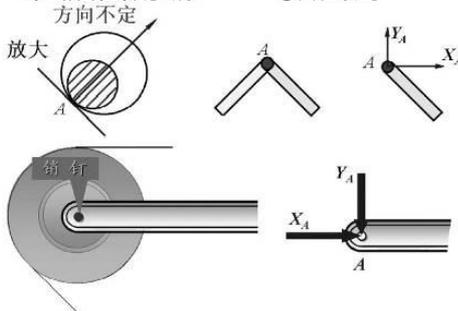
2.光滑接触面的约束（光滑指摩擦不计）

约束反力作用在接触点处，方向沿公法线，指向受力物体

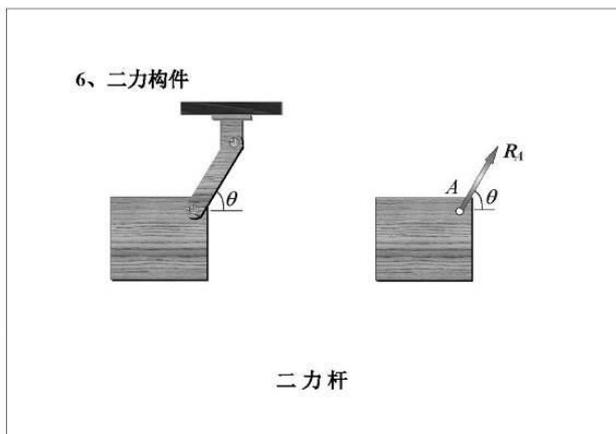
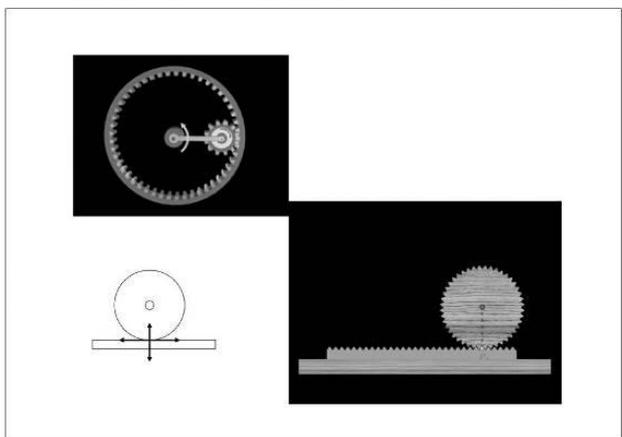
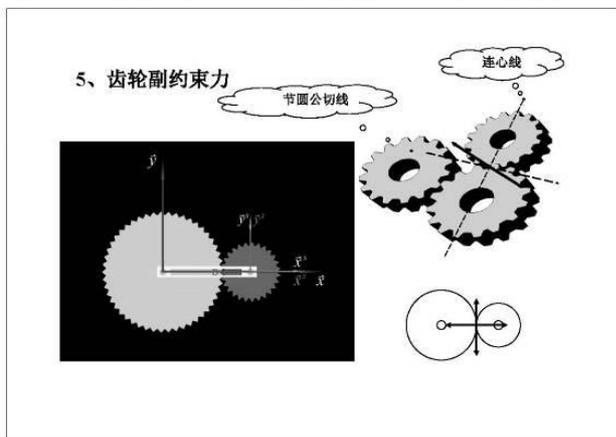
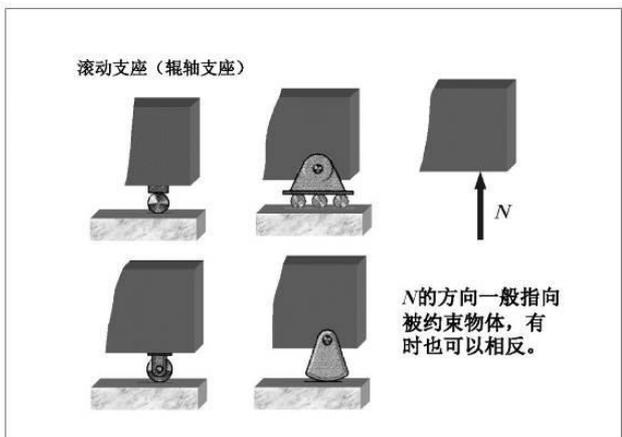


3.光滑圆柱铰链约束

①圆柱铰链



光滑支承接触对非自由体的约束力，作用在接触处；方向沿接触处的公法线并指向受力物体，故称为法向约束力，用  $N$  表示。



§ 1-4 物体的受力和受力图

一、受力分析

解决力学问题时, 首先要选定需要进行研究的物体, 即选择研究对象; 然后根据已知条件, 约束类型并结合基本概念和公理分析它的受力情况, 这个过程称为物体的受力分析。

作用在物体上的力有: 一类是: 使物体具有运动趋势的力称为物体所受的主动动力, 如重力, 风力, 气体压力等。

二类是: 被动力, 限制物体运动的力为约束反力。

## 2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研复习提纲

### 《理论力学》考研复习提纲

#### 理论力学复习提纲

**重点、难点总的要求：**对质点、质点系和刚体的机械运动（包括平衡）的基本规律有较系统全面的了解，掌握有关的基本概念、基本理论和基本方法及其应用。

**各部分复习要求及重点、难点：**

##### 1、静力学

- 1) 熟悉各种常见约束的性质，对简单的物体系统能熟练地取分离体，并正确画出受力图。
- 2) 熟悉力、力矩和力偶等的基本概念和性质，能熟练计算力的投影、力对点的矩和力对轴之矩。
- 3) 掌握各种类型力系的简化方法和结果；熟悉主矢和主矩的计算。
- 4) 能应用各种类型力系的平衡条件和平衡方程求解单个物体和简单物体系统的平衡问题。对平面一般力系的平衡问题，能熟练地选取分离体和应用各种形式的平衡方程求解。求解物体系统的平衡问题是静力学的重点。
- 5) 用节点法和截面法求简单桁架的内力。
- 6) 掌握计算物体重心的方法。
- 7) 理解滑动摩擦的概念和摩擦力的特征，能求解考虑滑动摩擦时简单物体系统的平衡问题。了解滚阻力偶的概念。考虑滑动摩擦时物体系统的平衡问题是静力学的难点。

##### 2、运动学

- 1) 熟悉描述点的运动的矢量法、直角坐标法和弧坐标法，能求点的运动轨迹，能熟练地求解与点地速度和加速度有关地问题。
- 2) 熟悉刚体平面运动和定轴转动的特征。能熟练地求解与定轴转动刚体的角速度、角加速度以及刚体内各点的速度和加速度有关的问题。熟悉角速度、角加速度及刚体内各点速度和加速度的矢量表示法。
- 3) 掌握速度合成与分解的基本概念和方法，熟练掌握点的速度合成定理、加速度合成定理（牵连运动为平动和定轴转动两种情形）求解有关问题。这一部分是运动学的重点和难点。
- 4) 熟悉刚体平面运动特征。能应用基点法、瞬心法和速度投影定理等方法求解与平面图形内各点加速度有关的问题。能对常见的平面机构进行速度和加速度分析。这一部分是运动学的重点内容。

##### 3、动力学

- 1) 能建立质点的运动微分方程，能求解简单情况下运动微分方程的积分。
- 2) 理解质点在非惯性坐标系中的运动处理方法，并建立相对运动微分方程，能求解有关的简单问题。
- 3) 能理解并熟悉计算动力学中各基本物理量(动量、动量矩、动能、冲量、功、势能等)。
- 4) 熟练掌握动力学普遍定理（包括动量定理、质心运动定理、对固定点和质心的动量矩定理、动能定理）及相应的单恒定理，能正确选择和综合应用这些定理求解质点、质点系的动力学问题。动力学普遍定理是动力学重点。
- 5) 掌握刚体转动惯量的计算方法。了解惯性积和惯性主轴的概念，会判断简单情况下刚体的惯性主轴。
- 6) 能应用刚体定轴转动和平面运动微分方程求解有关动力学问题。



7) 熟悉惯性力的概念及对称刚体做定轴转动和平面运动时惯性力系简化的结果。熟悉掌握达朗伯原理求解动力学问题是动力学的重点。了解定轴转动刚体动反力的概念和消除动反力的条件。

8) 熟悉自由度、广义坐标、虚位移和理想约束等概念。掌握虚位移原理的应用。

以上基本要求是学习本课程必须达到的最低要求。除了对与基本要求有关的内容可以适当提高要求外,还可以根据各专业的要求适当增加以下内容:图解静力学、揉索、刚体绕平行轴转动的合成和绕相交轴转动的合成、变质量质点的运动微分方程、质点在有心力作用下的运动、回转仪近似理论等内容。

## 复习内容

### 第一章 静力学公理和物体的受力分析

- 1、静力学的基本概念,刚体和力;
- 2、静力学公理;
- 3、约束和约束反力;
- 4、物体的受力分析与受力图。

### 第二章 力对点之矩、平面力偶理论

- 1、力对点之矩、合力之矩定理;
- 2、两个平行力的合成;
- 3、平面力偶理论;
- 4、平面力偶系的合成与平衡条件。

### 第三章 平面任意力系

- 1、平面任意力系向作用平面内一点简化;
- 2、平面任意力系的简化结果;
- 3、平面任意力系的平衡条件和平衡方程;
- 4、平面平行力系的平衡方程;
- 5、物体系的平衡,静定和静不定的问题;
- 6、平面简单桁架的内力计算。

### 第四章 空间力系

- 1、空间汇交力系;
- 2、空间力偶理论;
- 3、力对轴之矩和力对点之矩;
- 4、空间任意力系向一点的简化,主矢和主矩;
- 5、空间任意力系的简化结果;
- 6、空间任意力系的平衡方程;
- 7、空间约束的类型;
- 8、空间力系平衡问题举例;
- 9、重心的概念与计算。

### 第五章 摩擦

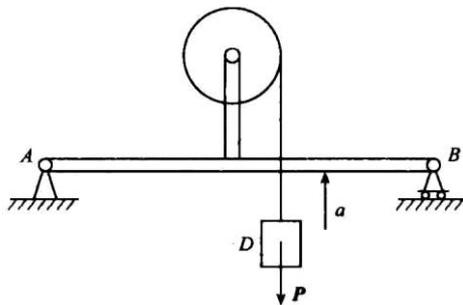
- 1、滑动摩擦;
- 2、摩擦角和自锁现象;



2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研核心题库

《理论力学》考研核心题库之填空题精编

1. 简单支撑的长为  $L$  的刚性梁的中间固定一提升装置，如下图所示，该装置的转动部分可视为半径为  $R$  的均质圆柱，重为  $Q$ ，绳重不计，重物  $D$  的重量为  $P$ ，则当重物  $D$  以加速度上升时， $A$ 、 $B$  两端的附加动反力分别为  $N_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ； $N_B = \underline{\hspace{2cm}}$ ，并指出方向。



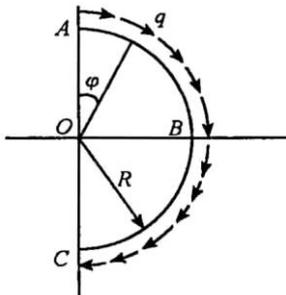
图

【答案】  $N_A = \frac{Pa}{2g} - \frac{Q+2P}{2g} \cdot \frac{Ra}{L}$ 、 $N_B = \frac{Pa}{2g} + \frac{Q+2P}{2g} \cdot \frac{Ra}{L}$

2. 点的运动方程为  $x=50t$ ， $y=500-5t^2$ ，其中  $x$  和  $y$  以 m 计， $t$  以 s 计。当  $t=0$  时，动点轨迹的曲率半径为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

【答案】 250

3. 半径是  $R$  的半圆薄环  $ABC$  表面上分布着均匀的剪力，方向沿着圆环。如下图所示，每单位长度上的剪力大小是 2，则该分布力系的合力大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ，合力方向为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



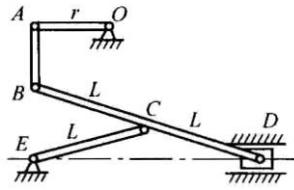
图

【答案】  $2qR$ 、沿 AC 方向

【解析】  $\sum F_i = - \int_0^\pi qR \sin\varphi d\varphi \cdot j + \int_0^\pi qR \cos\varphi d\varphi \cdot i = - 2qRj$

所以合力大小为  $2qR$ ，方向沿 AC 向。

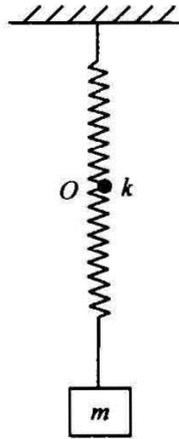
4. 在下图所示机构中, 若  $OA=r$ ,  $BD=2L$ ,  $CE=L$ ,  $\angle OAB=90^\circ$ ,  $\angle CED=30^\circ$ , 则 A、D 点虚位移间的关系为  $\delta r_A : \delta r_D =$  \_\_\_\_\_。



图

【答案】  $3 : \sqrt{3}$

5. 在下图中, 当把弹簧原长的中点 O 固定后, 系统的固有频率与原来的固有频率的比值为 \_\_\_\_\_。



图

【答案】  $\sqrt{2}$

6. 设力 F 三个分量在坐标系中可以表示为  $F_x = x + 2y + z + 5$ ,  $F_y = ax + y + z$ ,  $F_z = x + y + z - 6$ , F 是有势力的条件是 \_\_\_\_\_。

【答案】  $a=2$

【解析】 由  $\nabla \times \mathbf{F} = 0$ , 即 
$$\begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix} = 0$$
, 得出  $a=2$

7. 坐标系的 x 轴与 y 轴之间的夹角为  $\theta$ , 如图 1 所示, 在  $Oxy$  平面内有一不平衡的力系, 该力系对 x, y 轴上的点的力矩  $\sum M_A(\mathbf{F}) = 0$ ,  $\sum M_B(\mathbf{F}) = 0$ , 在 x 轴上投影为  $\sum X = 0$ , 已知:  $OA=a$ , 则  $OB =$  \_\_\_\_\_。

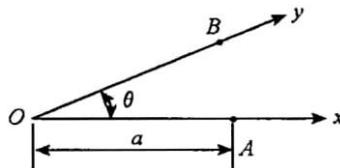


图 1

【答案】  $a/\cos\theta$

【解析】  $\sum M_A(\mathbf{F}) = 0$ , 说明力系的合力过 A 点;  $\sum M_B(\mathbf{F}) = 0$ , 说明力系的合力过 B 点; 在 x 轴上的投影为 0, 说明力系的合力 R 垂直于 x 轴。于是合力 R 如图 2 所示。

$$\overline{OB} = \overline{OA} / \cos\theta = a / \cos\theta$$

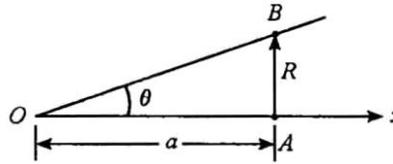
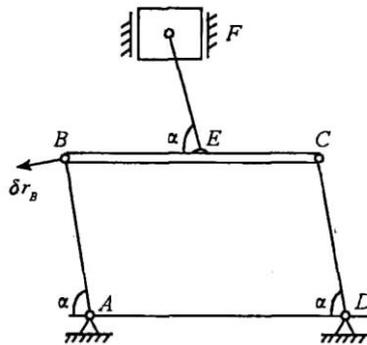


图 2

8. 平面内两力偶等效的条件是\_\_\_\_\_。

【答案】两力偶矩大小相等，方向相同，作用在同一平面上

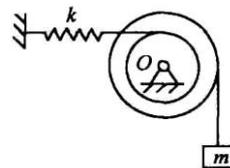
9. 图中 ABCD 组成一平行四边形，FE 平行于 AB，且 AB=FE=L，E 为 BC 的中点，B、C、E 处为铰链连接，设 B 点的虚位移为  $\delta r_B$ ，则 C 点的虚位移  $\delta r_C =$ \_\_\_\_\_，E 点的虚位移  $\delta r_E =$ \_\_\_\_\_，F 点的虚位移  $\delta r_F =$ \_\_\_\_\_。



图

【答案】 $\delta r_C = \delta r_B$ 、 $\delta r_E = \delta r_B$ 、 $\delta r_F = 0$

10. 下图所示系统在铅垂面内，物块的质量为  $m$ ，鼓轮的内径为  $r_1$ ，外径为  $r_2$ ，对 O 点的转动惯量为  $J_0$ ，弹簧刚度系数为  $k$ 。则系统的自由振动固有频率为\_\_\_\_\_。



图

【答案】 $\sqrt{\frac{kr_1^2}{J_0 + mr_2^2}}$

11. 力的三要素是：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

【答案】大小、方向、作用点

12. 如图 1 所示平面任意力系, 已知: 该力系向图中 A、B、O 三点简化的主矩分别为,  $\sum M_A(F)$ ,  $\sum M_B(F)$ ,  $\sum M_O(F)$ , 且有  $\sum M_O(F) = 0$ ,  $\sum M_A(F) + \sum M_B(F) = 0$ , 力系的主矢在 x 轴上的投影  $R'_x = \sum F_x = 10\text{N}$ , A、B、O 的坐标为 A(2, 0), B(0, 1), O(0, 0), (单位 cm)。试求该力系的合力大小  $R = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

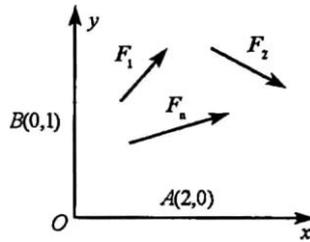


图 1

**【答案】**  $5\sqrt{5}(\text{N})$

**【解析】** 由  $\sum M_O(F) = 0$ , 知合力 F 过 O 点, 因为  $\sum M_A(F) + \sum M_B(F) = 0$ , 说明力系的合力 F 过 AB 的中点。

显然  $\cos\alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$

所以, 合力 F 的大小为

$$R = \frac{F_x}{\cos\alpha} = \frac{10 \times \sqrt{5}}{2} = 5\sqrt{5}(\text{N})$$

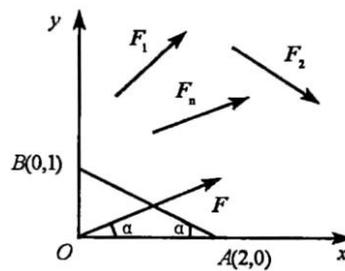
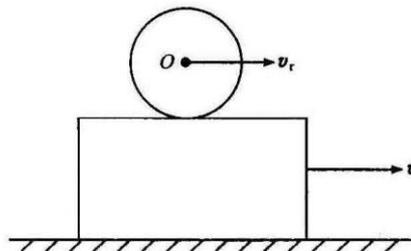


图 2

13. 如图所示, 平板的质量为  $m_1$ , 以速度  $v$  水平向右运动。平板上放一质量为  $m_2$ , 半径为  $r$  的均质圆柱, 它相对平板只滚不滑, 轮心 O 相对于平板的速度为  $v_r$ , 则系统的动能为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



图

**【答案】**  $\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + \frac{3}{4}m_2v^2$

2024 年中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研题库[仿真+强化+冲刺]

中国矿业大学（徐州）838 理论力学 A 考研仿真五套模拟题

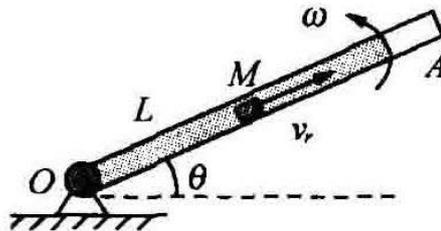
2024 年理论力学五套仿真模拟题及详细答案解析（一）

一、填空题

1. 二力平衡公理与作用反作用公理都是指大小相等、方向相反、在同一作用线上的两个力。两个公理的最大区别在于\_\_\_\_\_。

【答案】二力平衡公理中二力作用于同一物体，而作用与反作用公理中作用力与反作用力作用于不同物体

2. 质量为  $m$  的质点  $M$  在  $OA$  管内运动， $OA$  管绕水平轴  $O$  在铅垂面内运动，管子与质点  $M$  间的动摩擦因数为  $f$ 。已知在如图所示瞬间， $OA$  管与水平面的夹角  $\theta=30^\circ$ ， $OA$  管的角速度为  $\omega$ ，角加速度为零，质点  $M$  到  $O$  轴的距离为  $L$ ，质点  $M$  相对管子的相对速度为  $v_r$ 。则图示瞬间，质点受到管子底部的滑动摩擦力  $F$  为\_\_\_\_\_质点相对管子的相对加速度  $a_r$  为\_\_\_\_\_。



图

【答案】  $F = fm(2\omega v_r + \frac{\sqrt{3}}{2}g)$ 、  $a_r = \omega^2 L - f(2\omega v_r + \frac{\sqrt{3}}{2}g) - \frac{g}{2}$  (沿  $OA$  向上)

3. 坐标系的  $x$  轴与  $y$  轴之间的夹角为  $\theta$ ，如图 1 所示，在  $Oxy$  平面内有一不平衡的力系，该力系对  $x, y$  轴上的点的力矩  $\sum M_A(F) = 0$ ， $\sum M_B(F) = 0$ ，在  $x$  轴上投影为  $\sum X = 0$ ，已知： $OA=a$ ，则  $OB=_____$ 。

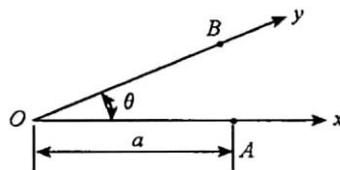


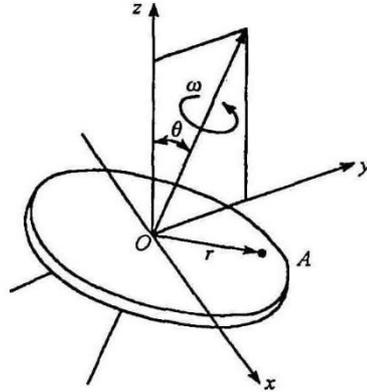
图 1

【答案】  $a/\cos\theta$

4. 要在作用于质点上的力之外，加上\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，则质点相对运动微分方程仍具有牛顿第二定律的形式。

【答案】 牵连惯性力、科氏惯性力

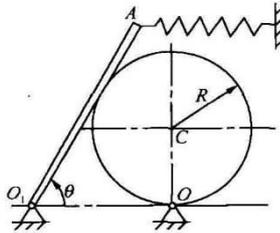
5. 如下图所示, 圆盘以匀角速度  $\omega = 40\text{rad/s}$  绕垂直于盘面的中心轴转动, 该轴在  $yz$  平面内, 倾角  $\theta = \arctan \frac{3}{4}$ , 盘面上一点 A 的矢径在图示瞬时为  $r = 150i + 160j - 120k$  (mm), 则该瞬时 A 点的速度矢量为 \_\_\_\_\_。



图

【答案】 
$$\mathbf{V}_A = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 0 & 24 & 32 \\ 150 & 160 & -120 \end{vmatrix} = -8000i + 4800j + 3600k \text{ (mm/s)}$$

6. 系统如下图所示, 杆  $O_1A$  重为  $W$ , 半径为  $R$  的均质盘重  $2W$ , 杆与水平线的夹角为  $\theta = 45^\circ$ , 铅垂, 不计铰链处摩擦。无论水平弹簧拉力多大, 系统都在图示位置自锁, 则杆与圆盘的最小滑动摩擦系数  $f_{\min}$  \_\_\_\_\_。



图

【答案】  $\tan(22.5^\circ)$

二、计算题

7. 在如图 1 所示系统中, 已知 A 与 B 都是均质圆轮, 半径为  $r$ , 重量为  $P$ , A 轮置于粗糙的水平面上, 可沿水平面作纯滚, C 滑轮质量不计。试用质点动力学普遍方程或拉格朗日方程(两种方法任选一), 求 A 轮轮心的加速度  $\ddot{x}$  和 B 轮的角加速度  $\ddot{\phi}$  各是多少?

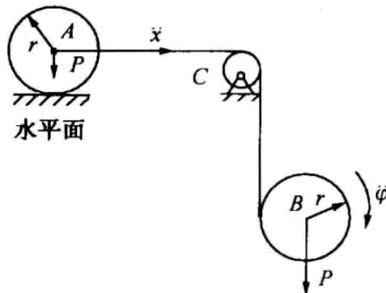


图 1

【答案】 (方法: 质点动力学)

令绳中张力是  $F$ , 分析轮石 B 受力如图 2 所示。

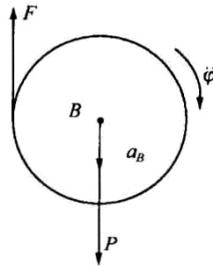


图 2

使用牛顿第二定律,

$$a_B = \frac{P - F}{(P/g)} = \frac{P - F}{P} \cdot g$$

使用质心的动量矩定理

$$\dot{\phi} = \frac{Fr}{J_B} = \frac{Fr}{\frac{1}{2} \left( \frac{P}{g} \right) r^2} = \frac{2Fg}{Pr}$$

那么绳子的加速度应该是

$$a = a_B - \dot{\phi}r = \frac{Pg - 3Fg}{P} \quad \text{①}$$

再来分析轮 A, 如图 3 所示。

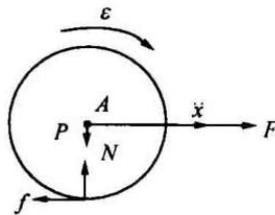


图 3

使用牛顿第二定律

$$\ddot{x} = \frac{F - f}{P/g} = \frac{F - f}{P} \cdot g$$

使用质心的动量矩定理

$$\epsilon = \frac{fr}{J_A} = \frac{fr}{\frac{1}{2} \left( \frac{P}{g} \right) r^2} = \frac{2fg}{Pr}$$

而轮 A 在水平面上作纯滚动, 那么  $\ddot{x} = \epsilon r$

即

$$\begin{aligned} \frac{F - f}{P} \cdot g &= \frac{2fg}{P} \\ f &= \frac{F}{3} \end{aligned}$$

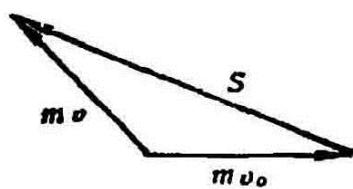
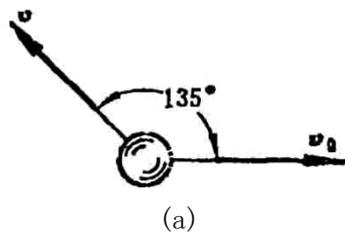
这样绳子的加速度

$$\ddot{x} = \frac{F - f}{P} \cdot g = \frac{2F}{3P} \cdot g \quad \text{②}$$

比较①式和②式, 不难发现  $F = \frac{3}{11} \cdot P$ 。

A 轮轮心的加速度  $\ddot{x} = \frac{2}{11}g$ , B 轮的角加速度  $\ddot{\phi} = \frac{6}{11} \cdot \frac{g}{r}$ 。

8. 棒球质量为  $0.14\text{kg}$ , 以速度  $v_0 = 50\text{m/s}$  向右水平方向运动。被球棒打击后, 棒球与  $v_0$  成  $\alpha = 135^\circ$  角运动, 速度大小降至  $v = 40\text{m/s}$ , 试计算球棒作用于球的冲量。若棒与球的接触时间为  $\frac{1}{50}\text{s}$ , 求棒给球的平均作用力的大小。



(b)  
图

**【答案】** 将棒球简化为一个质点, 用动量定理的积分形式求解, 可用几何法也可以用解析法。

(1) 几何法

画出小球在受球棒打击前后的动量  $mv_0$  (水平向右) 及  $mv$ , 如图(b)。在有限时间  $\frac{1}{50}\text{s}$  内, 动量的改变量为  $mv - mv_0$ , 它应等于棒作用于球的力  $F$  在同一时间内的冲量。因此

$$S = mv - mv_0$$

而

$$mv = 0.14 \times 40 = 5.6\text{N}\cdot\text{s}$$

$$mv_0 = 0.14 \times 50 = 7\text{N}\cdot\text{s}$$

在矢量三角形中, 用余弦定理求得冲量  $S$  的大小为

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{(mv)^2 + (mv_0)^2 - 2(mv)(mv_0)\cos\alpha} \\ &= \sqrt{7^2 + 5.6^2 - 2 \times 5.6 \times 7 \times \cos 135^\circ} \\ &= 11.65\text{N}\cdot\text{s} \end{aligned}$$

设棒给球的平均作用力为  $F$ , 则

$$F = \frac{S}{t} = \frac{11.65}{\frac{1}{50}} = 58.25\text{N}$$

(2) 解析法

以小球为研究对象, 取直角坐标系  $x$  轴与  $v_0$  一致,  $y$  轴沿铅垂向上。用动量定理的投影形式求解。

$$\begin{aligned} S_x &= mv_{2x} - mv_{1x} = -mv\cos 45^\circ - mv_0 \\ &= -0.14 \times (40 \times 0.707 + 50) \\ &= -10.96\text{N}\cdot\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_y &= mv_{2y} - mv_{1y} = mv\sin 45^\circ \\ &= 0.14 \times 40 \times 0.707 \end{aligned}$$

附赠重点名校：理论力学 2016-2022 年考研真题汇编（暂无答案）

第一篇、2022 年理论力学考研真题汇编

2022 年中国人民解放军陆军工程大学 803 理论力学考研专业课真题

中国人民解放军陆军工程大学

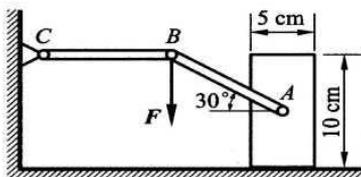
2022 年全国硕士研究生统一入学考试初试试题

科目代码： 803 科目名称： 理论力学 满分： 150 分

注意：①认真阅读答题纸上的注意事项；②所有答案必须写在答题纸上，写在本试题纸或草稿纸上均无效；③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回！

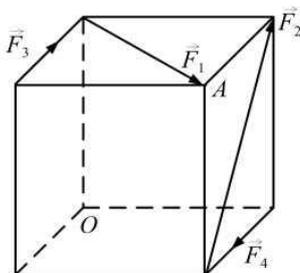
一、计算题（15 分）

如图所示，杆  $AB$  和  $BC$  在点  $B$  处铰接，在铰链上作用有铅垂力  $F$ ， $C$  端铰接在墙上， $A$  端铰接在重为  $P=1\text{kN}$  的均直长方体的几何中心。已知杆  $BC$  水平，长方体与水平面间的静摩擦因数为  $f_s=2/3$ 。各杆重及铰接处摩擦均忽略不计，尺寸如图所示。试确定不致破坏系统平衡时力  $F$  的最大值。



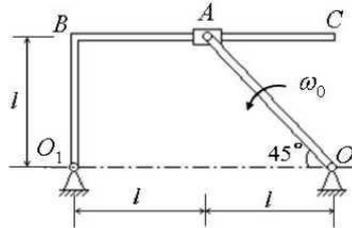
二、计算题（15 分）

如图所示正方体边长为  $c$ ，其上作用四个力  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ ，其中各力大小之间关系为  $F_1=F_2=F_a$ ， $F_3=F_4=F_b$ ，求：（1）此力系对  $OA$  轴之矩；（2）若此力系可简化为一个力，则  $F_a$  和  $F_b$  的关系。



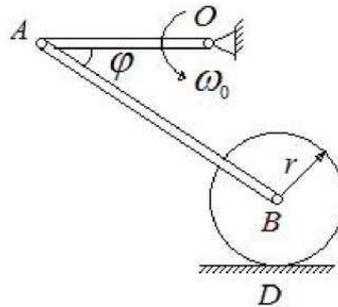
三、计算题 (25 分)

如图曲柄  $OA$  绕轴  $O$  匀速转动, 角速度为  $\omega_0$ , 通过套筒  $A$  带动直角曲杆  $O_1BC$  在图示平面内运动, 试分析图示位置直角曲杆的角速度和角加速度。



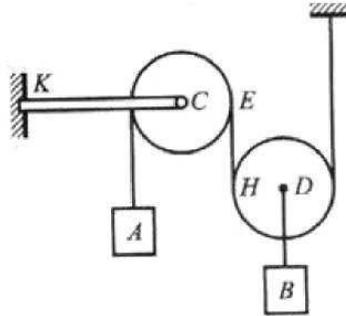
四、计算题 (20 分)

在图示机构中, 曲柄  $OA$  长为  $R$ , 以匀角速度  $\omega_0$  绕  $O$  轴转动, 连杆  $AB$  长为  $L$ , 圆轮半径为  $r$ , 在水平面上纯滚动。试求当  $OA$  处于水平, 且  $\varphi=30^\circ$  时: (1) 轮的角速度  $\omega_B$ ; (2) 轮的角加速度  $a_B$ 。



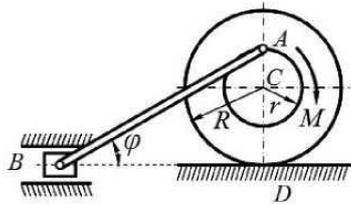
五、计算题 (20 分)

图示机构中, 物块  $A$ 、 $B$  的质量均为  $m$ , 两均质圆轮  $C$ 、 $D$  的质量均为  $2m$ , 半径均为  $R$ 。轮  $C$  铰接于无重悬臂梁  $CK$  上,  $D$  为动滑轮, 梁长度为  $3R$ , 绳与轮间无滑动。系统由静止开始运动, 求: (1)  $A$  物块上升的加速度; (2)  $HE$  段绳的拉力。



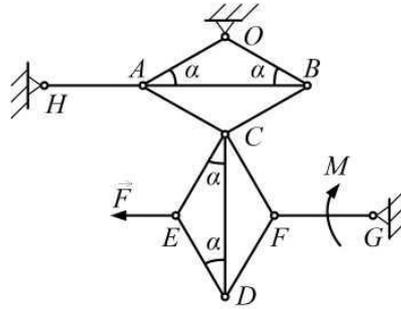
六、计算题 (25 分)

在图示系统中, 鼓轮  $C$  的质量为  $m$ , 半径为  $R=2r$ , 对其中心  $C$  的回转半径为  $\rho$ , 可在水平面上作纯滚动。均质杆  $AB$  长为  $6r$ , 质量为  $m$ , 其一端用光滑铰链  $A$  与鼓轮铰接, 另一端与滑块  $B$  铰接。设滑块  $B$  的质量不计, 滑道水平且光滑, 初始时位于图示位置且静止。若在初瞬时于鼓轮  $C$  上作用一力偶矩为  $M$  的常力偶。试用达朗贝尔原理求图示初始瞬时 ( $AC$  铅垂,  $\varphi=30^\circ$ ) 鼓轮  $C$ 、杆  $AB$  的角加速度、滑块  $B$  的加速度以及地面作用于鼓轮  $C$  的约束反力。



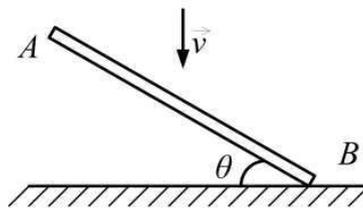
七、计算题 (15 分)

如图所示结构中, 各杆重量均不计。HB 平行于 EG, OD 垂直于 AB,  $\alpha=30^\circ$ 。除 AB、CD 两根杆外, 各杆长均为  $l$ 。在已知  $F$  与  $M$  的条件下, 杆件系统处于平衡。求杆 AB 的内力。



八、计算题 (15 分)

均质细杆质量  $m$ , 长  $l$ , 铅垂自由下落, 与光滑地面发生碰撞时, 速度为  $v$ , 且杆与地面成  $\theta$  角, 如为完全弹性碰撞, 试求: 撞后杆的角速度。



以上为本书摘选部分页面仅供预览，如需购买全文请联系卖家。

全国统一零售价： **¥268.00元**

卖家联系方式：

微信扫码加卖家好友：

