

# 招生简报

增刊 六

---

一九八一年  
全国攻读硕士学位研究生入学  
考试试题选编

理工科

下册

(力学·电学部分)

陕西省招生委员会办公室编印

# 目 录

## 力 学 部 分

|            |     |
|------------|-----|
| 西安交通大学     | 1   |
| 西北工业大学     | 14  |
| 西北电讯工程学院   | 30  |
| 西北轻工业学院    | 36  |
| 西北农学院      | 42  |
| 陕西机械学院     | 45  |
| 西安冶金建筑学院   | 51  |
| 西安公路学院     | 57  |
| 北京大学       | 63  |
| 天津大学       | 69  |
| 吉林大学       | 75  |
| 内蒙古大学      | 81  |
| 兰州大学       | 87  |
| 中国科学技术大学   | 93  |
| 北京工业学院     | 99  |
| 北京航空学院     | 105 |
| 北京钢铁学院     | 111 |
| 北京化工学院     | 117 |
| 北京农业机械化学学院 | 123 |

|              |     |
|--------------|-----|
| 北京印刷学院       | 97  |
| 中国矿业学院北京研究生院 | 100 |
| 华北电力学院       | 102 |
| 东北工学院        | 103 |
| 吉林工业大学       | 106 |
| 合肥工业大学       | 108 |
| 原子核          | 112 |
| 物理研究         | 115 |
| 研究所          | 116 |
| 研究所          | 121 |
| 研究所          | 122 |
| 原子核          | 125 |
| 物理研究         | 129 |
| 研究所          | 131 |
| 研究所          | 132 |
| 机械工业部二〇一研究所  | 132 |
| 中国科学院上海冶金研究所 | 135 |
| 南开大学         | 137 |
| 北方交通大学       | 141 |

## 电 学 部 分

|            |     |
|------------|-----|
| 西安交通大学     | 149 |
| 西北工业大学     | 165 |
| 西北电讯工程学院   | 194 |
| 陕西师范大学     | 202 |
| 陕西机械学院     | 204 |
| 西北纺织工学院    | 211 |
| 北京大学       | 214 |
| 清华大学       | 217 |
| 北京航空学院     | 221 |
| 北京农业机械化学学院 | 223 |
| 北京印刷学院     | 226 |
| 华北电力学院     | 229 |
| 成都电讯工程学院   | 233 |
| 北京广播学院     | 238 |

|                |     |
|----------------|-----|
| 合肥工业大学         | 243 |
| 吉林工业大学         | 247 |
| 大连铁道学院         | 250 |
| 长沙铁道学院         | 254 |
| 天津纺织工学院        | 258 |
| 山东纺织工学院        | 261 |
| 中国科学院电工研究所     | 264 |
| 中国科学院电子研究所     | 275 |
| 中国科学院自动化研究所    | 277 |
| 中国科学院上海技术物理研究所 | 283 |
| 电力工业部电力科学研究所   | 286 |
| 武汉邮电科学研究所      | 288 |
| 南开大学           | 290 |
| 北方交通大学         | 291 |

# 内 科 专 业

## 一、传染病与寄生虫病

### 【A型题】

1. 甲型肝炎的主要传播途径是:

- A、粪口途径
- B、注射或输血途径
- C、性接触传播
- D、经尿传播
- E、吸血昆虫传播

答案 A

**题解** 粪口途径是甲型肝炎的主要传播途径。甲型肝炎病人自潜伏期第25天(相当于黄疸出现前2~3周,或于转氨酶升高前1~2周)至黄疸出现后1~2周,可随粪便排出大量甲型肝炎病毒。因此,当食物、水源、手以及日常生活用品等被病人粪便污染时,甲型肝炎病毒就有可能经粪口途径传播。甲型肝炎无慢性携带状态,且病毒血症期较短,因此,通过注射或输血途径引起甲型肝炎传播极为罕见。性接触传播可能性不大。当粪便中含 $10^6$ CFU/毫升HAV时,精液中HAV为阴性。血清学调查证明,男性同性恋者抗-HAV流行率并不比其他人群高。急性甲型肝炎病人尿中虽可查到HAV,但其滴度远较粪便中HAV为低。当粪便中含 $10^6$ CFU/毫升HAV时,尿中HAV阴性。吸血昆虫传播甲型肝炎未见报告。

2. 急性甲型肝炎常规实验室特异性诊断指标是:

- A、粪便HAV
- B、肝活检组织HAV
- C、粪便抗-HAV IgA
- D、血清抗-HAV
- E、血清抗-HAV IgM

答案 E

**题解** 急性甲型肝炎病人于潜伏期末和急性期早期可随粪便排出HAV,用固相放射

免疫试验检测,于发病一周内收集的粪便标本仅45%HAV阳性;于发病第二周,仅12%粪便标本可检测到HAV。粪便HAV阳性可确诊为急性甲型肝炎,但阴性者不能否定诊断。急性甲型肝炎病人肝组织中可检测到HAV,但本法技术较复杂,且不易被病人所接受。虽然急性甲型肝炎病人粪便抗-HAV IgA可以阳性,但检出率较低,仅18.5%阳性。有人曾提出:检测急性期和恢复期双份血清,如抗-HAV滴度升高4倍以上者,则可诊断为急性甲型肝炎。但是,肝炎病人一般就诊较晚,收集急性期血清较为困难。抗-HAV在发病初期即达高水平,即使取双份血清也常不能证明其滴度升高4倍以上。同时,由于需取双份血清(至少间隔7~10天),因此不能及时作出急性甲型肝炎的诊断。此外,抗-HAV可持续数十年,难以鉴别是近期或既往感染。因此,A、B、C、D均不宜作为急性甲型肝炎的常规实验室特异性诊断指标。抗-HAV IgM于出现症状后不久即达高水平,并可持续几周,然后迅速下降,于3~6个月后转为阴性。因此,抗-HAV IgM是诊断急性甲型肝炎最可靠的实验室检测指标,其优点如下:①抗-HAV IgM上升较早,急性期血清即可阳性,于恢复期其滴度迅速下降,故抗-HAV IgM表示近期感染;②只需单份血清即可诊断,因此一般于病人住院后24小时即可及时作出诊断;③只需少量血清(约25微升);④现已有高度特异和敏感的方法(例如SPRIA、ELISA)可供检测。

3. 某受检查血清抗-HBc和抗-HBs阳性,但其他HBV感染指标(HBsAg、HBeAg、抗-HBe)均阴性,说明该受检查

者正处于:

- A、潜伏期
- B、急性期早期
- C、急性期后期
- D、慢性携带状态
- E、既往感染HBV康复

**答案 E**

**题解** 在典型HBV感染时,血清中HBV指标出现顺序如下:HBsAg→HBeAg→抗-HBc→抗-HBe→抗-HBs。典型的急性乙型肝炎病人于暴露HBV后18~84天(49±17天)在血清中即可检出HBsAg。一般在出现HBsAg后几天或几周(2~8周),出现肝功能异常和临床症状及体征,此时血

清中HBsAg达到高峰,然后逐渐下降,持续几天到几个月不等,最后从血清中消失。一般于HBsAg消失后,约有几周至几个月“空窗”(此时抗-HBc阳性),才出现抗-HBs。HBeAg于出现HBsAg后不久或同时出现,随病情好转或恢复而消失,但常在HBsAg阴转前消失。在HBsAg尚未消失,而抗-HBs尚未出现前(约在黄疸出现后4~9周)抗-HBe阳转。抗-HBc于HBsAg阳转后2~10周出现,于急性期和恢复期血清中均可检测到抗-HBc,并持续多年。因此,受检者血清抗-HBc和抗-HBs阳性,但其他HBV指标阴性,说明既往感染HBV康复。HBV血清学指标评价见下表:

| HBsAg | HBeAg | 抗-HBc | 抗-HBc | 抗-HBs | 评 价                            |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------|
| +     | +     | -     | -     | -     | HB潜伏期或急性期早期                    |
| +     | +     | -     | +     | -     | 急性HB或慢性携带者                     |
| +     | -     | +     | +     | -     | 急性HB后期或慢性携带者                   |
| -     | -     | +     | +     | +     | 急性HB恢复                         |
| -     | -     | -     | +     | +     | 既往感染HBV康复                      |
| -     | -     | -     | -     | +     | 免疫而无感染,重复暴露HBsAg但无感染,或既往HB感染康复 |
| -     | -     | -     | +     | -     | 既往HB感染康复但未测到抗-HBs,或慢性感染        |

4.下列疾病中,何种疾病的血清中不能发现乙型肝炎表面抗原?

- A、荨麻疹
- B、多发性结节性动脉炎
- C、冷凝球蛋白血症
- D、原发性胆汁性肝硬化
- E、肝细胞性肝癌

**答案 D**

**题解** 乙型肝炎抗原血症可见于多种具有免疫复合物形成的疾病。原发性胆汁性肝硬化与乙型肝炎抗原血症之间无关联。

5.重症病毒性肝炎患者,出血最主要的原因是:

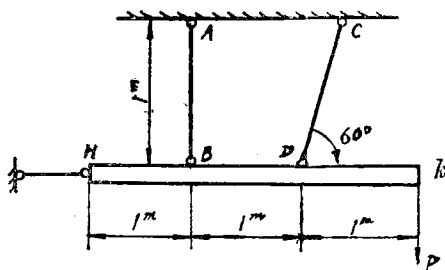
- A、血小板减少
- B、凝血因子合成障碍
- C、X、Ⅻ因子减少

D、毛细血管脆性增加

E、维生素K吸收障碍

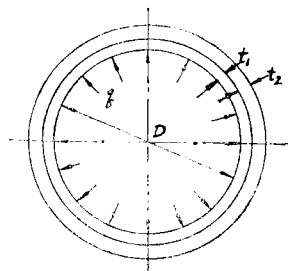
**答案 B**

**题解** 一般认为,重症肝炎的出血倾向其主要原因是凝血因子合成障碍(B)。现已明确,肝脏是多种凝血因子的合成场所,如I、II、V、VII、IX、X因子。在肝细胞严重受损时,与肝脏有关的凝血因子合成减少,加上这些凝血因子半寿期很短,致使在血中的水平迅速下降,发生凝血机制障碍引起出血,故本题的正确答案是B。A、D在重症肝炎时可以出现,但不是本病出血的主要原因。C是二种在肝脏中合成的凝血因子,意义同B,不过没有B全面。E也是导致本病出血的一个因素,能使某些凝血因子(II、VII、IX、X)制造障碍,但这只是构成障碍



题 2 图

题 2 图

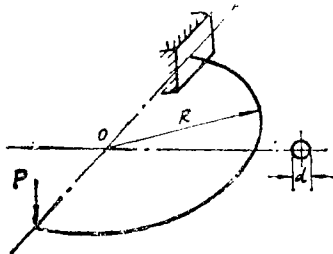


$D \gg t_1, t_2$

题 4 图



题 5 图



题 3 图

## 流 体 力 学

(本试题采用工程单位制)

### 一、(20 分)

简要解释下列各题:

1. 定性地画出当  $M_\infty > 1$  和  $M_\infty < 1$  时, 沿  $or$  射线的气流速度分布形状, 并比较在无限远处  $M_2$  与  $M_\infty$  的大小。
2. 从力学概念上讨论下面几种小孔出流情况中  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  和  $C_4$  的大小。
3. 指明下列方程使用条件的异同:

(i)  $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{c^2}{2g} = \text{const}$  (沿流线)

(ii)  $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{c^2}{2g} = \text{const}$  (空间任意点)

(iii)  $z + \int \frac{dp}{\gamma} + \frac{c^2}{2g} = \text{const}$  (沿流线)

(iv)  $i + \frac{c^2}{2g} = \text{const}$  (沿流线)

(v)  $\varepsilon + \frac{p}{\gamma} + \frac{c^2}{2g} = \text{const}$  (沿流线)

式中  $p$ —压力;  $c$ —速度;  $\gamma$ —重率;  $\varepsilon$ —内能。

### 二、(20 分)

直径为  $10^{\text{cm}}$  的圆管内, 水的流速为  $5\text{m/sec}$ , 在此圆管的末端装有出口直径为  $5^{\text{cm}}$  的喷嘴, 试求水作用于喷嘴的力。设喷嘴出口为大气压力, 水的  $\gamma = 1000\text{kg/m}^3$ 。

### 三 (25 分)

一直流风洞将  $K = 1.3$  的空气从初始压力  $1 \text{ kg/cm}^2$  等熵变化到终压  $0.35 \text{ kg/cm}^2$ 。假定每秒钟通过的重量流量为  $46 \text{ Kg}$ ，空气的初始温度为  $21^\circ\text{C}$ ，并忽略初速。求压力降落  $0.10 \text{ Kg/cm}^2$  处的温度和速度，以及风洞出口速度和喉部的面积。

$$\left[ \text{附: } \frac{T}{T_0} = \left( 1 + \frac{K-1}{2} M^2 \right)^{-1}; R = 29.3 \text{ Kg} \cdot \text{m/kg} \cdot ^\circ\text{K} \right]$$

### 四 (20 分)

直径为  $4 \text{ mm}$ 、长度为  $10 \text{ m}$  的圆管内有水流动，圆管进出口之间的压差为  $0.1$  大气压。

i) 试求通过的流量 ( $v = 0.01 \text{ cm}^2/\text{sec}$ ) ;

ii) 验证流态;

iii) 求维持此流动所需的功率。

$$\left[ \text{附: } \lambda = 64/\text{Re}; \lambda = 0.3164/\text{Re}^{1/4}; \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg \text{Re} \sqrt{\lambda} - 0.8 \right]$$

### 五 (15 分)

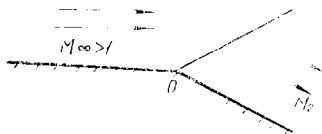
理想流体以  $V_\infty = 50 \text{ m/Sec}$  的速度绕一半径  $R = 10 \text{ cm}$  的圆柱流动 (如图)。设来流的压力  $p_\infty = 1.5$  大气压，密度  $\rho_\infty = 0.12 \text{ Kg/sec}^2/\text{m}^4$ 。

i) 求驻点 A、C 和弦点 B、D 的压力，并比较实际流体与理想流体绕流时在 C 点的压力。

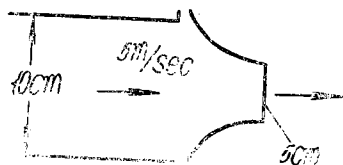
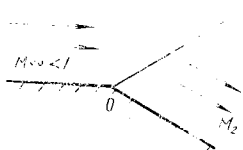
ii) 前、后、左、右离圆心多大距离处，可忽略对均匀流场的影响 (速度允许偏差不超过 1%)。

$$\left[ \text{附: 绕圆柱流动, 其速度势和流函数分别为: } \varphi = v_\infty x \left( 1 + \frac{R^2}{x^2 + y^2} \right) \right]$$

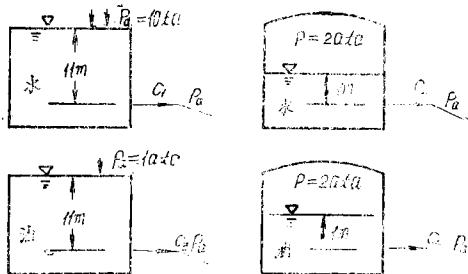
$$\psi = V_\infty y \left( 1 - \frac{R^2}{x^2 + y^2} \right)$$



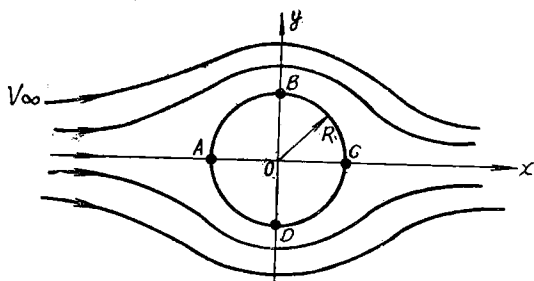
题一(1)图



题二图



题一(2)图



题五图

# 工程热力学

## 一、问答题：（40 分）

1. 试述平衡态的特征，实现的条件以及这一概念在热力学中的重要性。
2. 热量和热能、热量和功的区别各何在？为什么要作这样的区分？
3. 热力学中所指的温差传热损失和日常所讲的散热损失有无差别？差别何在？
4. 我们知道，理想气体的内能仅是温度的函数，而理想气体的熵就不是温度的单值函数，内能和熵都属状态参数，为什么会有这种不同？
5. 何谓稳定流动？实现稳流的条件又是什么？研究稳流有什么现实意义？
6. 试导出下式：

$$dh = C_p dT - A \left[ T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p - v \right] dp$$

上式用于理想气体时，可简化成什么形式？

7. 何谓化学平衡常数？化学平衡常数在热力动力循环的分析研究中有什么用处？
8. 试就热力学观点，比较燃气与蒸汽两种工质的优缺点。

## 二、（25 分）

有一燃气轮机，已知进口燃气温度为  $780^\circ\text{C}$ ，压力为 6 大气压；出口压力为 1 大气压。燃气的平均定压比热为  $0.25$  大卡/公斤 $^\circ\text{C}$ ，燃气轮机的内相对效率为  $85\%$ 。试求：

1. 燃气轮机输出功率为 3600 马力时所需的燃气流量。
2. 燃气轮机出口处燃气的比容。
3. 由于过程不可逆引起的作功能力的损失。
4. 此项损失是否就是由于过程不可逆燃气轮机少做的功？

（气体常数取  $29.3$  公斤—米/公斤 K，大气环境温度为  $27^\circ\text{C}$ ）

## 三、（20 分）

设有一容积为  $0.1$  米<sup>3</sup> 的氧气瓶从储氧筒进行充氧、储氧筒中氧气的压力  $p_0 = 50$  大气压，温度  $t_0 = 27^\circ\text{C}$ 。氧气瓶中氧气压力  $p_1 = 5$  大气压，温度  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ 。迅速打开阀门，当氧气瓶中压力升到与储氧筒压力相等时迅速关闭阀门。设在充氧过程中  $p_0$ 、 $t_0$  保持不变。试求：

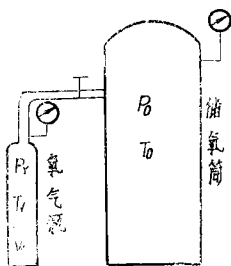
1. 当阀门关闭时，氧气瓶中氧气的温度和充进氧气的重量。
2. 当氧气瓶在大气中放久后，瓶中氧气压力是多少？
3. 假如充气过程极为缓慢，充气结果有何不同？

（取定比热计算，大气环境温度为  $27^\circ\text{C}$ ）

## 四、（15 分）

某房屋在冬季利用热泵从大气抽取热量来维持  $15^\circ\text{C}$  的室温。通过墙壁的热损失，在室内与大气每度温差下，估计约为  $0.65$  [千瓦/度]。试问：

1. 如果大气温度为  $(-15^\circ\text{C})$ ，驱动热泵所需的最小功率是多少？
2. 用同一热泵在夏季为房屋制冷。如房屋内外每度温差热损失和热泵输入功率与上述



情况相同，并要维持室温为  $15^{\circ}\text{C}$ ，问最大允许的大气温度是多少？

## 传 热 学

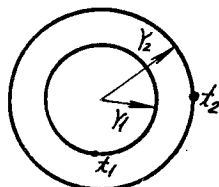
### 一、(20 分)

解释下列名词：

- (1) 热扩散率 (导热系数)
- (2) 肋面总效率
- (3) 膜态沸腾
- (4) 热边界层
- (5) 灰体

### 二 (20 分)

试用傅立叶定律推导出球壁(如右上图，假设  $t_1 > t_2$ )的导热公式。试述球体法测量颗粒状物体导热系数的原理及实验装置 1，并指出提高测量精确度的措施。



4-16

### 三 (20 分)

试将下列导热问题的数学描写式转化为显式差分表示式：

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (0 < x < \delta), \quad t(x, 0) = t_0.$$

$$\frac{\partial t(0, \tau)}{\partial x} = 0, \quad t(\delta, \tau) = t_{\infty}$$

### 四 (20 分)

试推导二维的对流换热能量微分方程式

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + u \frac{\partial t}{\partial x} + v \frac{\partial t}{\partial y} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right),$$

在推导过程中有那些简化假定，这些假定与实际情况的差距如何？

### 五 (20 分)

一平面上有一半球凹坑，其半径  $R = 25\text{mm}$ ，表面温度为  $15^{\circ}\text{C}$ ，表面黑度为 0.5。试确定：(1) 凹坑的辐射散热量，(2) 凹坑的有效黑度  $\epsilon_{\text{eff}}$ 。所谓有效黑度是指半球底面（半球在平面上的投射面积）发射凹坑的辐射散热量所表现出来的黑度。

## 振 动 力 学

### 一、填空题 (10 分)

1. 单自由度有阻尼系统在共振（即激振力的频率  $\omega$  等于无阻尼系统固有频率  $P$ ）时的放大因子  $Q$ ，与相对阻尼系数  $C$  之间的关系是 \_\_\_\_\_。系统的带宽  $\Delta\omega$  与  $Q$  的关系是 \_\_\_\_\_。共振时激振力的相位比位移响应的相位 \_\_\_\_\_  $90^{\circ}$ 。

2. 两端受轴向恒力压缩的直杆，其横向振动固有频率比不受压缩时杆的固有频率 \_\_\_\_\_。

3. 两根长度相同的钢制棒，截面积分别为  $F_1$  和  $F_2$ ，且  $F_2 = 2F_1$ ，则粗棒的各阶纵

向固有频率与细棒对应各阶固有频率之比为\_\_\_\_\_。

4. 剪切变形和转动惯量对梁的横振动固有频率的影响是：前者使固有频率\_\_\_\_\_，后者使固有频率\_\_\_\_\_，且前者的影响比后者的影响\_\_\_\_\_。

5. 单自由度非线性保守系统的自由振动周期与如下一些因素有关：\_\_\_\_\_。

## 二、(5分)

两个简谐运动信号分别接入阴极射线示波器的  $x$ 、 $y$  输入端；试求：

1. 若所得李萨如图 (Lissajous) 图为

则此两振动运动的振幅比  $\xi_0 = x/y$ ，相位差  $\varphi$  及频率比  $\lambda$  各为多少？

2. 若已知

$$x = A \sin 3\omega t$$

$$y = B \sin \omega t$$

试画出李萨如图形。

## 三、(5分)

压电晶体加速度计，结构如图。惯性质量  $m = 10$  克，圆形压电晶体片的直径  $D = 10$  毫米，弹性模量  $E = 2 \times 10^{10}$  牛顿/米<sup>2</sup>、总厚度  $t = 8$  毫米。若不计阻尼，也不计电参数的影响，试画出该加速度计的频率特性示意图，并说明当要求误差小于 5% 时，该加速度计的可使用的频率范围。

## 四、(15分)

有甲乙两个单自由度系统如图示，质量分别为  $M_1 = 1$  千克， $M_2 = 0.25$  千克。两系统的弹簧刚度均为  $k = n^2 \times 10^4$  牛顿/米。设原来两系统均静止于平衡位置。今两系统的悬挂点的位置  $y(t)$  按下面相同规律随时间变化。

$$y(t) = \begin{cases} 0 & \text{米 } t < 0 \\ y_0 = 5 \times 10^{-4} & \text{米 } 0 \leq t \leq t_1 = 0.01 \text{ 秒} \\ 0 & \text{米 } t > t_1 \end{cases}$$

试问：

1. 在  $0 \leq t \leq t_1$  区间，两系统偏离起始平衡位置的最大绝对位移各为多少？

2. 在  $t > t_1$  区间，两系统的振幅各为多少？

3. 分别对此两系统画出位移响应曲线。

## 五、(15分)

图示三自由度系统，各质量相同， $m_1 = m_2 = m_3 = m$ ，各弹簧的刚度亦相同， $k_1 = k_2 = k_3 = k$ ，各阻尼器的粘滞阻尼系数  $C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = C$ ， $C_1 = 2C$ 。今已知此系统的前两阶无阻尼固有频率为  $p_1 = 0.445 \sqrt{\frac{k}{m}}$ ， $p_2 = 1.247 \sqrt{\frac{k}{m}}$  ( $p_1^2 = 0.198 \frac{k}{m}$ ， $p_2^2 = 1.555 \frac{k}{m}$ )，求此系统的第三阶固有频率及第三阶模态阻尼比  $r_2$  (模态阻尼比就是正则振型的相对阻尼系数)。

## 六、(25分)

一台机车A牵引两节车箱，B、C在直轨道上匀速行驶，不计滚动摩擦力和空气阻力，计算模型如图。今遇事故而紧急刹车，制动力等效于在A上施加力  $F(t)$ ，设  $F(t)$  为：

$$F(t) = \begin{cases} -F_0 & 0 \leq t \leq t_1 \\ 0 & t < 0, t > t_1 \end{cases}$$

已知  $m_1 = 2m$ ,  $m_2 = m_3 = m$ ,  $k_1 = k_2 = k$ ,  $c_1 = c_2 = c$ 。试用模态分析方法确定弹簧受力情况的变化规律。

七、(10分)

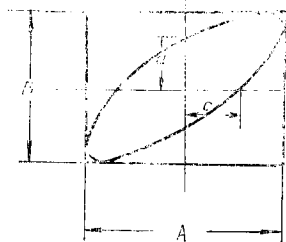
用瑞雷 (Rayleigh) 法求解带有集中质量的均质等截面悬臂梁的第一阶横振动固有频率。设已知梁长为  $l$ , 质量密度为  $\rho$ , 弹性模量为  $E$ , 截面积为  $A$ , 截面惯性矩为  $J$ , 集中质量  $M = \rho A l$ , 位于离左支点为  $B = \frac{l}{4}$  处。

八、(15分)

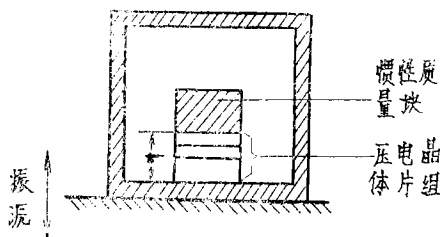
两端简支均质等截面梁, 长为  $l$ , 截面积为  $A$ , 截面惯性矩为  $J$ , 材料弹性模量为  $E$ , 质量密度为  $\rho$ 。设初始条件为  $y(x, 0) = f_1(x)$ ,  $\frac{\partial y}{\partial t} \Big|_{t=0} = f_2(x)$ 。求梁在分布力  $q(x, y)$  作用下的响应, 该分布力为:

$$q(x, y) = \begin{cases} q(t) & \frac{l}{4} \leq x \leq \frac{3}{4}l \\ 0 & 0 \leq x < \frac{l}{4}, l \geq x > \frac{3}{4}l \end{cases}$$

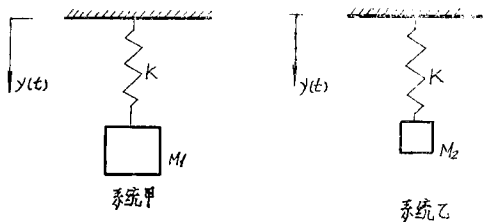
并且讨论当  $f_3(x) = f_1(x) = 0$  的条件下, 响应的特点。



题二(1)图



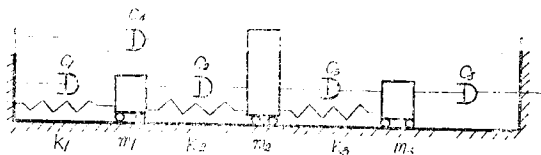
题三图



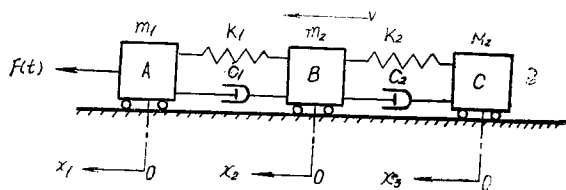
(1)

(2)

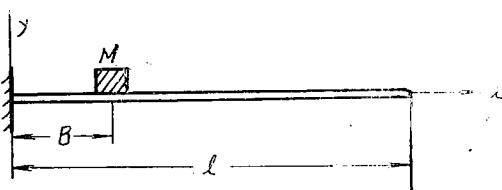
题四图



题五图



题六图



题七图

## 弹性力学

说明：(1) 第 1、2、3、4 题必做，第 5 及第 6 题中任选做一题。

(2) 各题分数分配如下：第 1 题 24% 第 2 题 16% 第 3 题 20%

第 4 题 20% 第 5 或第 6 题 20%

一、

(i) 设有等边三角形薄板，受有集度为  $q$  的均匀拉力，内有一直径为  $2a$  的小孔，如图所示。试写出求孔边应力时的所有边界条件 ( $b \gg 2a$ )。

(ii) 在复连通的平面问题中（边界没有受到任何约束），当温度场  $T = T(x, y)$  满足下列方程

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

有否可能产生热应力？为什么？

(iii) 试就下列三种情况，写出用复变函数幂级数表达的普通形式，并阐述理由：

- 有孔的无限平面体
- 无孔的有限平面体
- 有孔的有限平面体。

二、试证明均质的、各向同性的线弹性材料的应力主轴与应变主轴相重合。

三、兹有扇形薄板如图所示。两端作圆弧形，厚度为  $t$ ，若两端作用合力矩为  $M$  的外力，试求应力分量。

四、薄壁圆筒两端受有扭矩  $M_n$ （假定处于均匀应力状态），圆筒壁有一小孔如图所示。圆筒壁厚为  $h$ ，中面半径为  $a$ 。试求小孔边的最大和最小正应力，并指出这些应力所在的位置。

五、有一简支梁如图所示，梁上的总荷重已知为  $W$ 。试用变分法（瑞利—李兹法）求最大挠度。

六、等边三角形截面悬臂梁，自由端沿  $x$  轴受集中力  $P$

(i) 假设泊松比  $\nu = \frac{1}{2}$ ，则可求得问题的精确解。试求此时的应力分量和最大剪应力。

(ii) 证明横截面上的剪应力的合力是通过形心  $O$  点的铅直力  $P$ 。

附 录

(1) 用极坐标表示的平面问题的变形协调方程为

$$\nabla^2 \nabla^2 \varphi = 0$$

$$\text{式中 } \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}$$

方程式 (a) 的通解为

$$\varphi = {}_1\varphi_0 + {}_2\varphi_0 + {}_1\varphi_1 + {}_2\varphi_1 + \overline{{}_1\varphi_0} + \overline{{}_2\varphi_0} + {}_1\varphi_m + {}_2\varphi_m$$

其中

$${}_1\varphi_0 = c_{01}r^2 + c_{02}r^2 \ln r + c_{03} + c_{04} \ln r$$

$${}_2\varphi_0 = (c'_{01}r^2 + c'_{02}r^2 \ln r + c'_{03} + c'_{04} \ln r) \theta$$

$${}_1\varphi_1 = \left( c_{11}r^3 + c_{12} \frac{1}{r} + c_{13}r + c_{14}r \ln r \right) \cos \theta$$

$${}_2\varphi_1 = \left( c'_{11}r^2 + c'_{12} \frac{1}{r} + c'_{13}r + c'_{14}r \ln r \right) \sin \theta$$

$$\overline{{}_1\varphi_0} = (\overline{c_{01}}r + \overline{c_{02}}r \ln r) \theta \cos \theta$$

$$\overline{{}_2\varphi_0} = (\overline{c_{01}}r + \overline{c_{02}}r \ln r) \theta \sin \theta$$

$${}_1\varphi_m = \sum_{m=2}^n (c_{m1}r^{m+2} + c_{m2}r^m + c_{m3}r^{-m-2} + c_{m4}r^{-m}) \cos m\theta$$

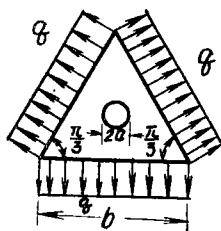
$${}_2\varphi_m = \sum_{m=2}^n (c'_{m1}r^{m+2} + c'_{m2}r^m + c'_{m3}r^{-m-2} + c'_{m4}r^{-m}) \sin m\theta$$

(2) 对于有一小孔的薄板，在  $x$  方向受有均匀分布拉力，如图所示，则在小圆附近的应力分量为

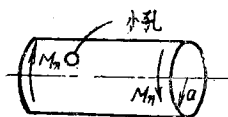
$$\sigma_r = \frac{q}{2} \cos 2\theta \left( 1 - 4 \frac{a^2}{r^2} + 3 \frac{a^4}{r^4} \right) + \frac{q}{2} \left( 1 - \frac{a^2}{r^2} \right)$$

$$\sigma_\theta = -\frac{q}{2} \cos 2\theta \left( 1 + 3 \frac{a^4}{r^4} \right) + \frac{q}{2} \left( 1 + \frac{a^2}{r^2} \right)$$

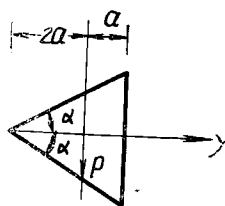
$$\tau_{r\theta} = -\frac{q}{2} \sin 2\theta \left( 1 + 2 \frac{a^2}{r^2} - 3 \frac{a^4}{r^4} \right)$$



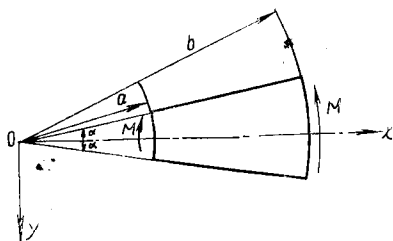
题一图



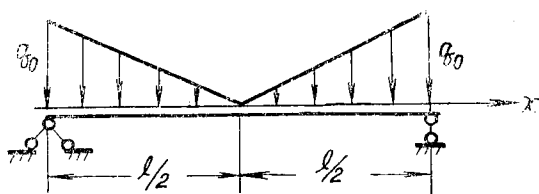
题四图



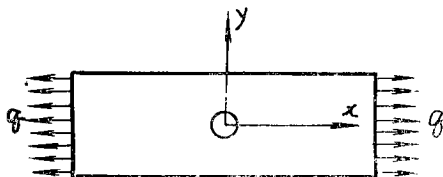
题六图



题三图



题五图



题六(2)图

## 机械原理

### 一、(35 分)

图示齿轮机构，已知各轮齿数， $Z_1 = 27$ ， $Z_2 = 67$ ， $Z_3 = 30$ ， $Z_4 = 66$ ；各轮分度圆上的压力角  $\alpha = 20^\circ$  ( $\sin 20^\circ = 0.342$ ， $\cos 20^\circ = 0.94$ ) 模数  $m = 5 \text{ mm}$ 。

1. 齿轮 3、4 为正常齿标准圆柱直齿轮，按无侧隙中心距安装。a) 试计算两轮的分度圆直径，分度圆压力角，齿顶圆直径，基圆直径，周节，法节，机构的中心距，传动比，两轮的节圆直径，节圆压力角。b) 用作图或计算法确定重迭系数  $\epsilon$  的值，并说明其含义。c) 在图上标出开始啮合点  $B_2$  的位置及轮齿在该位置啮合时，啮合点的相对速度 ( $v_{43}$ ) 的方位和指向。

2. 若齿轮 1、2 也是正常齿标准圆柱直齿轮，按齿轮 3、4 的中心距安装，试计算齿轮 1、2 的分度圆直径，节圆直径，分度圆压力角，节圆压力角及传动比  $i_{12}$ 。

3. 若齿轮 1、2 按轮 3、4 的中心距安装，而要求轮 1、2 实现无侧隙传动，则轮 1、2 应采用何种齿轮 (轮 1、2 的齿数及标准模数，标准压力角仍为题给数据不变)？并说明所用方案的优缺点。

### 二、(20 分)

图示主动、右旋斜齿轮，顺时针向转动时，

1. 试在图上画出齿面接触线的变动过程。

2. 设轮齿螺旋角为  $\beta$ ，试导出斜齿轮法面模数  $m_n$  与端面模数  $m_s$  的关系式，法面压力角  $\alpha_n$  和端面压力角  $\alpha_s$ ，法面齿高系数  $h_n^*$  和端面齿高系数  $h_s^*$  的关系式 (必要时可借助斜齿条导出关系式)。

### 三、(15 分)

图示轮系中，已知齿轮的齿数  $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_2'$ ， $Z_4 = 48$ ， $Z_5 = 24$ ， $Z_6 = 48$ ， $Z_7 = 20$ ， $Z_8 = 50$ ， $Z_{11} = Z_{12}$ ， $Z_{13} = 1$ ，(右旋蜗杆)， $Z_{14} = 144$ 。

1. 若齿轮 9、10 未装入轮系中，且齿轮 11 固定不动，当  $n_{\lambda} = 1440$  转/分，转向如图  
所示时，求输出轴转速  $n_{\text{出}}$  的大小和转向。

2. 若将齿轮 9、10 装入轮系中， $n_{\lambda} = 1440$  转/分，转向如图所示，而输出轴转速  $n_{\text{出}}$ ，  
只比 1 中求得的输出轴转速  $n_{\text{出}}$  多一转而转向相同，试求齿轮 9、10 的传动比。

#### 四、(20 分)

对心、尖端、移动从动件盘形凸轮机构的尺寸、参数为：

导槽长  $b$ ；

从动件宽  $2r$ ；

凸轮轴心至接触点 B 的距离  $R$ ；

从动件自导槽中伸出的长度  $a$ ；

从动件和导槽间摩擦系数  $f_1$ ，摩擦角  $\phi_1$ ， $\tan \phi_1 = f_1$ ；

从动件和凸轮间摩擦系数  $f_2$ ，摩擦角  $\phi_2$ ， $\tan \phi_2 = f_2$ ；

从动件的压力角  $\alpha$ 。

当凸轮等速转动而作用在凸轮上的驱动力矩为  $M$  时，求：

1. 等速上升的从动件上能承受的阻力  $Q$  ( $Q$  沿从动件轴线作用)；

2. 在上述条件下机构处于自锁的条件；

3. 设  $a = 2b$  时，近似地导出自锁情况下压力角与两摩擦角间的关系式。

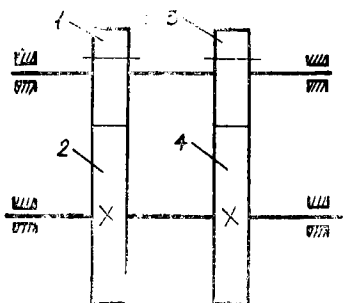
#### 五、(10 分)

铰链器杆机构  $O_A A B O_B$  中，机架  $O_A O_B = 100 \text{ mm}$ ，连架杆  $O_A A = 40 \text{ mm}$ ， $O_A A$  的第一  
个位置  $O_A A_1$  和连杆的三个位置 I、II、III 如图所示。试求：

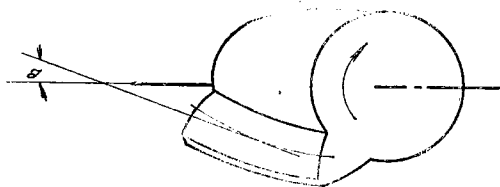
1. 该机构的连杆 AB 和连架杆  $BO_B$  的长度；

2. 论述所求机构是曲柄摇杆机构、双摇杆机构还是双曲柄机构，并指出  $O_A A$ ， $BO_B$   
是曲柄还是摇杆。

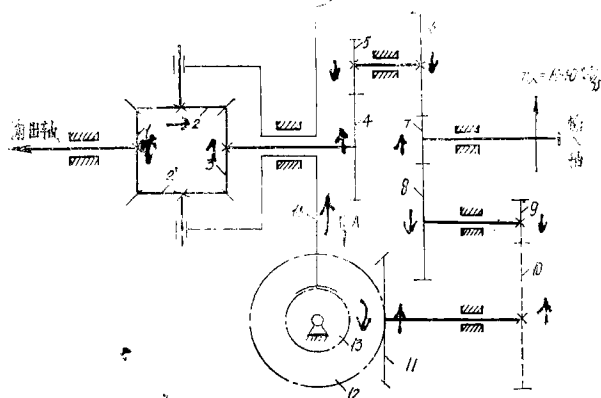
(本题可在题图上作图求解)



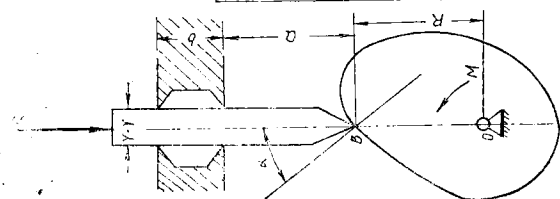
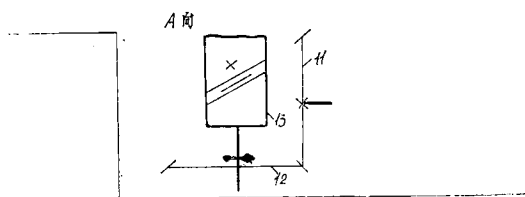
题一图



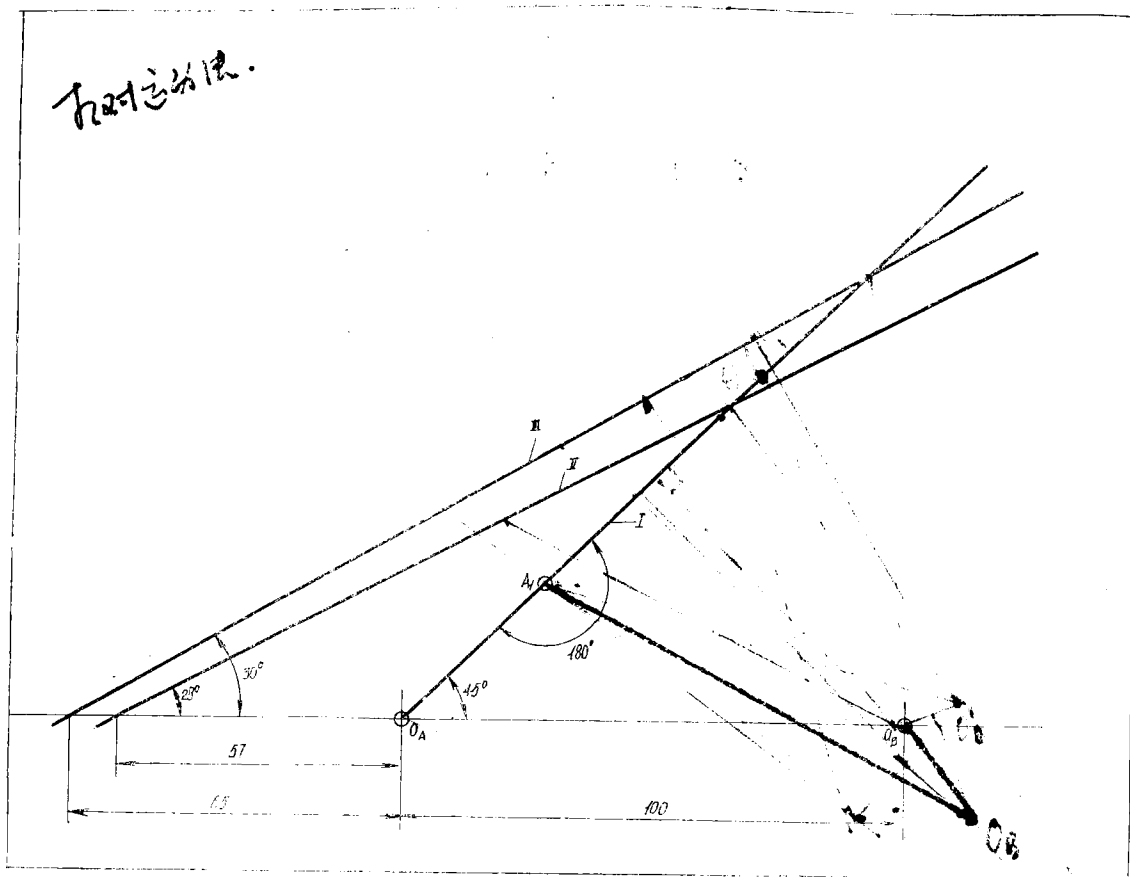
题二图



题三图



题四图



题五图

# 西北工业大学

## 理论力学

[一般力学用]

1. 细杆  $OA$  长  $l$ , 一端用光滑球铰  $O$  固定于墙上, 另一端  $A$  装有集中质量  $m$ . 由天花板的点  $B$  垂下的细绳  $CB$  系在杆上的点  $C$ , 把杆维持于水平位置. 已知  $\angle BOC = \alpha$ , 试写出细杆的运动微分方程. 设杆和绳的质量不计, 且绳不能伸长.

2. 匀质薄圆盘半径为  $r$ , 在粗糙水平面上滚动而不滑动. 圆盘平面与水平面间的夹角  $\alpha = 60^\circ$  不变, 圆盘质心  $C$  沿半径  $\beta/2)r$  的圆周作匀速运动. 试求  $C$  的速度  $v_c$ .

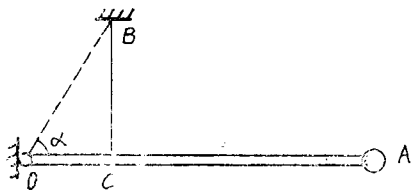
3. 供风洞试验的机翼模型质量为  $m$ , 悬挂在弹簧系数为  $K$  的弹簧上, 并由系数为  $K_2$

的扭簧支承。设模型重心  $G$  在悬点  $O$  的水平前方距离为  $e$  处。已知模型对于过质心  $G$  并垂直于图面之轴的转动惯量为  $J$ 。写出此系统在平衡位置附近作微幅振动的运动微分方程并计算固有频率。

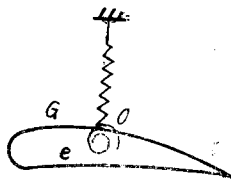
注：设悬点  $O$  只能沿铅垂线方向运动。

4. 匀质细直杆  $AB$  质量为  $m$ ，长为  $2l$ ， $A$  端由长为  $2l$  的细绳悬挂在固定点  $O$  上，细绳无重且不能伸长；杆的  $B$  端可沿光滑铅直固定直线  $OX$  滑动。弹簧自然长度为  $2l$ ，弹簧系数为  $C$ ，一端固定于点  $O$ ，一端与点  $B$  连结。试写出杆  $AB$  在空间的运动微分方程，确定其平衡位置，并研究各平衡位置的稳定性。

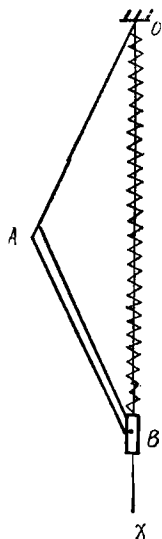
(每题 25 分)



题1图



题3图



题4图

## 理 论 力 学

[各专业选用，111，709不用此题]

1. 曲柄连杆机构如图。OA、OB 等长，均质，重量都是  $P$ 。滑块  $B$  重  $Q$ 。OB 为水平线，OAB 在铅垂面内。各铰链均理想光滑，而滑块与滑道间静滑动摩擦系数为  $f$ 。求此机构平衡时  $\angle AOB = \varphi$  的值。设  $\varphi < \frac{\pi}{2}$ 。

2. 舰艇 A 以速度  $\vec{v}_1$  在海平面上前进时，发现左前方距离为  $l$ 、偏角为  $\gamma$  处的固定目标 B，随即发射火箭击中该目标。设火箭发射时的初速  $\vec{v}_0$ （这是相对于舰艇的速度）大小是确定的。不计空气阻力，求发射时火箭应取的仰角  $\alpha$ （即  $\vec{v}_0$  与水平面的夹角）及  $\vec{v}_0$  在水平面的投影与  $\vec{v}_1$  间的夹角  $\beta$ 。