北京大学工学院 2023 年夏令营面试总结

2023.7.2

在刘宇老师的鼓励下，我报名北京大学工学院夏令营。

北大工院夏令营开始的比较早，在 5 月的时候就可以开始报名了，夏令营时间则定在 7 月的第一天。非常感谢刘宇老师、王建春老师写的夏令营推荐信，我顺利入选夏令营名单。

夏令营两天，北大就不像南科大一样报销夏令营路费 QAQ，住宿问题也需要自己解决 QAQ，同时也要求提前一天进行报道，有条件的话最好提前定好附近的酒店，以免行程耽误而影响发挥。第一天上午听工学院老师们介绍工学院情况，下午开始则是不同专业的面试环节，其中流体力学专业的面试是从下午开始，航空航天工程专业的面试则从第二天开始（可能是因为这个专业的人太少）。

第一天上午随机抽取的面试顺序

面试的内容在面试的前 2 天就会公布出来，大体流程是 2-3 分钟英文自我介绍+面试提问环节，总时长在 20 分钟左右。作为我国工学的发源地，面试提问环节所考察的内容必定会围绕数理基础展开，大致为：高数/数分、线代/高代、常/偏微分方程、专业知识提问。有的专业公布的面试内容虽仅有专业知识，但 80%的问题都是在考察高数和线代，对，就是航空航天工程专业。

仅说明专业知识考查,但实际考查内容围绕高数\线代展开

“工学院的格局，在北大外面，在北大青鸟后面，是夹在物理学院和北大出版社之间的小巷尽头”，同学们就坐工学院楼道那等面试，每人 20 分钟，面试的会议室里进一个出一个，老师们对时间的把控非常准，误差不会超过 1 分钟。候场时，外校的同学先查验一下身份证，本校的同学查验校园卡，进去后，坐到会议室最前面的小凳子上，面对一张左右两边都坐满北大工院名师的大桌子，面试开始。

“Please introduce yourself in English”，开始一段 2 分钟的英文自我介绍（这个英文自我介绍是我去的前一天在路上准备的，打算后面在面试上交大、浙大、北航和中科院的时候都用的这个，一劳永逸），这个英文自我介绍考察的其实是一个英语口语的流利性，对于全英文授课且日常做英语 Pre 的南科大本科生来说，不必担心，自信大方就好。

接下来就是面试的一些问题，收录如下：

高等数学部分：

函数 f(x) 在x_0处可导的条件

函数在某点可导的充要条件是函数在该点的左右极限都存在且相等。

函数连续的条件

若函数 f（x）在 x0 有定义，且极限与函数值相等，则函数在 x0 连续。

微积分的核心思想、微积分里最重要的定理是什么

牛顿-莱布尼茨公式（Newton-Leibniz formula)，通常也被称为微积分基本定理，揭示了定积分与被积函数的原函数或者不定积分之间的联系。

定义

如果函数 $f(x)$ 在区间 $[a,b]$ 上连续，并且存在原函数 $F(x)$ ，

则

$$\int_a^b f(x)\,dx = F(b) - F(a) = F(x)|_a^b.$$

极限的定义

极限的广义定义：指无限靠近而永远不能到达的意思

极限在数学上的定义：某一个函数中某个变量，此变量在变化的永远的过程中，逐渐向某一个确定的数值不断逼近，而永远不能够重合到的过程中，此变量的变化被人为规定为永远靠近而不停止。极限是一种变化状态的描述

2、数列极限的定义

设{ x_n }为一个数列，存在常数 a ， $\forall\varepsilon>0$ (ε是任意给定正数)不论它多么小，总 $\exists$正整数N ，使得当 $n>N$ 时，不等式 $|x_n-a|<\varepsilon$ 都成立，那么常数 a 是数列{ x_n }的极限，或者称数列{ x_n }收敛域 a

线性代数部分：

AX=B 有解的条件

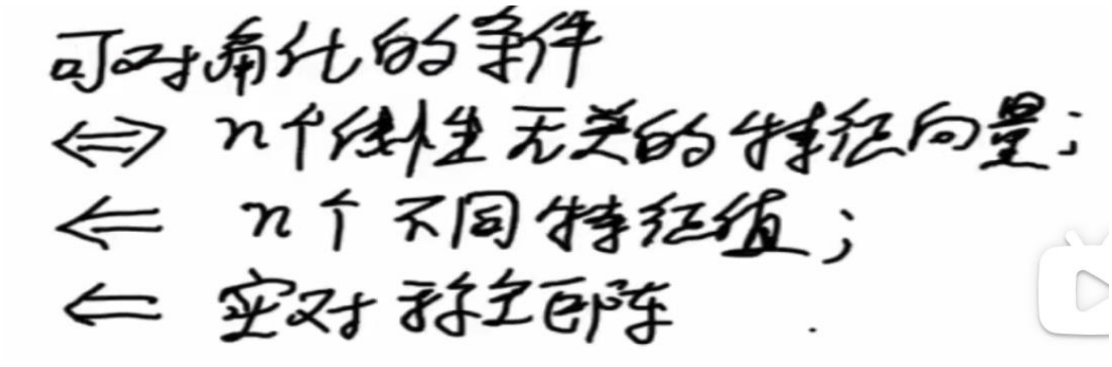
<u>充分必要条件：增广矩阵的秩等于系数矩阵的秩，即 r(A,b) = r(A)。</u>

前面提到，当A为n维矩阵时

Ax=b有解 等价于 rank(A)=rank(A,b) 即矩阵A的列向量中的线性无关的列向量数目和其增广矩阵的线性无关的列向量数目相等，则意味着列向量b可以被A中的列向量的线性组合表示。

Ax=b有唯一解 等价于 rank(A)=rank(A,b)=n 即矩阵A中的线性无关的列向量数目=n 则主元个数为n，没有无关变量，则必有唯一解。

矩阵可对角化的条件



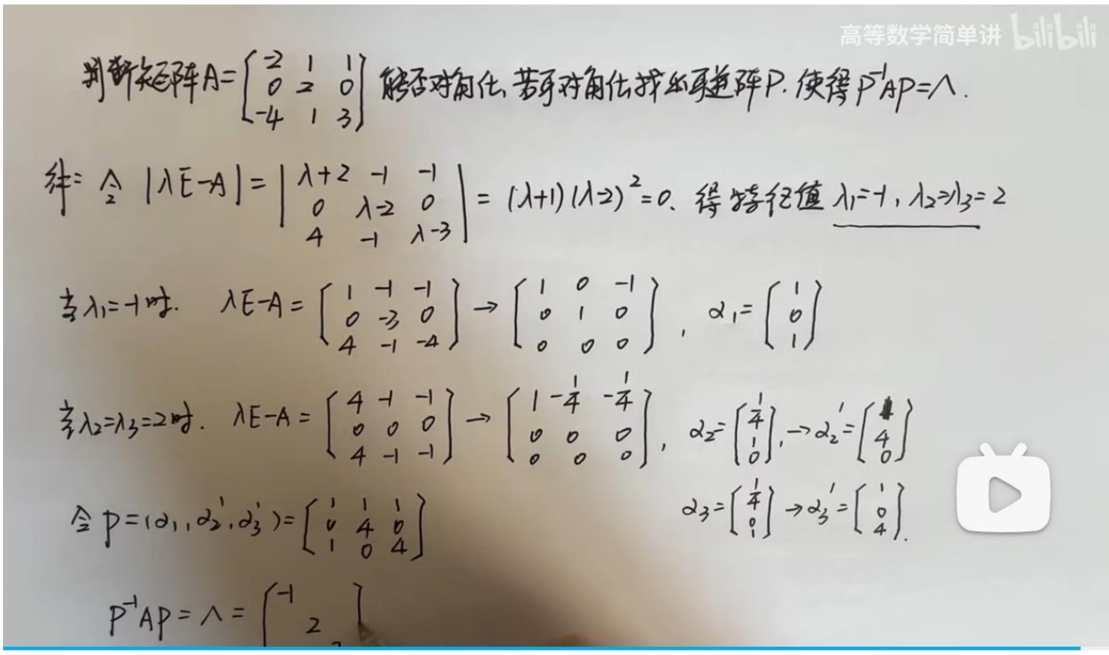
实对称矩阵

播报 编辑 讨论 上传视频

数学名词

本词条缺少**概述图**，补充相关内容使词条更完整，还能快速升级，赶紧来编辑吧！

如果有n阶矩阵A，其矩阵的元素都为实数，且矩阵A的转置等于其本身（$a_{ij}=a_{ji}$），（i,j为元素的脚标），则称A为实对称矩阵。



矩阵的秩是什么，其与矩阵中不相关的向量有什么关系

专业课程部分：

解释皮托管测速的原理并画出来

解释风吹过房屋为什么会将房顶掀起

默写一下伯努利方程并阐述一下它的使用条件

使用伯努利定律必须符合以下假设，方可使用；如没完全符合以下假设，所求的解也是近似值。

1、定常流：在流动系统中，流体在任何一点之性质不随时间改变。

2、不可压缩流：密度为常数，在流体为气体适用于马赫数(Ma)<0.3。

3、无摩擦流：摩擦效应可忽略，忽略黏滞性效应。

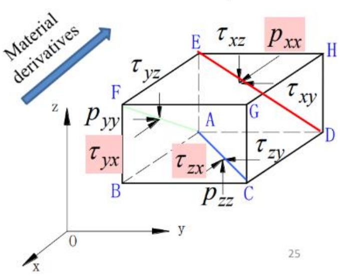
4、流体沿着流线流动：流体元素沿着流线而流动，流线间彼此是不相交的。

默写一下 NS 方程，如写不出，请说出其中含有哪些项

- Force Balance
  - Newton's Second Law ***F*** = m***a***
    - ✓Summary in the all directions

$$a_x = \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z}$$
$$a_y = \frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial z}$$
$$a_z = \frac{\partial w}{\partial t} + u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z}$$

$$X - \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p_{xx}}{\partial x} - \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} - \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}\right) = \frac{Du}{Dt}$$
$$Y - \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p_{yy}}{\partial y} - \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} - \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x}\right) = \frac{Dv}{Dt}$$
$$Z - \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p_{zz}}{\partial z} - \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} - \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y}\right) = \frac{Dw}{Dt}$$



– Constitutive equations for stress

$$\left.\begin{aligned} \tau_{xy} &= \tau_{yx} = \mu\left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right) \\ \tau_{yz} &= \tau_{zy} = \mu\left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}\right) \\ \tau_{zx} &= \tau_{xz} = \mu\left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}\right) \end{aligned}\right\}(1)$$

$$\left.\begin{aligned} p_{xx} &= -p + p'_{xx} = -p - \frac{2}{3}\mu div\vec{V} + 2\mu\frac{\partial u}{\partial x} \\ p_{yy} &= -p + p'_{yy} = -p - \frac{2}{3}\mu div\vec{V} + 2\mu\frac{\partial v}{\partial y} \\ p_{zz} &= -p + p'_{zz} = -p - \frac{2}{3}\mu div\vec{V} + 2\mu\frac{\partial w}{\partial z} \end{aligned}\right\}(2)$$

- Navier-Stokes Equations

$$X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right) + \nu\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) = \frac{Du}{Dt}$$

Hamiltonian $\nabla = \vec{i}\,\frac{\partial}{\partial x} + \vec{j}\,\frac{\partial}{\partial y} + \vec{k}\,\frac{\partial}{\partial z}$

Laplacian $\nabla^2 = \nabla \bullet \nabla = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \left(\vec{V} \bullet \nabla\right)u = X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \nu\nabla^2 u + \nu\frac{\partial}{\partial x}(\nabla \bullet \vec{V})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \left(\vec{V} \bullet \nabla\right)v = Y - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + \nu\nabla^2 v + \nu\frac{\partial}{\partial y}(\nabla \bullet \vec{V})$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \left(\vec{V} \bullet \nabla\right)w = Z - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} + \nu\nabla^2 w + \nu\frac{\partial}{\partial z}(\nabla \bullet \vec{V})$$

$$\rho\left[\frac{\partial V}{\partial t} + (V.\nabla)V\right] = -\nabla P + \rho g + \mu\nabla^2 V$$

change of velocity with time

Convective term

Pressure term: Fluid flows in the direction of largest change in pressure

Body force term: external forces that act on the fluid (such as gravity, electromagnetic, etc.)

viscosity controlled velocity diffusion term

方程的左端为流体单元的**动量变化率**:

1.时间项

2.对流项

这两项可以通过拉格朗日坐标系下动量对时间的全导推导出欧拉系下的表达式。在欧拉系下，时间项为偏导。

方程右端为作用在流体单元上的**各种力**:

1.压力项

2.体积力

3.粘性力

解释一下推导 NS 方程的过程中出现的本构方程

对于有粘性的流动问题，需要求得应力，有***广义牛顿内摩擦定律***，广义牛顿内摩擦定律建立起了应力和应变率的关系，故称之为牛顿流体本构方程：

有牛顿内摩擦定律：$\tau=\mu\frac{\partial u}{\partial y}$，得到牛顿流体剪切力表达式：

$$\tau_{yx}=\tau_{xy}=\mu\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right);$$

$$\tau_{zy}=\tau_{yz}=\mu\left(\frac{\partial v}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial y}\right);$$

$$\tau_{xz}=\tau_{zx}=\mu\left(\frac{\partial w}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial z}\right);$$

正应力不止由压力构成，粘性也产生一部分应力，有：

$$\tau_{xx}=2\mu\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{2}{3}\mu(\nabla\cdot\vec{V})-p$$
$$\tau_{yy}=2\mu\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{2}{3}\mu(\nabla\cdot\vec{V})-p$$
$$\tau_{zz}=2\mu\frac{\partial w}{\partial z}-\frac{2}{3}\mu(\nabla\cdot\vec{V})-p$$

知乎 @半瓢晃荡

- 等式右侧第一项和第二项被称为粘性力项

广义牛顿粘性定理

对于有粘性的流动问题，需要求得应力，有***广义牛顿内摩擦定律***，广义牛顿内摩擦定律建立起了应力和应变率的关系，故称之为牛顿流体本构方程：

有牛顿内摩擦定律：$\tau=\mu\frac{\partial u}{\partial y}$，得到牛顿流体剪切力表达式：

$$\tau_{yx}=\tau_{xy}=\mu\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right);$$

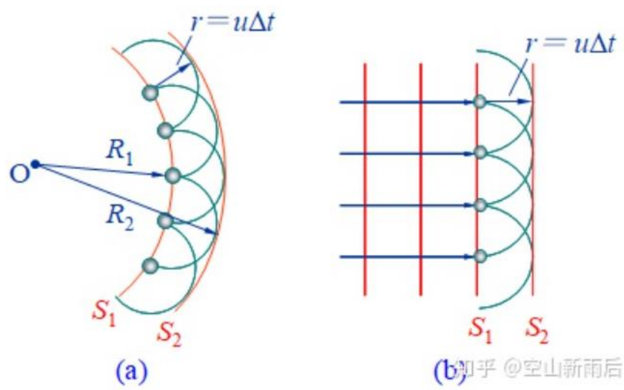
$$\tau_{zy}=\tau_{yz}=\mu\left(\frac{\partial v}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial y}\right);$$

$$\tau_{xz}=\tau_{zx}=\mu\left(\frac{\partial w}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial z}\right);$$

声学相关
偏微分方程学过吗
数学物理方法学过吗

解释一下惠更斯原理

- **惠更斯原理：某一时刻，同一波面上的各点，都可以看做是发射子波的波源，在其后的任一时刻，这些子波波源发出的子波波面的包络面就是该时刻的新波面。**简单来说就是，波的任何一点都可以看作是一个波源



简述一下声学波动方程

杨氏双缝干涉实验中，光源需要满足的条件是什么

2.发生干涉的条件：**两列光的频率相同、相位差恒定和振动方向相同**

双缝干涉中决定明暗条纹的条件 - 百度文库

wenku.baidu.com/view/0d0dc94574c66137ee06eff9aef8941ea66e4b19.html

解释一下热线校准的原理

志。热线风速仪器测量速度的基本原理是热平衡原理，利用放置在流场中的具有加热电流的细金属丝来测量流场中的流速，风速的变化会使金属丝的温度产生变化，从而产生电信号而获得风速。

根据热平衡原理，当风速仪中的热线置于介质(流场)中并通以电流时，热线中产生的热量应与之耗散的热量相等。换言之，在风速仪热线没有其他形式的热交换条件下，加热电流在热线中产生的热量应等于热线与周围介质的热交换。根据King公式，我们可以近似的得到换热表面的努谢尔数与雷诺数之间的关系，也就是说，只要知道换热系数，就可以得到通过风速仪热线处流速的大小和方向。

King 公式可以表示为：

$$Nu = A + B\,\mathrm{Re}^{0.5}$$

其中，$Nu = \dfrac{\alpha \cdot L}{\lambda}$——努谢尔数

$\mathrm{Re} = \dfrac{\upsilon \cdot L}{\nu}$——雷诺数

α ——对流换热系数，W/(K•m²)

L——定性尺寸，m

A, B——为常数，根据不同的热线而定

由热平衡原理，在不考虑热辐射的前提下，热线的热耗散应该等于电流流过热线所产生的热量。热耗散可用下式得出：

$$Q_{耗散}=\alpha F\left(T_w-T_f\right) \tag{2}$$

其中，α——热线的对流换热系数，W/(K•m^2)

F——热线表面换热面积，m^2

T_w——热线表面温度，℃

T_f——主流温度，℃

电流流过热线产生的热量为：

$$Q_{电}=I_w^2R_w \tag{3}$$

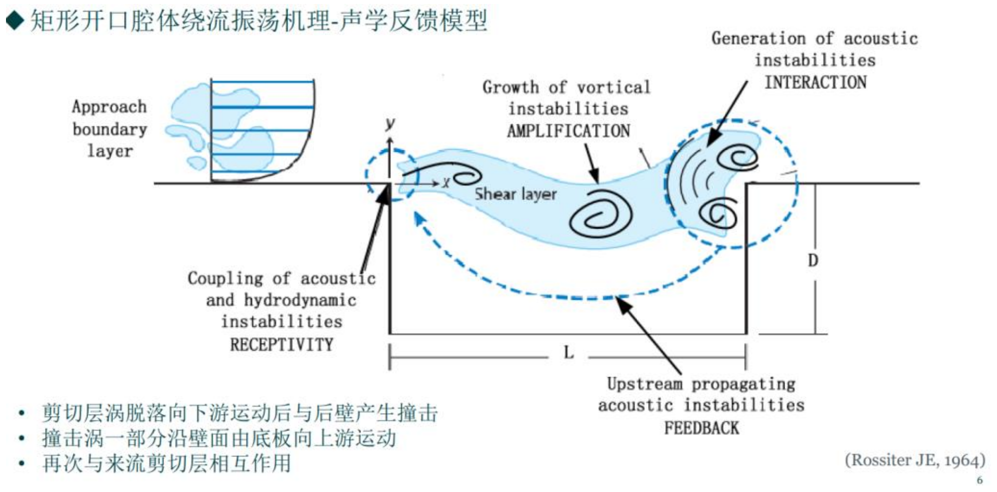
其中，I_w——电流，A

R_w——电阻，Ω

于是可以得出：

$$I_w^2R_w=\alpha F\left(T_w-T_f\right) \tag{4}$$

请描述一下空腔流动的理论模型（画出漩涡的方向）



需要说明的是，在面试之前会提交一些材料，具体包括：简历、成绩单、个人陈述、获奖证明等，面试中所提的问题也会围绕这些展开，所以提交的材料务必切实且合理，例如：如果写到自己做了什么实验，那么对实验的原理、所使用的实验器材的原理、实验的结果等必须做到非常熟悉，避免出现自己挖坑埋自己的尴尬场面。此外，北大工院夏令营只招收直博生，报考时需要填写意向报考的导师，面试时会受到该导师的着重“关照”，尽可能地做好相关的准备吧，奥里给~

20 分钟的面试很快就会结束，出会议室，正值午后，艳阳高照。