

个人陈述

清华大学航天航空学院

能源与动力工程

航73 沈扬

目录

- 学业成绩
- 科研工作
- 综合素质

学业成绩

- 清华大学学业优秀奖学金

学年	GPA	排名
大一	3.368	35/72
大二	3.762	15/72
大三	3.900	10/72



热方向专业必修及限选课程成绩

课程名	学分	成绩	绩点
传热学	3	B+	3.6
热物理数值计算	3	B+	3.6
燃烧学	3	A-	4.0
传热的准备与技术	2	A-	4.0
热物理量测技术	3	A	4.0
推进原理与技术	3	A	4.0
粘性流体力学	3	A	4.0
新概念热学	2	A	4.0
Matlab与科学计算	1	A	4.0
空气动力学	3	A	4.0

科研工作

参与科研项目4项：

◆参与SRT两项

- 大二：正庚烷在氩气稀释下火焰传播特性研究
- 大三：RP-3亚/超临界热物性替代模型构建

◆入选海外研修支持计划（Komiya Lab, Institute of fluid mechanics, Tohoku University）

- 大二暑假：溶液扩散系数的浓度依赖关系测量

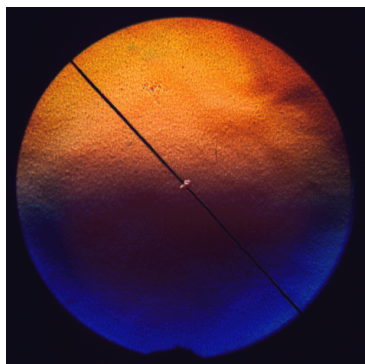
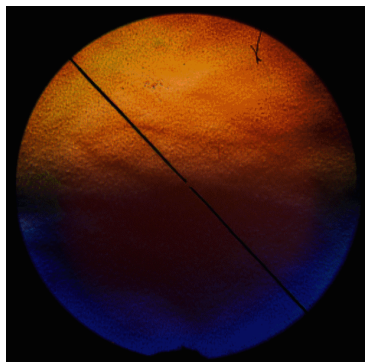
◆北京计算科学研究中心暑期实习

- 大三暑假：高努森数下气体流动R13方程的求解

科研成果：

- 以**第一作者**身份在中国工程热物理年会-**燃烧学**分会/**传热传质**分会分别投稿论文
- 一篇英文文章撰写修改中..

正庚烷在氩气氛围下火焰传播特性研究

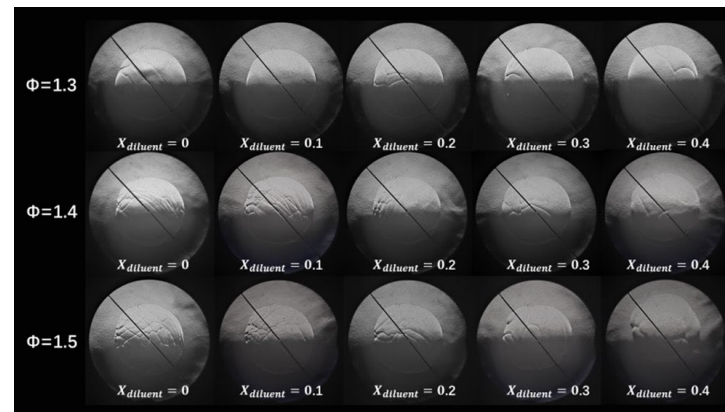


胞状不稳定性

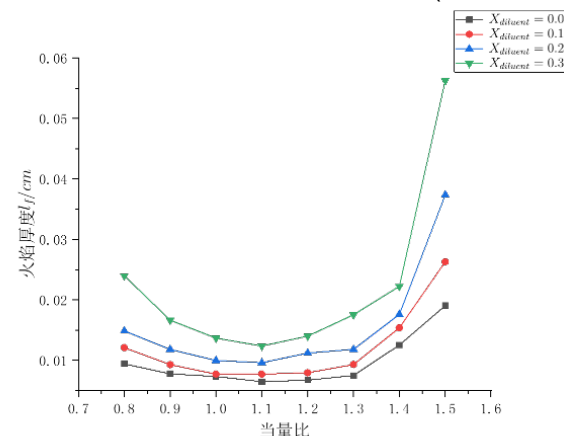
- 热扩散不稳定性
 - 由限量反应物热运输与质量运输的竞争引起
 - 表现为火焰面上较大的裂痕

- 动力学不稳定性
 - 由火焰面两侧的密度跳变引起
 - 表现为火焰面上小而密集的胞状结构

稀释作用?



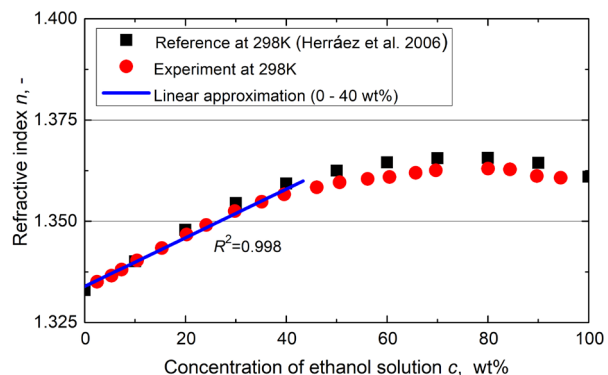
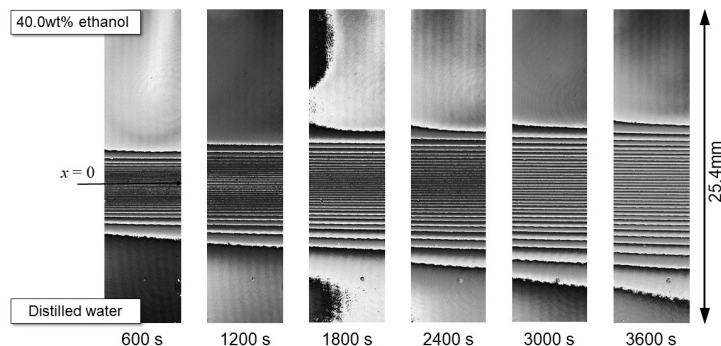
不同当量比/稀释率下火焰形态 (R=20mm)



不同当量比/稀释率下火焰面厚度变化

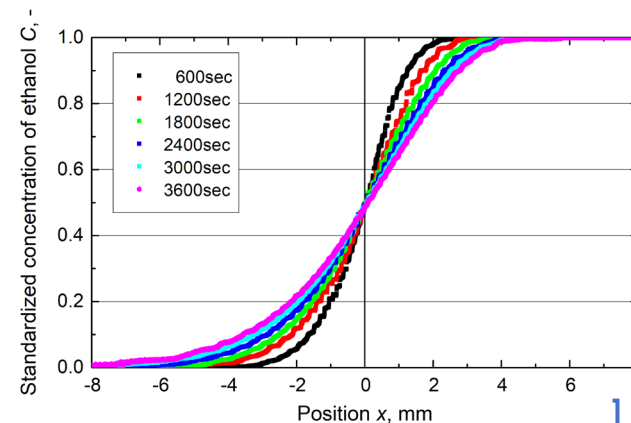
溶液扩散系数的浓度依赖关系测量

通过干涉仪获得不同扩散时间瞬态浓度场的相差数据



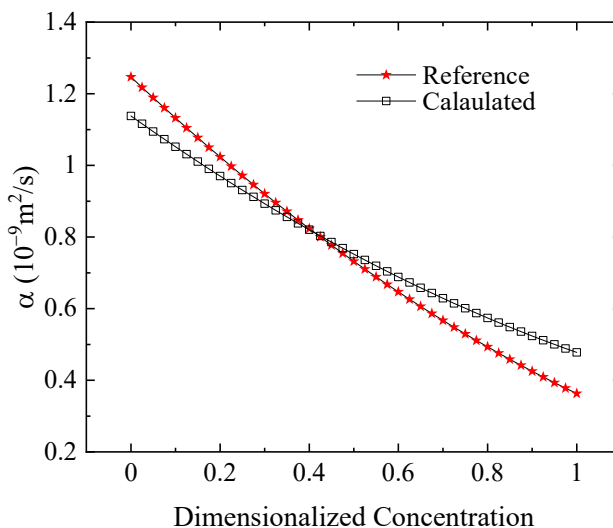
将相差数据转换为浓度分布

获得不同扩散时间的瞬态浓度场



相对误差较大

- 优化算法的问题？未找到最优解？
- 尝试多种GA算法，选取最优
- 初始扰动的影响？



$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial C}{\partial X} \left(D(C) \frac{\partial C}{\partial X} \right)$$

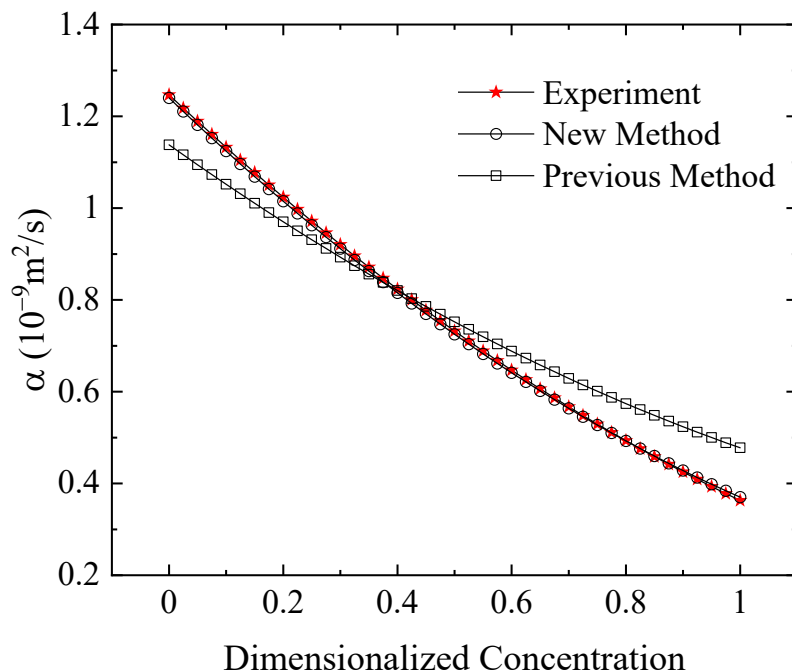
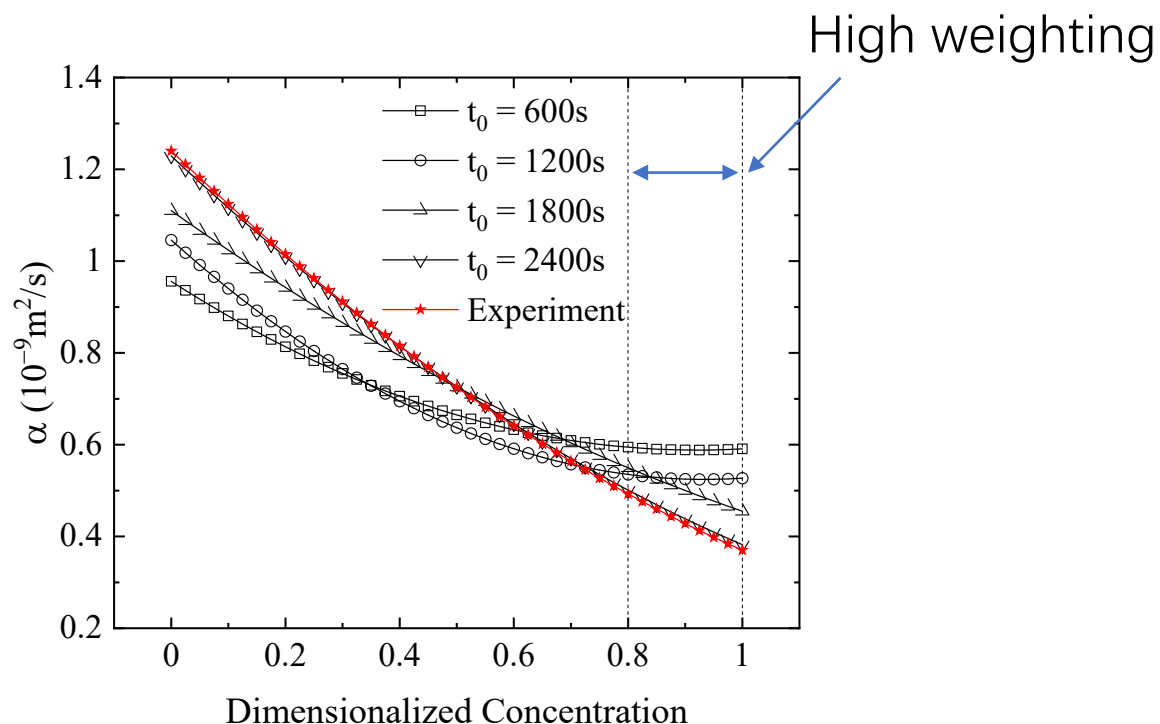
$$D(C) = D_0 + \alpha C + \beta C^2$$

$$\varphi(D_{cal}) = \int_{-\infty}^{\infty} |C_{exp}(x) - C_{cal}(x, D_{cal})| dx$$

通过最小化目标函数，求得扩散系数 $D(C)$ 的表达式

- 分析扩散时间间隔对反问题求解的影响
- 通过在高浓度区目标函数设置高权重, 分析初始扰动的影响
- 研究目标函数对反问题求解的影响

- 用于求解的两个浓度场之间的时间间隔至少达到1200s
- 直到 $t_0 = 2400s$, 初始扰动影响消失
- 在高/低浓度区——浓度场变化明显的位置施加高权重, 优化效果更佳



$\Delta t = 1200s$, 选取不同时刻浓度场作为初始浓度场时的求解结果

求解结果对比

航空煤油RP-3亚/超临界热物性替代模型构建

航空煤油RP-3
亚/超临界状态下
热物性参数

密度
定压比热容
粘度
热导率
.....

实验

替代模型模拟

C4替代模型

Species	Chemical Formula	Mole fraction
n-decane	C10H22	0.2030
n-dodecane	C12H26	0.3810
methylcyclohexane	C7H14	0.1470
n-butylbenzene	C10H14	0.2690

采用优化
算法进行
模型优化

经验导向的
模型构建
方式

针对不同
物性建立
不同模型

改进

试图建立
统一的热
物性模型

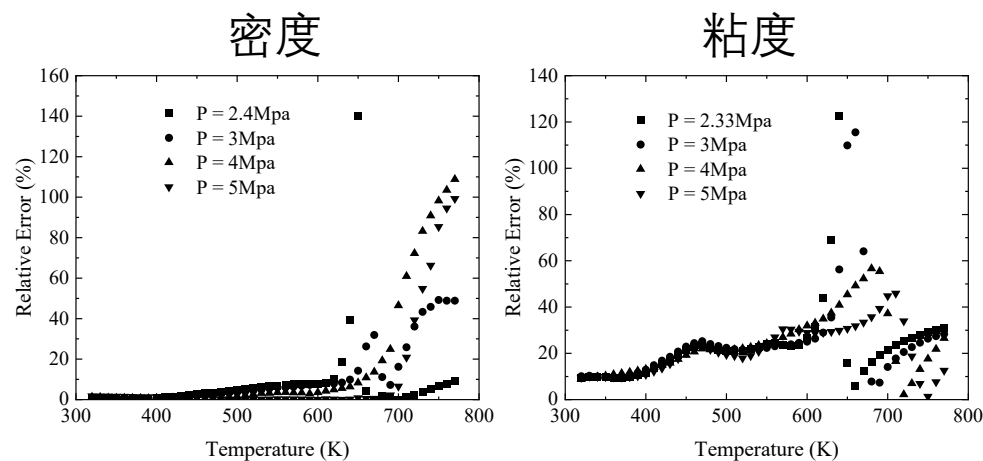
原因

整体相对
误差偏大
高温区模
型失效

不足

高温区进
行变组分
修正

高温区煤
油可能发
生裂解



C4模型计算结果与实验值的相对误差

广义对应态法则

RP-3-C4+模型

表 1: C4 模型与 RP-3-C4+ 模型

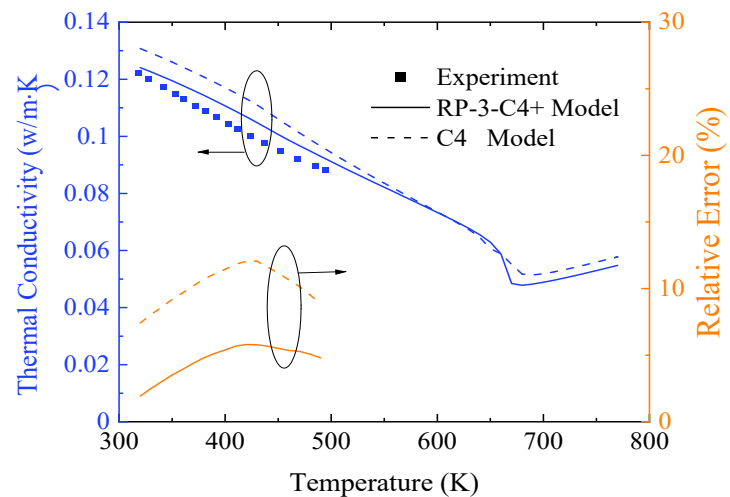
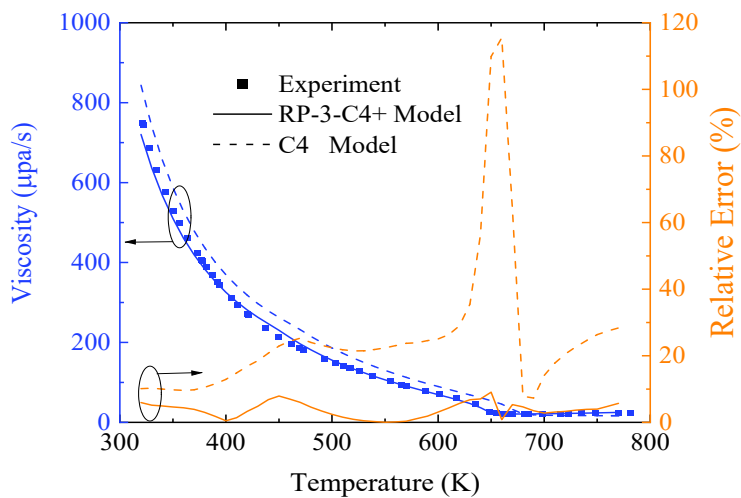
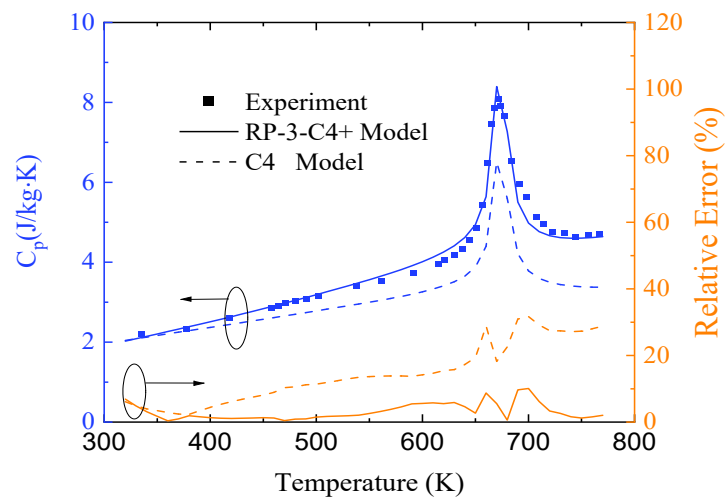
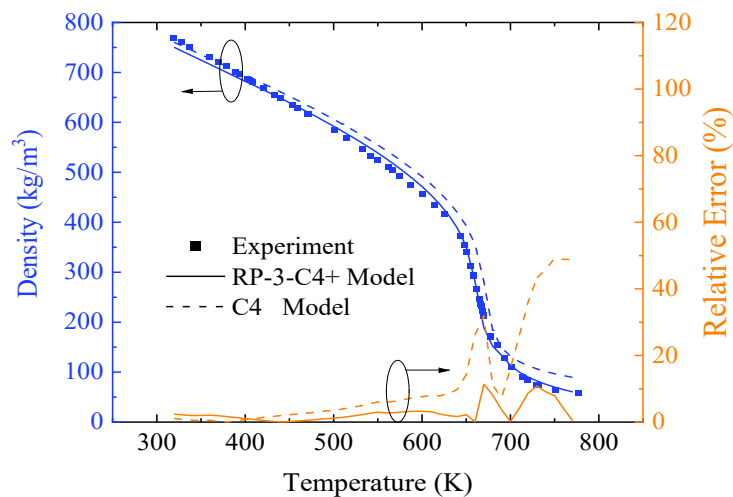
Species	Chemical formula	Surrogate model components in mole fraction				
		C4 Model	RP3-C4+ Model			
			μ	ρ	λ	Cp^a
n-decane	C10H22	0.2030	$0.6320 - f(T, P)^b$	$0.6220 - g(T)^c$	0.1430	0.2030
n-dodecane	C12H26	0.3810	$0.1520 - f(T, P)$	$0.1100 - g(T)$	0	0.3810
methylcyclohexane	C7H14	0.1470	$0.2160 - f(T, P)$	0	0	0.1470
n-butylbenzene	C10H14	0.2690	0	$0.2680 - g(T)$	0.8570	0.2690
cyclohexane	C6H12	0	0	$g(T)$	0	0
octadecane	C18H38	0	$f(T, P)$	0	0	0

^a 将计算结果乘以 $(8.54 \times 10^{-4}T + 0.7185)$ 作为最终结果

^b $f(T, P) = \max(0.0054T - 0.19P - 2.97, 0)$

^c $g(T) = \min(P - 2.34, 1) \times \max(0.01T - 6.9, 0)$

3Mpa下C4模型与RP-3-C4+模型对比



相对误差

ρ :

Surrogate Model	2.4Mpa		3Mpa		4Mpa		5Mpa	
	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)
C4	7.87	140.10	11.43	49.22	17.56	108.06	10.73	99.25
RP-3-C4+	3.57	21.34	2.91	11.33	2.97	12.56	4.22	12.73

C_p :

Surrogate Model	3.02Mpa		4.02Mpa		4.98Mpa		5.98Mpa	
	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)
C4	14.38	31.86	14.00	27.96	15.06	28.40	14.86	28.89
RP-3-C4+	3.24	13.98	3.65	12.06	3.19	7.91	1.74	5.79

η :

Surrogate Model	2.33Mpa		3Mpa		4Mpa		5Mpa	
	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)
C4	23.29	122.6	25.44	115.54	23.74	56.66	21.35	45.90
RP-3-C4+	5.23	56.84	3.70	9.06	3.23	7.46	3.11	7.41

λ :

Surrogate Model	2Mpa		3Mpa		4Mpa		5Mpa	
	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)	Ave Err (%)	Max Err (%)
C4	8.94	11.75	9.94	12.06	10.05	12.65	10.65	13.34
RP-3-C4+	3.27	5.67	4.21	5.80	4.26	6.29	4.76	6.88

高努森数下气体流动R13方程的求解

Boltzmann方程

$$\frac{\partial f}{\partial t} + c_k \frac{\partial f}{\partial x_k} + G_k \frac{\partial f}{\partial c_k} = \mathcal{S}$$

Grad 13矩方程

$$\begin{aligned} \frac{D\rho}{Dt} + \rho \frac{\partial v_k}{\partial x_k} &= 0 \\ \rho \frac{Dv_i}{Dt} + \theta \frac{\partial \rho}{\partial x_i} + \rho \frac{\partial \theta}{\partial x_i} + \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k} &= \rho G_i \\ \frac{3}{2} \rho \frac{D\theta}{Dt} + \rho \theta \frac{\partial v_k}{\partial x_k} + \frac{\partial q_k}{\partial x_k} + \sigma_{kl} \frac{\partial v_k}{\partial x_l} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{d\sigma_{ij}}{dt} + \sigma_{ij} \frac{\partial v_k}{\partial x_k} + \frac{4}{5} \frac{\partial q_{ii}}{\partial x_j} + 2\rho\theta \frac{\partial v_{ii}}{\partial x_j} + 2\sigma_k \left(i \frac{\partial}{\partial x_k} \right) + \frac{\partial m_{ijk}^{(\eta)}}{\partial x_k} &= \Sigma_{ij}^{(\eta,1)} + \Sigma_{ij}^{(\eta,2)} \\ \frac{dq_i}{dt} + \frac{5}{2} \rho \theta \frac{\partial \theta}{\partial x_i} + \frac{5}{2} \sigma_{ik} \frac{\partial \theta}{\partial x_k} + \theta \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k} - \theta \sigma_{ik} \frac{\partial \ln \rho}{\partial x_k} + \frac{7}{5} q_k \frac{\partial v_i}{\partial x_k} \\ + \frac{2}{5} q_k \frac{\partial v_k}{\partial x_i} + \frac{7}{5} q_i \frac{\partial v_k}{\partial x_k} - \frac{\sigma_{ij}}{\rho} \frac{\partial \sigma_{jk}}{\partial x_k} \\ + C^{(\eta)} \left(\sigma_{ik} \frac{\partial \theta}{\partial x_k} + \theta \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k} \right) + \frac{1}{2} \frac{\partial R_{ik}^{(\eta)}}{\partial x_k} + \frac{1}{6} \frac{\partial \Delta^{(\eta)}}{\partial x_i} + m_{ijk}^{(\eta)} \frac{\partial v_j}{\partial x_k} &= Q_i^{(\eta,1)} + Q_i^{(\eta,2)} \end{aligned}$$

同时封闭高阶矩 $m_{i,j,k}^\eta, \Delta^\eta, R_{i,k}^\eta$

R13方程

$$\varphi(r) = \frac{K}{1-\eta} r^{1-\eta} \text{ 给出碰撞项 } \Sigma_{ij}^{(\eta,1)}, \Sigma_{ij}^{(\eta,2)}, Q_i^{\eta,1}, Q_i^{\eta,2} \text{ 的具体表达式}$$

圆球绕流问题的求解



$\boldsymbol{\varphi}(\mathbf{r}) = \frac{\mathbf{K}}{1-\boldsymbol{\eta}} \mathbf{r}^{1-\boldsymbol{\eta}} \rightarrow \boldsymbol{\eta} = 5$ (Maxwell分子), 线性化展开+坐标系转换+Stokes流场假设 (*mathematica*)

$$a(x) = C_1 \frac{1}{2x} + C_2 \frac{1}{3x^3} - K_1 \left(\frac{6\text{Kn}^3}{5x^3} + \frac{2}{\sqrt{5}} \frac{\text{Kn}^2}{x^2} \right) \times e^{-\sqrt{5/9}(x-1)/\text{Kn}}$$

$$\frac{d(x)}{M_0} = C_1 \frac{\text{Kn}}{2x^2} + K_2 \left(\frac{\sqrt{30}\text{Kn}^2}{x^2} + \frac{5\text{Kn}}{x} \right) e^{-\sqrt{5/6}(x-1)/\text{Kn}}$$

$$b(x) = C_1 \frac{1}{4x} - C_2 \frac{1}{6x^3} + K_1 \left(\frac{3\text{Kn}^3}{5x^3} + \frac{\text{Kn}^2}{\sqrt{5}x^2} + \frac{\text{Kn}}{6x} \right) \times e^{-\sqrt{5/9}(x-1)/\text{Kn}}$$

$$\frac{\gamma(x)}{M_0} = (5C_2 + C_3\text{Kn} - 16C_1\text{Kn}^2) \times \frac{2\text{Kn}}{5x^4} + C_1 \frac{\text{Kn}}{x^2} - K_2 \left(\sqrt{\frac{6}{5}} \frac{54\text{Kn}^4}{x^4} + \frac{54\text{Kn}^3}{x^3} \right.$$

$$\frac{\alpha(x)}{M_0} = C_3 \frac{\text{Kn}}{6x^3} + K_1 \left(\frac{3\text{Kn}^3}{x^3} + \sqrt{5} \frac{\text{Kn}^2}{x^2} \right) e^{-\sqrt{5/9}(x-1)/\text{Kn}}$$

$$\left. + \frac{4\sqrt{30}\text{Kn}^2}{x^2} + \frac{5\text{Kn}}{x} \right) e^{-\sqrt{5/6}(x-1)/\text{Kn}}$$

$$\frac{\beta(x)}{M_0} = -C_3 \frac{\text{Kn}}{12x^3} - K_1 \left(\frac{3\text{Kn}^3}{2x^3} + \sqrt{5} \frac{\text{Kn}^2}{2x^2} + \frac{5\text{Kn}}{6x} \right) \times e^{-\sqrt{5/9}(x-1)/\text{Kn}}$$

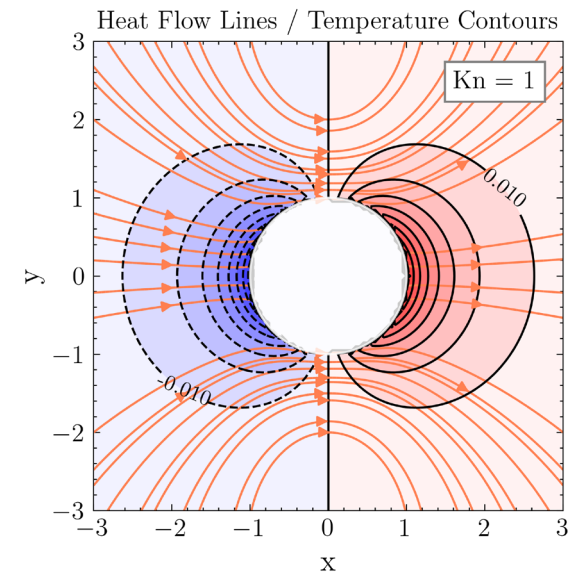
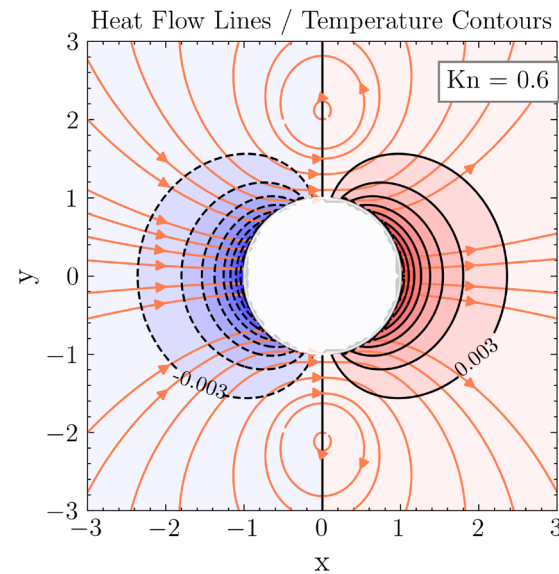
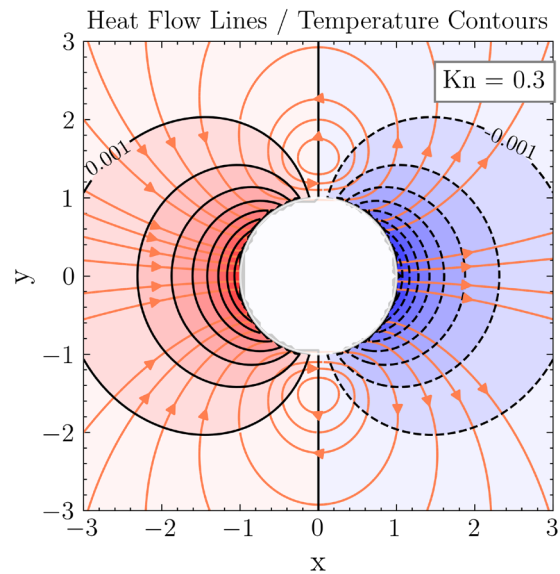
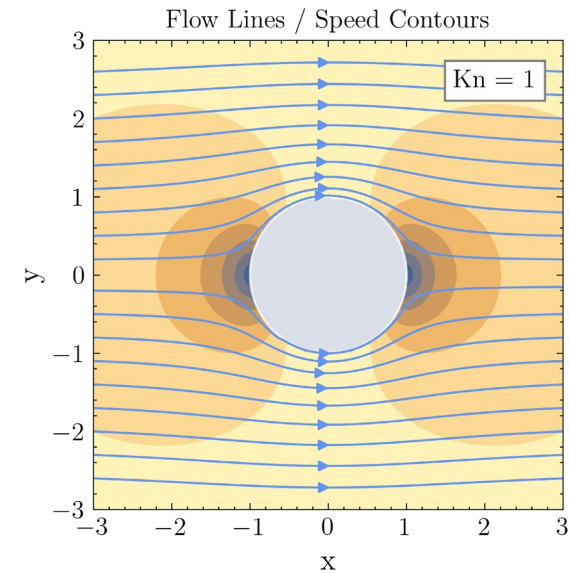
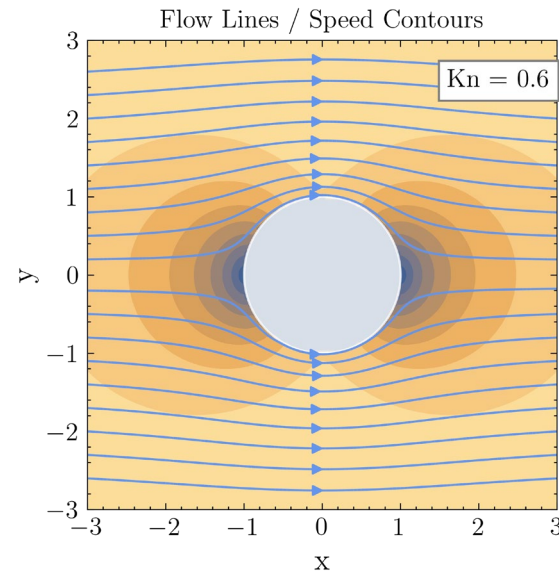
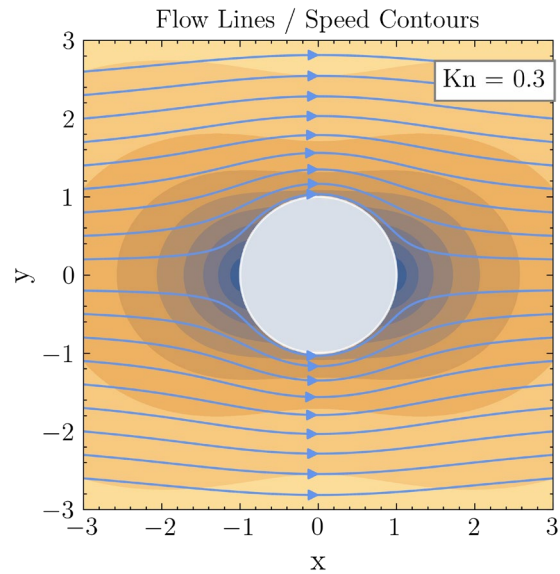
$$\frac{\kappa(x)}{M_0} = (5C_2 + C_3\text{Kn} - 16C_1\text{Kn}^2) \frac{\text{Kn}}{5x^4} - K_2 \left(\sqrt{\frac{6}{5}} \frac{27\text{Kn}^4}{x^4} \right.$$

$$\left. + \frac{27\text{Kn}^3}{x^3} + \sqrt{\frac{15}{2}} \frac{3\text{Kn}^2}{x^2} \right) e^{-\sqrt{5/6}(x-1)/\text{Kn}}$$

$$\frac{c(x)}{M_0} = (C_3 + 9C_1\text{Kn}) \frac{1}{45x^2} + K_2 \left(\sqrt{\frac{6}{5}} \frac{2\text{Kn}^2}{x^2} + \frac{2\text{Kn}}{x} \right)$$

$$\times e^{-\sqrt{5/6}(x-1)/\text{Kn}}$$

不同努森数下流场及温度场

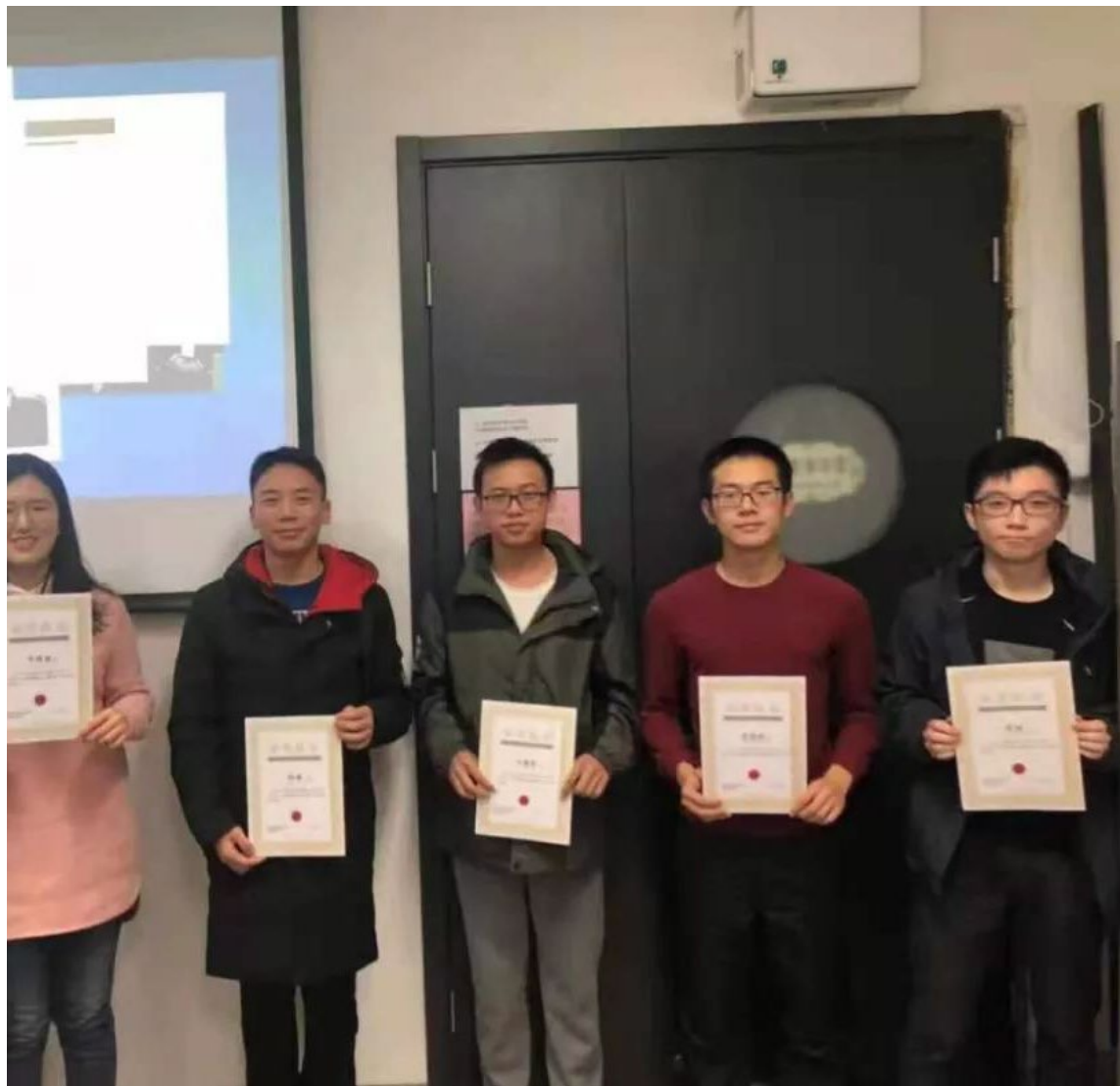


科研收获

- 相关内容**知识**的学习
- 建立自己的**文献管理**模式
- 在科研任务中熟练**python (jupyter)** 作为辅助工具
- 提高**绘图能力**
- 训练**写作**及**latex**排版的能力
- 遇到问题，想办法**解决问题**的能力
- 锻炼当结果与预期不符时，发现矛盾，找到**创新点**的能力
- 锻炼从文献中找到前人工作的不足，设计**开展新工作**的能力
-

社会工作

- 大二学年：航院体育部干事，航院紫荆支队队员，班级体育委员
- 大三学年：航院紫荆支队部长，班级宣传委员





志愿服务

- 参与志愿项目20+
- 志愿工时110h+
- 清华大学三星志愿者
- 航院优秀志愿者



沈扬——在志愿中沐浴人性光芒

2018年10月28日





体育活动



热爱长跑..



多次参加校马、半马等赛事



跑步总里程超过2000km

汇报完毕，请各位
老师批评指正