

Теоретично изследване на неравновесни газови течения в микро/нано системи

Институт по механика
проект ДН-02/7, 2016

Ръководител: проф. дмн Ст. Стефанов
Фонд Научни Изследвания

Състав:



Проф. дмн Стефан Стефанов
/ръководител/



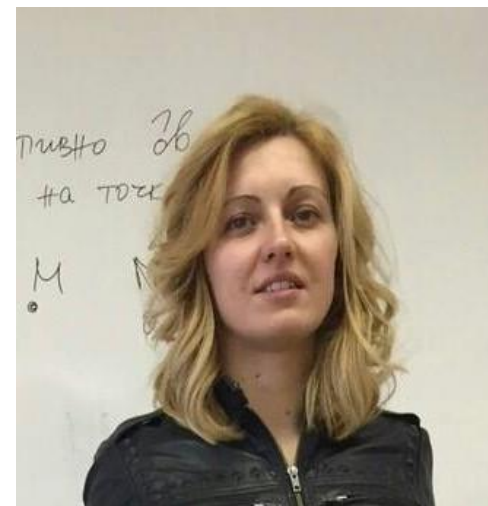
проф. д-р Емил Маноах



доц. д-р Кирил Щерев



асист.Владимир Русинов

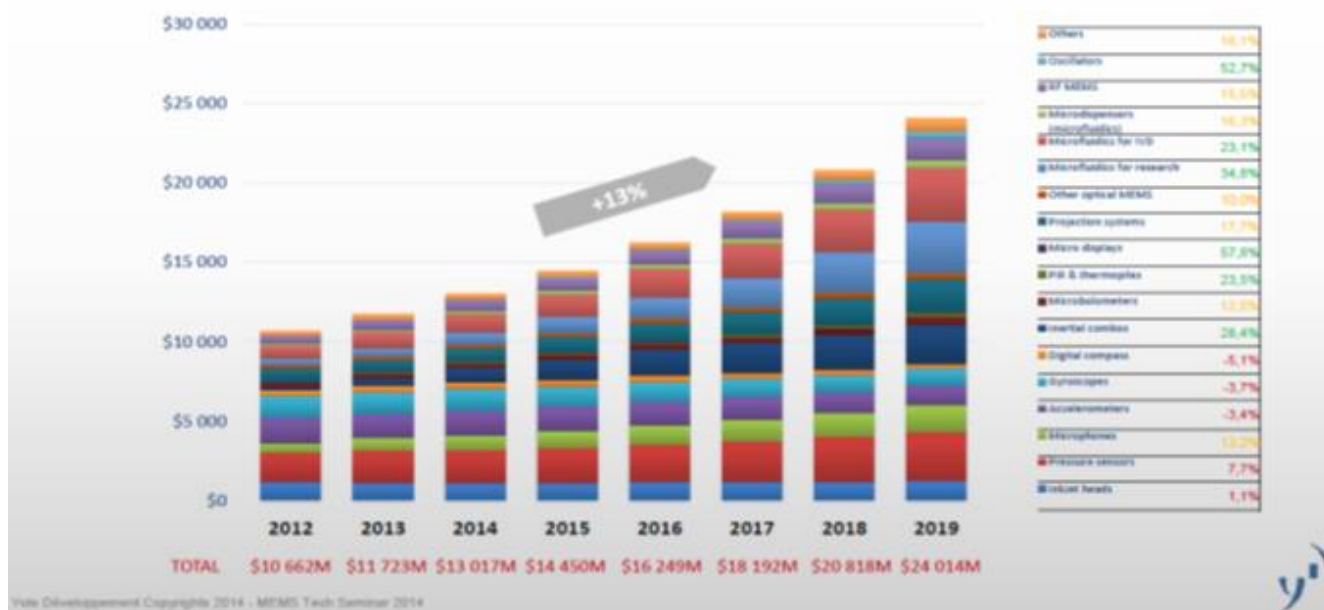


асист. Симона Щерева

Мотивация:

1. Миниатюризация и развитие на нови технологии и устройства
 - първа вълна – микро-електроника.
Начало 1960-те - сега е етап на търсене на нови пътища
 - втора вълна – микро-електро-механични системи MEMS.
Начало – 1990-те – все още в начален етап на развитие

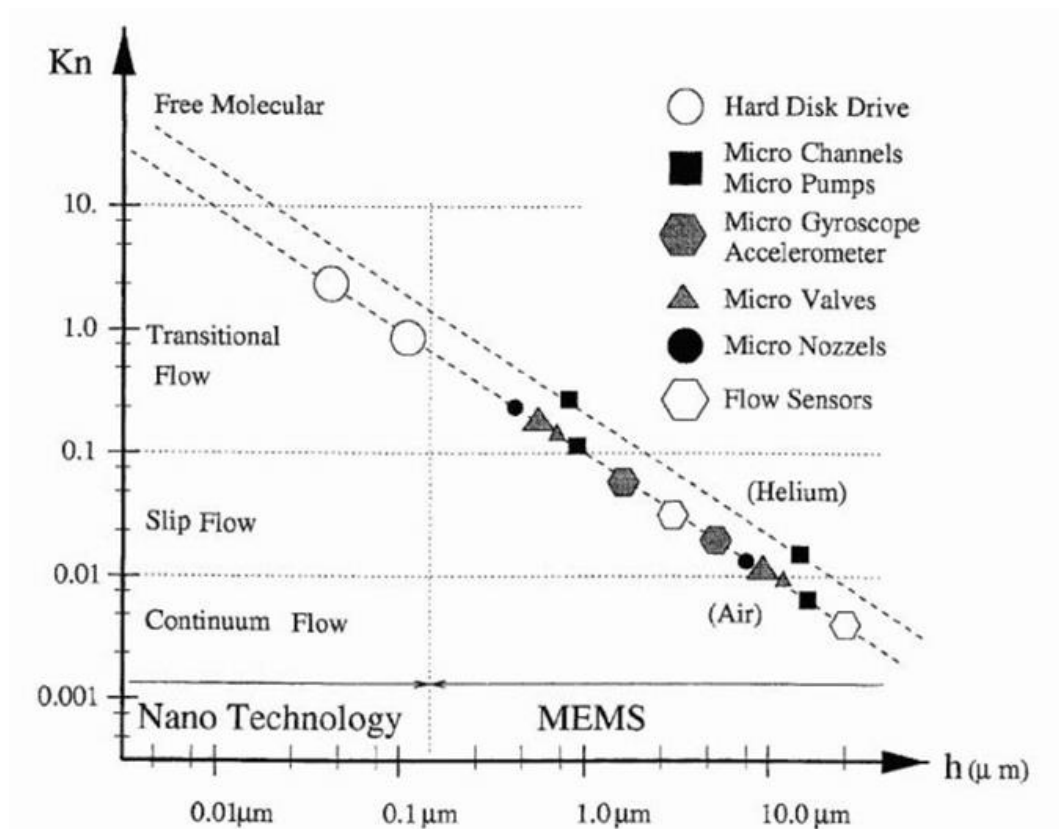
2012-2019 MEMS Markets (US\$M)

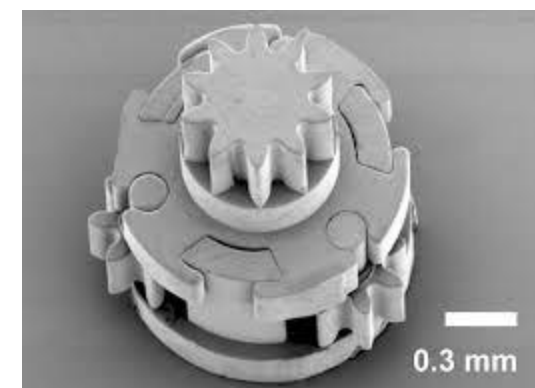
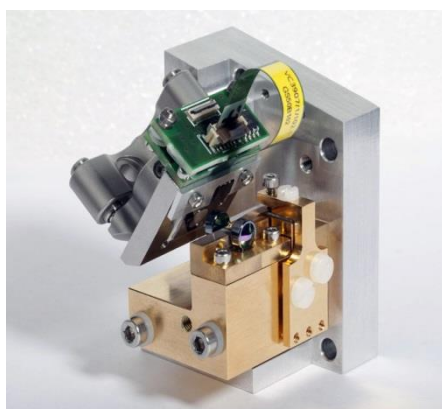
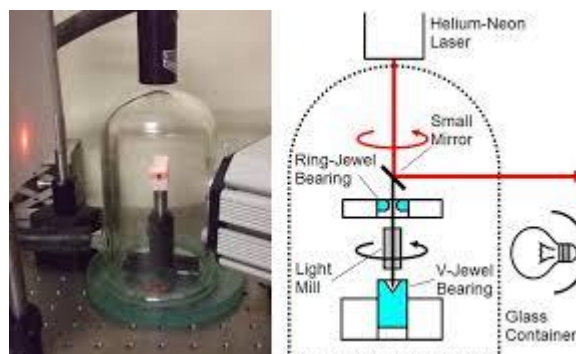
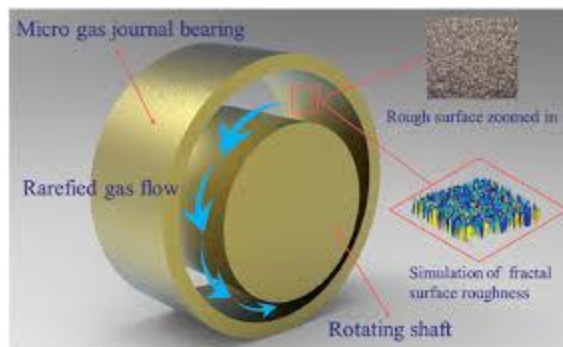


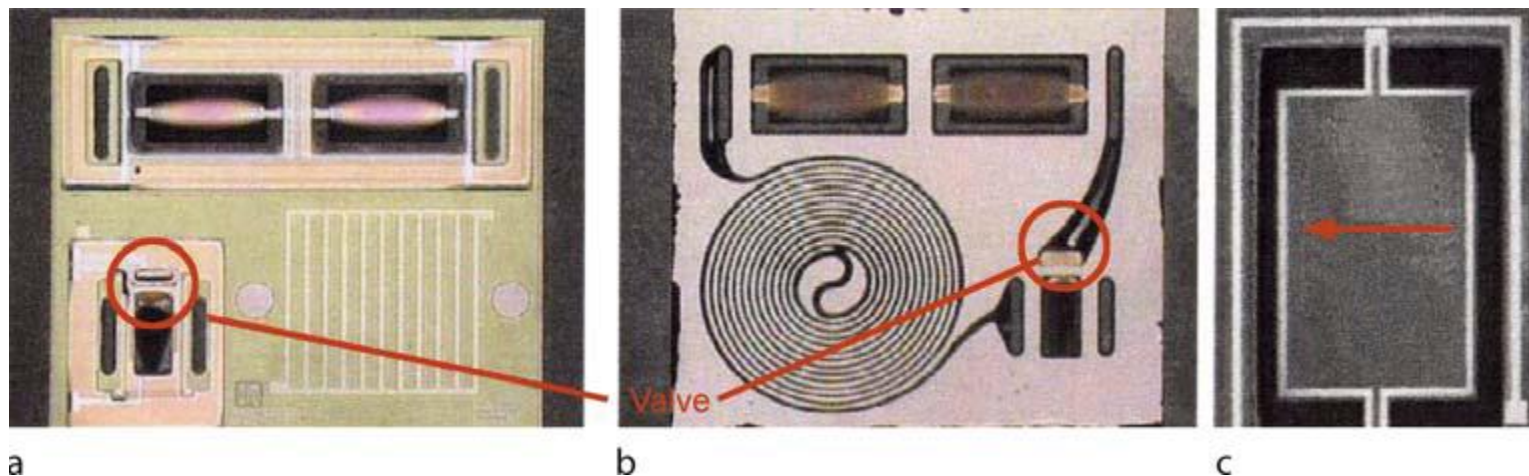
2. Теоретични основи на явления и процеси в MEMC

Фундаментални научни изследвания, както експериментални, така и теоретични, които генерират необходимите нови знания и идеи за физичните процеси, протичащи в Микро-Електро-Механичните Системи (MEMC).

3. Развитие на микрофлуидика и газови MEMC







Chromatographic Chip Devices, Photographs of Sandia's Micro-Chem Lab system for gas chromatography integrated using surface micromachining with integrated fluidic technology (SWIFT) [from Encyclopedia of Microfluidics and Nanofluidics, Dongqing Li, Springer 2008]

Връзка с Европейски проект
Horizon 2020
H2020 –MSCA –ITN-2014
Innovative Training Network (ITN),
Grant No. 643095
Total budget: €3.815 Mio
November 2015- October 2019

MIGRATE –The Project

MIGRATE
– **M**iniaturized
Gas flow
foR
Applications with enhanced
Thermal
Effects

10 beneficiaries (7 academical, 2 SME, 1 global player)
7 associates (4 academical, 1 SME, 2 global players)
Co-ordination: KIT



Цели на проект ДН 02/7 - 2016:

- изучаване на неравновесни явления и процеси в микро/нано размерни области и взаимодействието им с твърди тела и повърхности, формиращи микросистемата и определящи динамиката на разрежения газ;
- изследване на масо- и топлообменни процеси с отчитане на хлъзгащи (slip) и топлинни (thermal creep) явления , случайни флуктуационни колебания на макроскопичните величини, отчитане на препятствия и грапавост на твърдите повърхнини на канали и каверни.

Методи:

- разработване на математични модели, които описват физиката на процесите;
- разработване и използване на числени методи и алгоритми за решаване и анализ на изследваните проблеми;

Задачи:

Изследване на неравновесни явления и процеси в течения на разреден газ, реализиращи се в микро/нано размерни области

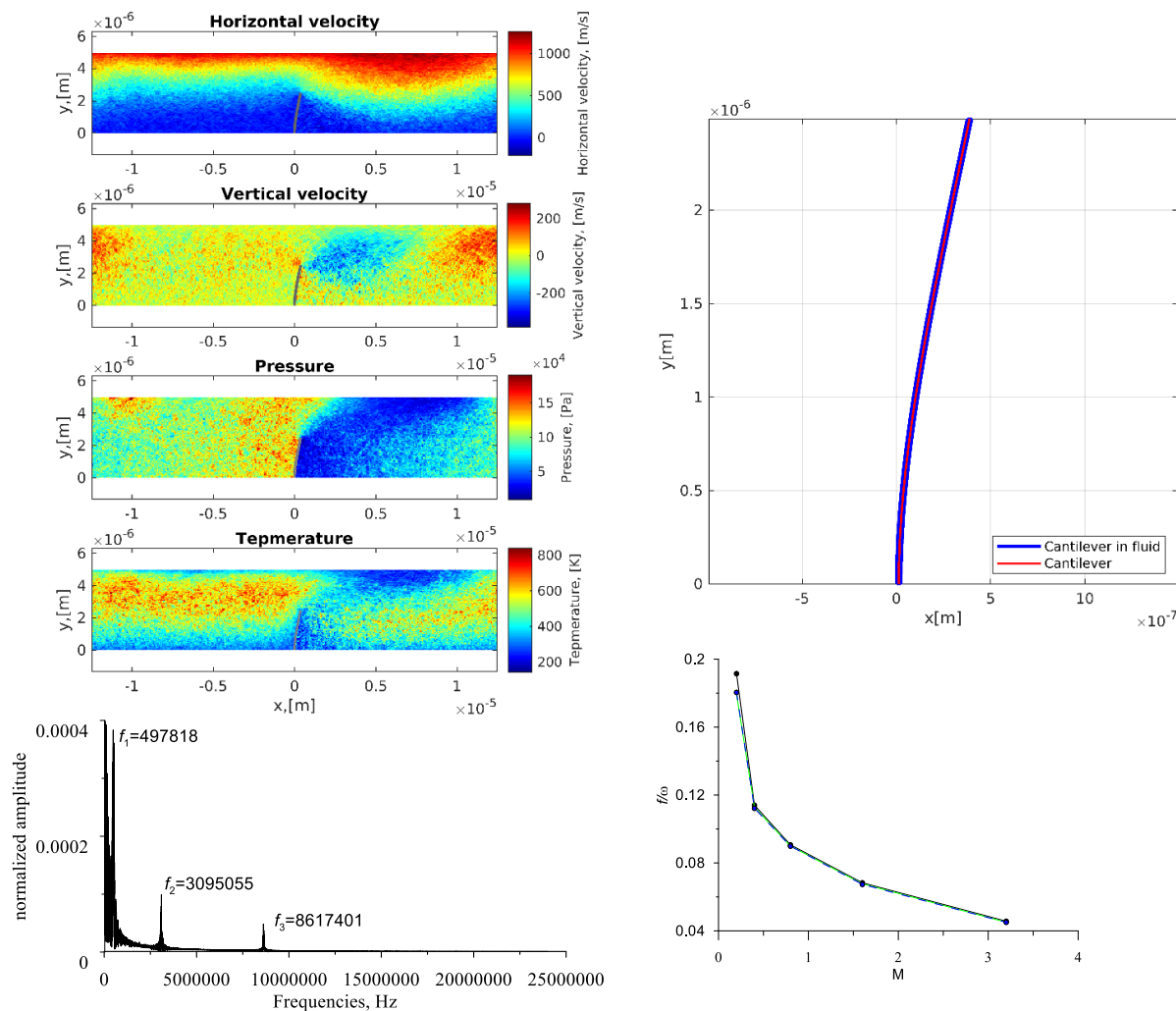
1. модели и симулации
2. хибридни системи „газ-твърдо тяло“

Резултати:

- Разработени са нови числени схеми за моделиране на бинарни взаимодействия на молекули в метода на преки Монте Карло симулации DSMC
- Разработен е хибриден модел на взаимодействие на течение на разреден газ с твърди тела и препятствия (ново направление на изследвания)
- Числено се анализирани задачи за течения газ около малки препятствия
- Числено са изследвани ефекти на топлопренасяне от студено към топло в близост до стените на микро-каверна.

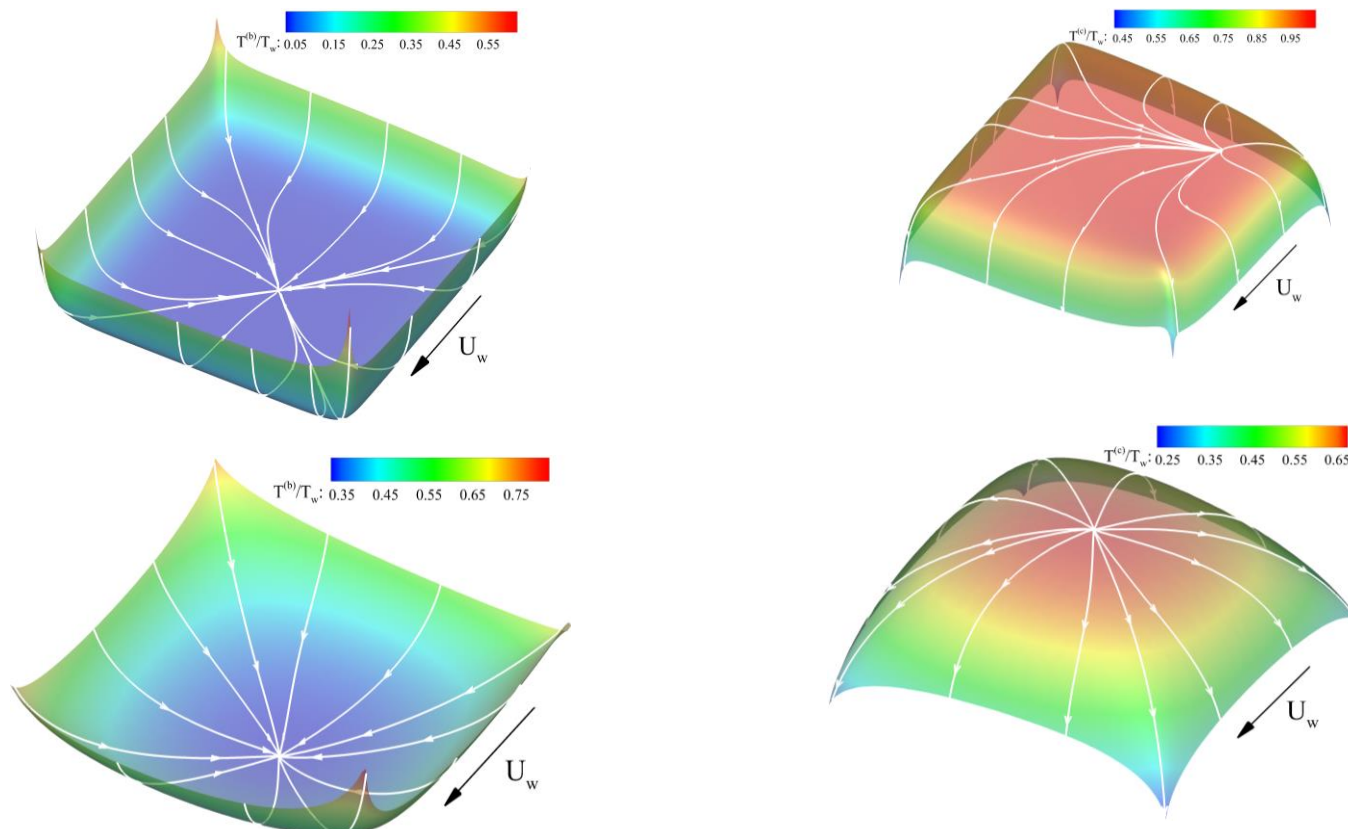
- 1 Roohi, E., **Stefanov, S.**, Shoja-Sani, A., Ejraei, H.. A generalized form of the Bernoulli Trial collision scheme in DSMC: Derivation and evaluation. **J Comput Phys**, Elsevier, 354, 476-492, 2018, ISI IF:2.744
- 2 **Shterev, K., Stefanov, S.** A two-dimensional computational study of gas flow regimes past of square cylinder confined in a long microchannel. **European Journal of Mechanics - B/Fluids**, 64, Elsevier, 2017, ISSN:0997-7546, 47-54. ISI IF:1.969
- 3 Akhlaghi, H., Roohi, E., **Stefanov, S.**, On the consequences of successively repeated collisions in no-time-counter collision scheme in DSMC. **Computers & Fluids**, Elsevier, 161, 22-32, 2018, ISI IF:2.313
- 4 **Manoach, E.**, Cao, M., **Doneva, S.** Vibration based methods for damage detection of plates : **AIP Conference Proceedings** 1922, 100014 (2018); SJR: 0.16
- 5 Akhlaghi, H., Roohi, E., **Stefanov, S.** Ballistic and Collisional Flow Contributions to Anti-Fourier Heat Transfer in Rarefied Cavity Flow. **Scientific Reports**, 8, 13533, Springer Nature Publishing AG, 2018, DOI:<https://doi.org/10.1038/s41598-018-31827-2>, 1-13. SJR:1.533, ISI IF:4.122 C ISI IF - Q1
- 6 Gospodinov, P., Dankov D., **Roussinov, V.**, Mironova M., Thermoacoustic waves in pulsed Pirani sensor MEMS. Numerical Investigation 03005 , **MATEC Web of Conferences**, 145 (2018), SJR: 0.15

Hybrid numerical approach to study the interaction of the rarefied gas flow in a microchannel with a cantilever (Kiril Shterev, Emil Manoach , Stefan Stefanov)

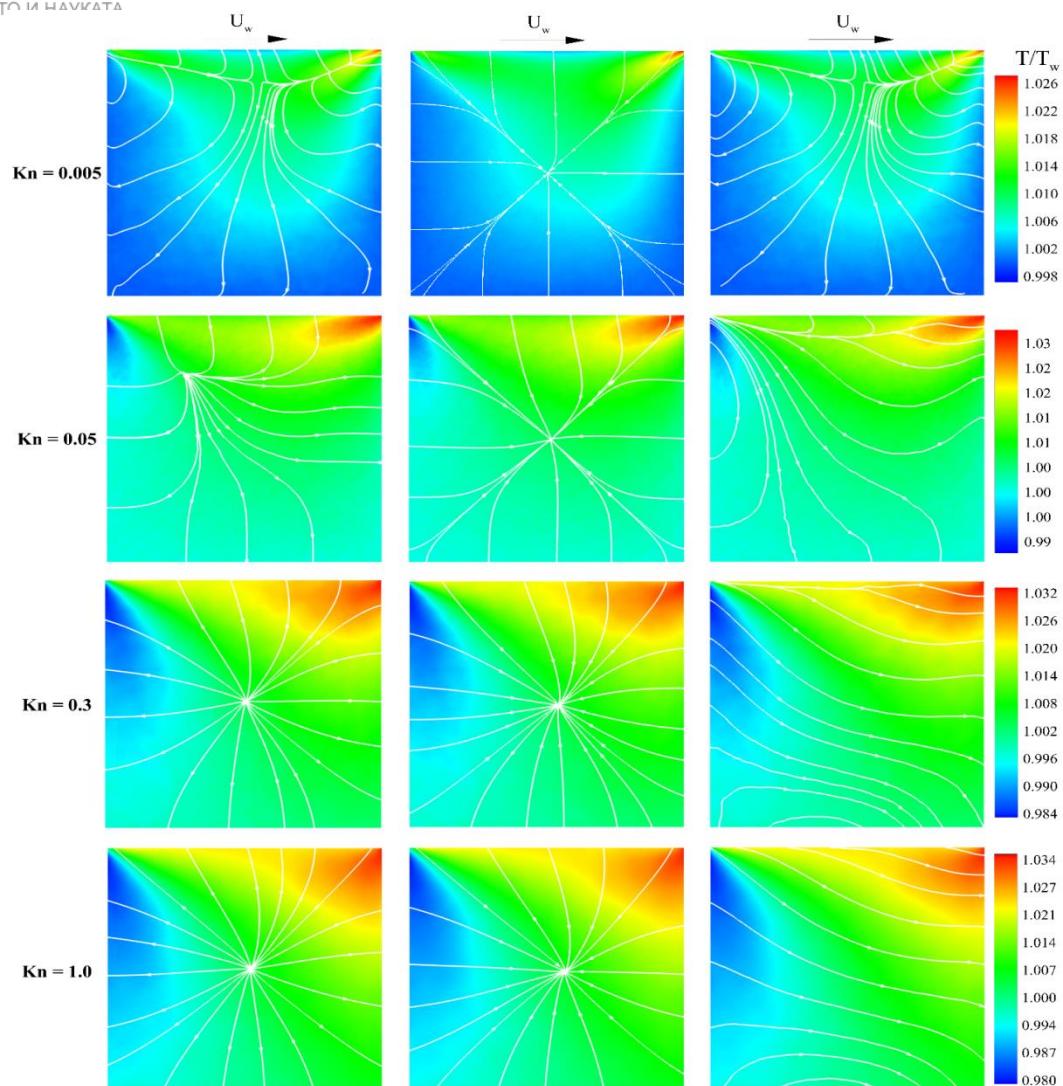


Ballistic and Collisional Flow Contributions to Anti-Fourier Heat Transfer in Rarefied Cavity Flow

Hassan Akhlaghi, Ehsan Roohi & **Stefan Stefanov**



Ballistic heat flow lines overlaid on the ballistic temperature field (left) and collision heat flow lines overlaid on the collision temperature field (right) for (up) and (down).



Collision, ballistic, and overall heat flow lines overlaid on the overall temperature field for different Knudsen numbers

Благодаря за вниманието!