

GAMES 201

Advanced Physics Engines 2020: A Hands-on Tutorial

高级物理引擎实战2020

(基于太极编程语言)

第四讲：欧拉视角下的流体模拟

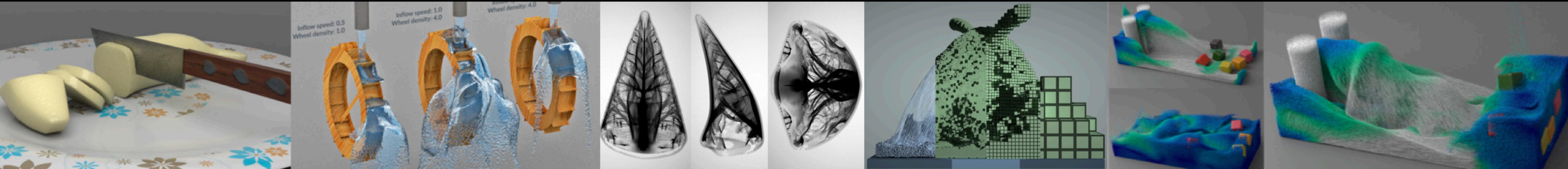
Yuanming Hu

胡渊鸣

麻省理工学院 计算机科学与人工智能实验室

MIT CSAIL

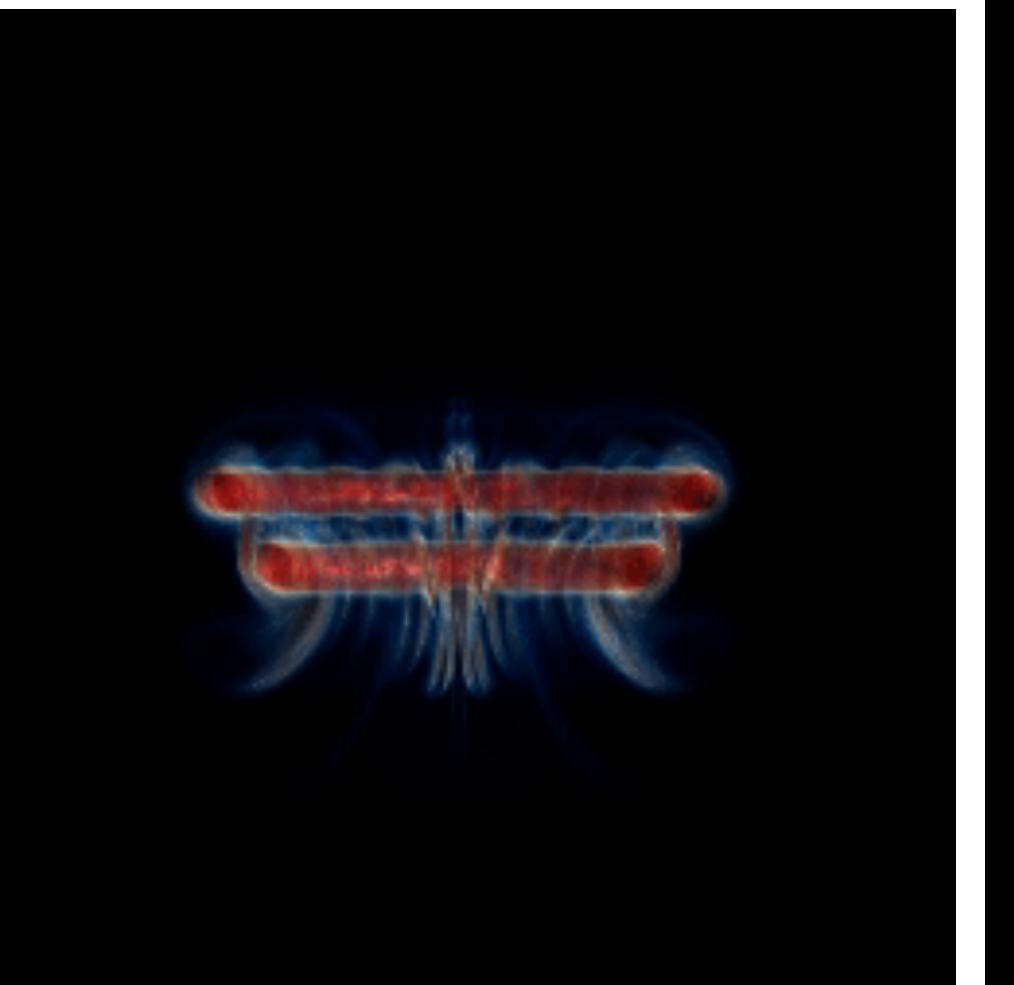
 Taichi
Programming Language



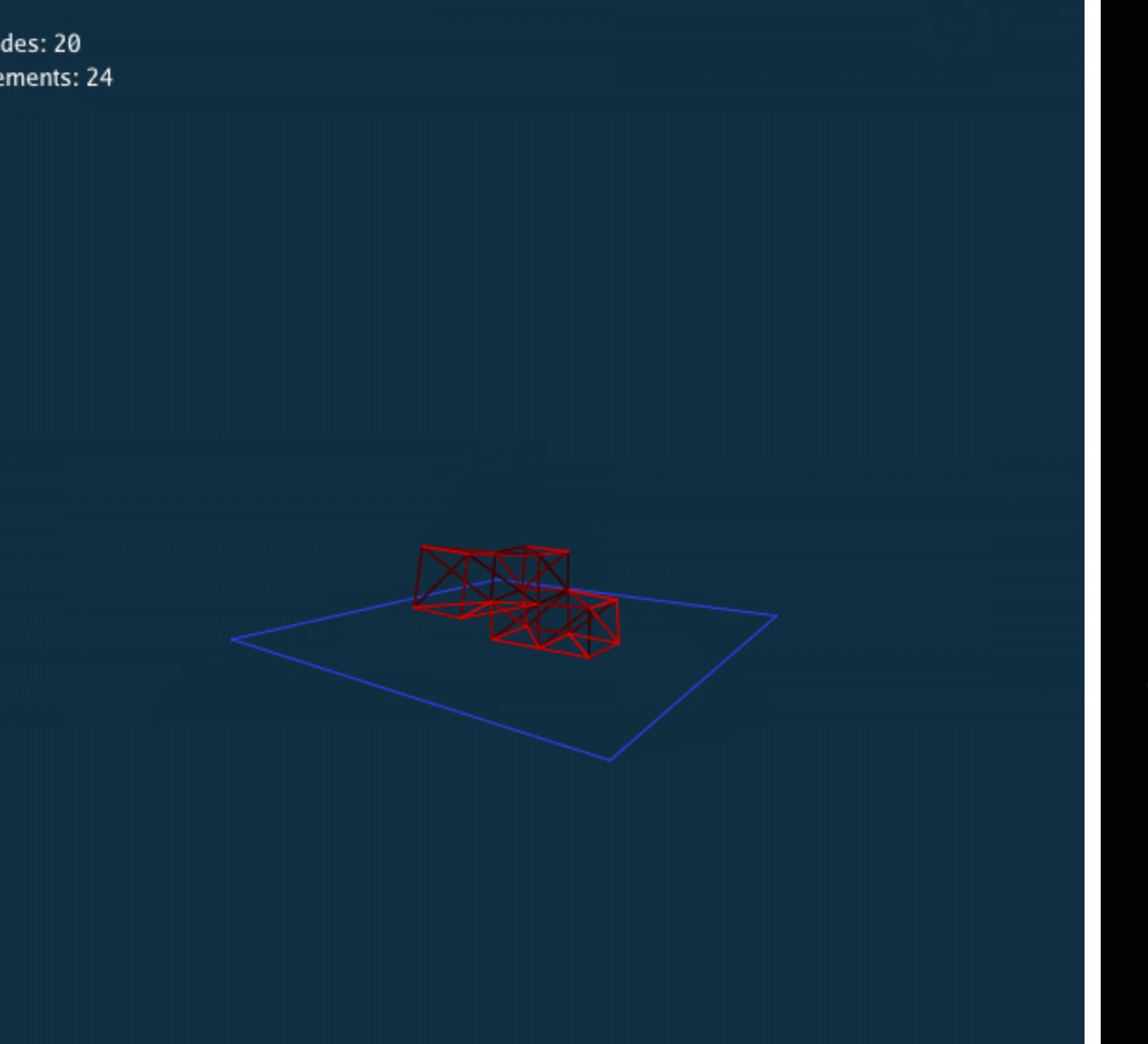
Homework 0

新作品

- ◆ 3D explicit FEM by yucrazing
- ◆ BarnsleyFern 巴恩斯利蕨 by ElementMo
 - MultiBarnsleyFern by shadowwalker
- ◆ 3D vortex ring leapfrogging by citadel



Nodes: 20
Elements: 24

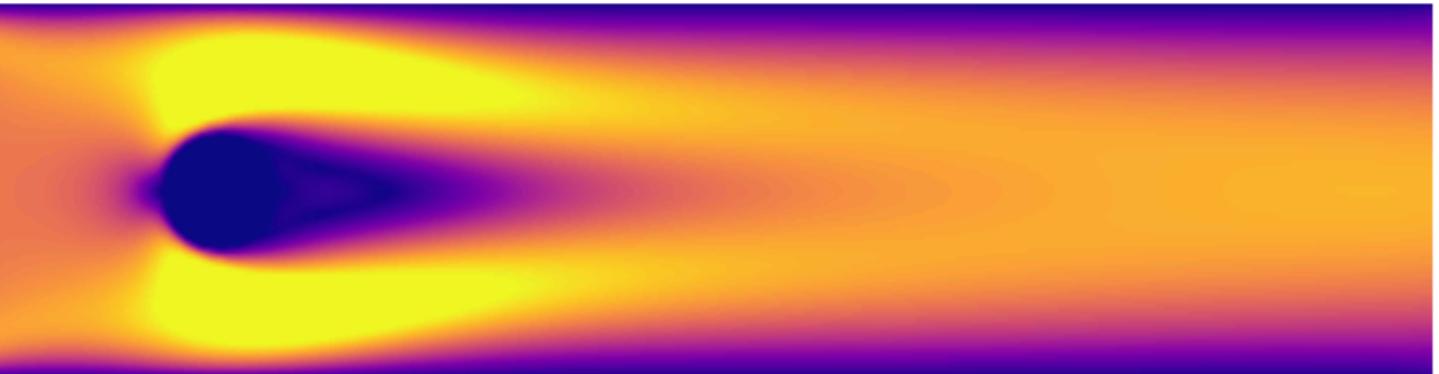
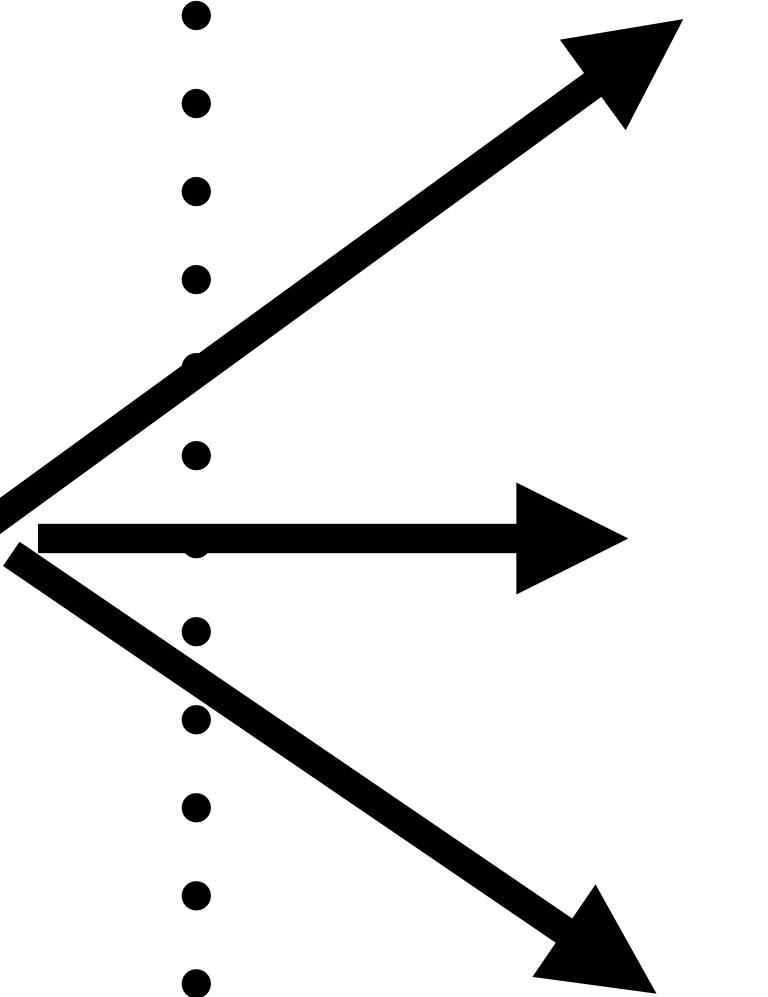


醉酒的蝴蝶飞不出花花的世界的原因找到了！

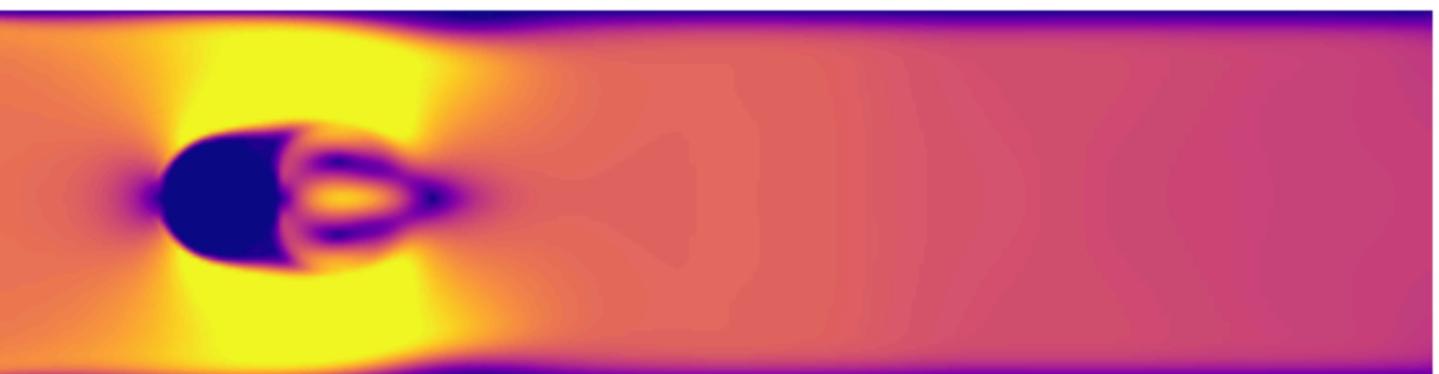
by 中科院物理所

Homework0 计算流体力学视角的流体求解器

by zwang



层流 (非静止画面)



卡门涡街



湍流

注：自上而下，雷诺数增大，图中颜色越深，表示流速越小。

从模拟的结果可以看出，雷诺数小的时候，流体形成稳定的层流，这对应着实验中风速较小的情况。此时，只有来流自身的不稳定所造成的小波动。当雷诺数变大时，流体经过圆柱，开始变得不稳定起来，形成周期交替出现的涡，即卡门涡街。当雷诺数进一步增大时，流体的运动更加复杂，开始形成湍流。实验中风速较大的情况就对应着这两种情形，纸条的波动会非常大。

Homework 1:

隐式时间积分器

- ◆ 在物理模拟中，显式时间积分器容易实现，但是通常数值上较为不稳定，对时间步长 (dt) 更为敏感。而隐式时间积分器较难实现（通常需要求解线性系统、多次迭代等操作），但是允许较大的时间步长。
- ◆ 本次作业中，大家可以选择自己最喜欢的模拟器，实现隐式时间积分。从性能（模拟同样时长的物理系统所需的运行时间）、准确度（如能量守恒）、数值稳定性等角度进行对比。
 - ✿ 可选模拟器：
 - ✿ implicit mass-spring/FEM, PCI-SPH, DF-SPH, MPS, Eulerian fluid (with pressure projection)...
 - ✿ 对比：
 - ✿ 显式 v.s. 隐式 (如semi-implicit Euler v.s. backward Euler)
 - ✿ 或 隐式 v.s. 别的隐式 (如Jacobi iteration v.s. conjugate gradients)
- ◆ 建议组队
 - 分工合作 (GitHub)
 - 相互验算隐式时间积分器的公式
- ◆ 提交格式 (论坛提交GitHub链接和一些关键图表)
 - README.md 中加入性能 (如每帧计算时间)、准确度 (机械能守恒)、稳定性的分析 (允许的 dt)

Logistics

- ◆ Taichi v0.6.12
- ◆ 论坛功能升级 (感谢@woclass)
- ◆ 第五讲，6月29日：多体问题与涡方法 客座讲师：张心欣 [知乎]
 - 多体问题以及他们与柏松方程的联系
 - 涡方法的乐趣
 - 从直观的角度引导同学认识几种不同的快速求和方法
 - 涡方法 *Demo*
- ◆ 7月6日，空一周，实现开放作业1
- ◆ 7月11日，开放作业1截止，点评

课程纪念品

Homework 0已经邮寄~
获奖同学请查收



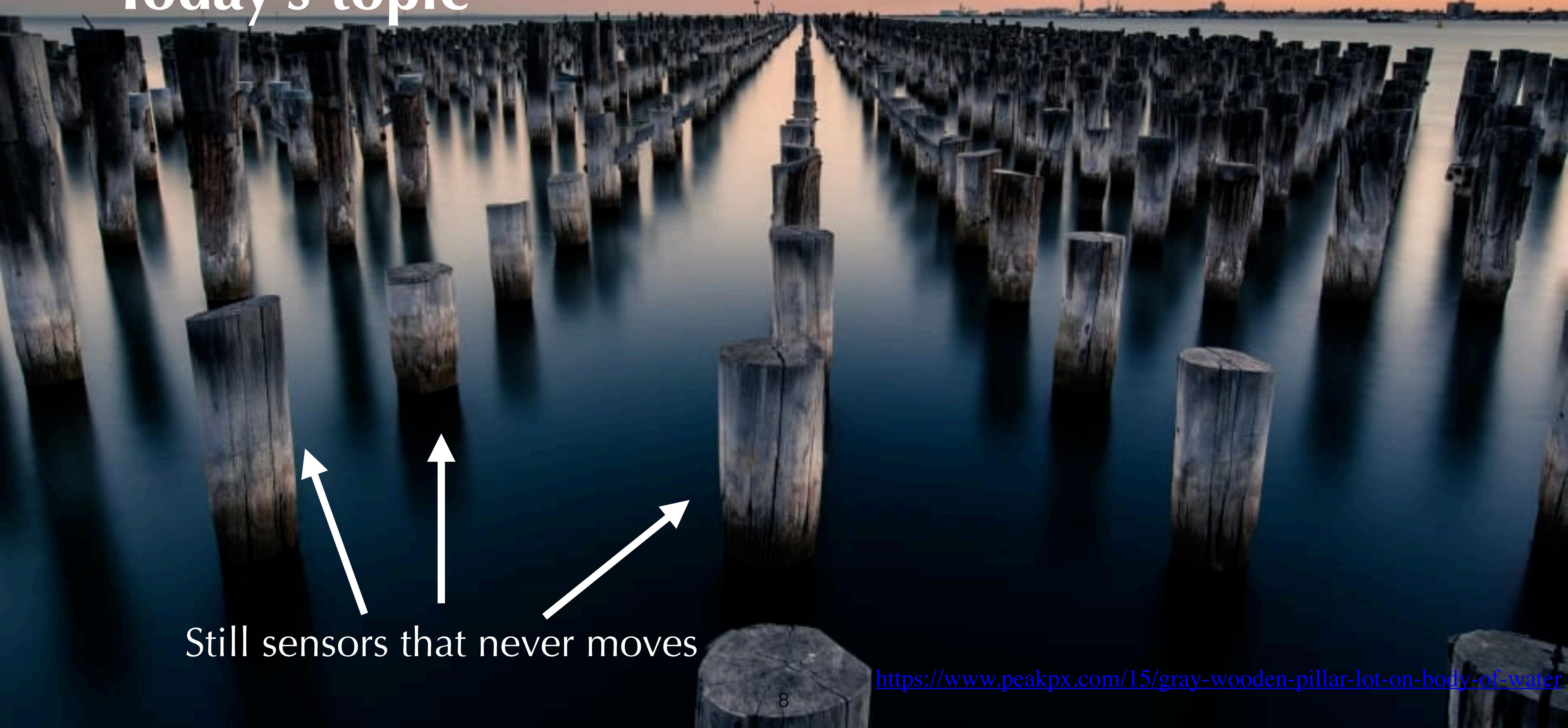
Lagrangian View



Eulerian View

Today's topic

“What is the material velocity passing by?”



Still sensors that never moves

<https://www.peakpx.com/15/gray-wooden-pillar-lot-on-body-of-water>