课程大纲
COURSE SYLLABUS

1.	**课程代码/名称** **Course Code/Title**	**XXX/生物物理前沿** **XXX/Frontiers in biophysics**
2.	**课程性质** **Compulsory/Elective**	专业选修 Elective
3.	**课程学分/学时** **Course Credit/Hours**	3 学分/48 学时 3 / 48 h
4.	**授课语言** **Teaching Language**	中英 Chinese and English
5.	**授课教师** **Instructor(s)**	闫凯歌 助理教授 Kaige Yan Assistant professor
6.	**是否面向本科生开放** **Open to undergraduates or not**	否 No
7.	**先修要求** **Pre-requisites**	（如面向本科生开放，请注明区分内容。 If the course is open to undergraduates, please indicate the difference.） 本科水平的生物化学和细胞生物学 Prerequisites include a college level biochemistry and cell biology.

8. 教学目标
Course Objectives

（如面向本科生开放，请注明区分内容。 If the course is open to undergraduates, please indicate the difference.）

生物物理学前沿是一门介绍如何将物理学规律和方法应用于生物学研究的课程，目标是通过对生命过程的定量分析，建立简单的生物物理模型，拓展学生对生物物理研究的视野，加深其对生物大分子功能及其调控的理解，从而帮助学生建立更完善的知识体系，夯实科研基础。

Frontiers in Biophysics is a course that introduces how to apply the laws and methods of physics to biological research. The goal is to expand students' vision of biophysical research and deepen their understanding of the functions of biological macromolecules and their regulation through quantitative analysis of life processes and the development of simple biophysical models, thus helping students to build a better knowledge system and solidify the foundation of scientific research.

9. 教学方法
Teaching Methods

（如面向本科生开放，请注明区分内容。 If the course is open to undergraduates, please indicate the difference.）

理论讲授。本课程采取教师讲授、课堂讨论、学生自学相结合的教学方式，努力形成教师和学生双向互动的教学模式。

Lectures. The course adopts the teaching method of combining teacher's lecture, class discussion and students' self-study, and strives to form a two-way interactive teaching mode between teachers and students.

10. 教学内容
Course Contents
（如面向本科生开放，请注明区分内容。 If the course is open to undergraduates, please indicate the difference.）

Section 1	第1讲：生物物理学简介 （2学时） Lecture 1: Introduction of Biophysics (2 h)

Section 2	生命的事实：生物学事实和物理原理（10 学时） The Facts of Life: Biological Facts and Physical Principles (10 h) 第 2 讲：具有不同字母的聚合物语言（2 学时） Lecture 2: Polymer Languages with Different Alphabets (2 h) a. 氨基酸、核酸 Amino acids, nucleic acids b. 蛋白质结构的层次 Levels of protein structure c. 分子图形程序 Molecular graphics programs 第 3 讲：生物学中的模型构建（2 学时） Lecture 3: Model Building in Biology (2 h) a. 不同的物理模型 Different physical models b. 卡通和模型 Cartoons and models c. 生物学估计 Biological estimates 第 4 讲：细菌标准尺和细胞结构（2 学时） Lecture 4: The Bacterial Standard Ruler and Cellular Structures (2 h) a. 进行分子普查 Taking the molecular census b. 细胞普查中细胞间的差异性 Cell-to-cell variability in the cellular census c. 通过稀释法进行 mRNA 和蛋白质计数 Counting mRNA and proteins by dilution 第 5 讲：时间尺度的层次性（4 学时） Lecture 5: The Hierarchy of Temporal Scales (4 h) a. 生物学过程的特征是具有时间尺度的巨大多样性 Biological processes are characterized by a huge diversity of time scales b. 生物时间的测量 Measurements of biological time c. 细胞周期和标准时钟 The cell cycle and the standard clock
Section 3	膜、能量和力（10 学时）

	Membranes, Energies and Forces (10 h) 第6讲：膜化学、结构和跨膜信息交流（4学时） Lecture 6: Membrane Chemistry, Structure and Information Communication across Membranes (4 h) a. 脂质的化学和形状 The chemistry and shape of lipids b. 膜蛋白在膜上的质量穿梭 Membrane proteins shuttle mass across membranes c. 膜和形状 Membranes and shape 第 7 讲：非平衡系统的平衡模型（2 学时） Lecture 7: Equilibrium Models for Out of Equilibrium Systems (2 h) a. 处于 "平衡状态 "的蛋白质和细胞 Proteins and cells in “Equilibrium” b. 自由能 "最小化 "的结构 Structures as free-energy “minimizers” c. 熵和疏水性 Entropy and hydrophobicity d. ∆G的颂歌 An Ode to ∆G 第 8 讲：生物能量（2 学时） Lecture 8: Biological Energy (2 h) a. 能量消耗 Energy consumption b. 呼吸作用 Respiration c. 光合作用和ATP的合成 Photosynthesis and ATP synthesis 第 9 讲：生物体的运动（2 学时） Lecture 9: Movement of Organisms (2 h) a. 细菌的运动 Bacterial motion b. 肌肉运动 Muscular movement
Section 4	技术和方法（12 学时） Techniques and Methods (12 h) 第 10 讲：光谱学和核磁共振（4 学时） Lecture 10: Spectroscopy and Nuclear Magnetic Resonance (4 h)

a. 拉曼光谱学
Raman spectroscopy

b. 发射光谱学
Emission spectroscopy

c. 荧光光谱学
Fluorescence spectroscopy

d. CD光谱学
CD spectroscopy

e. 核磁共振
NMR

第 11 讲：X 射线衍射和低温电子显微镜（4 学时）
Lecture 11: X-Ray Diffraction and Cryo-Electron Microscopy (4 h)

a. 结晶
Crystallization

b. X射线衍射数据收集
X-ray diffraction data collection

c. 拟合和模型精修
Fitting and model refinement

d. 小角X射线散射
SAXS

e. TEM的基础知识
Basics of TEM

f. 单颗粒重建和样品制备
Single particle reconstruction and sample preparation

g. 低温电镜断层成像
Cryo-EM tomography

第 12 讲：分子动力学和膜片钳（2 学时）
Lecture 12: Molecular Dynamics and Patch Clamping (2 h)

a. 分子动力学
Molecular dynamics

b. 膜片钳
Patch clamping

第 13 讲：原子力显微镜和光镊（2 学时）
Lecture 13: Atomic Force Microscopy and Optical Tweezers (2 h)

a. 原子力显微镜
AFM

b. 全内反射荧光显微镜和荧光能量共振转移
TIRF and FRET

	Section 5	蛋白质的折叠和组装（10 学时） Protein Folding and Assemblies (10 h) 第 14 讲：蛋白质折叠理论和结构预测（4 学时） Lecture 14: Protein Folding Theory and Structure Prediction (4 h) a. 蛋白质的自发折叠和结构预测 Protein folding spontaneously and structure prediction b. RNA 二级结构的预测 RNA secondary structure prediction 第 15 讲：蛋白质折叠中的分子伴侣系统（2 学时） Lecture 15: Chaperonin System in Protein Folding (2 h) a. 分子伴侣 Chaperones b. 蛋白质的降解 Protein degradation 第 16 讲：淀粉样蛋白丝和内在非结构性蛋白质（4 学时） Lecture 16: Amyloid Filament and Intrinsically Unstructured Proteins (4 h) a. 淀粉样蛋白 Amyloid b. Tau 蛋白 Tau c. 液-液相分离 Liquid-liquid phase separation
	Section 6	演讲展示 (4 学时) Presentation (4 h) 演讲展示 I (2 学时) Presentation I (2 h) 演讲展示 II (2 学时) Presentation II (2 h)

11. 课程考核
Course Assessment

（①考核形式 Form of examination；②.分数构成 grading policy；③如面向本科生开放，请注明区分内容。If the course is open to undergraduates, please indicate the difference.）

①考查 Non-test based assessment

②分数构成 grading policy：10% 出勤 Participation
20% 小测 Quiz
30% 作业 Assignment
40% 课堂讨论和演讲展示 Discussion and Presentation

12. 教材及其它参考资料
Textbook and Supplementary Readings

教材: 《细胞的物理生物学》, R. Phillips, J. Kondev 和 J. Theriot (Garland Sci., New York, 2013)
Textbook: *Physical Biology of the Cell*, R. Phillips, J. Kondev and J. Theriot (Garland Sci., New York, 2013)