



Fall 2020-2021 Syllabus:

Introduction to Transport Phenomena in Physiological Systems

סילבוס סמסטר חורף תש"פ תופעות מעבר במערכות פיזיולוגיות

Instructor: Prof. Josué Sznitman

Last updated: October 2020

מספר קורס: 337403

שעות שבועיות: שעתיים הרצאה/ שעתיים תרגול

נקודות זיכוי: 3.0

צוות הקורס

מרצה: פרופ"ח ג'וזואה שניטמן sznitman@bm.technion.ac.il טל: 0778875678 שעת קבלה: שני 14:30-15:30

מתרגל: ישראל גבאי israelgabay1@campus.technion.ac.il שעת קבלה: שני 12:30-13:30

תרגילי בית: יבגני קריינין kreinin@campus.technion.ac.il שעת קבלה: בתיאום מראש

Keywords:

Heat transfer, mass transfer, conduction, convection, radiation, diffusion, conservation equations, lumped models.

Course Description & Objectives:

This course introduces the engineering science behind heat and mass transfer. We will introduce and apply concepts of (i) conduction, convection and radiation for heat transfer and (ii) advection and diffusion for mass transfer. Examples will be taken from general engineering problems, with a focus on biomedical-relevant applications (physiology and treatment). Details of all topics covered are given below (weekly lectures).

Bibliography

- Sznitman, J. Lecture notes.
- Incropera, DeWitt, Bergman and Lavine, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 7th Edition, John Wiley & Sons.

מקצועות קדם

- 334009, מכניקת זורמים ביולוגיים
- 276010, ביופיזיקה ונירו פיזיולוגיה למהנדסים

תקשורת בקורס

פניות ושאלות לצוות הקורס יועלו לאחד הפורומים הרלוונטיים באתר הקורס במודל. אנא וודאו בתחילת הסמסטר כי הינכם רשומים ומקבלים הודעות.

פניות אישיות יישלחו במייל עם שורת נושא המכילה את הטקסט [BM337403] ונושא הפנייה, למשל:
Subject: [BM337403] Request for homework extension due to hospitalization

קביעת הציון הסופי

10% - תרגילי בית חובה*
90% - בחינה סופית: מבחן עם חומר סגור, ניתן להביא 2 דפי נוסחאות (4 עמודים סה"כ) בכתב יד או מודפס
מועד א' 18.02.21
מועד ב' 14.03.21

*ההגשה אישית באמצעות אתר הקורס במודל. אנא הקפידו על סריקה ברורה אחרת העבודה לא תיבדק

הכנה למבחן

אנו ממליצים כהכנה למבחן להשלים את החומר התיאורטי הנלמד בהרצאות ותרגולים (במידת הצורך) ולפתור עצמאית (ללא שימוש בפתרונות מפורסמים) את התרגילים מהתרגולים ושיעורי הבית. לאחר מכן, ניתן להמשיך לתרגל גם תרגילים ממבחנים ישנים.
ישנם הרצאות ותרגולים מולקטים משנים קודמות לשימושכם באתר PANOPTO אך חשוב להדגיש שייתכנו שינויים, וכי החומר עליו תיבחנו יבוסס על מה שהועבר בסמסטר הנכחי.

תכנית להרצאות ולתרגולים

| Lecture Sun 10:30-12:30 | | Tutorial Sun 12:30-14:30 | | Tutorial Mon 10:30-12:30 | |
|----------------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------|----|
| 25.10 | 1 | 25.10 | - | 26.10 | - |
| 1.11 | 2 | 1.11 | 1 | 2.11 | 1 |
| 8.11 | 3 | 8.11 | 2 | 9.11 | 2 |
| 15.11 | 4 | 15.11 | 3 | 16.11 | 3 |
| 22.11 | 5 | 22.11 | 4 | 23.11 | 4 |
| 29.11 | 6 | 29.11 | 5 | 30.11 | 5 |
| 6.12 | 7 | 6.12 | 6 | 7.12 | 6 |
| 13.12 | - | 13.12 | - | 14.12 | - |
| 20.12 | 8 | 20.12 | 7 | 21.12 | 7 |
| 27.12 | 9 | 27.12 | 8 | 28.12 | 8 |
| 3.1 | 10 | 3.1 | 9 | 4.1 | 9 |
| 10.1 | 11 | 10.1 | 10 | 11.1 | 10 |
| 17.1 | 12 | 17.1 | 11 | 18.1 | 11 |
| 24.1 | 13 | 24.1 | - | 25.1 | - |

Topics Covered in Lecture

- **Week 1: Introduction to Heat Transfer**
 - (i) Overview of modes of heat transfer (conduction, convection, radiation) – **sections 1.1-1.2**
 - (ii) Conservation of energy, control volumes and surfaces – **section 1.3**
 - (iii) Applications of heat transfer in nature and biomedical engineering – **section 1.5**
 - (iv) Conduction: Fourier's law and thermal conductivity/diffusivity – **sections 2.1 and 2.2**
- **Week 2 & 3: Heat Conduction: 1D Steady-State**
 - (i) Heat diffusion equation and boundary conditions – **sections 2.3 & 2.4**
 - (ii) Plane wall, thermal resistances & circuits – **section 3.1**
 - (iii) Radial (and spherical?) systems – **section 3.3**
 - (iv) Conduction w/ thermal energy generation & bioheat equation – **sections 3.5 & 3.7**
 - (v) Heat transfer from extended surfaces (fin equation) – **section 3.6**
- **Week 4: Heat Conduction: Transient Phenomena**
 - (i) Lumped capacity method & Biot number – **sections 5.1, 5.2 & 5.3**
 - (ii) Semi-infinite solid – **section 5.7**
 - (iii) Constant surface temperature/heat fluxes – **section 5.8**
- **Week 5 & 6: Introduction to Fluid Flow & Boundary Layers**
 - (i) Conservation Equations: Mass and Momentum
 - (ii) Concept of a boundary layer: velocity/thermal/concentration – **sections 6.1 & 6.2**
 - (iii) Boundary layer equations – **sections 6.3, 6.4**
 - (iv) Boundary layer similarity and dimensionless numbers – **section 6.5**
- **Week 7 & 8: Convective Heat/Mass Transfer: External Flows**
 - (i) Empirical approaches – **section 7.1**
 - (ii) Flat plate in parallel flow – **section 7.2 & 7.3**
 - (iii) Cylinder in cross flow and banks of tube – **sections 7.4 & 7.6**
- **Week 9: Convective Heat Transfer: Internal Flows**
 - (i) Thermal considerations – **section 8.2**
 - (ii) Energy balance – **section 8.3**
 - (iii) Laminar flow in circular tubes – **section 8.4**
- **Week 10: Heat Exchangers**
 - (i) Overall heat transfer coefficient – **sections 11.1 & 11.2**
 - (ii) Parallel- and countercurrent-flow heat exchangers – **section 11.3**
 - (ii) Applications of countercurrent heat exchangers in biology
- **Week 11 & 12: Radiation Heat Transfer**
 - (i) Radiation fundamentals & intensity – **sections 12.1 & 12.2**
 - (ii) Blackbody radiation – **section 12.3**
 - (iii) Emission from real surfaces – **section 12.4**
- **Week 13: Diffusion Mass Transfer**
 - (i) Rate equations – **section 14.1**
 - (ii) Conservation of species – **sections 14.2 & 14.3**
 - (iii) Boundary conditions – **section 14.5**
 - (iv) Transient diffusion – **section 14.7**

Ethics

The strength of the university depends on academic and personal integrity. In this course, you must be honest and truthful. Ethical violations include cheating on exams, plagiarism, reuse of assignments, improper use of the Internet and electronic devices, unauthorized collaboration, alteration of graded assignments, forgery and falsification, lying, facilitating academic dishonesty, and unfair competition.

Report any violations you witness to the instructor.

Students with Disabilities

Any student with a disability who may need accommodations in this class must obtain an accommodation letter from Technion International's guidance counselor: counselor@int.technion.ac.il

ABET Outcomes

- (a) Ability to apply knowledge of mathematics, science and engineering.
- (b) Ability to identify, formulate, and solve engineering problems.
- (c) Understanding of professional and ethical responsibility.
- (d) Ability to communicate effectively.
- (e) The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context.
- (f) Recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning
- (g) Knowledge of contemporary issues.
- (h) Ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.