

היחידה להנדסת אנרגיה

רקע כללי חברי הסגל האקדמי וצוות ההוראה תכנית לימודים לתואר שני

רקע כללי

כיום נהיר לכל החי בחברה מודרנית שנושא האנרגיה הוא נושא מרכזי. חשיבותו תלך ותגבר עם הידללות מקורות האנרגיה הקונבנציונליות התומכות ומאפשרות כיום את כל פעילויותינו. מטרת התוכנית המוצעת בהנדסת אנרגיה לתואר שני היא הכשרת מהנדסים בעלי תואר ראשון להתמודדות עם משבר האנרגיה שבפתח וזאת על ידי לימוד מסודר של מקורות אנרגיה אלטרנטיביים ושיפור השימוש במקורות הקונבנציונליים. בין השאר ילמדו הנושאים הבאים: אנרגיה סולרית, ביו-דלקים, אנרגיה גרעינית, אנרגית הרוח, תאי דלק וסוללות, תאי דלק ביולוגיים והידרידים. זאת בנוסף לשימושים קונבנציונליים כמו למשל מנועי שריפה פנימית, מנועי סילון, בקרת זיהום אויר והתפלת מי ים. לבוגרי התוכנית תהייה דרישה בכל מגוון התעשיות בארץ ובח"ל בין אם אלה צרכני אנרגיה או ספקי אנרגיה.

תנאי הרשמה

רשאים להירשם ללימודים: בוגרים תואר ראשון מכל תחומי ההנדסה (B.Sc) ממוסד אקדמי מוכר בארץ או בחו"ל בעלי ציון ממוצע 80 לפחות, ומיקום במדרג שאינו נופל מ-30% מעליונים במחזור; בוגרי תואר ראשון במדעי הטבע ממוסד אקדמי מוכר בארץ או בחו"ל בעלי ציון ממוצע 85 לפחות, הממוקמים ב-15% העליונים במדרג מסיימי הלימודים באותו מחזור. לכל סטודנט תותאם תכנית לימודים מיוחדת על פי הרקע בלימודי תואר ראשון.

התנאים המפורטים לעיל הינם תנאי סף ועמידה בהם אינה

מבטיחה קבלה.

החלטה סופית לגבי קבלה הינה לפי שיקול דעתה של ועדת הקבלה (ועדת המוסמכים) המחלקתית וועדת המוסמכים הפקולטית, לאחר בדיקת מכלול הגורמים והנתונים הקשורים במועמד (ציונים, מדרג, מכתבי המלצה, רקע אקדמי, ניסיון מקצועי וכיו"ב), בתלות במספר המקומות הפנויים.

מבנה תוכנית הלימודים

היחידה להנדסת אנרגיה מציעה לימודים לקראת תואר שני (M.Sc) ושלישי (Ph/D). לקבלת תואר שני על הסטודנט בתכנית לימודים זו לצבור בסה"כ 36 נקודות זכות (נ"ז). על

הסטודנט לבצע ולצבור 12 נ"ז עבור עבודת מחקר מקיפה (תיזה), בנוסף עליו לצבור 9 נ"ז ממקצועות החובה, 6 נ"ז בגין מקצוע החובה (2 סמסטרים) ו-3 נ"ז בגין סמינר החובה. תשע נ"ז נוספות מרשימת מקצועות הבחירה המוצעים בתכנית להנדסת אנרגיה. שש נ"ז נוספות יתקבלו מקורסים המוצעים לתלמידי תואר שני במחלקות המשתייכות לפקולטה להנדסה, וזאת לאחר שבחירת המקצועות שאינן ברשימה התכנית להנדסת אנרגיה, תאושר ע"י המנחה וועדת ההוראה של היחידה להנדסת אנרגיה.

פרטים לגבי לימודים לתואר שלישי, ניתן לקבל בבית הספר ללימודי מחקר מתקדמים על שם קרייטמן.

חברי הסגל האקדמי וצוות ההוראה

חברי הסגל ביחידה הם אנשי סגל של מחלקות הפקולטה למדעי ההנדסה, של פקולטות אחרות באוניברסיטת בן גוריון בנגב ומרצים מן החוץ, המובילים תחומים הקשורים להנדסת אנרגיה בישראל.

פרופ' עוזר איגרא – ראש היחידה

פרופ' ערן שר

פרופ' אלי קורין

פרופ' זאב ויסמן – יו"ר הועדה לתלמידי מחקר

פרופ' ג'ף גורדון

פרופ' דניאל פוירמן

פרופ' ראול רבינוביץ

פרופ' ארמון בטלהיים

דר' יבגני שווגראוס

דר' ז'ק גילרון

דר' חיים רפפורט

תכנית לימודים לתואר שני

378.2.1001 מקורות אנרגיה אלטרנטיביים א' נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

2010 סמ' סתו

קורס במקורות אנרגיה אלטרנטיביים יקנה לסטודנטים רקע כללי בנושאים הקשורים לתחום ויתמקד בנושאים הבאים: אנרגיה סולרית, ביו-דלקים, תאי-דלק, אנרגית הרוח, אנרגיה גרעינית, אנרגיה גיאותרמית ואנרגית גלי הים. הקורס יפרס על שני סמסטרים (סתו ואביב), ויועבר ע"י מורים שונים. כל מורה יעביר גם תרגילים רלוונטיים. להלן פירוט של הנושאים שיכללו בקורס שינתן בסמסטר הסתו:

אנרגיה סולרית (יינתן על ידי פרופ' פוירמן):

1. עוצמת קרינת השמש והשלכותיה.
2. גיאומטרית שמש-ארץ ושימושה בתכנון מערכות סולריות.
3. מעבר חום בקולטים, תכנון וביצועים.
4. אופטיקה לריכוז קרינה סולרית.
5. מבוא לתאים פוטו-וולטאים.

ספרות:

Active Solar Collectors and Their Applications, by Ari Rabl, Oxford University Press (1985), plus distributed lecture notes.

ביו-דלקים (יינתן על ידי פרופ' זאב ויסמן):

מבוא למקורות אנרגיה מן הצומח. תיערך סקירה תמציתית של הרקע ההיסטורי של פיתוח השימוש בחומרים אורגניים מן הצומח להפקת אנרגיה מן העץ לבעירה ועד לשימוש בביו-אתנול וביודיזל. ילמד הבסיס לקיבוע הראשוני של האנרגיה האגורה בקרני השמש לתרכובות אורגניות עתירות אנרגיה במערכת הפוטוסינתטית בצמחים. יסקר בקצרה תהליך גלגולה של האנרגיה מהתוצר האנרגטי הראשוני בצמחים, הסוכר והתססתו ליצירת אלכוהול (ביו-אתנול), וכן התוצר השניוני של האנרגיה בצמחים, שמנים ותהליכי עיבודם לאנרגיה זמינה (ביו-דיזל). יסקרו חומרי הגלם הביולוגיים השונים המקובלים כיום לייצור תעשייתי רחב היקף של ביו-דלקים, כולל זרעים, אצות, פסולת צמחית, תעשייתית ועירונית. יודגשו היתרונות והחסרונות של השימוש בביו-דלקים מבחינה אנרגטית, סביבתית וכלכלית ומגמות עתידיות בתעשיית הביו-דלקים העולמית.

ספרות:

Renewable Energy: Sustainable Energy Concepts for the Future, by Roland Wengenmayr and Thomas Bjhrke, Amazon.com (2008), plus distributed lecture notes.

378.2.1002 מקורות אנרגיה אלטרנטיביים ב' נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

2010 סמ' אביב

קורס המשך למקורות אנרגיה אלטרנטיביים א'. להלן פירוט של הנושאים שיכללו בקורס שינתן בסמסטר האביב:

אנרגית הרוח (יינתן על ידי פרופ' עוזר איגרא):

תאור אידיאלי של טורבינת רוח (the Betz limit), סקירה של טורבינות רוח קונבנציונליות בעלות ציר אופקי ובעלות ציר אנכי ויעילותן, דרכים שונות לשיפור היעילות של טורבינות הרוח, רעיונות חדשים.

Text: Distributed lecture notes.

תאי דלק (ינתן על ידי פרופ' אלי קורין):

מבוא: הגדרות יסוד ורקע היסטורי; תרמודינמיקה בסיסית של תאי דלק; יסודות אלקטרוכימיה וקינטיקה של אלקטרודות; רכיבים בסיסיים של תאי דלק; מיון תאי דלק ושימושים פוטנציאליים.

Text: Distributed lecture notes.

אנרגיה גרעינית (ינתן על ידי דר' שווגראוס):

עקרונות יסוד ביצור חשמל ע"י פיצוח גרעיני. עקרונות יסוד של פיסיקה גרעינית: מבנה אטומי, איזוטופים, קרינה גרעינית, תופעת הפיצוח, ריאקציה שרשרת והנקודה הקריטית. מבוא לתכנון ריאקטורים גרעיניים ומיונם. סקירה על השימוש באנרגיה גרעינית כיום ואתגרי העתיד.
ספרות:

R.A. Knief, Nuclear Engineering: Theory and Practice of Commercial Nuclear Power, Hemisphere (1992)

J. R. Lamarsh, Introduction to nuclear engineering, Addison-Wesley series in nuclear science and engineering (1975)

378.2.1010 סמינר נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

2011 סמ' אביב

הקורס ינתן על ידי פרופ' זאב ויסמן

במסגרת הסמינר יציג כל סטודנט הרצאה בת 3 שעות על נושא שיבחר הקשור לאנרגיה.

37821020 בטיחות תהליכים להנדסת אנרגיה נק"ז ש"ש בתוקף

משנה 2011 סמ' אביב

מטרת הקורס לתת לסטודנטים כלים בסיסיים להתמודד עם מגוון רחב של מרכיבים הבטיחותיים הכרוכים בהנדסת אנרגיה. הקורס יכלול את יסודות הבטיחות התהליכית – הסבר על מושגי היסוד בבטיחות והקשר לתהליכי הייצור, דרישות החוקים, התקנות והתקנים – מידע ודיווח, הערכות סיכונים, סוגי הסקרים, מטרת הסקרים, מי מבצע את הסקרים ואחריות. עבודת גמר: הצגת נושאים על ידי הסטודנטים, התייחסות ודיון. דיונים בכיתה כולל שאלות בנושאי עבודת הגמר. הצגת עבודות על ידי הסטודנטים לאחר סיום.

378.2.2010 ביו-דלקים ואנרגית ביומאסה נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

2011 סמ' אביב

הקורס ינתן על ידי פרופ' זאב ויסמן

הקורס יעסוק בלימוד מעמיק של תהליכי ייצור ושימוש של אנרגיה הנוצרת באופן ביולוגי והפיכתה לדלקים הניתנים לשימוש תעשייתי. ילמד התהליך הראשוני של קליטה וקיבוע אנרגית האור בחומרים אורגניים ביצורים ביולוגיים (צמחים ומיקרואורגניזמים). ילמדו ריאקציית האור ומעגל קלווין ליצירת סוכרים בתהליך הפוטוסינתטי. ילמדו תהליכי ייצור מסה ביולוגית בהיקף רחב לצורך הפקת סוכרים ושמן, חומרי המוצא לביו-אתנול וביודיזל. תשומת לב מיוחדת תינתן למקורות ביולוגיים בעלי פוטנציאל כלכלי גבוה כגון: אצות לביודיזל, פסולת חקלאית ותעשייתית עשירה במרכיבי ליגנו-צלולוז להפקת ביו-אתנול, צמחי ביומאסה וזרעים מאוקלמים לייצור תעשייתי בתנאי מדבר וקרקות לא חקלאיות. ילמדו טכנולוגיות ייצור ביוטכנולוגי תעשייתי יעיל של ביו-דלקים כגון: מיקרו-דיזל, אנזימים לפירוק

מרכיבי ליגנו-צלולוז, ליפאזות לייעול ייצור ביודיזל ועוד. יסקרו צווארי הבקבוק המגבילים את תעשיית הביו-דלקים כיום ויעדי פיתוח לעתיד.
ספרות:

Special Report "The Rise of Biodiesel" World Peace Emerging, eBook (2008)

Handbook of Bioenergy Crops by N. El Bassam, Earthscan Publications Ltd,
ISBN: 9781844078547

Distributed lecture notes.

378.2.2019 קרינה תרמית נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2010 סמ'

אביב

הקורס יינתן על ידי פרופ' ג'ף גורדון

הקורס יעסוק בנושאים הבאים:

1. עקרונות יסוד של קרינת גוף שחור.
 2. תיאור בסיסי של מדידת קרינה.
 3. מעבר קרינה בין גופים שחורים.
 4. מעבר קרינה בין משטחי גופים אפורים.
 5. מעבר קרינה בין משטחים ספקולריים.
 6. תופעות בליעה ומעבר בקרינה ותכונות של גאזים.
 7. תרמודינמיקה של הארה.
 8. קשרים בין מעבר חום בקרינה, הולכה והסעה.
- מטרת הקורס לידע הסטודנטים לכלי חישוב המיושמים במעברי קרינה. דוגמאות שיכוסו בקורס: בעיות הארה, ריכוז קרינה, תכנון טרמי לחלליות, לכור סולרי, חימום בעזרת קרינה אולטרה-אדומה בתעשייה וקליטת אנרגיה סולרית.
ספרות:

R. Siegel and J.R. Howell, *Thermal Radiation Heat Transfer*, McGraw-Hill.

M.F. Modest, *Radiative Heat Transfer*, McGraw-Hill, plus distributed lecture notes.

378.2.2020 אנרגיה סולרית נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2011 סמ'

סתו

הקורס יינתן על ידי פרופ' דניאל פוירמן

הקורס יעסוק בנושאים הבאים:

- סקירה של שימושים באנרגית השמש.
- גיאומטריה סולרית (משוואת זמן, זווית קולט קבוע וקולט עוקב).
- קרינה סולרית (קרן, פיזור, החזרה, מדידה, מודלי קרינה).
- מבוא לאופטיקה של קולטי שמש.
- קולטים שטוחים.
- יעילות קולטים ובחינתם.
- חימום סולרי פסיבי (אופציות תכנון, הערכת ביצועים עונתיים).
- מרכזי קרינה (הערכת ביצועים, שמישות).
- דיון על שמישות ואגירה תרמית.
- סקירה של תאים פוטו-וולטאיים.
- ביקור לימודי במרכז הלאומי לאנרגיה סולרית בשדה בוקר.

ספרות:

- A. Rabl, Active Solar Collectors and Their Applications, Oxford Univ. press, 1985. (Textbook, TJ 812.R33; 4 copies in the library available for three days)
- A. B. Meinel and M. P. Meinel, Applied Solar Energy, Addison-Wesley Publishing Company, 1976. (TJ 810.M43)
- J. A. Duffie, and W. A. Beckmann, Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley, 1991 2nd ed. (TJ 810.D82 - first ed.)
- J. F. Kreider and F. Kreith, Solar Energy Handbook, McGraw-Hill, 1981.(TJ 810.S6244)
- D.Y. Goswami, F. Kreith, and J. F. Kreider, Principles of Solar Engineering, Taylor and Francis, 1999.
- J.M. Gordon, Editor, Solar Energy – The State Of The Art, James & James, 2001.
- Distributed lecture notes.

376.2.6111 בקרת זיהום אויר נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2011 סמ'

סתו

הקורס יינתן על ידי דר' שמשון לרמן
הקורס יעסוק בנושאים הבאים: מטאורולוגיה של פיזור מזהמים, ציוד לניטור סביבתי, שיטות הפרדה בין חלקיקים לגז, זיהום מכלי רכב, היווצרות רכיבי חנקן וגופרית והשפעתם על הסביבה והטיפול ברכיבים אלה, מאפייני פליטה ממתקני שרפה ניחים ואמצעים להקטנתה. ספרות:

Industrial ventilation and air conditioning, by Tarō Hayashi (1987), 7891 CRC press inc., Boca Raton, Florida
Remote sensing of environment, by ScienceDirect (Online service) (1976), Tomany J.P., American Elsevier Publishing co., NY. London,ams
Distributed lecture notes.

378.2.2011 הנעה סילונית נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

2010 סמ' אביב

הקורס יינתן על ידי פרופ' עוזר איגרא
הקורס יעסוק בחוקי השימור במכניקת הזורמים; שימוש בחוקי השימור להערכת ביצועים של מנועי סילון אידיאלי; טיפול בתערובת גאזים; תרמודינאמיקה וכימיה של דלקים; הערכת ביצועים של מנוע מגח-סילון; מחזור תרמודינאמי של מנועי טורבו-סילון; הערכת ביצועים של מנועי סילון שונים (Turbojet, turbofan and turboprop); חישוב הפסדי זרימה בכונסים ובנחיר הפליטה; תאי שרפה. ספרות:

Recommended text: Mechanics and Thermodynamics of Propulsion by Philip Hill & Carl Peterson, Addison-Wesley (1992)
Distributed lecture notes.

378.2.2012 מנועי שריפה פנימית נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

2010 סמ' אביב

הקורס יינתן על ידי פרופ' ערן שר

מבוא (מושגי יסוד, עקרונות של מנועי בנזין ומנועי דיזל); מבוא - המשך (מנועי 2 ו-4 פעימות, מנועי וונקל, מנועי סטרלינג, מנועי טורבינות גז); אפיון מנועים (אופיוני ביצוע, מדידת הספק, מפות ביצועים); קביעת תחום העבודה של מנועים ונקודות עבודה אופטימליות אפיונים של פליטת מזהמים, מאזן אנרגיה, חיכוך וסיכה; ניתוח מחזוריים אידאליים, ציפויים קרמיים; הכנת התערובת במנועי בנזין (קרבורטורים, הזרקת דלק); הצתה ובעירה במנועי בנזין; הזרקת דלק, התלקחות ובעירה במנועי דיזל; החלפת הגזים במנועי 4 פעימות (עקרונות, כוונן מפלטים, ניצול אנרגיה שיורית, גדישה, טורבו-צ'רגרים); החלפת הגזים במנועי 2 פעימות (עקרונות, מנועי 2 פעימות חדשים); מנגנוני זיהום אוויר והשפעתם על האדם ועל הסביבה; בקרת זיהום אוויר (מדידת יחס דלק-אוויר, ממירים קטליטיים, מחזור גזי פליטה, הזרקת מים); הגדרת נקודת עבודה אופטימלית לגנראטורים ומערכות הנעה היברידיות סיכום ופתרון של מבחנים קודמים.
פרות:

Internal Combustion Engines Fundamentals, McGraw Hill, J. Heywood, B (1988)
Introduction to Internal Combustion Engines, Macmillan, Stone, R., 3rd Ed. (2002)
Handbook of Air Pollution from Internal Combustion Engines, Sher, E., Academic Press (1998)
Internal Combustion Engines and Air Pollution, Obert, F.E. Intext Education Publishers (1977)
The Two-Stroke Cycle Engine, Its Development Operation and Design, Sher, E. and Heywood, J., Taylor and Francis (1999)

378.2.2021 תאי דלק ביולוגיים, אנרגיה חשמלית המופקת ממולקולות ביולוגיות

נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2011 סמ' סתו

הקורס יינתן על ידי דר' ליטל אלפונטה
הקורס יעסוק במנגנוני מעבר אלקטרוניים במערכות ביולוגיות ; תאי דלק המבוססים על אנזימים תאי דלק המבוססים על חיידקים ; תאי דלק פוטו-ביולוגיים ; שיטות לתכנון ואפיון תאי דלק ביולוגיים ; הנדסה ושימושים של תאי דלק ביולוגיים.
פרות:

Fuel Cell Systems Explained By James Larminie, Maurice S Mc Donald, and Andrew Dicks, Publisher: John Wiley & Sons
Biofuels for Fuel Cells Renewable energy from biomass fermentation, Edited by Piet Lens Peter Westermann, Marianne Haberbauer and Angelo Moreno IWA, Publishing - London Seattle

378.2.2013 מערכות הספק - מסלול אנרגיה נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2010 סמ' אביב

הקורס יינתן על ידי דר' קובי יהב
1. תיאור ותוכן המקצוע
המאמץ העולמי לצמצום פליטת גזי החממה וההתפתחות הטכנולוגית המואצת, הביאו לשינויים נרחבים בתפיסת ההפעלה של מערכות החשמל בארץ ובעולם. שינויים אלו באים לידי ביטוי בשני מישורים: שילוב אנרגיות מתחדשות ברשת החשמל ויעול הצריכה תוך שילוב רשתות חשמל חכמות (Smart Grid). גורם משמעותי נוסף לפיתוח הטכנולוגי, טמון בתוכנית התמריצים של הממשל האמריקאי שנועדה לעידוד הכלכלה מחד וחתירה לעתיד "ירוק" יותר מאידך. קורס זה יעסוק בהכרת מערכות החשמל הקיימות בתחומי הייצור ההולכה והחלוקה, ניתוחי אמיונות, שילוב אנרגיות מתחדשות, טכנולוגיות עתידיות (רשתות חשמל חכמות) ועוד. במהלך הקורס ישולב סיור לימודי בתחנת משנה או תחנת כח של חברת חשמל להעמקת החיבור בין התיאוריה ובין המעשה. (ד"ר קובי יהב)
2. נושאי לימוד עיקריים

1. מבנה משק החשמל ומדיניות הרגולציה.
2. מערכות וטכנולוגיות לייצור חשמל.
3. מערכות הולכה ותחנות מיתוג ומשנה.
4. מערכות חלוקה ואספקת חשמל.
5. עקרונות בסיסים בתפעול המערכת.
6. מדדי אמינות ואיכות החשמל.
7. מודלים כלכליים להערכת אמינות האספקה.
8. ניתוחים אנליטיים ושיטות סימולציה להגדרת יעדי אמינות.
9. חיבור אנרגיות מתחדשות למערכת החשמל.
10. מערכות מניה ורשתות חשמל חכמות ("Smart Grid").

ספרות:

1. Bayliss, C. R. (1999). *Transmission and Distribution Electrical Engineering*. 2nd Ed Oxford, Newnes.
2. Billinton, R and R. N. Allan. (1996). *Reliability Evaluation of Power Systems*, New-York, Plenum.
3. Brown, R.E, (2002), *Electric Power Distribution Reliability*, New-York, Marcel Dekker.
4. Farret, F. and A., M. Godoy Simoes, (2006). *Integration of Alternative Sources of Energy*, John Wiley & Sons, Inc.

378.2.000 מבוא לאנרגיה גרעינית נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2011 סמ' אביב

הקורס יינתן על ידי דר' שווגראוס
הקורס יקנה עקרונות יסוד ביצור חשמל ע"י פיצוח גרעיני. ילמדו בהרחבה עקרונות יסוד של פיסיקה גרעינית: מבנה אטומי, איזוטופים, קרינה גרעינית, תופעת הפיצוח, ריאקצית שרשרת והנקודה הקריטית. יינתן הרקע הנדרש לתכנון ריאקטורים גרעיניים ומיונם. סקירה על השימוש באנרגיה גרעינית כיום ואתגרי העתיד.
ספרות:

R.A. Knief, Nuclear Engineering: Theory and Practice of Commercial Nuclear Power, Hemisphere (1992)

J. R. Lamarsh, Introduction to nuclear engineering, Addison-Wesley series in nuclear science and engineering (1975)

נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

**378.2.2014 סדנת אנרגיה בתעשייה
2011 סמ' אביב**

הקורס ירוכז על ידי פרופ' זאב ויסמן

הסדנה תעסוק בהיבטים שונים הקשורים באנרגיה בתעשייה הישראלית. ההרצאות יינתנו על ידי מומחים מקשת התעשיות הבאות: NBI (החברה הלאומית לביודיזל בישראל), מכון

הנפט, אנזימוטק, סולל, אורמת, חברת החשמל, חברת התפלת מים, חברת גז, חברת ביוגז ("חיריה"), חברת טורבינות רוח, חברה ביוטכנולוגית להפקת ביודיזל ממיקרו-אצות, חברת תעופה, חברת ספנות, משרד התשתיות (אנרגיה), אגף הלוגיסטיקה בצה"ל, חברת "בטר פלייס", חברת דלק חיפושי נפט, חברת פיתוח תאי דלק ועוד. המטלות בקורס: על הסטודנטים להגיש עבודה סמינריונית מקוצרת (בכתב ובמצגת 15 דק') מסכמת ומקיפה בנושא מקורי משלהם, הקשורה לאנרגיה בתעשייה. העבודה תסתמך על החומר שהוצג בסדנא, ייעוץ עם מומחים וסקר ספרות. העבודה תקנה לסטודנטים את 100% מהציון בקורס. חובת השתתפות הסטודנטים בסדנא. הסדנא תינתן אחת לשנתיים.

ספרות:

ספרות רלבנטית תינתן לפני כל הרצאה בסדנא על ידי הפניה למקורות on-line.

378.2.2015 מקורות אנרגיה והסביבה נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2011 סמ' אביב

הקורס ינתן על ידי דר' עדי וולפסון אנרגיה היא משאב טבע קיומי ומצרך יומיומי וכזו היא משפיעה על תהליכים כלכליים, חברתיים וסביבתיים. מקורות האנרגיה השונים משפיעים על איכות הסביבה ובריאות האדם החל בתהליך ההפקה, דרך שלב הייצור וכלה בשינוע ובשימוש באנרגיה. עם התגברות המודעות הסביבתית והיישום של תהליכים ברי-קיימא, קיימת חשיבות מכרעת לניתוח מחזור החיים והעומס הסביבתי (Life Cycle Assessment-LCA) של כל אחד ממחזורי האנרגיה. כמו כן יש לבחון כיצד ניתן להגביר את השימוש באנרגיות ידידותיות לסביבה וליישם התייעלות אנרגטית, שימור אנרגיה וטכנולוגיות נקיות בשוק האנרגיה. במהלך הקורס יבחנו מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים והתהליכים השונים לייצור האנרגיה ממקורות אלו לצד טביעת כף הרגל הפחמנית, הפוטנציאל לזיהום האוויר, הים והיבשה וההשפעות הבריאותיות של כל תהליך והפתרונות הטכנולוגיים הקיימים להפחתתם. ספרות:

1. Robert A. Ristinen, Jack P. Kraushaar, *Energy and the environment*, John Wiley & Sons, **2005**.
2. John R. Fanchi, *Energy in the 21st Century*, World Scientific Publishing Company, **2005**.
3. Adrian Bejan, Peter Vadász, Detlev G. Kröger, *Energy and the environment*, Springer, **1999**.
4. Delbert W. Devins, *Energy: Its Physical Impact on the Environment*, Krieger Pub Co, **1982**.

378.2.2016 הידרידים נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2011 סמ' אביב

הקורס ינתן על ידי פרופ' יצחק יעקב מימן – מקור האנרגיה ביקום. שימוש של הידרידים בכורים גרעיניים. מימן – מקור אנרגיה משני. אגירת מימן בהידרידים. אנרגיה כימית של שריפת מימן. תרמודינאמיקה של היווצרות הידרידים. קביעת אנטלפיות ואנטרופיות יצירה בעזרת איזותרמות לחץ-הרכב ובעזרת מדידות חום סגולי. הידרידים מתכתיים בינאריים. הידרידים בין מתכתיים והידרידים מתכתיים מורכבים. קינטיקה של בליעת מימן. מושגים כלליים של ריאקציות היתוך ושל כורי היתוך. ספרות:

W.M. Mueller, J.P. Blackledge and G.G. Libowitz, *Metal Hydrides*, Academic Press, New York (1968).

F.A. Kuijpers, Ph.D. Thesis, Technological University Delft (1973), also Philips Res. Repts. Suppl. (1973) No.2.

Y. Fukai, *The Metal-Hydrogen System. Basic Bulk Properties*, (second edition), Springer-Verlag, New York (2005).

T.B. Flanagan, in A.F. Andresen and A.J. Maeland(eds.), *Hydrides for Energy Storage*, Pergamon, Oxford (1978), p.135.

J.W. Christian, *The Theory of Transformations in Metals and Alloys, Part I, Equilibrium and General Kinetic Theory* (second edition), Pergamon, Hungary (1975).

about ITER(International Thermonuclear Experimental Reactor):

<http://www.iter.org/>.

נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

378.2.2017 אגירת אנרגיה

2010 סמ' סתו

הקורס יינתן על ידי מספר מורים

א. דר' ראול רבינוביץ

אגירת אנרגיה תרמית-חומרים משני פאזה; אגירת אנרגיה ברכיבים חשמליים ואגירה במערכות הספק; אגירת אנרגיה מכאנית תקצירי נושאי הקורס מופיעים להלן.

אגירת אנרגיה במוליכי-על מגנטיים; מערכות אגירה במצברים; קבלים מתקדמים; אגירה בגלגלי תנופה: עקרונות וטכנולוגיה; שימושים במערכות הספק; מתקני FACTS; מעבר וחלוקה של מתח DC גבוה; שיקולים כלכליים; דוגמת לימוד: הולנד. ספרות:

IEEE and IET papers

ב. פרופ' דניאל פוירמן

אגירת אנרגיה במבנים: תיכון אלמנטים לחימום סולרי פסיבי. אלמנטים של מעבר חום, חישובי עומס ומדידות. הערכת ביצועים של מתקני חימום סולרי פסיבי בשיטת Solar Load Ratio method – an analytical approach. דוגמה: בית בעל חימום סולרי פסיבי וקירור טבעי הממוקם באזור צחיח. ישום חימום סולרי פסיבי באזורים בנויים-זכויות סולריות. אסטרטגיות קירור בבתים. ספרות:

IEEE and IET papers will be distributed.

ג. פרופ' אלי קורין

אגירת אנרגיה תרמית בחומרים שמני פאזות: מבוא כללי, עקרונות בסיסיים של שיטות לאגירת אנרגיה תרמית. יתרונות וחסרונות אגירת אנרגיה חום עם שינוי פאזה בהשוואה לשיטות אחרות. מיון חומרי משני-פאזה: הידריטים של מלחים, מלחים מותכים, פרפינים וחומרים אורגניים אחרים.

עקרונות בסיסיים בתרמודינאמיקה ותופעות מעבר פאזה נזל-מוצק. שיטות לשיפור קצב מעבר חום בתהליכי אגירת חום עם שינוי פאזה. שימושים במערכות להמרת אנרגיה. ספרות:

חומר רקע מקצועי רלבנטי יופץ במהלך הקורס.

נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת

378.2.2018 התפלת מי ים

2010 סמ' סתו

הקורס יינתן על ידי דר' ז'ק גילרון ופרופ' אלי קורין

מבוא כללי, הגדרת עקרונות בסיסיים, אספקטים סביבתיים וכלכליים בתהליכי התפלה. שיטות התפלה בתהליכי איוד: איוד רב-דרגי, תהליכי הבזקה, מערכות משולבות ליצור חשמל ומים מותפלים. התפלה באמצעות ממברנות: אוסמוזה הפוכה, אלקטרו-דיאליזה, זיקוק ממברנלי, פרופורציה. משוואות שטף ותופעת קיטוב ריכוזים. היווצרות אבנית: מסיסות

מלחים קשי-תמס, נוקלאציה וגידול גבישים, שיטות למניעה וטיפול אבנית במערכות התפלה. טיפול ברכז ומערכות משולבות להגדלת אחוז ההשבה. שיטות להתפלה באמצעות מקורות אנרגיהאלטרנטיביים.
ספרות:

El-Dessouky, H. T., and H. M. Ettouney. *Fundamentals of Salt Water Desalination*. New York, NY: Elsevier (2002)

Wilf, Mark. *The Guide Book to Membrane Desalination Technology*. D'Aquila, Italy: Balaban Desalination Publications (2007)

Spielger, K. S., and Y. M. El-Sayed. *A Desalination Primer*. D'Aquila, Italy: Balaban Desalination Publications (1994)

378.2.0000 כלכלת אנרגיה נק"ז: 3 ש"ש: בתוקף משנת 2010 סמ'

טו

הקורס יינתן על ידי דר' חיים רפפורט

מטרת הקורס לתת לסטודנטים כלים בסיסיים להתמודד עם מגוון רחב של מרכיבים כלכליים הכרוכים בהנדסת אנרגיה. הקורס יכלול מבוא לכלכלה – הסבר על מושגי היסוד, חשבונאות – מידע ודיווח, מאזנים וניתוח דוחות כספיים, תמחיר, מימון לצורך ניתוח כדאיות וניתוחי חלופות ובחינת כדאיות, עלות הקמת מתקן חדש חדש אנרגיה ועלות הפעלתו. הקורס יתמקד בניתוח עלויות וכדאיות מתקני אנרגיה שונים – הן בשלבי הקמתם והן מבחינת תפעול שוטף שלהם.

ספרות:

מאמרים ודוחות ספציפיים יחולקו על ידי המרצה במהלך הקורס