



פרופ' ניר שביב

שיטות שיערוך בפיסיקה 77412
מבחן מועד א', סמסטר אביב תשס"ט

- המבחן הוא ללא כל חומר עזר, פרט לפריטים הבאים:
 - 2 דפי נוסחאות (4 עמודי A4)
 - מחשבון
- יש לנמק את התשובות. תשובה לא מנומקת לא תתקבל.
- משך המבחן שעתיים.
- בבחינה אוסף שאלות שסכום ערכן עולה על 100 נקודות.
- יש לסמן v במשבצת שליד כל שאלה אם ברצונכם שהיא תבדק. שימו לב שישנן שאלות שלא חובה לענות על כל הסעיפים.
- אם סך ניקוד השאלות לבדיקה מקיים $n > 100$, הציון הסופי יהיה נתון ע"י:

$$\left(\frac{m}{n} \times \left[100 - \frac{n-100}{2} \right] + \frac{n-100}{2} \right) + \frac{n-100}{10}$$

- כאשר m הוא סך הנקודות שקבלתם. בכך, אם עניתם מעל ל-100 נקודות אתם מקנים לכם פקטור.
- את התשובות, כולל הדרך, יש לכתוב בטופס הבחינה. רצוי להעזר במחברת הירוקה כדפי טיוטא. בסוף הבחינה, יש להגיש את הטופס ואת המחברת. (לפעמים מקבלים ניקוד מהטיוטא).
 - כמו בחיים האמיתיים, בשאלות יתכנו נתונים שאינם דרושים לפתרון הבעיה, ולהיפך...

כה 3 ח ה !

לשימוש הבודק:

סופי	מתוך	סה"כ	ג 8	ב 8	א 8	ב 7	א 7	ב 6	א 6	ג 5	ב 5	א 5	ב 4	א 4	ב 3	א 3	2	1

1. 10 נק'. העריכו כמה בודקי כרטיסים עובדים בחברת אגד בירושלים.

תשובה:

2. 12 נק'. חלקיק קוונטי לא יחסותי נמצא בתוך בור פוטנציאל מהצורה $U(x) = \alpha |x|^3$. העריכו למה שווה התוחלת $\langle x^2 \rangle$ ברמת היסוד.

תשובה:

3. נעריך את מהירות ההתפשטות של החור בבועת סבון מתפוצצת.

- (א) 12 נק'. מתוך העובדה שבועה בקוטר של כ-5 ס"מ מתעוותת משמעותית מכובד משקלה (כשהיא על משטח) או מכך שטיפת מים בקוטר של 5 מ"מ נצמדת אליה, העריכו מהו מתח הפנים γ של מי הסבון ומהי הצפיפות המשטחית בבועה.
- (ב) 12 נק'. העריכו תוך כמה זמן יקח לבועה כזו להתפוצץ.

תשובה:

4. גלי אלפבן (Alfvén waves) הם גלים בהם יונים בלפזמה מתנדדים בשדה מגנטי.

(א) 5 נק'. מהו הלחץ האופייני בשדה מגנטי B נתון?

(ב) 20 נק'. מה יהיה יחס הדיספרסיה לגלי אלפבן? (דיינו, מהו הקשר $\omega(k)$ בגלים?)

תשובה:

5. שכבת מים בטמפ' של אפס מעלות נמצאת במגע עם אוויר בטמפ' $T < 0^{\circ}\text{C}$, כך שנוצרת שכבת קרח.

(א) 4 נק'. הסבירו מדוע קיבול החום של המים אינו חשוב לבעיית יצירת הקרח?
(למעשה, הוא נהייה דומיננטי רק בטמפ' של מינוס 160 מעלות!).

(ב) 6 נק'. ε הוא החום הכמוס להמסת קרח ואילו κ הוא מקדם הולכת החום בקרח. מדוע הזמן שלוקח לשכבה לקפוא לעובי מסויים תלוי רק ביחס ε/κ ולא בגדלים הללו בנפרד?

(ג) 12 נק'. לוקח כ-4 ימים בטמפ' ממוצעת של מינוס 2 מעלות כדי ליצור שכבת קרח של 10 ס"מ באגם (המאפשר הליכה בטוחה). איזו טמפ' ממוצעת דרושה על-מנת ליצור שיכבת קרח של 1.7 מטר במשך 150 יום? (זהו העובי האופיני המקסימלי של קרח חד-שנתי בים הארקטי).

לנוחיותכם נתון: $\rho_{\text{ice}} = 920\text{kg}/\text{m}^3$, $\varepsilon = 3.3 \times 10^5\text{J}/\text{kg}$, $c = 2.1 \times 10^3\text{J}/(\text{kg K})$, $\kappa = 2.3\text{J}/(\text{m s K})$.

תשובה:

6. התפרקות חשמלית משחררת יונים חיוביים ושלימים לאורך קו, בצפיפות אורכית λ ליח' אורך. נניח כי מקדם הדיפוזיה D זהה עבור שני סוגי היונים (האלקטרונים נתפסים מהר בידי אטומים כך ששני סוגי היונים כבדים). משוואת הדיפוזיה / ריקומבינציה עבור הצפיפות המספרית של היונים הינה:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} - \alpha n^2$$

כאשר α הינו מקדם הריקומבינציה.

- (א) 10 נק'. מצאו צפיפות קריטית λ_{crit} שמאפיינית את הבעיה.
- (ב) 5 נק'. כיצד יתנהגו היונים אחרי שיחרורם עבור $\lambda > \lambda_{crit}$ ועבור $\lambda < \lambda_{crit}$?

תשובה:

7. גבישים פיזואלקטריים הם גבישים שאם מפעילים עליהם מאמץ, אזי נוצר הפרש מתחים בין צידי הגביש (קוורץ הוא דוגמא קלסית). מקור תופאה זו הוא המבנה הלא סימטרי של הגביש (תחת שיקוף). אמנם בשיווי משקל אין הסחה ממוצעת בין המטען החיובי והשלילי, אולם אם מעוותים את הגביש, נוצר קיטוב ממוצע האחראי להפרש המתחים שנוצר בין צידי הגביש.

(א) 15 נק'. העריכו את המתח V שיכול להווצר בגביש לא סימטרי טיפוסי, אם מופעל על הגביש כוח F .

(ב) 5 נק'. אם מוחצים גביש קוורץ באצבעות, לאיזה מתח אופייני ניתן להגיע? לקוורץ מודול יאנג של 70GPa .

תשובה:

8. אנמיה חרמשית נגרמת כתוצאה מגן פגום. אם הוא מופיע פעמיים (הומוזיגוט), אותו נושא יחלה באנמיה חרמשית (sickle-cell anemia) הגורמת לבעל הגן לא להגיע לגיל פוריות. לעומת זאת, אם יש רק עותק פגום אחד, העותק הנורמלי יאפשר חיים נורמלים והגעה לגיל פוריות. בנוסף, הגן הפגום מחסן טבעית את האדם הנושא ממחלת המלריה. כתוצאה מיתרון זה, גן האנמיה חרמשית אינו נכחד.

(א) 8 נק'. העריכו מהו מצב שיווי המשקל בין ריכוז גן האנמיה באוכלוסיה לבין הסיכוי לקבל מלריה ולמות לפני הבאת ילדים לעולם.

(ב) 8 נק'. העריכו מה צריך להיות ריכוז האנמיה החרמשית כיום באוכלוסיה השחורה בארה"ב. הניחו כי האוכלוסיה השחורה הגיעה לארה"ב לפני בממוצע 200 שנה, מאיזורים מוכי מלריה באפריקה, ובהם לכ-10 אחוז מהאוכלוסיה יש את הגן.

(ג) 4 נק'. מה הסיכוי למות ממלריה לפני הגעה לגיל פוריות באותם איזורים באפריקה?

תשובה: