



פרופ' ניר שביב

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

- 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.
- 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...

כ ה 3 ח ה !

לשימוש הבודק:

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

1. \square 15 נק'. העריכו את התצרוכת השנתית של דלק ע"י המכוניות הפרטיות בארץ. הכנסות המדינה ממיסים הן כ-150 מיליארד ש"ח בשנה. כמה אחוז מהן מדלק? לידעתכם, רכב פרטי נוסע כ-15000 ק"מ בממוצע לשנה. מחירו של דלק 95 אוקטן (נטול עופרת) הוא כ-6 ש"ח לליטר. מכונית, הקטנה (רנו קליאו) נוסעת כ-15 ק"מ לליטר. כמו כן, מעל לחצי ממחיר הדלק הוא מסים.

תשובה:

נסה זאת ע"י שיטת ההכד (משול). נפויז לתצוגת רמבנות, מיסם כר מכונת וכל...

תצוגת של מכונת:

$$1 - \frac{15,000 \text{ km/yr. car}}{15 \text{ km/liter}} \sim 1000 \text{ liter/car. yr}$$

תצוגת של כל האוכלוסיה:

$$2 - 1000 \frac{\text{liter}}{\text{car. yr}} \times 10^6 \text{ cars} = 10^9 \text{ liter/yr}$$

אוכלוסיה 7 מילין
הזיכה - 1 מילין מכניאר.

סה"כ מיסם:

$$3 - 10^9 \frac{\text{liter}}{\text{yr}} \times \frac{6 \text{ NIS}}{\text{liter}} \times \frac{2}{3} \sim 4 \times 10^{12} \text{ NIS}$$

החן סה"כ מיסם.

סה"כ, המזינה גודל $150 \times 10^6 \text{ NIS}$ מיסם כל צדן רמבנות מכונת כ-

2.5%

2. \square 15 נק'. נתון חלקיק קוונטי יחסותי, (עבורו $E = pc$). חלקיק זה נמצא בתוך בור פוטנציאל מהצורה $U(x) = \alpha|x|$. העריכו למה שווה אנרגיית רמת היסוד.

תשובה:

רמת היסוד נתונה על ידי $\Delta p \Delta x \sim \hbar$. אנוסים, עדין האנון

ואסתי - $\Delta p \sim \frac{E_{kin}}{c}$. נשווה אינרציה הפוטנציאלית $(\alpha|x|)$.

$$E_{kin} \sim U \sim \alpha |\Delta x|$$

$$\frac{\alpha |\Delta x|}{c} \cdot \Delta x \sim \hbar \Rightarrow \Delta x \sim \left(\frac{\hbar c}{\alpha}\right)^{1/2} \quad \text{אכן:}$$

$$E \sim \alpha |\Delta x| \sim (\alpha \hbar c)^{1/2} \quad \text{להאניזיה תפסיד:}$$

3. \square 15 נק'. צביר כוכבים עם רדיוס אופייני R מכיל N כוכבים. בעזרת מדידת דופלר, נמצא כי המהירות היחסית האופיינית בין הכוכבים היא v_{rms} . העריכו את מסת הצביר.

תשובה:

נשתמש בעקרון החלוקה השווה (הנאספול הוויכוח):

$$E_{kin} \sim E_{grav} \quad \text{אנרגיית הכבידה}$$

$$N \cdot \frac{1}{2} m_1 v_{rms}^2 \sim \frac{G (Nm_1)^2}{R}$$

\downarrow

$$M_{tot} = Nm_1 \sim \frac{v_{rms}^2 R}{G}$$

4. □ 15 נק'. נתון דיפול מגנטי m שמתנדנד בתדירות ω . מהו הספק הקרינה הא"מ הכולל שנפלט ממנו?

תשובה:

דיפול אנטנה = שטח \times זרם. לפי, הזרמים שיש בקציה:

$$[m] = \frac{esu}{sec} \times cm^2$$

$$[\omega] = 1/sec$$

$$[c] = cm/sec$$

$$[P] = \frac{erg}{sec}$$

$$[m^2] = esu^2 \cdot \frac{cm^4}{sec^2} = erg \frac{cm^5}{sec^2}$$

$\frac{q^2}{r} = E \quad \uparrow$

נעזרים עם m^2 לפי נוחיות:

$$[\frac{P}{m^2}] = \frac{sec}{cm^5}$$

כדי להעלים את ה- erg:

$$\frac{c^5 p}{m^2} = \frac{sec}{cm^5} \cdot \frac{cm^5}{sec^5} = 1/sec^4$$

כדי להעלים את ה- cm:

$$P \sim \alpha \frac{m^2 \omega^4}{c^5}$$

קבוע חסר יחידות: סה"כ

5. \square 15 נק'. דוד שמש מחמם במשך היום כ-150 ליטר מים ל-65 מעלות. שטח הקולטים הוא כ-4 מטר רבוע. העריכו מהו "קבוע השמש", דהיינו, מהו שטף הקרינה המתקבל מהשמש באזור כדו"א. (וואט למטר רבוע).

תשובה:

נפיקו אלמנטי תתי-העזות.

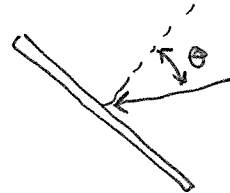
$$150 \text{ liter} = 150 \text{ kg}$$

$$1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J} \quad c = 1 \text{ cal/gr} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

כמות החום שנכנסת סה"כ:

$$Q = \underbrace{150 \text{ kg}}_W \times \underbrace{4.2 \times 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}_C \times \underbrace{40^\circ}_{\Delta T} \approx 2.5 \times 10^7 \text{ J}$$

כמות החום שנקלטה דקוואט: - ישנה זווית θ בין שני כוונות - $\cos \theta \sim \frac{1}{2}$ דמיון, זווית θ של 60° יחודה.



$$Q = \int dt \cdot F \cos \theta \cdot A$$

יציאה = ?

$$\rightarrow F = \frac{Q}{\underbrace{c \Delta t}_{\text{זמן}} \cos \theta A} \approx \frac{2.5 \times 10^7 \text{ J}}{c \cdot 12 \text{ hr} \cdot 3600 \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \cdot 0.5 \cdot 4 \text{ m}^2}$$

$$\approx \frac{300 \text{ W/m}^2}{c}$$

דגמי 3.00, קבועת האטמוספירה נקלטה $\sim 1 \text{ kW/m}^2$ קרינת השמש הנכנסת היא כ- $\frac{1}{3}$.

6. כוכב הלכת גליס 581 סי שנתגלה לפני מספר חודשים הוא כוכב הלכת הראשון דמוי כדור"א (ז.א., לא כדור גאז...) הידוע מחוץ למערכת השמש. מסתו כחמש פעמים מסת כדור"א. הוא נמצא במרחק הקטן בפקטור 14 ממרחק כדור"א אל השמש, אולם כוכב השבת שלו פחות מסיבי מהשמש בפקטור 3, ואילו עוצמת הארה של הכוכב היא רק 1.3 אחוז מעוצמת ההארה של השמש.

- (א) 15 נק'. העריכו את עצמת כח הגיאות שמפעיל הכוכב על כוכב הלכת יחסית לכח הגיאות הממוצע על כדור"א. (כזכור, על כדור"א כח הגיאות מהשמש הוא חצי מכח הגיאות מהירח).
- (ב) 15 נק'. העריכו את הטמפ' הממוצעת על פני הכוכב (בהנחה שאין אפקט חממה גדול כמו על נוגה למשל).

תשובה:

א. כח הגיאות נקבע לפי הכח המשיכה. (סתם א טאול 3 ריהטיבה:

$$a_{grav} \sim \frac{GM}{d^2} \rightarrow a_{tide} \sim \frac{a_{grav}}{R} \cdot r \sim \frac{GM}{d^2} \frac{r}{d}$$

רדיוס הכוכב

(שונה למכח הגיאות של ארץ והשמש:

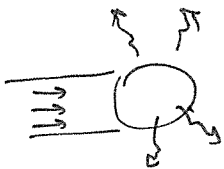
$$\frac{a_{tide,G}}{a_{tide,\oplus}} = \left(\frac{M_G}{M_\oplus}\right) \left(\frac{1AU}{d_G}\right)^3 \left(\frac{r_G}{r_\oplus}\right)$$

כפול

כ"מ $r \sim M^{1/3}$ עדין 3 בעלת זה ה.

$$\frac{a_{tide,G}}{a_{tide,\oplus}} \approx \frac{1}{3} (14)^3 5^{1/3} \sim 1500 \Rightarrow \frac{a_{tide,G}}{a_{tide,\oplus} + a_{tide,G}} \approx 500 \text{ ?}$$

סה"כ: מייחפ 2 השמש



ב. שיוני משוף:

$$\frac{L}{4\pi d^2} \cdot \pi R^2 = \sigma T^4 \cdot 4\pi R^2$$

נתון ולריהדיסון עדין גלים כחול. סדר כחול:

$$\frac{L_G}{L_\oplus} \left(\frac{d_\oplus}{d_G}\right)^2 = \left(\frac{T_G}{T_\oplus}\right)^4 \Rightarrow T_G \approx T_\oplus \left(\frac{L_G}{L_\oplus}\right)^{1/4} \left(\frac{d_\oplus}{d_G}\right)^{-1/2} \sim 350^\circ K$$

7. מכניסים קוביית פלדה בגודל $(10\text{cm})^3$ בין שתי קירות. כעת מחממים את הפלדה ב-10 מעלות. העריכו את הכח שיפעל על הקירות. לידיעתכם, מקדם ההתפשטות של פלדה הוא $1.3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ואילו המודול האלסטי של יאנג הוא 200GPa . (פסקל היא יחידת הלחץ ב-m.k.s.)

תשובה:

נפיצ את הדעיה א-2. הפצה תרצה להתפשט. נחשב את האורך הלידה.

אחרי נצטרך להבין מה זה הקוביה כדי שיהיה להזרז, דאורכה המקורי.

$$\Delta x \sim \alpha \cdot l \cdot \Delta T \sim 1.3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \cdot 10^\circ \text{C} \cdot 10 \text{ cm}$$

$$\Delta x \sim 1.3 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

מקדם התפשטות

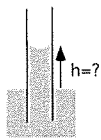
כדי לקרר עידיה בגובה זה:

$$\frac{F}{A} = \gamma \cdot \frac{\Delta x}{l}$$

נוצח טנע

$$F = \gamma \cdot A \cdot \frac{\Delta x}{l} \approx 2 \times 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \frac{(0.1 \text{ m})^2 \times (1.3 \times 10^{-3} \text{ m})}{(0.1 \text{ m})} \approx 2.6 \times 10^5 \text{ N}$$

כמו התקף של 25 טון!



8. (א) \square 10 נק'. העריכו למה שווה הפרש הלחצים בין החלק הפנימי של טיפה ברדיוס R לבין החלק החיצוני (אוויר), אם לטיפה זו מתח פנים σ , וצפיפות $\rho \gg \rho_{air}$.

(ב) \square 10 נק'. העריכו מה יהיה גובהו של נוזל בצינורית שרדיוסה R .

תשובה:

א. נשתמש באנליזת יחידות!

- הפרש הלחצים אינו תלוי ב- g . ין כסימולטניה.

$$\rho, R, \sigma \leftrightarrow p$$

$\frac{kg}{cm^3}$ $\frac{cm}{}$ $\frac{כ"ג}{אלו"ק}$ $\frac{כ"ג}{שטח}$

$$\Rightarrow p \sim \frac{\sigma}{R}$$

ב. נשווה לחצים: הפרש הלחצים \approx הכרחי לחזקים קטנונית מהמש"ח העקום.

$$\rho g h \approx \sigma/R \Rightarrow h \sim \frac{\sigma}{R \rho g}$$

אגף, זה נכין כעצוב לא נוצר מצד: $\frac{\sigma}{R \rho g}$. בהי"ן, σ עצוב

$$h \sim \frac{\sigma}{R \rho g} \gg R \quad \text{או לחילופין:}$$

$$\hookrightarrow R \ll \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}$$