

TEL AVIV UNIVERSITY



אוניברסיטת תל-אביב

SPECIAL PROGRAMS DIVISION
PREPARATORY PROGRAM

החטיבה לתכניות מיוחדות
המכינה האוניברסיטאית

מסלול המדעים המדוייקים

מבחן בגרות בפיסיקה – 4 י"ל

שנה"ל תשס"ט

5/09

משך המבחן: שלוש וחצי שעות.

חומר עזר: דפי נוסחאות ומחשבון כיס.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה

פרק א' – מכניקה

ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (ערך כל שאלה 18 נקודות)

שאלה 1

אבן נזרקת אנכית מעלה במהירות $V_0=30\text{m/s}$ מתחתית צוק שגובהו $h=25\text{m}$, ברגע $t=0$. מהרגע שהאבן עוברת את קצה הצוק, היא מושפעת מרוח אופקית הנושבת ימינה המקנה לה תאוצה קבועה שגודלה $a=2.5\text{m/s}^2$.

א. מהי מהירות האבן V_B בהגיעה אל קצה הצוק?

[3 נקודות]

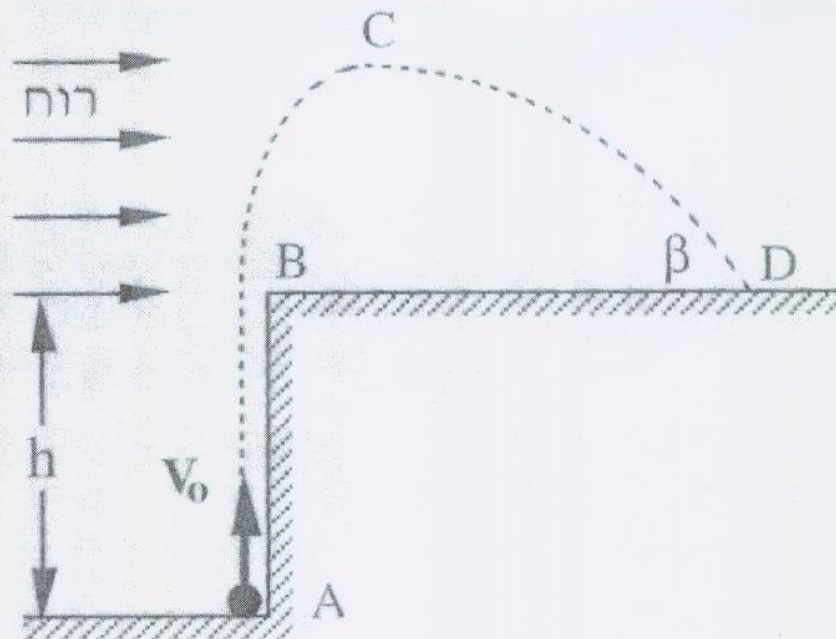
ב. תוך כמה זמן מגיעה האבן אל קצה הצוק?

[3 נקודות]

ג. מהו שיא המסלול של האבן ביחס לצוק? [4 נקודות]

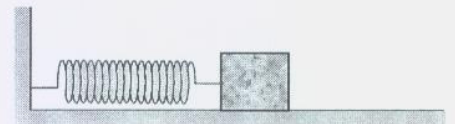
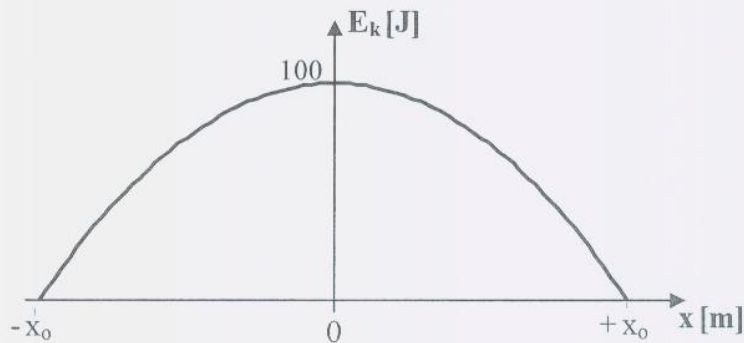
ד. מהו מרחק נקודת הפגיעה D מקצה הצוק? [4 נקודות]

באיזו זווית פוגעת האבן בנקודה D? [4 נקודות]



שאלה 2

בול שמסתו $m = 2 \text{ kg}$ רתום לקפיץ בעל קבוע-כוח $k = 200 \text{ N/m}$ ומונח על שולחן אופקי חלק, כמתואר בתרשים. מסיטים את הבול בשיעור x_0 (לא ידוע) מהמצב בו הקפיץ רפוי, ומרפים ממנו ממצב מנוחה. הגרף הנתון מתאר את האנרגיה הקינטית של הבול כתלות במרחקו x מהמצב בו הקפיץ רפוי.



- א. מהו המרחק x_0 ? (2 נקודות)
- ב. 1. רשום ביטוי לאנרגיה הפוטנציאלית האלסטית של הקפיץ, כתלות במרחק x מהמצב בו הקפיץ רפוי. (2 נקודות)
2. העתק את הגרף שבתרשים לדף הבחינה, וצרף אליו (על אותה מערכת צירים) שרטוט של גרף האנרגיה הפוטנציאלית האלסטית כתלות במרחקו של הבול מהמצב בו הקפיץ רפוי. שרטט גרף מדויק ככל האפשר. (3 נקודות)
3. מה הקשר בין שני הגרפים ששרטטת? (3 נקודות)
- ג. מהי מהירות הבול בנקודה $x = -\frac{1}{2}x_0$? (3 נקודות)
- ד. איזו עבודה מבצע הקפיץ על הבול מהרגע בו נמצא הבול במנוחה בנקודה $x_1 = -x_0$ ועד הרגע בו נמצא הבול בנקודה $x_2 = +\frac{1}{2}x_0$ ונע בכיוון שמאלה? (5 נקודות)

שאלה 3

כדור שמסתו $m=100\text{gr}$ קשור לקצהו של חוט שאורכו $L=0.5\text{m}$. משחררים את הכדור ממנוחה ממצב שבו החוט יוצר זווית בת 30° עם האנך. הכדור מתנגש התנגשות פלסטית בכדור שני שמסתו $3m$, התלוי בנקודה A בעזרת חוט שאורכו גם כן L , כמוראה בתרשים.

א. מהי מהירות הכדור שמסתו m רגע לפני ההתנגשות?

[3 נקודות]

ב. מהי מהירות שני הגופים הצמודים רגע אחרי ההתנגשות?

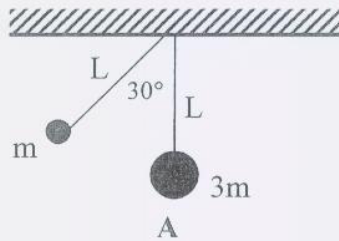
[3 נקודות]

ג. עד לאיזו זווית עולים הגופים לאחר ההתנגשות?

[4 נקודות]

ד. מהו המתקף שהופעל על הגוף שמסתו $3m$ במהלך ההתנגשות? [4 נקודות]

ה. מהו זמן המתזור של התנודות לאחר ההתנגשות? [4 נקודות]



פרק ב' – חשמל ומגנטיות

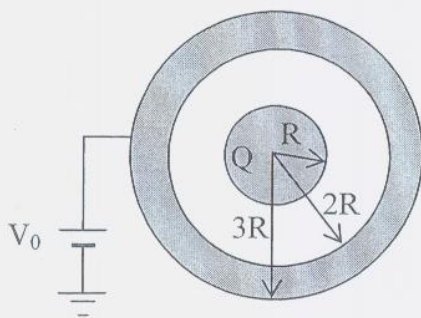
ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (ערך כל שאלה 18 נקודות)

שאלה 4

נתון כדור מוליך בעל רדיוס R הטעון במטען Q . מסביב לכדור ישנה קליפה כדורית מוליכה בעלת רדיוס פנימי $2R$ ורדיוס חיצוני $3R$ (לכדור ולקליפה מרכזים משותפים), הקליפה מוחזקת בפוטנציאל קבוע V_0 (ראה תרשים).

נסמן ב- r את המרחק ממרכז מערכת הכדורים.

נתוני השאלה: V_0, Q, K, R



א. מהו המטען על כל אחת משפות הקליפה? [5 נקודות]

ב. מהו השדה החשמלי בתחומים הבאים: [4 נקודות]

1. $0 < r < R$

2. $R < r < 2R$

3. $2R < r < 3R$

4. $r > 3R$

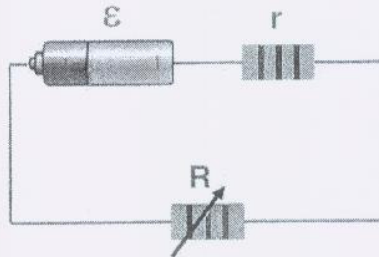
ג. מהו הפוטנציאל החשמלי בכל מקום במרחב? (העזר בתחומים שהוגדרו בסעיף

קודם) [4 נקודות]

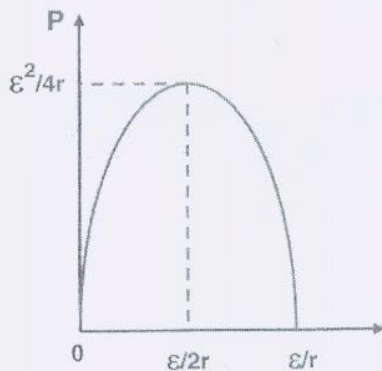
משחררים ממנוחה מטען נקודתי q שמסתו m משפת הכדור, והוא מאיץ כלפי השפה הפנימית של הקליפה. מהי מהירות הפגיעה של המטען הנקודתי בשפת הקליפה? (בסעיף זה גם הפרמטרים q ו- m נתונים) [5 נקודות]

שאלה 5

בתרשים שלפניך מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו ε , והתנגדותו הפנימית r ונגד משתנה R .



הגרף שלפניך מתאר את ההספק P , המתפתח על הנגד המשתנה R , כפונקציה של הזרם I במעגל.



- א. פתח את הקשר בין ההספק המתפתח על הנגד המשתנה לזרם במעגל כך, שהקשר יתאים לצורת הגרף הנתון. (5 נקודות)
- ב. הראה באמצעות הביטוי שהגעת אליו בסעיף א' שערכי הזרם I בשני מצבים בהם ההספק מתאפס הם אפס ו- ε/r . (4 נקודות)
- ג. הוכח שהזרם I , במצב שבו ההספק P הוא מקסימלי, שווה ל- $\varepsilon/2r$. (3 נקודות)
- ד. הוכח שההספק המקסימלי, היכול להתפתח על הנגד המשתנה, הוא $\varepsilon^2/4r$. (3 נקודות)
- ה. הוכח שההתנגדות R של הנגד המשתנה, המתאימה למצב שבו ההספק P הוא מקסימלי, שווה ל- r . (3 נקודות)

שאלה 6

נגד R מחובר בקצותיו לשתי מסילות אנכיות חסרות התנגדות (ראה תרשים). כח F מרים מוט מוליך אופקי, חסר התנגדות, שאורכו L ומסתו m , במהירות קבועה V לאורך המסילות. המסילות מצויות בשדה מגנטי אחיד B . השדה המגנטי מאונך למישור תנועתו של המוט המוליך (קווי השדה נכנסים לתוך הדף).
 נתונים: B, V, m, L, R ו- g .

א. מהו כיוונו וגודלו של הזרם הזורם בנגד R ? [4 נקודות]

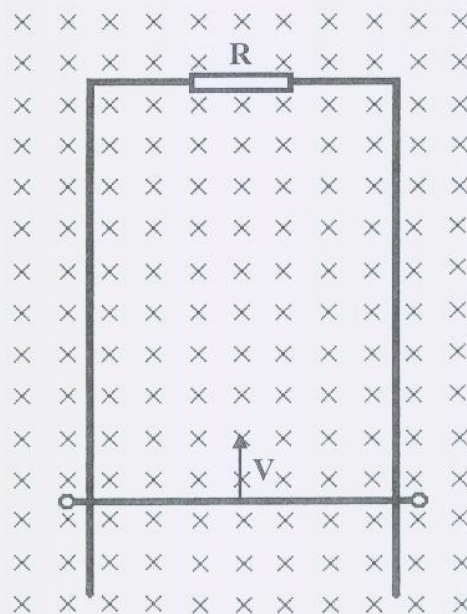
ב. מהו גודלו של הכוח F במצב המתואר? [3 נקודות]

מפסיקים את פעולת הכוח F , עוצרים את תנועתו של המוט ומרפים ממנו. המוט מתחיל להחליק, ללא חיכוך, ממצב מנוחה על גבי המסילות.

ג. תאר את תנועתו של המוט במורד המסילות. התייחס לשינויים במהירותו ובתאוצתו של המוט. [4 נקודות]

ד. מהו כיוונו של הזרם דרך הנגד כעת? נמק! [3 נקודות]

ה. מהי המהירות המכסימלית אליה מגיע המוט? [4 נקודות]



פרק ג' – פרקי בחירה

ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (ערך כל שאלה 14 נקודות).

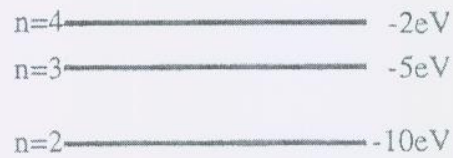
שאלה 7

- כשמקרניים לוח מתכת באור מונוכרומטי בעל אורך גל 3100\AA , ניתן לעצור את כל האלקטרונים הנפלטים מהלוח ע"י הפעלת מתח מינימלי של 2V .
- א. מה המהירות המקסימלית של האלקטרונים הנפלטים? [2 נקודות]
- ב. מה קצב פגיעת הפוטונים במתכת (בפוטונים לשנייה) כשהספק הקרינה הפוגעת הוא 64W ? [2 נקודות]
- ג. מה אנרגיית הקשר (פונקצית העבודה) של המתכת? מהו אורך הגל המקסימלי λ_{max} של הקרינה האלקטרומגנטית שבעזרתה עדיין ניתן להוציא אלקטרונים מהמתכת? [4 נקודות]
- ד. שרטט גרף איכותי המתאר את עוצמת הזרם החשמלי I כפונקציה של המתח V בין האנודה לקתודה המופעל על התא הפוטואלקטרי בניסוי. **הסבר** בקצרה את צורת הגרף. [4 נקודות]
- ה. כיצד ישתנה הגרף מהסעיף הקודם אם תוגדל עוצמת הקרינה הפוגעת בתא פי 2 (ללא שינוי באורך הגל)? שרטט את הגרף המתקבל, במקרה זה, על רקע הגרף של הסעיף הקודם. [2 נקודות]

שאלה 8

נתון תרשים רמות האנרגיה עבור היסוד האגדי סירסיום (ע"ש Sears) הכולל אלקטרון אחד בלבד בקליפה החיצונית. התרשים מתייחס למצבי האלקטרון הזה. מניחים שהאנרגיה הפוטנציאלית של האלקטרון היא אפס במרחק אינסופי מהגרעין.

- א. כמה אנרגיה (ב- eV) יש להשקיע כדי ליינן אטום מרמת היסוד? (3 נקודות)
ב. פוטונים בעלי אנרגיה של $15eV$ נבלעים בדגימת סירסיום שאטומיה מצויים ברמת יסוד. מה אורכי הגל של הקוים הספקטרליים הנפלטים מהדגימה? (4 נקודות)

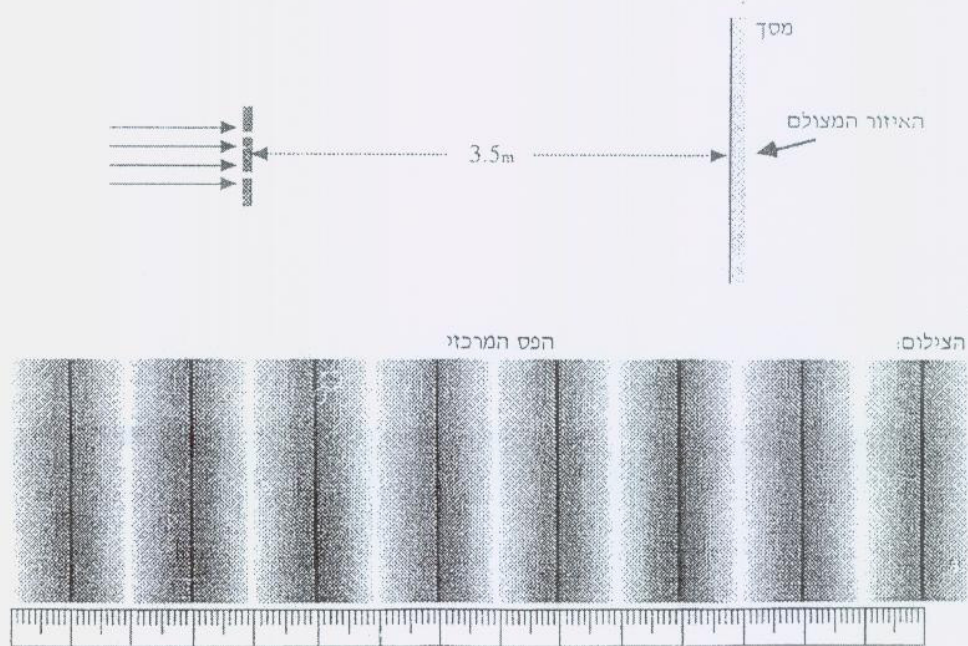


- ג. מה יקרה אם פוטון בעל אנרגיה של $8eV$ יפגע באטום הסירסיום הנמצא ברמת היסוד שלו? מדוע? (4 נקודות)
ד. מה מהירות הפוטון המוזכר בסעיף ג? (3 נקודות)

שאלה 9

אלומת אור מונוכרומטי צהוב פוגעת במחיצה אטומה בעלת שני סדקים צרים שהמרחק ביניהם 0.1mm .

תבנית ההתאבכות מתקבלת על מסך גדול הממוקם במקביל למחיצה במרחק 3.5 m ממנה. הצילום דלהלן נראה האיזור המרכזי של תבנית ההתאבכות המתקבלת על המסך בקנה מידה 1:1. הצילום מראה רק חלק מפסי ההתאבכות המתקבלים על המסך. קיימים פסים גם מימין ומשמאל לתחום המצולם.



- מתוך התמונה קבע את אורך הגל של האור הפוגע בסדקים. (4 נקודות)
- האם המרחק בין שני פסים עוקבים של התאבכות הורסת קבוע על גבי כל המסך? הסבר! (3 נקודות)
- כמה פסים מוארים (פסי עוצמה מקסימלית) מתקבלים על המסך כולו? (4 נקודות)
- כיצד תשתנה תבנית ההתאבכות אם תוחלף הקרינה הפוגעת בסדקים באור סגול מונוכרומטי שאורך הגל שלו 4000 \AA ? כיצד ישתנה מספר הפסים המוארים המתקבלים על המסך כולו? נמק! (3 נקודות)