

08.06.2015

פיזיקה י"א, מבחן מתכונת
מורים: בוריס באם, אורן גילת
גרסה 1.62

שם _____



מכניקה					אופטיקה		
1	2	3	4	5	6	7	8

השאלות עליהן ענית:

תוספת זמן ☐

פיזיקה י"א, מבחן מתכונת

מכניקה, אופטיקה גאומטרית וגלים מכניים

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי השעה (150 דקות).
ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: פרק ראשון – מכניקה
פרק חמש שאלות, ומהן עליכם לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה 25 נקודות. ($3 \times 25 = 75$ נקודות)
פרק שני – אופטיקה גאומטרית
בפרק שלוש שאלות, ומהן עליכם לענות על שתי שאלות בלבד.
לכל שאלה 12.5 נקודות. ($2 \times 12.5 = 25$ נקודות)

סה"כ 100 נקודות

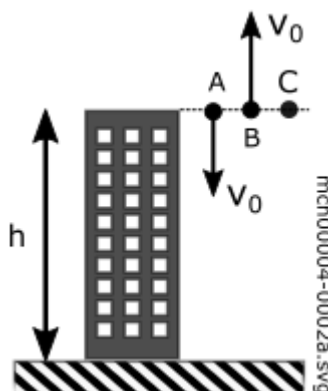
- ג. חומר עזר מותר בשימוש:
1. מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
2. נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
ד. הוראות מיוחדות:
1. ענו על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
2. בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשמו את הנוסחאות שאתם משתמשים בהן. כאשר אתם משתמשים בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, כתבו במילים את פירוש הסימן. לפני שתבצעו פעולות חישוב, הציבו את הערכים המתאימים בנוסחאות. רק לאחר ההצבה בצעו את פעולות החישוב. אי רישום נוסחה או אי ביצוע הצבה או אי רישום היחידות עלול להפחית נקודות מהציון. רשמו את התוצאה שקיבלתם ביחידות המתאימות.
3. בחישובכם השתמשו בערך 10 m/s^2 בשביל תאוצת הנפילה החופשית.
כיתבו במחברתכם בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רישום טייטות כלשהן על דפים מחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה! רשמו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה.

בהצלחה!

מכניקה – ענו על 3 מתוך 5 שאלות

שאלה 1

מראש מגדל שגובהו h נזרקים בעת ובעונה אחת שלושה כדורים: A , B ו- C .
 כדור A נזרק כלפי מטה במהירות v_0 ; כדור B נזרק כלפי מעלה במהירות v_0 השווה בגודלה למהירותו של כדור A . הכדור השלישי, C , נעזב ממנוחה. (ראו תרשים) הניחו שהכדורים אינם מתנגשים אחד בשני ושהתנגדות האוויר זניחה.



א. ציינו מי מהכדורים נופל חופשית. נמקו תשובתכם. (5 נק')

בחרו ציר מקום שכוון החיובי כלפי מטה.

ב. רשמו ביטויים למקום ולמהירות הכדורים כתלות בזמן ביחס לקרקע. (4 נק')

ג. מהו הקשר בין המהירויות עמם מגיעים הכדורים אל הקרקע. בחרו אחת מהתשובות הבאות

ונמקו תשובתכם: (4 נק')

i. $v_a > v_b > v_c$

ii. $v_a = v_b = v_c$

iii. $v_a = v_b > v_c$

iv. $v_a > v_c > v_b$

ד. נתון שכדור B מגיע לקרקע 5 שניות אחרי כדור A , וכדור C מגיע לקרקע שתי שניות אחרי A . חשבו את:

i. מהירותם ההתחלתית של הכדורים A ו- B . (4 נק')

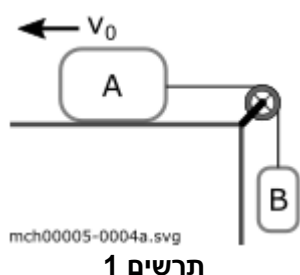
ii. משך תנועתם של הכדורים A ו- B . (3 נק')

iii. גובה המגדל h . (2 נק')

ה. איזה מהקשרים בסעיף ג מתאר נכון את הקשר בין מהירויות הכדורים בפגעים בקרקע אם נתון שהחיכוך עם האוויר אינו ניתן

להזנחה ושהוא קבוע ושווה לכל הכדורים. נמקו תשובתכם. (3 נק')

שאלה 2



תרשים 1

גוף A שמסתו $m_A = 4.75 \text{ kg}$ מונח על משטח אופקי ואילו קשורה בחוט משקולת B כמתואר

תרשים 1. מעניקים לגוף A מהירות תחילית V_0 שמאלה. בתשרים 2 מתואר גרף מהירות-זמן של

גוף A . כעבור זמן מה מתחילת התנועה גזרו את החוט המקשר בין הגופים.

א. מהו הכוון החיובי שנבחר לבעיה. נמקו תשובתכם. (2 נק')

ב. תארו את תנועת הגוף A במשך 6 השניות הראשונות. התייחסו בתשובתכם לכיוון התנועה,

גודל וכוון המהירות וגודל וכוון התאוצה. (6 נק')

ג. מהו המרחק בין נקודת המוצא למקום בו החוט נקרע (4 נק')

ד. האם המשטח חלק? נמקו (3 נק')

ה. מצאו את מסת המשקולת B . הראו חישובכם. (6 נק')

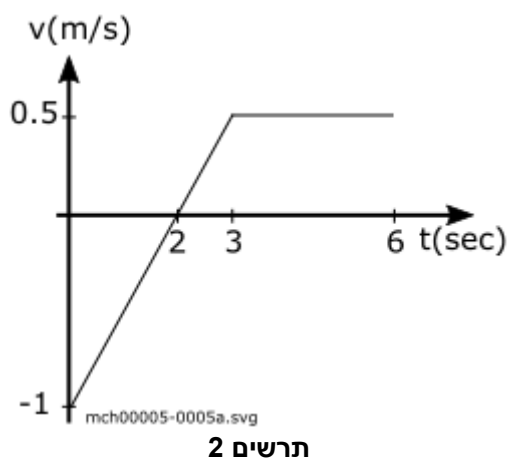
חוזרים על הניסוי באותם תנאים פרט לגוף A אותו מחליפים בגוף בעל מסה כפולה

מזו של A .

ו. שרטטו גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן אילו התחיל לנוע

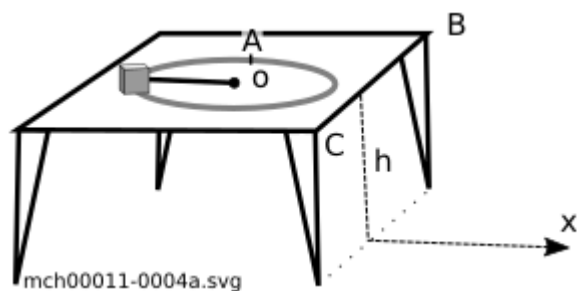
באותה מהירות v_0 ואם גם בניסוי זה גזרו את החוט באותו רגע? נמקו

תשובתכם. (4 נק')



תרשים 2

שאלה 3



תלמיד עושה ניסוי: על שולחן חלק הנמצא בגובה $h = 2_m$ הוא מניח גוף קטן שמסתו $m = 1_{kg}$ וקושר אותו באמצעות חוט שאורכו L לנקודה O באמצע השולחן. התלמיד סובב את הגוף במהירות זוויתית קבועה ומדד את מתיחות החוט. לאחר מכן, שחרר התלמיד את הגוף בנקודה A ומדד את המרחק האופקי x מקצה השולחן בו פגע הגוף ברצפה. נתון שרדיוס OA מקביל לצלע BC . תוצאות המדידה מוצגות בטבלה שלפניכם:

$P(N)$	3.0	2.0	1.5	1.0	0.8	0.5
$x(m)$	0.77	0.63	0.55	0.45	0.36	0.32
$x^2(m^2)$						

א. הוכיחו, שהקשר בין x^2 ל- P הוא $x^2 = \frac{PL}{m} \cdot \frac{2h}{g}$ (5 נק')

ב. השלימו את השורה הריקה בטבלה ושרטטו גרף של ריבוע המרחק האופקי x^2 כפונקציה של מתיחות החוט P . (7 נק')

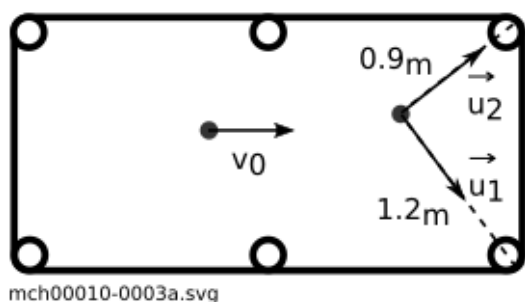
ג. הראו שהקשר שפיתחתם בסעיף א' מתאר את הגרף שבניתם בסעיף ב'. (3 נק')

ד. מצאו את שיפוע הגרף ובעזרתו חשבו את אורכו של החוט L . (4 נק')

ה. חשבו את תדירות הסיבוב של הגוף בזמן שמתיחות החוט הינה 2.5_N . (3 נק')

ו. על אותה מערכת צירים של הגרף ששרטטתם בסעיף ב' הוסיפו עקומה המראה בצורה איכותית כיצד תתנהג המערכת אילו הניסוי היה נערך על גבי הירח. נמקו תשובתכם. (3 נק')

שאלה 4



במהלך משחק דמיו ביליארד המשוחק באמצעות דסקיות, מעוניין שחקן לקלוע שתי דסקיות בשתי גומחות בו זמנית (ראו תרשים). השחקן חובט בדסקית אחת כך שהיא נעה בכיוון מקביל לדופן השולחן. הדסקית פוגעת בדסקית נייחת. לאחר ההתנגשות, גודל מהירותה של הדסקית הפוגעת היא $u_1 = 1.8_{m/s}$ וזו של הדסקית השנייה $u_2 = 2.4_{m/s}$. מידותיו של השולחן הן $3_m \times 1.5_m$ ומקום הדסקית הנייחת מסומן בתרשים. נתון כי בהשוואה למרחק עד לגומחות ניתן להזניח את קוטר הדסקיות והגומחות עצמם. נתון שמסתה של כל דסקית הנה 150_{gr} .

א. הראו, בעזרת הנתונים שבתרשים, כי הזווית בין כיווני התנועה של שתי הדסקיות לאחר ההתנגשות היא 90° . (3 נק')

ב. הראו כי ההתנגשות בין הדסקיות היא אלסטית. (8 נק')

ג. חשבו את גודל מהירות הדסקית הפוגעת לפני ההתנגשות. (5 נק')

במקרה אחר, שתי הדסקיות לא הגיעו אל הגומחות והתנגשו התנגשויות אלסטיות עם אחת הדפנות של השולחן.

ד. קבעו לגבי כל אחד מהמשפטים הבאים, האם הוא נכון או לא נכון ונמקו כל אחת מקביעתכם: (9 נק')

i. האנרגיה הקינטית של כל אחת מהדסקיות לא השתנתה לאחר ההתנגשות עם דופן השולחן.

ii. התנע של כל אחת מהדסקיות נשאר ללא שינוי.

iii. הסכום הווקטורי של התנעים של שתי הדסקיות לאחר ההתנגשות עם הדופן שווה לזה שלפניה.

שאלה 5

בכוכב לכת S במערכת שמש רחוקה נסלל כביש היקפי מעגלי על קו המשווה של אותו כוכב. רדיוס הכוכב S הוא $R_s = 1.53 \cdot 10^7 \text{ m}$. רכב חלל חדשני שמסתו 100 kg נוסע על כביש זה במהירות שגודלה $v = 1.25 \cdot 10^4 \text{ m/s}$. ונתון שהכוח שהרכב מפעיל על הכביש גודלו הוא 980 N בכיוון מאונך לכביש.

א. חשבו את תאוצה הכבידה, g_s על פני הכוכב S . (5 נק')

ב. חשבו את מסת הכוכב. (5 נק')

המכונית מצליחה להגביר את מהירותה עד שהופכת לחללית, ממריאה ומתייצבת כלווין, במסלול מעגלי סביב הכוכב, בדיוק מעל קו המשווה. רדיוס המסלול כפול מרדיוס הכוכב.

ג. מהו גודל הכוח שמפעיל אסטרונאוט בחללית על כיסא עליו הוא יושב, בזמן שרכב החלל נע במסלולו סביב הכוכב? נמקו. (5 נק')

ד. חשבו את גודל מהירותה של החללית במסלולה. פרטו שיקולכם. (5 נק')

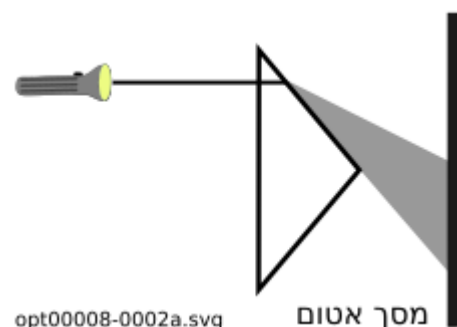
אחד מתושבי הכוכב S , ערך תצפיות על מספר רב של לוויינים החגים סביב הכוכב ושרטט גרף המקשר בין זמני המחזור של הלוויינים לבין רדיוס סיבובם. הוא קיבל גרף לינארי.

ה. מהם המשתנים המתוארים בכל ציר של גרף זה ומהן יחידות המידה שלהם. נמקו תשובתכם. (5 נק')

אופטיקה גאומטרית – ענו על 2 מתוך 3 שאלות

שאלה 6

אלומה מרוכזת של אור לבן המורכב מכל אורכי הגל בתחום הנראה, מוקרן באלומה צרה לכיוון מנסרה משולשת שזווית הראש שלה היא 100° (ראו תרשים). נתון כי זווית הפגיעה של הקרן עם בסיס המנסרה היא 0° . לאחר המעבר במנסרה מתקבלת אלומת אור צבעונית ומתבדרת כמוראה בתרשים. מאחורי המנסרה מציבים מסך ועליו מתקבלת תבנית צבעונית.



א. הסבירו מדוע מתקבלת על המסך תבנית צבעונית רחבה. (3 נק')

מקדם השבירה של החומר השקוף שמתאים לאורך הגל של הצבע האדום (אורך גל 630 nm) הוא 1.4 ומקדם השבירה שמתאים לאורך הגל של הצבע הסגול (400 nm)

(הוא 1.6. (תזכורת $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

ב. חשבו את זווית השבירה של האור האדום. (3 נק')

ג. הסבירו מדוע לא רואים על המסך אור סגול. (2 נק')

ד. נתון שהאור הצהוב נשבר בזווית 84° , מהי מהירותו של האור הצהוב בתוך

המנסרה. (2.5 נק')

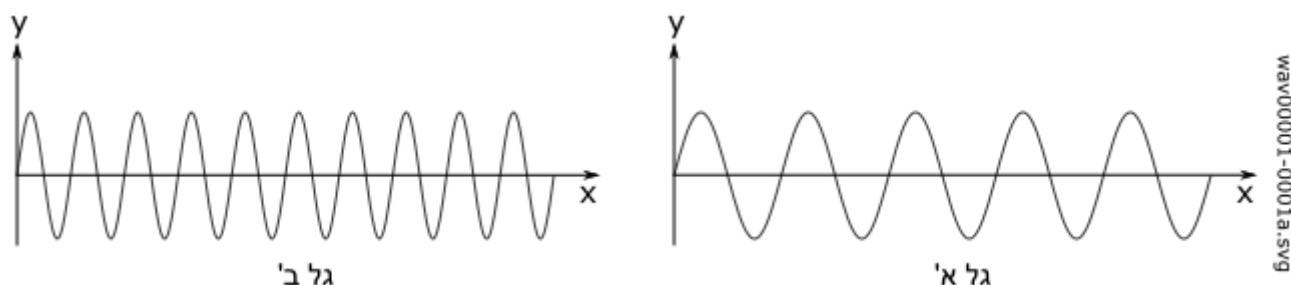
ה. מטבילים את המערכת באצטון בעל מקדם שבירה 1.357 לאור אדום ו-1.364 לאור סגול. כיצד תשתנה התמונה שתתקבל? (2

נק')

שאלה 7

בשנת 1842 פרסם קריסטיאן דופלר (Doppler), פיזיקאי אוסטרי, מאמר מדעי בו טען כי תדירות הצליל הנשמע באוזנו של מאזין, הנוסע לקראת מקור קול תהיה גבוהה מתדירותו המקורית של המקור (כלומר הצליל שישמע יהיה גבוה מזה של המקור). לעומת זאת המאזין מתרחק מהמקור תדירות הצליל שהוא ישמע תהיה נמוכה מזו של המקור. תופעה דומה קיימת גם בגלי אור. עיקרון זה נקרא היום אפקט דופלר. היישום המידי של האפקט הוא במדידת מהירותם של גופים, כגון גלאי המהירות הנמצא בשימוש משטרת התנועה. כאשר מופעל המכשיר לעבר גוף נע, נאמר מכונית, הוא משדר גל אלקטרו-מגנטי בתחום המיקרו לעבר הגוף וקולט חלק מהגלים המוחזרים ממנו. על פי אפקט דופלר, מאחר והגוף נע, מוחזרים הגלים ממנו בתדירות שונה מזו של הגלים ששוגרו, וניתן על פי ההפרש בתדירויות לחשב את מהירותו של הגוף הנע.

א. לפניכם תרשים המתאר שני גלים המתקדמים באותו תווך.

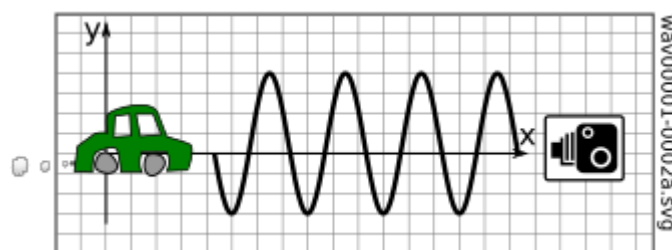


תרשים 1

ציינו עבור כל אחד מהמשפטים הבאים מי נכון ומי שגוי ונמקו תשובתכם: (4 נק')

- לגל ב' מהירות גבוהה יותר מזו של גל א'.
- לגל א' אורך גל גדול מזה של גל ב'.
- לגל א' תדירות גבוהה מזו של גל ב'.
- גל א' נשמע חזק יותר מגל ב'.

בסעיפים הבאים יש להביא בחשבון את אפקט דופלר והשימוש בו, כמפורט בתחילת השאלה.



תרשים 2

- שומר עומד ובידו גלאי מהירות המכוון אל מכונית הנוסעת לכיוונו. גלאי המהירות שולח אות בתדר מסוים שנראה כבתרשים 2. העתיקו למחברתכם את האות הנשלח ושרטטו באופן איכותי את האות החוזר מהמכונית אל גלאי המהירות. נמקו תשובתכם. (3 נק')

כדי לקבוע אם גלקסיה כלשהי מתקרבת או מתרחקת מכדור הארץ נעשה שימוש באפקט דופלר לגבי הקרינה האלקטרו-מגנטית המגיעה מהגלקסיה. מסתבר שעבור רוב הגלקסיות הנצפות מכדור הארץ קיימת הסחה לאדום. למשל אם צבעו של אור הנפלט מגלקסיה כלשהי הוא צהוב באורך גל של 570_{nm} הוא עשוי להגיע לכדור הארץ בגוון כתום באורך גל של 590_{nm} . (תזכורת

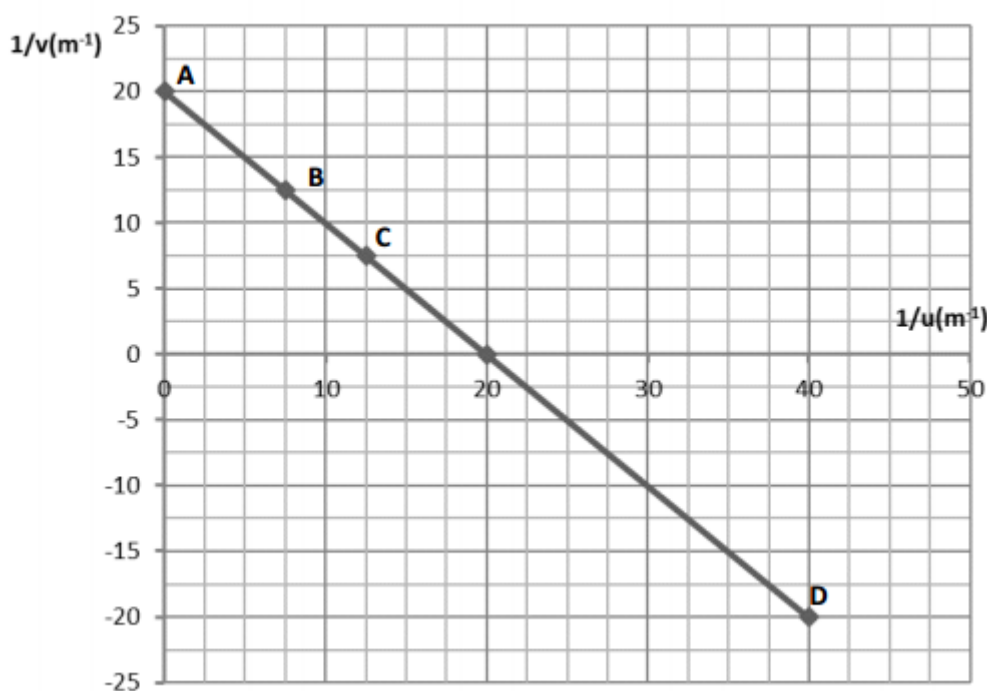
$$(1_{nm} = 10^{-9}_m)$$

ג. עבור דוגמה זו:

- מצאו את התדירות של הקרינה היוצאת מהגלקסיה וזו המגיע לכדור הארץ. (3 נק')
- קיבעו, בעזרת אפקט דופלר, האם הגלקסיה מתקרבת או מתרחקת מכדור הארץ. נמקו תשובתכם. (2.5 נק')

שאלה 8

הגרף הבא מתאר את הקשר בין הערכים ההופכיים של מרחק עצם מעדשה מרכזת ומרחק הדמות מאותה עדשה.



א. מצאו את רוחק המוקד של העדשה? פרטו שיקולכם. (3 נק')

ב. התייחסו לנקודות B, C ו-D שבגרף וציינו במחברתכם, בטבלה הדומה לטבלה שלמטה, את מאפייני הדמות המתקבלת בכל אחת משלושת הנקודות. הסבירו באופן כללי כיצד קבעתם את מאפייני הדמויות. (4.5 נק')

הנקודה	סוג הדמות		כיוון הדמות		גודל הדמות	
	ממשית	מדומה	ישרה	הפוכה	מוגדלת	מוקטנת
B						
C						
D						

ג. ערכו תרשים למקרה המתואר בגרף בנקודה C בו מוצגת העדשה, העצם והדמות. נתון כי קוטר העדשה 4_{cm} , גובה העצם הוא 3_{cm} והוא מוצב על הציר האופטי של העדשה ובמקביל לה. שרטטו שלוש קרניים היוצאות מראש העצם עוברות דרך העדשה ויוצרות את הדמות. מומלץ לשרטט לפי קנה מידה של 1:1, כך שמשבצת אחת בשרטוט מייצגת 1 ס"מ במציאות. (5 נק')

