



	שם התלמיד
	ביה"ס

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

מכניקה, אופטיקה וגלים
קיץ תשס"ה 2015

הוראות לנבחן

- משך הבחינה: שתיים וחצי (150 דקות).
- מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שני פרקים:
 - פרק ראשון – מכניקה – חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה 25 נקודות,
 - פרק שני – אופטיקה וגלים – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שתי שאלות בלבד. לכל שאלה 12.5 נקודות.
- חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- הוראות מיוחדות:
 - (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה).
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, כתוב במילים פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאות שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי רישום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם. במידת הצורך אפשר להשתמש גם בנתונים בסיסיים כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
 - (4) בחישובך השתמש בערך של $10m/s^2$ עבור תאוצת הנפילה החופשית.
 - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

ב ה צ ל ח ה !

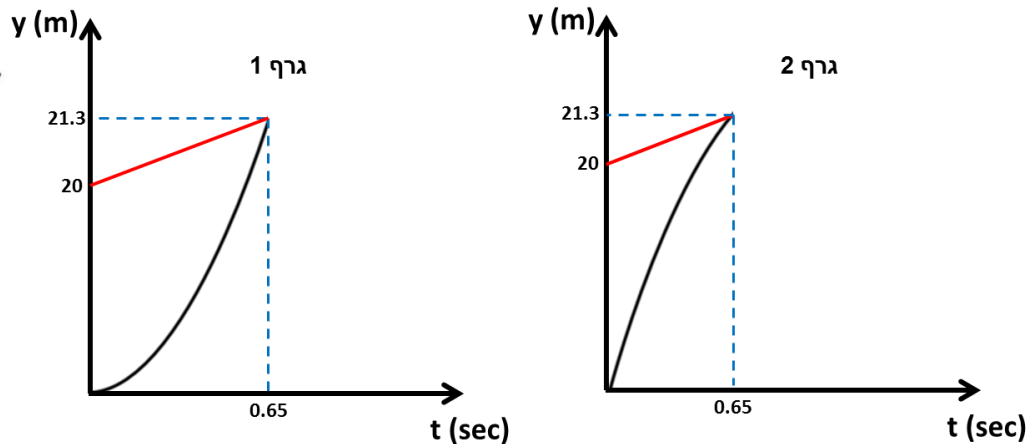
פרק ראשון - מכניקה

שאלה 1

רקטה היא כלי נשק הנע אל המטרה באמצעות מנוע שדוחף אותו קדימה. לצורך השאלה נניח שכוח הדחף שומר על תאוצת הרקטה קבועה.

רקטה משוגרת מתוך משגר כתף ומאיצה אנכית כלפי מעלה עד לפגיעה במסוק זעיר ללא טייס (מזל"ט). המזל"ט, גם הוא, נע ישירות כלפי מעלה במהירות קבועה, עד שנפגע.

נתונים שני גרפים העשויים לתאר את תנועת הרקטה והמזל"ט.

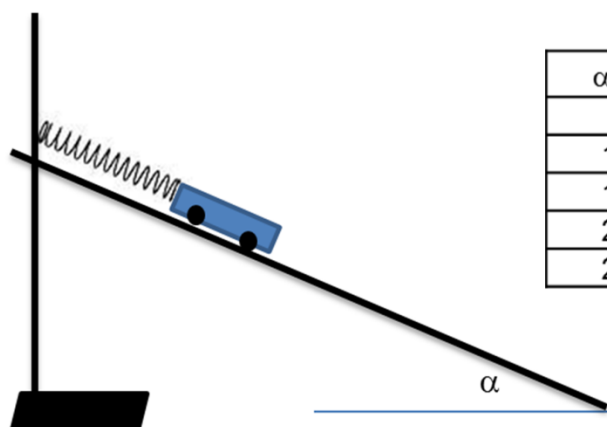


- איזה מבין שני הגרפים מציג נכונה את המתואר בשאלה? נמק. [5 נק']
- מה היתה מהירות המזל"ט לפני הפגיעה? פרט חישוביך. [5 נק']
- מה היתה תאוצת הרקטה? פרט חישוביך. [5 נק']
- שרטט באופן איכותי, על אותה מערכת צירים, גרפי מהירות-זמן של המזל"ט ושל הרקטה מרגע שיגור הרקטה ועד לרגע הפגיעה. [5 נק']
- חשב את היחס בין כוח הדחף של מנוע הרקטה למשקל הרקטה. פרט חישוביך. [5 נק']

שאלה 2

תלמיד ערך את הניסוי הבא :

1. הוא קיבע קצה של מסילה לכן מעבדה, הציב את המסילה בשיפוע, ומדד את זווית השיפוע α .
 2. לאחר מכן, קשר קפיץ לקצה המסילה, ולקצהו השני קשר עגלה, שמסתה 600 גרם. כשהעגלה התייצבה ללא תנועה, מדד את התארכות הקפיץ ממצבו הרפוי, ΔL .
 3. כעת, שחרר את העגלה מהקפיץ, נתן לה להתדרדר במורד המסילה, ומדד את תאוצתה בעזרת סונר.
 4. התלמיד שינה את זווית השיפוע מספר פעמים, ומדד לכל זווית שוב את התארכות הקפיץ כבשלב 2 ואת תאוצת העגלה כבשלב 3.
- ניתן להניח שהחיכוך בין העגלה למסילה זניח.
- תוצאות המדידות מרוכזות בטבלה המצורפת :



- א. שרטט תרשימי כוחות על העגלה, המתאימים לשלב 2 ולשלב 3 של הניסוי. ציין מי מפעיל כל כוח. [2 נק']
- ב. הסבר כיצד הסיק התלמיד מתוך מדידות הסונר את תאוצת העגלה. [3 נק']
- ג. קבל ביטוי לקשר התיאורטי שבין תאוצת העגלה להתארכות הקפיץ. הסבר את שיקולך. [7 נק']
- ד. שרטט גרף של תאוצת העגלה כתלות בהתארכות הקפיץ. [5 נק']
- ה. מצא בעזרת הגרף את קבוע הקפיץ. הסבר את שיקולך. [5 נק']
- ו. התלמיד מעוניין לקבל, מתוך תוצאות הניסוי, את ערכה של תאוצת הנפילה החופשית. איזה גרף יש לשרטט לשם כך? הסבר. (אין צורך לשרטט את הגרף). [3 נק']

שאלה 3

הוראות הבטיחות לגני שעשועים מגדירות: "הכוחות המירביים שיפעלו על המשתמשים במתקנים, לא יעלו על **פעם וחצי ממשקלם**". השאלה עוסקת בקרוסלות המיועדות לגני שעשועים, המסתובבות במישור אופקי בלבד.



א. מה גודלה של התאוצה המירבית המותרת בקרוסלות אלו לפי הוראות הבטיחות? [5 נק']

יצרן קרוסלות מושיב ילדה בקרוסלה חדשה שבנה כדי לבחון את פעולתה, כפי שניתן לראות באיור (הילדה יושבת מצד שמאל).

הקרוסלה מסתובבת במהלך המבחן במהירות קצובה.

ב. 1) מהו כיוון תאוצת הילדה?

2) מהו כיוון הכוח השקול הפועל על הילדה? [2 נק']

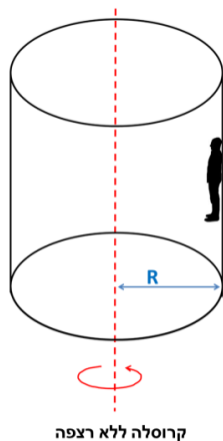
ג. נתון שרדיוס הקרוסלה הוא R . בטא את המהירות הזוויתית המקסימלית האפשרית של הקרוסלה, לפי הוראות הבטיחות. [5 נק']

ד. היצרן רוצה להגדיל את הקרוסלה, כך שתוכל להכיל יותר ילדים בו זמנית. לשם כך הוא בונה קרוסלה **בקוטר גדול פי 4**. על מנת שהכוחות הפועלים על הילדים בשעת הסיבוב יעמדו עדיין בהוראות הבטיחות עבור קרוסלה זו עליו:

1. להגביל את המהירות הזוויתית לאותו ערך שחושב בסעיף ג'.
2. להגביל את המהירות הזוויתית לערך קטן פי 2 מאשר חושב בסעיף ג'.
3. להגביל את המהירות הזוויתית לערך גדול פי 2 מאשר חושב בסעיף ג'.

בחר את אחת האפשרויות ונמק את תשובתך. [5 נק']

יצרן מתחרה חושב שניתן לייצר את הקרוסלה הטובה מכולן: ללא רצפה!



הקרוסלה הטובה מכולן היא חדר גלילי בו עומד הילד וגבו לקיר. החדר מסתובב, וכאשר הוא מגיע למהירות מסוימת הרצפה נמשכת למטה כך שהילד אינו עומד עליה אך נותר במקומו וממשיך להסתובב עם הקרוסלה (ראו איור).

ה. צייר תרשים כוחות עבור ילד בקרוסלה הטובה מכולן (ללא רצפה) והסבר מדוע הילד אינו נופל. [3 נק']

ו. מהי התדירות המינימלית שבה הקרוסלה צריכה להסתובב כדי שהילד לא ייפול? בטא את התשובה באמצעות רדיוס הקרוסלה R , מקדם החיכוך הסטטי μ_s בין גב הילד לדופן הקרוסלה, ותאוצת הנפילה החופשית g . פרט חישוביך. [5 נק']

שאלה 4

מסת קליע של רובה M16 היא 4.1gr. מהירות הלוע של הרובה היא 950m/s (מהירות הלוע היא המהירות בו נפלט הקליע מהקנה, ביחס לקנה). מסת הרובה עצמו היא 4.00Kg. אורך הקנה של הרובה הוא 50.8cm.

חייל משעין את הרובה על כתפו, מכוונו אופקית, ולוחץ על ההדק. כתוצאה, קליע נפלט מהרובה; הרובה נרתע אחורנית ונבלם על כתף החייל, שאינו זז ממקומו.



- א. מהו התנע ומהי האנרגיה הקינטית של הקליע שנורה? [4 נק']
- ב. מהי העבודה שנעשתה על הקליע תוך כדי הירי? [4 נק']
- ג. מהו הכוח הממוצע שפעל על הקליע במהלך הירי? [4 נק']
- ד. באיזה מהירות נרתע הרובה? (הנח כי הרובה מתחיל להבלם רק לאחר יציאת הקליע מהקנה). [5 נק']
- ה. האם החייל מבצע עבודה על הרובה תוך כדי בלימתו בזמן הירי? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – חשב אותה. [4 נק']
- ו. נתבונן במערכת קליע + רובה.
 1. מה הייתה האנרגיה המכנית של המערכת לפני הירי?
 2. מה הייתה האנרגיה המכנית של המערכת אחרי הירי (ובטרם נבלם הרובה)?
 3. האם יש כאן סתירה לחוק שימור האנרגיה? נמק.

[4 נק']

שאלה 5

איש עסקים מחליט להקים מיזם תיירותי ולבנות מעלית אל החלל. המעלית עולה ויורדת על כבל שראשיתו בקרקע וסופו בחלל. אחד המהנדסים ששכר איש העסקים הציע לו לקבע את הקצה העליון של הכבל ללוויין גיאוסטציונרי (ידוע גם כלוויין גיאוסטציונרי).

א. הסבר מהו לווין גיאוסטציונרי ומדוע פתרונו של המהנדס נראה מוצלח. [3 נק']

ב. חשב את המהירות הזוויתית של לווין גיאוסטציונרי. [5 נק']

תייר שמסתו 70 ק"ג עלה במעלית החלל עד לגובה של 10,000 ק"מ מעל לקרקע, שם עצרה המעלית לתצפית.

ג. מהי מהירותו המשיקית של התייר בגובה זה? פרט חישוביך. [5 נק']

ד. מהי מהירותו המשיקית של לווין באותו הגובה שאליו עלה התייר לתצפית? [5 נק']

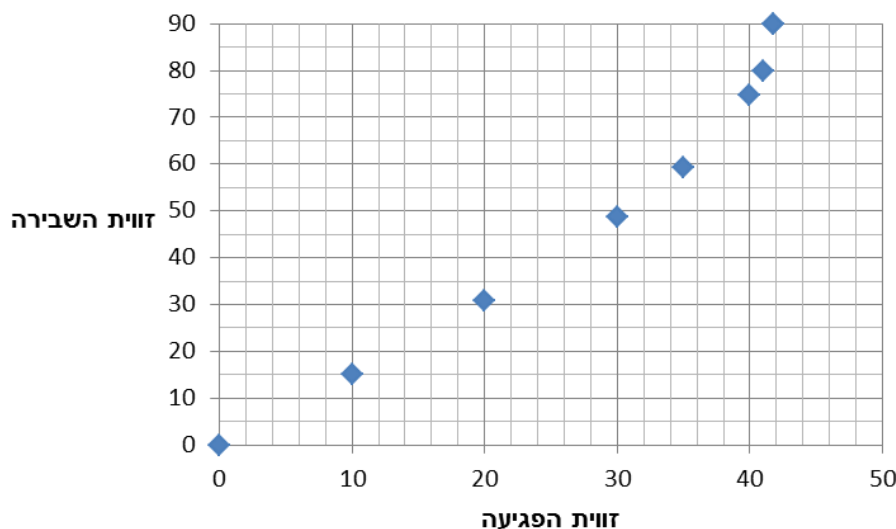
ה. התייר ניצב במעלית על מאזניים. מה הן מורות? [5 נק']

ו. האם קיימת נקודת גובה בה המאזניים מורות אפס כאשר התייר עומד עליהן (התייר מרגיש חוסר כבידה)? אם לא – נמק, אם כן הסבר היכן. [2 נק']

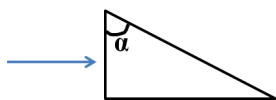
פרק שני - אופטיקה וגלים

שאלה 6

קבוצת נסיינים עורכת את הניסוי הבא: אלומת אור אדום, צרה ומקבילה, נשלחת מתווך A לתווך B. משנים את זווית הפגיעה במשטח הגבול בין התווכים ומודדים את הזווית השבירה. תוצאות הניסוי מוצגות בגרף הבא:



- א. צייר תרשים המתאר את מהלך האור באחד משלבי הניסוי. ציין בתרשים את מיקום תווך A ו-B, את זווית הפגיעה ואת זווית השבירה. [2 נק']
- ב. מי מהתווכים בעל מקדם שבירה גדול יותר? נמק. [2 נק']
- ג. לתווך B מקדם שבירה של $N_B = 1.23$. מהו מקדם שבירה של תווך A? [1 נק']
- ד. מהי מהירות ההתקדמות של האור בתווך B? הצג חישוביך. [2 נק']
- ה. הנסיינים הקרינו את האור בזווית פגיעה של 60 מעלות. שרטט את מהלך האלומה לאחר הפגיעה. [2 נק']



בונים מנסרה משולשת בעלת זווית ישרה מחומר B ($N_B = 1.23$) ומקרינים אלומה מקבילה, צרה ולבנה, במאונך אל הצלע הניצבת של המנסרה (ראה איור). גודלה של זווית הראש α הוא 50 מעלות. המנסרה נמצאת באוויר ($n=1$).

- ה. המשך את מהלך אלומת האור עד ליציאתה מהמנסרה. התעלם ממהלך האור המוחזר בהחזרות פנימיות. ציין את הזוויות הנוצרות בין האלומה לפאות המנסרה בכל מפגש. [3.5 נק']
- ו. מסתבר שביציאת האור מהמנסרה מתקבל ספקטרום. איך נקראת התופעה, ומה הסיבה שהיא מתרחשת? [1 נק']

שאלה 7

במהלך שיעור פיזיקה חקרו תלמידים עדשה דקה שקיבלו מהמורה. קוטר העדשה (כלומר – אורכה מקצה לקצה) הוא 6 סנטימטרים.

בניסוי הראשון כיוונו התלמידים אל העדשה אלומת אור מפנס שמוקם במרחק רב ממנה, ומאחוריה הציבו מסך. התלמידים גילו שכאשר ממקמים את המסך במרחק של 4 סנטימטרים מהעדשה מתקבל עליו כתם האור הקטן והחד ביותר.

א. מה סוג העדשה? נמק. [2 נק']

ב. מהו מרחק המוקד של העדשה? הסבר את שיקוליך. [2 נק']

בניסוי שני הציבו התלמידים רמזור צעצוע מאיר במרחק של 6 ס"מ מהעדשה. הנורית הירוקה של הרמזור היתה במרחק של 2 ס"מ מעל הציר האופטי; המרחק בין נוריות הרמזור היה 2 ס"מ זו מזו אף הוא (ראה איור).



ג. חשב היכן תיווצר דמות הנורית הירוקה של הרמזור, ומה יהיה מרחקה מהציר האופטי של העדשה. [4 נק']

ד. (1) שרטט בקנה מידה את העדשה, נורית הרמזור הירוקה ודמותה. **השתמש בקנה המידה הבא: 1 ס"מ במציאות = 1 משבצת בדף התשובות.**

(2) הראה על האיור את מהלכה של קרן היוצאת מהנורית הירוקה ופוגעת סמוך מאוד לקצה העליון של העדשה. הסבר את שיקוליך. [2 נק']

ה. מציבים מסך מאחורי העדשה, כך שדמות הנורית הירוקה מתקבלת עליו בחדות. האם מתקבלת עליו גם דמות חדה של הנורית האדומה? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – הסבר מדוע וחשב את המרחק בין דמות הנורית האדומה לדמות הירוקה על המסך. [2.5 נק']

שאלה 8

מהירות הקול באוויר היא 340 מטר לשנייה. מהירות הקול בפלסטיק היא 2,380 מטר לשנייה.

גל קול בתדר 8,000 הרץ נע באוויר ועובר לפלסטיק.

א. מהו אורך הגל באוויר? הצג חישוביך. [2.5 נק']

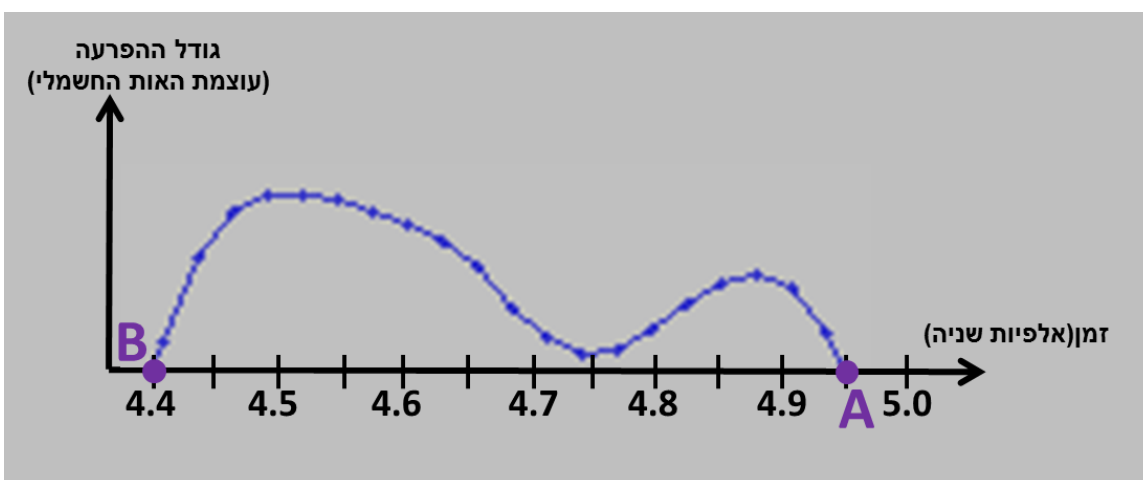
ב. 1) האם אורך הגל בפלסטיק גדול, קטן או שווה לאורך הגל באוויר? נמק.

2) האם תדירות הגל בפלסטיק גדולה, קטנה או שווה לזאת באוויר? נמק.

[4 נק']

מיקרופון הוא מכשיר חשמלי שקולט גלי קול בסביבתו וממיר אותם לאות חשמלי, אותו ניתן להציג על גבי גרף.

הגרף המצורף מציג חלק מפולס קול הנע באוויר, ונקלט במיקרופון זעיר. גודל ההפרעה מוצג בציר ה-y ללא יחידות, אך שומר על קנה מידה קבוע.



לצורך הסעיפים הבאים הנח שהמיקרופון ממוקם על ציר ה-X בנקודה $x=0$, ושהכיוון החיובי של הציר הוא ככיוון תנועת הפולס בטרם פגע במיקרופון.

ג. נקודות A ו-B באיור מייצגות שתי נקודות על הפולס. מי מהן פגעה ראשונה במיקרופון? [2 נק']

ד. שרטט ציר מקום, והוסף עליו את צורתו של הפולס בזמן שהנקודה הראשונה פגעה במיקרופון. [2 נק']

ה. הוסף את הערכים בציר x המתאימים לנקודות A ו-B בגרף ששרטטת בסעיף ד'. [2 נק']