

מכניקה ואופטיקה וגלים

תשע"ג – קיץ 2013

**משך הבחינה**: שעתיים וחצי (150 דקות)

**מבנה השאלון ומפתח הערכה:** בשאלון זה שני חלקים. בחלק הראשון – מכניקה חמש שאלות (1-5) ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה – 25 נקודות. בחלק השני אופטיקה גיאומטרית וגלים חד ממדיים שלוש שאלות (6-8) ומהן עליך לענות על שתי שאלות בלבד. לכל שאלה – 12.5 נקודות.

נקודות 100 25 x 3 = + 12.5 x 2

**חומר עזר מומלץ לשימוש:**  1. מחשבון .

2. נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.

**הוראות מיוחדות:**

1. ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא יבדקו. (התשובות יבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
2. בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום ביחידות המתאימות את התוצאה המתקבלת.
3. כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבודה העולמי G.
4. בחישוביך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה2 לתאוצת הנפילה החופשית.
5. כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון בסרטוטים בלבד. השתמש בסרגל בחלק השני.

### ב ה צ ל ח ה!

**חלקI - מכניקה**

**שאלה 1**

בתרשים 1 מתואר מסלולו של רוכב אופניים המגיע מהנקודה O לכיוון הנקודהA ונכנס למסלול מעגלי מסביב לכיכרBCD בעלת רדיוסR עד ליציאתו, לאחר ¾ מעגל, לכביש ישר המתחיל בנקודהD לכיוון הנקודה E.

תרשים 2 הוא גרף המתאר את גודל מהירותו הקווית של רוכב האופניים בתלות בזמן.

תרשים 1

A

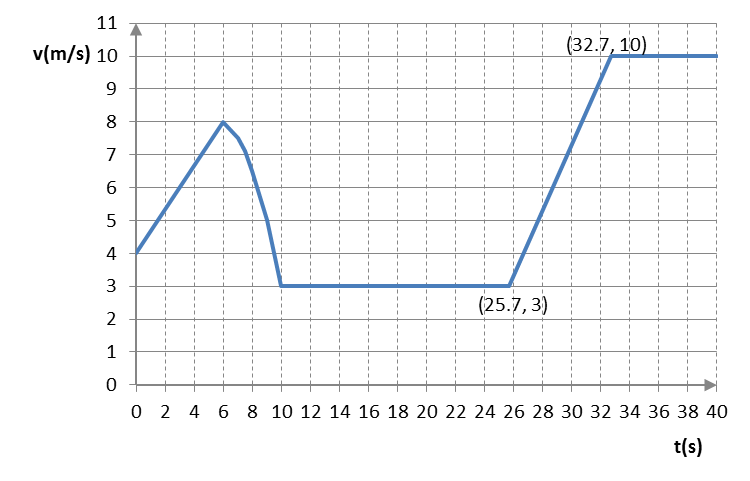
O

B

C

D

E



תרשים 2

O

E

D

C

B

A

1. בכל אחד מהקטעים AB, BCD, DE, קבע - האם רוכב האופניים נסע בתנועה קצובה, שוות תאוצה או תאוצה משתנה? נמק. (6 נק')
2. חשב מתוך הגרף את הדרך שעבר רוכב האופניים במסלול המעגלי ואת רדיוס המעגל. (7 נק')
3. חשב את התאוצה הממוצעת, גודל וכיוון, בכל אחד מהקטעים של סעיף א'. (6 נק')
4. (1) אדם העומד במרכז הכיכר רואה כי גופו של רוכב האופניים נטוי למרכז בזמן הסיבוב. הסבר מדוע רוכב האופניים עושה זאת? (3 נק')
5. אם המשטח המעגלי איננו חלק, והרוכב רוצה לשמר את תנועתו המעגלית, האם עליו להגדיל את זווית נטייתו למרכז או להקטינה? נמק. (3 נק')

**שאלה 2**

מד כוח (דינמומטר) קשור בשני קצותיו לשני חוטים הכרוכים על שתי גלגילות. לקצוות האחרים של החוטים קשורים גופים. מצד ימין גוףA שמסתו mA ומצד שמאל שלושה גופים B, C ו-D שמסותיהם mB, mC ו- mD בהתאמה (ראה תרשים 1). הזנח את מסות החוטים, מסת מד הכוח, מסות הגלגילות וחיכוך בגלגילות. הנח כי החוטים ארוכים והמרחק בין הגלגילות גדול.

**D**

**C**

**B**

**מד כוח**

**A**

תרשים 1

שחררו את מערכת הגופים ממנוחה. ברגע מסוים ניתק גוף D מהמערכת ורגע מאוחר יותר ניתק גם גוף C. מכשיר V-Scope מדד את תנועת גוף A. בתחילת התנועה היה גוף A בנקודה x0.בתרשים 2 נתון גרף המתאר את מהירות גוף A כפונקציה של הזמן.

נתון: mB = 0.1 kg, mC = 0.3 kg, mD = 0.2 kg, x0 = 0

1. חשב את מקום הגוףA ברגע שניתק גוף D וברגע שניתק גוף C. (5 נק')
2. חשב את מסת הגוףA . (5 נק')
3. קבע מתי היה גוףA בנקודה הגבוהה ביותר של מסלולו. נמק. (3 נק')
4. לאחר 1.2שניות מתחילת התנועה ניתק גם גוף B. תאר במילים את תנועת הגוף**B** מרגע הניתוק ועד שהוא מגיע לקרקע. (4 נק')
5. מצא את קריאת מד הכוח בכל אחד משלבי הניסוי. (4 חלקים) נמק! (8 נק')

**שאלה 3**

תיבה שמסתה m = 1 kg נעה לאורך קו ישר על משטח אופקי מחוספס בכיוון החיובי של ציר ה- X. מקדם החיכוך הקינטי בין התיבה למשטח הוא μk = 0.4 . ברגע t = 0 הייתה התיבה בנקודה ששיעורה X = 0 .

בתרשים שלפניך מוצג הגרף של האנרגיה הקינטית Ek של התיבה כפונקציה של מיקומה X ב- 8 המטרים הראשונים

לתנועתה.

1. האם במהלך 4 המטרים הראשונים של תנועת התיבה פועל עליה כוח אופקי בנוסף לכוח החיכוך? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – חשב את גודלו של כוח זה. (4 נק')
2. במהלך תנועת התיבה מ- X = 4m ל- X = 8m פועל עליה כוח אופקי קבוע בנוסף לכוח החיכוך. חשב את גודלו של הכוח F. (8 נק')
3. הכוחF הפסיק לפעול ברגע שהתיבה הגיעה ל- X = 8m . העתק את הגרף למחברתך והוסף את המשך הגרף של Ek = f(X) החל מ- X = 8m ועד לשיעורX של מיקום עצירת התיבה. (7 נק')
4. שרטט גרף המתאר את תאוצת התיבה a כפונקציה של מיקומה X , החל מ X = 0 ועד לשיעור X של מיקום העצירה. (6 נק')

**שאלה 4**

לפניך תוצאות של ניסוי הבודק את חוקי שימור התנע והאנרגיה בהתנגשות חד מימדית.

התרשים מתאר את מערכת הניסוי ובו רואים שתי עגלות בעלות מסה m1 ו – m2 המחוברות לשני רשמי זמן נפרדים הנוקשים על נייר הקופי בתדירות של 100Hz.

סרט מרשם 2

סרט מרשם 1

עגלה 2

עגלה 1

m1

m2

סרט 1

סרט 2

התנגשות

U2

מהירות 0

לפני ההתנגשות v1

אחרי ההתנגשות u1

6 ס"מ

4.5 ס"מ

**. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .**

**. . . . . . . . .**

6 ס"מ

1. חשב מתוך הסרטים את מהירות העגלות לפני ואחרי ההתנגשות. תאר את חישוביך. (5 נק')
2. קבע האם ההתנגשות העגלות היא פלסטית? הסבר. (3 נק')
3. חשב את יחס המסות המתנגשות (m1/m2). (7 נק')
4. האם היה אפשר לבצע את הניסוי במידה והיה מתקיים ש- m2>m1? הסבר. (4 נק')
5. חשב את כמות האנרגיה האובדת בהתנגשות (אם בכלל)! נתון כי m2 = 1 kg . (6 נק')

**שאלה 5**

אסטרונאוט שמשקלו על פני כדור הארץ הוא 800 N נמצא בחללית המסתובבת סביב כדור הארץ בתנועה מעגלית קצובה בגובה 1000 km מעל פני הארץ.

1. חשב את מהירותה של החללית סביב כדור הארץ. (6 נק')
2. הסבר מדוע משקל האסטרונאוט בתוך החללית היא 0 N. (4 נק')
3. בזמן שהחללית סובבת סביב כדור הארץ, ניתק ממנו מיכל שהיה צמוד לתחתיתה. איזה מסלול יבצע המיכל? הסבר. (3 נק')

האסטרונאוט נשלח לכוכב לכת לא נודע וכאשר מרחקו מפני כוכב זה היה 1000 km זווית הראיה של האסטרונאוט לכוכב היא α = 112.885°. (התרשים משמאל הוא לא בקנה מידה).

α

כאשר החללית נוחתת על פני הכוכב מודד האסטרונאוט את משקלו והוא 588 N.

1. חשב את רדיוס הכוכב. (5 נק')
2. חשב את מסת כוכב הלכת. (7 נק')

**חלק II**

**אופטיקה גיאומטרית וגלים מכניים חד מימדיים**

**שאלה 6**

באמצעות עדשה **מרכזת** יוצרים דמות ממשית המוגדלת פי 3 מהעצם.

נתון כי המרחק בין העצם לדמותו הוא 80 cm.

1. חשב את עצמת העדשה (7 נק')
2. בשרטוט שלפניךA הוא עצם מאיר נקודתי הניצב לפני עדשה **מפזרת**.

העתק את התרשים למחברתך ושרטט קרן היוצאת מהנקודהA ומגיעה לעינו של עדם הנמצא בנקודה B. פרט בקיצור את בנייתך. (½5 נק')

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **A**  **F**  **F**  **B** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**שאלה 7**

* + 1. קרן אור המורכבת מצבעים אדום וסגול פוגעת בלוח זכוכית עבה שבתחתיתו ציפוי מתכתי.

נתון כי מקדם השבירה של האור האדום בזכוכית = 1.49 nאדום ומקדם השבירה של האור הסגול בזכוכית = 1.51 nסגול .

העזר בנתונים אלה וקבע איזו קרן מתוךI, II , שאת מהלכן שורטט בתרשים, מתאים לאור אדום ואיזו לאור הסגול? הסבר את קביעתך. (3 נק')

**I**

**II**

* + 1. במערכת הנ''ל שולחים כעת רק את האלומה בצבע אדום. נתון כי האלומה פוגעת בזכוכית בזוית פגיעה של °40.

העתק את השרטוט למחברתך ושרטט את מהלכה של הקרן עד ליציאתה חזרה לאוויר. סמן את כל הזוויות באוויר ובזכוכית. (6 נק')

* + 1. דנה ודן משוחחים על נושאים בפיזיקה לאחר שיעור מרתק בנושא גלים אלקטרומגנטיים.

**דנה אומרת**: אם כל הגלים האלקטרומגנטיים נעים במהירות שווה בריק (3 x 108m/s) אז הם גם נעים במהירות שווה בזכוכית.

**דן אומר**: בספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים הופיעו כל צבעי הקשת. אם כך, בעצם ההבדל בין אור אדום לאור סגול הוא באורך הגל שלהם.

הסבר מי מבין השניים הסיק מסקנה נכונה מהשיעור? מהי שגיאתו של השני? (½3 נק')

**שאלה 8**

. º 40

60 ס"מ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | תרשים א' |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. גל שצורתו משולש מתקדם שמאלה במיתר אחיד הקשור לקיר בקצהו השמאלי, כפי שמתואר בתרשים א'. שרטט במחברתך את הגל החוזר . העזר במשבצות והקפד לשרטט באופן מדויק. (4 נק')
2. מנתקים את המיתר הנ"ל מהקיר ומחברים אותו למיתר אחר שהוא קל יותר מהמיתר הראשון. A מסמלת את נקודת הקשר בין המיתרים. יוצרים גל זהה לגל הנתון בסעיף א'. איזה מבין השרטוטים הבאים מתאר בצורה הטובה ביותר את צורת המיתרים זמן קצר לאחר כן. נמק את בחירתך. (4 נק')

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | אפשרות א' |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | A |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | אפשרות ב' |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | A |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | אפשרות ג' |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | A |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | אפשרות ד' |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | A |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. חבל שאורכו 1.5 מטר מוחזק בשתי קצותיו. באמצעות מתנד המחובר לאחד מקצותיו יוצרים גלים בתדירות של 12 Hz. ידוע כי מהירות התקדמות הגלים בתווך זה הוא m/s 4. האם ייווצר במצב זה גל עומד על החבל? הוכח את טענתך באמצעות חישוב. (½4 נק')