



שם התלמיד	
ביה"ס	

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

מכניקה, חשמל ומגנטיות
קיץ תשע"ז 2017

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש וחצי שעות (210 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.
- פרק ראשון – מכניקה – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שתי שאלות בלבד.
- פרק שני – חשמל ומגנטיות – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שתי שאלות בלבד.
- פרק שלישי – נושאים נוספים במכניקה וחשמל – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שאלה אחת בלבד.
כל שאלה 20 נקודות; $100 = 20 \times 5$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. 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 10 m/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.

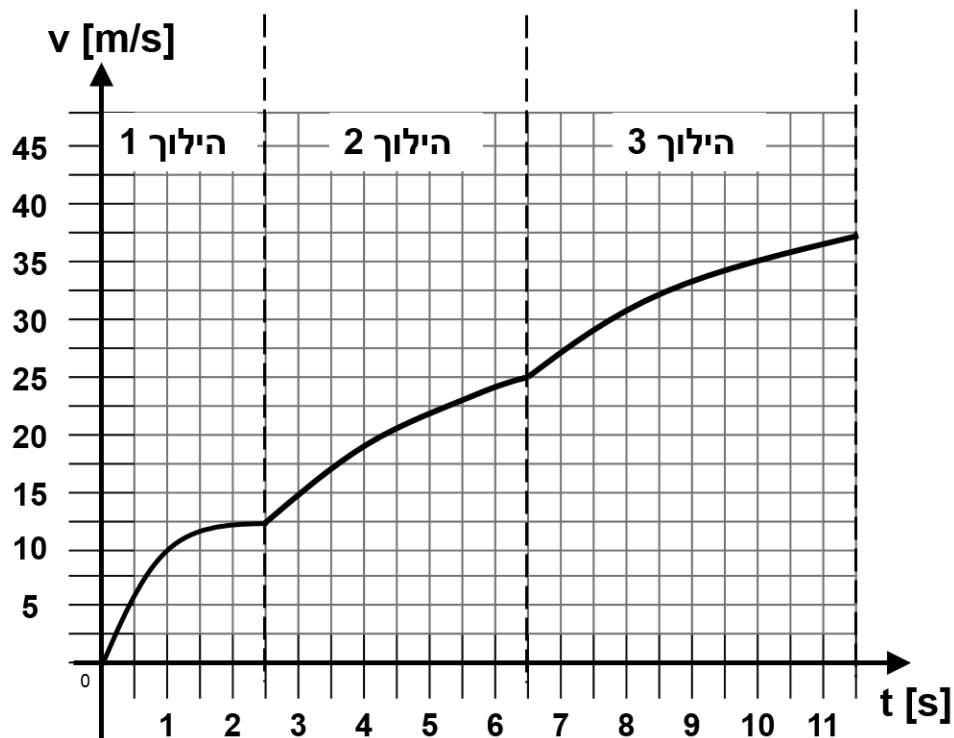
ב ה צ ל ח ה !

מס' שאלה	1	2	3	4	5	6	7	8	9	סה"כ
ניקוד										

פרק ראשון - מכניקה

שאלה 1

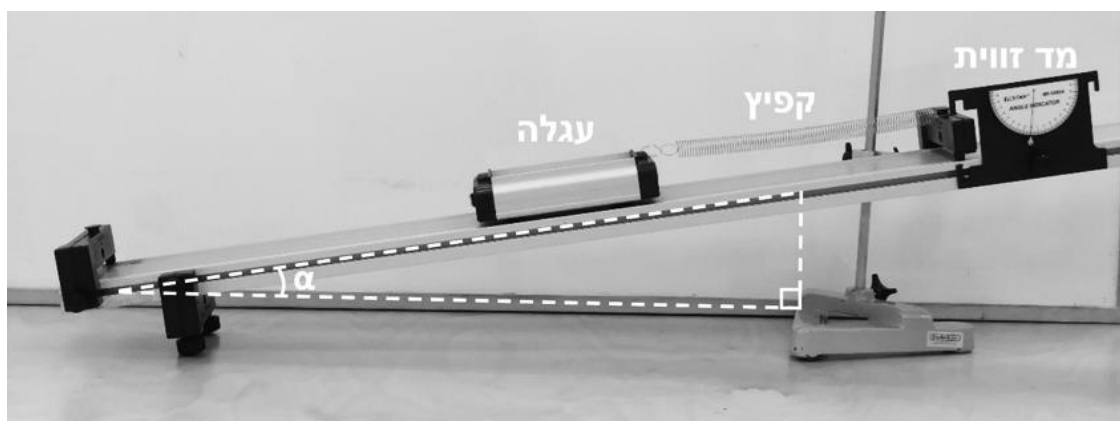
נהג מכונית הנמצאת במנוחה לוחץ על דוושת הגז ברגע $t=0$. תוך כדי נסיעתו הנהג מחליף הילוך מספר פעמים. להלן גרף המתאר את מהירות המכונית כתלות בזמן במהלך 11.5 השניות הראשונות של תנועתה.



- א. מתי בערך הגיעה המכונית למהירות 100 קמ"ש? [4 נק']
- ב. הערך את המרחק שעברה המכונית תוך כדי נסיעה בהילוך השני. פרט שיקוליד. [4 נק']
- ג. הערך את המהירות הממוצעת של המכונית בנסיעתה בהילוך השני. פרט שיקוליד. [3 נק']
- ד. מה הייתה התאוצה הממוצעת של המכונית במהלך נסיעתה בהילוך השני? [3 נק']
- ה. מתי היתה תאוצתה הרגעית של המכונית מקסימלית? נמק את תשובתך. [3 נק']
- ו. צייר גרף איכותי של תאוצת המכונית כתלות בזמן מרגע אפס ועד $t=11.5s$. [3 נק']

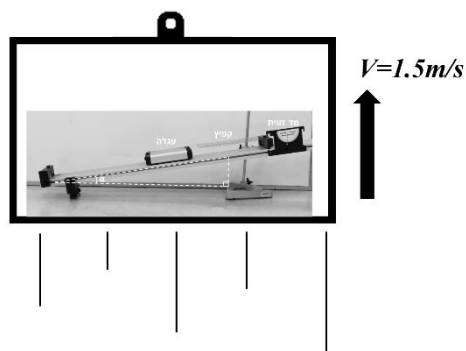
שאלה 2

הצילום המצורף מתאר מערכת ניסויית שנבנתה במש/ר. עגלה שמסתה $m=500\text{gr}$ קשורה לקפיץ המקובע לקצה מסילה בעלת חיכוך זניח. כשמטים את המסילה בשיפוע של $\alpha=10^\circ$ מתארך הקפיץ בשיעור של $\Delta l = 18.8\text{cm}$.



א. חשב את קבוע הקפיץ. [6 נק']

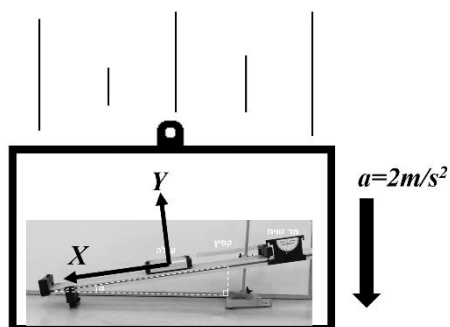
מעבירים את המערכת לקומה העליונה של הבניין, במעלית. המעלית עולה במהירות קבועה של 1.5 מטר לשנייה.



ב. האם התארכות הקפיץ במצב זה גדולה, קטנה או שווה ל- 18.8cm ? נמק. [4 נק']

[המשך בעמוד הבא]

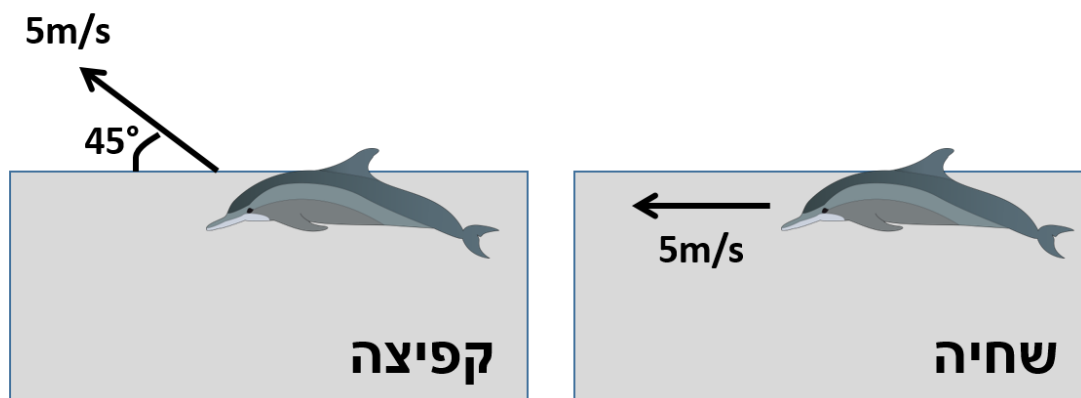
במקרה אחר, המעלית, ובתוכה המערכת, מאיצה מטה בתאוצה של 2 מטרים לשנייה בריבוע.



- ג. (1) בחר מערכת צירים בה ציר ה-X מקביל למסילה (ראה איור) וכתוב במערכת צירים זו את משוואות התנועה (חוק שני) עבור העגלה. [3 נק']
- (2) האם התארכות הקפיץ במצב זה קטנה, גדולה או שווה ל-18.8cm? נמק. [3 נק']
- (3) מה צריכה להיות תאוצת המעלית כדי שהעגלה לא תלחץ על המדרון? [2 נק']
- (4) מה תהיה התארכות הקפיץ במצב בו העגלה אינה לוחצת על המדרון? [2 נק']

שאלה 3

ידוע שתוך כדי שחיה מהירה בגובה פני המים דולפינים נוטים לקפוץ מידי פעם לאוויר. דולף הדולפין שוחה בגובה פני המים במהירות 5 מטרים לשנייה. מסתו של דולף היא 100 קילוגרם. ברגע מסוים משנה דולף את כיוון תנועתו וקופץ אל מחוץ למים בזווית 45 מעלות (ראו חלק שמאלי באיור). הנח כי מהירותו ההתחלתית ברגע הקפיצה היא מהירות השחיה (5 מטרים לשנייה), והזנח חיכוך עם האוויר.



- א. חשב את הגובה המקסימלי מעל פני המים אליו יגיע דולף. [4 נק']
ב. חשב את המרחק האופקי שיעבור דולף בין רגע הקפיצה לרגע החזרה למים. [4 נק']
ג. תאר במילים את גלגולי האנרגיה של דולף במהלך קפיצתו (מרגע היציאה מהמים ועד רגע החזרה למים). [3 נק']
- כאשר דולף שוחה בתוך המים פועל עליו כוח חיכוך שגודלו נמצא ביחס ישר לריבוע גודל המהירות:

$$f = \gamma \cdot v^2$$

כאשר v הוא גודל מהירות השחייה ו- γ הוא קבוע שגודלו 14 ביחידות המתאימות.

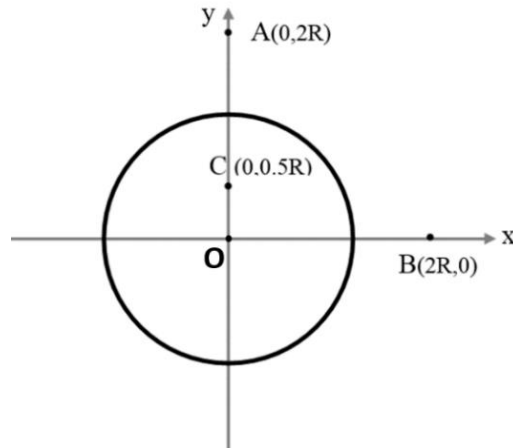
- ד. מהן היחידות של γ ? הבע במונחי MKS (מטר, ק"ג, שנייה). [2 נק']
ה. (1) מהי עבודת כוח החיכוך בשחיה לאורך המרחק שחישבת בסעיף ב' במהירות 5 מטרים לשנייה? [3 נק']
(2) כמה אנרגיה על דולף להשקיע כדי לשחות מרחק זה במהירות 5 מטרים לשנייה? נמק [2 נק']
(3) אם ברצונו של דולף לא להתעייף, מה היית ממליץ לו לעשות: לקפוץ או לשחות בתוך המים? נמק. [2 נק']

פרק שני – חשמל ומגנטיות

שאלה 4

נתונה קליפה כדורית מוליכה וטעונה בעלת רדיוס R . מגדירים מערכת צירים שראשיתה O במרכז הקליפה (ראה איור). על האיור מופיעות גם שלוש נקודות, A - C , ולצידן הקואורדינטות שלהן.

ידוע כי הפוטנציאל החשמלי בנקודה B הוא $V_B = 150KV$ וכי השדה החשמלי בנקודה B הוא $E_B = 500KV / m$.

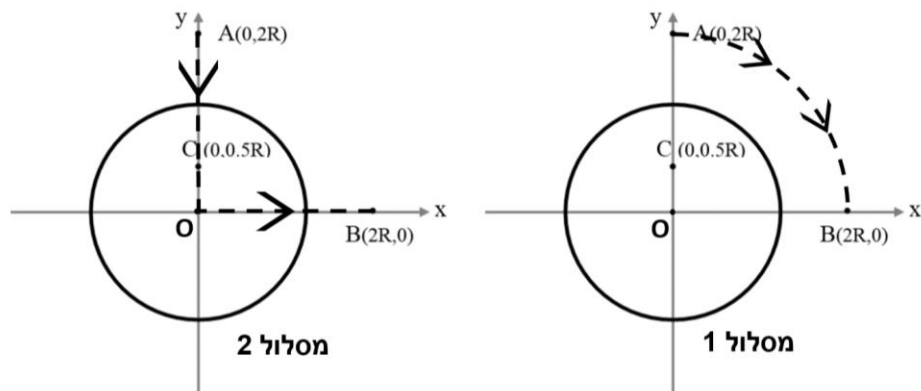


- א. מה המטען החשמלי Q בו טעונה הקליפה? [3 נק']
- ב. מה רדיוס הקליפה? [3 נק']
- ג. (1) מהי עוצמת השדה החשמלי בנקודה C ? נמק. [2 נק']
(2) מהו הפוטנציאל החשמלי בנקודה C ? נמק. [2 נק']

עבור הסעיפים הבאים הנח שהתפלגות המטענים על פני הקליפה נותרת אחידה.

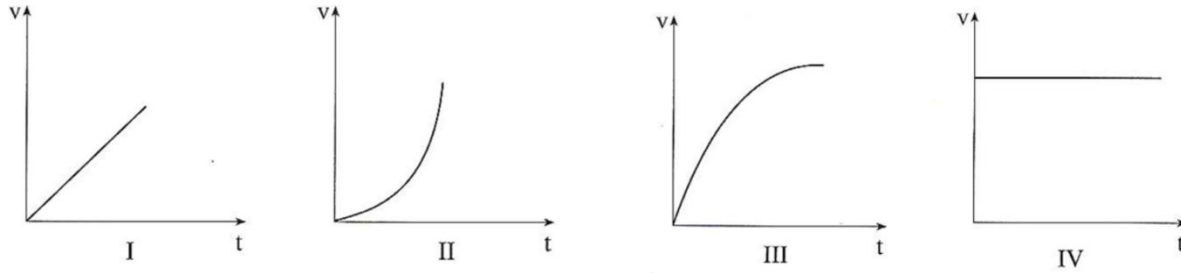
- ד. מהי העבודה הנדרשת כדי להעתיק מטען $+q$ מנקודה A לנקודה B דרך:
 - (1) מסלול 1, שצורתו קשת מעגלית שמרכזה בנקודה O
 - (2) מסלול 2, העובר לאורך הצירים דרך הנקודות O ו- C

נמק את תשובותיך. [3 נק']



[המשך בעמוד הבא]

ה. משחררים מנקודה B מטען $+q$. איזה מהגרפים I – IV מתאר את מהירות החלקיק כתלות בזמן? נמק. [3 נק']



ו. מחברים את הכדור בעזרת תיל מוליך דק למוליך אחר, **רחוק מאוד (לא בהכרח כדורי)**, בעל פוטנציאל חשמלי של 100KV . כיצד משתנה השדה החשמלי (גדל, קטן או לא משתנה):
 (1) בנקודה A
 (2) בנקודה C

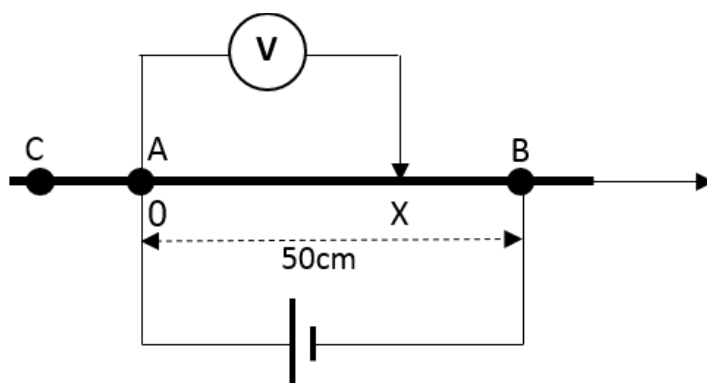
נמק את תשובותיך. אין צורך בחישוב מפורש. [4 נק']

שאלה 5

התרשים המצורף מתאר ניסוי שנערך במש/ר. מקור מתח חובר לנקודות A, B, על תיל מוליך שהתנגדותו אינה זניחה. תלמידה מדדה את המתח בין הנקודה A ($x=0$) לנקודות שונות על התיל, ורשמה את המתח כתלות במרחק נקודת המגע הניידת, x, מנקודה A.

אורך התיל המוליך בין נקודות B, A הוא $L_{AB}=50\text{cm}$.

המתח בין נקודה A לנקודות שונות על התיל נמדד בעזרת מד מתח אידיאלי.



תוצאות המדידה של התלמידה נתונות בטבלה הבאה:

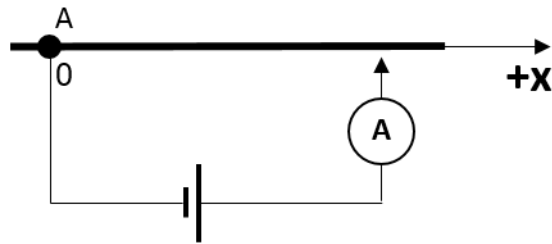
מיקום (cm)	מתח (v)
10	1.25
15	1.75
25	3.00
35	4.25
45	5.50

- שרטט גרף של המתח הנמדד כתלות במיקום המגע הנייד. [4 נק']
- מה מתח המקור? נמק. [4 נק']
- מה תהיה קריאת מד המתח אם נחבר את המגע הנייד של הוולטמטר לנקודה C, הנמצאת במרחק של 8 ס"מ משמאל ל-A (ראה תרשים המעגל)? נמק. [4 נק']
- מגדילים את המרחק בין A ל-B, מבלי לשנות את מתח המקור. ענה בתוספת נימוקים:
 - האם הזרם דרך המקור יגדל, יקטן או לא ישתנה?
 - האם קריאת מד המתח ב- $x=3\text{cm}$ תגדל, תקטן או לא תשתנה?

[4 נק']

[המשך בעמוד הבא]

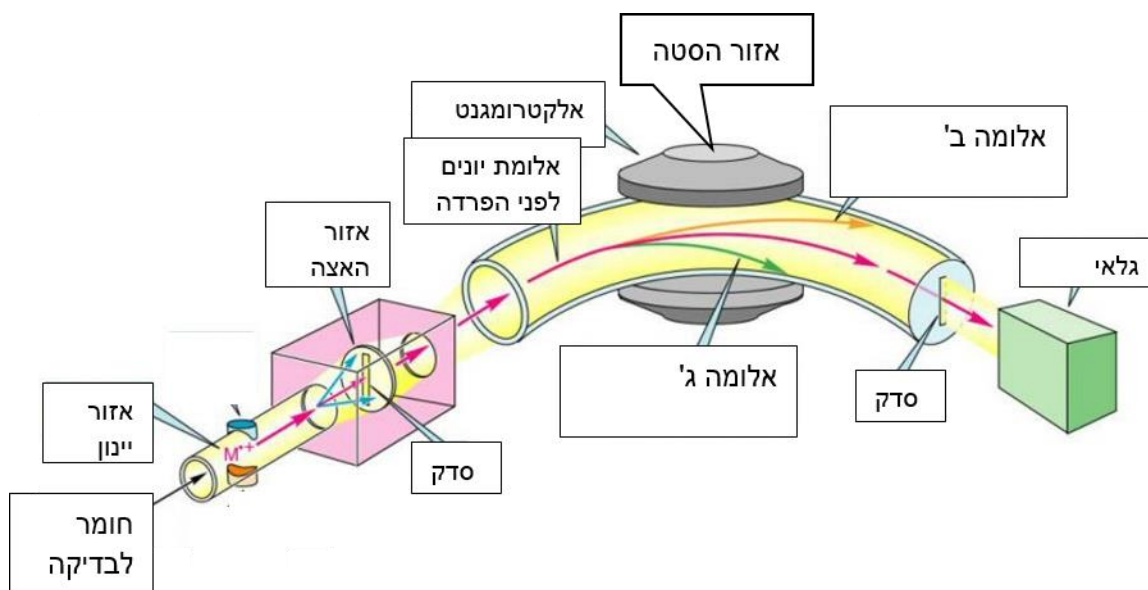
ה. מרכיבים עם התיל מעגל חדש כפי שמתואר באיור הבא.



מזיזים את המגע הנייד מנקודה A ($x=0$) לכיוון ימין, ומוודדים את קריאת האמפרמטר כתלות במקום המגע הנייד, x .
 שרטט גרף איכותי של קריאת האמפרמטר כתלות במקום המגע הנייד (x).
 פרט את שיקוליך. [4 נק']

שאלה 6

ספקטרומטר מסות הוא מכשיר המאפשר להפריד חלקיקים בעלי מסות שונות (גם אם קרובות זו לזו). האיור המצורף מתאר את המבנה של ספקטרומטר.



הספקטרומטר הוא מעין שפופרת ארוכה, הנתונה בריק. החלקיקים להפרדה מוזרקים לתוכה (צד שמאל באיור). החלקיקים נכנסים לאזור היינון, שם נתלשים מהם אלקטרונים והם הופכים ליונים חיוביים. לאחר מכן, הם מואצים במתח גבוה, ΔV , באזור ההאצה, עוברים דרך סדק צר (במטרה לקבל אלומה צרה ומוגדרת), ונכנסים לאזור בו שורר שדה מגנטי אחיד. השדה המגנטי גורם לחלקיקים הטעונים לסטות, וסדק נוסף ביציאה מאזור ההסטה, מכוון רק חלק צר מהאלומה לגלאי.

צורת השפופרת באזור ההסטה (האזור בו פועל השדה המגנטי) היא רבע מעגל.

שליטה בעוצמת השדה המגנטי באזור ההסטה מאפשרת לכוון אל הגלאי רק סוג מסוים של חלקיקים מהדוגמה.

א. בהתאם לתיאור המובא בפתיח – מה כיוון השדה המגנטי באיור (מלמעלה למטה או מלמטה למעלה)? נמק. [4 נק']

ב. עבור אלומה המורכבת מחלקיקים שונים ומיוננת פעם אחת ($q = 1.6 \cdot 10^{-19} C$), האם החלקיקים השונים הנמצאים בדוגמה נכנסים לאזור ההסטה במהירות שווה או באנרגיה שווה? נמק. [4 נק']

[המשך בעמוד הבא]

ליסוד כלור שני איזוטופים, כלור-35 וכלור-37.

מסותיהם של שני האיזוטופים הן :

$$m(^{35}\text{Cl}) = 5.85 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \quad \text{כלור 35}$$

$$m(^{37}\text{Cl}) = 6.18 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \quad \text{כלור 37}$$

אלומה המורכבת משני האיזוטופים מיוננת פעם אחת ($q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$), ומואצת במתח של 8000 וולט. אורך השפופרת באזור ההסטה (החלק תחת שדה מגנטי) הוא 2.36 מטר.

- ג. מהי המהירות בה נכנסים אטומי כלור-35 לאזור ההסטה? [5 נק']
- ד. מה צריכה להיות עוצמת השדה המגנטי כך שאטומי הכלור-35 יגיעו לגלאי? [5 נק']
- ה. התרשים בשאלה מציג מקרה בו אלומת היונים מופרדת תוך כדי המעבר באזור ההסטה לשלוש אלומות מובחנות. **אלומה א'** מגיעה לגלאי, בעוד **אלומות ב' ו- ג'** סוטות ופוגעות בקירות השפופרת. בהנחה שאטומי הכלור-35 מגיעים לגלאי, האם אטומי הכלור-37 מתאימים לאלומה ב' או לאלומה ג' באזור? נמק היטב. [2 נק']

פרק שלישי – נושאים נוספים במכניקה וחשמל

שאלה 7

תותח ניצב על פני מגדל שגובהו 125 מטר.

הניחו לצורך השאלה שכדור הארץ הוא כדור מושלם, ללא פני שטח מפריעים, ושאינו סובב סביב צירו.



א. יורים פגז **אופקית**. חשב את מהירות הלוע בה יש לירות את הפגז כך שיכנס למסלול מעגלי

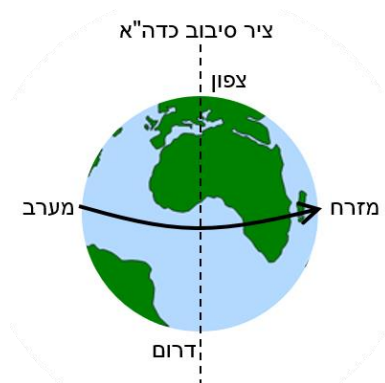
סביב כדה"א. [6 נק']

ב. מה יהיה זמן המחזור של פגז במקרה זה? [5 נק']

ג. מכוונים את התותח ישירות **מעלה** ויורים במהירות לוע זהה לזאת שמצאת בסעיף א'. האם ימלט הפגז מכדור הארץ? נמק או הצג חישוב מפורט. [5 נק']

הניחו כעת שכדור הארץ מסתובב סביב צירו, ושהתותח ממוקם על **קו המשווה**. ידוע שכדור הארץ מסתובב **ממערב למזרח** (ראה איור).

חוזרים ויורים פגז כך שהוא נכנס למסלול מעגלי סביב כדה"א.



ד. עבור כל אחד מהמקרים הבאים, ציין האם מהירות הלוע בה נורה הפגז הייתה גדולה, קטנה או שווה למהירות הלוע במקרה המתואר בסעיף א'. נמק את תשובתיך.

(1) הפגז נורה מזרחה.

(2) הפגז נורה מערבה.

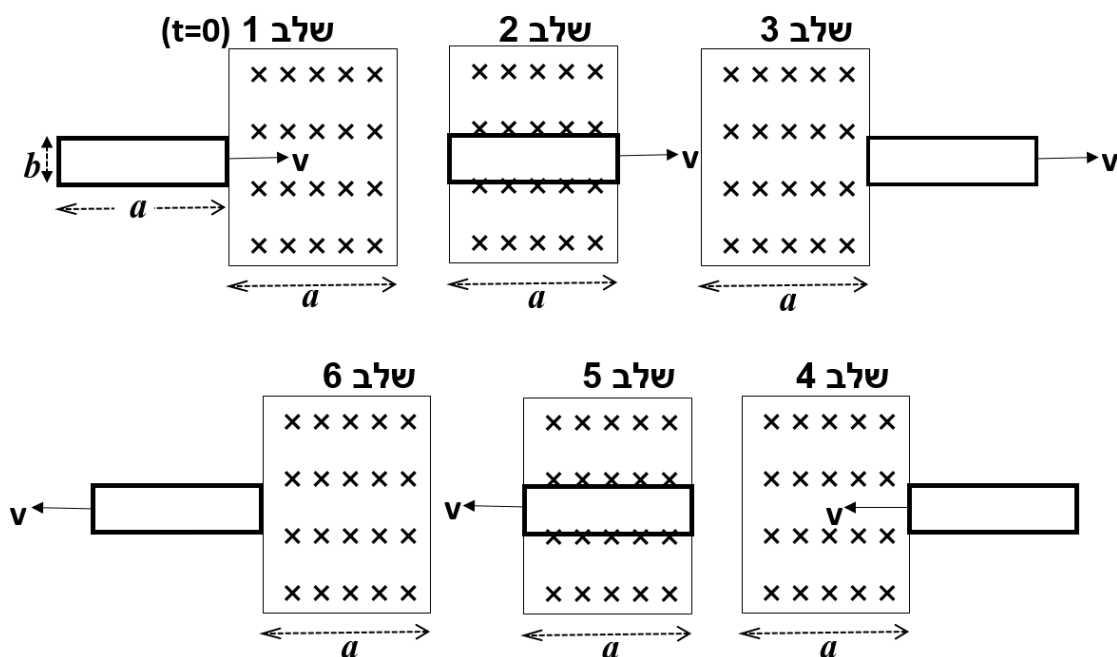
[4 נק']

שאלה 8

מסגרת מלבנית מוליכה, שאורך צלעותיה a ו- b , מונעת באופן מחזורי ובמהירות קבועה v דרך איזור שרוחבו גם הוא a , ובו שדה מגנטי אחיד B .

בזמן $t=0$ נושקת המסגרת לקצה השמאלי של איזור השדה. המסגרת נעה עד אשר כולה מחוץ לאיזור השדה, בצידו השני, ואז חוזרת על עקבותיה, באותה מהירות, עד למצבה ההתחלתי. האיזור המצורף מתאר מחזור שלם אחד של המסגרת (שלבים 1-6).

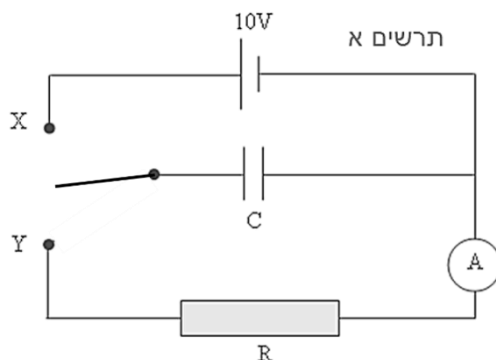
התנגדות המסגרת היא R .



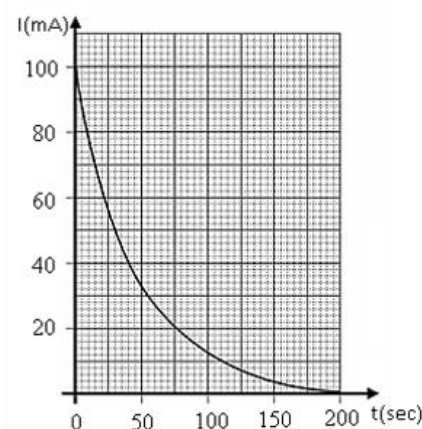
- א. הבע את זמן המחזור של תנועת המסגרת. [2 נק']
- ב. שרטט גרף של השטף המגנטי דרך המסגרת כתלות בזמן עבור מחזור אחד. ציין על הגרף ערכי נקודות חיצון וחיתוך עם הצירים (במונחי הנתונים). [6 נק']
- ג. שרטט גרף של הזרם כתלות בזמן עבור המחזור הראשון. הזרם ייחשב כחיובי אם הוא נע בכיוון השעון. הצג את חישוביך ושיקוליך. ציין על הגרף ערכי נקודות קיצון וחיתוך עם הצירים. [6 נק']
- ד. כדי להניע את המסגרת במהירות קבועה נדרש כוח מניע.
 1. האם אין בכך סתירה לחוק הראשון של ניוטון? הסבר את תשובתך.
 2. שרטט גרף של הכוח כתלות בזמן עבור המחזור הראשון. כוח ייחשב כחיובי. הצג את חישוביך ושיקוליך. ציין על הגרף ערכי נקודות חיצון וחיתוך עם הצירים. [6 נק']

שאלה 9

בתרשים א' מתואר מעגל חשמלי שבנתה תלמידה. המעגל כולל מקור מתח אידיאלי שהכא"מ שלו $10V$, קבל שקיבולו C , נגד שהתנגדותו R , ואמפרמטר שהתנגדותו ניתנת להזנחה. התלמידה טענה את הקבל ולאחר מכן פרקה אותו דרך הנגד.



תרשים א'



תרשים ב'

א. לאיזה מגע (X או Y) הסיטה התלמידה את המפסק כדי לטעון את הקבל ולאיזה כדי לפרוק אותו? [2 נק']

בתרשים ב' מתוארת עקומה של הזרם I (במילי אמפר) שמדדה התלמידה כפונקציה של הזמן במהלך פריקת הקבל. הפריקה מתחילה ברגע $t = 0$. התלמידה מצאה שבין העקומה לבין הצירים יש 465 משבצות קטנות.

ב. הסבר מדוע במהלך הפריקה, הזרם I הולך וקטן כפונקציה של הזמן. [2 נק']
ג. חשב את:

- התנגדות הנגד
- קיבול הקבל
- המטען הכולל שזרם דרך הנגד

[12 נק']

ד. העתק את הגרף (בקירוב) למחברת התשובות, ושרטט עליו גרף איכותי נוסף המראה כיצד היה נראה הזרם כתלות בזמן אילו השתמשה התלמידה בנגד שהתנגדותו גדולה פי 2. פרט את שיקולך. [4 נק']