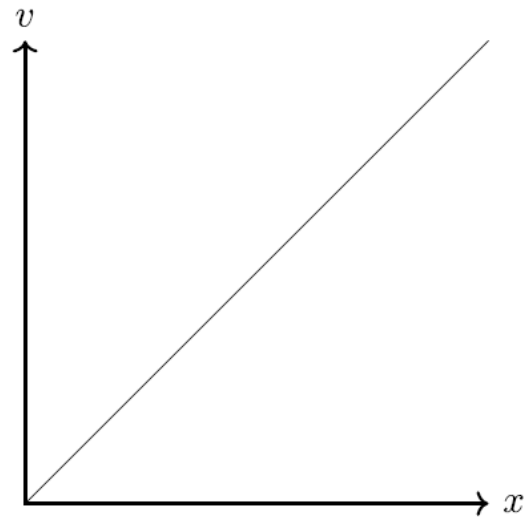


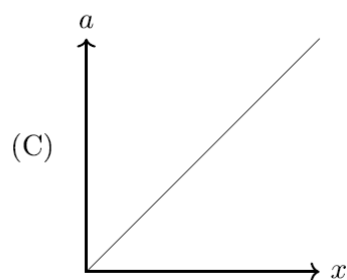
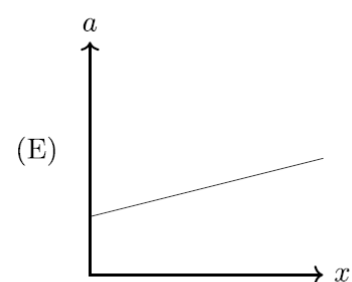
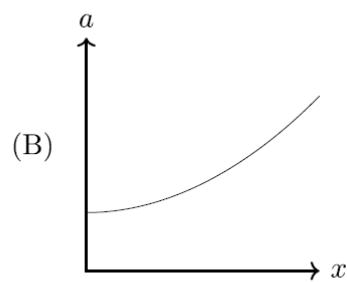
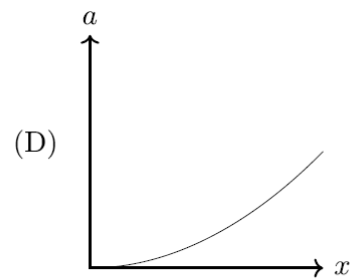
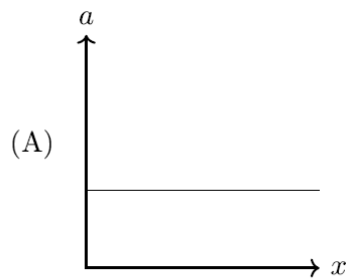
כתב: פרופ' חזי יצחק

שאלה 1

הגרף הבא מתאר את המהירות כפונקציה של המקום של גוף מסוים.



איזה גרף מהגרפים הבאים מתאר באופן נכון את תאוצת הגוף כפונקציה של המקום?



- A. א.
- B. ב.
- C. ג.
- D. ד.
- E. ה.

פיתרון: ג

מהגרף הליניארי של המהירות כפונקציה של המקום נוכל לרשום $v = kx$ כאשר k הוא שיפוע הגרף. אם נגזור שני אגפי השוויון לפי הזמן נקבל:

$$a = kv$$

$$\rightarrow a = k \cdot kx = k^2 x$$

ולכן הגרף של התאוצה כפונקציה של המקום הוא גרף ליניארי שעובר בראשית הצירים – גרף C.

שאלה 2

כדור מקפץ אנכית בין הרצפה לתקרה שהמרחק ביניהם הוא 4 מטרים. הרצפה והתקרה אופקיים וההתנגשות של הכדור היא אלסטית כלומר ללא איבודי אנרגיה והכדור פוגע ברצפה במהירות של 12 מטר לשנייה. כמה זמן נמשכת תנועת הכדור במהלך התנועה רצפה-תקרה-רצפה? ניתן להזניח את התנגדות האוויר.

- A. 0.3 s
- B. 0.4 s
- C. 0.6 s
- D. 0.8 s
- E. 2.4 s

פתרון: ד

אם הכדור פוגע ברצפה במהירות של 12 מטר לשנייה אז הוא גם נזרק כלפי מעלה באותה מהירות של 12 מטר לשנייה (כי אין איבודי אנרגיה). נשתמש בנוסחא של נפילה חופשית

$$y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 + y_0$$

לחשב את זמן התנועה כלפי מעלה

$$4 = 12t - 5t^2$$

$$5t^2 - 12t + 4 = 0$$

$$\rightarrow t = 0.4s$$

ולכן הזמו הכולל של התנועה יהיה כפול כלומר 0.8 שניות.

שאלה 3

תהליך דעיכה רדיואקטיבי מסוים מתרחש בממוצע n פעמים בשעה. בכל שעה נתונה ניתן לצפות ב- n אירועי דעיכה עם אי ודאות $\sqrt{n}$. המאורעות בכל שעה נתונה אינם תלויים באלו שהתרחשו בשעה הקודמת לה וניתן להניח ש- n קבוע בזמן. כמה שעות נדרשות כדי שאי הוודאות במספר האירועים הנצפים תהיה 1%?

א. $n/10^2$

ב. $n/10^4$

ג. $10^2/n$

ד. $10^4/n$

ה. $10^8/n$

פתרון: ד

נניח שמספר השעות שבו אנחנו צופים באירוע הוא h ולכן מספר אירועי הדעיכה שנצפה בהם יהיה בממוצע nh . סטיית התקן בכל שעה תהיה $\sqrt{n}$ וכל שעה אינה תלויה בשעה הקודמת לה. עבור h דגימות בלתי תלויות של משתנה אקראי, יש סטיית תקן $\sqrt{nh}\sigma$, כאשר σ היא סטיית התקן של ההתפלגות. לכן במקרה זה נצפה ב- nh דעיכות וסטיית התקן תהיה $\sqrt{nh}\sigma$ כי $\sigma = \sqrt{n}$. ההערכה שלנו לגבי n תהיה:

$$\frac{nh \pm \sqrt{nh}}{h} = n \pm \sqrt{\frac{n}{h}}$$

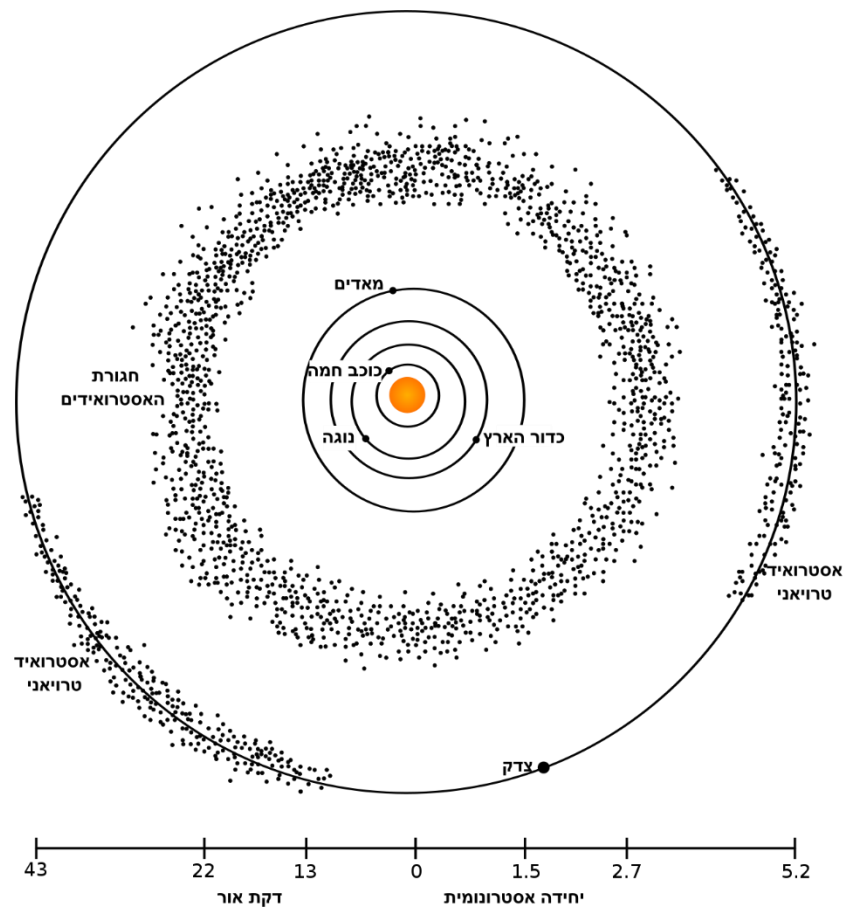
נדרוש סטיית תקן של 1% ולכן:

$$\sqrt{\frac{n}{h}} = 0.01n$$

$$\rightarrow \frac{n}{h} = 1 \cdot 10^{-4} n^2 \rightarrow nh = 1 \cdot 10^4 \rightarrow h = \frac{10^4}{n}$$

שאלה 4

באיור למטה מוצגים המסלולים של כוכבי הלכת סביב השמש ביחידות אסטרונומיות. יחידה אסטרונומית היא רדיוס המסלול הממוצע של כדור הארץ סביב השמש ושווה ל- 150 מיליון ק"מ. היעזרו בשרטוט וחשבו פי כמה קטן שטף האנרגיה ליחידת שטח המגיע מהשמש למאדים לעומת זה המגיע לכדור הארץ? הניחו שהשמש היא מקור אור נקודתי, וכמו כן התעלמו מהאפקט של האטמוספירה בשני כוכבי הלכת.



א. 1.25

ב. 1.75

ג. 2.25

ד. 3

ה. 3.5

פתרון: ג

ידוע שעוצמת האור של מקור אור נקודתי קטנה כמו $\frac{1}{r^2}$ ולכן שטף האנרגיה יקטן פי

משום שרדיוס המסלול הממוצע של מאדים השמש הוא כ-1.5 $\left(\frac{r_{mars}}{r_{earth}}\right)^2 = 1.5^2 = 2.25$ יחידות אסטרונומיות.

שאלה 5

מהו האומדן הטוב ביותר לנפח שטר של 200 ₪ שבתמונה?



א. 0.001 סמ"ק

ב. 0.01 סמ"ק

ג. 0.1 סמ"ק

ד. 1 סמ"ק

ה. 10 סמ"ק

פתרון: ד

נחשב את נפח השטר כנפח של תיבה. את האורך והרוחב ניתן להאריך ב-15 ס"מ וב-5 ס"מ בהתאמה. הבעיה היא להעריך את עובי השטר. ברור שהוא פחות ממילימטר וניתן לאמוד אותו ב-0.1 מ"מ או 0.01 ס"מ ולכן סדר הגודל של הנפח הוא:

$$V = 15 \cdot 5 \cdot 0.01 \sim 1 \text{ cm}^3$$

שאלה 6

נניח שבמדינה מסוימת כמות השוקולד הנצרכת ביום נתונה על ידי הביטוי הבא:

$$C = 0.05 \text{ kg} + \sum_i T A_i^2$$

כאשר הסכימה $\sum_i$ היא על מספר האנשים הקונים שוקולד.

T נתון בשעות ו- A_i הוא קבוע מסוים המאפיין את האדם i . מהן היחידות של הקבוע A_i ?

א. kg

ב. kg/s

ג. kg/h

ד. kg^2/h^2

ה. $\text{kg}^{1/2}/\text{h}^{1/2}$

פתרון: ה

היחידות של $T A_i^2$ חייבות להיות kg כי המחובר הראשון באגף ימין של המשוואה נתון ב-kg ולכן:

$$[T][A_i^2] = \text{kg}$$

$$\rightarrow [A_i]^2 = \frac{\text{kg}}{h} \rightarrow [A_i] = \sqrt{\frac{\text{kg}}{h}} = \frac{\text{kg}^{1/2}}{h^{1/2}}$$

שאלה 7

מכונית נוסעת בכביש 6 במהירות של 120 קמ"ש, כאשר לפתע הנהג מבחין בפרה החוצה את הכביש וכדי לא לפגוע בה הוא לוחץ על הבלמים. הבלמים גורמים לכך שהמכונית נעצרת לאחר שהיא עוברת מרחק D במטרים. בהנחה שביצועי הבלמים אינם תלויים במהירות המכונית, מהו מרחק הבלימה במטרים לו מהירות המכונית הייתה 40 קמ"ש?

א. $D/9$

ב. $D/6$

ג. $D/4$

ד. $D/3$

ה. D

פתרון: א

מרחק הבלוימה פרופורציוני לריבוע המהירות ההתחלתית של המכונית. ניתן לראות את זה מנוסחאות תנועה שוות תאוצה:

$$2ax = v_t^2 - v_0^2$$

$$v_t = 0 \rightarrow 2ax = -v_0^2 \rightarrow x = -\frac{v_0^2}{2a} = \left(-\frac{1}{2a}\right)v_0^2$$

ולכן הקטנת המהירות פי 3 תקטין את המרחק פי $3^2 = 9$.

שאלה 8

מעלית מאיצה בתאוצה קבועה כלפי מעלה. ברגע מסוים הנורה שבתקרת המעלית ניתקת ונופלת. מה תהיה תנועת הנורה **לצופה הנמצא בתוך המעלית**? בחרו את התשובה המתאימה ביותר והזניחו התנגדות אוויר.

א. הנורה נעה באופן מידי בתנועה במהירות קבועה כלפי מטה.

ב. הנורה תנוע בהתחלה כלפי מעלה, לאחר מכן תאט ותשנה את כיוון תנועתה כלפי מטה.

ג. הנורה תנוע באופן מידי כלפי מטה בתאוצה קטנה מ- g

ד. הנורה תנוע באופן מידי כלפי מטה בתאוצה g

ה. הנורה תנוע באופן מידי כלפי מטה בתאוצה גדולה מ- g

פתרון: ה

נסמן את תאוצה המעלית ב- a ולכן תאוצת הנורה בעבור הצופה שנמצא במעלית תהיה:

$$a' = a - (-g) = a + g$$

שאלה 9

מאז קדמונינו היוונים ועד לשנת 1781 היו ידועים 5 כוכבי לכת שהם כוכב חמה, נוגה, מאדים, צדק ושבתאי. בשנת 1781 גילה האסטרונום והמלחין האנגלי ויליאם הרשל כוכב לכת נוסף שכונה אורנוס, שעל פי המיתולוגיה היוונית היה השליט הראשון של היקום. בשנת 1800 חושב מסלולו התאורטי והתברר שאינו חופף למסלול הנצפה. האסטרונומים שיערו שההבדל בין המסלולים מקורו בשגיאות מדידה. בשנת 1840 חושבה במדויק שגיאת המסלול והתברר סופית שגודל השגיאה אינו יכול להסביר את ההבדל בין המסלול הנצפה והמסלול המחושב של אורנוס. כמה שנים קודם הועלתה השערה שגוף נוסף משפיע על אורנוס על פי חוק הכבידה העולמי, ומסיט אותו ממסלולו. ג'ון אדמס הבריטי ואורבן לה-וורייה הצרפתי, חישבו מסלול אפשרי של כוכב לכת נוסף, שהשפעתו גורמת לשינוי מסלולו של אורנוס. בשנת 1846 האסטרונום הגרמני יוהן גאלה גילה את כוכב הלכת נפטון, הכוכב השמיני במערכת השמש.

אחד האומדנים הראשוניים למרחקו של כוכב הלכת החדש היה באמצעות החוק האמפירי של טיטיוס- בודה שנתון בנוסחא הבאה ומתאר את רדיוס המסלול הממוצע של כוכב הלכת סביב השמש ביחידות אסטרונומיות:

$$r_n = 0.4 + 0.3 \cdot 2^n$$

כאשר $n = -\infty, 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$. מהו רדיוס המסלול הממוצע של כוכב הלכת נפטון ביחידות אסטרונומיות על פי חוק טיטיוס-בודה? חשוב להדגיש חוק טיטיוס-בודה חוזה גם את קיום כוכב הלכת הננסי קרס שנמצא בחגורת האסטרואידים בין מאדים לצדק.

א. 1.6

ב. 2.8

ג. 5.2

ד. 19.6

ה. 38.8

פיתרון: ה

בתחילה צריך לזהות את המספר ה- n המתאים לכוכב הלכת נפטון על פי חוק טיטיוס בודה. עבור כדור הארץ אנו צריכים לקבל שהמרחק הוא 1 ולכן $n=1$. מכאן נוכל לקבל את n עבור שאר כוכבי הלכת:

נ	כוכב לכת
1	ארץ
2	מאדים
3	קרס
4	צדק
5	שבתאי
6	אוראנוס
7	נפטון

$$r = 0.4 + 0.3 \cdot 2^6 = 0.4 + 0.3 \cdot 128 = 38.8$$

נקבל עבור נפטון:

זוהי הטבלה של המרחקים המחושבים לפי חוק טיטיוס בודה לעומת המרוחקים המדודים (מקור- ויקיפדיה).

כוכב הלכת	מרחק טיטיוס-בודה	מרחק מדוד
כוכב חמה	0.4	0.39
נגה	0.7	0.72
כדור הארץ	1	1.00
מאדים	1.6	1.52
קרב	2.8	2.77
צדק	5.2	5.20
שבתאי	10	9.54
אורנוס	19.6	19.2
נפטון	38.8	30.1
פלוטו	77.2	39.5

שאלה 10

כח הגרר הפועל על דג במים תלוי רק באורך אופייני של הדג L , במהירותו v ובצפיפות המים ρ . נניח שדג א' באורך של 10 ס"מ שוחה במהירות של 5 מטר לשנייה. באיזו מהירות צריך לשחות דג ב' שאורכו 1 ס"מ, כדי להרגיש את אותו כח הגרר כמו דג א'.

- 5 מטר לשנייה
- 16 מטר לשנייה
- 50 מטר לשנייה
- 500 מטר לשנייה
- 2500 מטר לשנייה

פתרון: ג

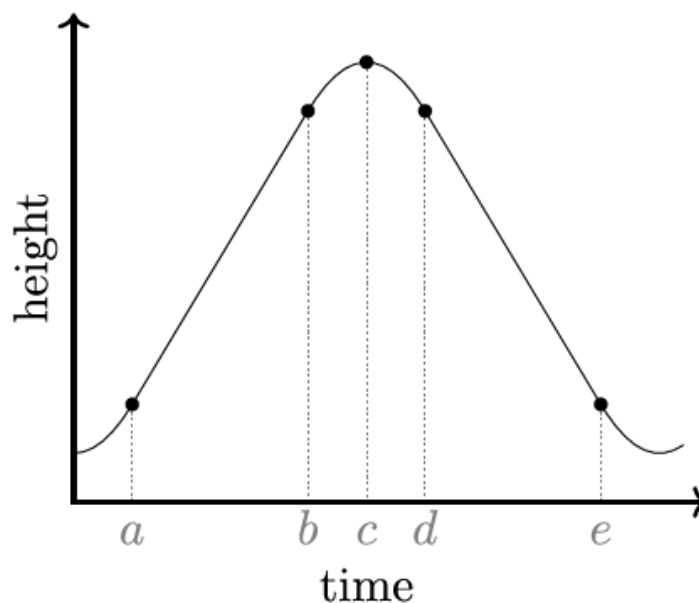
צפיפות המים נותרת קבועה ולכן אם מקטינים את אורך הדג פי 10 יש להגדיל מהירותו פי 10 כלומר למהירות של 50 מטר לשנייה.

שאלה 11

נוסעים בטיסה במטוס "zero g" יכולים לרחף בחלל המטוס כאילו היו חסרי משקל ולכן המטוס משמש בין היתר לאימון אסטרונאוטים בתנאים של מיקרוכבידה (שקיימים בתחנת החלל הבינלאומית).



הגרף של טיסה כזו, מוצג באיור הבא עם ציון של מספר נקודות. איזה מההגדים הבאים הוא הנכון? נסמן את תאוצת המטוס בזמן הקטע של טיסה ב-"zero g", ב- $\vec{a}$.



- א. קטע הטיסה "zero g" מתחיל ב-a ומסתיים ב-c ובמהלכו $|\vec{a}| = g$ ו- $\vec{a}$ כלפי מעלה.
- ב. קטע הטיסה "zero g" מתחיל ב-a ומסתיים ב-e ובמהלכו $|\vec{a}| = 0$.
- ג. קטע הטיסה "zero g" מתחיל ב-b ומסתיים ב-d ובמהלכו $|\vec{a}| = g$ ו- $\vec{a}$ כלפי מטה.
- ד. קטע הטיסה "zero g" מתחיל ב-c ומסתיים ב-e ובמהלכו $|\vec{a}| = g$ ו- $\vec{a}$ כלפי מטה.

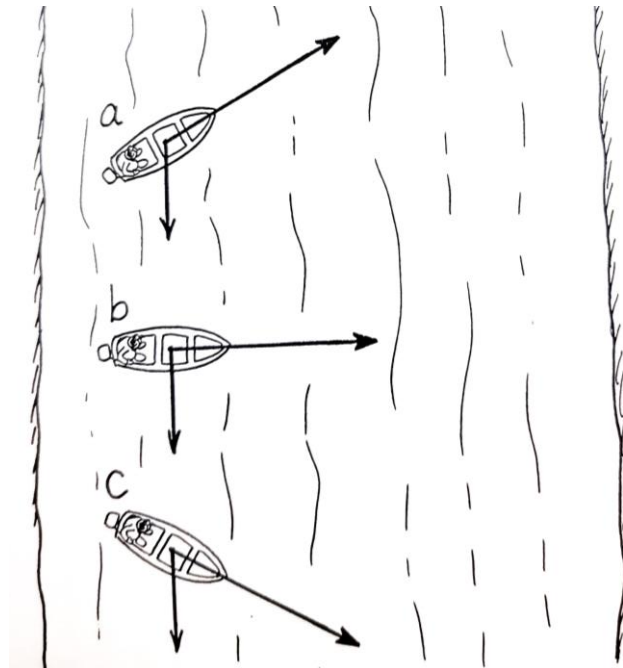
ה. קטע הטיסה "zero g" מתחיל ב-d ומסתיים ב-e ובמהלכו $|\vec{a}| = 0$.

פתרון: ג

קטע הטיסה של "zero g" הוא כאשר המטוס והנוסעים שבתוכו נמצאים בנפילה חופשית, כלומר התאוצה היא g כלפי מטה. זה קורה בקטע שהמסלול הוא פרבולי בין b ל-d.

שאלה 12

שלוש סירות מנוע זהות חוצות נהר מגדה אחת לגדה השנייה בכיוונים שונים המתוארים בתרשים. מהירויות הסירות יחסית למי הנהר זהות ומהירות הזרימה של הנהר זהה עבור שלושתן (החץ כלפי מטה בתרשים). איזו מההגדים הבאים הוא הנכון?



א. המסלול של סירה a יהיה הקצר ביותר, המסלול של סירה b יהיה המהיר ביותר, המהירות של סירה c תהיה הגבוהה ביותר.

ב. המסלול של סירה b יהיה הקצר ביותר, המסלול של סירה a יהיה המהיר ביותר, המהירות של סירה c תהיה הגבוהה ביותר.

ג. המסלול של סירה a יהיה הקצר ביותר, המסלול של סירה c יהיה המהיר ביותר, המהירות של סירה c תהיה הגבוהה ביותר.

ד. המסלול של סירה b יהיה הקצר ביותר, המסלול של סירה b יהיה המהיר ביותר, המהירות של סירה c תהיה הגבוהה ביותר.

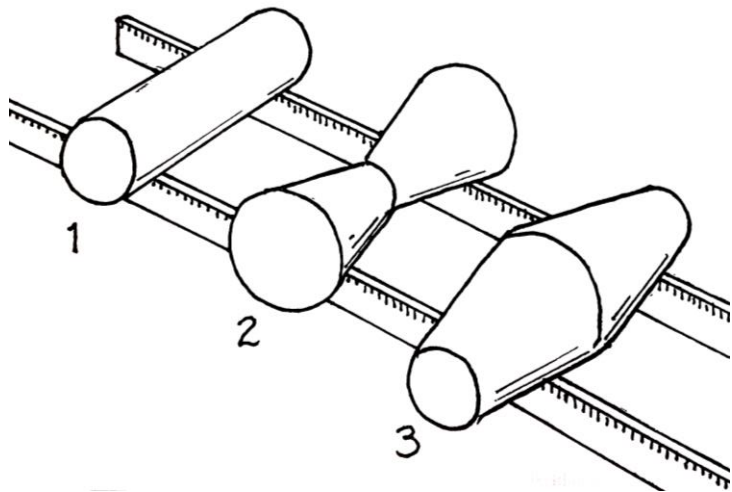
ה. המסלול של סירה c יהיה הקצר ביותר, המסלול של סירה b יהיה המהיר ביותר, המהירות של סירה a תהיה הגבוהה ביותר.

פתרון: א

סירה a נעה בכיוון מאונך לנהר ולכן היא נעה במסלול הקצר ביותר אך לא המהיר ביותר כי סירה b נעה כך שכל וקטור המהירות שלה מכוון במאונך לזרם וזה הרכיב שתורם לחציית הנהר. המהירות של סירה c תהיה הגבוהה ביותר כי יש רכיב נוסף של מהירות בכיוון הזרם או השקול של שני הווקטורים יהיה גדול יותר משום שהזווית ביניהם חדה לעומת זווית ישרה וקה עבור סירות a ו-b. לעומת זאת סירה זו תגיע אחרונה לגדה הנגדית משום שהרכיב שלה שניצב לזרם הוא הקטן ביותר.

שאלה 13

שלושה גופים בעלי צורות חתך שונות מונחים על גבי זוג מסילות אופקיות ומקבילות (ראו תרשים). מגלגלים כל אחד מן הגופים בנפרד על גבי המסילה. אלו מן הטענות הבאות לגבי היציבות שלהם היא נכונה? מצב יציב הוא מצב שהפרעות קטנות אינן גורמות לשינוי במצב הגוף, כלומר הן דועכות עם הזמן. כמו כן ניתן להיעזר בקשר בין מהירות זוויתית ω למהירות קווית v , $v = R\omega$, כאשר R הוא רדיוס הגלגול. התשובות ניתנות בסדר יציבות יורד, כלומר מהגוף היציב ביותר לגוף הפחות יציב.



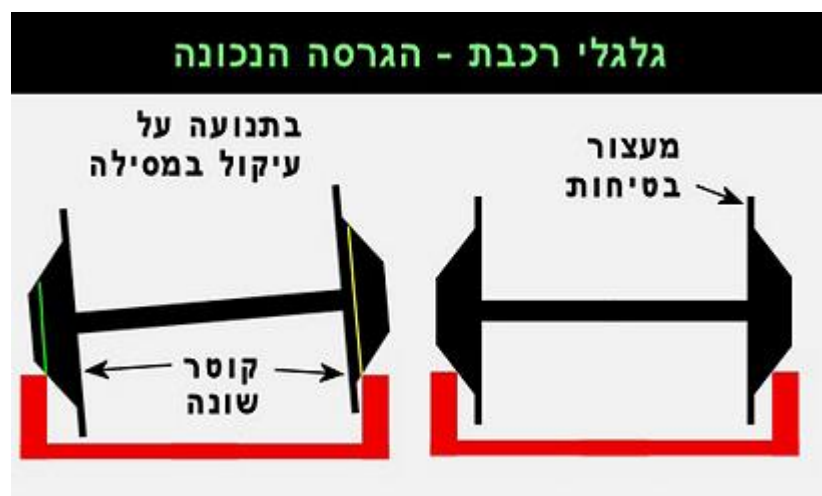
- א. גוף 1, גוף 2, גוף 3
- ב. גוף 3, גוף 1, גוף 2
- ג. גוף 2, גוף 1, גוף 3
- ד. גוף 2, גוף 3, גוף 1
- ה. גוף 3, גוף 2, גוף 1

פתרון: ב

גליל 1 הוא יציב רק אם הוא מתגלגל ישר ובאופן מדויק שלתי המסילות. כל אי דיוק שנובע מכך שהמסילה לא ישרה או שהוא לא מאונך למסילות הוא יתגלגל הצידה. לכן גליל 1 הוא יציב באופן גבולי.

גליל 2 הוא מאד לא יציב. תנועה ישרה תיתכן רק אם שני הגביעים יתגלגלו כך שאותו קוטר יהיה על אותה המסילה, כי אז מהירותם הקווית תהיה שווה. במקרה שבצד אחד הקוטר של החלק שמתגלגל גדול יותר מההירות הקווית שפרופורציונית ל r תהיה גדולה יותר מאשר בצד השני והגליל ינתק מהמסילה כי המהירות בצד הזה תלך ותגדל. גליל 2 הוא הכי פחות יציב.

גליל 3 לעומת זאת הוא הכי יציב, משום שכל סטייה במהירות המשיקית תגרום לכך שהגליל ינוע לפנים המסילה ולא החוצה, כלומר הוא "יתקן את עצמו". זה יקרה בשני הצדדים ולכן גליל 3 הוא היציב ביותר. בתכונה זו עושים שימוש בתיכנון של גלגלי רכבת כדי לשמור על יציבותה על המסילה כפי שמובר באיור הבא:



מתוך <https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4262249,00.html>

שאלה 14

גוף נע $\frac{1}{3}v$ מהדרך במהירות קבועה v , את שליש הדרך הבא הוא נע במהירות קבועה $2v$ ואת השליש האחרון הוא נע במהירות קבועה $3v$. מהי מהירותו הממוצעת בכל הדרך?

א. v

ב. $\frac{4}{3}v$

ג. $\frac{3}{2}v$

ד. $\frac{18}{11}v$

ה. $2v$

פתרון: ד

נסמן את הדרך כולה ב- $3x$. המהירות הממוצעת היא $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ולכן זמן התנועה הכולל שמורכב

משלושה קטעים נתון על ידי הביטוי:

$$t = \frac{x}{v} + \frac{x}{2v} + \frac{x}{3v}$$

והמהירות הממוצעת על ידי:

$$\bar{v} = \frac{3x}{\frac{x}{v} + \frac{x}{2v} + \frac{x}{3v}} = \frac{3 \cdot 6v}{11} = \frac{18}{11}v$$

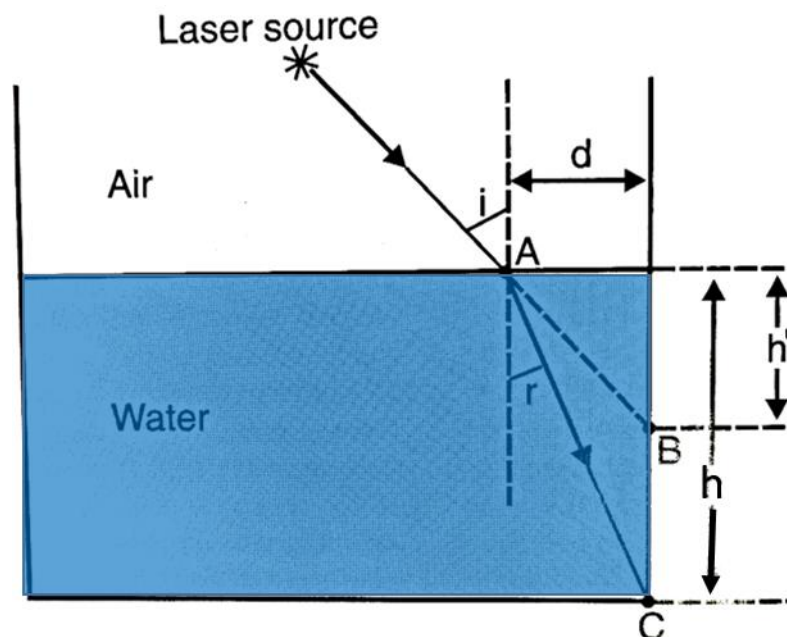
ממוצע כזה נקרא ממוצע הרמוני ובאופן כללי הוא מוגדר כ-:

$$H = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}}$$

שאלה 15

התרשים מתאר מערכת למדידת מקדם השבירה של המים. קרן לייזר פוגעת במשטח המפריד בין האוויר למים בזווית i ונשברת בזווית r ופוגעת בתחתית המיכל בנקודה C. ללא המים קרן הלייזר הייתה פוגעת בדופן המיכל בנקודה B. מהו הביטוי המתאים למקדם השבירה של המים n_r ?

היעזרו בחוק סנל ובקירוב של זוויות קטנות. כמו כן הניחו שמקדם השבירה של האוויר הוא 1.



$$n_r = \frac{dh \sin r}{h' \sin i} \quad \text{א.}$$

$$n_r = \frac{dh'}{h} \quad \text{ב.}$$

$$n_r = \frac{d^2 h'}{h} \quad \text{ג.}$$

$$n_r = \frac{h'}{h} \quad \text{ד.}$$

$$n_r = \frac{h}{h'} \quad \text{ה.}$$

פתרון: ה

מחוק סנל נרשום:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_r}{n_i} = \frac{n_r}{1} \rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n_r}$$

כמו כן מטריגומטריה נקבל:

$$\tan r = \frac{d}{h}$$

$$\tan i = \frac{d}{h'}$$

$$\rightarrow \frac{\tan i}{\tan r} = \frac{h}{h'}$$

עבור זוויות קטנות נוכל לכתוב:

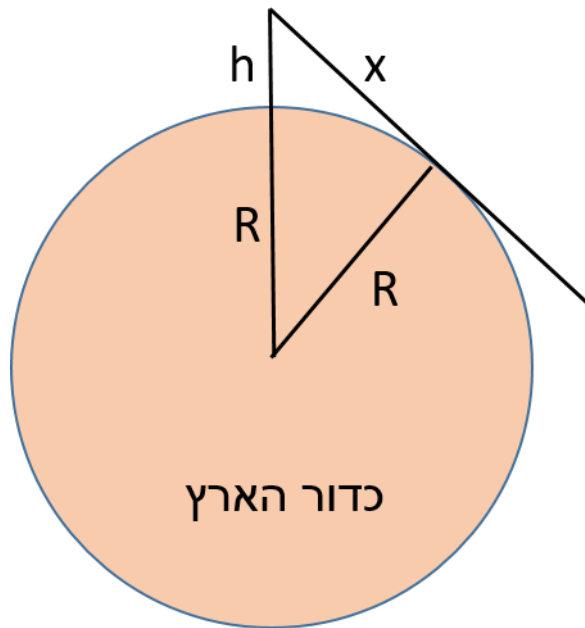
$$\sin r = \frac{\sin i}{n_r} \quad \text{נשתמש בתוצאה שקבלנו מחוק סנל} \quad \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{h}{h'}$$

$$\frac{h}{h'} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_r \sin r}{\sin r}$$

$$n_r = \frac{h}{h'} \quad \text{ונקבל:}$$

שאלה 16

אדם צופה לאופק מגובה h מעל פני כדור הארץ (ראו תרשים) שרדיוסו R . בהזנחת אפקט האטמוספירה מהו הביטוי המתאים למרחק האופק עבור הצופה? הניחו ש- $\frac{h}{r} \ll 1$.



א. $\sqrt{Rh}$

ב. $\sqrt{2Rh}$

ג. $\sqrt{4Rh}$

ד. $\sqrt{2(R+h)}$

ה. $\sqrt{6Rh}$

פתרון: ב

ממשפט פיתגורס נוכל לרשום: $(R+h)^2 = x^2 + R^2$ ולכן:

$$R^2 + 2Rh + h^2 = x^2 + R^2$$

$$x^2 = 2Rh + h^2 \approx 2Rh$$

$$\rightarrow x = \sqrt{2Rh}$$

שאלה 17

נניח שמכונית טיפוסית נוסעת בממוצע כ- 15,000 ק"מ בשנה. המסה של פחמן בכל גלון של בנזין היא כ-5 ליברות. מהו האומדן הטוב ביותר למסה של CO_2 שפולטת מכונית טיפוסית במשך שנה? ליברה היא כ-454 גרם ו- גלון הוא כ- 3.78 ליטר.

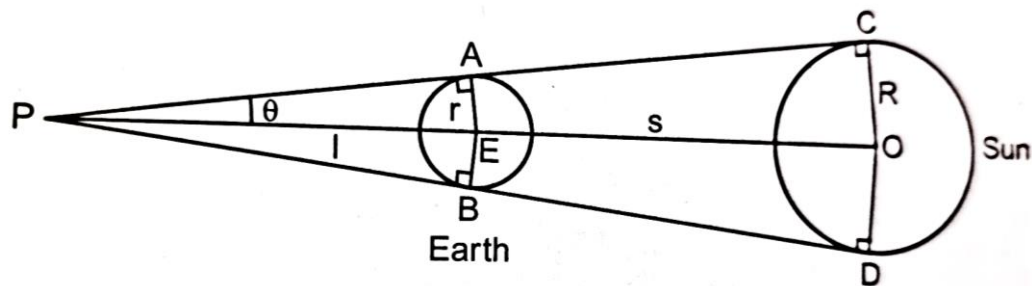
- א. 30 ק"ג
- ב. 300 ק"ג
- ג. 1000 ק"ג
- ד. 3000 ק"ג
- ה. 10,000 ק"ג

פתרון: ד

כדי לבצע את האומדן יש להעריך כמה גלונים המכנית צורכת כאשר היא נוסעת למרחק של 15,000 ק"מ. נניח שהיא צורכת ליטר בנזין לכל 10 ק"מ ולכן בסה"כ 1500 ליטר בנזין שהם כ-375 גלונים. 5 ליברות הן כ-2.5 ק"ג ולכן 375 גלונים בנזין יתרמו כ-940 ק"ג פחמן. מספר המסה CO_2 הוא 28 ושל פחמן 12 ולכן המסה של CO_2 תהיה גדולה פי 2.3 לערך מהמסה של הפחמן ולכן ניתן להעריך את מסת ה- CO_2 בכ-2160 ק"ג ולכן תשוב ד' היא הנכונה.

שאלה 18

התרשים מתאר את הגיאומטריה של ליקוי לבנה בו הצל של כדור הארץ מסתיר את הירח. מהו אורך הצל של כדור הארץ? S הוא המרחק הממוצע בין כדור הארץ לשמש ושווה ל-150 מיליון ק"מ. R הוא רדיוס כדור הארץ ושווה ל-6400 ק"מ. רדיוס השמש R הוא 700,000 ק"מ. השתמשו בקירוב $\frac{r}{R} \ll 1$. בחרו את התשובה המתאימה ביותר.



- א. 1400 ק"מ
- ב. 140,000 ק"מ
- ג. 200,000 ק"מ
- ד. 1,400,000 ק"מ
- ה. 2,000,000 ק"מ

פיתרון: ד

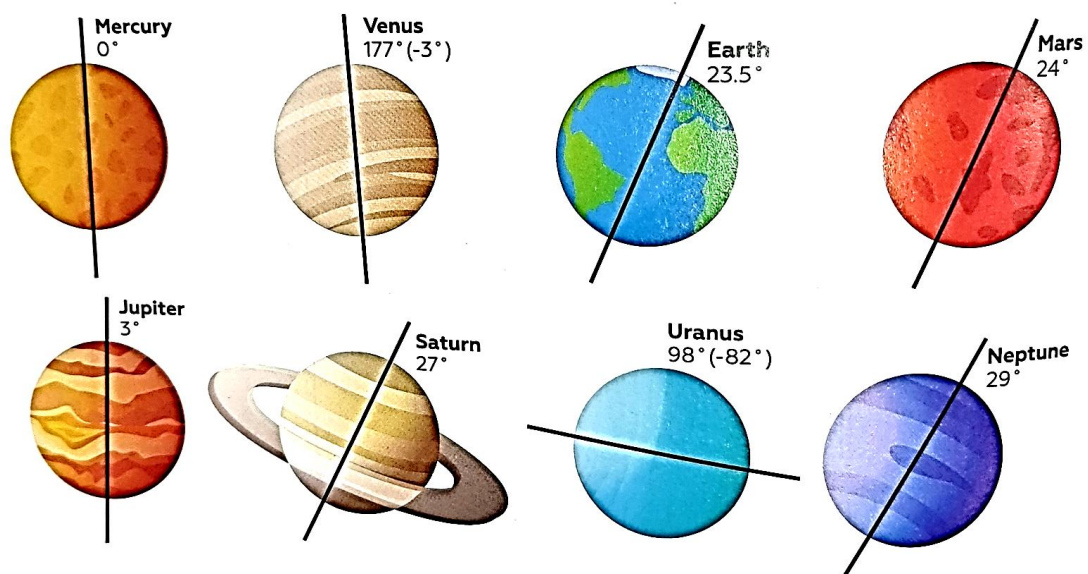
משיקולים של דימיון משולשים נוכל לקבל כאשר נסמן את PE בתור l:

$$\begin{aligned}\frac{l}{s+l} &= \frac{r}{R} \rightarrow Rl = r(s+l) \\ \rightarrow l(R-r) &= rs \\ \rightarrow l &= \frac{rs}{R-r} = \frac{6400 \cdot 150 \cdot 6}{700000 - 6400} \approx 1,400,000 \text{ km}\end{aligned}$$

מה שחשוב שהצל של כדור הארץ גדל כמעט פי 3.5 מהמרחק הממצוע של הירח מכדור הארץ שהוא 384,000 ק"מ ולכן הירח יכול להיות מוסתר למשך זמן די ארוך על ידי הצל של כדור הארץ בזמן ליקוי לבנה.

שאלה 19

התרשים והטבלה מציגים מספר נתונים לגבי נטיית ציר הסיבוב של כוכב לכת במערכת השמש יחסית למישור המילקה (המישור בו כוכב הלכת מקיף את השמש) ואקסצנטריות או פחיסות המסלול האליפטי סביב השמש, כאשר 0 מציין מסלול מעגלי. ככל שהאקסצנטריות קרובה יותר ל-1 האליפסה נעשית פחוסה יותר. בנוסף נתון אורך השנה של הכוכב בשנים ארציות, כלומר משך ההקפה של כוכב הלכת סביב השמש.



כוכב הלכת	נטיית ציר הסיבוב במעלות	אקסצנטריות מסלול (בין 0 ל-1)	אורך השנה (בשנים ארציות)
כוכב חמה	0	0.21	0.24
נוגה	3	0.01	0.62
ארץ	23.5	0.02	1
מאדים	24	0.09	1.88
צדק	3	0.05	11.9
שבתאי	27	0.06	29.7
אוראנוס	98	0.05	84.3
נפטון	29	0.01	165

אלו מהטענות הבאות לגבי עונות השנה בכוכבי הלכת השונים היא נכונה?

- א. בכוכב חמה כמעט ואין חילופי עונות.
- ב. באוראנוס הקיץ בקוטב הצפוני יכול להימשך 21 שנים (שנים ארציות).
- ג. בחורף כדור הארץ רחוק יותר מהשמש מאשר בקיץ וזוהי הסיבה לחילופי העונות בכדור הארץ.
- ד. בנוגה ההבדלים בין הקיץ לחורף גדולים מאשר בכדור הארץ.
- ה. חילופי עונות השנה הם הכי קיצוניים בכוכב צדק.
- פיתרון: ב

א' לא נכון כי המסלול של כוכב חמה הוא עם אקסצנטריות גבוהה לכן יהיו חילופי עונות כתוצאה משינוי מרחקו מהשמש.

ג' לא נכון, כי המצב הוא דווקא הפוך, כדור הארץ קרוב יותר לשמש בחורף מאשר בקיץ. חילופי העונות על פני כדור הארץ נובעים מנטיית ציר הסיבוב של כדור הארץ למישור המילקה.

ד' לא נכון כי נטיית ציר הסיבוב של נוגה היא קטנה לעומת נטיית ציר הסיבוב של כדור הארץ ולכן ההבדלים בין קיץ לחורף בנוגה יהיה קטנים יותר.

ה' לא נכון, משום שנטיית ציר הסיבוב של צדק יחסית למישור המילקה היא קטנה וגם האקסצנטריות של המסלול שלו סביב השמש קטנה.

ולכן סעיף ב' הוא הנכון וזאת משום שזמן ההקפה של אוראנוס הוא כ-84 שנים.

שאלה 20

ממלאים שני כלים זהים, אחד במים ואחד בדבש, שופכים את התכולה שלהם מתוך הכלים החוצה. אילו מהטענות הבאות נכונה:

- א. הדבש נשפך לאט יותר מהמים כי הוא צפוף בהרבה מהמים.

ב. הדבש נשפך לאט יותר מהמים כי הדבש הוא חומר אורגני (מכיל פחמן) ולפחמן יש קשרים קוולנטיים חזקים שמונעים מהמולקולות של הדבש מלהתפרק.

ג. הדבש נשפך יותר לאט מהמים כי הוא מכיל הרבה סוכר, ומהירות התנועה המקסימלית של נוזל נקבעת על פי ריכוז הסוכר בו.

ד. הדבש נשפך לאט יותר מהמים כי כוח המשיכה שכדור הארץ מפעיל על הדבש קטן מכוח המשיכה שהוא מפעיל על המים.

ה. כל התשובות הקודמות אינן נכונות, הדבש נשפך יותר לאט מהמים בגלל תכונה פיזיקלית אחרת

פיתרון: ה

התשובה הנכונה היא ה'

א' לא נכון, דבש הוא בעל צפיפות דומה למים, צנצנת של ק"ג דבש מכילה מאות מיליטרים

ב' לא נכון, קודם כל כדי לשפוך נוזל לא צריך לפרק את הקשרים הפנימיים של המולקולות שלו, בנוסף יש נוזלים אחרים שמכילים פחמן (חלב, מיצים ממותקים) שנשפכים מהר

ג' לא נכון, כמו ב' קל לחשוב על נוזלים מתוקים שניתן לקנות בסופר-מרקט שנשפכים מהר

ד' כח המשיכה של כדור הארץ או המשקל שווה עבור מסות זהות של מים ודבש.

ה' נכון – התכונה הפיזיקלית הזו נקראת צמיגות, הצמיגות של הדבש גבוהה מאד והיא מונעת ממנו להאיץ מהר במשך פרק זמן קצר