



נבחרות ישראל
במדעים



משרד החינוך
Ministry of Education



מדעני העתיד
המרכז לקידום מחוננים ומצטיינים

האולימפיאדה הארצית ה-II לפיזיקה לכיתות י' תשע"ח ©

אנו שמחים על השתתפותכם בשלב א' של האולימפיאדה הארצית ה-II לפיזיקה לכיתות י'.

מחברי השאלות בשלב א':

ד"ר אלי רוז - ראש פרויקט האולימפיאדה לפיזיקה,
המכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה, כרמיאל,

יונתן אהרוני - בוגר האולימפיאדה לפיזיקה בשנת 2014

פתרון שלב א': ד"ר אלי רוז

פתרון שלב א'
כל הזכויות שמורות
© 2018

פתרון שאלה מס' 1 התשובה הנכונה היא א'

בשני הסירים המים נמצאים בטמפרטורה של 100°C . החום צריך לחדור אל תוכו של תפוח האדמה כדי שיתרכך במידה מספקת. ככל שתפוח האדמה גדול יותר נדרש זמן ארוך יותר לחום לחדור פנימה. אם נבשל בסיר תפוחי אדמה בגדלים שונים, תפוחי האדמה הקטנים יתבשלו קודם. נכון אמנם כי הכנסת תפוחי אדמה קרים למים הרתוחים מורידה את טמפרטורת המים ומפסיקה את הרתיחה לזמן מה. לסיר עם תפוחי האדמה הקטנים ייקח יותר זמן למים לחזור למצב רתיחה בשל שטח פנים גדול יותר, אולם זמן זה קצר מאוד לעומת זמן הבישול.

פתרון שאלה מס' 2 התשובה הנכונה היא ד'

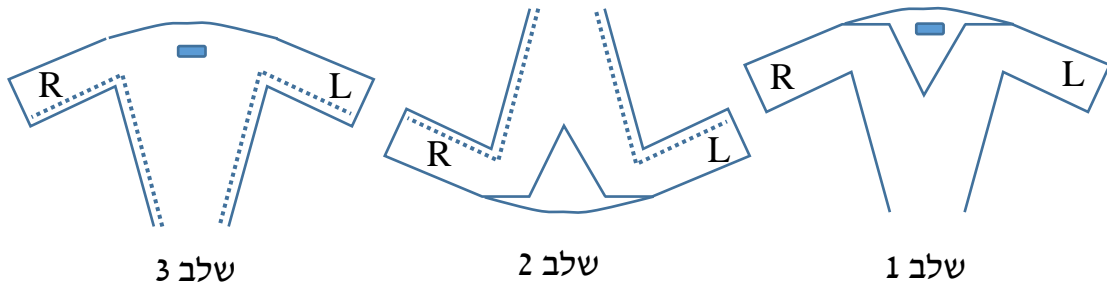
בהכפלה של מספרים, השארית של המכפלה שווה לשארית של מכפלת השאריות של המספרים עצמם. השאריות של הגורמים במכפלה בחלוקה ל-7 הם: של 8 השארית היא 1, של 15 השארית היא 1, של 20 השארית היא -1, של 30 השארית היא 2, של 40 השארית היא -2, של 50 השארית היא 1. לכן השארית של המכפלה היא: $1 \cdot 1 \cdot (-1) \cdot 2 \cdot (-2) \cdot 1 = 4$. נוח יותר לעבוד עם שארית שלילית (-1) במקום שארית חיובית 6.

פתרון שאלה מס' 3 התשובה הנכונה היא ג'

שתי המכוניות יצאו בו-זמנית מחדרה. מכונית A הגיעה לנתניה קודם מכאן המהירות הממוצעת של מכונית B נמוכה מזו של מכונית A. עובדה זו נכונה לא רק לכל הדרך אלא גם לקטע הדרך ממקום העקיפה ועד נתניה. ייתכן כי בקטע דרך זה מכונית B נעה חלק מהזמן מהר יותר ממכונית A. מהעובדה כי המהירות הממוצעת של מכונית A גדולה יותר, לא ניתן להסיק שמכונית A עברה את המהירות המותרת גם אם B עברה את המהירות המותרת. ייתכן שמכונית B אף עברה את המהירות המותרת אחרי שמכונית A עקפה אותה, גם אז לא ניתן להסיק ש-A עברה את המהירות המותרת. מהמידע על מהירות ממוצעת לא ניתן להסיק מסקנה על המהירות הרגעית.

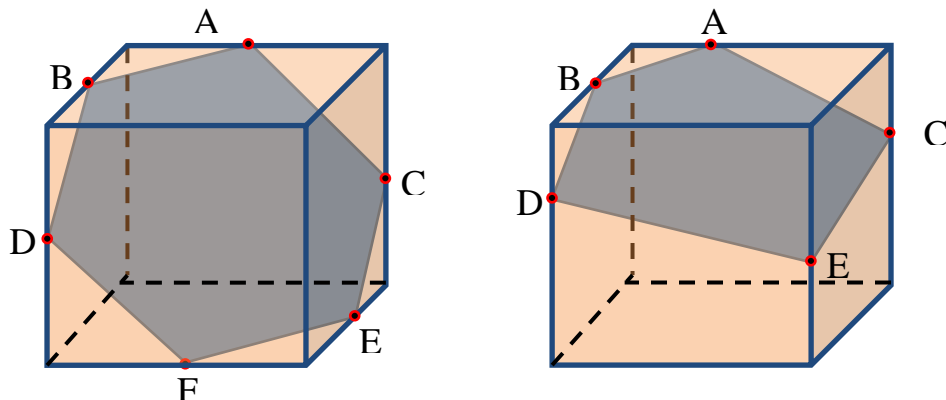
פתרון שאלה מס' 4 התשובה הנכונה היא ד'

התרשימים הבאים מציגים את השלבים השונים בלבישת החולצה באופן המתואר בשאלה.



השלב הראשון מתאר מבט של חולצה בה רואים את התג. האות R מייצגת שרוול ימין ו-L שרוול שמאל. לשם לבישת החולצה יש לסובב אותה ב- 180° סביב ציר הסימטריה שלה ואז ללבוש את החולצה. במקרה של יוסי, החולצה הונחה במצב הפוך (רואים את התפרים) כמתואר בשלב 2 (שלב 2 מתקבל מהיפוך הצדדים בשלב 1). בשלב 2 התג מופיע בצד האחורי, לא נראה בתרשים. לשם לבישת החולצה יוסי סובב אותה ב- 180° סביב ציר המחבר את שני השרוולים ומתקבל שלב 3 בו החולצה הפוכה והתג חיצוני ומופיע מאחור. יוסי גם בלבל בין השרוולים כך שהתג מופיע על גבו של יוסי והוא חיצוני.

פתרון שאלה מס' 5 התשובה הנכונה היא ג'



נבחר שתי נקודות A ו-B הנמצאות על צלעות סמוכות שבפאה העליונה וכן נקודה E הנמצאת על המקצוע הצדדי כמוראה בתרשים. המישור יחתוך את ארבע בפאות הצדדיות ואת הבסיס העליון אולם הוא לא יחתוך את הבסיס התחתון. במקרה זה נקבל חתך בצורת מחומש.

אם נבחר נקודות E ו-F על הבסיס התחתון, המישור יחתוך את כל ששת פאות הקוביה. במקרה זה צורת החתך תהיה משושה כמוראה בתרשים.

פתרון שאלה מס' 6 התשובה הנכונה היא ד'

בתיאור המופיע בשאלה, המסה הכוללת של החומרים מהם בנויים שלוש הקבוצות של בעלי החיים קטנה עם הזמן מאחר ואין מיחזור של הפסולת אותה הם מייצרים. מצב זה מחייב שכל שלוש הקבוצות יוכחדו לאחר זמן לא ארוך. מכאן אנו מסיקים שלוש מסקנות חשובות:

1. מערכת אקולוגית בשווי משקל לא יכולה להתבסס על טורפים בלבד, חייבים צמחים.
2. מערכת אקולוגית בשווי משקל חייבת להתבסס על מיחזור.
3. חייב להמצא מקור אנרגיה חיצוני כי בעלי חיים וצמחים צורכים אנרגיה לקיום חיים.

פתרון שאלה מס' 7 התשובה הנכונה היא א'

הסכום 9 יכול להתקבל בקומבינציות הבאות: על הדופן העליונה של קוביה אחת יופיעו שישה עיגולים ועל השנייה יופיעו שלושה (או ההיפך), על קוביה אחת יופיעו חמישה עיגולים ועל השנייה יופיעו ארבעה (או ההיפך) קיבלנו ארבעה מצבים (6,3), (3,6), (5,4), (4,5).

לקבלת סכום 10 ייתכנו רק שלושה מצבים: (6,4), (4,6), (5,5).

לקבלת סכום 11 ייתכנו רק שני מצבים: (6,5), (5,6).

הואיל ולכל מצב יש אותו סיכוי, הסיכוי לקבל סכום 9 הוא הגבוה מבין השלושה והסיכוי לקבל סכום 11 הוא הנמוך מביניהם.

פתרון שאלה מס' 8 התשובה הנכונה היא ד'

אילו היו שלוש כיתות כך שלכל כיתה היו 7 נציגים בלהקה, מספר התלמידים הכולל בלהקה יסתכם ל-21 לפחות וזאת בסתירה לנתון. טענה ד' לא מציינת כי קיימות שתי כיתות עם שבעה נציגים בלהקה. המילה לכל היותר משמעותית מאוד בטענה. טענה ד' אומרת אחת מהאפשרויות הבאות: ייתכן שאין אף כיתה עם 7 נציגים בלהקה, או שיש בדיוק כיתה אחת עם שבעה נציגים, או שיש בדיוק שתי כיתות עם 7 נציגים בלהקה. לפיכך טענה ד' היא בוודאות נכונה.

קל להראות כי שאר הטענות אינן בהכרח נכונות. בהחלט ייתכן שכל תלמידי הלהקה לומדים באותה כיתה, כך שטענה א' לא נכונה. ייתכן שלכל כיתה יהיה נציג בלהקה כי מספר חברי הלהקה גדול מ-5, כך שטענה ב' לא בהכרח נכונה. גם טענה ג' לא נכונה כי אם לכל כיתה יש 4 נציגים בלהקה, מספר חברי הלהקה מסתכם ל-20 וזה מתיישב עם הנתון. מכאן גם טענה ג' לא בהכרח נכונה.

פתרון שאלה מס' 9 התשובה הנכונה היא א'

כדי שהמאוורר יראה במצב מנוחה, שני הבהובים עוקבים צריכים להראות את המאוורר באותו מצב (תצלום זהה). הואיל והמאוורר מסתובב בין שני הבהובים עוקבים, מהירות הסיבוב המינימלית שתקבל אם בפרק הזמן בין שני הבהובים סמוכים של נורת הפלואורוסנט, המאוורר יסתובב שליש סיבוב כך שכל כנף תתפוס את מקומה של הכנף שלפניה. מכאן שעל המאוורר להשלים במאית שניה (הזמן בין הבהובים סמוכים) שליש סיבוב או $\frac{100}{3}$ סיבובים בשניה. לקבלת מספר הסיבובים בדקה יש להכפיל מספר זה ב-60, נקבל 2000 סיבובים בדקה.

פתרון שאלה מס' 10 התשובה הנכונה היא ב'

כאשר המרחק בין כל שני אנשים סמוכים קבוע, האנשים מסודרים על שריג דו-ממדי. כל איש מכסה שטח המהווה תא בודד של השריג. אם מגדילים פי 2 את המרחק הממוצע בין כל שני אנשים סמוכים (כפי שקרה ביום השני), השטח של כל תא יגדל פי 4 (שטח תא יחסי לריבוע הצלע) ומכאן מספר הצופים ביום השני היה קטן פי 4 מביום הראשון.

פתרון שאלה מס' 11 התשובה הנכונה היא ג'

היקפו של גלגל A הוא כפול מהיקפו של גלגל B. במבט ראשון נראה כאילו גלגל B מבצע שני סיבובים. אולם המסלול עליו מתקדם גלגל B אינו ישר אלא מעגלי. המסלול המעגלי מוסיף סיבוב נוסף כך שגלגל B ביצע בדיוק שלושה סיבובים.

פתרון שאלה מס' 12 התשובה הנכונה היא ב'

החוקרים יודעים כבר כי זנבו של העכבר שחור. בעכברים שנלכדו היו 150 עכברים בעלי זנב שחור. 120 עכברים שכולם שחורים ו-30 עכברים עם זנב שחור ורגל לבנה. לכן 30 מבין 150 בעלי זנב שחור הם בעלי רגל לבנה. מכאן הסיכוי שלעכבר במלכודת רגל לבנה הוא $\frac{30}{150} = \frac{1}{5} = 20\%$.

פתרון שאלה מס' 13 התשובה הנכונה היא ב'

חיים מטפס בשניה $\frac{1}{15}$ מכלל המדרגות שעליו לעלות. המערכת הממונעת של המדרגות הנעות מורידות את חיים חזרה $\frac{1}{25}$ מכלל המדרגות שעליו לטפס. כתוצאה מכך חיים מטפס נטו בשניה $\frac{1}{15} - \frac{1}{25} = \frac{5-3}{75} = \frac{2}{75}$ מכלל המדרגות. לכן דרושות לו $\frac{75}{2} = 37.5$ שניות לטיפוס ביום זה.

פתרון שאלה מס' 14 התשובה הנכונה היא ד'

בהתאם לבקשת האדון, יש לחלק את הסכום באופן יחסי למידת העזרה שכל אחד מהנוודים נתן לאדון. האחד הביא 3 ככרות לחם והשני חמישה. את 8 ככרות הלחם חילקו שווה בשווה בין

שלושתם. מכאן כל אחד קיבל $\frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$ ככרות. הנווד שהביא 3 ככרות לחם תרם לעובר האורח

(האדון) רק שליש של כיכר לחם ואילו הנווד שהביא 5 ככרות תרם לנווד $2\frac{1}{3}$ ככרות. הנווד שהביא 5 ככרות תרם לעובר אורח פי 7 מהנווד השני. לכן עליו לקבל תמורה פי 7, דהיינו 70,000 דינר יקבל הנווד שהביא 5 ככרות לחם והנווד השני יקבל רק 10,000 דינר. זו הייתה פסיקתו של הקאדי.

פתרון שאלה מס' 15 התשובה הנכונה היא ב'

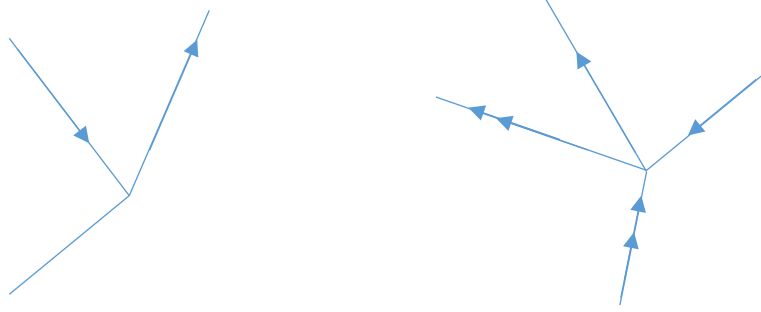
גלגלת B עולה גובה של h_B , כתוצאה מכך קטעי החוט המחברים את גלגלת B לגלגלות המחוברת לתקרה מתקצרים כל אחד ב- h_B ויחד ב- $2h_B$. קטע החוט המחבר את גלגלת A לגלגלת התקרה מתקצר ב- h_A ואילו קטע החוט המחבר את גלגלת A לגלגלת B מתקצר ב- $h_A - h_B$. אם נסכם את ארבעת הקטעים נקבל כי אורכו הכולל של החוט המחבר בין הגלגלות התקרה ב- $2h_B + h_A + (h_A - h_B) = 2h_A + h_B$. ערך זה שווה לאורך d בו משכו את החוט. לכן $2h_A + h_B = d$

פתרון שאלה מס' 16 התשובה הנכונה היא ד'

עזריאל יכול לשלם לקלמן במטבעות ערך השווה לשקל אחד. הוא יעשה זאת על ידי מסירת 3 מטבעות של 11 ש"ח לקלמן ולקבל ממנו 4 מטבעות של 8 ש"ח. הואיל ועזריאל יכול לשלם לקלמן שקל אחד, הוא יכול לשלם לקלמן כל סכום ע"י חזרה על הפעולה של תשלום שקל (אף כי ניתן לקצר את ההליך (למשל), תשלום של 23 ש"ח יתבצע ע"י שתי מטבעות של 11 ש"ח ותשלום שקל נוסף. הערה: אם ערכי המטבעות של עזריאל וקלמן לא מכילים גורם משותף, ניתן תמיד לשלם איתם שקל. הנכס מוזמנים להוכיח זאת.

פתרון שאלה מס' 17 התשובה הנכונה היא ג'

מאחר ולא ניתן לעבור על אותו קטע דרך פעמיים הרי שכאשר עוברים בצומת זוגי ניתן להיכנס לצומת ולצאת ממנה (עבור צומת בעל 4 ענפים ניתן להיכנס ולצאת פעמיים). אם מתחילים את הסיור בצומת זוגי הוא חייב להסתיים שם אולם אין הכרח להתחיל את הסיור בצומת זוגי. מאידך עבור צומת אי זוגי, לא ניתן לחלוף דרכו. חייבים שקצה אחד של המסלול ימוקם בצומת אי זוגי (ואף הקצה השני בצומת אי זוגי אחר). התרשימים מציגים צומת זוגי בעל ארבעה ענפים, נכנסים לצומת ויוצאים ממנה פעמיים. בצומת האי זוגי בעל שלושה ענפים ניתן להיכנס ולצאת פעם אחת, והכניסה הבאה לצומת דרך הענף השלישי תחייב סיום המסע בצומת.



בבעיה המוצגת, הצמתים B ו-C הם אי זוגיים (לצומת B חמישה ענפים ולצומת C שלושה ענפים) קל לראות כי כל שאר הצמתים הם זוגיים.

מכאן B ו-C הם קצות מסלולו של דן. דן החל את מסלולו ב-B וסיימו ב-C.

פתרון שאלה מס' 18 התשובה הנכונה היא ב'

כמות המים בסיר הגדול היא פי 4 מאשר בסיר הקטן אולם קצב אספקת החום גם הוא פי 4 (פלטת החימום אחידה, סיר עם שטח בסיס גדול פי 4 מקבל אספקת חום בקצב הגדול פי 4. על פניו נראה כאילו שזמני החימום שווים בשני הסירים. ההבדל נובע מקצב איבוד החום. אם במקום סיר גדול פי 4 ניקח 4 סירים בגודל של הסיר הקטן ונניח אותם על הפלטה הגדולה, ברור כי זמן החימום לא ישתנה. אם מאגדים את ארבעת הסירים לסיר אחד, שטח המעטפת הגלילית של הסיר הגדול קטן פי שניים מהשטח הכולל של מעטפות הגלילים של ארבעת הסירים $(2\pi RH \cdot 4 < 2\pi 2RH)$ ולכן אובדן החום מדפנות הסיר הגדול יהיה קטן יותר מאשר מארבעת הסירים. מכאן הזמן שידרש לחימום המים בסיר הגדול מעט קטן מ- t .

פתרון שאלה מס' 19 התשובה הנכונה היא ד'

נניח כי הסיכוי לזיהוי האות M ע"י דוד הוא P_{dave} ואילו הסיכוי לזיהוי האות M ע"י מיכל הוא P_{michal} . מאחר והלחיצות של דוד ומיכל על כפתוריהם הן בלתי תלויות, הסיכוי ששניהם ילחצו על הכפתור באותה תמונה הוא $P_{dave} \cdot P_{michal}$. אם מספר התמונות בהן הופיעה האות M הוא n הרי שדוד לחץ על הכפתור nP_{dave} , מיכל לחצה nP_{michal} ואילו מספר התמונות בהן שניהם לחצו על הכפתורים $nP_{dave} \cdot P_{michal}$. מהנתונים בשאלה על הלחיצות של דוד ומיכל נקבל:

$$nP_{dave} = 96 \quad \text{מכאן} \quad P_{dave} = \frac{96}{n}$$

$$nP_{michal} = 120 \quad \text{מכאן} \quad P_{michal} = \frac{120}{n}$$

מהנתון על מספר הפעמים ששניהם לחצו על הכפתורים: $nP_{dave} \cdot P_{michal} = 24$

$$n \frac{96}{n} \cdot \frac{120}{n} = 24 \quad \text{נציב את ההסתברויות במשוואה השלישית נקבל:}$$

$$.n = \frac{96 \cdot 120}{24} = 480 \quad \text{ומכאן}$$

בתחילת המאה ה-20 השתמש ארנסט רתרפורד ותלמידו האנס גייגר בטכניקה זו על מנת למנות חלקיקי אלפא שפגעו במרקע זרחני, עבודה שתרמה להבנה שהאטום מורכב מגרעין טעון רוב מסת האטום מרוכזת בגרעין קטן מאוד.

פתרון שאלה מס' 20 התשובה הנכונה היא ג'

כדי להאריך את מוט הפלדה שאורכו שישה מטרים ב- 0.8 מ"מ, מאחר וההתארכות מחולקת אחידות לאורך המוט, ניתן להסיק כי חצי מהמוט (שאורכו 3 מטרים) צריך להתארך ב- 0.4 מ"מ.

אילו קוטר המוט היה 1 מ"מ, היינו נדרשים לכוח F להארכת המוט. אלא שקוטר המוט הוא 4 מ"מ ולכן שטח החתך שלו גדול פי 16 משטח החתך של תיל הפלדה. ניתן לראות את המוט כמורכב מ- 16 מוטות ששח החתך של כל אחד מהם שווה לשטח החתך של תייל הפלדה. על כל מוט כזה יש להפעיל כוח F לשם הארכתו ב- 0.8 מ"מ ולכן הכוח הדרוש להארכת מוט בעל שטח חתך פי 16 גדול יותר הוא $16F$.

פתרון שאלה מס' 21 התשובה הנכונה היא 232

הישר ה- 21 חותך את 20 הישרים הקיימים ויוצר 20 נקודות חיתוך חדשות ביניהן 19 קטעים. התחום שבין כל שתי נקודות סמוכות התחלק לשניים ע"י הקטע המחבר את הנקודות, בכך נוספו 19 אזורים. אולם נותרו עוד בצדדים השונים של קבוצת נקודות החיתוך המשכי הישר (ה- 21) אשר חיקו עוד שני אזורים לשניים ובכך הוסיפו עוד שני אזורים. סה"כ נוספו 21 אזורים ולכן מספר האזורים הכולל יהיה $232=211+21$.

מהתהליך הנ"ל ניתן להסיק כי מספר האזורים שניתן לקבל לכל היותר מ- N ישרים במישור הוא:

$$\frac{N(N+1)}{2} + 1$$

פתרון שאלה מס' 22 התשובה הנכונה היא 121

נניח שהסוחר רצה לשקול משקולת שמסתה 41 גרם. המשקולת הגדולה ביותר שיוכל לקחת היא כזו כך שאם יניח אותה על כף אחת של המאזניים ואת כל שאר המשקולות (מסתם הכוללת 40 גרם) על הכף השנייה, יצטרך להוסיף לכף השנייה משקולת שמסתה 40 גרם ליצירת איזון. מכאן מסת המשקולת הנדרשת היא 81 גרם. כל עצם במסה בין 41 ל- 81 גרם ניתן לרשום אותו כ- $81 - m$ כאשר m בין 0 ל- 40 גרם. על כף אחת הוא מניח את העצם, על הכף השנייה הוא מניח את המשקולת של 81 גרם ואת האיזון הוא יוצר בעזרת המשקולות הנותרות לפי תנאי הבעיה. על פי אותו עקרון הוא יכול לשקול עצמים שמסתם בגרמים שלמים עד $81 + 40 = 121$