



נבחרות ישראל
במדעים



משרד החינוך
Ministry of Education



מדעני העתיד
המרכז לקידום מחוננים ומצטיינים

האולימפיאדה הארצית ה-III לפיזיקה לכיתות י'

תשע"ט-שלב א'

משרד החינוך

פתרון שאלון שלב א' - כיתה י' - ספטמבר 2018

כתבו:

פרופ' חזי יצחק – אוניברסיטת בן גוריון, מרכז חוסידמן לנוער שוחר מדע

יואב מרחב-רפא"ל

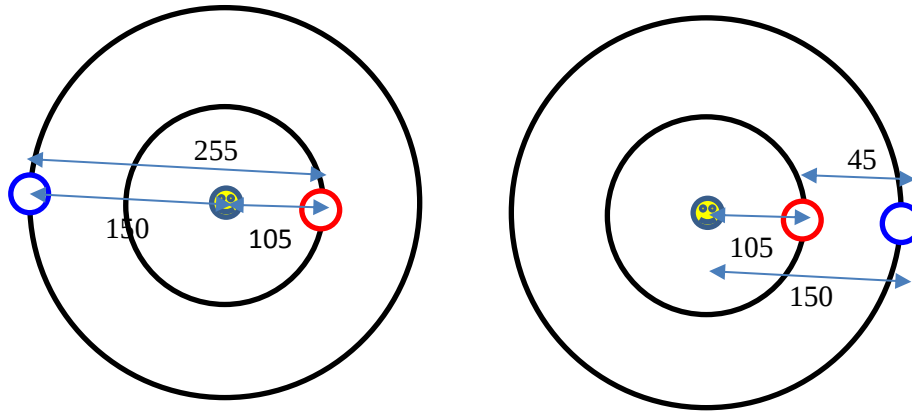
שאלה 1

התשובה הנכונה היא ג'

החתול קופץ באוויר במסלול שבו יש לו מהירות קדימה (כדי להדגיש את זה מיקמנו כיסא מתחת למסלול שלו), ברגע הנחיתה יש לו תנע קווי אופקי ואנכי. מאחר והעגלה יכולה להתגלגל על הרצפה באופן חופשי (מקדם חיכוך אפס, או כמעט אפס) התנע הקווי בציר האופקי נשמר בנחיתה של החתול בתוך העגלה והעגלה עם החתול תתחיל להתגלגל ימינה. זה התשובה היחידה שמקיימת שימור תנע קווי.

שאלה 2

ניתן בתרשים לראות את הדוגמאות של המרחק המינימאלי של כדור הארץ מנוגה והמרחק המקסימאלי, המרחקים הללו הם ההפרשים והסכומים של המרחקים מכדור הארץ לשמש ומנוגה לשמש:



באותו האופן ניתן להסיק גם עבור ווסטה ולקבל:

המרחק המקסימלי שלנו מווסטה הוא $510 = 360 + 150$ מיליון ק"מ.

המרחק המקסימלי שלנו מנוגה הוא $255 = 105 + 150$ מיליון ק"מ

המרחק המינימלי שלנו מווסטה הוא $210 = 360 - 150$ מיליון ק"מ

המרחק המינימלי שלנו מנוגה הוא $45 = 150 - 105$ מיליון ק"מ

לכן א' לא נכון כי לפעמים ווסטה קרוב יותר, אבל ב' נכון כי 510 גדול מ-10 פעמים 45.

שאלה 3

התשובה הנכונה היא: ג.

נסמן את אורך הרכבת בתור L ואת מהירות הרכבת בתור v . מהעובדה שהרכבת חלפה על פני גל במשך

t_1 נוכל לרשום: $v = \frac{L}{t_1}$ ואילו מהעובדה שהרכבת חלפה על פני כל הרציף במשך t_2 שניות נוכל לרשום:

וזאת משום כשהרכבת חולפת על פני כל הרציף היא עוברת מרחק $L + l$. נשווה בין שני

הביטויים: $\frac{L}{t_1} = \frac{L + l}{t_2}$ ונחליץ את L ונקבל $L = \frac{lt_1}{t_2 - t_1}$.

שאלה 4

התשובה הנכונה היא: ד

נניח שכמות התמיסה היא x . לכן בתמיסה א יש $\frac{1}{3}x$ של נוזל 1 ו- $\frac{2}{3}x$ של נוזל 2. בתמיסה ב יש $\frac{2}{5}x$ של נוזל 1 ו- $\frac{3}{5}x$ של נוזל 2. לכן בתמיסה החדשה יש $\frac{1}{3}x + \frac{2}{5}x = \frac{11}{15}x$ של נוזל 1 ו- $\frac{2}{3}x + \frac{3}{5}x = \frac{19}{15}x$ של נוזל 2. ולכן היחס בין שני הנוזלים בתמיסה החדשה הוא: 11:19.

שאלה 5

התשובה הנכונה היא ב'

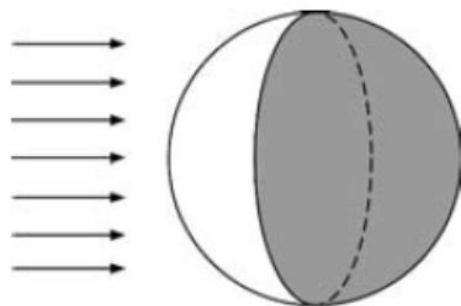
במקרה הקיצוני אם נשים את החבילה אצל העובד הראשון הוא יסחוב את כולה, ולכן זה לא רעיון טוב לקרב את החבילה אילו, להיפך צריך להרחיק אותה ממנו. בעקרון היחס בין המשקלים שכל עובד סוחב הוא ביחס הפוך למרחקים של כל עובד מהנקודה בה נמצאת החבילה (שוויון מומנטים).

שאלה 6

התשובה הנכונה היא ב.

השפה החיצונית היא חלק ממעגל אבל השפה הפנימית של החרמש היא חצי אליפסה – אליפסה שנחתכה לאורך הציר הראשי שלה (תרשים a באיור למטה). חרמש הירח נוצר, כאשר השמש נמצא במרחק כלשהוא מאחור מישור הדף. החלק המואר והחלק החשוך של הירח הם חלק מחצאי כדור ולכן הגבול המפריד ביניהם הוא מעגל. אנו צופים במעגל זה בזווית. מעגל שצופים בו בזווית הוא אליפסה כפי שמודגם בתרשים b).

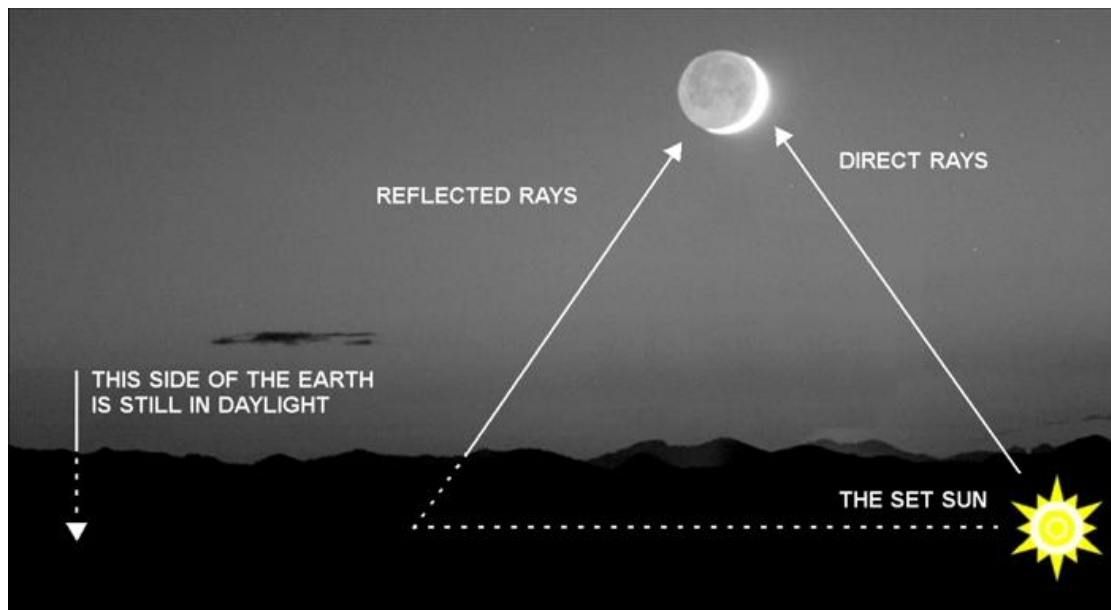
a



b



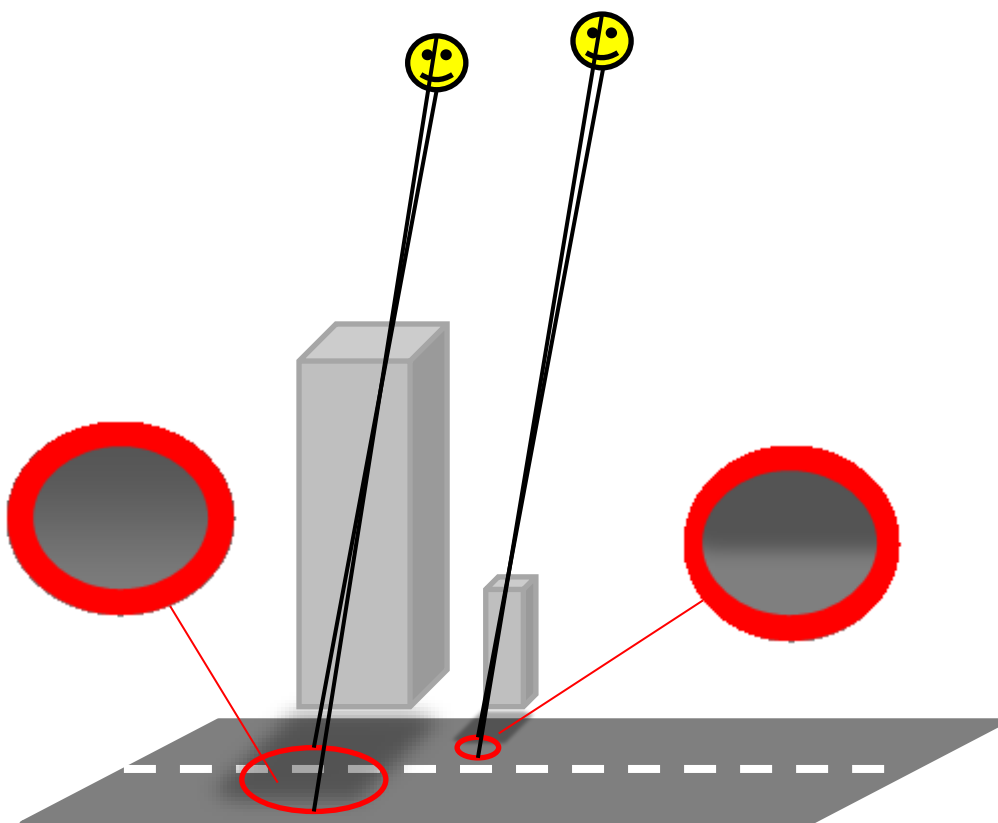
דרך אגב החלק החשוך של הירח מואר גם הוא מקרני אור המוחזרות מכדור הארץ תופעה זו נקראת Earth glow (ראו באיור למטה).



שאלה 7

התשובה הנכונה היא ד'.

התופעה של קצה צל מטושטש יותר נובעת מהגודל הזוויתי של השמש, עבור בניין גבוה יותר הזווית של השמש יוצרת קטע ארוך יותר בו יש טשטוש:



שאלה 8

התשובה הנכונה היא ג.

הדרך האלגנטית לפתור את השאלה היא להניח שאם מחוג השעות לא היה מסתובב היו שני המחוגים מאונכים זה לזה פעמיים בשעה (בשעה 3 ובשעה 9) ולכן 48 פעמים ביממה. מחוג השעות מבצע שני סיבובים שלמים בכיוון סיבובו של מחוג הדקות ולכן יש להוריד $2 \times 2 = 4$ פעמים מ-48 ומקבלים את התשובה 44.

פתרון מפורט מראה שהמצב בו שני המחוגים מאונכים מתרחש בזמנים:

$$t = \frac{3(2k+1)}{11}, \quad 0 \leq k \leq 43$$

נתחיל את הפתרון ברגע ששני המחוגים מתלכדים בסיפורה 12 (השעה 12). כאשר מחוג השעות מסתובב בזווית α , מחוג הדקות מסתובב בזווית של 12α . כדי שהם יהיו מאונכים ההפרש בין שתי הזוויות צריך להיות 90 או 270 מעלות (כי קיימות שתי אפשרויות בשעה שהמחוגים יהיו מאונכים) כלומר

$$12\alpha - \alpha = (2k+1) \cdot 90$$

כאשר $k \geq 0$ מספר שלם. משויוון זה נקבל:

$$\alpha = \frac{2k+1}{11} \cdot 90^\circ \quad \text{בתנאי ש-} 0^\circ \leq \alpha \leq 720^\circ \quad (720^\circ \text{ היא הזווית שמחוג השעות עובר ביממה}), \text{ ולכן}$$

התשובה היא:

$k = \{0, 1, \dots, 43\}$. כאשר מחוג השעות מסתובב ב- 360° הזמן החולף הוא 12 שעות (הוא עובר 30°

בשעה). כאשר מחוג השעות יסתובב בזווית α הזמן שיחלוף בשעות יהיה: $t = \frac{\alpha}{30}$ ולכן מחוגי השעון

מאונכים זה לזה בזמנים:

$$t = \frac{\alpha}{30} = \frac{1}{30} \frac{2k+1}{11} \cdot 90^\circ = \frac{3(2k+1)}{11}$$

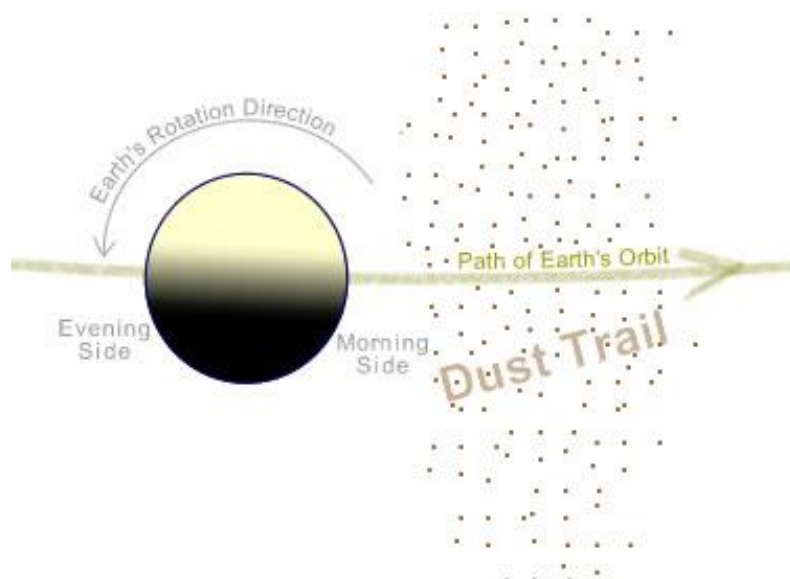
לדוגמה נחשב את שני הזמנים הראשונים שבהם המחוגים מאונכים לאחר השעה 00:00.

עבור $k = 0$ נקבל: $\frac{3}{11}$ שעה שהם כ-16 דקות ו-21.6 שניות.

עבור $k = 1$ נקבל: 49 דקות ו-5.4 שניות.

שאלה 9

התשובה הנכונה היא ב.

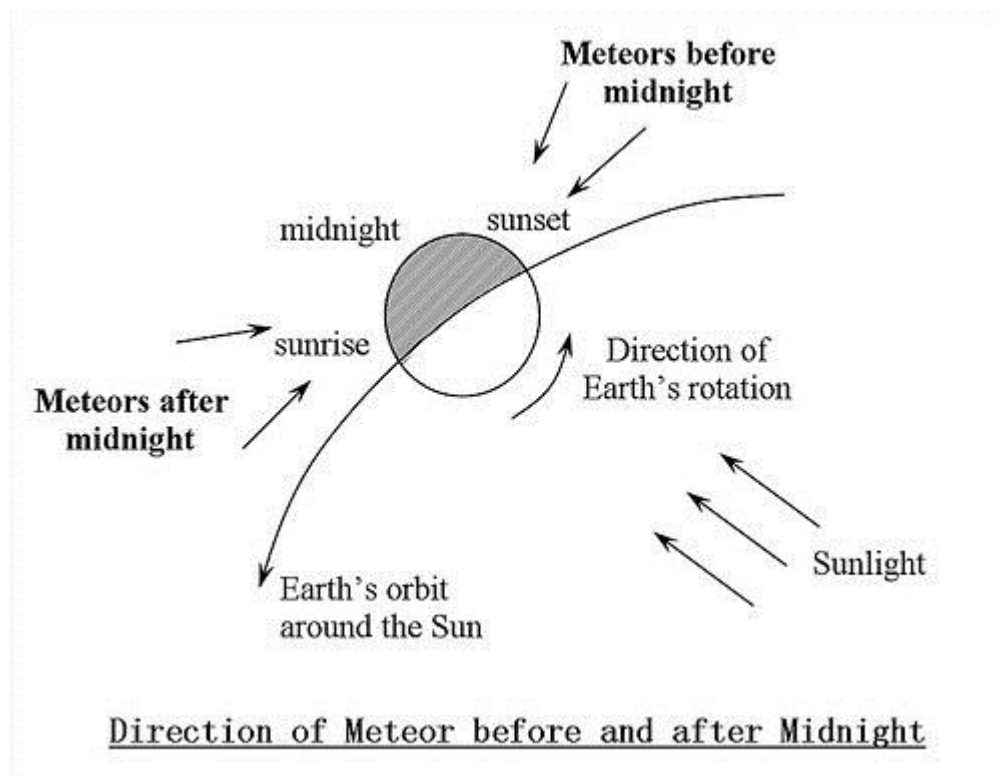


האיור למעלה מראה את כדור הארץ הנכנס לשובל של חלקיקי אבק שנוצר ממעבר של שביט ממבט מעל הקוטב הצפוני. החלק החשוך נמצא בלילה והמואר ביום. ניתן לראות שבחלק השני של הלילה לאחר חצות כדור הארץ נכנס לתוך השובל ולכן ניתן לצפות ביותר מטאורים. הסבר מפורט יותר (באנגלית) ניתן למצוא בקישור הבא:

http://faculty.swosu.edu/terry.goforth/publicinfo/meteorshowers/perseids/perseid_meteor_showers_2002.htm

מהירות כדור הארץ סביב השמש היא 30 קמ' לשנייה ואילו מהירות המטאורים היא 40 קמ' לשנייה. האיור למטה

השקיעה כדור הארץ מתרחק מהמטאורים ולכן המהירות שלהם ביחס לכדור הארץ היא 10 קמ' לשנייה ואילו בשעות שלאחר חצות כדור הארץ נע לעבר המטאורים ולכן המהירות היחסית ביניהם היא של 70 קמ' לשנייה ולכן ניתן לצפות ביותר מטאורים וכן בהירות שלהם תהיה גדולה יותר כי הם יפיקו יותר אור בשל מהירותם הגבוהה.



שאלה 10.

התשובה הנכונה היא ג'

10 קפיצות יאפשרו לחללית לעבור 20 שנות אור במשך 20 ימים בצריכה של 100 גבישים, לאחר מכן שיוט במהירות של חצי שנת אור ביום למשך 40 ימים בצריכה של 80 גבישים מעביר את החללית את כל המסע במשך 60 ימים בצריכה של 180 גבישים סה"כ.

שאלה 11.

התשובה הנכונה היא ב'.

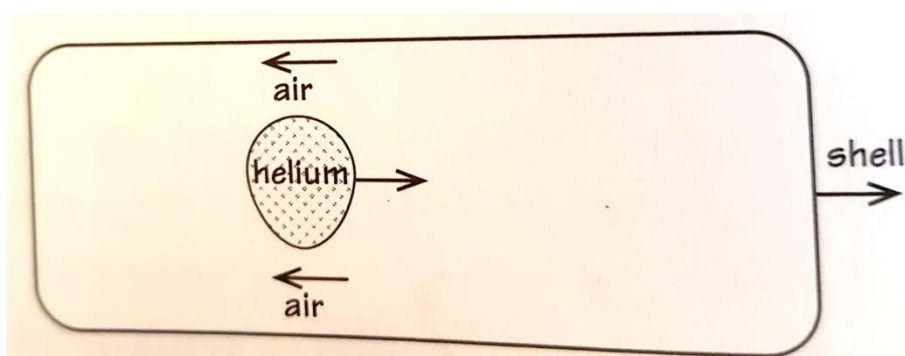
הסבר המבוסס על מרכז מסה: מרכז המסה של המערכת הוא קבוע במרחב משום שלא פועלים על המערכת כוחות חיצוניים. כאשר בלון הליום נע ימינה האוויר הכבד יותר נדחף שמאלה ולכן מנקודת המבט של ניוטון מרכז המסה נע שמאלה. אבל מכיוון שמרכז המסה של המערכת קבוע במרחב החללית חייבת לנוע ימינה כדי לפצות על עודף המסה שנוצר בצד שמאל.

הסבר המבוסס על שימור תנע קווי: התנע הכולל של המערכת הוא אפס (זה שקול לעובדה שמרכז המסה של המערכת נשאר קבוע). תנועת בלון ההליום ימינה יוצרת זרמי אוויר שנעים שמאלה ולכן כדי שהתנע הכולל יתאפס החללית נעה ימינה (ראו איור למטה).

שאלות לחשיבה:

א. מה קורה לו הבלון היה מלא אוויר ולא הליום?

ב. מה היה קורה לו היה ריק בתוך החללית והבלון היה מלא בהליום (נניח שניוטון ואיינשטיין עצרו את נשימתם למשך דקה)?



שאלה 12.

התשובה הנכונה היא ד'.

הפחית גדולה פי 2 לכל כיוון כלומר פי $2 \times 2 \times 2 = 8$ יותר טונה בתוכה, אם מכפילים יום וחצי ב-8 מקבלים 12 ימים שזה כמעט שבועיים.

שאלה 13.

התשובה הנכונה היא ב'

מסתבר שמספיק גרגיר קטן שנע במהירות שגדולה פי 100 ממהירות הקול כדי לייצר שובל אור שניתן לראות מטווח של עשרות ק"מ. לוויינים ניתן לראות אחרי השקיעה ולפני הזריחה כי הם מחזירים את אור השמש אותה הם כן רואים.

שאלה 14

התשובה הנכונה היא: ג.

עבור נוזלים בלתי דחיסים הלחץ תלוי רק בגובה עמוד המים בכלי ולא בנפח המים ולכן התשובה הנכונה היא ג. תוצאה זו נובעת מחוק פסקל הטוען שהלחץ P נתון ע"י:

$$P = P_0 + \rho gh \text{ כאשר}$$

P_0 הוא הלחץ החיצוני ללא הנוזל

ρ צפיפות הנוזל

g תאוצת הכובד

h גובה עמוד הנוזל

בהנחה שצפיפות הנוזל אחידה ניתן לראות שהלחץ תלוי רק בגובה הנוזל ולא בנפחו.

שאלה 15

התשובה הנכונה היא ג'.

מחוג השעות משלים סיבוב ב-12 שעות, לעומת מחוג השניות שמשלים סיבוב בדקה, יש $720 = 12 \cdot 60$ דקות ב-12 שעות, אבל מחוג השעות קצר יותר אז הוא קצת יותר איטי מפי 720 כך ש-800 הוא היחס הנכון.

שאלה 16

התשובה הנכונה היא ג'.

היחס בין כל מטרה למטרה הבאה הוא $\sqrt{2}$, אם מחלקים מספרים עוקבים מקבלים את אותו היחס רק בתשובה הזו.

שאלה 17.

התשובה הנכונה היא א'.

רק $1 \times 2 \times 3 = 1 + 2 + 3$ מקיים את תנאי השאלה.

אפשר לבדוק את הטענה הזו על ידי בחירה של מספרים החל מ-1,1,1 ומעלה, נוח לבדוק רק את המקרים בהם המספרים מסודרים בסדר עולה, כך למשל 1,1,2 הסכום גדול מהמכפלה, וכך גם 1,1,3 עד 1,1,6.

אחר כך 1,2,2 הסכום גדול מהמכפלה ואז נתקלים בפתרון הנכון 1,2,3 שבו הם שווים ומעל למספרים אלו המכפלה כבר גדולה יותר.

1,3,3 המכפלה מתחילה כבר גדולה יותר כך שאין טעם לבדוק את 1,3,4.

באותו אופן 1,4,4 ומעלה לא עובדים.

אח"כ 2,2,2 המכפלה כבר יותר גדולה וזה יישאר כך הלאה. ישנן 6 אפשרויות שונות לקבל את המצב הזה עם שלוש קוביות:

(1,2,3)

(1,3,2)

(2,1,3)

(2,3,1)

(3,1,2)

(3,2,1)

סה"כ ישנן $6^3 = 216$ מצבים בהטלת שלוש קוביות ולכן ההסתברות היא $\frac{6}{216} = \frac{1}{36}$.

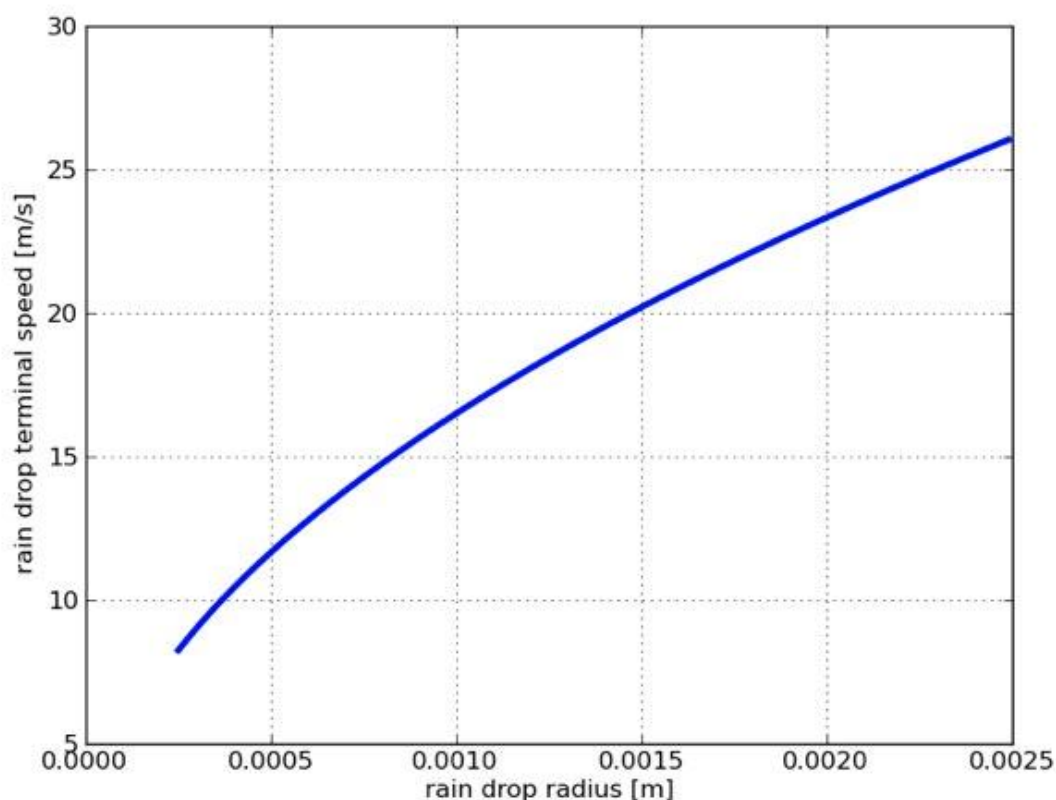
שאלה 18

התשובה הנכונה היא א'

מכיוון שכח התנגדות האוויר פרופורציוני לריבוע המהירות, לאחר זמן קצר הוא ישתווה למשקל והכדור ינוע במהירות קבועה שנקראת המהירות הגבולית. המשקל פרופורציוני לנפח הטיפה ולכן ל- R^3 ואילו התנגדות האוויר פרופורציונית ל- $v^2 R^2$ ולכן $v^2 \frac{R^3}{R^2} = R$ והמהירות הגבולית - $v \propto \sqrt{R}$. המשמעות של תוצאה זו היא שהמהירות הקריטית של טיפת מים גדולה תהיה גבוהה יותר מהמהירות הקריטית של טיפת מים קטנה. ניתוח פיזיקלי מתקדם יותר ניתן למצוא בקישור

<https://www.wired.com/2011/08/how-fast-is-falling-rain>

שם גם מופיע הגרף הבא של המהירות הגבולית כפונקציה של רדיוס טיפת הגשם (ניתן לראות שהתלות היא אכן ב- $\sqrt{R}$).



שאלה 19

התשובה הנכונה היא ב'.

צריך להוציא את 10 הכדורים הלבנים והירוקים ואחר 9 כדורים מכל צבע ומקבלים 37 כדורים. הכדור ה-38 יהיה בהכרח אחד משלושת הצבעים, אדום, כחול או צהוב ולכן המספר המינימלי הוא 38 כדורים.

שאלה 20

התשובה הנכונה היא ד'.

הנפח של קוביית הפלדה הוא $2.5 \times 2.5 \times 2.5 = 15.62$ סמ"ק, צפיפות הפלדה היא 7,700 ק"ג למ"ק כלומר 7.7 גרם לסמ"ק (היחידות התקניות של צפיפות הן ק"ג למ"ק שהן שוות לגרם לסמ"ק) לכן יש $15.62 \times 7.7 = 120.3$ גרם פלדה בקובייה או 0.12 ק"ג כלומר 0.12 חלקי 0.45 שווה 0.27 פאונד.