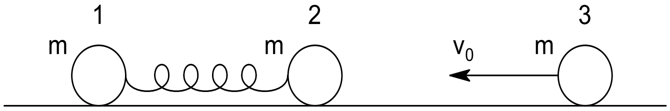
<u>פתרונות</u>

1. שני כדורים בעלי אותה מסה m מחוברים על-ידי קפיץ מחוסר מסה ומונחים על פני שולחן חלק אופקי, ראו שרטוט. קבוע הקפיץ k ואורכו l. כדור שלישי בעל מסה m נע במהירות v_0 לאורך הקו, העובר דרך מרכזי הכדורים ומתנגש עם כדור 2 (התנגשות אלסטית לחלוטין).



<u>מצאו</u> את המרחק המקסימלי והמינימלי בין הכדורים 1 ו-2, הקשורים על-ידי הקפיץ, לאחר ההתנגשות.
<u>הערות:</u>
- בזמן התכווצות מקסימלית והתארכות מקסימלית של הקפיץ, הכדורים בעלי מהירויות שוות.
- משך זמן ההתנגשות קטן בהשוואה למשך זמן העיוות של הקפיץ.

<u>פתרון</u>

לאחר ההתנגשות הכדור 3 נעצר (מכיוון, שמסות שוות וזמן ההתנגשות קטן בהשוואה לזמן בעיוות של הקפיץ). הכדור השני נע שמאלה וקפיץ מתכווץ. דרך הקפיץ מתחיל לנוע הכדור הראשון. מרכז מסות של המערכת נע במהירות קבועה:

$$v = mv_0 / 2m = v_0 / 2$$

מחוק שימור האנרגיה:

$$kA^2 / 2 = mv_0^2 / 2 - 2m(v^2 / 2) \Rightarrow A = v_0\sqrt{m / 2k}$$

מרחק מקסימלי בין הכדורים

$$l_{MAX} = l + A = l + v_0\sqrt{m / 2k}$$

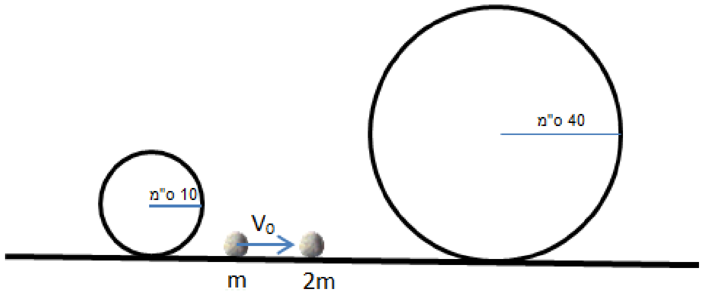
מרחק מינימלי בין הכדורים

$$l_{MAX} = l - A = l - v_0\sqrt{m / 2k}$$

2. שני כדורים בעלי אותו גודל, אך מסות שונות מונחים על מסילה כמוראה בציור. בשני צידי המסילה יש לולאות אנכיות , צמודות למסילה. רדיוסי הלולאות הם: $R_1 = 10cm$ ו- $R_2 = 40cm$, ראו שרטוט.

הכדור השמאלי, בעל מסה m , נע ימינה במהירות v_0 ומתנגש בכדור הימני שמסתו $2m$. ההתנגשות אלסטית לחלוטין.

<u>**מהי**</u> המהירות ההתחלתית המינימלית $v_0 = v_{0\min}$ שיש להעניק לכדור בעל מסה m כדי ששני הכדורים יעברו סיבוב שלם בלולאות?



<u>**פתרון**</u>

מחוק שימור התנע בהתנגשות:

$$mv_0 = mu_1 + 2mu_2 \Rightarrow v_0 = u_1 + 2u_2$$

מחוק שימור האנרגיה נובע שהמהירות היחסית של שני הכדורים אחרי ההתנגשות שווה בגודלה והפוכה בכיוונה למהירות היחסית אחרי ההתנגשות.

$$v_0 - 0 = u_2 - u_1 \Rightarrow v_0 = u_2 - u_1$$

מחיבור המשוואות נקבל: $u_1 = -\frac{1}{3}v_0$ $\qquad 2v_0 = 3u_2 \Rightarrow u_2 = \frac{2}{3}v_0$

הכח הצנטריפיטלי בחלקה העליון של המסילה נובע מהמשקל של הגוף ומהכח הנורמלי שמפעילה המסילה. במהירות המינימלית הכוח הנורמלי יתאפס. לכן:

$$\frac{mv^2}{R} = mg \quad \text{מכאן} \quad V_{\min}^2 = Rg$$

נחשב מה צריכה להיות המהירות המינימלית בתחתית המסילה, על מנת להגיע לראשה במהירות הנדרשת.

על פי חוק שימור האנרגיה $\frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}mv_{min}^2 + 2Rmg = \frac{1}{2}mRg + 2mRg = 2.5mRg$

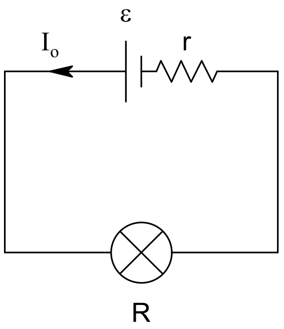
ומכאן: $u^2 = 5Rg$

על פי זה היחס בין ריבועי המהירויות של שני הכדורים צריך להיות $\frac{1}{4} = \frac{5R_1g}{5R_2g} = \frac{u_1^2}{u_2^2}$

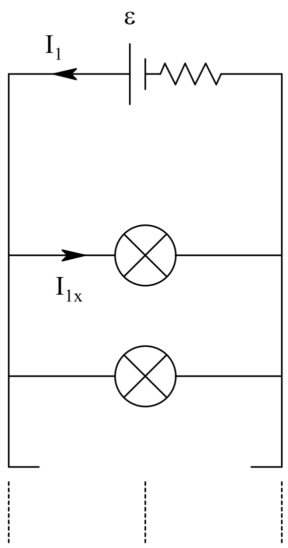
משיקולי התנע נקבל אותו יחס: $\frac{1}{4} = \frac{\left(-\frac{1}{3}v_0\right)^2}{\left(\frac{2}{3}v_0\right)^2} = \frac{u_1^2}{u_2^2}$ כך שמספיק שנחשב על פי אחד הצדדים את המהירות המינימלית. $U_1^2 = 5Rg = 5 \times 0.1 \times 9.8 = 4.9 = \left(-\frac{1}{3}v_0\right)^2 = \frac{1}{9}v_0^2$

ומכאן ש $V_0 \geq 6.64m / S$

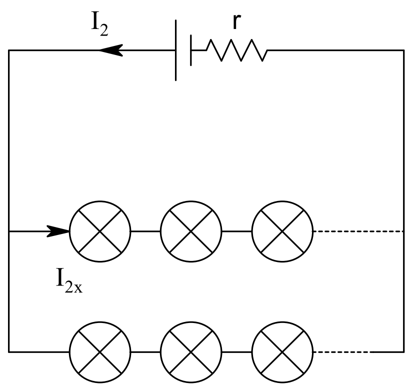
3. במעגל הבא מחוברת נורה למקור מתח בעל התנגדות פנימית. קשר בין התנגדות הנורה R והתנגדות הפנימית של מקור המתח : $r = \frac{R}{10}$. במעגל זה זורם דרך הנורה זרם I_0.



א. **<u>כמה</u>** נורות (זהות) יש לחבר במקביל לנורה הראשונה על מנת שהזרם בנורה הראשונה ירד לעשירית מהזרם I_0?



ב. במעגל הבא מחברים נורות לאותו מקור מתח בשני ענפים מקבילים בעלי מספר נורות זהה.
<u>מה מספר</u> הנורות (הזהות) המינימלי שיש לחבר בכל שורה על מנת שהזרם בכל נורה ירד לזרם הקטן מעשירית מהזרם I_0 ?



פתרון

הזרם I_o במעגל הראשון

$$\boxed{I_o=\frac{\varepsilon}{R+r}}=\frac{\varepsilon}{R+\frac{R}{10}}=\frac{\varepsilon}{\frac{11R}{10}}=\boxed{\frac{10\varepsilon}{11R}}=I_o$$

$$r=\frac{R}{10}$$

א)

$R=\frac{R}{n}$ שקול של הנורות

$$R_T=R+r$$

$$R_T=\frac{R}{n}+\frac{R}{10}=\frac{10R+nR}{10n}=\frac{R(n+10)}{10n}$$

$$I_1=\frac{\varepsilon}{R_T}=\frac{\varepsilon}{\frac{R(n+10)}{10n}}=\frac{10\cdot\varepsilon\cdot n}{R(n+10)}$$

בכל נורה: $I_{1x}=\frac{I_1}{n}=\frac{10\varepsilon}{R(n+10)}$

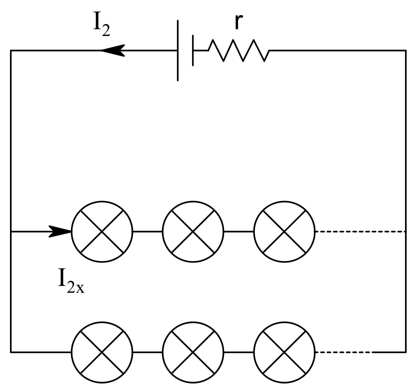
במצב זה יש לחשב את n $\quad I_{1x}=\frac{1}{10}\cdot I_o$

$$\frac{10\varepsilon}{R(n+10)}=\frac{1}{10}\cdot\frac{10\varepsilon}{11R}$$

מכאן: $n=100$

לכן יש לחבר **99** נורות לנורה הראשונה.

ב.



התנגדות של ענף אחד: $R = nR$

התנגדות שקולה: $R_T = \frac{R}{2} = \frac{n}{2}\cdot R$

התנגדות של כל המעגל: $R = R_T + r = R_T + \frac{R}{10} = \frac{nR}{2} + \frac{R}{10}$

או: $R = \frac{10nR + 2R}{20} = \frac{R\left(10n+2\right)}{20}$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon}{\frac{R(10n+2)}{20}} = \frac{20\varepsilon}{R\left(10n+2\right)}$$

בכל ענף:

$$I_2 = I_{2x} = \frac{I_2}{2} = \frac{10\varepsilon}{R\left(10n+2\right)}$$

מכיוון ש- $I_{2x} \le \frac{1}{10}\cdot I_o$

$$\frac{10\varepsilon}{R(10n+2)} \le \frac{1}{10}\cdot\frac{10\varepsilon}{11R}$$

ו- $\frac{10}{10n+2} \le \frac{1}{11}$

$$110 \le 10n + 2$$

$$108 \le 10n$$

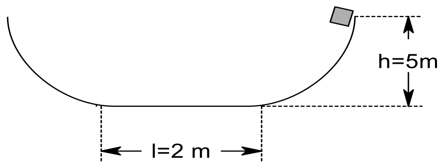
$$10.8 \le n$$

מכאן : $n = 11$ נורות

<u>בונוס</u>

גוף מתחיל להחליק ללא חיכוך ממנוחה לתוך בור. החלק התחתון שטוח (אופקי) ובעל אורך $l = 2\,m$, ראו שרטוט. מקדם החיכוך בין הגוף לבין החלק התחתון שווה ל-$\mu = 0.3$. עומק הבור $h = 5m$.

<u>באיזה</u> מרחק מאמצע החלק התחתון יעצור הגוף?



<u>פתרון</u>

לפי חוק שימור האנרגיה:

$$mgH = n \cdot 2\mu mgl \;\Rightarrow\; n = H / 2\mu l = 4.167$$

כאן n - מספר פעמים הגוף הולך וחוזר בחלק התחתון עד העצירה. ז.א. הגוף יעבור בחלק התחתון 4 פעמים ועוד קצת בגלל שארית האנרגיה הקינטית. לכן:

$$mgH - 8\mu mgl = \mu mg(l / 2 - x)$$

x - מרחק מאמצע הבור עד לנקודת העצירה.

לכן:

$$x = 8.5l - H / \mu = 0.33m$$