

מתקף ותנע

תרגול מספר 6 - חוק שימור התנע וסוגי התנגשויות



Image courtesy of Victor Habbick at
FreeDigitalPhotos.net

למדנו בשיעור כי:

❖ התנע הכולל של מערכת סגורה נשאר קבוע.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

❖ **בהתנגשות פלסטית** הגופים נצמדים לאחר ההתנגשות ונעים ביחד באותה מהירות. התנע של הגופים נשמר

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$$

נפתור מספר תרגילים בהם מתרחשת **התנגשות פלסטית**.

קרונית שמסתה 50 ק"ג נעה על מסילה חלקה במהירות של 5 מ/ש. אדם שמסתו 70 ק"ג רץ לצדי הקרונית במהירות של 7 מ/ש. חשבו את המהירות המשותפת לאדם ולקרונית כאשר:

1. האדם קופץ בכיוון התנועה של הקרונית.
2. האדם קופץ בניגוד לכיוון התנועה של הקרונית.
3. כמה אנרגיה הפכה לחום במהלך ההתנגשות?

1. האדם קופץ בכיוון התנועה של הקרונית

◀ הואיל ולאדם ולקרונית יש מהירות משותפת לאחר ה"התנגשות", זוהי התנגשות פלסטית, בה נשמר רק התנע.

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{u}$$

$$50 \cdot 5 + 70 \cdot 7 = (120)u$$

$$u = 6.16 \text{ m / s}$$

2. האדם קופץ בניגוד לכיוון התנועה של הקרונית

◀ אם שניהם נעים בכיוונים מנוגדים, סימני המהירויות הפוכים. ניקח את מהירות הקרונית כחיובית:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{u}$$

$$50 \cdot 5 - 70 \cdot 7 = (120)u$$

$$u = -2m / s$$

◀ הקרונית והאדם ינועו בכיוון ההפוך לזה של תנועת הקרונית (שהוא כיוון התנועה המקורי של האדם).

3. כמה אנרגיה הפכה לחום במהלך ההתנגשות, בכל אחד מהמקרים?

◀ נחשב את ההפרש בין האנרגיה ההתחלתית והסופית של המערכת:

◀ כשהאדם קופץ בכיוון התנועה של הקרונית:

$$E_{ini} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}50 \cdot 5^2 + \frac{1}{2}70 \cdot 7^2 = 2340J$$

$$E_{fin} = \frac{1}{2}(M + m)u_2^2 = \frac{1}{2}(120)6.16^2 = 2276.73J$$

$$E_{fin} - E_{ini} = -63.64J$$

◀ כשהאדם קופץ בניגוד לכיוון התנועה של הקרונית:

$$E_{ini} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}50 \cdot 5^2 + \frac{1}{2}70 \cdot 7^2 = 2340J$$

$$E_{fin} = \frac{1}{2}(M + m)u_2^2 = \frac{1}{2}(120)2^2 = 240J$$

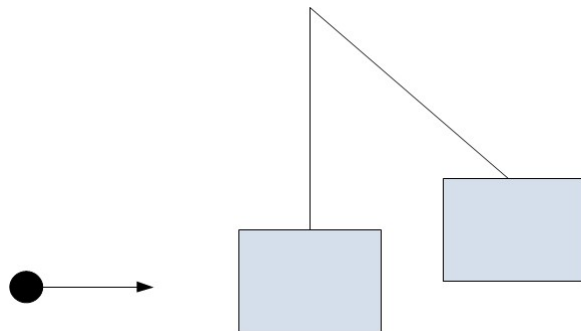
$$E_{fin} - E_{ini} = -2100J$$

קליע שמסתו 15 גרם נורה אל בול עץ שמסתו 3 ק"ג ונתקע בו. בול העץ שבתוכו הקליע מתרוממים לגובה של 10 ס"מ. הזניחו את התנגדות האוויר.

1. חשבו את מהירות הפגיעה של הקליע.

2. כמה חום אבד במהלך החדירה של הקליע אל תוך הבול? כמה אחוזים מהוה אנרגיה זו מהאנרגיה ההתחלתית של הקליע?

3. מהו הכוח הממוצע שפעל על הקליע בתוך הבול אם הוא נע בתוכו למרחק של 5 ס"מ?



1. חשבו את מהירות הפגיעה של הקליע.

◀ הגופים נעים יחדיו, ולכן זו התנגשות פלסטית. מתקיים רק שימור תנע:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{u}$$

$$0.015v_1 + 0 = (3.015)u$$

◀ נחשב על פי שיקולי אנרגיה את מהירות הבול + הקליע מיד לאחר ההתנגשות:

$$\frac{1}{2}(m + M)u^2 = (m + M)gh$$

$$u = \sqrt{2gh}$$

$$u = \sqrt{2} = 1.41m / s$$

◀ מתקיים $u=1.41m/s$, ולכן:

$$0.015v_1 = (3.015)1.41$$

$$v_1 = 283.41m / s$$

3. כמה חום אבד במהלך החדירה של הקליע אל תוך הבול? כמה אחוזים מהוה אנרגיה זו מהאנרגיה ההתחלתית של הקליע?

◀ נחשב את הפרש האנרגיות בתחילת ובסוף התהליך:

$$E_{ini} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0.015 \cdot 283.41^2 = 602.4J$$

$$E_{fin} = (M + m)gh = 3.015 \cdot 10 \cdot 0.1 = 3.015J$$

$$E_{fin} - E_{ini} = -599.38J$$

◀ הפרש זה שווה לכמות החום שהתפתחה:

$$\frac{599.38}{602.4} \cdot 100 = 99.4\%$$

◀ והמהוה 99.4% מהאנרגיה ההתחלתית של הקליע.

3. מהו הכוח הממוצע שפעל על הקליע בתוך הבול אם הוא נע בתוכו למרחק של 5 ס"מ?
- ◀ עבודת החיכוך שווה לחום שהתפתח בתהליך, אותו חישבנו בסעיף הקודם.
 - ◀ על פי נוסחת העבודה (הכוח הוא בכיוון הדרך):

$$W = \bar{F}x = 599.38J$$

$$\bar{F} = \frac{599.38}{0.05} = 11,987.6N$$

למדנו בשיעור גם כי:

❖ התנע הכולל של מערכת סגורה נשאר קבוע.

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

❖ בהתנגשות פלסטית הגופים נצמדים לאחר ההתנגשות ונעים ביחד באותה מהירות. התנע של הגופים נשמר

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{u}$$

❖ בהתנגשות **לא אלסטית** הגופים נעים **בנפרד** לאחר ההתנגשות. התנע של הגופים נשמר.

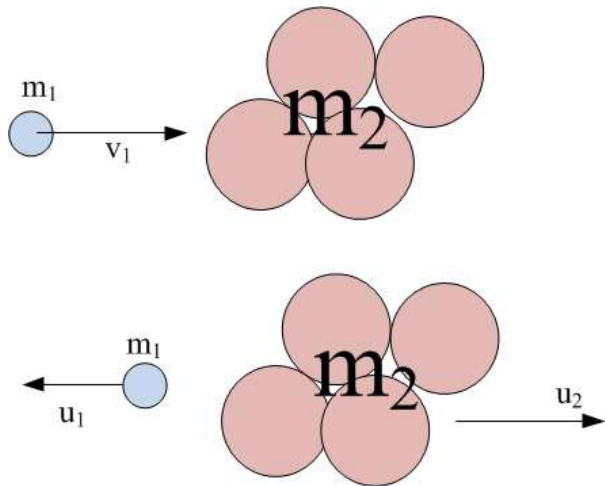
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

❖ בהתנגשות **אלסטית** הגופים נעים **בנפרד** לאחר ההתנגשות. **התנע** והאנרגיה הקינטית של הגופים נשמרים.

$$\begin{cases} m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 \\ \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = -(\vec{u}_1 - \vec{u}_2) \end{cases}$$

נויטרון מתנגש בגרעין הליום המצוי במנוחה. נתון כי ההתנגשות היא מצחית ואלסטית לחלוטין. גרעין ההליום, שמסתו גדולה פי 4 מזו של הפרוטון, נע לאחר ההתנגשות במהירות של 5×10^5 מ/ש. (כמובן שאין זו התנגשות במובן היום יומי של שני גופים חומריים).

1. מהן המהירויות ההתחלתיות והסופיות של הנויטרון?
2. איזה חלק מהאנרגיה ההתחלתית של המערכת עבר לגרעין ההליום?



1. מהן המהירויות ההתחלתיות והסופיות של הנויטרון?

◀ זוהי התנגשות אלסטית לחלוטין, ולכן מתקיימים שימור תנע:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

◀ וגם שימור אנרגיה:

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

$$\vec{v}_1 - \vec{v}_2 = -(\vec{u}_1 - \vec{u}_2)$$

◀ נציב את נתוני הבעיה בשתי המשוואות (אם מסת הנויטרון m אזי מסת ההליום היא $4m$)

$$\begin{cases} m \cdot v_1 + 0 = m \cdot u_1 + 4m \cdot 5 \times 10^5 \\ v_1 = u_1 + 20 \times 10^5 \\ v_1 - 0 = -(u_1 - 5 \times 10^5) \\ v_1 = 5 \times 10^5 - u_1 \end{cases}$$

◀ נציב, נפתור ונקבל:

$$u_1 = -7.5 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 1.25 \times 10^6 \text{ m/s}$$

◀ לאחר ההתנגשות הנויטרון נרתע לאחור, וההליום נע בכיוון התנועה המקורי של הנויטרון (ראו תרשים בעמוד הקודם).

2. איזה חלק מהאנרגיה ההתחלתית של המערכת עבר לגרעין ההליום?

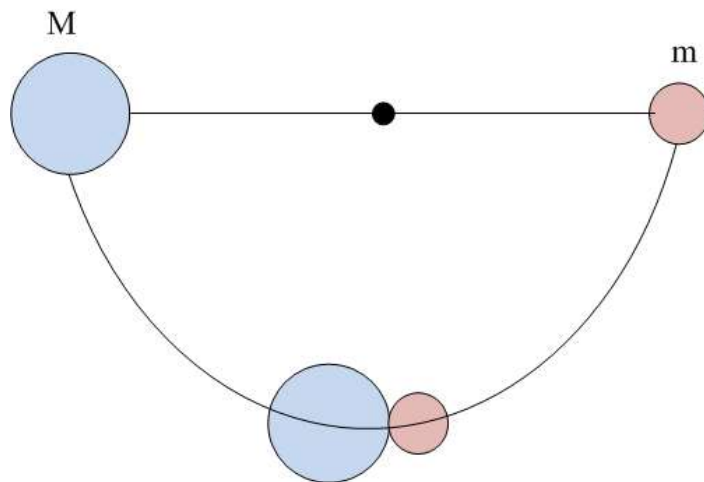
◀ מסת גרעין ההליום היא 4m, ומהירותו: 5×10^5 מ/ש.

◀ נציב במשוואת האנרגיה הקינטית, ונמצא את היחס בין אנרגיית ההליום לאנרגיה ההתחלתית של המערכת, שהיא אנרגיית הנויטרון :

$$\frac{E_{helium}}{E_{proton}} = \frac{\frac{1}{2} 4m(5 \times 10^5)^2}{\frac{1}{2} m(1.25 \times 10^6)^2} = 0.64$$

שני כדורים התלויים על חוט משוחררים יחדיו מגובה 1 מ', ומתנגשים אלסטית, כמראה בתרשים. נתון: $m=2\text{kg}$ ו- $M=3\text{kg}$.

1. מהי המהירות של כל גוף מיד לפני ההתנגשות?
2. מה המהירות של כל גוף מיד לאחר ההתנגשות?
3. לאיזה גובה יתרומם כל כדור לאחר ההתנגשות?
4. בדקו תשובתכם לסעיף 3 בעזרת חוק שימור האנרגיה בתחילת תהליך ובסופו.

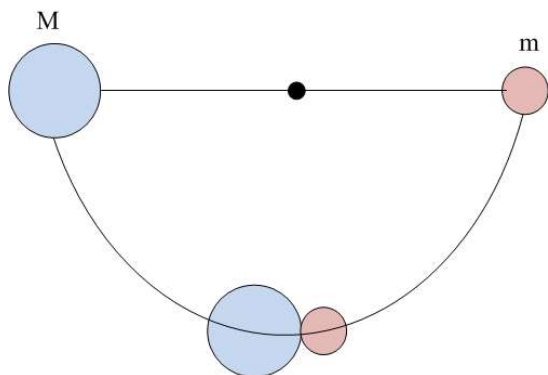


1. מהי המהירות של כל גוף מיד לפני ההתנגשות?

◀ נעזר בחוק שימור האנרגיה:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$v = \sqrt{2gh}$$



◀ מהירות הגופים לפני ההתנגשות אינה תלויה במסתם, ולכן:

$$v_1 = v_2 = \sqrt{20} = 4.47 \text{ m/s}$$

◀ אם הכיוון ימינה חיובי, נקבל על פי התרשים: מהירות המסה M היא: $v_1 = 4.47$, ומהירות המסה m היא: $v_2 = -4.47$

2. מה המהירות של כל גוף מיד לאחר ההתנגשות?
 ◀ לצורך זה נעזר בשימור תנע ובשימור אנרגיה קינטית:

$$\begin{cases} m\vec{v}_1 + M\vec{v}_2 = m\vec{u}_1 + M\vec{u}_2 \\ \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = -(\vec{u}_1 - \vec{u}_2) \end{cases}$$

◀ נזכור כי כיווני התנועה ההתחלתיים הם מנוגדים (המהירות v_2 של הגוף הקטן m נלקחה כשלילית)

$$\begin{cases} 3 \cdot (4.47) + 2 \cdot (-4.47) = 3u_1 + 2u_2 \\ 4.47 - (-4.47) = -(u_1 - u_2) \end{cases}$$

◀ נציב ונפתור:

$$\begin{cases} 4.47 = 3u_1 + 2u_2 \\ 8.94 = -u_1 + u_2 \end{cases}$$

$$u_1 = -2.68 \text{ m/s}$$

$$u_2 = 6.25 \text{ m/s}$$

◀ כל אחד מהגופים נרתע לאחר, כלומר הפך את כיוון תנועתו.

פתרון 4 המשך

3. לאיזה גובה יתרומם כל כדור לאחר ההתנגשות?

◀ שוב נעזר בשימור אנרגיה:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

◀ נציב את המהירויות לאחר ההתנגשות:

$$h_M = \frac{(-2.68)^2}{20} = 0.36m$$

$$h_m = \frac{(6.25)^2}{20} = 1.95m$$

פתרון 4 המשך

4. בדקו תשובתכם לסעיף 3 בעזרת חוק שימור האנרגיה בתחילת תהליך ובסופו.
 בתחילת התהליך ובסופו הייתה למערכת אנרגיה פוטנציאלית בלבד.
 הואיל ובהתנגשות לא היה איבוד אנרגיה, שני הערכים הללו אמורים להיות שווים.

בתחילת התהליך:

$$E_{tot} = Mgh + mgh$$

$$E_{tot} = 3g \cdot 1 + 2g \cdot 1 = 50J$$

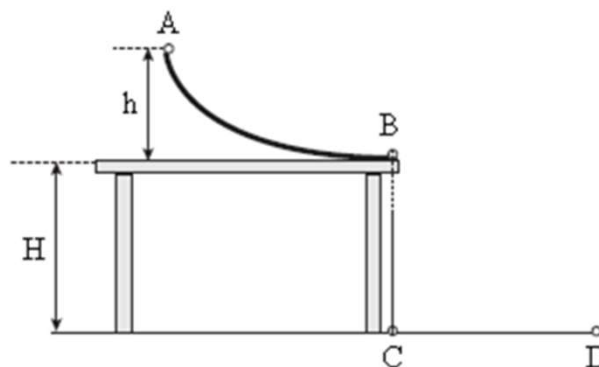
ובסופו:

$$E_{tot} = Mgh + mgh$$

$$E_{tot} = 3g \cdot 0.36 + 2g \cdot 1.95 = 49.8J$$

ההפרש הקטן נובע מכך שעיגלנו את התשובות במהלך החישובים.

בתרשים שלפניך מוצגת מסילה חלקה AB הניצבת על פני שולחן הניצב על רצפה. גובה קצה המסילה A מעל השולחן הוא $h = 45 \text{ cm}$, וגובה פני השולחן מעל הרצפה הוא $H = 80 \text{ cm}$. קצה המסילה הוא אופקי. הנקודה C היא היטל הנקודה B על הרצפה. התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.



משחררים כדור קטן ("כדור 1") ממנוחה מהנקודה A. הכדור מחליק לאורך המסילה (ללא גלגול), ניתק ממנה בנקודה B, ופוגע ברצפה בנקודה D.

1. בסעיף זה התייחס לקטע של תנועת כדור 1 מ-B ל-D. מהו סוג התנועה בכיוון האופקי בקטע תנועה זה (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, תנועה אחרת), ומהו סוג התנועה בכיוון האנכי בקטע תנועה זה (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, תנועה אחרת)? נמק את תשובותיך.

2. חשב את המרחק CD.

3. הכדור מתנגש ברצפה התנגשות אלסטית (לחלוטין). מהו הגובה המרבי מעל הרצפה שאליו יגיע הכדור לאחר ההתנגשות ברצפה בנקודה D? נמק את תשובתך.

המשך השאלות בעמוד הבא

4. במקרה שני מניחים על קצה המסילה, B, את "כדור 2" שמסתו זהה לזו של כדור 1. גם הפעם משחררים את כדור 1 ממנוחה מהנקודה A. כדור 1 מחליק לאורך המסילה ומתנגש בכדור 2 התנגשות פלסטית (כלומר הגופים נדבקים זה לזה). חשב את המרחק בין נקודת הפגיעה של הכדורים ברצפה ובין הנקודה C.
5. במקרה שלישי מניחים על קצה המסילה, B, את "כדור 3" שמסתו זהה לזו של כדור 1. גם הפעם משחררים את כדור 1 ממנוחה מהנקודה A. כדור 1 מחליק לאורך המסילה, ומתנגש בכדור 3 התנגשות מצח (חד-ממדית) אלסטית (לחלוטין). האם ייתכן שכדור 3 יפגע ברצפה במרחק גדול יותר מהמרחק ? CD נמק.

1. בסעיף זה התייחסו לקטע של תנועת כדור 1 מ- B ל- D.
מהו סוג התנועה בכיוון האופקי בקטע תנועה זה (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, תנועה אחרת), ומהו סוג התנועה בכיוון האנכי בקטע תנועה זה (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, תנועה אחרת)?
נמקו את תשובותיך.

- ◀ ציר ה-X הכדור ינוע במהירות קבועה מכיוון ששקול הכוחות הפועלים עליו בציר זה שווה לאפס.
- ◀ בציר- Y הכדור ינוע בתנועה שוות תאוצה, מכיוון שבציר זה פועל עליו רק כוח הכובד שהוא קבוע.

פתרון 5 המשך

2. חשבו את המרחק CD.

- נמצא תחילה את מהירות הכדור בהגיעו ל-B
- על פי שימור אנרגיה:

$$mgh = \frac{mv_B^2}{2}$$

$$v_B = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.45} = 3 \frac{m}{sec}$$

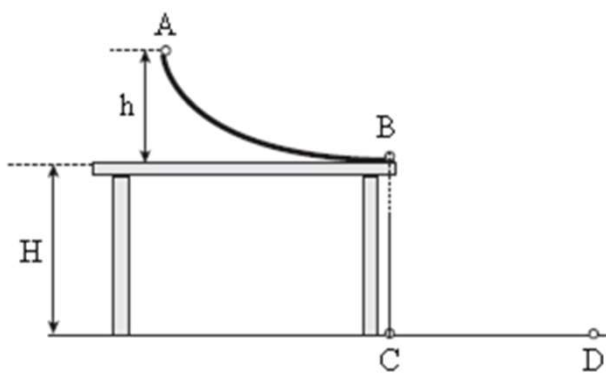
- בציר ה-Y זוהי נפילה חופשית מגובה H, לכן:

$$H = \frac{gt^2}{2}$$

$$0.8 = 5t^2$$

$$t = 0.4 sec$$

$$x_{CD} = v_B \cdot t = 3 \cdot 0.4 = 1.2m$$



3. הכדור מתנגש ברצפה התנגשות אלסטית (לחלוטין). מהו הגובה המרבי מעל הרצפה שאליו יגיע הכדור לאחר ההתנגשות ברצפה בנקודה ? D נמקו את תשובתכם.

- ◀ לאחר התנגשות ברצפה הכדור יגיע לגובה מרבי של 0.8m מעל לרצפה.
- ◀ מאחר וההתנגשות היא אלסטית האנרגיה הקינטית של הכדור לפני פגיעתו בקרקע שווה לזו שלאחר פגיעתו בקרקע, מכאן שגודל מהירותו האנכית לאחר הפגיעה בקרקע שווה לגודל המהירות האנכית שהייתה לו לפני שפגע בקרקע.
- ◀ על פי שיקולי אנרגיה מהירותו האנכית תתאפס כאשר גובהו מעל לקרקע יהיה H, כלומר- 0.8m, מהווה שיא הגובה.

4. במקרה שני מניחים על קצה המסילה, B, את "כדור 2" שמסתו זהה לזו של כדור 1. גם הפעם משחררים את כדור 1 ממנוחה מהנקודה A. כדור 1 מחליק לאורך המסילה ומתנגש בכדור 2 התנגשות פלסטית (כלומר הגופים נדבקים זה לזה). חשבו את המרחק בין נקודת הפגיעה של הכדורים ברצפה ובין הנקודה C.

◀ נמצא את מהירותם המשותפת לאחר ההתנגשות על פי שימור תנע בהתנגשות:

$$m_1 \cdot v_B = (m_1 + m_2) \cdot u$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$mv_B = 2mu$$

$$u = \frac{v_B}{2} = \frac{3}{2} = 1.5 \frac{m}{sec}$$

◀ זמן התנועה אינו תלוי במהירות של הכדורים בציר האופקי לכן: $t=0.4sec$

$$x' = v_x \cdot t = u \cdot t = 1.5 \cdot 0.4 = 0.6m$$

5. במקרה שלישי מניחים על קצה המסילה, B, את "כדור 3" שמסתו זהה לזו של כדור 1. גם הפעם משחררים את כדור 1 ממנוחה מהנקודה A. כדור 1 מחליק לאורך המסילה, ומתנגש בכדור 3 התנגשות מצח (חד-ממדית) אלסטית (לחלוטין). האם ייתכן שכדור 3 יפגע ברצפה במרחק גדול יותר מהמרחק CD. נמקו.

- ▶ כדור 3 לא יכול לפגוע במרחק גדול יותר מהמרחק CD.
 - ▶ מאחר וההתנגשות בין הכדורים היא אלסטית, האנרגיה הקינטית של מערכת הגופים נשמרת.
 - ▶ מכיוון שמסות הכדורים שוות, עוברת כל האנרגיה הקינטית של כדור 1 לכדור 3. מכאן שמהירותו של כדור 3 שווה למהירות הפגיעה בו של כדור 1 (כדור 1 ייעצר). כדי שכדור 3 יפגע במרחק גדול יותר מ-CD מהירותו מיד לאחר ההתנגשות חייבת להיות גדולה מהמהירות שכדור 1 פגע בו.
 - ▶ לכן כדור 3 לא יפגע במרחק גדול יותר מאשר CD, אלא באותו מרחק CD.
- ▶ פתרון נוסף בשקף הבא.

פתרון על ידי חישוב:

$$v_B - v_3 = -(u_B - u_3)$$

$$(1)v_B = u_3 - u_B \quad (v_3 = 0)$$

$$mv_B + mv_3 = mu_B + mu_3$$

$$(2)v_B = u_B + u_3$$

◀ מ- 1 ו- 2 נקבל:

$$u_3 - u_B = u_B + u_3 \Rightarrow 0 = 2u_B \Rightarrow u_B = 0$$

◀ נציב ב- 2:

$$v_B = u_B + u_3 \Rightarrow 3 = 0 + u_3 \Rightarrow u_3 = 3 \frac{m}{sec}$$

◀ מאחר וזמן התנועה באוויר אינו משתנה:

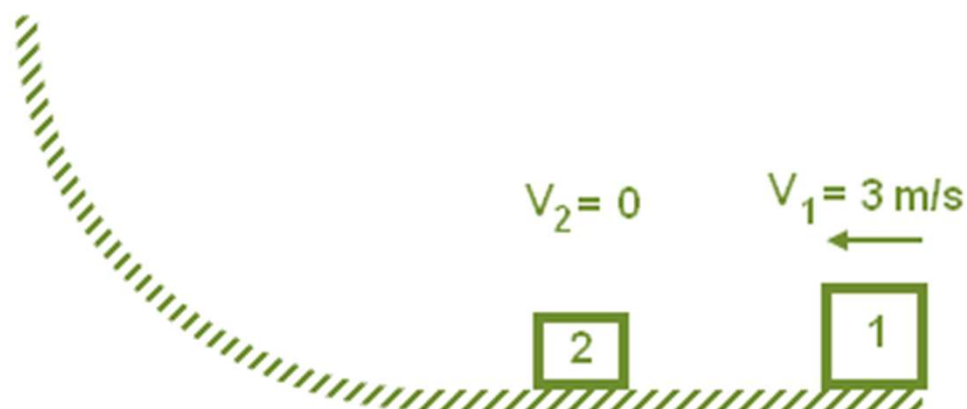
$$x = u_3 \cdot t = 3 \cdot 0.4 = 1.2m \Rightarrow x = x_{CD} = 1.2m$$

◀ כדור 3 יפגע באותו המרחק CD.

מסה של $m_1=4\text{kg}$ נעה על משטח חלק במהירות של $V_1=3\text{m/sec}$ ופוגעת במסה שניה עומדת $m_2=2\text{kg}$ מהו הגובה אליו תעלה המסה של 2kg בהנחה ש:

א. ההתנגשות אלסטית.

ב. ההתנגשות פלסטית.



פתרון תרגיל 6

א.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$$

$$4 \cdot 3 + 2 \cdot 0 = 4 \cdot u_1 + 2 \cdot u_2$$

$$3 - 0 = -(u_1 - u_2)$$

$$u_2 = 4 \frac{m}{sec}, u_1 = 1 \frac{m}{sec}$$

פתרון מערכת המשוואות נותן:

$$\frac{1}{2} m_2 \cdot u_2^2 = m_2 \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 4^2 = g \cdot h_2 \Rightarrow h_2 = 0.8m$$

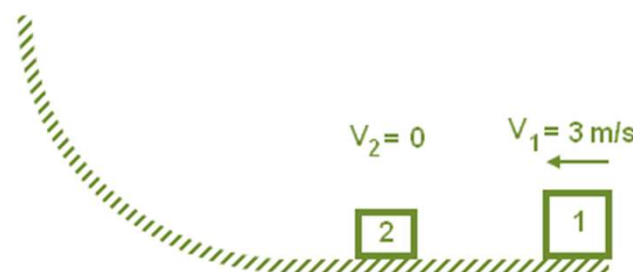
ב.

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$$

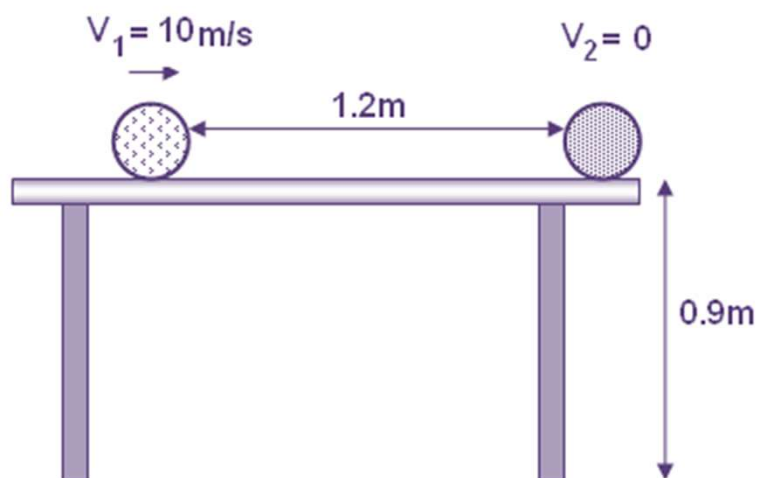
$$4 \cdot 3 + 2 \cdot 0 = (4 + 2) \cdot u \Rightarrow u = 2 \frac{m}{sec}$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) \cdot u^2 = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot h$$

$$\frac{1}{2} (4 + 2) \cdot 2^2 = (4 + 2) \cdot g \cdot h \Rightarrow h = 0.2m$$



כדור שמסתו $m_1=0.8\text{kg}$ מקבל מהירות התחלתית של 10m/sec על שולחן שגובהו 0.9 m , לעבר כדור שני שמסתו $m_2=0.4\text{kg}$, הנמצא במרחק 1.2 m ממנו. הכדור השני נמצא במנוחה. כתוצאה מההתנגשות המצחית ביניהם, נופל הכדור שמסתו $m_2=0.4\text{kg}$ מהשולחן ופוגע בקרקע.



- מהו המרחק האופקי בין קצה השולחן ונקודת פגיעתו בקרקע, בכל אחד מהמקרים הבאים:
- המשטח חלק וההתנגשות אלסטית.
 - המשטח אינו חלק ומקדם החיכוך הקינטי שווה ל- 0.1 , ההתנגשות היא אלסטית.

א.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$$

$$0.8 \cdot 10 + 0.4 \cdot 0 = 4 \cdot u_1 + 2 \cdot u_2$$

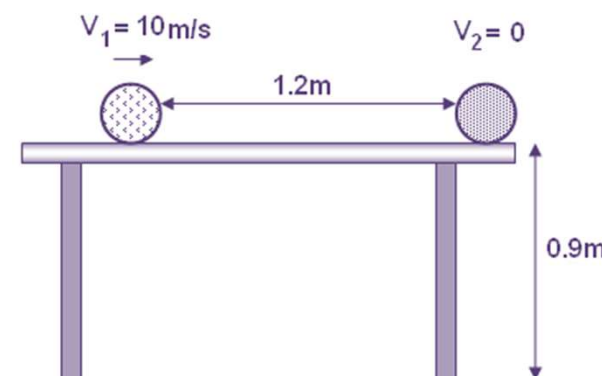
$$10 - 0 = -(u_1 - u_2)$$

פתרון מערכת המשוואות נותן:

$$u_2 = 10 \frac{m}{sec}, u_1 = 0 \frac{m}{sec}$$

$$y_t = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow 0.9 = 5t^2 \Rightarrow t = 0.424 \text{ sec}$$

$$x_t = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow x_t = 10 \cdot 0.424 \Rightarrow x_t = 4.24 \text{ m}$$



ב. נמצא את המהירות לפני ההתנגשות:

$$W_{f_k} = \Delta E_{k1} = m_1 \cdot g \cdot \mu_k \cdot x \cdot \cos 180 = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_1^2 - \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_0^2$$

$$0.8 \cdot g \cdot 0.1 \cdot 1.2 \cdot (-1) = \frac{1}{2} \cdot 0.8 \cdot 10^2 - \frac{1}{2} \cdot 0.8 \cdot v_1^2 \Rightarrow v_1 = 9.879 \frac{m}{sec}$$

המשך פתרון תרגיל 7

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

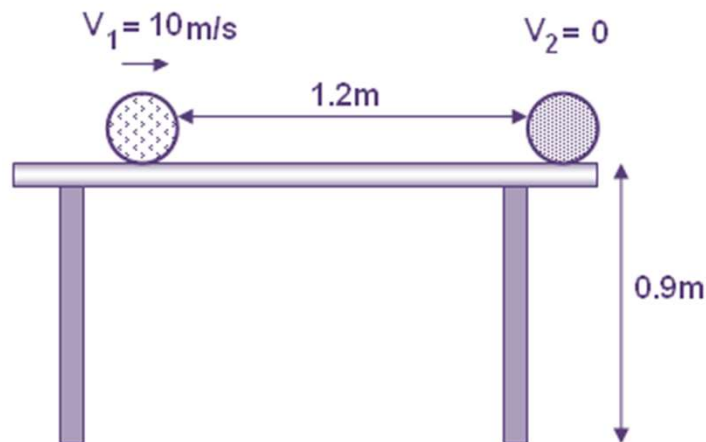
$$0.8 \cdot 9.879 + 0.4 \cdot 0 = 4 \cdot u_1 + 2 \cdot u_2$$

$$v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$$

$$9.879 - 0 = -(u_1 - u_2)$$

המשך

פתרון מערכת המשוואות נותן:



$$u_2 = 9.879 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, u_1 = 0 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$y_t = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow 0.9 = 5t^2 \Rightarrow t = 0.424 \text{ sec}$$

$$x_t = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow x_t = 9.879 \cdot 0.424 \Rightarrow x_t = 4.188 \text{ m}$$

גוף A שמסתו 5kg נמצא במנוחה על משטח אופקי חלק כשהוא מחובר לקפיץ רפוי שקבוע הכוח שלו הוא 50,000N/m. גוף B שמסתו 5kg נע שמאלה במהירות 10m/sec לעבר הגוף A, ומתנגש בו בהתנגשות אלסטית.



- א . מהן מהירויות שני הגופים לאחר ההתנגשות ?
- ב . בכמה יתכווץ הקפיץ?

פתרון תרגיל 8

א.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$$

$$5 \cdot 10 + 5 \cdot 0 = 5 \cdot u_1 + 5 \cdot u_2$$

$$10 - 0 = -(u_1 - u_2)$$

$$u_2 = 10 \frac{m}{sec}, u_1 = 0 \frac{m}{sec}$$

פתרון מערכת המשוואות נותן:

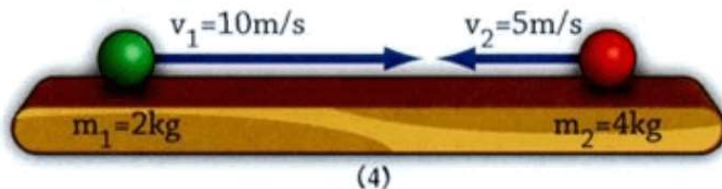
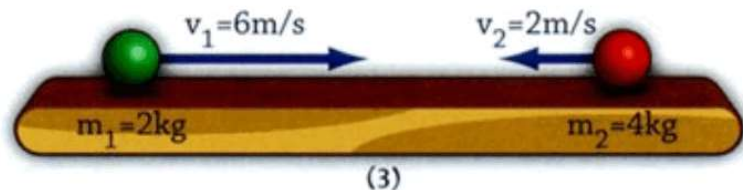
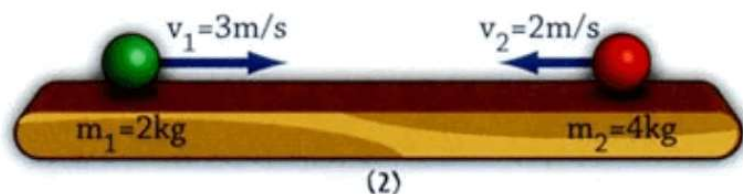
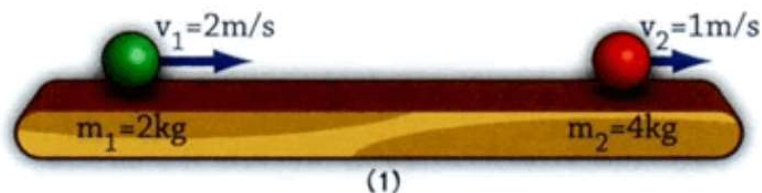
$$\frac{1}{2} m_2 \cdot u_2^2 = \frac{1}{2} kx^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^2 = \frac{1}{2} \cdot 50000 \cdot x^2 \Rightarrow x = 0.1m$$



ב.

מכניקה ניוטונית, כרך ב' עמוד 39



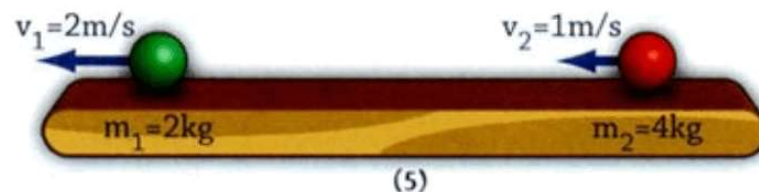
17. קרונית שמסתה 0.6 ק"ג נעה שמאלה על מסילה במהירות שגודלה 1.2 מ'ש'. קרונית שנייה, שמסתה 0.9 ק"ג, נעה על המסילה לקראת הקרונית הראשונה במהירות 0.8 מ'ש' ימינה. שתי הקרוניות נצמדות זו לזו. חשבו את מהירותן המשותפת לאחר ההתנגשות.

18. לפניך תיאור של חמישה זוגות של כדורים הנעים על משטח אופקי חסר חיכוך. לאחר שמתרחשת התנגשות - הכדורים נצמדים.

קבעו, לכל זוג כדורים:

א. את כיוון התנע הכולל לפני ההתנגשות.

ב. את כיוון התנועה המשותף לאחר ההתנגשות.



תרגילים נוספים מהספר:

◀ פרק ו' עמוד 41: תרגילים 17, 18, 22