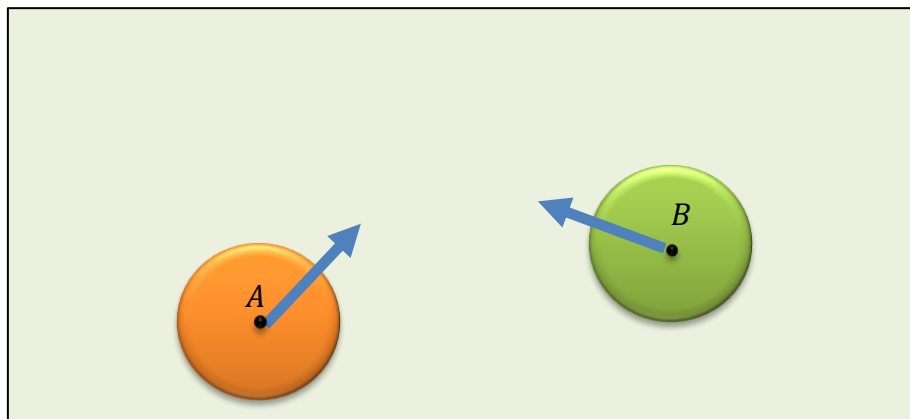


בניית מודל להתנגשות בין שתי דסקיות בכוח רדיאלי קבוע

1. ייצוג גיאומטרי של וקטור הכוח במהלך ההתנגשות.

שתי דסקיות נעות על שולחן זז לעבר זז. בתרשים 1 מתוארות הדסקיות כמה רגעים לפני ההתנגשות וחיצים המייצגים את וקטורי המהירות של כל דסקית. נניח שבמהלך ההתנגשות פועל בין הדסקיות כוח רדיאלי קבוע.



תרשים 1: שתי דסקיות נעות זז לעבר זז במהירות קבועה. החיצים מייצגים את וקטורי המהירות של כל אחת מהדסקיות.

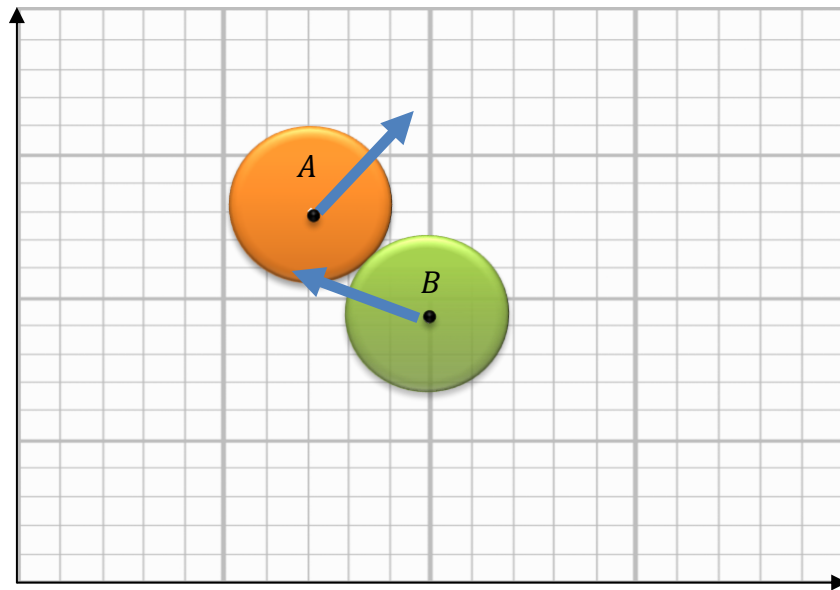
- נרצה לשרטט את וקטורי הכוח שמפעילות הדסקיות זו על זו במהלך ההתנגשות.
- הוסיפו לתרשים 1 שרטוט של שתי הדסקיות ברגע שבו הן באות במגע. מצאו את נקודת המפגש (ההשקה) בין שתי הדסקיות.
 - ציירו את וקטורי הכוח הנורמלי הפועלים על כל אחת מהדסקיות בנקודת המפגש.

2. חישוב וקטור הכוח בעזרת וקטור יחידה.

- נרצה לחשב את וקטורי הכוח שמפעילות הדסקיות זו על זו במהלך ההתנגשות. ניעזר במערכת צירים דו ממדית במטרה לחשב את כיוונו של וקטור הכוח (ראו תרשים 2 בעמוד הבא).
- רשמו ביטוי אלגברי לווקטורי המקום של הדסקיות ברגע ההתנגשות (התייחסו למיקומים של מרכזי הדסקיות). הניחו שכל משבצת שווה ליחידה אחת.

תשובה:

ב. ייצגו על גבי תרשים 2 את וקטורי המיקום של הדסקיות (באמצעות חיצים).



תרשים 2: שתי דסקיות ברגע ההתנגשות.

ג. חשבו את וקטור ההעתק בין שתי הדסקיות \vec{r}_{AB} שזנבו במרכז הדסקית B וראשו במרכז הדסקית A. הוסיפו לתרשים 2 ציור של הווקטור המתקבל.

תשובה:

ד. חשבו את וקטור היחידה המתאים לווקטור ההעתק.

תשובה:

ה. חשבו את וקטור הכוח הפועל על דסקית A אם נתון שגודל הכוח קבוע במהלך ההתנגשות ושווה ל - 40 ניוטון.

תשובה:

- ו. חשבו את מהירות הדסקית A לאחר ההתנגשות אם נתון שמסת הדסקית היא 200 גרם, מהירותה לפני ההתנגשות היא $\vec{v}_A = (3,3,0)m/s$ ומשך ההתנגשות הוא 0.1sec.

תשובה:

- ז. בחנו את תשובתכם: האם כיוון הווקטור שקיבלתם מייצג את מהירות הדסקית לאחר ההתנגשות? הסבירו.

תשובה:

3. בניית ההדמיה – דרך חישובית

לפניכם קוד לא שלם של הדמית שתי דסקיות זהות הנעות על גבי שולחן ומתנגשות זו בזו. השלימו את שורות הקוד החסרות בכדי לקבל הדמיה עובדת בהתאם לנתונים המופיעים בחלקים הקודמים. הוסיפו שורות חסרות במקרה הצורך.

```
from visual import *

###Initial Conditions###

v1 =
v2 =
m1 =
m2 =
R = 2.0
L = 10.0
dt = 0.001

### System Creation ###

table = box(pos=vector(0,0,0), size=(L,L,0))
disk1 = cylinder(pos=vector(-4,0,0), radius=R, axis=(0,0,0.1), color=color.green)
disk2 = cylinder(pos=vector(4,1,0), radius=R, axis=(0,0,0.1), color=color.blue)

### Time Evolution ###

t=0
while t < 1:
    rate(100)

    r =
    r_hat =

    if
    else:

    v1 =
    v2 =

    disk1.pos =
    disk2.pos =

    t = t + dt
```

4. שכלול ההדמיה

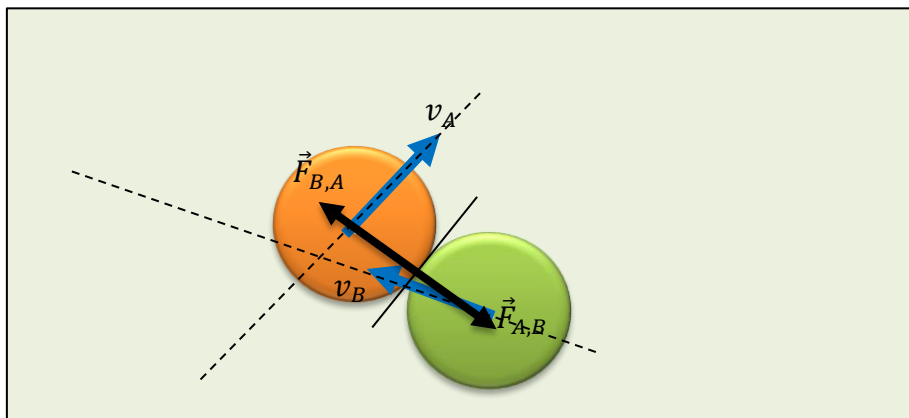
- א. שנו את הכוח הרדיאלי הקבוע לכוח רדיאלי אלסטי (בחרו קבוע קפיץ כרצונכם). מה לדעתכם ההבדל בין ההדמיות עם הכוחות השונים?
- ב. הוסיפו חץ (כחול) לכל אחת מהדסקיות המייצג את וקטור המהירות.
- ג. הוסיפו חץ (שחור) לכל אחת מהדסקיות המייצג את וקטור הכוח.

נוסחאות שימושיות

הגדרה	גודל פיסיקלי
$\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i$	העתק
$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$	מהירות
$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$	תאוצה
$x_{i+1} = x_i + v \cdot dt$	חישוב מיקום (לפי קירוב אוילר)
$v_{i+1} = v_i + a \cdot dt$	חישוב מהירות (לפי קירוב אוילר)
$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$	החוק השני של ניוטון
$\vec{F} = -k\Delta \vec{x}$	חוק הוק (כוח אלסטי)
$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{ \vec{r} }$	וקטור יחידה

פתרון

1. ייצוג גיאומטרי של וקטור הכוח במהלך ההתנגשות.



2. חישוב וקטור הכוח בעזרת וקטור יחידה - דרך אלגברית

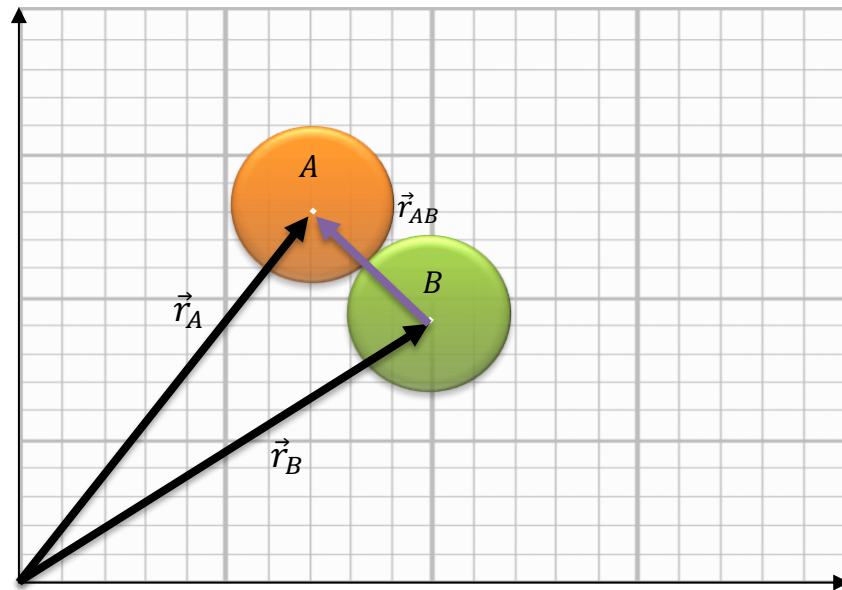
א. ביטוי אלגברי לווקטורי המקום של הכדורים ברגע ההתנגשות:

תשובה:

$$r_A = (7, 13, 0)$$

$$r_B = (10, 9, 0)$$

ב. ייצגו על גבי תרשים 2 וקטורי המיקום של הכדורים (באמצעות חיצים).



ח. וקטור ההעתק בין שני הכדורים \vec{r}_{AB} :

תשובה:

$$\vec{r}_{AB} = \vec{r}_A - \vec{r}_B$$

$$\vec{r}_{AB} = (7, 13, 0) - (10, 9, 0)$$

ט. וקטור היחידה המתאים לווקטור ההעתק:

$$\hat{r} = \frac{\Delta \vec{r}}{|\Delta \vec{r}|}$$

$$\hat{r} = \frac{(-3, 4, 0)}{\sqrt{(-3)^2 + 4^2}} = \frac{(-3, 4, 0)}{5}$$

$$\hat{r} = (-0.6, 0.8)$$

י. וקטור הכוח הפועל על כדור A:

$$\vec{F} = |\vec{F}| \hat{r}$$

$$\vec{F} = 40 \cdot (-0.6, 0.8, 0)$$

$$\vec{F} = (-24, 32, 0)N$$

כ. מהירות הכדור A לאחר ההתנגשות:

תחילה נחשב את וקטור התאוצה:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\vec{a} = \frac{(-24, 32, 0)}{0.2}$$

$$\vec{a} = (-120, 160, 0) \text{ m/s}^2$$

נמצא את המהירות לאחר ההתנגשות מתוך הגדרת התאוצה:

$$\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a} \cdot \Delta t$$

$$\vec{v}_f = (3, 3, 0) + (-120, 160, 0) \cdot 0.1$$

$$\vec{v}_f = (-8, 19, 0) \text{ m/s}$$

ל. בחנו את תשובתכם: האם כיוון הווקטור שקיבלתם יכול לייצג את מהירות הכדור לאחר ההתנגשות? הסבירו.

הכדור נע לפני ההתנגשות לכיוון ימינה-מעלה, ולאחר ההתנגשות של כדור משמאל, הגיוני שהכדור ינוע שמאלה-מעלה.