מכניקה לביולוגיה חישובית – פתרון תרגיל 2

1. תשובתי לסוס המתחכם תהיה כזו: יפה שאתה מכיר את החוק השלישי של ניוטון, אבל אם כך אתה גם יודע שכל אחד מהכוחות שהזכרת פועל על גוף אחר – אתה מפעיל כוח על העגלה ולכן היא תזוז, ובו זמנית העגלה מפעילה כוח עליך, ולכן אם אין לך מספיק כוחות נוספים (כמו חיכוך עם הרצפה) אז גם אתה תזוז, אבל את העגלה אתה יכול להזיז.

2. אין צורך לבצע כלל חישוב בשאלה זו. בזמן מעופו של הקליע תנועתו בציר Y מושפעת אך ורק מתאוצת הכובד, ומהירותו ההתחלתית היא 0 מטר לשניה בציר זה. הנתונים האלה הם זהים גם למטרה, ולכן קואורדינטות Y של הקליע ושל המטרה יישארו זהים בכל זמן, בפרט ברגע הפגיעה.

3. טיל סקאד בליסטי נורה במהירות של 800 מטר\שניה ובזוית של 53.1 מעלות מעל האופק. ניתן להניח שתאוצת הכובד קבועה במהלך המסלול כולו ושווה ל- $10\frac{m}{\sec^2}$.

   א. מהירותו ההתחלתית של הסקאד בציר Y (שנקבע אותו כלפי מעלה) היא 640 מטר לשניה. על הטיל פועלת תאוטת הכובד (כי ככה בחרנו את ציר Y), ולכן משך הזמן עד לעצירה הוא 64 שניות. הגובה שאליו יגיע הסקאד בזמן הנתון הוא (נבחר את האפס של ציר Y בגובה השיגור) $y = 640 \cdot 64 - 5 \cdot 64^2 = 20480m$.

   ב. מהירות הטיל בנקודת השיא תהיה רק מהירותו בציר X, כי כפי שראינו בסעיף א' מהירותו בציר Y מתאפסת. לכן מהירות הסקאד בנקודת השיא היא 480 מטר לשניה.

   ג. כפי שראינו בסעיף א', הזמן שלוקח לסקאד להגיע לשיא הגובה הוא 64 שניות. אם כן משך מעופו הכולל הוא 128 שניות. זהו זמן ההתרעה המכסימלי.

   ד. את המרחק לנקודת הפגיעה נחשב לפי זמן המעוף $x = 128 \cdot 480 = 61440m$.

   ה. 28 שניות לפני הפגיעה בקרקע זה 100 שניות לאחר השיגור, לכן $V_x = 480\frac{m}{\sec}$,
   $V_y = 640 - 1000 = -360\frac{m}{\sec}$,
   $x = 480 \cdot 100 = 48000m$,
   $y = 640 \cdot 100 - 5 \cdot 100^2 = 14000m$.

   ו. טיל פטריוט נורה אנכית מנקודה במרחק 3840 מטר מנקודת הפגיעה (על הקו המחבר בין נקודת השיגור לנקודת הפגיעה). עבור טיל הפטריוט, מהירות טיל הסקאד בציר Y היא שונה, ושווה ל- $V_y' = -360 - 10 \cdot t - V_p$,
   כאשר V_p היא מהירות הפטריוט, וכאשר הזמן נמדד מחדש מרגע שיגור הפטריוט.

   ז. בשביל לדעת באיזו מהירות צריך לירות את טיל הפטריוט על מנת שיפגע בטיל הסקאד, נסתכל גם על השינוי בקואורדינטות שרואה הפטריוט: $x' = -9600m + 480t$,
   $y' = 14000 - 360t - V_p t - 5t^2$.
   התנאי לכך שהפטריוט יפגע בסקאד הוא שהסקאד יגיע לראשית הצירים במערכת הפטריוט. לפי המשוואה הראשונה, זמן המעוף הוא 20 שניות. לכן נקבל מהמשוואה השניה $V_p = 240\frac{m}{\sec}$.

4. נתון מתקן המורכב משני לוחות מתכת המחוברים זה לזה בזוית ישרה. המתקן מונח על הקרקע ומוטה בזווית α אל הרצפה. בתוך המתקן מונחים שני קרשים, שמשקלם 15 קג"כ ו-10 קג"כ (ראו ציור). מה צריכה להיות הזווית על מנת שהמערכת תמצא בשווי משקל? יש להניח שהמגע בין הקרשים הוא אנכי תמיד. אין חיכוך בין המשטחים השונים.

על הגוף הימני פועל המשקל שלו, הנורמל מהמשטח N_1, והנורמל בין הקרשים N.

על הגוף השמאלי פועל המשקל שלו, הנורמל מהמשטח N_2, והנורמל בין הקרשים (N-).

מתוך כך ששקול הכוחות בציר Y מתאפס עבור שני הגופים נקבל $N_1 \cos\alpha = W_1$,

ו- $N_2 \sin\alpha = W_2$.

מתוך כך ששקול הכוחות בציר X מתאפס עבור שני הגופים נקבל $N_1 \sin\alpha = N$,

ו- $N_2 \cos\alpha = N$.

מזוג המשוואות השניות נקבל $\tan\alpha = \frac{N_2}{N_1}$,

ומזוג המשוואות השניות נקבל $\frac{N_2}{N_1}\tan\alpha = \frac{W_2}{W_1}$.

נציב ונקבל $\tan^2\alpha = \frac{W_2}{W_1}$,

כלומר $\alpha = 39.23^\circ$.