



התנגשויות: חקירת המתקף בהתנגשות

מטרת הניסוי: נחקור את הכוח שפועל על גוף (עגלה) במהלך התנגשות בעזרת מד כוח.



נשווה בין המתקף הנמדד בהתנגשות במשך זמן t המוגדר: $J(t) \equiv \int_0^t \vec{F}(T) \cdot dT$ עם השינוי שחל

בתנע ΔP

נדמה בניסוי תאונת דרכים בה מתנגש הנוסע בהגה במצב שיש כרית אויר ובמצב שאין כרית אויר. כדי לדמות את ההתנגשות עם כרית אויר נחבר לעגלה מחזיק פלסטי עם גומייה.

ציוד: מסילת אויר, מחליק, חיישן סונאר למדידת מרחק ומד כוח בתדר דגימה גבוה.

מהלך הניסוי:

- שימו את הסונאר בקצה של המסילה.
- שימו את מד הכוח על מעמד מקובע באותו קצה כדי לאפשר התנגשות עם העגלה.
- חברו את המחזיק עם גומייה לעגלה כדי לדמות את ההתנגשות עם כרית אויר, רשמו את המסה של המחליק $M_{\text{soft}} = \underline{\hspace{2cm}}$, $M_{\text{hard}} = \underline{\hspace{2cm}}$ והגביהו קצה אחד של המסילה באמצעות קרש בודד.
- אפסו את מד הכוח והזרימו אויר במסילה.
- לחצו על "Record"  שחררו את המחליק ממנוחה לכיוון מד הכוח ממרחק של 1 מטר (לשם כך הגבה צד אחד של המסילה בעזרת פלטה אחת). על המסך מופיעים גרפים של העתק, מהירות וכוח הפועל על העגלה כנגד הזמן.
- לאחר ההתנגשות, לחצו על "Stop"  כדי לעצור את המדידה. אם יש צורך להגדיל או להקטין את הסקאלה באחד מהצירים, עמדו עם העכבר על הציר הספציפי (הסמן יראה בערך כך \updownarrow) וגררו אותו כלפי מעלה/מטה.



7. מתוך גרף המהירות, קראו את המהירות של הגוף מיד לפני ומיד אחרי ההתנגשות. את המדידות בצעו בעזרת לחיצה על "Add a coordinates tool" ובחרו את "Add coordinates/Delta tool" (צריך להיות על הגרף של ה position). רשמו בטבלה 1 עם יחידות מתאימות.


8. חשבו את השינוי בתנע המחליק ורשמו בטבלה.



טבלה 1 – שינוי בתנע כתוצאה מהתנגשות מול המתקף הכולל

| מתקף כולל בהתנגשות $J(N*s)$ | שינוי בתנע: $\Delta p(N*s) = m(u-v)$ | מהירות אחרי: $u(m/s)$ | מהירות לפני: $V(m/s)$ | |
|--------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| | | | | התנגשות בין עגלה עם גומייה למד כוח |
| | | | | התנגשות בין עגלה עם בורג למד כוח |

9. בגרף הכוח לחצו על "Data Highlighter"  ובחרו בקטע שבו מתרחשת ההתנגשות (באמצעות המלבן המופיע, ניתן להזיז אותו ולשנות את גודלו בהתאם לקטע הרצוי).

10. לחצו על "display area..."  כדי לקבל את השטח שמתחת לגרף הכוח.

11. בחרו בגרף הכוח ובסרגל שמעליו לחצו על "display statistics..."  בעזרת החץ שליידו, הציגו את הערך המקסימלי בגרף ורשמו אותו בטבלה 2:

12. כדי למדוד את משך ההתנגשות, לחצו על "Add a coordinates tool"  ובחרו את "Add coordinates/Delta tool" גררו את הריבוע שיופיע לנקודה בקצה ההתחלתי של ההתנגשות. לאחר מכן לחצו על "show/hide..."  ואת המלבן השני גררו לקצה הסופי של ההתנגשות. רשמו את Δt בטבלה 2:

טבלה 2 - השוואה בין התנגשויות

| משך ההתנגשות: $\Delta t(s)$ | כוח מקסימאלי: $F_{max}(N)$ | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| | | התנגשות בין עגלה עם גומייה למד כוח |
| | | התנגשות בין עגלה עם בורג למד כוח |



13. כיצד לדעתכם מחושב השטח מתחת הגרף? איזו פעולה מתמטית מייצגת את החישוב זה?
כיצד נראית לדעתכם פונקציה זו? (מונוטונית עולה/יורדת/בעלת נקודת קיצון)

אופציונלי: (הצגת פונקציית האינטגרל בגרף הכוח)

הציגו את פונקציית האינטגרל (גודל שזכה לשם מתקף): $J(t) \equiv \int_0^t \vec{f}(T) \cdot dT$

לשם כך בצעו את הפעולות הבאות:



1. לחצו על "Calculator" שנמצא מצד שמאל.

2. בחלון שנפתח רשמו את הביטוי הבא: $\text{integral}(F) =$.

3. לחצו על הלחצן הימני ובחרו ב-"integral" -> "Special" -> "Insert Function".

4. בשורה שתופיע, עמדו בין הסוגריים העגולות לבין הפסיק (,) ולחצו שם על קליק ימני, בחרו ב-"Insert Data" -> "Force".

5. במקום המתאים בהמשך השורה מלאו את היחידות המתאימות (ניוטון - N).



6. לחצו על Accept



7. על מנת לראות את הגרף בצורה ברורה לחצו שוב על "Calculator".

8. בסרגל העליון מעל לגרפים, לחצו על האייקון "add new y-axis..." , מצד ימין של גרף הכוח אמור להופיע לחצן של

<Select Measurement>. לחצו עליו ותחת הכותרת של "Equations" בחרו ב-"integral(F)" שהגדרנו מקודם.



9. מה מייצגת כל נקודה על פונקציית המתקף במושגים של תנע ובמושגים של שטח? מצאו את ערך המתקף בסוף ההתנגשות והוסיפו לטבלה 1.

14. השוו בין Δp ל J בטבלה 1. מהם המקורות האפשריים להבדל?

15. האם התאוצה במהלך ההתנגשות קבועה?



16. שמירת הנתונים: בתוכנת Capstone ישנה אפשרות ייעודית לשמירת נתוני הניסוי בצורה מסודרת. הנה הסבר כללי איך השיטה עובדת:

- a.  בחלק העליון של העמוד, מופיע האייקון "Take Journal Snapshot..". לחיצה עליו תיקח מעין צילום של החלק הנבחר מהגרפים ותכניס אותו ל"יומן".
- b. בעזרת החץ שליד הכפתור ניתן לבחור בין מספר אפשרויות צילום, התנסו באפשרויות השונות ובחרו באחת שמתאימה לכם. כאשר אתם מצלמים תמונה היא תופיע במשך כמה שניות כדי שתוכלו לבדוק אותה ולאחר מכן תיעלם.
- c.  כדי לראות את כל התמונות שביומן לחצו על "Show or Hide Journal" שצמוד ללחצן הקודם.
- d. עכשיו נשמור את הקבצים על המחשב: עברו לשולחן העבודה ופתחו שם תיקייה עם שם הניסוי והשם שלכם. לאחר מכן חזרו לתוכנה ולחצו על  "Export Journal to HTML"
- e. בחרו בתיקייה שפתחתם כתיקיית היעד, כל התמונות שלקחתם ישמרו שם. עכשיו תוכלו לפתוח את התיקייה עצמה, לשנות את שמות התמונות ולשלוח אותם לעצמכם בכל דרך שתמצאו.

17. הורידו את מחזיק הגומייה מהמחליק וחברו במקומו בורג גומי.



18. מחקו את הנתונים מהניסוי הקודם בלחיצה על Delete

19. חזרו על הסעיפים 4 והלאה עבור התנגשות זו.

20. באיזו התנגשות פועל כוח מקסימאלי יותר גדול? _____

21. איזו התנגשות אורכת יותר זמן? _____

22. למה כרית אויר מצילה חיים? _____