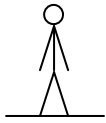


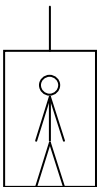
פתרונות והערות למורה

תלמיד עומד על רצפת המעבדה



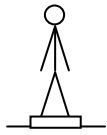
- יובל עומד על הרצפה. המסה של יובל היא 50 ק"ג.
- א. מה גודלו ומה כיוונו של כוח הכובד שהארץ מפעילה על יובל?
כוח הכובד הוא תמיד mg ופועל כלפי מטה. במקרה שלנו הכוח הוא 490N.
- ב. מהו גודלו ומה כיוונו של כוח הגומלין שבאינטראקציה שבין יובל לבין הארץ?
זוג כוחות באינטראקציה פועלים בכיוון הפוך, וגודלם שווה. כוח הגומלין שיובל מפעיל על הארץ, פועל כלפי מעלה, וגודלו 490N.
- ג. מדוע יובל אינו נופל בהשפעת כוח הכובד? איזה גוף מפעיל עליו כוח נגדי?
אם יובל אינו נופל, הרי שיש כוח נגדי לכוח הכובד שמקומו אותו לחלוטין. הכוח הזה הוא "הכוח הנורמלי" שמופעל על ידי הרצפה, והוא פועל כלפי מעלה.
- ד. מה גודלו של כוח זה? מדוע?
כאמור, כוח זה חייב לקזז בדיוק את כוח הכובד, ולכן גודלו הוא 490N, והוא פועל כלפי מעלה. כוח זה שווה בגודלו ובכיוונו לכוח מסעיף ב, אך מדובר על כוחות שונים עם שותפים שונים לאינטראקציה.
- ה. איזה גוף מפעיל את כוח הגומלין ("התגובה") לכוח מן הסעיף הקודם?
הכוח בסעיף הקודם הופעל על יובל על ידי הרצפה. התגובה היא כוח שיובל מפעיל על הרצפה כלפי מטה.
- ו. מה גודלו של הכוח הזה?
שני כוחות שנמצאים באינטראקציה הם שווים, ולכן גודלו של כוח זה הוא 490N.

תלמיד עומד על רצפת מעלית



- נמשיך לדון בכוחות שפועלים על יובל. הפעם יובל נכנס למעלית. הוא מפעיל את המעלית. בחלק מן התנועה המעלית עולה במהירות משתנה כל הזמן.
- א. האם תשובותיכם לסעיפים א ו-ב מן השאלה הקודמת ישתנו? הסבירו.
כוח הכובד שפועל על יובל אינו משתנה. הכוח השותף באינטראקציה אמור להיות שווה גודל, ולכן אינו משתנה.
- ב. מהו גודלו ומהו כיוונו של כוח הגומלין באינטראקציה בין יובל לבין הארץ?
490N (כמו בשאלה הקודמת).
- ג. האם תשובתכם לסעיף ד בשאלה הקודמת תשתנה? הסבירו.
יובל אינו נע במהירות קבועה. זה מעיד על כך ששני הכוחות שפועלים עליו אינם מקוזזים זה את זה. הכוחות אינם שווים בגודלם.
- בשלב מסוים של התנועה המעלית נעה במהירות קבועה.
- ד. הסבירו מדוע כל התשובות מן השאלה הקודמת (על רצפת המעבדה) נותרות בתוקף.
כאשר המהירות קבועה, הכוחות מקוזזים זה את זה. הדבר שקול למצב שבו הרצפה אינה נעה, מבחינת הכוחות.

מאזני רצפה



עמדו על מאזני רצפה. הן מכוילות להורות תוצאות בק"ג.

א. רשמו את המסה שלכם, כפי שהיא נמדדה על ידי המכשיר.

התלמיד ירשום את המסה שלו, כפי שהמכשיר מורה.

נניח כי המכשיר כולל בתוכו קפיץ, והוא מודד כוח.

ב. מה גודלו של הכוח שהקפיץ מודד?

כיוון שהתלמיד נמצא במנוחה, כוח הכובד והכוח שהרצפה (או המאזניים) מפעילה שווים בגודלם, ולכן הכוח יהיה שווה ל- mg . התלמיד יציב את המסה שלו ויחשב.

יובל טוען כי הכוח הנמדד הוא כוח הכובד שהארץ מפעילה עליכם. אסנת טוענת כי הכוח הנמדד הוא הכוח שהרצפה (או המאזניים) מפעילה עליכם. יובל משיב לה כי שני הכוחות הם שווי גודל. אסנת משיבה לו כי לא בכל המקרים הכוחות הם שווי גודל.

ג. מדוע יובל חושב ששני הכוחות שווים בגודלם?

כיוון שאתם נמצאים במנוחה, שני הכוחות שפועלים עליכם הם שווי גודל, ולכן המכשיר שמודד אחד מהם, מודד גם את השני.

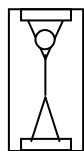
ד. מדוע אסנת טוענת שיש מקרים שבהם הכוחות אינם שווים בגודלם?

כאשר הרצפה אינה במנוחה, כמו במעלית מן השאלה הקודמת, ייתכן ששני הכוחות אינם שווי גודל. אם כך המכשיר מודד רק את אחד מהם.

ה. מהו אכן הכוח הנמדד – כוח הכובד או "הכוח הנורמלי"?

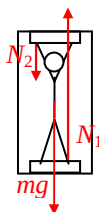
המכשיר מודד את עוצמת האינטראקציה בין יובל למאזניים. זהו "הכוח הנורמלי" ולא כוח הכובד.

שני מאזני רצפה



אם יש ברשותכם שני מאזני רצפה, תוכלו לעשות את הניסוי הבא. עמדו על אחד מהם, והחזיקו את השני, כשהוא הפוך, כאשר כפות ידיכם דוחפות אותו כלפי מעלה אל המשקוף של אחד הפתחים בבית או בכיתה (ייתכן שתצטרכו הדום יציב). ככל שתלחצו חזק יותר, שני המכשירים יראו תוצאות גבוהות יותר, אך ההפרש יישאר קבוע.

א. תארו בתרשים כוחות את שלושת הכוחות שפועלים עליכם וציינו מי מפעיל אותם.



שלושת הכוחות מופעלים על ידי שלושת הגופים שעמם התלמיד נמצא באינטראקציה – כוח הכובד (mg) שמופעל על ידי הארץ (כלפי מטה), הכוח הנורמלי (N_1) שמופעל על ידי המאזניים התחתונים (כלפי מעלה), הכוח הנורמלי (N_2) שמופעל על ידי המאזניים העליונים (כלפי מטה).

ב. מה מודד ההפרש הקבוע?

סכום הכוחות שפועל כלפי מטה, אמור לקזז את הכוח שפועל כלפי מעלה: $mg + N_2 = N_1$, מכאן נובע: $N_1 - N_2 = mg$. הפרש הכוחות הנורמליים שנמדדים על ידי המאזניים, הוא mg . אך כיוון שהמאזניים מכוילים ביחידות מסה, הפרש ההוריות שלהם יציג את מסת התלמיד. התלמיד יוכל לבדוק זאת כאשר הוא חוזר על הניסוי ולוּחץ בכל פעם במידה שונה על המאזניים. בכל הניסויים אמור להתקבל הפרש זהה.

ניתור

ספורטאית מנתרת כלפי מעלה (ממצב מנוחה).

א. מה הם שני הכוחות שפועלים עליה ברגע הניתור (ממש לפני שהיא מנתקת מגע מן הקרקע)?

משרד החינוך

המינהל למדע וטכנולוגיה

הפיקוח על הוראת הפיזיקה

הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

כוח הכובד שמופעל על ידי הארץ והכוח הנורמלי שמופעל על ידי הרצפה.

ב. איזה מן הכוחות גדול יותר?

זה אינו מצב מנוחה. הספורטאית מגדילה מהירות כלפי מעלה (מאפס לערך מהירות אחר), ולכן יש עודף כוח כלפי מעלה. הכוח הנורמלי גדול מכוח הכובד.

ג. האם מערך הכוחות משתנה בעקבות הניתוק?

בהעדר מגע אין כוח נורמלי. נותר רק כוח הכובד.

גודלו של הכוח חיכוך

שרירן מתאמן בגרירת משאות כבדים על פני הקרקע. הוא מפעיל על תיבה כבדה כוח של 100 ניוטון, והתיבה אינה נעקרת ממקומה. בניסוי השני שני הוא מפעיל כוח של 500 ניוטון ואינו מצליח להזיז את התיבה. בניסוי שלישי הוא מפעיל כוח של 1000 ניוטון, והתיבה נותרת עדיין במקומה. בניסוי רביעי הוא מפעיל כוח של 1200 ניוטון, והתיבה נעקרת ממקומה.

האם אפשר לקבוע מה גודלו של כוח החיכוך בכל אחד מארבעת המקרים? נמקו.

כל זמן שהתיבה אינה נעקרת ממקומה, היא נמצאת במנוחה. הכוח המושך והחיכוך מקזזים זה את זה, כלומר: הם שווים גודל. בשלושת הניסויים הראשונים כוח החיכוך שווה לכוח המושך (100 ניוטון, 500 ניוטון, 1000 ניוטון). בניסוי הרביעי יש רגע שבו המהירות משתנה. ברגע זה החיכוך קטן מן הכוח שהשרירן מפעיל (1200 ניוטון). איננו יודעים בכמה הוא קטן. גם בהמשך יהיה כוח החיכוך קטן מ-1200 ניוטון.

מסוע

מסוע הוא רצועה נעה שאפשר להסיע עליה משאות במרכול, בשדה התעופה, בפס הייצור ועוד.

א. איזה סוג חיכוך פועל על העצמים המוסעים – סטטי או קינטי?

כל זמן שהעצמים המוסעים צמודים לרצועה ואינם מחליקים עליה, זהו חיכוך סטטי.

ב. כאשר הגוף נע במהירות קבועה על גבי המסוע, האם פועל עליו כוח קדימה או אחורה?

אין צורך בכוח כדי לנוע במהירות קבועה. המסוע אינו מפעיל כוח.

ג. חפשו באינטרנט מידע על מסועים מיוחדים. מהו המסוע הארוך ביותר שמצאתם?

כל תלמיד יחבר סיפור משלו.

הליכה על הקרח

מדוע אי אפשר ללכת על הקרח? מה יקרה אם ננסה ללכת כפי שאנו רגילים?

כדי ללכת יש צורך בכוח חיכוך. הקרח אינו מסוגל להפעילו. אנו רגילים לדחוף את כף הרגל אחורה כדי שתידחף את הרצפה. כאשר הרצפה עשויה קרח, אי אפשר לדחוף אותה. כף הרגל שנדחפה אחורה ממשיכה לנוע אחורה.

החיכוך בכביש

מה הם היתרונות ומה הם החסרונות של החיכוך בכביש?

ללא חיכוך אי אפשר לשנות מהירות. אי אפשר להניע רכב ממצב מנוחה. אי אפשר לבלום אותו בשעת הסכנה. חיכוך הוא, אפוא, הכרחי. עם זאת חיכוך הוא גם גורם להאטה, והדבר מחייב השקעת אנרגיה, כלומר: דלק, כלומר: כסף. החיכוך גורם גם לחימום הצמיגים ולשחיקתם (זהו חיסרון).

בייסבול

בכתובת שלפנינו תמצאו סרטון שבו מודדים בקצב מהיר את ההתנגשות של כדור בייסבול במחבט: <https://www.youtube.com/watch?v=ModpYJD1gUI>.

התבוננו בסרט והשיבו על השאלות הבאות:

א. מהי מהירות השיגור של הכדור בקילומטר לשעה?

יש לעקוב אחרי הסרטון ולשמוע (באנגלית) כי המהירות היא בין 160 ל-180 מייל לשעה. התלמידים אמורים למצוא את המעבר ממייל לקילומטר. אם יעבדו בקירוב שמייל הוא 1.6 ק"מ, יקבלו כי המהירות היא בין 256 ל-288 ק"מ לשעה.

ב. איזה גוף קשיח יותר – הכדור או המחבט? איך רואים זאת מן הסרטון?

הכדור מתעוות במידה ניכרת, הרבה מעבר למחבט, ולכן המחבט קשיח בהרבה מן הכדור.

ג. האם הגוף הקשיח מבין השניים קשיח לחלוטין? כיצד רואים זאת מן הסרטון?

גם המחבט אינו קשיח, אפשר לראות כיצד נוצר בו עיוות גלי.

ד. האם הכוח שמחבט מפעיל על הכדור גדול מהכוח שהכדור מפעיל על המחבט, קטן ממנו או שווה לו?

מדובר בזוג כוחות באותה אינטראקציה, ולכן הכוחות האלה שווים בגודלם בכל מקרה ובכל תנאי.

כדור גולף

בכתובת שלפנינו תמצאו סרטון שבו מודדים בקצב מהיר את ההתנגשות של כדור גולף במחבט: <https://www.youtube.com/watch?NR=1&v=AkB81u5IM3I&feature=endscreen>.

א. באיזה קצב נעשה הצילום המהיר?

בכותרת של הסרטון רשום כי קצב צילום הוא 70,000 תמונות בשנייה (fps).

ב. מהי מהירות הפגיעה של הכדור?

בכותרת של הסרטון רשום כי המהירות היא 150 מייל לשעה.

ג. האם הכדור מתנהג כקפיץ בעת ההתנגשות?

בסרטון רואים מחזוריים של כיווץ והתארכות.