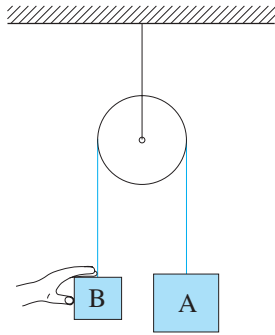


## מכונת אטווד

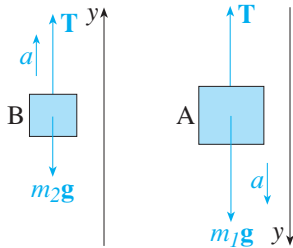


א המערכת מוחזקת במנוחה.

שני גופים A ו-B שמסותיהם  $m_1 = 3 \text{ kg}$  ו- $m_2 = 2 \text{ kg}$  בהתאמה, קשורים באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת. ניתן להזניח את מסת החוט ביחס למסות הגופים, ואת החיכוך בין החוט לבין הגלגלת. (מערכת זו מכונה מכונת אטווד). א. אדם אחוז בגוף B (תרשים 39) והמערכת נמצאת במנוחה. חשב את מתיחות החוט.

ב. במצב אחר, האדם מרפה מהגוף B, אך אחוז בגלגלת (אינו נותן לה להסתובב), ומצמיד את החוט לגלגלת, כך שהוא אינו יכול להחליק עליה. חשב את מתיחות החוט.

ג. המערכת משוחררת. חשב את גודל תאוצת הגוף A.



פתרון:

א. המתיחות לאורך החוט אחידה. כדי לחשב אותה, נתבונן בכוחות הפועלים על גוף A: מתיחות החוט המכוונת כלפי מעלה, וכוח הכובד שגודלו 30 ניוטון כלפי מטה. הגוף במנוחה לכן הכוח השקול שווה לאפס, לכן מתיחות החוט שווה ל- 30 ניוטון.

ב. במצב שבו החוט מוצמד לגלגלת, מתיחות החוט אינה אחידה: לכל ב. תרשימי הכוחות של הגופים לאחד אחד משני חלקיו - זה שמימין לגלגלת וזה שמשמאל לה מתיחות שונה. שחרור המערכת.

כדי לחשב את מתיחות החלק הימני של החוט, נתבונן בכוחות הפועלים תרשים 39: מכונת אטווד. על גוף A: מתיחות  $T_1$  המכוונת כלפי מעלה, וכוח כובד בן 30 ניוטון כלפי מטה. הגוף נח לכן  $T_1 = 30 \text{ N}$ .

כאשר מתבוננים בגוף B ניתן להראות כי המתיחות  $T_2$  של החלק השמאלי של החוט היא  $T_2 = 20 \text{ N}$ .

ג. ניתוח: כיוון שאין חיכוך בין החוט לבין הגלגלת, ומסת החוט ניתנת להזנחה (ביחס למסות הגופים הקשורים אליו) מתיחות החוט אחידה לכל אורכו. נסמן אותה באות  $T$ . מלבד כוחות המתיחות, פועלים על הגופים רק כוחות הכובד, כמתואר בתרשים 39.

המערכת נעה בתאוצה. על-פי הסבר המופיע בסעיף א של דוגמה 10, תאוצות שני הגופים שוות בגודלן, אולם הן הפוכות בכיוונן: תאוצתו של A מכוונת כלפי מטה, ושל B כלפי מעלה.

מערכת צירים: נוכל לתאר את תנועת שני הגופים ביחס לציר יחיד. אם כיוונו החיובי יהיה כלפי מעלה, ונסמן את רכיב התאוצה של גוף A על ציר זה באות  $a$ , אזי רכיב התאוצה של B על ציר זה תהיה  $-a$ .

נבחר באפשרות אחרת: גוף A כבד מגוף B לכן תאוצתו של A מכוונת כלפי מטה ושל גוף B כלפי מעלה. נבחר לגבי כל גוף ציר בכיוון תאוצתו: תנועתו של גוף A תואר ביחס לציר  $y$  שכיוונו כלפי מטה, ושל גוף B ביחס לציר  $y$  שכיוונו החיובי כלפי מעלה (תרשים 39). באופן כזה יהיו רכיבי שתי התאוצות חיוביים. נצטרך כמובן להקפיד לרשום את רכיבי הכוחות עם הסימן הנכון.

משוואות התנועה:

$$\text{לגבי הגוף A: } \Sigma F_y = ma \Rightarrow m_1 g - T = m_1 a \quad (\alpha)$$

$$\text{לגבי הגוף B: } \Sigma F_y = ma \Rightarrow T - m_2g = m_2a \quad (\text{ב})$$

התרת המשוואות: נחבר את משוואות (א) ו-(ב), נוציא את  $a$  כגורם משותף לשני מחוברים, נחלק ב- $m_1 + m_2$  ונקבל:

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \quad (\text{ג})$$

בחינת הפתרון: מבחינת היחידות - לשני האגפים יחידות של תאוצה.

כאשר שני הגופים שווים במסתם - נצפה שהמערכת לא תואץ. ואכן, אם נציב בפתרון  $m_1 = m_2$  נקבל כי התאוצה שווה לאפס.

$$a = \frac{3 - 2}{3 + 2} \cdot 10 = 2 \text{ m/s}^2 \quad \text{נציב ב-(ג) את הנתונים:}$$

לגוף A יש, אם כן, תאוצה שגודלה  $2 \text{ m/s}^2$ .