



המרכז הארצי
למורי הפיזיקה

המחלקה להוראת המדעים
מכון ויצמן למדע, רחובות



דפי פעילות בנושא:

עבודה ושינויים באנרגיה הקינטית

מתוך : Tutorials in Introductory Physics

Lillian C. McDermott, Peter S. Shaffer
And the Physics Education Group

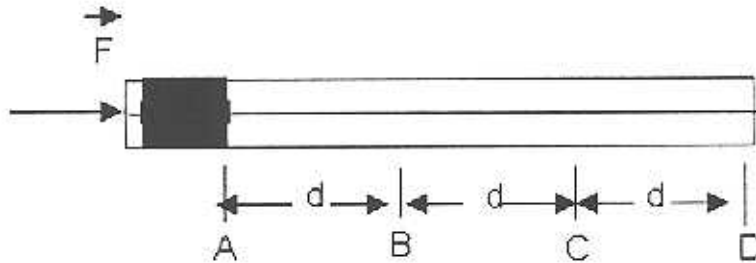
Department of Physics
University of Washington

תרגום חופשי: הניה ווילף



עבודה ושינוי באנרגיה הקינטית

1. שינויים באנרגיה קינטית



רחפת נעה על מסילת אוויר בשעה שיד מפעילה עליה כוח אופקי קבוע (F). החיכוך זניח. הרחפת מתחילה לנוע ממנוחה מהנקודה A. הכוח האופקי אינו משתנה לאורך כל המסילה.

א. תאר את תנועת הרחפת. הדגש את המושגים והחוקים בהם נעזרת בתיאור התנועה.

נניח שמשך הזמן הדרוש לרחפת לעבור מהנקודה A לנקודה B הוא Δt_1 . האם משך הזמן הדרוש לרחפת לעבור מהנקודה B לנקודה C גדול, קטן או שווה ל Δt_1 ? הסבר.

נניח שמהירות הרחפת גדלה ב Δv_1 כשהיא עוברת מהנקודה A לנקודה B. האם השינוי במהירות במעבר מהנקודה B לנקודה C גדול, קטן או שווה ל Δv_1 ? הסבר כיצד הגדרת מושג התאוצה יכולה לעזור לך בקביעת תשובתך.

ב. בתנועה חד ממדית שוות תאוצה, מהירותו הסופית של גוף קשורה להעתק באמצעות הנוסחה

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta s$$

השתמש בנוסחה זו על מנת לרשום את מהירות הרחפת בנקודות B ו C באמצעות תאוצת הרחפת a והמרחק d.

השתמש בתשובתך זו, על מנת לקבל ביטויים עבור השינוי בגודל המהירות של הרחפת בין הנקודות A ו B (Δv_{AB}) ובין הנקודות B ו C (Δv_{BC}).



האם Δv_{BC} גדול, קטן או שווה ל Δv_{AB} :

האם תשובתך עקבית עם תשובתך ל א' אם לא הסבר את חוסר העקביות.

ג. האנרגיה הקינטית של גוף מוגדרת כ: $\frac{1}{2}mv^2$

השתמש בנוסחה שניתנה בסעיף ב' כדי לקבל משוואה לאנרגיה הקינטית הסופית של גוף במונחי הכוח השקול הפועל עליו, המרחק אותו עבר והאנרגיה הקינטית ההתחלתית שלו.

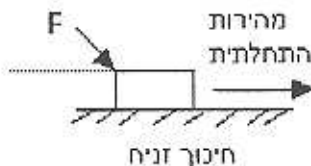
עתה בטא את השינוי באנרגיה הקינטית (ΔEK) של גוף במונחים של הכוח השקול הפועל עליו והמרחק שהגוף עבר.

הקשר אותו קיבלת, תקף לכל גוף קשיח הנע בקו ישר בכיוונו של כוח שקול קבוע. בטא קשר זה במילים.

2. עבודה

נניח עתה כי במקום לדחוף אופקית את הרחפת כמו קודם, דוחפים אותה בכוח השווה בגודלו לכוח הקודם, F , אך בזווית θ כמתואר בתרשים. העתק הרחפת הוא $\vec{\Delta s}$.

א. שרטט תרשים כל הכוחות הפועלים על הרחפת.



ב. רשום משוואה המראה את הקשר בין גודל הכוח השקול הפועל על הרחפת לבין גודל הכוח הדוחף את הרחפת.

ג. השתמש בתוצאה שהתקבלה בסוף הפרק הראשון ורשום משוואה הנותנת את השינוי באנרגיה הקינטית של הרחפת באמצעות θ , F ו Δs .

רשום משוואה זו מחדש באמצעות המכפלה בין וקטור הכוח, \vec{F} , ווקטור ההעתק, $\Delta \vec{s}$.

בטא את המכפלה במילים בשתי דרכים שונות: אחת שתדבר על הרכיב של הכוח בכיוון ההעתק; והשנייה שתדבר על רכיב ההעתק בכיוון הכוח.

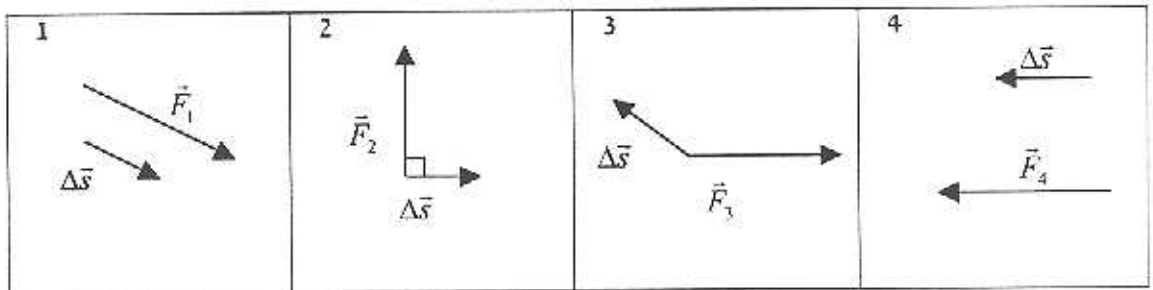


כיצד יש לדחוף את הרחפת כדי שהמכפלה תהיה שלילית?

אנו מתייחסים לגודל $\vec{F} \cdot \Delta\vec{s}$, כעבודה הנעשית על גוף קשיח ע"י מי שמפעיל את הכוח \vec{F} . לדוגמא, הגודל $\vec{F} \cdot \Delta\vec{s}$ קרוי "העבודה שנעשתה על הרחפת ע"י היד שהפעילה את הכוח הדוחף". בחלק ג', בנית משוואה הקושרת את השינוי באנרגיה הקינטית של גוף לכוח השקול הפועל על הגוף. משוואה זו קרויה משפט עבודה-אנרגיה.

ד. בטא את משפט "עבודה אנרגיה" במילים.

ה. בכל אחד מהמקרים הבאים פועל על גוף כוח קבוע. העתקו של הגוף הוא $\Delta\vec{s}$. קבע האם העבודה הנעשית על הגוף ע"י מפעיל הכוח המופיע בתרשים היא חיובית, שלילית או אפס.



3. יישומי משפט עבודה אנרגיה

א. מעלית שמשקלה W נמצאת במצב מנוחה בקומה הראשונה של בנין. היא נעה כלפי מעלה וחולפת על פני הקומה השניה במהירות שגודלה v_0 . היא ממשיכה כלפי מעלה ולבסוף עוצרת בקומה הרביעית. המרחק בין שתי קומות סמוכות הוא H .

1. שרטט תרשים של כל הכוחות הפועלים על המעלית מיד לאחר שעזבה את הקומה הראשונה. וודא שהינך משרטט את כל הכוחות עם גדלים יחסיים נכונים.



2. האם השינוי באנרגיה הקינטית של המעלית כאשר היא עולה מהקומה הראשונה לקומה השניה גדול, קטן או שווה לאפס? הסבר.



בהתבסס על תשובתך שלעיל, האם העבודה הכוללת הנעשית על המעלית בתנועתה מהקומה הראשונה לקומה השנייה גדולה, קטנה או שווה לאפס? הסבר.

האם תשובתך לגבי הסימן של העבודה הכוללת עקבית עם תרשים הכוחות הפועלים על המעלית? אם כן הסבר כיצד. אם לא, הסבר את חוסר העקביות.

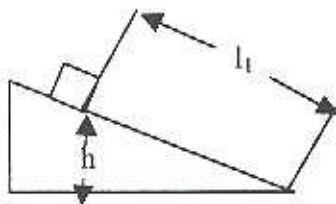
3. האם השינוי באנרגיה הקינטית עבור המסע כולו (מהקומה הראשונה לקומה הרביעית) גדול, קטן או שווה לאפס? הסבר.

בהתבסס על תשובתך שלעיל, האם העבודה הכוללת שנעשתה על המעלית במשך המסע כולו גדולה, קטנה או שווה לאפס? הסבר.

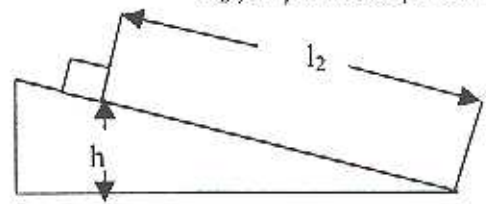
4. רשום ביטוי עבור העבודה שנעשתה על המעלית ע"י החבל במשך המסע כולו במונחים של הגדלים הנתונים בלבד.

האם תשובתך מרמזת על כך שהכוח המופעל על המעלית ע"י החבל תמיד שווה בגודלו למשקל המעלית? הסבר.

ב. שני גופים זהים משוחררים ממנוחה מאותו גובה על מישורים משופעים חסרי חיכוך. גודל המהירות הסופית של כל גוף מסומן כ: v_{Af} ו v_{Bf} . המרחק אותו עובר גוף א', l_1 , קטן יותר מהמרחק שעובר גוף ב', l_2 .



גוף א'



גוף ב'

1. שרטט תרשים כוחות עבור כל גוף בנפרד ברגע כלשהו של תנועתם.

קבע, האם העבודה שעושה כל כוח מאלה שציינת, הינה חיובית, שלילית או אפס. הסבר את שיקולך.



2. השתמש בהגדרת העבודה על מנת להשוות את העבודה הכוללת שנעשתה על גוף א' ועל גוף ב'.
הסבר כיצד הגעת להשוואה. (רמז: זכור שהמכפלה הסקלרית של שני וקטורים יכולה להתקבל בשתי דרכים.)

בהתבסס על תשובתך, האם גודל המהירות הסופית של גוף א', v_{Af} , גדול, קטן או שווה
למהירות הסופית של גוף ב', v_{Bf} ?