

פרקטיקות עבודת כוח לא משמר

1. האנרגיה המכנית נשמרת רק במקרים בהם כל הכוחות העושים עבודה הם כוחות משמרים (כוח הכובד או כוח הקפיץ)

2. בכל המקרים בהם לא רק כוח הכובד עושה עבודה, האנרגיה המכנית לא נשמרת!
במקרים אלו, מידת השינוי באנרגיה המכנית שווה לעבודת הכוחות הלא משמרים העושים עבודה על הגוף.

$$\text{עבודת שקול הכוחות הלא-משמרים} \\ W_{\text{לא משמרים}} = \Delta E \quad (E - \text{אנרגייה מכנית כוללת})$$

3. במשפט העבודה אנרגיה ניתן להשתמש תמיד (בין אם האנרגיה המכנית נשמרת ובין אם לא) :

$$\text{משפט עבודה-אנרגיה} \quad W_{\text{כוללת}} = \Delta E_k$$

4. האנרגיה תמיד נשמרת, לא תמיד בצורה של אנרגיה מכנית.

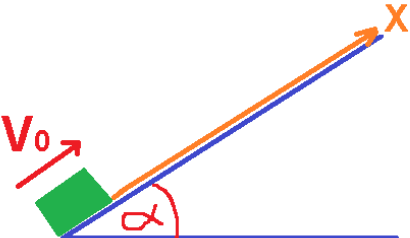
5. עבודת כוח החיכוך יוצרת חום, חום הוא צורה נוספת של אנרגיה.

נוסחאות המופיעות בדפי הנוסחאות:

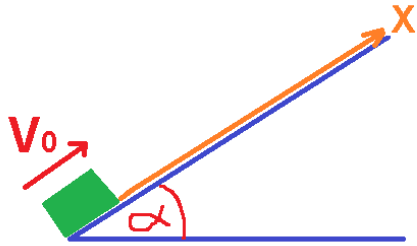
עבודה של כוח הקבוע בגודלו ובכיוונו כאשר $\Delta s = \Delta x $, $W = F_x \Delta x = F \cos \theta \Delta s$	
אנרגייה קינטית	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
אנרגייה פוטנציאלית כובדית (שדה אחיד)	$U_G = mgh$ ($U_{G(h=0)} = 0$)
אנרגייה פוטנציאלית אלסטית	$U_{sp} = \frac{1}{2}k(\Delta \ell)^2$ (במצב רפוי $U_{sp} = 0$)
משפט עבודה-אנרגייה	$W_{\text{כוללת}} = \Delta E_k$
עבודת שקול הכוחות הלא-משמרים	$W_{\text{לא משמרים}} = \Delta E$ (E – אנרגייה מכנית כוללת)

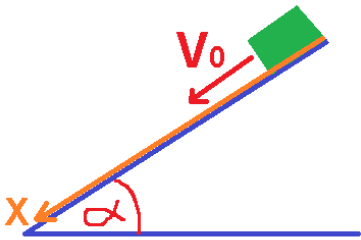
עבודת כוחות לא משמרים

קישור	הערות חשובות	תשובה	העקרונות הפיזיקליים	ביטוי/ערך נדרש	תיאור התנועה
	1. העתק התנועה הוא חיובי, מכיוון שהגוף נע בכיוון הציר. 2. למסת הגוף אין השפעה על העתק התנועה. 3. הכוח השקול שווה לכוח החיכוך הקינטי. כיוון הכוח השקול נגדי לכיוון הציר. לכן תאוצת הגוף היא שלילית. 4. אם נבחר ציר תנועה שכיוונו ככיוון כוח החיכוך הקינטי, נגדי לכיוון התנועה. (מבלי לשנות את תנועת הגוף ואת הכוחות הפועלים עליו) תאוצת הגוף תהיה חיובית.	$\Delta X = 25m$	<u>דינמיקה</u> $\vec{\Sigma F} = m\vec{a}$ <u>קינמטיקה</u> הפונקציות הקינמטיות: $X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta X$	1. גוף שמסתו 5 ק"ג נע על משטח אופקי לא חלק. מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למשטח שווה 0.8. מהירותו ההתחלתית של הגוף היא 20 מטר לשנייה. תנועת הגוף מתוארת ביחס לציר שכיוונו ימינה.  א. העתק תנועת הגוף עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש בעקרונות הקינמטיקה דינמיקה.	העתק תנועת הגוף עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש משפט עבודה אנרגיה
	כוח הכובד וכוח הנורמל פועלים בניצב לתנועה הם לא מבצעים עבודה, (הם גם מתקזזים). סכום העבודות במקרה זה שווה לעבודת כוח החיכוך הקינטי.	$\Delta X = 25m$	משפט עבודה אנרגיה: $\Sigma W = \Delta E_K$	העתק תנועת הגוף עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש משפט עבודה אנרגיה	העתק תנועת הגוף עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש ביטוי עבודת כוח לא משמר
	הגובה של הגוף לא משתנה, השינוי באנרגיה המכנית הוא רק השינוי באנרגיה הקינטית. עבודת הכוחות הלא משמרים במקרה זה, זה רק עבודת כוח החיכוך הקינטי. לכן, מביטוי זה תתקבל משוואה הזזה למשוואה המתקבלת ממשפט עבודה אנרגיה.	$\Delta X = 25m$	ביטוי עבודת כוחות לא משמרים: $W = \Delta E$ כוחות לא משמרים אנרגיה מכנית כוללת	העתק תנועת הגוף עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש ביטוי עבודת כוח לא משמר	

2. גוף שמסתו 5 ק"ג נזרק במעלה משטח נטוי לא חלק. זווית נטיית המישור היא 30 מעלות. מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למשטח שווה 0.8. מהירותו ההתחלתית של הגוף היא 20 מטר לשנייה. תנועת הגוף מתוארת ביחס לציר שכיוונו החיובי הוא בכיוון מעלה המישור.  א. חשב את העתק תנועת הגוף, עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש בעקרונות הקינמטיקה דינמיקה. הנחיה: יש להתייחס לתנועת הגוף מרגע הזריקה ועד רגע העצירה.	1. במקרה זה, בנוסף לכוח החיכוך הפועל בכיוון מורד המישור, פועל גם רכיב של כוח הכובד WX בכיוון מורד המישור(הפוך לכיוון הציר), הגוף נע בתאוצה שלילית יותר מהתאוצה בסעיף הקודם. לכן, העתק התנועה במקרה זה קטן מהעתק התנועה במקרה הקודם. 2. הכוחות הפועלים על הגוף לא משתנים (מרגע תחילת התנועה ועד רגע העצירה). לכן, מהחוק השני של ניוטון ניתן לקבוע שהגוף נע בתאוצה קבועה. 3. אנחנו משתמשים בקינמטיקה כדי לנתח תנועה במהירות קבועה או תנועה בתאוצה קבועה בלבד! שימוש בשיקולי אנרגיה בד"כ מעט מורכב יותר, אך הוא מאפשר לנו לנתח גם תנועה בתאוצה משתנה.	$\Delta X = 16.76m$	<u>דינמיקה</u> $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ <u>קינמטיקה</u> הפונקציות הקינמטיות: $X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$ $V = V_0 + at$ $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta X$	ב. חשב את העתק תנועת הגוף, עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש משפט עבודה אנרגיה
	במקרה זה גם רכיב כוח הכובד מבצע עבודה שלילית(בנוסף לעבודתו השלילית של כוח החיכוך הקינטי), העתק התנועה קטן יותר מההעתק במקרה הקודם.	$\Delta X = 16.76m$	משפט עבודה אנרגיה: $\Sigma W = \Delta E_K$	ג. חשב את העתק תנועת הגוף, עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש בביטוי עבודת כוח לא משמר. הנחיה: בביטוי זה יש להשתמש באנרגיה פוטנציאלית, לכן יש לבטא גיאומטרית את גובה הגוף בתלות בהעתק התנועה.
	1. הכוח הלא משמר היחיד העושה עבודה הוא כוח החיכוך הקינטי. 2. ערך הזווית בביטוי העבודה הוא 120 מעלות.	$\Delta X = 16.76m$	ביטוי עבודת כוחות לא משמרים: $W = \Delta E$ כוחות לא משמרים אנרגיה מכנית כוללת	

3. גוף שמסתו 5 ק"ג נזרק במעלה משטח נטוי לא חלק. זווית נטיית המישור היא 30 מעלות. מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למשטח שווה 0.8. מהירותו ההתחלתית של הגוף היא 20 מטר לשנייה. תנועת הגוף מתוארת ביחס לציר שכינוי החיובי הוא בכיוון מעלה המישור.	דינמיקה $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ קינמטיקה הפונקציות הקינמטיות: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + a t$ $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta X$	אין בקינמטיקה התייחסות לגובה הגוף. בקינמטיקה, אין הבחנה בין גוף הנע בתאוצה קבועה לאורך מסלול אופקי ישר. לבין גוף הנע לאורך מסלול נטוי. כדי להשתמש בקינמטיקה למציאת גובה הגוף ברגע העצירה, יש להיעזר בגיאומטריה. בד"כ כאשר נדרש למצוא גודל פיזיקלי מסוים, שהעקרונות הפיזיקליים הרלוונטיים לא מתייחסים אליו, יש להשתמש בגיאומטריה כדי לקשר בין הגודל הדרוש לעקרונות הפיזיקליים הרלוונטיים.	חשב את הגובה אליו מגיע הגוף ברגע העצירה. $h' = ?$ השתמש בעקרונות הקינמטיקה דינמיקה. הנחיה: בהתאם להעתק התנועה עד לעצירה, ניתן לחשב גיאומטרית את גובה הגוף ברגע העצירה	3. חשב את הגובה אליו מגיע הגוף ברגע העצירה. $h' = ?$ השתמש בעקרונות הקינמטיקה דינמיקה. הנחיה: בהתאם להעתק התנועה עד לעצירה, ניתן לחשב גיאומטרית את גובה הגוף ברגע העצירה
1. חשב את הגובה אליו מגיע הגוף ברגע העצירה. $h' = ?$ השתמש משפט עבודה אנרגיה	משפט עבודה אנרגיה: $\Sigma W = \Delta E_K$	גם במשפט עבודה אנרגיה אין התייחסות לגובה הגוף. יש לחשב את ההעתק ולמצוא את הגובה גיאומטרית.	חשב את הגובה אליו מגיע הגוף ברגע העצירה. $h' = ?$ השתמש משפט עבודה אנרגיה	1. חשב את הגובה אליו מגיע הגוף ברגע העצירה. $h' = ?$ השתמש משפט עבודה אנרגיה
2. חשב את הגובה אליו מגיע הגוף ברגע העצירה. $h' = ?$ השתמש ביטוי עבודת כוח לא משמר.	ביטוי עבודת כוחות לא משמרים: $W = \Delta E$ כוחות לא משמרים אנרגיה מכנית כוללת	בביטוי עבודת הכוחות הלא משמרים, מכיל את האנרגיה הפוטנציאלית כובדית התלויה בגובה הגוף. ניתן לחשב מביטוי זה ישירות את גובה הגוף ברגע העצירה, ללא עזרה גיאומטרית.	חשב את הגובה אליו מגיע הגוף ברגע העצירה. $h' = ?$ השתמש ביטוי עבודת כוח לא משמר.	2. חשב את הגובה אליו מגיע הגוף ברגע העצירה. $h' = ?$ השתמש ביטוי עבודת כוח לא משמר.

	1. לא קיימת נוסחה לחישוב כמות אנרגיה שהלכה לאיבוד. יש לבצע "חישוב מכולת". לחשב את ההפרש בין האנרגיה המכנית שנשארה בסיום התנועה (רק אנרגיה פוטנציאלית כובדית) לאנרגיה שהייתה בתחילת התנועה (רק אנרגיה קינטית). הפרש זה שווה לכמות האנרגיה שהלכה לאיבוד. 2. מתקבלת תשובה שלילית מכיוון שערך האנרגיה הסופי קטן יותר מערך האנרגיה ההתחלתי. כאשר אנרגיה מכנית הולכת לאיבוד השינוי באנרגיה המכנית הוא שלילי.	$\Delta E = -580.58J$	ביטוי אנרגיה שהלכה לאיבוד: $\Delta E = \text{כמות אנרגיה שהלכה לאיבוד} = \text{מכנית כוללת}$	המשך שאלה 3  ד. חשב את כמות האנרגיה המכנית שהלכה לאיבוד במהלך תנועת הגוף (מנקודת הזריקה ועד לנקודת העצירה) $\Delta E = ?$ <u>הנחיה:</u> כמות האנרגיה המכנית שהלכה לאיבוד במהלך התנועה, שווה להפרש שבין האנרגיה המכנית שהייתה לגוף בסוף תנועתו, לאנרגיה המכנית שהייתה לגוף בתחילת תנועתו.
	במציאות, חלק קטן מהאנרגיה המכנית מומר לצורות נוספות של אנרגיה (מלבד חום), לדוגמה אנרגיית גלי הקול הנוצרת מתנועת הגוף במורד המישור. בקירוב, מקובל לומר שכל האנרגיה המכנית ההולכת לאיבוד מומרת לחום.	$\Delta E = -580.58J$	ניתן להניח שכל האנרגיה המכנית שהלכה לאיבוד מומרת לחום.	ה- חשב את כמות החום הנוצר בין הגוף למשטח במהלך תנועת הגוף. $\Delta E = ?$
	כוח החיכוך הוא הסיבה לאיבוד אנרגיה מכנית, לכן גודלו כגודל השינוי באנרגיה המכנית. זה ההיגיון העומד אחרי ביטוי עבודת כוח לא משמר.	$W_{fk} = -580.58J$	ביטוי עבודת כוח החיכוך הקינטי: $W_{fk} = \Delta X \cdot fk \cdot \cos(\alpha)$	ו- חשב את עבודת כוח החיכוך הקינטי. $\Delta E = ?$

	1. במקרה זה רכיב כוח הכובד פועל בכיוון התנועה, התאוצה פחות שלילית. לכן, העתק התנועה יותר גדול. 2. בהתאם לערך הזווית ולערך מקדם החיכוך הקינטי הגוף יכול לנוע במהירות הולכת וגדלה (תאוצה חיובית) או במהירות הולכת וקטנה (תאוצה שלילית) או במהירות קבועה.	$\Delta X = 103.72m$	<u>דינמיקה</u> $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ <u>קינמטיקה</u> הפונקציות הקינמטיות: $X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $V = V_0 + a t$ $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta X$	4. גוף שמסתו 5 ק"ג נזרק במורד משטח נטוי לא חלק. זווית נטיית המישור היא 30 מעלות. מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למשטח שווה 0.8. מהירותו ההתחלתית של הגוף היא 20 מטר לשנייה. תנועת הגוף מתוארת ביחס לציר שכיוונו החיובי הוא במורד המישור. (נניח שהמישור הוא ארוך מאוד)  א. חשב את העתק תנועת הגוף במורד, עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש בעקרונות הקינמטיקה דינמיקה. הנחיה: יש להתייחס לתנועת הגוף מרגע הזריקה ועד רגע העצירה. מקדם החיכוך הקינטי שווה ל 0.8
	עבודת רכיב כוח הכובד W_X היא חיובית, ממתנת את עובדת החיכוך, לכן העתק התנועה עד לעצירה הוא גדול יחסית למקרה בסעיף הקודם.	$\Delta X = 103.72m$	משפט עבודה אנרגיה: $\Sigma W = \Delta E_K$	ב. חשב את העתק תנועת הגוף, עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש משפט עבודה אנרגיה
	1. הכוח הלא משמר היחיד העושה עבודה הוא כוח החיכוך הקינטי. 2. ערך הזווית בביטוי העבודה הוא 60 מעלות.	$\Delta X = 103.72m$	ביטוי עבודת כוחות לא משמרים: $W = \Delta E$ כוחות לא משמרים אנרגיה מכנית כוללת	ג. חשב את העתק תנועת הגוף, עד לעצירה. $\Delta X = ?$ השתמש בביטוי עבודת כוח לא משמר. הנחיה: בביטוי זה יש להשתמש באנרגיה הפוטנציאלית, לכן יש לבטא גיאומטרית את גובה הגוף בתלות בהעתק התנועה.

