קורס הכנה מלא לבגרות בפיזיקה

פרק 9

עבודה ואנרגיה

עבודה ואנרגיה 1

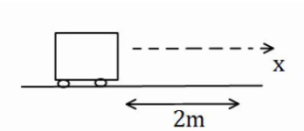
עבודה ואנרגיה:

שאלות:

1) דוגמה 1

כוח F שגודלו 5N פועל על גוף הנע מרחק של שני מטרים בכיוון ציר ה-x.
חשב את עבודת הכוח אם כיוונו הוא:

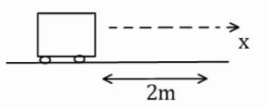
א. בכיוון ציר ה- x.
ב. בכיוון $30°$ עם ציר ה- x.
ג. בכיוון $30°$ מתחת לציר ה- x.



2) דוגמה 2

כוח F שגודלו 5N פועל על גוף הנע מרחק של שני מטרים בכיוון ציר ה- x.
חשב את עבודת הכוח אם כיוונו הוא:

א. בכיוון ציר ה- y.
ב. בכיוון $30°$ מעל ציר ה- x השלילי.
ג. בכיוון $30°$ מתחת לציר ה- x השלילי.



3) דוגמה 3

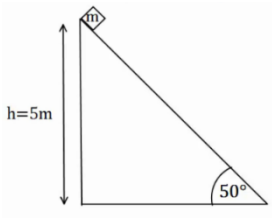
גוף נופל נפילה חופשית מגובה של 8 מטרים מעל הקרקע. מסת הגוף היא 3kg.

א. חשב את עבודת כוח הכובד עד לפגיעה בקרקע.
ב. חשב שוב את העבודה אם הגובה והמסה נתונים כפרמטרים: h , m.

4) דוגמה 4

גוף שמסתו: $m = 2kg$ מחליק על מישור משופע מגובה 5 מטרים ועד לתחתית המישור.
זווית השיפוע של המישור היא $50°$.

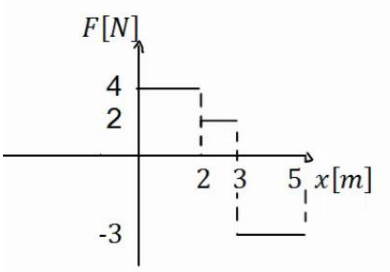
א. חשב את העבודה שמבצע הנורמל על הגוף במהלך תנועתו.
ב. חשב את עבודת כוח הכובד על הגוף.
ג. חשב את עבודת החיכוך הקינטי אם ידוע שמקדם החיכוך הוא: $\mu_k = 0.2$.



5) כוח כתלות במיקום

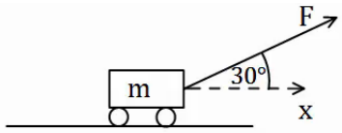
נתון גרף של הכוח כתלות במיקום.

א. מהי העבודה הכוללת שמבצע הכוח הבא?
ב. מהי עבודת הכוח בשני המטרים האחרונים של התנועה?



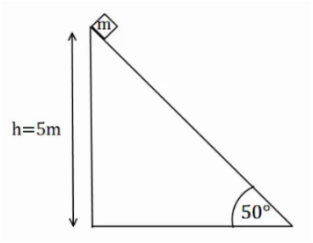
6) כוח מושך קרונית בזווית

כוח $F = 50N$ מושך קרונית בזווית של $30°$ מעל ציר ה- x.
מסת הקרונית היא 3 ק"ג.



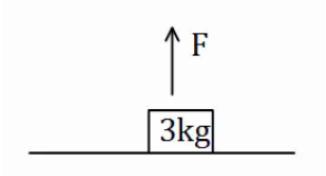
א. שרטט תרשים כוחות הפועלים על הקרונית.
ב. מצא את העבודה של כל כוח, אם ידוע שהקרונית התקדמה 5 מטרים בכיוון ציר ה- x.
ג. מהי מהירות הקרונית לאחר 5 המטרים, אם התחילה לנוע ממנוחה?

7) המשך לדוגמה 4



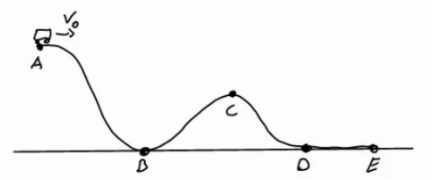
גוף שמסתו: $m = 2kg$ מחליק על מישור משופע מגובה 5 מטרים ועד לתחתית המישור.
זווית השיפוע של המישור היא $50°$.
מקדם החיכוך הקינטי הוא $\mu_k = 0.2$.
א. מצא את עבודת הכוחות.
ב. מהי מהירות הגוף בתחתית המדרון, אם התחיל ממנוחה?

8) כוח מושך גוף ישר למעלה



כוח $F = 50N$ מושך גוף כלפי מעלה.
מצא את מהירות הגוף בגובה 8 מטרים מעל הקרקע.
מסת הגוף היא 3 ק"ג.

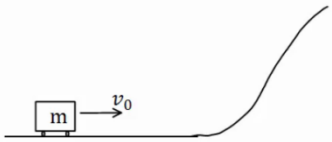
9) רכבת הרים



רכבת הרים מתחילה בנסיעה מהנקודה A הנמצאת בגובה 20 מטרים.
מהירותה בנקודה A היא 5 מטרים לשנייה.
מצא את מהירותה בנקודות B , D , E הנמצאות על הקרקע, ובנקודה C הנמצאת בגובה 10 מטרים.

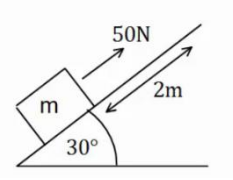
10) עגלה עולה על גבעה

עגלה נעה בתחתית גבעה עם מהירות התחלתית של 20 מטר לשנייה.
אין חיכוך בין העגלה לאדמה.



א. מהו הגובה המקסימלי אליו תגיע העגלה?
לאחר שהגיעה לגובה המקסימלי מתחילה העגלה להתדרדר חזרה במורד הגבעה.
ב. מה תהיה מהירותה כשתגיע חזרה לתחתית?

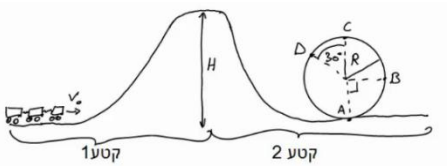
11) כוח מעלה במדרון משופע



כוח של 50 ניוטון פועל על גוף במקביל למשטח משופע בעל זווית של $30°$.
מסת הגוף היא: $m = 4kg$ והוא מתחיל תנועתו ממנוחה.
חשב את מהירות הגוף לאחר שהתקדם 2 מטרים במעלה המדרון (אין חיכוך).

12) עוד רכבת הרים

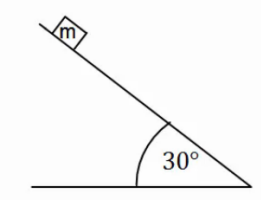
רכבת הרים מתחילה בנסיעה בצדו השמאלי של המסלול באיור.
לרכבת מהירות התחלתית נמוכה v_0.



בקטע הראשון כוח F מושך את הרכבת כלפי מעלה במהירות קבועה עד לשיא הגובה H.
בשיא הגובה הכוח נפסק ולאחר מכן הרכבת נעצרת (באמצעות מעצור) למספר שניות, על מנת שהנוסעים יוכלו לפחד לקראת הנפילה.
בקטע השני הרכבת נופלת (ללא הכוח F) ומבצעת סיבוב אנכי - "לופ".
התייחס למסת הרכבת והנתונים באיור כפרמטרים נתונים.

א. מצא את העבודה הכוללת המבצע הכוח F על הרכבת.
ב. מצא את מהירות הרכבת בכל הנקודות המצוינות באיור.

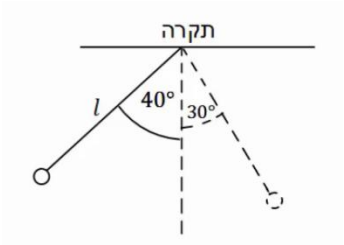
13) מסה מחליקה במדרון



מסה: $m = 4kg$ מונחת במנוחה בגובה: $h = 5m$ על מדרון משופע.
שיפוע המדרון הוא $30°$.

א. מצא את מהירות המסה בתחתית המדרון אם אין חיכוך בינה למשטח.
ב. חזור על סעיף א' עבור מקרה בו יש חיכוך קינטי ומקדם החיכוך הוא: $\mu_k = 0.2$.
ג. חזור על סעיף ב' אם בנוסף לחיכוך יש גם כוח $F = 60N$, במקביל למדרון ובכיוון תנועת המסה.

14) מטוטלת

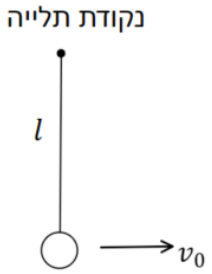


מטוטלת בעלת אורך חוט: $l = 50cm$ תלויה מהתקרה.
מרימים את המטוטלת לזווית של $40°$ ביחס לאנך מהתקרה ומשחררים ממנוחה.

א. מהי עבודת כוח המתיחות לאורך התנועה?
ב. מהי מהירות המטוטלת בתחתית המסלול?
ג. מהי מהירות המטוטלת לאחר שעלתה זווית של $30°$?
ד. מהי הזווית המקסימלית אליה תגיע המטוטלת?

15) כדור תלוי על חוט מבצע מעגל

כדור תלוי במנוחה על חוט שאורכו $l=30\text{cm}$.



א. מקנים לכדור מהירות התחלתית בכיוון אופקי של $v_0=2\frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

i. מה יהיה הגובה המקסימלי אליו יגיע?

ii. מה תהיה זווית החוט המקסימלית ביחס לאנך לקרקע?

ב. איזו מהירות מינימלית יש להעניק לכדור (ממצב מנוחה) כדי שיגיע לגובה המקסימלי שהחוט מאפשר לו (l מעל מרכז המעגל) במהירות של $\sqrt{32}\frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

הניחו שהמהירות מספיקה בשביל להשלים את הסיבוב.

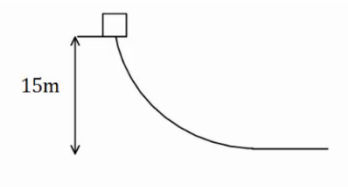
ג. במקרה המתואר בסעיף ב' – מה תהיה מהירות הכדור כאשר יחזור לנקודת ההתחלה?

16) חישוב עבודה

גוף שמסתו 5kg מחליק במורד מישור משופע. מהירותו בראש המישור היא $3\frac{\text{m}}{\text{sec}}$, ומהירותו בתחתית המישור, הנמצאת 15m נמוך יותר מנקודת ההתחלה, היא $16\frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

מהי עבודת כוח החיכוך שפעל עליו (ביחידות Joule)?

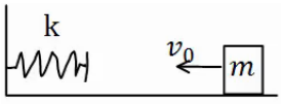
17) גוף נופל ממסלול עקום



גוף נופל ממנוחה ממעלה גבעה בגובה 15 מטר.
בתחתית הגבעה מהירות הגוף היא 5 מטר לשנייה.
כמה אנרגיה הלכה לאיבוד לחום? מסת הגוף היא 2 ק"ג.

18) מסה וקפיץ במישור אופקי

מסה: $m=50\text{gr}$ נעה במהירות: $v_0=5\frac{\text{m}}{\text{sec}}$ על משטח אופקי חלק.



המסה נעצרת על ידי קפיץ אופקי אידיאלי (חסר מסה)
בעל קבוע קפיץ: $k=10\frac{\text{N}}{\text{m}}$. הקפיץ רפוי לפני פגיעת המסה.

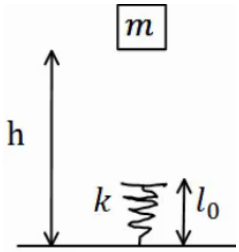
א. מהי מהירות המסה כאשר הקפיץ מכווץ 5 ס"מ?

ב. מהו הכיווץ המקסימלי אליו מגיע הקפיץ?

ג. חזור על סעיפים א' ו-ב' אם בין המסה למשטח יש חיכוך. מקדם החיכוך הוא: $\mu_k=0.2$ והמרחק ההתחלתי של המסה מקצה הקפיץ הוא: 0.5m.

19) מסה נופלת על קפיץ אנכי

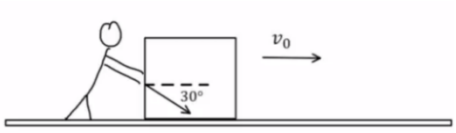
מסה: $m = 5gr$ משוחררת ממנוחה מגובה: $h = 1m$ מעל הרצפה.
קפיץ אנכי אידיאלי מחובר לרצפה. אורכו הרפוי של הקפיץ



הוא: $l_0 = 10cm$, וקבוע הקפיץ הוא: $k = 100\frac{N}{m}$.

א. מהי מהירות המסה רגע לפי פגיעתה בקפיץ?
ב. מהו הכיווץ המקסימלי אליו יגיע הקפיץ?
ג. מהו הגובה המקסימלי אליו תגיע המסה בחזרה?

20) אדם דוחף ארגז בזווית

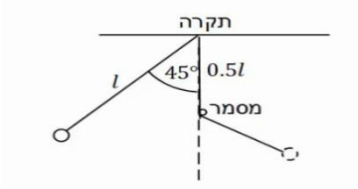


אדם דוחף ארגז שמסתו 80 ק"ג לאורך 2 מטרים על משטח אופקי.
מקדם החיכוך הקינטי בין הארגז למשטח הוא 0.1. האדם דוחף את הארגז בכוח קבוע שגודלו 400 ניוטון בזווית 30 מעלות לכיוון הריצפה.

לארגז גם ישנה מהירות התחלתית שגודלה: $v_0 = 0.2\frac{m}{sec}$ וכיוונה ימינה באיור.

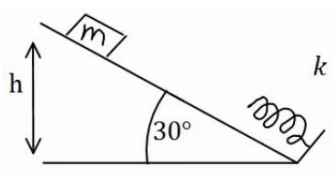
א. ציירו תרשים כוחות על הארגז.
ב. חשבו את העבודה שמבצע כל אחד מהכוחות?
ג. מהו הכוח השקול (גודל וכיוון) ומהי העבודה שמבצע הכוח השקול? וודאו כי התוצאה מתיישבת עם התוצאה של סעיף ב'.
ד. חשבו את מהירותו הסופית של הארגז משיקולי אנרגיה.
ה. חשבו את תאוצתו של הארגז משיקולי כוחות ומצאו את מהירותו הסופית באמצעות התאוצה שחישבתם.

21) מטוטלת עם מסמר



מטוטלת תלויה מהתקרה באמצעות חוט אידיאלי באורך: $l = 80cm$.
המטוטלת מוסטת לזווית של $45°$ ומשוחררת ממנוחה.
בגובה $0.5l$ מתחת לנקודת התליה של המטוטלת תקוע מסמר.
מצא את הזווית המקסימלית אליה תגיע המטוטלת בצידה השני של התנועה.

22) גוף מחליק על מישור משופע ונתקע בקפיץ

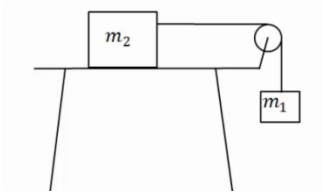


מסה: $m=20gr$ מחליקה מגובה: $h=1m$, וממנוחה,
על מדרון משופע בזווית של $30°$.
בתחתית המדרון המסה מתנגשת בקפיץ אידיאלי
בעל קבוע קפיץ: $k=100\frac{N}{m}$ ואורך רפוי של 15 ס"מ.

א. מהו הכיווץ המקסימלי של הקפיץ ומהו הגובה המקסימלי אליו תחזור המסה אם המשטח חלק?

ב. חזור על סעיף א' אם קיים חיכוך בין המשטח למסה, ומקדם החיכוך הקינטי: $\mu_k=0.1$.
הנח שהחיכוך הסטטי אינו חזק מספיק לעצור את המסה.

23) מסה על שולחן ומסה תלויה



מסה: $m_2=4kg$ נמצאת על שולחן ומחוברת דרך חוט
וגלגלת אידיאלית למסה: $m_1=2kg$ התלויה באוויר.
גובה המסה m_1 מעל הקרקע הוא: $h=2m$.
המערכת מתחילה לנוע ממנוחה.

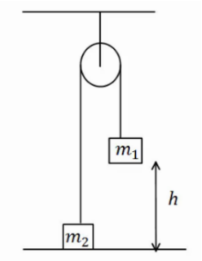
א. מצא את מהירות הפגיעה בקרקע של m_1 אם השולחן חלק.

ב. מצא את מהירות המסות כתלות בגובה המסה m_1.

ג. חזור על סעיף א' כאשר קיים חיכוך עם השולחן ומקדם החיכוך הוא: $\mu_k=0.2$.

ד. כמה אנרגיה הלכה לאיבוד כחום במקרה של סעיף ג'? חשב בשתי צורות.

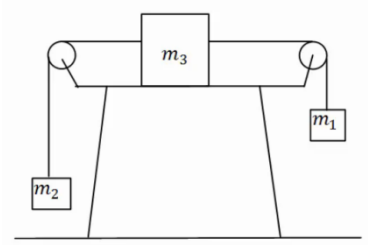
24) שתי מסות תלויות מהתקרה



במערכת הבאה המסות תלויות מהתקרה באמצעות גלגלת אידיאלית.
נתון $m_1>m_2$, והגובה ההתחלתי של m_1 הוא h.
מצא את מהירות הפגיעה בקרקע של m_1, אם המערכת
מתחילה ממנוחה.

25) מסה על שולחן ושתי מסות באוויר

במערכת הבאה שלוש מסות: $m_1=5kg, m_2=2kg, m_3=3kg$.
כל הגלגלות והחוטים אידיאליים.
המערכת מתחילה ממנוחה.

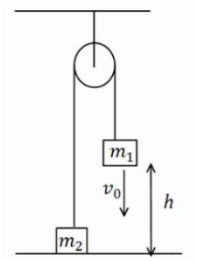


א. מצא את המהירות כתלות בהעתק של m_1.
הנח שהשולחן חלק.

ב. חזור על סעיף א' אם יש חיכוך עם השולחן
ומקדם החיכוך הקינטי הוא $\mu_k=0.2$.

26) שתי מסות תלויות מהתקרה ודחיפה

במערכת הבאה המסות תלויות מהתקרה באמצעות גלגלת אידיאלית.



נתון $m_1 < m_2$ והגובה ההתחלתי של m_1 הוא h.

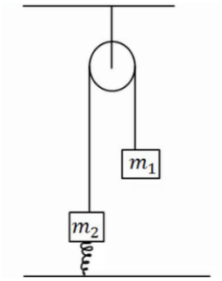
נותנים ל- m_1 מהירות התחלתית כלפי מטה שגודלה v_0.

א. מצא את הגובה המינימלי אליו תגיע m_1.
(הנח שהיא אינה פוגעת בקרקע).

ב. מצא את מהירות הפגיעה בקרקע של m_2.

27) שתי מסות תלויות מהתקרה וקפיץ

במערכת הבאה המסות תלויות מהתקרה באמצעות גלגלת אידיאלית.



המסה m_2 מחוברת לרצפה באמצעות קפיץ אידיאלי.

משחררים את המערכת ממנוחה במצב בו הקפיץ רפוי.

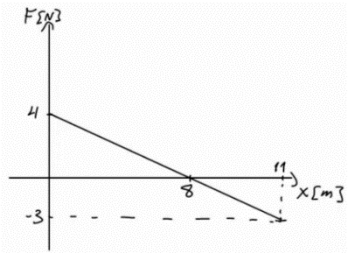
נתון: $m_1 = 4kg \ , m_2 = 2kg, \ k = 10\frac{N}{m}$.

א. מהי התארכות הקפיץ במצב שיווי משקל?

ב. מהי התארכות המסות במצב שיווי משקל?

ג. מהי ההתארכות המקסימלית של הקפיץ?

28) גרף של כוח



נתון גרף של כוח הפועל על גוף כתלות במיקום.

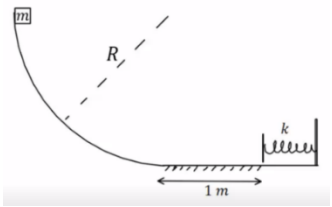
הכוח הוא הכוח היחיד הפועל על הגוף.

מסת הגוף היא: $m = 2kg$ והגוף מתחיל תנועתו ממנוחה.

א. מצא את מהירות הגוף ב- $x = 18m$.

ב. מצא את מהירות הגוף ב- $x = 6m$.

29) גוף מחליק על חצי מעגל ומכווץ קפיץ



גוף בעל מסה: $m = 2kg$ משוחרר ממנוחה מקצה של מסילה חסרת חיכוך בצורת רבע מעגל ברדיוס: $R = 2m$.

בתחתית המסילה הגוף מחליק על מישור אופקי שאינו חלק באורך 1 מטר.

מקדם החיכוך הקינטי בין המישור לגוף הוא 0.3.

בקצה הקטע עם החיכוך נמצא קפיץ רפוי, הגוף פוגע בקפיץ ומכווץ אותו לכיווץ מקסימלי של 0.1 מטר.

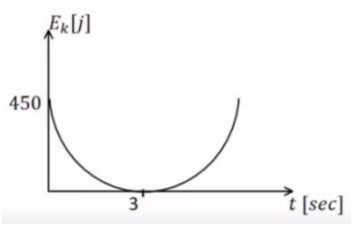
החלק עליו נמצא הקפיץ חסר חיכוך.

א. מהי מהירות הגוף ברגע פגיעתו בקפיץ?

ב. מהו קבוע הקפיץ?

ג. מהו הגובה המקסימלי אליו יגיע הגוף כאשר יחזור אל המסילה המעגלית בפעם הראשונה?

30) זריקה אנכית עם גרף של אנרגיה קינטית

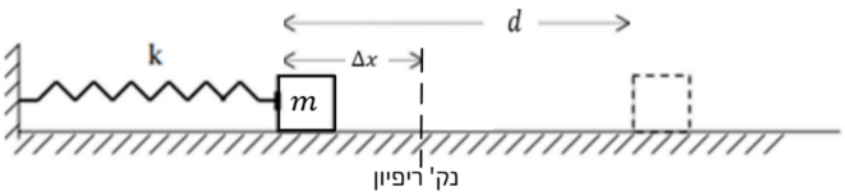


כדור שמסתו 1 ק״ג נזרק אנכית כלפי מעלה.
מישור הייחוס של האנרגיה הפוטנציאלית נבחר בנקודת הזריקה. הגרף הנתון מתאר את האנרגיה הקינטית כפונקציה של הזמן.

א. מהי מהירות הזריקה של הכדור ומתי הגיע לשיא הגובה?
ב. מהו הגובה המקסימלי אליו הגיע הכדור?
ג. שרטט גרף של האנרגיה הפוטנציאלית של הכדור כפונקציה של הזמן.
ציין על הגרף מהו הערך המירבי של האנרגיה ומהו הזמן בו חזר הכדור לקרקע.
ד. חשב את עבודת כוח הכובד:
i. מרגע הזריקה ועד שיא הגובה.
ii. מרגע הזריקה ועד שהכדור הגיע לגובה 30 מטרים בדרכו חזרה.

31) קפיץ דוחף גוף על שולחן עם חיכוך

גוף שמסתו $m = 0.3kg$ נלחץ אל קפיץ אופקי ומכווץ את הקפיץ ב- $\Delta x = 0.2m$ כמוראה בציור. לאחר שחרורו, נע הגוף מרחק $d = 0.6m$ על שולחן אופקי לא חלק עד עומדו (הגוף אינו מחובר לקפיץ, הוא מנתק מגע עם הקפיץ כאשר הקפיץ מגיע לאורכו הרפוי). קבוע הכוח של הקפיץ הוא: $k = 14\frac{N}{m}$.



א. מהו מקדם החיכוך שבין הגוף והשולחן?
ב. מהי מהירות הגוף ברגע שהוא עוזב את הקפיץ (מנתק את המגע איתו)?

32) שאלה 5 מבגרות בקיץ 2024

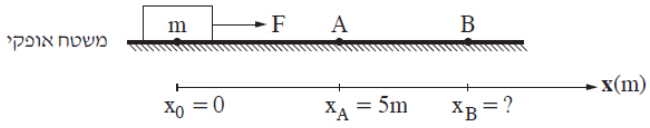
5. גוף שמסתו $m = 2kg$ מונח על משטח אופקי מחוספס. מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף לבין המשטח הוא $\mu = 0.2$.

מגדירים ציר מקום, x, שראשיתו $x_0 = 0$ במיקום שבו הגוף מונח, וכיוונו החיובי ימינה (ראו תרשים א).

מפעילים על הגוף כוח אופקי F שכיוונו ימינה והגוף מתחיל לנוע על המשטח. כאשר הגוף מגיע לנקודה A ששיעורה $x_A = 5m$, הכוח F מפסיק לפעול.

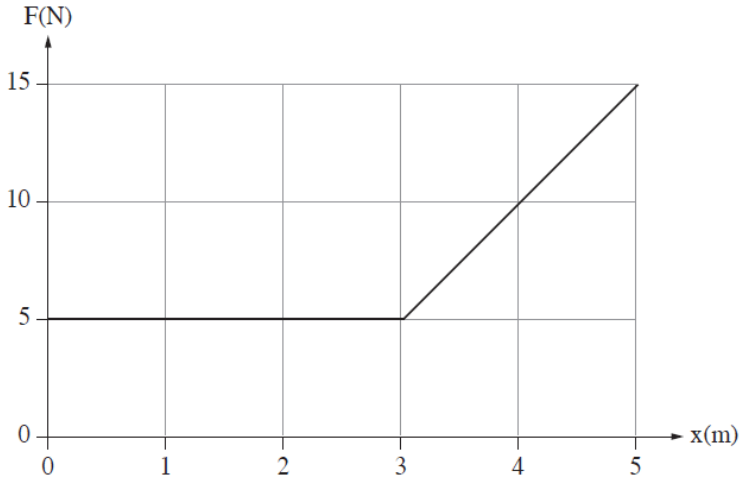
מן הנקודה A הגוף ממשיך לנוע על המשטח עד שהוא נעצר בנקודה B. נסמן ב־ x_B את המיקום של הנקודה B.

שימו לב: תרשים א אינו בקנה מידה.



תרשים א

בגרף שבתרשים ב מוצג גודלו של הכוח F כפונקצייה של מיקום הגוף.



תרשים ב

א. קבעו מהו הגודל הפיזיקלי שמבטא השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר המקום (x) כאשר הכוח F פועל, וחשבו את גודלו של השטח הכלוא. (6 נקודות)

ב. חשבו את עבודת כוח החיכוך מתחילת תנועתו של הגוף עד להגעתו לנקודה A. (8 נקודות)

ג. חשבו את מהירות הגוף בחולפו בנקודה A. (8 נקודות)

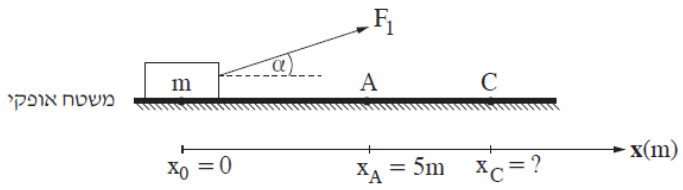
ד. חשבו את x_B, שיעור הנקודה B שבה נעצר הגוף. (7 נקודות)

במקרה אחר, מפעילים על הגוף כוח F_1 שאינו אופקי, אלא מוטה בזווית α כלפי מעלה (ראו תרשים ג), כך שהגוף אינו מתנתק מן המשטח במהלך תנועתו.

הגרף שבתרשים ב מתאר גם את גודל הרכיב האופקי של הכוח F_1 כפונקצייה של מיקום הגוף.

בהשפעת הכוח F_1 הגוף מתחיל לנוע על המשטח מן הנקודה $x_0 = 0$. כאשר הגוף מגיע לנקודה A הכוח F_1 מפסיק לפעול. מן הנקודה A הגוף ממשיך לנוע על המשטח עד שהוא נעצר בנקודה C. נסמן ב־ x_C את המיקום של הנקודה C.

שימו לב: תרשים ג אינו בקנה מידה.



תרשים ג

ה. לפניכם ארבעה ביטויים, 1 – 4. קבעו מהו הביטוי הנכון. נמקו את קביעתכם.

1. $x_C < x_B$
2. $x_C = x_B$
3. $x_C > x_B$
4. אי אפשר לקבוע את הקשר בין x_B לבין x_C ללא מידע נוסף.

($4\frac{1}{3}$ נקודות)

33) דוגמה 1

מכונית מתחילה לנסוע ממנוחה ומגיעה למהירות של 100 קמ״ש ב-10 שניות.
מסת המכונית היא 1 טון. הניחו כי אין חיכוך עם האוויר.

א. מהי העבודה שהתבצעה על המכונית?

ב. מהו ההספק של המנוע בהנחה שהוא קבוע ומנוצל במלואו (הנחה לא נכונה)?

34) דוגמה 2

אופנוע נוסע במהירות קבועה של 100 קמ״ש.
כנגדו פועל כוח ההתנגדות מהאוויר של 300 ניוטון.
מהו ההספק של המנוע, אם נניח שההספק מנוצל במלואו?

35) רכבת צעצוע חשמלית

רכבת צעצוע חשמלית מורכבת מ 10 קרונות. הקרון הראשון והשני מכילים מנוע חשמלי ושוקלים 2 ק״ג כל אחד. שאר הקרונות עמוסים בצעצועים ושוקלים 3 ק״ג כל אחד. כל אחד מן המנועים מייצר הספק קבוע של $0.2KW$.

א. כמה זמן ייקח לרכבת להגיע למהירות של 10 מטר לשנייה, אם התחילה לנוע ממנוחה?

ב. מהי האנרגיה הקינטית של הקרון הראשון ומהי האנרגיה הקינטית של הקרון השני, כאשר הרכבת נעה במהירות שחישבת בסעיף א׳?

ג. חשב את העבודה שביצע הכוח שפעל בחיבור בין הקרון הראשון לשני על הקרון השני בזמן ההאצה.

ד. חשב את העבודה שביצע הכוח שפעל בחיבור בין הקרון השני לשלישי על הקרון השלישי בזמן ההאצה.

ה. הרכבת מגיעה לעלייה עם שיפוע של 2 מעלות,
מה צריך להיות הספק המנועים (בהנחה שהם שווים),
על מנת שהרכבת תישאר במהירות קבועה של 10 מטר לשנייה?



תשובות סופיות:

1) א. $W=10$. ב. $W=5\cdot\sqrt{3}$. ג. $W=5\cdot\sqrt{3}$.

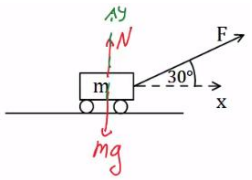
2) א. $W=0$. ב. $W\approx -8.66$. ג. $W\approx -8.66J$.

3) א. $W_g=240J$. ב. $W_g=mgh$.

4) א. $W_N=0$. ב. $W_g=100J$. ג. $W_{fk}=-16.79J$.

5) א. $W=4J$. ב. $W=-6J$.

6) א. שרטוט:



ב. $W_N=0=W_g\ ,W_F\approx 216.51J$. ג. $v_F\approx 12.01\frac{m}{sec}$.

7) א. $W_{fk}=-16.79\ ,W_g=100J\ ,W_N=0$. ב. $v_F\approx 9.12\frac{m}{sec}$.

8) $v_p\approx 10.33\frac{m}{sec}$.

9) $v_C\approx 15\frac{m}{sec}\ ,v_B\approx 20.62\frac{m}{sec}=v_E=v_D$.

10) א. $h_{max}=20m$. ב. $v_F=\pm v_0$.

11) $V_F\approx 5.48\frac{m}{sec}$.

12) א. $W_F=mgH$. ב. $v_D=\sqrt{2g(H-1.87R)}\ ,v_C=\sqrt{2g(H-2R)}$.

13) א. $v_F=10\frac{m}{sec}$. ב. $v_F\approx 8.08\frac{m}{sec}$. ג. $v_F\approx 19.11\frac{m}{sec}$.

14) א. $W_T=0$. ב. $v_F\approx 1.55\frac{m}{sec}$. ג. $v_F\approx 1.03\frac{m}{sec}$. ד. $\theta_{max}=40°$.

15) א. i. $20cm$. ii. $\theta_{max}\approx 71°$. ב. $v_0=\sqrt{44}\frac{m}{sec}$. ג. .

$v_f=\sqrt{44}\frac{m}{sec}$

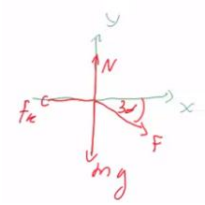
16) $-132.5J$.

17) $Q=275J$.

18) א. $v_F\approx 4.95\frac{m}{sec}$. ב. $\Delta x\approx 35.4cm$. ג. $v\approx 4.72\frac{m}{sec}\ ,\Delta x\approx 33cm$.

19) א. $v_F=4.24\frac{m}{sec}$. ב. $\Delta x_{max}=3cm$. ג. $h_F=h_i$.

20) א. שרטוט: ב. $W_{Fk}=-200J$, $W_F\approx 690J$.



ג. $W_{\sum F}\approx 490J$, $\sum F\approx 250N$. ד. $v_F=3.5\frac{m}{sec}$.

ה. $v_F=3.5\frac{m}{sec}$, $a\approx 3\frac{m}{sec^2}$.

21) $\theta_{max}=65.53°$.

22) א. הכיווץ: $x=6.18cm$, הגובה: $h_F=1m$.

ב. הכיווץ: $\Delta x=5.6cm$, הגובה: $h_F=0.999m$.

23) א. $v_{m_1}\approx 3.65\frac{m}{sec}$. ב. $v=\sqrt{\frac{40}{3}-\frac{20}{3}h}$. ג. $v=\sqrt{8}\frac{m}{sec}$. ד. $Q=16J$.

24) $v=\sqrt{\frac{2(m_1-m_2)gh}{m_1+m_2}}$.

25) א. $v=\sqrt{6\Delta x}$. ב. $v=\sqrt{4.8\Delta x}$.

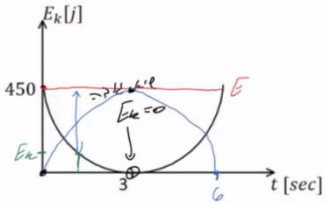
26) א. $h_{min}=\frac{\frac{1}{2}(m_1+m_2)v_0^2+(m_1-m_2)gh}{(m_1-m_2)g}$. ב. $|v_p|=|v_i|=|v_0|$.

27) א. $x_0=2m$. ב. $v\approx 2.58\frac{m}{sec}$. ג. $\Delta x_{max}=4m$.

28) א. $v(x=18)=3\frac{m}{sec}$. ב. $v(x=6)=4.12\frac{m}{sec}$.

29) א. $v_B=\sqrt{34}\frac{m}{sec}$. ב. $k=6800\frac{N}{m}$. ג. $h_D=1.4m$.

30) א. $t=3sec$, $v_0=30\frac{m}{sec}$. ב. $h=45m$. ג. שרטוט:



ד. i. $W_g=-450J$ ii. $W_g=-300J$.

31) א. 0.156 ב. $1.12\frac{m}{sec}$.

32) א. בגרף של כוח כתלות במיקום השטח מתחת לגרף שווה לעבודה שמבצע הכוח. $35\ J$

ב. $-20\ J$ ג. $3.87\ ^{m}/_{S}$ ד. $8.75\ m$

ה. ביטוי 3 הוא הנכון. הרכיב האנכי של הכוח מקטין את הנורמל ולכן גם את החיכוך בקטע הראשון, מכאן שהמהירות בנקודה A תהיה גבוהה יותר ומרחק העצירה יהיה גדול יותר בחלק השני.

33) א. $\Delta E_k \approx 385,800J = W_{\sum \vec{F}}$. ב. $p = 51.7HP$.

34) $p = 11.18HP$.

35) א. $\Delta t = 3.5\sec$. ב. $E_{k_1=100J} = E_{k_2}$. ג. $W_{1\to 2} = 600J$.

ד. $W_{3\to 2} = 1200J$. ה. $p = 97.7W$.