פרק 7: בעיות בתחום אנרגיה וקפיצים

שאלה 7.1:

בתרשים מתואר קו ייצור של מוצר M. כאשר המחסנית נפתחת, נופל מוצר אחד על השולחן האופקי. ברגע זה משתחרר קפיץ דרוך K המעניק למוצר דחיפה, והוא מתקדם לאורך הקטע AB שעל השולחן האופקי (ראה תרשים). ידועים:

משקל המוצר: $G = 5N$

מקדם החיכוך בין המוצר לבין השולחן האופקי: $\mu = 0.1$

קבוע הקפיץ: $c = 2_{N/cm}$

אורך הקפיץ במצב חופשי: $L_1 = 180_{mm}$

אורך הקפיץ במצב דרוך: $L_2 = 130_{mm}$

תאוצת הכובד: $g = 9.81_{m/sec^2}$

חשב את מהירות המוצר בנקודה B (V_B).
המידות בתרשים נתונות במ״מ. (בחישוב המהירות אין להתייחס לנפילת המוצר מהמחסנית, אלא אך ורק לתנועתו על גבי השולחן).

הערה: האנרגיה הפוטנציאלית E האצורה בקפיץ במצב A שווה:

$$E = \frac{c \cdot \Delta L^2}{2}$$

כאן:

$$\Delta L = L_1 - L_2$$

שאלה 7.2:

בתרשים מתואר מכשיר מעבדה המיועד לפליטת כדוריות כלפי מעלה. הכדוריות נפלטות כתוצאה משחרור קפיץ בורגי שנלחץ מלכתחילה. במצב חופשי הקצה העליון של הקפיץ הגיע עד הקצה העליון של המכשיר.
נתון:

משקל הכדורית: $G = 0.5N$

מקדם הקשיחות של הקפיץ: $c = 3_{N/cm}$

לחיצה תחילית של הקפיץ: $h_1 = 12_{cm}$

תאוצת הכובד: $g = 9.81_{m/sec^2}$

חשב:

א. את המהירות, שבה נפלטת הכדורית מתוך המכשיר.
ב. את הגובה H, אליו הכדורית תעלה. הזנח את החיכוך במכשיר ואת התנגדות האוויר.

הערה: האנרגיה המצטברת בעבודת כוח אלסטי של קפיץ בורגי על מסלול h שווה: $E = \frac{c \cdot h^2}{2}$

כאן: c - מקדם הקשיחות של הקפיץ

*כל הסעיפים שווים בערכם

שאלה 7.3:

ארגז שמסתו 12 ק״ג נמצא במנוחה על מישור אופקי, ונלחץ ע״י קפיץ, כמתואר בתרשים. הקפיץ נלחץ ממצבו הרפוי בנקודה A עד הנקודה O, על אורך של 0.25 מ׳, וננעל ע״י מעצור. אחרי שמשחררים את הארגז ממצב של מנוחה בנקודה O, חשב:

א. את מהירותו של הארגז בנקודה B ($OB = 0.5_m$).

ב. את המרחק s שיעבור הארגז מנקודה O עד שיעצור (בנקודה D).

נתון:

מקדם הקשיחות של הקפיץ: $c = 800_{N/m}$

מקדם החיכוך הקינטי בין המישור האופקי והארגז: $\mu_k = 0.15$

תאוצת הכובד: $g = 9.81_{m/sec^2}$

הערה: עבודת כוח אלסטי של קפיץ על מסלול s (W) שווה: $W = \frac{c \cdot s^2}{2}$

שאלה 7.4:

בתרשים מתואר קו ייצור של מוצר M. כאשר המחסנית נפתחת, נופל מוצר אחד על השולחן האופקי. **ברגע** זה משתחרר קפיץ דרוך K, המעניק למוצר M דחיפה, והמוצר מתקדם לאורך קטע AB שעל השולחן האופקי (ראה תרשים).

נתונים:

מקדם החיכוך בין המוצר לבין השולחן $\mu = 0.1$

,

קבוע הקפיץ: $k = 2_{N/cm}$

אורך הקפיץ במצב חופשי: $L_1 = 200_{mm}$,

משקל המוצר: $G = 8_N$

אורך הקפיץ במצב דרוך: $L_2 = 140_{mm}$,

תאוצת הכובד: $g = 9.81_{m/sec^2}$

חשב את מהירות המוצר בנקודה B (V_B). המידות בתרשים נתונות במ"מ.

הערות:

א. האנרגיה הפוטנציאלית E האצורה בקפיץ במצב דרוך שווה: $E = \frac{k \cdot \Delta L^2}{2}$

(כאן: $\Delta L = L_1 - L_2$).

ב. בחישוב המהירות V_B אין להתייחס לנפילת המוצר מהמחסנית, אלא רק לתנועתו על גבי **השולחן** (בין נקודות A ו- B).

שאלה 7.5:

א. גוף נע על מישור אופקי במהירות קבועה של $V = 2_{m/sec}$ כמתואר בתרשים א'.
בדרכו הוא פוגע בנקודה B בקפיץ אופקי, הנמצא במצב רפוי.
מסת הגוף $m = 1_{kg}$ וקבוע הקפיץ $k = 80_{N/m}$.
חשב בכמה יתכווץ הקפיץ כתוצאה מפגיעת הגוף בו בהנחה שהמישור ללא חיכוך.

ב. הגוף משתחרר מהקפיץ בנקודה B, במהירות התחלתית $V = 2_{m/sec}$ כמתואר בתרשים ב'.
לאיזה מרחק אופקי מנקודה B ינוע הגוף לאחר שהשתחרר מהקפיץ, אם מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למישור הוא $\mu = 0.25$. מסת הגוף זהה לסעיף א'.
יש לבצע את החישוב בשני דרכים:
1) עפ"י שיקולי עבודה ואנרגיה.
2) עפ"י החוק השני של ניוטון $\sum F = ma$.

שאלה 7.6:

באיור לשאלה מוצג גוף שמסתו 1.2kg. הגוף מחליק ללא חיכוך ממנוחה בנקודה A עד למפגש עם קפיץ בנקודה C. קבוע הקפיץ הוא $k = 24_{kN/m}$ ולפני שהגוף פוגע בו הוא נמצא במצב רפוי.

תאוצת הכובד: $g = 9.81_{m/sec^2}$

אנרגיית הקפיץ: $E_k = \frac{k \cdot x^2}{2}$

א. חשב את מהירויות הגוף בנקודה B ו-C.
ב. חשב את שקיעת הקפיץ המקסימאלית לאחר המפגש עם הגוף.

שאלה 7.7:

מחליק שמסתו $m = 2_{kg}$ משוחרר
ממצב מנוחה בנקודה A בקצה העליון
של המוט העקום ונע לאורך קטע מעגלי
חסר חיכוך במישור האנכי. בנקודה B
המחליק נכנס לקטע אופקי מחוספס
של המוט ובנקודה D הוא פוגע בקפיץ
הנמצא במצב רפוי.

נתון: מקדם החיכוך הקינטי בין
המחליק לבין הקטע האופקי של המוט
BD $\mu_k = 0.2$, קבוע הקפיץ
$k = 500_{N/m}$.

א. חשב את מהירותו של המחליק בנקודה B.
ב. חשב את מהירותו של המחליק בנקודה D.
ג. חשב את השקיעה המקסימלית של הקפיץ לאחר שפוגע בו המחליק.

הערה: יש להזניח את כוח החיכוך במסלול האופקי לאחר פגיעתו של המחליק בקפיץ.

שאלה 7.8:

כדור שמסתו $m = 50g$ נורה מאקדח (אקדח משחק) כמתואר באיור לשאלה. מנגנון הירי של האקדח הינו קפיץ לחיצה בעל קבוע $k = 500_{N/m}$, ואורך במצב משוחרר 150mm. במצב התחלתי הקפיץ נלחץ לאורך של 50mm ובזמן הירי הוא משוחרר.
קנה האקדח אופקי ונמצא בגובה של 2.5m
מעל פני הקרקע.

א. חשב את מהירות הכדור ברגע עזיבתו את הקנה בנקודה A.
ב. חשב את מהירות הכדור בזמן פגיעתו בקרקע בנקודה B (שיעור וכיוון).
ג. חשב את המרחק L.

הערה:

- יש להתייחס לכדור כנקודה חומרית.
- יש להזניח את החיכוך בקנה ואת התנגדות האוויר.

פרק 8: בעיות בתחום אנרגיה ומתקף ותנע

שאלה 8.1:

גוף A שמסתו $m_A = 10_{kg}$ משוחרר ממצב מנוחה בנקודה B בקצה העליון של מסלול מעגלי חסר חיכוך. רדיוס המעגל $r = 5_m$.
בקצה התחתון של המסלול, בנקודה D פוגע גוף A בבלוק C ונתקע בו. מסת הבלוק C היא $m_C = 50_{kg}$.

לאחר הפגיעה נעה המערכת "גוף-בלוק" לאורך מישור אופקי מחוספס. מקדם החיכוך הקינטי בין הבלוק לבין המישור הוא $\mu_k = 0.3$ (ראה איור לשאלה 4).

א. חשב את מהירותו של גוף A בנקודה D **לפני** פגיעתו בבלוק C.
ב. חשב את מהירותה של המערכת "גוף-בלוק" מיד לאחר ההתנגשות.
ג. חשב את הכוח הממוצע שפעל בין בלוק C לבין גוף A במהלך ההתנגשות.
בחישוב זה ניתן להזניח שזמן ההתנגשות הוא $\Delta t = 0.05_{sec}$.
ד. חשב את המרחק s שתעבור המערכת "גוף-בלוק" לאורך המישור המחוספס עד לעצירתה.

שאלה 8.2:

גוף A שמסתו $m_A = 0.8_{kg}$ משוחרר ממצב מנוחה בנקודה B שבקצה העליון של מסלול עקום חסר חיכוך במישור אנכי, כמתואר באיור לשאלה 4. בקצה התחתון של המסלול, בנקודה D הגוף פועל בבלוק C שמסתו $m_C = 1.6_{kg}$ ונתקע בו. לאחר הפגיעה נעה המערכת "גוף-בלוק" לאורך מישור אופקי חסר חיכוך שבקצהו נמצא קפיץ במצב רפוי. קבוע הקפיץ $k = 1.2_{kN/m}$.

א. חשב את מהירותו של גוף A בנקודה D **לפני** פגיעתו בבלוק C.
ב. חשב את מהירותה של המערכת "גוף-בלוק" מיד לאחר ההתנגשות.
ג. חשב את ההתכווצות המרבית של הקפיץ לאחר שהמערכת "גוף-בלוק" פוגעת בו.

שאלה 8.3:

גוף A שמסתו $m_A = 1_{kg}$ משוחרר ממצב מנוחה בנקודה 1 שבקצה העליון של מסלול מעגלי חסר חיכוך במישור אנכי, כמתואר באיור לשאלה 4. רדיוס המסלול $R = 3_m$. בקצה התחתון של המסלול, בנקודה 2 הגוף פוגע בבלוק B שמסתו $m_B = 2_{kg}$ ונתקע בו. לאחר הפגיעה נעה המערכת "גוף – בלוק" לאורך מישור אופקי מחוספס בעל מקדם חיכוך קינטי $\mu_k = 0.2$ בין המישור לבין הבלוק. בנקודה 3 של המישור האופקי המערכת "גוף – בלוק" נעצרת.

א. חשב את מהירותו של גוף A בנקודה 2 **לפני** פגיעתו בבלוק B.
ב. חשב את מהירותה של המערכת "גוף – בלוק" מיד לאחר ההתנגשות.
ג. חשב את המרחק d שעוברת המערכת "גוף – בלוק" מרגע ההתנגשות עד לעצירתה.

הערה: להזניח את מימדי הגופים ולהתייחס אליהם כנקודות חומריות.

שאלה 8.4:

גוף A שמסתו $m_A = 2kg$ משוחרר ממצב מנוחה בנקודה B בקצה העליון של מסלול עקום חסר חיכוך במישור אנכי. הגוף מחובר באופן קבוע לקביץ בעל קבוע $k = 50_{N/m}$ באורך של $l_0 = 0.3_m$ במצב רפוי.

בקצה התחתון של המסלול פוגע גוף A בגוף B שמסתו $m_B = 1kg$. בשל ההתנגשות, שני הגופים נעצרים לאחר שעברו מרחק d בקטע האופקי.

א. חשב את מהירותו של גוף A ברגע לפני פגיעתו בגוף B.
ב. חשב את מהירותם של הגופים המתחברים מיד לאחר ההתנגשות.
ג. חשב את אורך הקפיץ ברגע עצירת הגופים.
ד. חשב את המרחק d.

הערה: יש להזניח את ממדי הגופים.

שאלה 8.5:

מהירות החבילה שמסתה $m_1 = 10_{kg}$ בנקודה A בקצה העליון של מסלול עקום חסר חיכוך במישור אנכי שווה ל- $2.5_{m/sec}$. בקצה התחתון של המסלול בנקודה B, החבילה נכנסת לעגלה הנמצאת במנוחה על גבי מסלול אופקי חסר חיכוך. מסתה של העגלה $m_2 = 40_{kg}$. עקב החיכוך בין החבילה לעגלה, החבילה נעצרת בעגלה והמערכת "עגלה-חבילה" נעה לאורך מישור אופקי חסר חיכוך, שבקצהו נמצא קפיץ במצב רפוי.

קבוע הקפיץ- $k = 1500_{N/m}$.

א. מהי מהירותה של החבילה בנקודה B לפני שהיא נכנסת לעגלה?

ב. מהי מהירות של המערכת "עגלה-חבילה" לאחר עצירת החבילה בעגלה ?

ג. חשב את השקיעה המקסימלית של הקפיץ לאחר שהמערכת "עגלה-חבילה" פוגעת בו ?

הערות:

- התייחס לחבילה כנקודה חומרית.
- הזנח התנגדות האוויר.

פרק 9: בעיות בתחום אנרגיה ותנועה מעגלית

שאלה 9.1:

בניסוי של רכב רקטי שמסתו 100 ק"ג. מתחיל הרכב לנוע ממנוחה בנקודה A ומתקדם לאורך מסלול בקשת המעגל (AB), כאשר הוא מפעיל כוח דחף קבוע T השווה 2 ק"נ.

חשב את המרחק S שבו יעלה הרכב במעלה המישור המשופע לאחר הפסקת הפעולה של כוח הדחף (בנקודה B) ועד לעצירתו הסופית. רדיוס הקשת AB שווה 90 מטרים.

המישור המשופע בקטע S משיק משיק לקשת AB והזווית α שווה 30°. ($g = 9.81_{m/sec^2}$).

הזנח את החיכוך בין גלגלי הרכב למסילה.

שאלה 9.2:

משקלו של הילד עם האופניים הוא 620 ניוטון. מהירות התנועה של הילד בראש הגבעה (נקודה A) היא 18 קמ"ש. מנקודה זו יורד הילד בתנועה חופשית, ללא שימוש בפדלים. חשב את הכוח הנורמאלי (N) שמפעיל המשטח על גלגלי האופניים בנקודה התחתונה (נקודה B), אם הגובה H הוא 12 מ' ורדיוס העיקום (R) בנקודה Bהוא 24 מ'.

תאוצת הכובד: $g = 9.81_{m/sec^2}$

הערה!

הנח כי הילד עם האופניים מהווה נקודה חומרית שמשקלה מופעל במרכז הכובד של המערכת "ילד – אופניים" (נקודה C) והזנח את החיכוך.

שאלה 9.3:

חבילות, שכל אחת מהן היא בעלת מסה של 1 ק"ג, מגיעות מהסרט הנע אל משטח חלק לחלוטין של הרציף, במהירות (V_0) של 1 מ' לשנייה, כמתואר בתרשים.

תאוצת הכובד: $g = 9.81_{m/sec^2}$

חשב את הזווית המרבית (φ_{max}), שבה כל חבילה מתחילה להתנתק ממשטח הרציף, אם רדיוס הרציף (R) הוא 0.5 מ'.

שאלה 9.4:

רוכב אופניים מתחיל את תנועתו מראש הגבעה A במהירות התחלתית (V_0). מנקודה זו, מתגלגלים האופניים בתנועה חופשית (ללא שימוש בדוושות) במסלול המעגלי.

א. חשב את מהירות הרוכב בנקודה התחתונה B.
ב. חשב את כוח התגובה (N) המופעל על האופניים בנקודה B.

נתונים:

- ✓ משקלו של הרוכב יחד עם האופניים:
  $W = 650N$
- ✓ המהירות ההתחלתית:
  $V_0 = 27km/h$
- ✓ הגובה:
  $H = 14m$
- ✓ רדיוס העיקום של המסלול המעגלי:
  $R = 10m$

הערות:

- ✓ הזנח את החיכוך.
- ✓ הנח כי הרוכב יחד עם האופניים מהווים נקודה חומרית, שמשקלה מופעל במרכז הכובד שלהם בנקודה C.

שאלה 9.5:

גוף בצורת גליל, שמסתו $0.25kg$ משוחרר ממנוחה בנקודה A. הגוף מחלק מטה לאורך חוט מתכת קבוע וחסר חיכוך, וממשיך בתנועתו לאורך מסלול מעגלי בעל רדיוס $0.15m$, כמתואר באיור לשאלה 5.

א. חשב את מהירות הגליל ברגע שהוא עובד בנקודה B.
ב. חשב את הכוח הפועל על הגלגל כאשר הוא עובר בנקודה B.

שאלה 9.6:

אופנוע קופץ מנקודה A לנקודה B דרך העמק, כמתואר באיור לשאלה 4.

בנקודה A מהירות האופנוע v_0 היא אופקית.

א. חשב מהו זמן הקפיצה מ- A ל-B.

ב. חשב מהי המהירות ההתחלתית v_0 של האופנוע.

ג. חשב מהי מהירות האופנוע v_f בנקודה B (שיעור וכיוון).

הערות:

1. התייחס לאופנוע ולאופנוע כנקודה חומרית אחת.
2. התעלם מהתנגדות האוויר.

שאלה 9.7:

קיץ 2014, שאלה 4

רוכב אופניים מתחיל את תנועתו ממנוחה בנקודה A ונע במסלול אנכי עקום, כמתואר באיור לשאלה 4.

הערות:

1. הנח שהאופניים והרוכב הם נקודה חומרית אחת.
2. הזנח את ההתנגדות לתנועה של המסלול ואת ההתנגדות של האוויר.
3. הנח תאוצת הכובד $g = 10_{m/sec^2}$.

א. חשב את מהירות רוכב האופניים בנקודה B של המסלול.

ב. חשב את מהירות רוכב האופניים בנקודה C של המסלול.

ג. חשב את רדיוס העקמומיות המינימאלי הנדרש של המסלול בנקודה C כדי שהאופניים לא יאבדו את המגע עם הקרקע.

שאלה 9.8:

כדור שמסתו $m = 2Kg$ מחליק לאורך מוט ABC, הנמצא במישור אנכי. קטע AB של המוט הוא מעגלי וחסר חיכוך, ואילו קטע המוט האופקי BC הוא מחוספס עם מקדם חיכוך קינטי $\mu_k = 0.15$.

משחררים את הכדור ממנוחה בנקודה A, הכדור מחליק לאורך המוט. בנקודה C עוזב הכדור את המוט, וממשיך במעופו עד לפגיעה בקרקע בנקודה D, כמתואר באיור לשאלה 4.

הערות:

- התייחס לכדור כנקודה חומרית, והזנח את התנגדות האוויר.
- הזנח את קוטר המוט ABC.

נתונים:

- רדיוס הקטע המעגלי של המוט AB $R = 2m$
- אורך הקטע האופקי של המוט BC $d = 2m$

א. חשב את מהירות הכדור בנקודה B.
ב. חשב את מהירות הכדור בנקודה C.
ג. חשב את זמן נפילת הכדור מנקודה C עד לנקודה D.
ד. חשב את מהירות הכדור בנקודה D (שיעור וכיוון).
ה. חשב את המרחק a.

שאלה 9.9:

גלשן מתחיל את תנועתו ממנוחה בנקודה A, וגולש לאורך מסלול משופע AB כמתואר באיור. בנקודה B הגלשן עוזב את מסלול הגלישה כאשר מהירותו היא אופקית. בנקודה C הגלשן פוגע בקרקע.

חשב:

א. מהי מהירות הגלשן בנקודה B ?
ב. מהו זמן תנועת הגלשן מנקודה B עד לנקודה C ?
ג. מהי מהירות הגלשן בנקודה C (שיעור וכיוון) ?
ד. מהו המרחק d ?

הערות: יש להתייחס לגלשן כנקודה חומרית ולהזניח את התנגדות האוויר והחיכוך במסלול.

שאלה 9.10:

דור קטן משוחרר מנקודה A ונע במסלול עקום חסר חיכוך במישור אנכי כמתואר באיור לשאלה בנקודה B הכדור עוזב את המסלול כאשר מהירותו נטויה בזווית 60° לאופק.

בנקודה C הכדור פוגע בקרקע.

א. מהי מהירותו של הכדור בנקודה B ?
ב. מהו הגובה המקסימלי של הכדור מעל פני הקרקע במהלך תנועתו באוויר ?
ג. מהו זמן תנועת הכדור מנקודה B עד לפגיעתו בקרקע בנקודה C ?
ד. מהו המרחק S ?

הערות: התייחס לכדור כנקודה חומרית, הזנח התנגדות האוויר.

שאלה 9.11:

מחליק שמסתו $m = 3kg$ משוחרר ממצב מנוחה בנקודה A בקצה העליון של מוט עקום, ונע לאורך קטע מעגלי חסר חיכוך של המוט במישור אנכי. בנקודה B המחליק עובר לקטע אופקי מחוספס של המוט, בנקודה C המחליק עוזב את המוט ובנקודה D הוא פוגע במישור משופע DE.

נתון: מקדם החיכוך הקינטי בין המחליק לבין הקטע האופקי BC של המוט $\mu_k = 0.2$.

א. חשב את מהירותו של המחליק בנקודה B.
ב. חשב את מהירותו של המחליק בנקודה C.
ג. חשב את הגובה h, בין נקודה C ו- D, הנדרש על מנת שכיוון המהירות של המחליק בנקודה D יהיה במקביל למישור המשופע DE.
ד. חשב את המרחק a.

הערות:

- יש להתייחס למחליק כנקודה חומרית, ולהזניח את התנגדות האוויר.