נושא 5 מתוך 8 • מכניקה

תנועה מעגלית: 15 תרגילים

אינסוף
פיזיקה • מכניקה

תאוצה רדיאלית, כבישים, מטוטלות, מתקנים מסתובבים ומעגל אנכי • מהבסיס ועד שאלות אתגר

כיתה י״א | 5 יח״ל | מכינה קדם־אקדמית

איך עובדים עם הקובץ?

השאלות מסודרות לפי תתי־נושאים, ובכל תת־נושא מהקל לקשה: תיאור התנועה ותאוצה רדיאלית (שאלות 1 עד 3), כבישים (4 ו־5), מטוטלת קונית (6), מתקנים מסתובבים (7 עד 9), מטוטלת פשוטה (10), מעגל אנכי, גם בשילוב עם זריקה (11 עד 13), מעגל אנכי אחרי התנגשות (14) ותאוצה זוויתית (15). התשובות הסופיות נמצאות בסוף הקובץ. נסו לפתור לבד לפני שאתם מציצים!

אתגר קשה יותר מהרגיל בבגרות | מכינה ברמה של המכינה הקדם־אקדמית | חשיבה סעיף שעיקרו הסבר במילים

בכל השאלות $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$, $\sin 37^\circ = 0.6$ ו־$\cos 37^\circ = 0.8$ (ולכן $\sin 53^\circ = 0.8$ ו־$\cos 53^\circ = 0.6$). החוטים אידיאליים, והתנגדות האוויר זניחה, אלא אם נאמר אחרת. T מסמן זמן מחזור, ו־F_T מסמן מתיחות בחוט.

שאלה 1



התוף של מכונת כביסה, שרדיוסו $25\,\mathrm{cm}$, מסתובב בזמן הסחיטה ב־1200 סל״ד (סיבובים לדקה). חולצה רטובה שמסתה $0.4\,\mathrm{kg}$ צמודה לדופן התוף ומסתובבת יחד איתו.

א. מה התדירות של התוף, ומה זמן המחזור שלו?

ב. חשבו את המהירות הזוויתית של התוף ואת גודל המהירות של החולצה.

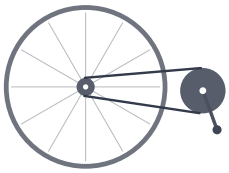
ג. מה התאוצה של החולצה? פי כמה היא גדולה מ־g?

ד. מה גודל הכוח השקול שפועל על החולצה, ולאן הוא מכוון? איזה גוף מפעיל את רוב הכוח הזה?

ה. בדופן התוף יש חורים קטנים. הסבירו למה טיפות המים יוצאות מהחולצה דרך החורים, אף ששום כוח לא דוחף אותן החוצה. חשיבה

ו. בתוכנית עדינה התוף מסתובב ב־600 סל״ד. פי כמה קטנה אז התאוצה של החולצה?

שאלה 2



באופניים, לגלגל השיניים של הדוושות יש רדיוס של $10\,\mathrm{cm}$, ולגלגל השיניים האחורי רדיוס של $4\,\mathrm{cm}$. שרשרת מחברת ביניהם. גלגל השיניים האחורי מקובע לגלגל האחורי של האופניים, שרדיוסו $35\,\mathrm{cm}$, ומסתובב יחד איתו. רוכבת מסובבת את הדוושות בקצב קבוע של סיבוב אחד בשנייה. השרשרת לא מחליקה על השיניים, והגלגל מתגלגל על הכביש בלי להחליק. במצב כזה, מהירות האופניים שווה למהירות של נקודה על הצמיג ביחס לציר הגלגל.

א. באיזו מהירות נעה השרשרת?

ב. מה המהירות הזוויתית של גלגל השיניים האחורי? כמה סיבובים בשנייה הוא עושה?

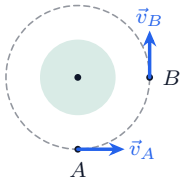
ג. באיזו מהירות נוסעים האופניים? תנו את התשובה ב־$\mathrm{m/s}$ וב־$\mathrm{km/h}$.

ד. מה גודל התאוצה של נקודה על הצמיג, ביחס לשלדת האופניים, ולאן היא מכוונת?

ה. הרוכבת עוברת להילוך שבו לגלגל השיניים האחורי רדיוס של $3\,\mathrm{cm}$, וממשיכה לדווש באותו קצב. באיזו מהירות ייסעו האופניים עכשיו?

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 3



מכונית נוסעת בכיכר שרדיוסה $20\,\mathrm{m}$, במהירות שגודלה קבוע, $10\,\mathrm{m/s}$.

א. כמה זמן נמשך סיבוב שלם בכיכר?

ב. המכונית עוברת מהנקודה A לנקודה B, רבע סיבוב. מצאו את השינוי בווקטור המהירות שלה, בגודל ובכיוון, ואת התאוצה הממוצעת שלה בקטע הזה.

ג. מה התאוצה הרגעית של המכונית, בגודל ובכיוון?

ד. מה התאוצה הממוצעת של המכונית בחצי סיבוב? ומה היא בסיבוב שלם?

ה. חשבו את התאוצה הממוצעת בעשירית סיבוב. מה אפשר ללמוד מהשוואה בין התאוצות הממוצעות שמצאתם לבין התאוצה הרגעית? חשיבה

שאלה 4

מכונית שמסתה $1200\,\mathrm{kg}$ נכנסת לסיבוב בכביש אופקי. רדיוס הסיבוב $80\,\mathrm{m}$. מקדם החיכוך הסטטי בין הצמיגים לכביש הוא 0.8.

א. שרטטו תרשים של הכוחות שפועלים על המכונית, במבט מאחור, וסמנו את כיוון התאוצה שלה. איזה כוח הוא הכוח המרכזי?

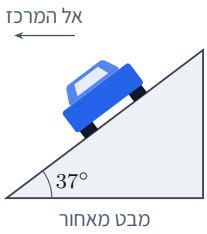
ב. מה המהירות המרבית שבה המכונית יכולה לעבור בסיבוב בלי להחליק? תנו את התשובה גם ב־$\mathrm{km/h}$.

ג. המכונית עוברת בסיבוב ב־$20\,\mathrm{m/s}$. מה גודל כוח החיכוך שפועל עליה? איזה חלק הוא מהחיכוך הסטטי המרבי?

ד. אחרי גשם מקדם החיכוך הסטטי יורד ל־0.5. מה המהירות המרבית עכשיו?

ה. משאית כבדה פי 10 מהמכונית נכנסת לאותו סיבוב בכביש יבש, ומקדם החיכוך בין הצמיגים שלה לכביש זהה. האם המהירות המרבית שלה גדולה מזו של המכונית, קטנה ממנה או שווה לה? נמקו. חשיבה

שאלה 5



קטע מעוקל של מסלול מרוצים נטוי בזווית של $37°$, ורדיוס הסיבוב בו $120\,\mathrm{m}$. מכונית מרוץ שמסתה $800\,\mathrm{kg}$ נוסעת בקטע הזה.

א. באיזו מהירות יכולה המכונית לעבור בסיבוב גם בלי שום חיכוך?

ב. מה הכוח הנורמלי שהכביש מפעיל על המכונית במהירות הזאת? פי כמה הוא גדול מהמשקל שלה?

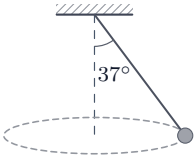
ג. מקדם החיכוך הסטטי בין הצמיגים לכביש הוא 0.5, והמכונית נוסעת מהר יותר ממהירות התכנון (המהירות שמצאתם בסעיף א). לאיזה כיוון פועל עליה כוח החיכוך? מה המהירות המרבית שבה היא יכולה לעבור בסיבוב בלי להחליק? אתגר

ד. מה המהירות המינימלית שבה המכונית יכולה לעבור בסיבוב בלי להחליק? אתגר

ה. אילו מקדם החיכוך הסטטי היה 0.8, האם הייתה מהירות מינימלית כזאת? נמקו. חשיבה

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 6



כדור קטן שמסתו $0.2\,\text{kg}$ קשור לחוט שאורכו $1.25\,\text{m}$, והקצה השני של החוט קשור לתקרה. הכדור מסתובב במעגל אופקי, והחוט יוצר זווית קבועה של $37°$ עם האנך.

א. מה רדיוס המעגל?

ב. מה המתיחות בחוט?

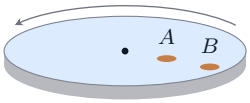
ג. מה גודל המהירות של הכדור?

ד. מה זמן המחזור של התנועה?

ה. מטוטלת קונית אחרת, שאורך החוט שלה $2.5\,\text{m}$, מסתובבת כך שמישור המעגל שלה נמצא באותו מרחק מתחת לתקרה כמו מישור המעגל של המטוטלת המקורית. מה זמן המחזור שלה? נמקו בלי חישוב ארוך. (חשיבה)

ו. מגדילים פי 2 את המהירות הזוויתית של המטוטלת המקורית. מה תהיה עכשיו הזווית בין החוט לאנך, ומה תהיה המתיחות?

שאלה 7



מטבע A, שמסתו $10\,\text{g}$, מונח על שולחן עגול, במרחק $15\,\text{cm}$ מהציר. השולחן מסתובב סביב ציר אנכי שעובר במרכזו. מקדם החיכוך הסטטי בין המטבע לשולחן הוא 0.6. מגבירים לאט את קצב הסיבוב של השולחן.

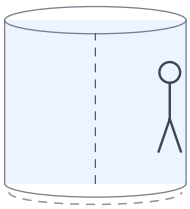
א. מה המהירות הזוויתית המרבית שבה המטבע עוד לא מחליק? כמה סיבובים בשנייה זה?

ב. מטבע זהה, B, מונח על השולחן במרחק $30\,\text{cm}$ מהציר. מה המהירות הזוויתית המרבית בשבילו? איזה מהמטבעות יתחיל להחליק ראשון?

ג. מה גודל כוח החיכוך על מטבע A, כשהשולחן מסתובב ב־$4\,\text{rad/s}$?

ד. השולחן מסתובב ב־45 סל״ד. מה המרחק המרבי מהציר שבו אפשר להניח את המטבע כך שלא יחליק?

שאלה 8



במתקן ״רוטור״ בלונה פארק, הנוסעים עומדים צמודים לדופן הפנימית של גליל אנכי שרדיוסו $2.5\,\text{m}$. הגליל מתחיל להסתובב סביב הציר שלו, וכשהוא מגיע למהירות מספיקה, הרצפה יורדת. מקדם החיכוך הסטטי בין הבגדים לדופן הוא 0.5.

א. שרטטו את תרשים הכוחות שפועלים על נוסע אחרי שהרצפה ירדה. איזה כוח מונע ממנו ליפול, ואיזה כוח הוא הכוח המרכזי?

ב. מה המהירות הזוויתית המינימלית שבה הנוסעים לא מחליקים למטה? כמה סיבובים בשנייה זה?

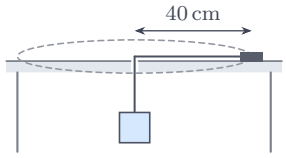
ג. מה גודל המהירות של נוסע במצב הזה?

ד. מה הכוח הנורמלי, ומה כוח החיכוך, שפועלים על נוסע שמסתו $60\,\text{kg}$ במהירות הזוויתית של סעיף ב?

ה. הגליל מאיץ, עד שהמהירות הזוויתית שלו גדולה פי 2 מזו של סעיף ב, ומשם ממשיך להסתובב בקצב קבוע. מה עכשיו הכוח הנורמלי, ומה כוח החיכוך, שפועלים על אותו נוסע? (חשיבה)

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 9



דיסקית שמסתה $0.5\,\text{kg}$ מחליקה במעגל על שולחן אופקי חלק. היא קשורה לחוט שעובר דרך חור קטן במרכז השולחן, ובקצה השני של החוט, מתחת לשולחן, תלוי גוף שמסתו $1\,\text{kg}$. הגוף התלוי נמצא במנוחה, ורדיוס המעגל של הדיסקית הוא $40\,\text{cm}$.

א. מה המתיחות בחוט? נמקו.

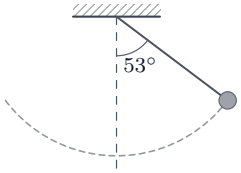
ב. מה גודל המהירות של הדיסקית?

ג. מה זמן המחזור של התנועה?

ד. איזו מסה צריך לתלות במקום הגוף, כדי שהדיסקית תנוע באותו רדיוס במהירות $4\,\text{m/s}$?

ה. מניחים את הדיסקית על משטח אופקי מחוספס שמסתובב סביב החור, והיא מסתובבת יחד איתו בלי להחליק. מקדם החיכוך הסטטי בין הדיסקית למשטח הוא 0.25, ובקצה החוט תלוי שוב הגוף שמסתו $1\,\text{kg}$, במנוחה. באיזה תחום של מהירויות יכולה הדיסקית לנוע במעגל שרדיוסו $40\,\text{cm}$? אתגר

שאלה 10



מטוטלת פשוטה בנויה מכדור קטן שמסתו $0.5\,\text{kg}$, התלוי בחוט שאורכו $1\,\text{m}$. מסיטים את הכדור עד שהחוט יוצר זווית של $53°$ עם האנך, ומשחררים אותו ממנוחה.

א. מה גודל המהירות של הכדור בנקודה הנמוכה ביותר?

ב. מה המתיחות בחוט בנקודה הנמוכה ביותר?

ג. מה התאוצה של הכדור ברגע השחרור, בגודל ובכיוון? מה המתיחות בחוט ברגע הזה?

ד. מה גודל התאוצה של הכדור, ומה המתיחות בחוט, כשהחוט יוצר זווית של $37°$ עם האנך, בדרך למטה?

ה. ידוע שהחוט נקרע כשהמתיחות בו עולה על $12\,\text{N}$. מה הזווית ההתחלתית המרבית שממנה אפשר לשחרר את הכדור בלי שהחוט ייקרע?

שאלה 11



מכונית שמסתה $1000\,\text{kg}$ נוסעת בכביש הררי במהירות שגודלה קבוע, $10\,\text{m/s}$. ראש הגבעה ותחתית השקע בכביש הם קשתות של מעגלים שרדיוסם $40\,\text{m}$.

א. מה הכוח הנורמלי שהכביש מפעיל על המכונית בראש הגבעה?

ב. מה הכוח הנורמלי שהכביש מפעיל על המכונית בתחתית השקע?

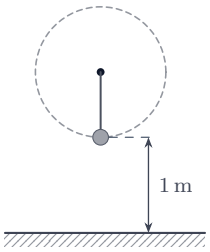
ג. מה המהירות המרבית שבה המכונית יכולה לעבור בראש הגבעה בלי לאבד מגע עם הכביש? תנו את התשובה גם ב־km/h.

ד. נוסע שמסתו $70\,\text{kg}$ יושב במכונית על מאזני קפיץ. מה הוריית המאזניים, בניוטון, בראש הגבעה ובתחתית השקע, כשהמכונית נוסעת ב־$10\,\text{m/s}$?

ה. בראש הגבעה הנוסע מרגיש "קל". האם המשקל שלו שם קטן יותר? הסבירו. חשיבה

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 12



כדור שמסתו $0.3\,\mathrm{kg}$ קשור לחוט שאורכו $0.8\,\mathrm{m}$ ומסתובב במעגל אנכי.

א. מה המהירות המינימלית שבה הכדור יכול לעבור בנקודה העליונה של המעגל, כך שהחוט יישאר מתוח?

ב. אם זו המהירות של הכדור בנקודה העליונה, מה מהירותו בנקודה התחתונה?

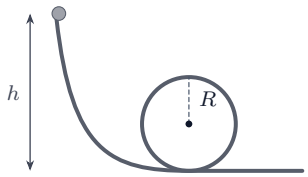
ג. מה המתיחות בחוט בנקודה התחתונה, במצב של סעיף ב?

ד. הראו שההפרש בין המתיחות בנקודה התחתונה למתיחות בנקודה העליונה זהה בכל מהירות שבה הכדור משלים סיבוב, ובטאו אותו בעזרת m ו־g.

ה. מסובבים את הכדור מהר יותר, עד שבנקודה התחתונה מהירותו $8\,\mathrm{m/s}$. מה עכשיו המתיחות בחוט בנקודה התחתונה?

ו. ברגע מסוים, כשהכדור עובר בנקודה התחתונה במהירות $8\,\mathrm{m/s}$, החוט נקרע. הנקודה התחתונה של המעגל נמצאת בגובה $1\,\mathrm{m}$ מעל הרצפה. באיזה מרחק אופקי מהנקודה הזאת יפגע הכדור ברצפה?

שאלה 13



כדור קטן שמסתו $0.2\,\mathrm{kg}$ משוחרר ממנוחה על מסילה חלקה, מגובה h מעל תחתית הלולאה, ונכנס ללולאה אנכית שרדיוסה $R=0.5\,\mathrm{m}$, כמו בתרשים. התייחסו לכדור כאל גוף נקודתי שמחליק בלי חיכוך.

א. מה המהירות המינימלית שבה הכדור יכול לעבור בנקודה העליונה של הלולאה בלי לאבד מגע עם המסילה?

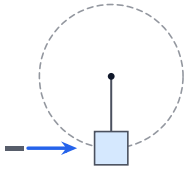
ב. מה הגובה המינימלי h שממנו צריך לשחרר את הכדור כדי שישלים את הלולאה?

ג. משחררים את הכדור מהגובה של סעיף ב. מה הכוח שהמסילה מפעילה עליו בנקודה התחתונה של הלולאה?

ד. משחררים את הכדור מגובה $2\,\mathrm{m}$. מה הכוח שהמסילה מפעילה עליו בנקודה העליונה של הלולאה?

ה. משחררים את הכדור מגובה $1\,\mathrm{m}$, בדיוק בגובה של ראש הלולאה. האם הכדור יגיע לראש הלולאה? נמקו. אם הכדור מתנתק מהמסילה לפני כן, מצאו באיזה גובה, מעל תחתית הלולאה, הוא מתנתק, ומה מהירותו ברגע ההתנתקות. אתגר

שאלה 14



קליע שמסתו $20\,\mathrm{g}$ נורה אופקית ונתקע בגוש עץ שמסתו $0.98\,\mathrm{kg}$. הגוש תלוי בחוט שאורכו $0.5\,\mathrm{m}$, ונמצא במנוחה לפני הפגיעה. אחרי הפגיעה הגוש, עם הקליע שבתוכו, מסתובב במעגל אנכי שלם. התייחסו לגוש ולקליע כאל גוף נקודתי.

א. מה המהירות המינימלית של הגוש בנקודה העליונה של המעגל?

ב. מה המהירות המינימלית של הגוש מיד אחרי הפגיעה?

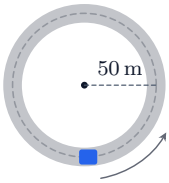
ג. מה המהירות המינימלית של הקליע לפני הפגיעה? ציינו באיזה חוק שימור השתמשתם בכל שלב, ונמקו למה מותר להשתמש בו.

ד. נניח שמהירות הקליע היא זו שמצאתם בסעיף ג. כמה אנרגיה קינטית הפכה לאנרגיה פנימית בפגיעה? איזה אחוז זה מהאנרגיה הקינטית של הקליע לפני הפגיעה?

ה. מחליפים את החוט במוט קל וקשיח באותו אורך, שמסתובב בחופשיות סביב נקודת התלייה. מה עכשיו המהירות המינימלית של הקליע, כדי שהגוש ישלים סיבוב? אתגר

© אור בן שטרית · אינסוף

שאלה 15 מכינה



מכונית מתחילה לנוע ממנוחה במסלול מעגלי אופקי שרדיוסו $50\,\mathrm{m}$, ומגבירה את מהירותה בקצב קבוע: התאוצה המשיקית שלה $2\,\mathrm{m/s^2}$. מקדם החיכוך הסטטי בין הצמיגים לכביש הוא 0.6, והחיכוך הסטטי הוא הכוח האופקי היחיד שפועל על המכונית.

א. מה התאוצה הזוויתית של המכונית?

ב. מה התאוצה הרדיאלית של המכונית $5\,\mathrm{s}$ אחרי שהתחילה לנוע? מה התאוצה הכוללת שלה ברגע הזה, ומה הזווית בין התאוצה הכוללת לבין המהירות?

ג. אחרי כמה זמן תתחיל המכונית להחליק? מה תהיה מהירותה ברגע הזה?

ד. איזו זווית, במעלות, עברה המכונית סביב מרכז המעגל עד שהתחילה להחליק?

ה. המכונית נוסעת במסלול הזה במהירות שגודלה קבוע. מה המהירות המרבית שבה היא יכולה לנסוע בלי להחליק? השוו לתשובה של סעיף ג, והסבירו את ההבדל. חשיבה

תשובות סופיות

התשובות מעוגלות. הכיוונים מתוארים ביחס לתרשים או לתיאור שבשאלה.

שאלה 1

א. $T = 0.05\,\text{s}$ ו־$20\,\text{Hz}$.

ב. $\omega \approx 125.7\,\text{rad/s}$ ו־$v \approx 31.4\,\text{m/s}$.

ג. $g \approx 395$ מ־$3950\,\text{m/s}^2$.

ד. $\approx 1580\,\text{N}$, אל ציר התוף. את רובו מפעילה דופן התוף (כוח נורמלי).

ה. כדי לנוע במעגל, כל טיפה צריכה כוח מרכזי. מול חור אין דופן שדוחפת אותה פנימה, ולכן היא ממשיכה ישר, במשיק, ויוצאת דרך החור.

ו. פי 4, כי $a_R = \omega^2 r$.

שאלה 2

א. $\approx 0.63\,\text{m/s}$.

ב. $\approx 15.7\,\text{rad/s}$, כלומר 2.5 סיבובים בשנייה.

ג. $\approx 5.5\,\text{m/s}$, כ־$19.8\,\text{km/h}$.

ד. $\approx 86\,\text{m/s}^2$, אל ציר הגלגל.

ה. $\approx 7.3\,\text{m/s}$.

שאלה 3

א. $\approx 12.6\,\text{s}$.

ב. $|\Delta\vec{v}| = 10\sqrt{2} \approx 14.1\,\text{m/s}$, בכיוון מאמצע הקשת AB אל מרכז הכיכר. $a_{\text{avg}} \approx 4.5\,\text{m/s}^2$, באותו כיוון.

ג. $5\,\text{m/s}^2$, אל מרכז הכיכר.

ד. בחצי סיבוב $\approx 3.2\,\text{m/s}^2$. בסיבוב שלם 0.

ה. $\approx 4.9\,\text{m/s}^2$. ככל שפרק הזמן קצר יותר, התאוצה הממוצעת מתקרבת לתאוצה הרגעית, $\frac{v^2}{r} = 5\,\text{m/s}^2$, וגם הכיוון שלה מתקרב לכיוון המרכז.

שאלה 4

א. N כלפי מעלה, mg כלפי מטה, וחיכוך סטטי אופקי אל מרכז הסיבוב. התאוצה אל המרכז. החיכוך הוא הכוח המרכזי.

ב. $\approx 25.3\,\text{m/s}$, כ־$91\,\text{km/h}$.

ג. $6000\,\text{N}$, 62.5% מהחיכוך המרבי ($9600\,\text{N}$).

ד. $20\,\text{m/s}$, כלומר $72\,\text{km/h}$.

ה. שווה. $v_{\max} = \sqrt{\mu_s g r}$, והמסה מצטמצמת.

שאלה 5

א. $30\,\text{m/s}$.

ב. $10\,000\,\text{N}$, פי 1.25 מהמשקל.

ג. במורד הכביש. $v_{\max} = \sqrt{2400} \approx 49\,\text{m/s}$, כ־$176\,\text{km/h}$.

ד. $\approx 14.8\,\text{m/s}$. החיכוך פועל במעלה הכביש.

ה. לא. $\mu_s = 0.8$ גדול מ־$\tan 37^\circ = 0.75$, ולכן המכונית לא גולשת גם כשהיא עומדת במקום.

שאלה 6

א. $0.75\,\text{m}$.

ב. $2.5\,\text{N}$.

ג. $\approx 2.37\,\text{m/s}$.

ד. $\approx 1.99\,\text{s}$.

ה. אותו זמן מחזור, $\approx 1.99\,\text{s}$. $T = 2\pi\sqrt{h/g}$ תלוי רק בגובה h, ובשתי המטוטלות $h = 1\,\text{m}$.

ו. $\cos\theta = 0.2$, כלומר $\theta \approx 78.5^\circ$. המתיחות $10\,\text{N}$.

שאלה 7

א. $\approx 6.3\,\text{rad/s}$, כסיבוב אחד בשנייה.

ב. $\approx 4.5\,\text{rad/s}$. מטבע B, הרחוק מהציר, מחליק ראשון.

ג. $0.024\,\text{N}$.

ד. $\approx 0.27\,\text{m}$.

שאלה 8

א. mg כלפי מטה, חיכוך סטטי כלפי מעלה, שמונע את הנפילה, וכוח נורמלי אופקי שהדופן מפעילה, אל ציר הגליל. הכוח הנורמלי הוא הכוח המרכזי.

ב. $\approx 2.83\,\text{rad/s}$, כ־$0.45$ סיבובים בשנייה.

ג. $\approx 7.1\,\text{m/s}$.

ד. $N = 1200\,\text{N}$, ו־$f_s = 600\,\text{N}$.

ה. $N = 4800\,\text{N}$, אבל החיכוך נשאר $600\,\text{N}$: הוא רק מאזן את המשקל. מה שגדל הוא החיכוך המרבי האפשרי.

שאלה 9

א. $10\,\text{N}$. הגוף התלוי במנוחה, ולכן $F_T = Mg$.

ב. $\approx 2.83\,\text{m/s}$.

ג. $\approx 0.89\,\text{s}$.

ד. $2\,\text{kg}$.

ה. בין $\sqrt{7} \approx 2.65\,\text{m/s}$ ל־$3\,\text{m/s}$.

שאלה 10

א. $\sqrt{8} \approx 2.83\,\text{m/s}$.

ב. $9\,\text{N}$.

ג. $8\,\text{m/s}^2$, בניצב לחוט, במשיק למסלול, לכיוון הנקודה הנמוכה ביותר. המתיחות $3\,\text{N}$.

ד. $a \approx 7.2\,\text{m/s}^2$, ו־$F_T = 6\,\text{N}$.

ה. $\cos\theta_0 = 0.3$, כלומר $\theta_0 \approx 72.5^\circ$.

שאלה 11

א. $7500\ \text{N}$.

ב. $12\,500\ \text{N}$.

ג. $20\,\text{m/s}$, כלומר $72\,\text{km/h}$.

ד. $525\ \text{N}$ בראש הגבעה, ו־$875\ \text{N}$ בתחתית השקע.

ה. לא. המשקל, $mg = 700\ \text{N}$, לא משתנה. המושב דוחף את הנוסע פחות, כי חלק מהמשקל "משמש" כוח מרכזי.

שאלה 12

א. $\sqrt{8} \approx 2.83\,\text{m/s}$.

ב. $\sqrt{40} \approx 6.32\,\text{m/s}$.

ג. $18\ \text{N}$.

ד. למעלה $F_{T1} = m\frac{v_1^2}{L} - mg$, למטה $F_{T2} = mg + m\frac{v_2^2}{L}$, ומשימור אנרגיה $v_2^2 = v_1^2 + 4gL$. מחסרים ומקבלים $F_{T2} - F_{T1} = 6mg$.

ה. $27\ \text{N}$.

ו. $\approx 3.58\,\text{m}$.

שאלה 13

א. $\sqrt{5} \approx 2.24\,\text{m/s}$.

ב. $1.25\ \text{m}$.

ג. $12\ \text{N}$, כלפי מעלה, פי 6 מהמשקל.

ד. $6\ \text{N}$, כלפי מטה.

ה. לא. הכדור מתנתק מהמסילה בגובה $\frac{5}{6}\,\text{m} \approx 0.83\,\text{m}$, ומהירותו שם $\approx 1.83\,\text{m/s}$. משם הוא נע כגוף שנזרק.

שאלה 14

א. $\sqrt{5} \approx 2.24\,\text{m/s}$.

ב. $5\,\text{m/s}$.

ג. $250\,\text{m/s}$. בפגיעה: שימור התנע האופקי, כי הפגיעה קצרה, והמתיחות והמשקל אנכיים. בסיבוב: שימור אנרגיה מכנית, כי המתיחות ניצבת לתנועה ולא עושה עבודה.

ד. $612.5\ \text{J}$, 98%.

ה. $\approx 224\,\text{m/s}$. במוט המהירות בנקודה העליונה יכולה לשאוף לאפס, ולכן בתחתית $V_{\min} = \sqrt{4gL}$.

שאלה 15

א. $0.04\,\text{rad/s}^2$.

ב. $a_R = 2\,\text{m/s}^2$, $a \approx 2.83\,\text{m/s}^2$, בזווית 45° למהירות.

ג. $\approx 8.4\,\text{s}$, ו־$v \approx 16.8\,\text{m/s}$.

ד. $\approx 1.41\ \text{rad}$, כ־81°.

ה. $\sqrt{300} \approx 17.3\,\text{m/s}$, יותר מהמהירות של סעיף ג. במהירות קבועה כל החיכוך המרבי משמש כוח מרכזי. בזמן ההאצה חלק ממנו נדרש לתאוצה המשיקית.

© 2026 אור בן שטרית · אינסוף. כל הזכויות שמורות.
מותר להדפיס ולהפיץ את הקובץ בשלמותו ובחינם לצורכי לימוד. אסור להעתיק ממנו תרגילים או איורים לחומרים אחרים, לשנות אותו או להשתמש בו למטרות מסחריות בלי אישור בכתב.
הקובץ נכתב בידי אינסוף ואינו פרסום רשמי של משרד החינוך או של גוף אחר.