

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמים
אישית ברוחב 0.5 בכל צד.

ב WORD, יש לבחור בלשונית הדפסה את
חלון השוליים, לבחור שוליים מותאמים אישית
ולשנות ל 0.5 בכל הכיוונים

עריכה:

בדף הכנסנו כמה שיותר הסברים, נוסחאות ותמונות. אם מספר העמודים חורג ממספר
העמודים המותר בבחינה ניתן לערוך את קובץ ה WORD ולהוריד הסברים מורחבים,
תמונות או נוסחאות טריוויאליות. ניתן גם כמובן להוסיף הסברים שלכם או נוסחאות.

בכל מקרה מומלץ מאוד לעבור על הדף לפני המבחן!! הוא גם סיכום של החומר.

אין להוריד את הסמל של GOOL או כל סימן מסחרי אחר!!

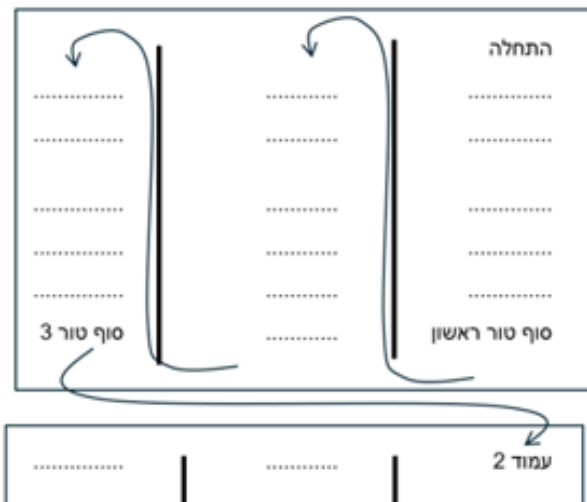
מבנה הדף:

הדף בנוי משלושה טורים.

ההתחלה היא בפינה הימנית העליונה.

בסוף הטור הראשון עוברים לטור השני באותו
עמוד (ולא לעמוד הבא). בסוף הטור האחרון
עוברים לטור הראשון (הימני) בעמוד הבא.

ניתן לשנות את כיוון הפריסה לרוחב, זה יוצר
מראה יותר מרווח על חשבון מספר עמודים.



כל הזכויות שמורות למני גבאי ולאתר GOOL

הדף מיועד לכל שימוש שאינו מסחרי ובפרט לשימוש מרצים, מורים, סטודנטים ותלמידים
בקורסים שונים, ניתן לערוך את הדף אך יש להשאיר סימונים של אתר גול.

פזיקה חופשית זריקה אנכית

תנועה בתאוצה קבועה g כלפי מטה, נבחר את ציר התנועה להיות ציר Y, ולכן משוואות התנועה הן:

y(t) = y_0 + v_0(t - t_0) + 1/2 a(t - t_0)^2
v(t) = v_0 + a(t - t_0)
v_f^2 = v_i^2 + 2a(y_f - y_i)

בנפילה חופשית הגוף מתחיל ממנוחה ולכן v_0 = 0
בדרי"כ נבחר לפתור באופן הבא:

- 1. כיוון הציר החיובי יהיה כלפי מטה ואז a = g (במשוואות הנ"ל).
- 2. נבחר את הראשית בנקודת ההתחלה ואז y_0 = 0
- בזריקה אנכית: יש לגוף מהירות התחלתית כלפי מעלה או מטה. התנועה היא בתאוצה קבועה g כלפי מטה (כמו נפילה חופשית) ומשוואות התנועה זהות.
- עדיף לבחור את הכיוון החיובי כלפי מעלה ואז a = -g, המהירות ההתחלתית תהיה חיובית אם היא כלפי מעלה ושלילית אם היא כלפי מטה.
- מומלץ לבחור את הראשית בקרקע.

- שיא גובה כאשר v(t) = 0 הצבה במשוואה נותנת בשיא גובה ש: v_0 = 2g * t_gובה ; y_0 = 2g * t_gובה^2 / 2

תנועה במישור - בליסטית

וקטור המיקום: r = x i + y j = (x, y)
העתק: Δr = Δx i + Δy j = (Δx, Δy)
מהירות ממוצעת או קבועה: v_avg = Δr / Δt
זריקה משופעת (ואופקית): הגוף נורק במהירות התחלתית v_0 בזווית θ (באופקית הזווית אפס).

- נפריד לתנועה במהירות קבועה בציר X ותנועה בתאוצה קבועה בציר Y (זריקה אנכית). משוואות התנועה יהיו:

x(t) = x_0 + v_0 cos(θ) t ; v_x(t) = v_0 cos(θ)
y(t) = y_0 + v_0 sin(θ) t + 1/2 a_y t^2
v_y(t) = v_0 sin(θ) + a_y t

- אם נבחר כיוון חיובי בציר Y כלפי מעלה או g = -a_y, תיתכן תאוצה גם בציר ה X לדוגמה במקרה של רוח אופקית ואז צריך לשנות את הנוסחאות בציר X לנוסחאות של תאוצה קבועה.

- שיא גובה (v_y(t) = 0): t_gובה = v_0 sin(θ) / g
y_gובה = y_0 + (v_0 sin(θ))^2 / 2g

- טווח (בהנחה שהזריקה מהקרקע): R = v_0^2 sin(2θ) / g
טווח מקסימלי בזווית 45 מעלות
- משוואת המסלול: משוואה של y(x). על מנת למצא משוואת מסלול מבודדים t מהביטוי של x(t) ומציבים ב y(t).

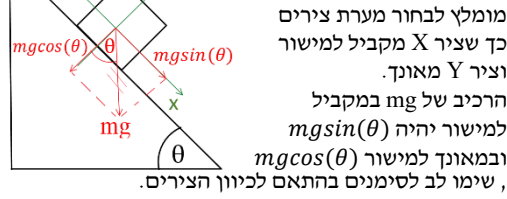
דינמיקה - חוק I ו-II של ניוטון

החוק הראשון של ניוטון: אם גוף נע במהירות קבועה בקו ישר (או במנוחה) אז סכום הכוחות עליו מתאפס ולהפך.
החוק השלישי של ניוטון: לכל כוח שגוף אחד מפעיל על גוף שני (כוח פעולה) הגוף השני חייב להפעיל כוח בחזרה (כוח תגובה) השווה בגודלו והפוך בכיוונו.
שימו לב!! הכוחות פועלים על שני גופים שונים ולכן לא יהיו באותו תרשים כוחות.

חיכוך סטטי:
- פועל כאשר הגוף במנוחה (ביחס למשטח המגע).
- כיוונו מנוגד לכיוון שקול הכוחות.
- גודלו משתנה בהתאם לכוחות הפועלים.

- ערך מקסימלי: f_s,max = μ_s N או f_s ≤ μ_s N
חיכוך קינטי:

- פועל כאשר הגוף בתנועה (ביחס למשטח המגע).
- גודלו קבוע (אינו תלוי במהירות או בכוחות האחרים).
- בניגוד לסטטי ושווה ל: f_k = μ_k N



דינמיקה - חוק II של ניוטון

חוק II של ניוטון: ΣF = ma
- בגלל שהשוויון וקטורי צריך שיהיה שוויון בכל ציר.
- בנפרד. כלומר: ΣF_x = ma_x ; ΣF_y = ma_y
- בבעיות עם מספר גופים נעשה תרשים כוחות וחוק שני לכל גוף בנפרד. אח"כ נסיק את הקשר בין התאוצות של הגופים.

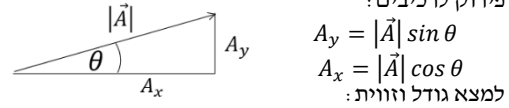
נוסחה נוספת המקשרת בין המהירות למיקום (ללא תלות בזמן) בתאוצה קבועה: v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)
גרפים:
- התאוצה היא השיפוע בגרף של המהירות כתלות בזמן. השטח מתחת לגרף של התאוצה כתלות בזמן שווה לשינוי המהירות.
- הגרף של המיקום כתלות בזמן בתאוצה קבועה הוא פרבולה. תאוצה חיובית פרבולה מחייכת, תאוצה שלילית פרבולה עצובה.
- המהירות היא נגזרת של המיקום לפי הזמן והמיקום הוא אינטגרל על המהירות לפי הזמן:

v(t) = dx/dt ; x(t) = ∫ v(t) dt
התאוצה היא נגזרת של המהירות והמהירות היא אינטגרל על התאוצה:
a(t) = dv/dt ; v(t) = ∫ a(t) dt

- כשעושים אינטגרל צריך להוסיף קבוע, את הקבוע מציאים מתנאי התחלה.
- נגזרות של סינוס וקוסינוס:

(cos x)' = -sin x ; (sin x)' = cos x

וקטורים



למצא גודל וזווית:
|A| = sqrt(A_x^2 + A_y^2) ; tan theta = A_y / A_x

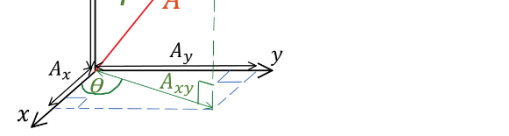
חיבור וקטורים:
- בצורה גרפית נצימד ראש לזנב. וקטור הסכום יהיה וקטור מהזנב הראשון לראש הוקטור האחרון.
- תמיד ניתן להזיז וקטור במרחב כל עוד שומרים על האורך והכיוון שלו.
- בצורה אלגברית נסכום את הרכיבים:

A + B = (A_x + B_x, A_y + B_y)
- בצורה פולרית, נפרק לרכיבים ונסכום.
- כפל/חלוקה בסקלר: בצורה אלגברית, נכפיל/נחלק כל רכיב בסקלר: B = alpha A = (alpha A_x, alpha A_y)
- בצורה פולרית, נכפיל/נחלק את הגודל בסקלר (הכיוון לא משתנה אלא אם הסקלר שלילי ואז הכיוון מתהפך)
- מכפלה סקלרית בין שני וקטורים:

A · B = A_x · B_x + A_y · B_y + A_z · B_z = |A| |B| cos alpha
- תוצאת המכפלה היא תמיד סקלר (ולא וקטור)
- מכפלה סקלרית של וקטורים מאונכים מתאפסת.
- נוסחה למציאת זווית בין וקטורים:
cos alpha = (A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z) / (|A| |B|)

וקטור יחידה:

וקטור בשלושה מימדים:
0 ≤ phi ≤ pi
0 ≤ theta ≤ 2pi
tan theta = A_y / A_x



cos phi = A_z / |A| = A_z / sqrt(A_x^2 + A_y^2 + A_z^2)

- פירוק לרכיבים: A_xy = |A| sin phi ; A_z = |A| cos phi
A_x = |A| sin phi cos theta ; A_y = |A| sin phi sin theta
מכפלה וקטורית:
- דרך 1 לעשות את המכפלה עם דטרמיננטה:

A x B = | i j k |
| A_x A_y A_z |
| B_x B_y B_z |

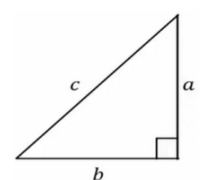
- דרך 2 לפי גודל וכיוון בנפרד:
גודל המכפלה הוא: |A x B| = |A| |B| sin alpha
וכיוון לפי כלל יד ימין:



- שימו לב שאתם עם יד ימין!!
- בתמונה השמאלית, קודם לעשות אקדח ואחר"כ לפתוח את האמה!

פונקציות טריגונומטריות

ניצב שמואל
sin alpha = a/c יתר
ניצב ליד
cos alpha = b/c יתר
ניצב שמואל
tan alpha = a/b ליד ניצב
1 / tan alpha = cot alpha = b/a
ניצב שמואל
a^2 + b^2 = c^2



sin(90° - alpha) = cos alpha ; cos(90° - alpha) = sin alpha tan(90° - alpha) = cot alpha ; cot(90° - alpha) = tan alpha	90° - alpha
sin(90° + alpha) = cos alpha ; cos(90° + alpha) = -sin alpha tan(90° + alpha) = -cot alpha ; cot(90° + alpha) = -tan alpha	90° + alpha
sin(180° - alpha) = sin alpha ; cos(180° - alpha) = -cos alpha tan(180° - alpha) = -tan alpha ; cot(180° - alpha) = -cot alpha	180° - alpha
sin(-alpha) = -sin alpha ; cos(-alpha) = cos alpha tan(-alpha) = -tan alpha ; cot(-alpha) = -cot alpha	-alpha
sin 2alpha = 2 sin alpha cos alpha cos 2alpha = cos^2 alpha - sin^2 alpha = 1 - 2 sin^2 alpha = 2 cos^2 alpha - 1	2alpha
sin(alpha ± beta) = sin alpha cos beta ± sin beta cos alpha cos(alpha ± beta) = cos alpha cos beta ∓ sin alpha sin beta	alpha ± beta

משוואת הקו הישר

משוואת הקו הישר: y = mx + n
משוואת הקו המשיק, כאשר alpha היא הזווית של הישר עם ציר ה-x. n היא נקודת חיתוך עם ציר ה-y.
מרחק בין שתי נקודות: d^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2
הפרבולה

משוואת הפרבולה: y = ax^2 + bx + c
a חיוב הפרבולה מחייכת, שלילי בוכה.

קודקוד הפרבולה: x_kודקוד = -b / (2a)
נוסחת השורשים: x_{1,2} = (-b ± sqrt(b^2 - 4ac)) / 2a

מעברים בין יחידות:
קיל (k) זה 1000 : 1km = 1000m ; 1kg = 1000gr
מיל (m) זה 1/1000 : 1mm = 1/1000 m
ומיליגרם 1mg = 1/1000 gr

ליטר: 1liter = 1000cm^3
קוב: 1000m^3 = 1000liter
שנת אור היא המרחק שהאור עושה בשנה: 1lightyear = 9.4608 · 10^15 m

מבוא פיזיקלי

חוקי חזקות: (ab)^c = a^c b^c ; a^b a^c = a^{b+c} ; (a^b)^c = a^{bc} ; 1/a^b = a^{-b}

צפיפות:
צפיפות נפחית: rho = M/V ; צפיפות משטחית: sigma = M/S
צפיפות אורכית: lambda = V/l

V, S, l הם נפח שטח ואורך הגוף בהתאמה
תנועה בקו ישר

העתק- השינוי במיקום הגוף: Δx = x_2 - x_1
דבר- אורך כל המסלול שעשה הגוף, סימון באות S
מהירות ממוצעת או קבועה: v = Δx / Δt = (x_2 - x_1) / (t_2 - t_1)
המיקום כתלות בזמן במהירות קבועה:

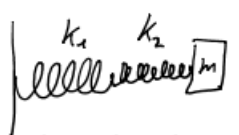
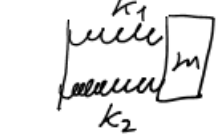
גרפים: גרף המיקום במקרה של תנועה במהירות קבועה יהיה קו ישר. שיפוע הגרף הוא המהירות.
גרף המהירות במקרה של מהירות קבועה הוא קו ישר אופקי.
- השטח מתת לגרף המהירות הוא ההעתק, עובדה זו נכונה גם עבור מהירות לא קבועה.
- השטח החיובי מתחת לגרף המהירות הוא הדרך

תאוצה קבועה או ממוצעת: a = dv/dt = (v_2 - v_1) / (t_2 - t_1)
מהירות כתלות בזמן בתנועה בתאוצה קבועה:

כאשר v_0 היא המהירות בזמן t_0 (בדרי"כ רגע תחילת התנועה)
מיקום כתלות בזמן בתנועה בתאוצה קבועה:

x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + 1/2 a(t - t_0)^2
כאשר x_0 ו v_0 הן המיקום והמהירות בזמן t_0 (בדרי"כ רגע התחלת התנועה)

חוק הוק - הכוח שמפעיל קפיץ: $F = -k\Delta x$
 Δx - התארכות ממצב הרפוי של הקפיץ (מסומן גם ב Δl)
 k - הוא קבוע הקפיץ ותלוי בחומר ממנו עשוי הקפיץ

חיבור בטור	חיבור במקביל
 $\frac{1}{k_{eff}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	 $k_{eff} = k_1 + k_2$

העבודה שמבצע כוח קבוע או כוח ממוצע:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = F \Delta x \cos \alpha$$

כאשר α היא הזווית בין הכוח להעתק
 - כוח שפועל במאונך לתנועה (למהירות) אינו מבצע עבודה.
 - אם הגוף לא נע העבודה אפס (לכן חיכוך סטטי אינו מבצע עבודה).

אנרגיה קינטית: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
 העבודה הכוללת (כולל הכוחות המשמרים) שווה לשינוי

באנרגיה קינטית: $W_{\Sigma F} = \Delta E_k$

האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית: $U_g = mgh$

h זה הגובה של הגוף. ניתן לבחור גובה אפס איפה שרוצים.
 העבודה שמבצע כוח הכובד שווה לשינוי באנרגיה

הפוטנציאלית הכובדית: $W_g = -\Delta U_g$

האנרגיה הפוטנציאלית האלסטית (האנרגיה של קפיץ):

$U_{el} = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$ הוא קבוע הקפיץ

Δx היא התארכות מהמצב הרפוי (לפעמים מסומן ב Δl)
 האנרגיה הכללית היא האנרגיה הקינטית של הגוף ועוד סך כל האנרגיות הפוטנציאליות:

$$E = E_K + U = \frac{1}{2}mv^2 + mgh + \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$$

*בשוויון השני רשמנו את האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית והאלסטית. תיאורטית יכולות להיות עוד אנרגיות פוטנציאליות אבל זה מאוד נדיר בקורס הזה.

משפט עבודה אנרגיה: $E_i - E_f = W_{NC}$ או $E_i + W_{NC} = E_f$

E_i ו- E_f הם האנרגיות הכלליות בהתחלה ובסוף.
 W_{NC} היא העבודה שנעשתה על ידי הכוחות הלא משמרים

בתהליך שבין נקודת ההתחלה לסוף.
 נוסחה לשינוי בגובה של מטוטלת:

$h = l(1 - \cos \theta)$
 h - הגובה מהתחתית
 l - אורך החוט
 θ - זווית ביחס לאנך מהתקרה.

חום (Q): האנרגיה הנוצרת מחיכוך קינטי.
 - כמות החום שנוצרת בתהליך שווה לעבודה של כוח החיכוך הקינטי (והפוכה בסימן, כי העבודה שמבצע

החיכוך הקינטי על הגוף שלילית)
 $Q = -W_{f_k}$
 ניתן לחשב את החום שנוצר גם מהשינוי באנרגיה הכללית של הגוף.

הספק (P): העבודה שנעשית ביחידת זמן.

ההספק של כוח קבוע או ההספק ממוצע: $P = \frac{W}{\Delta t}$

היחידה הסטנדרטית של ההספק היא Watt (W) והיא שווה לגאול חלקי שניה.

יחידת נוספת היא כוח סוס (Hp): $1 \text{ Hp} = 746 \text{ Watt}$

נוסחה נוספת להספק: $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

- בנוסחה יש מכפלה סקלרית של הכוח במהירות הגוף.
 - הנוסחה נכונה גם להספק רגעי (ולא רק להספק ממוצע או קבוע)