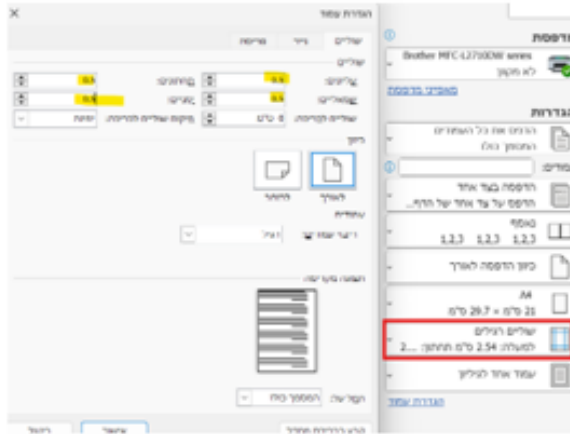


הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

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

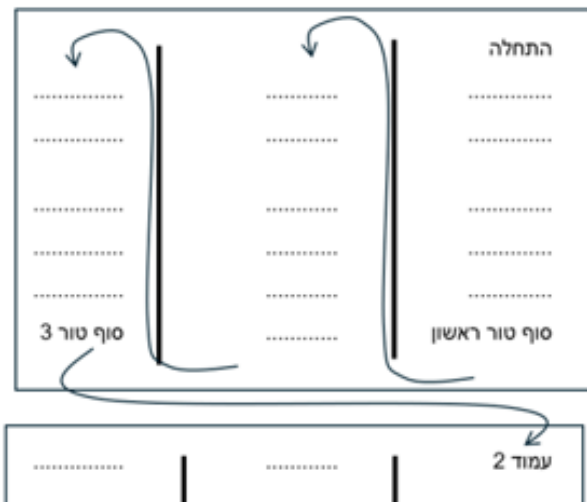
ב WORD, יש לבחור בלשונית הדפסה את
חלון השוליים, לבחור שוליים מותאמים אישית
ולשנות ל 0.5 בכל הכיוונים

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_שיא גובה ; y_0 + v_0^2/2g = y_שיא גובה

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)

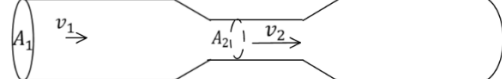
y(t) = y_0 + v_0 sin(θ) t + 1/2 a_y t^2

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_שיא גובה = v_0 sin(θ) / g

y_שיא גובה = y_0 + (v_0 sin(θ))^2 / 2g



עבודה ואנרגיה

עבודה של כוח קבוע:
 $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cdot \cos \alpha = F_x \Delta x + F_y \Delta y + F_z \Delta z$
כאשר α היא הזווית בין הכוח להעתק.
- העבודה של כוח שמאונך להעתק (לתנועה) מתאפסת.
- אם הגוף לא זז אין עבודה (לכן העבודה של החיכוך הסטטי היא תמיד אפס).
הקשר בין העבודה כוללת לאנרגיה קינטית:
 $W_{SF} = \Delta E_k$ העבודה של כל הכוחות שפועלים על הגוף
 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ אנרגיה קינטית
כוח משמר:
- **העבודה שמבצע כוח משמר אינה תלויה במסלול,** היא תלויה רק בנקודות ההתחלה והסיום של התנועה.
- העבודה במסלול סגור מתאפסת.
- יש לו אנרגיה פוטנציאלית כך ש: $W_c = -\Delta U$
- $U_g = mgh$ האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית;
- $U_{el} = \frac{1}{2}kx^2$ האנרגיה הפוטנציאלית האלסטית;
כאשר x ההתארכות הקפיץ ממצב רפוי ו- k קבוע הקפיץ.
- חוץ מ- U_g ו- U_{el} יכולים להיות עוד כוחות משמרים ועבורם יהיו עוד אנרגיות פוטנציאליות
אנרגיה (מכאנית) כללית:
 $E = E_k + U$
- U סכום כל האנרגיות הפוטנציאליות שקיימות בבעיה.
משפט עבודה אנרגיה:
 $E_i + W_{NC} = E_f$
 W_{NC} העבודה של כל הכוחות הלא משמרים
חוק שימור האנרגיה:
אם כל הכוחות משמרים (או העבודה של הכוחות הלא משמרים שווה לאפס) אז האנרגיה הכללית נשמרת
העבודה של כוח לא קבוע:
 $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int (F_x dx + F_y dy + F_z dz)$
בשביל הנוסחה צריך גם משוואה של המסלול.
דוגמה בדי-מימד: נתון $y(x) = x^5$, באמצעות המשוואה עוברת משתנה אחד. בדוגמה, נציב באינטגרל במקום y את x^5 ו- dx נזרות: $dy = 5x^4 dx$
הגבולות של המשתנה אליו עברנו (בדוגמה גבולות של x)
איך בודקים אם כוח הוא משמר:
אם ורק אם $\vec{\nabla} \times \vec{F} = 0$, אז הכוח משמר.
נוסחת הרוטור בפרק וקטורים.
הערה: צריך שכל רכיב יתאפס בנפרד.
נקודות שיווי משקל מתקיימת כאשר: $\vec{F} = 0$ או $\frac{\partial U}{\partial x} = 0$
שיווי משקל יציב (הגוף חוזר בתזוזה קטנה): $U''_x > 0$
שיווי משקל רופף (הגוף מתרחק בתזוזה קטנה): $U''_x < 0$
שיווי משקל אדיש (לא חוזר ולא ממשיך) כשאנרגיה קבועה
- אם יש כמה ממדים אז $\vec{\nabla} U = 0$
שיווי משקל יציב - כל הנגזרות השניות גדולות מאפס
שיווי משקל רופף - כל הנגזרות השניות קטנות מאפס
אוכף-חלק מהנגזרות השניות גדול מאפס וחלק קטן מאפס
חישוב אנרגיה פוטנציאלית מכוח משמר:
נתונה פונקציית כוח וצריך למצוא U שמקיימת
 $\frac{\partial U}{\partial x} = -F_x$ וגם $\frac{\partial U}{\partial y} = -F_y$ וגם $\frac{\partial U}{\partial z} = -F_z$
שלב 1 - נעשה $U = -\int F_x dx + g(y, z)$
כאשר $g(y, z)$ היא פונקציה כללית שתלויה רק ב- y, z .
דוגמה: $\vec{F}(x, y, z) = 2xyz\hat{x} + (zx^2 + 3)\hat{y} + yx^2\hat{z}$
 $U = -\int 2xyz dx + g(y, z) = -x^2yz + g(y, z)$
שלב 2 - נעשה $\frac{\partial U}{\partial y} = -F_y$ ומשם נמצא את $g(y, z)$
באמצעות אינטגרל על y ונוסיף $h(z)$. בדוגמה:
 $-x^2z + \frac{\partial g(y, z)}{\partial y} = -(zx^2 + 3)$ $\frac{\partial U}{\partial y} = -F_y$
נעשה אינטגרל ונוסיף $h(z)$: $g(y, z) = -3y + h(z)$
עכשיו $U = -x^2yz - 3y + h(z)$
שלב 3 - נעשה $\frac{\partial U}{\partial z} = -F_z$ ומשם נמצא את $h(z)$
באמצעות אינטגרל על z ונוסיף קבוע. בדוגמה:
 $-x^2y + \frac{\partial h(z)}{\partial z} = -yx^2$ $\frac{\partial U}{\partial z} = -F_z$
נציב $h(z) = C$: נעשה אינטגרל ונוסיף קבוע.
קבלנו: $U = -x^2yz - 3y + C$
שלב 4 - בשביל למצוא את C צריך תנאי על האנרגיה לדוגמה $U(0,0,0) = 0$, אם אין תנאי נשאיר את C .
- אם אין תלות ב- z בבעיה אז רק שלבים 1-2 וקבוע.

הספק ונצילות

הספק ממוצע:
 $P_{avg} = \frac{W}{\Delta t}$
הספק רגעי:
 $P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = |\vec{F}| |\vec{v}| \cos \alpha$
- $\vec{F}$ הכוח שפועל על הגוף ו- $\vec{v}$ היא מהירות הגוף.

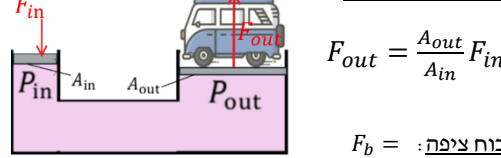
מוצקים	צפיפות (kg/m³)	נוזלים	צפיפות (kg/m³)
אלומיניום	2.70×10^3	מים (4°C)	1.00×10^3
ברזל ופלדה	7.8×10^3	פלומת דם	1.03×10^3
נחושת	8.9×10^3	דם מלא	1.05×10^3
עופרת	11.3×10^3	מי ים	1.025×10^3
זהב	19.3×10^3	כספית	13.6×10^3
בטון	2.3×10^3	אתנול (אלכוהול אתילי)	0.79×10^3
גרניט	2.7×10^3	בנוין	0.68×10^3
עץ (טיפוסים)	$0.3-0.9 \times 10^3$	גזים	
זכוכית רגילה	$2.4-2.8 \times 10^3$	אוויר	1.29
קרח (H₂O)	0.917×10^3	הליום	0.179
עצם	$1.7-2.0 \times 10^3$	פחמן דו-חמצני (CO₂)	1.98
		אדי מים (100°C)	0.598

לחץ:
 $P = \frac{F}{A}$

- F גודל הכוח המאונך למשטח. A - שטח.
- הלחץ הוא סקלר. יחידות ב SI: $1Pa = 1N/m^2$
- זורמים מפעילים לחץ בכל הכיוונים.
- עבור גוף במנוחה, הלחץ זהה מכל הכיוונים.
- אם אין זרימה אז הלחץ מאונך לדופן, רכיב בגבול לדופן יגרם לזרימה.
- הלחץ בעומק h בתוך נוזל/בעל צפיפות אחידה: $P = \rho gh$
*הנוסחה היא ללחץ שפועל מהנוזל בלבד, לחישוב הלחץ המוחלט יש להוסיף את הלחץ בפני הנוזל.
לחץ בזורם בעל צפיפות משתנה:

$P(y_2) - P(y_1) = -\int_{y_1}^{y_2} \rho g dy$

לחץ אטמוספרי:
 $P_0 = 1.013 \cdot 10^5 Pa = 101.3 kPa = 1atm$
 $1bar = 10^5 Pa$
לחץ יחסי (הלחץ ביחס ללחץ האטמוספרי):
 $P = P_0 + P_G$
- P_0 לחץ אבסולוטי.
- P_G לחץ יחסי.
עקרון פסקל: אם לחץ חיצוני מופעל על זורם תחום או הלחץ בכל נקודה בזורם גדל באותה ערך.
מערכת הידראולית:



$F_{out} = \frac{A_{out}}{A_{in}} F_{in}$
כוח ציפה: $F_b = \rho_l V g$

הידרודינמיקה

זרימה למינרית (שכבתית): זורם הנע בשכבות מקבילות ללא הפרעה בין השכבות.
זרימה טורבולנטית (עירבולית): זרימה באופן לא מסודר ואקראי. בדרכ מכילה מערבולות שנקראות זרמי אדי. איבוד אנרגיה גבוה.
ספיקה מסית Q_m (המסה של הזורם שעוברת דרך שטח חתך ביחידת זמן):
 $Q_m = \frac{dm}{dt} = \rho A v$
 ρ צפיפות הזורם, A שטח חתך, v מהירות הזורם.
ספיקה נפחית Q_V (נפח הזורם העובר דרך שטח חתך ביחידת זמן):
 $Q_V = \frac{dV}{dt} = A v$
במצב יציב הספיקה לא משתנה לאורך הזרימה:

$Q_{m1} = Q_{m2}$
משוואת הרציפות:
 $\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$
עבור זורם לא דחיס $\rho_1 = \rho_2$ ואז המשוואה $A_1 v_1 = A_2 v_2$
עקרון ברנולי: הלחץ הפוך למהירות הזורם
משוואת ברנולי:
 $\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + P_2$
או $\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h + P = const$
הנחות למשוואת ברנולי: 1. הזרימה למינרית ובמצב יציב. 2. הנוזל אינו דחיס. 3. אין חיכוך (אין צמיגות)
חוק טורצילי: מהירות הזרימה של נוזל דרך חור בתחתית של מיכל מלא בגובה h , זהה למהירות שצובר גוף בנפילה חופשית מאותו הגובה h :
 $v = \sqrt{2gh}$
צינור ונטורי:

מוט במרכז המסה	$I_{c.m.} = \frac{1}{12} mL^2$
מוט בקצה	$I = \frac{1}{3} mL^2$
כדור מלא במרכז מסה	$I_{c.m.} = \frac{2}{5} mR^2$
תיבה או לוח במרכז מסה	$I_{c.m.} = \frac{m(a^2 + b^2)}{12}$

גודל המומנט

מומנט כוח:
כאשר $\vec{r}$ הוא וקטור שיוצא מהציר עד לנקודה שבה פועל הכוח (ניתן לחשב את המכפלה באמצעות דטרמיננטה או באמצעות גודל וכיוון)
גודל המומנט:
כאשר $r_{\perp}$ הוא הרכיב של $\vec{r}$ המאונך לכוח
כיוון לפי כלל יד ימין או כלל הבורר.
תנע זוויתי (תנ"ז)
תנ"ז:
 $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$
 $\vec{r}$ הוא וקטור המיקום של הגוף, $\vec{p}$ - התנע הקווי
עבור גוף הנע בקו ישר ניתן לחשב את התנ"ז לפי:
 $|\vec{L}| = mvd$
כאשר d זה המרחק האפקטיבי.
 v - המהירות.
הקשר בין תנ"ז למומנט כוח:
 $\sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
חוק שימור התנע הזוויתי:
אם $\sum \vec{\tau}_{ext} = 0$ אז התנע הזוויתי נשמר

גוף קשיח

אם גוף קשיח מסתובב סביב ציר סיבוב כל נקודות על הגוף מבצעות תנועה מעגלית באותה מהירות הזוויתית (אך לא באותה מהירות קווית)
תנע קווי של גוף קשיח:
אנרגיה קינטית סיבובית סביב ציר קבוע כלשהו:
 $E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$
טבלת השוואה בין תנועה סיבובית לתנועה בקו ישר

תנועה סיבובית	תנועה בקו ישר
θ	x
$\omega = \dot{\theta}$	$v = \dot{x}$
$\alpha = \dot{\omega} = \ddot{\theta}$	$a = \dot{v} = \ddot{x}$
I	m
L	p
τ	F

גלגול ללא החלקה: מהירות הנקודה שנוגעת במשטח מתאפסת (ביחס למשטח) $\leftarrow a_{c.m.} = aR$; $v_{c.m.} = \omega R$
- בגל"ה החיכוך הוא סטטי ולכן אין איבוד אנרגיה.

איך נגשים לשאלות?
חוקי שימור
דרך כוחות ומומנטים
עושים:
1. חוק $\Sigma F = ma_{c.m.}$
2. משוואת מומנטים: $\Sigma \tau = I \alpha$
3. קשר בין התאוצות, לדוגמה $a_{c.m.} = aR$
הידרוסטטיקה
זורמים: נוזלים וגזים (כל חומר שיכול לזרום)
צפיפות (מסה חלקי נפח):
 $\rho = \frac{M}{V}$

נצילות: $\eta = \frac{w_{out}}{E_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

כאשר out מציין את החלק המנוצל על ידי המערכת ו- in מציין את כל מה שמושקע.