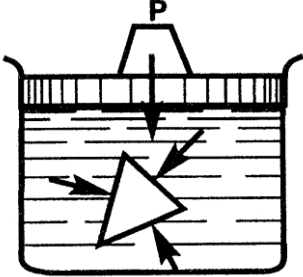
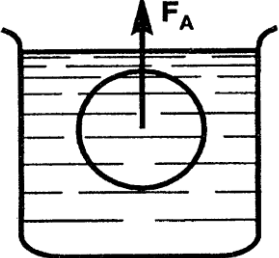
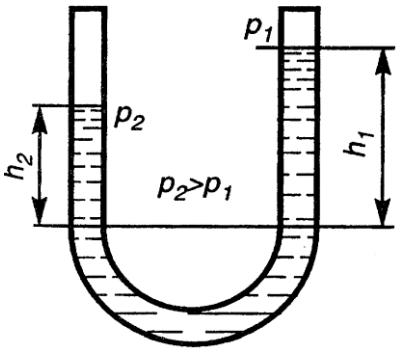
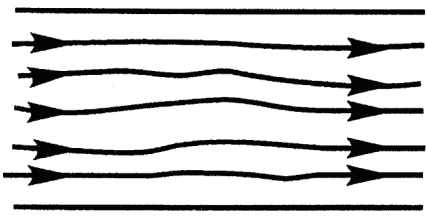
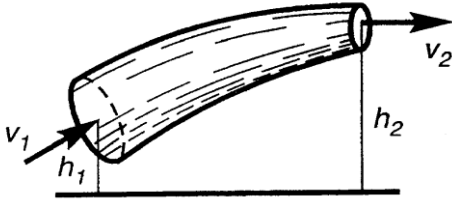
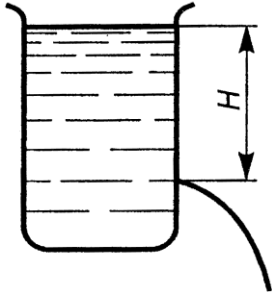


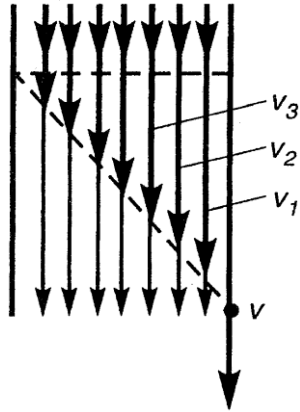
## תכונות נוזלים וגזים

	<p><b>חוק פסקל</b></p> <p>במיכל סגור ניח שבו נמצא נוזל (או גז), לחץ חיצוני מועבר לכל הכיוונים בצורה אחידה.</p> <p>במילים אחרות: לחץ בנקודה כלשהי בנוזל שווה בכל הכיוונים.</p>
 <p style="text-align: center;"><math>F_A = \rho_L \cdot V_1 \cdot g</math></p> <p>– <math>\rho_L</math> צפיפות סגולית של נוזל          – <math>V_1</math> נפח הגוף הטבול בנוזל          – <math>g</math> תאוצה של נפילה חופשית</p>	<p><b>חוק ארכימדס</b></p> <p>על גוף הטבול בתוך נוזל פועל כוח עילוי השווה בגודלו למשקל הנוזל (או גז) הנדחה על ידו.</p> <p>כוח זה הנקרא כוח ארכימדס <math>F_A</math> מופעל על מרכז המסות של חלקו הטבול של הגוף או על מרכז המסות של כל הגוף אם הוא טבול כולו בנוזל.</p> <p>כוח ארכימדס מכוון כלפי מעלה.</p>
	<p><b>כלים שלובים</b></p> <p>גובה פני נוזלים שונים שאינם מתערבבים ונמצאים בכלים שלובים בשדה כובד, הם ביחס הפוך לצפיפות הנוזלים:</p> $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ <p>אם <math>\rho_1 = \rho_2</math>, רמות הנוזלים יהיו באותו גובה.</p> <p><b>הערה:</b> מתח הפנים של פני הנוזלים אינו מובא בחשבון.</p>

## תכונות נוזלים וגזים (המשך)

	<p><b>זרימת נוזל אידיאלי</b></p> <p>הנוזל נקרא אידיאלי כאשר אין בו כוחות חיכוך. הזרימה נקראת למינארית, אם המהירות והלחץ בכל נקודה אינם תלויים בזמן.</p> <p>בצורה גרפית, הזרימה מתוארת על ידי קווי זרם; אלה הם קווים שווקטור המהירות משיק להם בכל נקודה.</p>
	<p><b>צינורית זרם –</b></p> <p>משטח שנוצר על ידי קווי זרם העוברים דרך מתאר סגור בתוך נוזל (למשל, מעגל).</p>
$p + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const}$	<p><b>משוואת ברנולי</b></p> <p>בתוך צינורית זרם אחת, לכל חתך מתקיים התנאי:</p> <p style="padding-left: 20px;"><math>p</math> – לחץ</p> <p style="padding-left: 20px;"><math>v</math> – מהירות</p> <p style="padding-left: 20px;"><math>h</math> – גובה החתך</p>
	<p><b>נוסחת תוריצי'לי</b></p> <p>מהירות הנוזל היוצא מחור קטן בכלי מחושבת לפי הנוסחה:</p> $v^2 = 2gH$ <p>כאשר <math>H</math> הוא המרחק מפני הנוזל לחור.</p>

## תכונות נוזלים וגזים (המשך)



$$F_{\eta} = - \frac{\eta \cdot S \cdot \Delta v}{\Delta l}$$

### זרימת נוזל צמיגי

תוך כדי זרימת נוזל (או גז) אמיתי, כאשר שכבות הנוזל מוזזות אחת יחסית לאחרת, נוצרים כוחות חיכוך פנימיים, המאטים את זרימת השכבות הנעות במהירויות גבוהות, ומזרזים את השכבות הנעות לאט יותר:

$\Delta v$  – הפרש מהירויות של השכבות

$\Delta l$  – מרחק בין השכבות בכיוון הניצב למהירות

$\eta$  – צמיגות דינמית – כוח חיכוך פנימי הפועל בין שתי שכבות בעלות שטח של 1 מ"ר, הנמצאות במרחק של 1 מ"ר אחד מהשני, כאשר הפרש מהירויות של השכבות הוא 1 מ"ש.

### גראדיינט המהירות

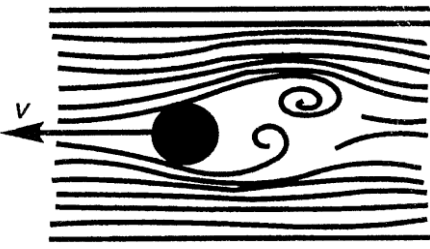
זהו ערך ווקטורי שגודלו שווה:

$$\lim_{\Delta l \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta v}{\Delta l} \right) = \frac{dv}{dl}$$

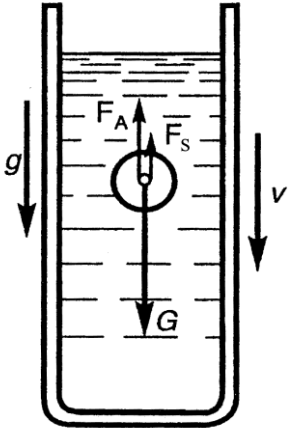
פסקל-שנייה:

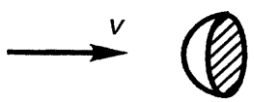
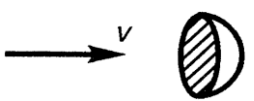
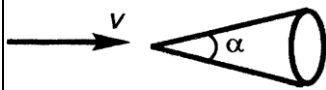
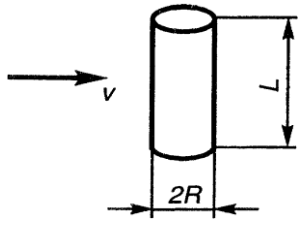
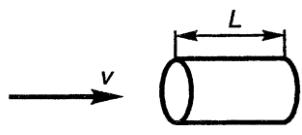
Pa·sec

יחידת צמיגות

	<p><b>תנועת גוף קשיח בנוזל צמיגי</b></p> <p>כאשר גוף קשיח (כמו כדור, לוחית) נע בנוזל, שכבת הנוזל הקרובה לגוף נדבקת אליו ונעה איתו; שכבות נוזל אחרות מתחלקות אחת יחסית לשנייה. הכוח הפועל על הגוף בתוך הנוזל מכוון נגדית לכיוון התנועה. כוח זה נקרא <b>כוח הידרו-דינמי</b> (או התנגדות מצחית). לכוח זה שני רכיבים: כוח חיכוך ולחץ.</p>
---	---

<b>תכונות נוזלים וגזים (המשך)</b>	
	<p><b>תנועת גוף קשיח בנוזל צמיגי (המשך)</b></p> <p>כוח חיכוך נוצר עקב צמיגות הנוזל, וכוח הלחץ – עקב הפרשי לחץ על המשטח הקדמי והאחורי של הגוף הנע. כוח החיכוך הוא ביחס ישר למהירות, והלחץ – ביחס ישר לריבוע המהירות.</p>
$F_{HD} = \frac{C_x \rho v^2 S}{2}$ <p> <math>C_x</math> – מקדם חסר יחידות הנקרא מקדם התנגדות הידרו-דינאמית  <math>\rho</math> – צפיפות הנוזל  <math>S</math> – שטח היטל הגוף על מישור הניצב למהירות <math>v</math>. </p>	<p><b>כוח הידרו-דינמי</b></p> <p>את הכוח הזה אפשר לחשב לפי הנוסחה: את ערכי המקדמים <math>C_x</math> אפשר למצוא בטבלאות (ראו בהמשך).</p>

 $\vec{F}_A + \vec{F}_S = -\vec{G}$	<p><b>נוסחת סטוקס</b></p> <p>כוח חיכוך הפועל על כדור הנע בתוך נוזל צמיגי שווה:</p> $\vec{F}_S = -6\pi\eta R \vec{v}$ <p><math>\eta</math> – צמיגות דינמית של הנוזל  <math>R</math> – רדיוס הכדור  <math>v</math> – מהירות הכדור</p> <p>כאשר כדור נמצא בתוך נוזל צמיגי ונופל עקב כוח משיכה של כדור הארץ, מהירותו מתייצבת לערך קבוע <math>v</math>, בתנאי שכוח כבידה שווה לסכום של כוח עילוי (ארכימדס) וכוח סטוקס:</p>
<p><b>תכונות נוזלים וגזים (המשך)</b></p>	
$v = \frac{2g(\rho - \rho_L)R^2}{9\eta}$ <p><math>g</math> – תאוצה של נפילה חופשית  <math>\rho</math> – צפיפות חומר הכדור  <math>\rho_L</math> – צפיפות הנוזל  <math>R</math> – רדיוס הכדור</p>	<p><b>נוסחת סטוקס (המשך)</b></p> <p>את מהירות הנפילה <math>v</math> מחשבים לפי הנוסחה:</p>
$V = \frac{\pi R^4 (p_1 - p_2)}{8l\eta}$ <p><math>(p_1 - p_2)</math> – הפרש לחצים בקצוות הצינור  <math>L</math> – אורך הצינור</p>	<p><b>נוסחת פואזייל</b></p> <p>את הנפח של נוזל (או גז) צמיגי הזורם בצורה למינארית בתוך צינור עגול (ללא ערבוליות) ויוצא ממנו במשך 1 שנייה אפשר לחשב לפי הנוסחה:</p>

מקדמי התנגדות הידרו-דינמית		
0.34	חצי כדור	
1.33		
0.34 0.51	חרוט $\alpha = 30^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	
מקדמי התנגדות הידרו-דינמית (המשך)		
0.63 0.68 0.74 0.82 0.98 1.2	גליל מעגלי $L/R = 2$ 4 10 20 80 $\infty$	
1.11 0.91 0.85 0.87 0.99	גליל מעגלי $L/R = 0$ 2 4 8 14	
0.2 0.1 0.06 0.08 0.09	צורה מיוחדת $l/d = 2$ 3 5 10 20	