

For innovative suggestions throughout this edition, help in creating the new Problem Sets and ancillaries, and for one man making a difference in bringing science, mathematics, and language closer together, I thank Charlie Spiegel (photo facing page 1), research assistant, California State University Dominguez Hills.

I am grateful for the help of my friends Paul (Pablo) Robinson and Marshall Ellenstein. I am especially grateful to Charlie Hibbard for improving the chapter-end Review Questions, Exercises, and Problem Sets and to David Willey, University of Pittsburgh at Johnstown, for critiquing the Test Bank. Thanks also to my friend Howie Brand for his ideas in the *Practicing Physics* book, and to my friend Milo Patterson for his photography. I am grateful to my colleagues at City College of San Francisco (CCSF) for their suggestions and assistance: Jim Conley, Jim Court, Frank Creese, Jerry Hosken, Dack Lee, Chelcie Liu, Will Maynez (center, Figure 5.12), Annette Rappleyea (left of Will in figure 5.12), Dave Wall, Norman Whitlatch, and David Yee. Others who have contributed to this edition include Gabe Espinda, Paul Doherty, and Ron Hipschman, the Exploratorium, San Francisco; Tenny Lim (Figure 6.6), Jet Propulsion Laboratory, California; for proofreading, I thank Danny Franks; I am most grateful to the many students, both at CCSF and at the world's most wonderful place to teach physics, the Exploratorium, for their valuable feedback.

I am grateful to those whose own books initially served as principal influences and references: Theodore Ashford, *From Atoms to Stars*; Albert Baez, *The New College Physics - A Spiral Approach*; John N. Cooper and Alpheus W. Smith, *Elements of Physics*; Richard P. Feynman, *The Feynman Lectures on Physics*; Kenneth Ford, *Basic Physics*; Eric Rogers, *Physics for the Inquiring Mind*; Alexander Taffel, *Physics: Its Methods and Meanings*; UNESCO, *700 Science Experiments for Everyone*; and Harvey E. White, *Descriptive College Physics*.

I thank Meidor Hu (Figures 15.15, 19.16, and 21.29) for her graphics help and her many photos, which add the nice touch of color to this edition. For supplying the cover photo of lightning as seen through a diffraction grating I thank William S. Bickel of the University of Arizona. Thanks go to my lifelong friend Ernie Brown for designing the physics logo. I thank Helen Yan (Figures 6.16, 13.9, and 15.11), physicist at Lockheed Aircraft, for her hand lettering that adorns the entire book and also the monthly column "Figuring Physics" in *The Physics Teacher*, the magazine of the American Association of Physics Teachers.

For reviewing the manuscript to this edition I thank the following: Edward Borchardt, Mankato State University; George Ficken, Cleveland State University; Norman Kadomoto, El Camino College; David Krueger, Colorado State University; Van E. Neie, Purdue University; Melvin Oakes, University of Texas-Austin; Volker E. Oberacker, Vanderbilt University; and Paul Varlashkin, East Carolina University.

Additional thanks to the following for their feedback to *Conceptual Physics*: J. Gerard Anderson, University of Wisconsin-Eau Claire; Gregg Barden, Harding University; Dennis Battaglini, Winona State University; Lee Bolen, University of Mississippi; Anthony J. Buffa, California Polytechnic State University, San Luis Obispo; Ken Cheney, Pasadena City College; Horace H. Coburn, New Mexico State University; David Cole, Harding University; Jeff Collier, Bismarck State College; Douglas M. Cooksey, University of Wisconsin-Milwaukee; James R. Crawford, Southwest Texas State University; Paul L. Csonka, University of Oregon; Kieth B. Daniels, University of Wisconsin-Eau Claire; Deborah G. Duke, Harding University; Abbas Faridi, Orange Coast College; Judson J. Fink, Trenton State College; Norman W. Gaggini, Indiana University of Pennsylvania; Henry A. Garon, Loyola University; Patrick C. Gibbons, Washington University; Horace Glaser, Hofstra University; Robert H. Gowdy, Virginia Commonwealth University; Robert Graham, University of Nebraska at Omaha; Gaylord Hageseth, University of North Carolina at Greensboro; Joseph Hamilton, Vanderbilt University; Claude Hartman, Cerritos College; Paul N. Houle, East Stroudsburg University; James S. Imai, California State University-Dominguez Hills; Evan Jones, Sierra Community College; Brian J. Kearney, Slippery Rock University of Pennsylvania; James Mackey, Harding University; James Merkel, University of Wisconsin-Eau Claire; Emil J. Michal, El Paso Community College; Victor Michalk, Southwest Texas State University; Allen Miller, Syracuse University; Ted C. Moody, Western Carolina University; Roget Opstbaum, Bergen Community College; Robert G. Packard, Baylor University; R. B. Pandey, University of Southern Mississippi; John E. Peterson, Rhode Island College; Jia Quan, Pasadena City College; James L. Robinson, Aims Community College; Carl Rosenzweig, Syracuse University; Donald F. Ryan, State University of New York College at Plattsburgh; Joseph Scanio, University of Cincinnati; Frederick H. C. Schultz, University of Wisconsin-Eau Claire; Paul Schuyler, Spokane Community College; G. Snow, University of Maryland; Leslie W. Trowbridge, University of Northern Iowa; David Wong, University of California at San Diego.

I am most grateful to the staff at HarperCollins' Glenview office for their work with me on this edition of *Conceptual Physics*. A special note of appreciation is due my sponsoring editor, Jane Piro, for her professional concern and assistance. I am indebted to Louise Howe, developmental editor, for her guidance and support. I am most appreciative of my project editors, Kristin Syverson, Ginny Guerrant, and Cathy Wacaser, for keeping the project running smoothly and for the excellent supervision by Julie Anderson, art director, of the design and art program. Special thanks to the copyeditor, Suzanne Lyons, for her nice touches to this edition and to Roberta Knauf for researching the new color photographs.

Paul G. Hewitt  
San Francisco

## ההצגה המדעית של מספרים

$1,000,000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$	$= 10^6$
$100,000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$	$= 10^5$
$10,000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10$	$= 10^4$
$1000 = 10 \times 10 \times 10$	$= 10^3$
$100 = 10 \times 10$	$= 10^2$
$10 = 10$	$= 10^1$
$1 = 1$	$= 10^0$
$0.1 = 1/10$	$= 10^{-1}$
$0.01 = 1/100$	$= 10^{-2}$
$0.001 = 1/1000$	$= 10^{-3}$
$0.0001 = 1/10,000$	$= 10^{-4}$
$0.00001 = 1/100,000$	$= 10^{-5}$
$0.000001 = 1/1,000,000$	$= 10^{-6}$

## נתונים פיסיקליים

מהירות האור בריק  $= 2.9979 \times 10^8$  מ"ש

מהירות הקול (20 מ"צ, 1 אטמ' )  $= 343$  מ"ש

לחץ אטמוספירי תקני  $= 1.01 \times 10^5$  נ"מ<sup>2</sup>

1 יחידה אסטרונומית (A.U.)

המרחק הממוצע ארץ-שמש  $= 1.50 \times 10^{11}$  מ'

המרחק הממוצע ארץ-ירח  $= 3.84 \times 10^8$  מ'

רדיוס קו המשווה של השמש  $= 6.96 \times 10^8$  מ'

רדיוס קו המשווה של צדק  $= 7.14 \times 10^7$  מ'

רדיוס קו המשווה של כדור הארץ  $= 6.37 \times 10^6$  מ'

רדיוס קו המשווה של הירח  $= 1.74 \times 10^6$  מ'

הרדיוס הממוצע של אטום המימן  $= 5 \times 10^{-11}$  מ'

מסת השמש  $= 1.99 \times 10^{30}$  ק"ג

מסת צדק  $= 1.90 \times 10^{27}$  ק"ג

מסת כדור הארץ  $= 5.98 \times 10^{24}$  ק"ג

מסת הירח  $= 7.36 \times 10^{22}$  ק"ג

מסת הפרוטון  $= 1.6726 \times 10^{-27}$  ק"ג

מסת הניטרון  $= 1.6749 \times 10^{-27}$  ק"ג

מסת האלקטרון  $= 9.1 \times 10^{-31}$  ק"ג

מטען האלקטרון  $= 1.602 \times 10^{-19}$  קולון

## קיצורים מקובלים

m	מ'	מטר	$\Omega$	אוהם	אוהם
$^{\circ}\text{C}$	מ"צ	מעלה צלסיוס	atm	אטמ'	אטמוספירה
N	ני	ניוטון	eV	א"ו	אלקטרון וולט
Pa	נ"מ <sup>2</sup>	פסקל	A	אמפ'	אמפר
C	קי	קולון	g	גרם	גרם
kg	ק"ג	קילוגרם	Hz	הרץ	הרץ
K	קלווין	קלווין	W	ואט	ואט
cal	קל'	קלוריה	V	וולט	וולט
s	שי	שנייה	amu	ימ"א	יחידת מסה אטומית
h	שעי	שעה	hp	כ"ס	כוח סוס

## קבועים פיסיקלי

## תכונות פיסיקלי

## מקדמי מעבר

## קבועים פיסיקליים

שם	סימן	ערך
מהירות האור	$c$	$2.99792458 \times 10^8$ מילש (בדיוק)
קבוע פלאנק	$h$	$6.6260755 \times 10^{-34}$ ג'ול · ש"י
קבוע הכבידה	$G$	$4.1356692 \times 10^{-15}$ אלקטרון-וולט · ש"י
מטען האלקטרון	$e$	$6.67259 \times 10^{-11}$ מ"ל(ק"יג · ש"י) <sup>2</sup>
מסת האלקטרון	$m_e$	$1.60217733 \times 10^{-19}$ ק"י
		$9.1093897 \times 10^{-31}$ ק"יג
		0.51099906 מא"י
מסת הפרוטון	$m_p$	$1.6726231 \times 10^{-27}$ ק"יג
		938.27231 מא"י
מסת הניטרון	$m_n$	$1.6749286 \times 10^{-27}$ ק"יג
		939.56563 מא"י
מספר אבוגדרו	$N_A$	$6.0221367 \times 10^{23}$ למול
	$\sigma$	$5.67051 \times 10^{-8}$ וואט/מ"ק <sup>4</sup>
יחידת מסה אטומית	$u$	$1.6605402 \times 10^{-27}$ ק"יג
		931.49432 מא"י

## תכונות פיסיקליות

שם	ערך
תאוצת הכובד, $g$	9.80665 מילש <sup>2</sup>
מסת השמש	$1.99 \times 10^{30}$ ק"יג
רדיוס השמש	$6.96 \times 10^8$ מ"י
מסת כדור הארץ	$5.98 \times 10^{24}$ ק"יג
רדיוס כדור הארץ (ממוצע)	$6.38 \times 10^6$ מ"י
רדיוס המסלול של כדור הארץ	$1.50 \times 10^{11}$ מ"י = 1 יח"י אסטרונומית
מסת הירח	$7.36 \times 10^{22}$ ק"יג
רדיוס הירח	$1.74 \times 10^6$ מ"י
רדיוס המסלול של הירח	$3.84 \times 10^8$ מ"י

## מקדמי מעבר

אורך, שטה, נפח	לחץ
1 מ"י = 100 ס"ימ = 39.37 אינץ'	1 פסקל = 1 נלמ <sup>2</sup>
1 אינץ' = 2.54 ס"ימ	1 אטמוספירה = $1.01325 \times 10^5$ פסקל
1 מיל = 1.6093440 ק"ימ	1 ליברה/אינץ' <sup>2</sup> (PSI) = 6895 נלמ <sup>2</sup>
1 ליטר = $10^3$ ס"ימ <sup>3</sup> = $10^{-3}$ מ <sup>3</sup>	
<b>זמן</b>	<b>אנרגיה והספק</b>
1 שנה = 365.25 ימים =	1 קלוריה = 4.187 ג'ול
$3.1558 \times 10^7$ ש"י	1 קילואט · שעה = $3.6 \times 10^6$ ג'ול
1 יום = 86,400 ש"י	1 אלקטרון-וולט (א"י) =
1 שעה = 3600 ש"י	$1.602 \times 10^{-19}$ ג'ול
	1 מא"י (MeV) = $10^6$ א"י
<b>מסה</b>	1 ימ"א שקולה ל-931.49432 מא"י
1 ק"יג = 1000 ג"י	1 כוח סוס = 746 וואט
1 ימ"א (u) = $1.6605402 \times 10^{-27}$ ק"יג	<b>מהירות</b>
	1 מילש"י = 3.60 ק"ימלשעה

## דבר המחבר למהדורה העברית

ברוכים הבאים לעולמה של "פיסיקה לכל", שבו אנו עוסקים במהותה של הפיסיקה - חוקי הטבע והקשרים הענפים בין כל התופעות כולן. תלמדו כאן כי צבעה האדום של השקיעה קשור לכחול העז של שמי אחר הצהריים, ותראו כיצד חשמל ומגנטיות חוברים יחד כדי להפוך לאור.

בני אדם המתגוררים בקצוות שונים של העולם קשורים דרך האטומים המרכיבים את גופם. חלק מהאוויר הנושב מעל ניו יורק היום יגיע לירושלים מחר, והאטומים שתושבי וושינגטון נושפים היום יישאפו לריאותיהם של תושבי ישראל וארצות אחרות ברחבי העולם מחר ומחרתיים. כאמור, הכול קשור. וכך נוצר גם קשר בין ישראל לבין שאיפתי להסביר פיסיקה באופן בהיר ומובן לכול. אני שמח לראות את פירותיו של קשר זה כפי שבאו לידי ביטוי במהדורה עברית יפה זו של ספרי Conceptual Physics.

לקבוד הוא לי.

פול ג' היואיט

