

به نام خدا

شماره سوالات به همراه متن که از کتاب مبانی فیزیک هالیدی ویرایش دهم  
انتخاب شده اند به شرح زیر است:

فصل ۱ مسئله های: ۲ - ۳ - ۴ - ۵ - ۱۰ - ۱۱ - ۱۴ - ۲۰ - ۲۹

مسئله‌ها<sup>۱</sup>

واحد ۱-۱ اندازه‌گیری کمیت‌ها و اندازه‌گیری طول

۱\* زمین تقریباً کره‌ای است به شعاع  $6,37 \times 10^6$  m. (الف) محیط آن برحسب کیلومتر، (ب) مساحت سطح آن برحسب کیلومتر مربع، (ج) حجم آن برحسب کیلومتر مکعب چقدر می‌شوند؟

۲\* گرای مقیاسی قدیمی برای اندازه‌گیری طول در انگلستان بوده است، و طبق تعریف برابر  $\frac{1}{3}$  یک خط است، و خط هم مقیاسی قدیمی برای طول است که طبق تعریف برابر  $\frac{1}{4}$  اینچ است. در کار چاپ، یکای معمول برای طول را پونت می‌گویند که طبق تعریف برابر  $\frac{1}{24}$  اینچ است. مساحتی به اندازه  $0,5$  گرای مربع، برحسب پونت مربع چقدر می‌شود؟

۳\* میکرومتر ( $1 \mu\text{m}$ ) را اغلب میکرون می‌گویند. (الف) هر  $1,0 \text{ km}$  معادل چند میکرون است؟ (ب) چه کسری از سانتی‌متر با  $1,0 \mu\text{m}$  برابر است؟ (ج) هر  $1,0 \text{ yd}$  معادل چند میکرون است؟

۴\* فاصله بین سطرها در بعضی کتاب‌ها با استفاده از یکاهای پونت و پیکا تنظیم می‌شود: پونت  $12 =$  پیکا  $1$  و پیکا  $6 =$  اینچ  $1$ . اگر شکلی به اشتباه از نمونه‌های صفحه‌آرایی به اندازه  $0,80 \text{ cm}$  جابه‌جا شده باشد، این جابه‌جایی صفحه‌آرایی را برحسب (الف) پیکا و (ب) پونت به دست آورید.

۵\* طول مسیر مسابقه، در یک مسابقهٔ اسب‌دوانی در چمن‌زاری در انگلستان، برابر  $4,70$  فولرنگ است. این مسافت را برحسب (الف) راد و (ب) زنجیره به دست آورید. (فولرنگ  $1 =$  متر  $201,168$ ، راد  $1 =$  متر  $292,5$ ، و زنجیره  $1 =$  متر  $201,17$ ).

۶\* با وجود این‌که به‌سادگی می‌توانیم با استفاده از ماشین‌حساب خود یکاهای مختلف را به همدیگر تبدیل کنیم، باز هم باید بتوانیم این کار را به‌کمک جدول تبدیل یکاها (مانند آنچه در پیوست ۴ آمده است) انجام دهیم. جدول ۶-۱، قسمتی از یک جدول تبدیل یکاها را نشان می‌دهد که زمانی به‌عنوان دستگاه اندازه‌گیری حجم در اسپانیا متداول بود؛ حجمی معادل  $1$  فانگا برابر است با  $55,501 \text{ dm}^3$  (دسی‌متر مکعب). برای تکمیل این جدول چه اعدادی را باید در جاهای خالی هنریک از ستون‌های (الف) کاهیز، (ب) فانگا، (ج) کوارتیلا، و (د) آلمود قرار دهیم؟ از بالاترین جای خالی شروع کنید، و اعداد را با سه رقم بامعنی در نظر بگیرید. همچنین مقدار  $7,700$  آلمود را برحسب (ه) میدیو، (و) کاهیز، و (ز) سانتی‌متر مکعب ( $\text{cm}^3$ ) بیان کنید.

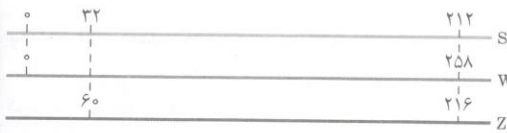
جدول ۶-۱ مسئله ۶

	کاهیز	فانگا	کوارتیلا	آلمود	میدیو
$1$ کاهیز =	$1$	$12$	$48$	$144$	$288$
$1$ فانگا =		$1$	$4$	$12$	$24$
$1$ کوارتیلا =			$1$	$3$	$6$
$1$ آلمود =				$1$	$2$
$1$ میدیو =					$1$

۱. تعداد ستاره‌هایی که در کنار هر مسئله آمده است، سطح دشواری آن را از کم به زیاد نشان می‌دهد.

۷\* مهندسین هیدرولیک در امریکا اغلب برای نشان دادن حجم آب از یکای جریب-فوت استفاده می‌کنند، که طبق تعریف معادل حجم آبی است که مساحت  $1$  جریب زمین را تا ارتفاع  $1 \text{ ft}$  می‌پوشاند. رگبار شدیدی را در نظر بگیرید که  $2,0 \text{ in}$  باران را در  $30$  دقیقه روی شهری کوچک به مساحت  $26 \text{ km}^2$  فرو ریخت. حجم آب فرو باریده برحسب جریب-فوت چقدر می‌شود؟

۸\* پل هاروارد که MIT را به دفاتر انجمن‌های دانشجویی اش در آن طرف رود چارلز مرتبط می‌کند، به طول  $364,4$  اسموت به‌علاوهٔ یک گوش است. یکای اسموت بر اساس طول قد اولیور رید اسموت (پسر) است که در سال  $1962$  از دانشجویان MIT بود. او را به‌طور بی‌دری در امتداد این پل خوابانند تا طول پل را برحسب قدش بسنجند. این کار را اعضای تازه‌وارد انجمن دانشجویی لاندای-کای-آلفا انجام دادند. آن‌ها جاهای متناظر با سر و پای اسموت را در روی پل با رنگ علامت‌گذاری کردند، و به این ترتیب تمام طول پل برحسب قد اسموت مدرج شد. از آن روز به بعد، هر دو سال یک بار این علامت‌گذاری‌ها را باز هم اعضای تازه‌وارد با رنگ تکرار می‌کنند، و این کار معمولاً در زمان شلوغی ترافیک انجام می‌شود تا پلیس نتواند به‌سادگی مزاحمت ایجاد کند. (احتمالاً در ابتدا پلیس از یکای اسموت اصلاً خوشش نمی‌آمده است چرا که اسموت یکای SI نیست، اما این روزها به‌نظر می‌رسد که آن‌ها با این یکا کنار آمده‌اند.) شکل ۱-۴ سه مسیر موازی را نشان می‌دهد که با اسموت (S)، ویلی (W)، و زلدا (Z) مدرج شده‌اند. طول  $50,0$  اسموت برحسب (الف) ویلی و (ب) زلدا چقدر می‌شود؟



شکل ۱-۴ مسئله ۸.

۹\* قارهٔ قطب جنوب را به‌تقریب می‌توان قطعه‌ای نیم‌دایره به شعاع  $2000 \text{ km}$  در نظر گرفت (شکل ۱-۵). میانگین ضخامت پوشش یخی آن  $3000 \text{ m}$  است. این قاره چقدر یخ برحسب سانتی‌متر مکعب دارد؟ (از انحنای کرهٔ زمین صرف‌نظر کنید.)



شکل ۱-۵ مسئله ۹.

**۱۵\*** انگلیسی‌ها یکای قشنگی برای زمان دارند که برابر  $۲,۰$  هفته است (به آن فورت‌نایت می‌گویند). این مدت، زمان خوبی است اگر با همدمی دوست‌داشتنی بگذرانند، و در غیر این صورت شاید هر میکروثانیه آن ملال‌آور است. هر فورت‌نایت معادل چند میکروثانیه است؟

**۱۶\*** اکنون استاندارد زمان براساس ساعت اتمی استوار است. استاندارد نویدبخش دیگری هم می‌توان در نظر گرفت که بر اساس تپ‌اخترها استوار می‌شود. تپ‌اخترها ستاره‌های نوترونی (ستاره‌های بسیار فشرده‌ای که فقط از نوترون تشکیل می‌شوند) هستند که به دور خودشان می‌چرخند. بعضی از آن‌ها با آهنگی که بسیار پایدار است می‌چرخند، و موجی رادیویی از خود می‌فرستند که در هر چرخش کره زمین را در اندک زمانی جاروب می‌کند (به صورت سامانه‌ای همانند فانوس دریایی عمل می‌کند). یک نمونه از آن‌ها تپ‌اختر  $PSR 1937+21$  است. این تپ‌اختر در هر  $ms 3 \pm 1.577 806 448 872 75$  یک دور می‌چرخد. جمله  $\pm 3$  که در انتها آمده است، عدم قطعیت در آخرین رقم اعشاری را نشان می‌دهد (و به معنی  $ms 3 \pm$  نیست). (الف) تپ‌اختر  $PSR 1937+21$  در هر  $7,000$  روز چند دور می‌چرخد؟ (ب) این تپ‌اختر در چه مدت زمان می‌تواند دقیقاً یک میلیون دور بچرخد، و (ج) عدم قطعیت مربوط به این فاصله زمانی چقدر است؟ **۱۷\*** پنج دستگاه ساعت را در آزمایشگاهی در حالت آزمون قرار داده‌ایم. درست سر ظهر، چنان که با پیام زمانی WWV تعیین می‌شود، قرائت این ساعت‌ها را در روزهای متوالی هفته یادداشت می‌کنیم و جدول زیر را به دست می‌آوریم. این ساعت‌ها را با توجه به دقتی که در نشان دادن وقت دارند از خوب به بد مرتب کنید. برای پاسخ خود استدلال بیاورید.

ساعت	یک‌شنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنج‌شنبه	جمعه	شنبه
A	۱۲:۳۶:۴۰	۱۲:۳۶:۱۲	۱۲:۳۷:۱۷	۱۲:۳۷:۴۴	۱۲:۳۷:۵۹	۱۲:۳۸:۱۴	۱۲:۳۶:۴۰
B	۱۱:۵۹:۵۹	۱۲:۰۰:۰۲	۱۱:۵۹:۵۷	۱۲:۰۰:۰۷	۱۲:۰۰:۰۲	۱۱:۵۹:۵۶	۱۲:۰۰:۰۳
C	۱۵:۵۰:۴۵	۱۵:۵۱:۴۳	۱۵:۵۲:۴۱	۱۵:۵۳:۳۹	۱۵:۵۴:۳۷	۱۵:۵۵:۳۵	۱۵:۵۶:۳۳
D	۱۲:۰۳:۵۹	۱۲:۰۲:۵۲	۱۲:۰۱:۴۵	۱۲:۰۰:۳۸	۱۱:۵۹:۳۱	۱۱:۵۸:۲۴	۱۱:۵۷:۱۷
E	۱۲:۰۳:۵۹	۱۲:۰۲:۴۹	۱۲:۰۱:۵۴	۱۲:۰۱:۵۲	۱۲:۰۱:۳۲	۱۲:۰۱:۲۲	۱۲:۰۱:۱۲

**۱۸\*\*** از آن‌جا که چرخش کره زمین به تدریج در حال کند شدن است. طول مدت روزها زیاد می‌شود: طول مدت روز در پایان  $۱۰$  قرن از طول مدت روز در آغاز قرن به اندازه  $1 ms$  بلندتر است. در طول مدت  $20$  قرن، در مجموع چقدر به طول روز اضافه می‌شود؟

**۱۹\*\*\*** فرض کنید در حالی که در ساحلی در نزدیکی استوا دراز کشیده‌اید و غروب آفتاب را در افق اقیانوسی آرام تماشا می‌کنید، درست هنگامی که بالاترین نقطه قرص خورشید ناپدید می‌شود کرومومتر خود را راه‌اندازی می‌کنید؛ سپس از جای خود بلند می‌شوید تا چشمان شما در ارتفاع

**واحد ۱-۲ زمان**

**۱۰\*** تا سال ۱۸۸۳، هر شهر بزرگ و کوچکی در ایالات متحد آمریکا زمان محلی خودش را داشت. امروزه، مسافران فقط وقتی تغییر زمان به  $1 h$  (یک ساعت) برسد، ساعت خود را با وقت جدید تنظیم می‌کنند. به طور متوسط، چند درجه از طول جغرافیایی را باید پیمود تا از مرز یک منطقه زمانی، که در آن ساعت خود را به اندازه  $1 h$  جلو یا عقب می‌بریم، به مرز منطقه زمانی مجاور برسیم؟ (راهنمایی: زمین تقریباً در هر  $24 h$  به اندازه  $360^\circ$  به دور خود می‌چرخد).

**۱۱\*** پس از انقلاب فرانسه، به مدت تقریباً ده سال دولت فرانسه تلاش کرد تا اندازه‌گیری زمان بر اساس مضارب ده را ترویج کند: یک هفته معادل  $10$  روز بود، یک روز  $10$  ساعت داشت و یک ساعت از  $100$  دقیقه تشکیل می‌شد، و یک دقیقه هم برابر  $100$  ثانیه بود. نسبت (الف) هفته ده‌دهی فرانسوی به هفته استاندارد و (ب) ثانیه ده‌دهی به ثانیه استاندارد را به دست آورید.

**۱۲\*** سریع‌ترین رشد گیاهی ثبت شده از آن هسپروئیکا و پیلپی است که در مدت  $14$  روز، رشدی معادل  $3,7 m$  داشت. آهنگ رشد این گیاه برحسب میکرومتر بر ثانیه چه بوده است؟

**۱۳\*** سه ساعت دیجیتالی  $A$ ،  $B$ ، و  $C$  را در نظر بگیرید که با آهنگ‌های متفاوت کار می‌کنند و شروع به کارشان نیز هم‌زمان نبوده است. اگر هم‌زمان به این ساعت‌ها نگاه کنیم، اعداد متفاوتی را روی آن‌ها مشاهده می‌کنیم که شکل ۱-۶ نشان‌دهنده این مطلب برای چهار مورد دویه‌دوی آن‌هاست. (برای مثال، در اولین مورد،  $B$  زمان  $25,0 s$  و  $C$  زمان  $92,0 s$  را نشان می‌دهد.) اگر دو رویداد را در نظر بگیریم که طبق ساعت  $B$  به اندازه  $600 s$  باهم فاصله داشته باشند، فاصله زمانی شان (الف) طبق ساعت  $B$  و (ب) طبق ساعت  $C$  چقدر می‌شود؟ (ج) هنگامی که ساعت  $A$  عدد  $400 s$  را نشان می‌دهد، ساعت  $B$  چه عددی را نشان می‌دهد؟ (د) وقتی ساعت  $C$  عدد  $15,0 s$  را نشان می‌دهد، ساعت  $B$  چه عددی را نشان می‌دهد؟ (فرض کنید این ساعت‌ها قبل از زمان صفر، زمان‌های منفی را هم نشان بدهند.)

	۳۱۲	۵۱۲	
A(s)	۲۵,۰	۱۲۵	۲۰۰
B(s)	۹۲,۰	۱۴۲	
C(s)			

شکل ۱-۶ مسئله ۱۳.

**۱۴\*** مدت زمان هر کلاس درس  $50$  دقیقه‌ای نزدیک به  $1$  میکروقرن است. (الف) هر میکروقرن دقیقاً برحسب دقیقه چقدر است؟ (ب) با استفاده از رابطه زیر، درصد تفاوت آن را با مقدار تقریبی به دست آورید

$$100 \left( \frac{\text{مقدار تقریبی} - \text{مقدار واقعی}}{\text{مقدار واقعی}} \right) = \text{درصد تفاوت}$$

$H = 1,70 \text{ m}$  قرار بگیرد، و هنگامی که قرص خورشید دوباره کاملاً ناپدید می‌شود کرونومتر خود را متوقف می‌کنید. اگر این فاصله زمانی ثبت شده برابر  $t = 11,1 \text{ s}$  باشد، شعاع زمین  $r$  چقدر است؟

**واحد ۱-۳ جرم**

**۲۰\*** رکورد ساخت بزرگ‌ترین بطری شیشه‌ای، از آن گروهی از اهالی میلوین در نیوجرسی است که در سال ۱۹۹۲ بطری‌ای به حجم ۱۹۳ گالون آمریکایی (خاص مایعات) ساخت. (الف) حجم این بطری چقدر کمتر از  $1/8$  میلیون سانتی متر مکعب است؟ (ب) اگر این بطری را با آهنگ ملایم  $1,8 \text{ g/min}$  از آب پر کنیم، این عمل چقدر طول می‌کشد؟ چگالی آب را  $1000 \text{ kg/m}^3$  بگیرید.

**۲۱\*** کره زمین  $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$  جرم دارد. میانگین جرم اتم‌هایی که کره زمین را تشکیل می‌دهد برابر  $40 \text{ u}$  است. کره زمین از چه تعدادی اتم ساخته شده است؟

**۲۲\*** طلا، که چگالی اش  $19,32 \text{ g/cm}^3$  است، چکش‌خوارترین فلز است و می‌توان آن را زیر فشار به صورت برگ‌های نازک یا بر اثر کشش به صورت تارهای بلند درآورد. (الف) اگر قطعه‌ای طلا به جرم  $27,63 \text{ g}$  را بر اثر فشار به صورت برگی به ضخامت  $1,000 \mu\text{m}$  درآوریم، مساحت این برگ چقدر می‌شود؟ (ب) اگر در عوض، این قطعه طلا را بکشیم تا به صورت تار استوانه‌ای به شعاع  $2,500 \mu\text{m}$  درآید، طول این رشته چقدر است؟ **۲۳\*** (الف) با فرض این‌که چگالی آب دقیقاً  $1 \text{ g/cm}^3$  باشد، جرم یک متر مکعب آب را به کیلوگرم به دست آورید. (ب) فرض کنید  $10^6 \text{ h}$  طول می‌کشد تا آب ظرفی به حجم  $5700 \text{ m}^3$  خالی شود. سرعت خروج آب را برحسب کیلوگرم بر ثانیه به دست آورید.

**۲۴\*** دانه‌های ماسه نرم در ساحل کالیفرنیا تقریباً کروی‌اند و به‌طور میانگین شعاع  $50 \mu\text{m}$  دارند، جنس‌شان از سیلیسیوم دی‌اکسید با چگالی  $2600 \text{ kg/m}^3$  است. چه جرمی از این دانه‌های ماسه در مجموع دارای مساحتی (منظور حاصل جمع مساحت‌های تک‌تک دانه‌های کروی شکل است) برابر با مساحت کل مکعبی به ضلع  $1,00 \text{ m}$  است؟

**۲۵\*** هنگام بارندگی شدید، قسمتی از خاک بدنه یک کوه به صورت گِل جابه‌جا و از آن جدا می‌شود. طول افقی این قسمت از بدنه کوه را  $2,5 \text{ km}$ ، عرض آن را در امتداد شیب  $0,80 \text{ km}$ ، و عمق این قسمت را  $2,0 \text{ m}$  بگیرید. فرض کنید که گِل به صورت یکنواخت سطحی از دره پای کوه را به ابعاد  $0,40 \text{ km} \times 0,40 \text{ km}$  می‌پوشاند. چگالی گِل را  $1900 \text{ kg/m}^3$  بگیرید. چقدر گِل (برحسب  $\text{kg}$ ) مساحتی برابر  $4,0 \text{ m}^2$  از کف دره را در پای کوه پوشانده است؟

**۲۶\*** یک سانتی متر مکعب از ابر معمولی کومه‌ای (کومولوس)  $50$  تا  $500$  قطره آب دارد که شعاع هر قطره عادی آن  $10 \mu\text{m}$  است. برای این گستره از

تعداد قطرات آب، حداقل و حداکثر مقادیر متناظر را در حالت زیر حساب کنید: (الف) حجم آب موجود در یک پارچه ابر کومه‌ای استوانه‌ای به ارتفاع  $3,0 \text{ km}$  و شعاع  $1,0 \text{ km}$  برحسب متر مکعب. (ب) این مقدار آب چند بطری ۱ لیتری نوشابه را پر می‌کند؟ (ج) با توجه به چگالی آب که برابر

$1000 \text{ kg/m}^3$  است، مقدار آب موجود در این ابر چه جرمی دارد؟

**۲۷\*\*** چگالی آهن برابر  $7,87 \text{ g/cm}^3$ ، و جرم هر اتم آهن برابر  $9,27 \times 10^{-26} \text{ kg}$  است. اگر این اتم‌ها را کروی فرض کنیم و نحوه قرار گرفتن اتم‌ها را هم تنگ‌چین در نظر بگیریم (الف) حجم هر اتم آهن چقدر است؟ و (ب) فاصله بین مرکزهای دو اتم مجاور چقدر است؟

**۲۸\*\*** هریک مول اتم شامل  $6,02 \times 10^{23}$  اتم است. چند مول اتم در بدن یک گربه اهلی بزرگ وجود دارد؟ (پاسخ را به صورت مرتبه بزرگی مشخص کنید.) جرم‌های اتم هیدروژن، اتم اکسیژن، و اتم کربن به ترتیب عبارت‌اند از  $1,0 \text{ u}$ ،  $16 \text{ u}$ ، و  $12 \text{ u}$ .

**۲۹\*\*** در یکی از روزهایی که در مالزی پشت سرهم خرید می‌کنید، فرض کنید گاو نری می‌خرید که وزنش به یکای محلی برابر  $28,9$  پیکول است: جین  $100 = 1$  پیکول  $1$ ، تاهیل  $16 = 1$  جین  $1$ ، چی  $10 = 1$  تاهیل  $1$ ، و هون  $10 = 1$  چی  $1$ . وزن هر  $1$  هون برابر با نیروی وارد بر جرم  $3779 \text{ g}$  است. وقتی می‌خواهید این گاو نر را با کشتی به کشور (و خانواده شگفت‌زده) خود بفرستید، در فرم ارسال آن چه جرمی را برحسب کیلوگرم برای محموله خود اعلام می‌کنید؟ (راهنمایی: از تبدیل زنجیره‌ای یکاها استفاده کنید.)

**۳۰\*\*** به درون ظرفی که نشی دارد آب می‌ریزیم. جرم  $m$  آب (درون ظرف) به صورت تابعی از زمان  $t$  چنین است:

$$m = 5,00t^{7/8} - 3,00t + 2,00$$

که در آن  $t \geq 0$ ،  $m$  برحسب گرم، و  $t$  برحسب ثانیه است. (الف) در چه زمانی جرم آب به حداکثر مقدار می‌رسد. و (ب) جرم این حداکثر آب چقدر است؟ آهنگ تغییر جرم برحسب کیلوگرم در ثانیه در زمان‌های (ج)  $t = 2,00 \text{ s}$  و (د)  $t = 5,00 \text{ s}$  چقدر است؟

**۳۱\*\*** ظرفی را با دیواره‌های قائم و سطح مقطعی به ابعاد  $14,0 \text{ cm}$  در  $17,0 \text{ cm}$  را با شیرینی‌هایی به حجم  $5,00 \text{ mm}^3$  و جرم  $0,200 \text{ g}$  پر می‌کنیم. فرض کنید که فضای خالی بین قطعات شیرینی قابل چشم‌پوشی است. اگر ارتفاع شیرینی در ظرف با آهنگ  $0,250 \text{ cm/s}$  زیاد شود، جرم شیرینی‌های موجود در ظرف با چه آهنگی (برحسب کیلوگرم در دقیقه) زیاد می‌شود؟

**مسئله‌های دیگر**

**۳۲** خانه عروسکی در امریکا معمولاً به مقیاس  $1:12$  خانه واقعی ساخته می‌شود (یعنی هریک از ابعاد خانه عروسکی  $\frac{1}{12}$  خانه واقعی است)، و هر خانه مینیاتوری هم (که خانه عروسکی بسیار کوچکی است که در داخل خانه

فصل ۳ مسئله های: ۱-۲-۳-۴-۶-۹-۱۱-۱۳-۱۴-۱۵-۱۷-۱۸-

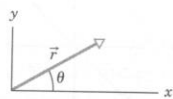
۲۱-۲۲-۳۳-۳۴-۳۵-۳۶-۳۷-۳۸-۴۱

### مسئله‌ها

#### واحد ۱-۳ بردارها و مؤلفه‌های بردار

۱\* (الف) مؤلفه  $x$  و (ب) مؤلفه  $y$  بردار  $\vec{a}$  را در صفحه  $xy$  پیدا کنید: جهت این بردار نسبت به جهت مثبت محور  $x$  با زاویه  $25^\circ$  در خلاف جهت عقربه‌های ساعت مشخص می‌شود و اندازه‌اش برابر  $7,3\text{ m}$  است.

۲\* در شکل ۲۶-۳، بردار جابه‌جایی  $\vec{r}$  را به طول  $15\text{ m}$  در صفحه  $xy$  و در جهت با زاویه  $\theta = 30^\circ$  در نظر بگیرید. (الف) مؤلفه  $x$  و (ب) مؤلفه  $y$  این بردار را پیدا کنید.



شکل ۲۶-۳ مسئله ۲.

۳\* مؤلفه  $x$  بردار  $\vec{A}$  برابر  $-25,0\text{ m}$  و مؤلفه  $y$  آن برابر  $40,0\text{ m}$

۱. تعداد ستاره‌هایی که در کنار هر مسئله آمده است، سطح دشواری آن را از کم به زیاد نشان می‌دهد.

است. (الف) اندازه  $\vec{A}$  چقدر است؟ (ب) زاویه بین جهت  $\vec{A}$  و جهت

مثبت  $x$  چقدر است؟

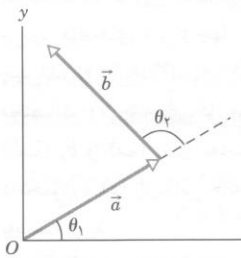
۴\* این زاویه‌ها را برحسب رادیان بنویسید: (الف)  $20,0^\circ$ ، (ب)  $20,0^\circ$  (ج)  $100^\circ$ . این زاویه‌ها را به درجه تبدیل کنید: (د)  $0,33\text{ rad}$ ، (ه)  $0,77\text{ rad}$ ، (و)  $2,10\text{ rad}$ ، (ز)  $7,70\text{ rad}$ .

۵\* یک کشتی به مقصد بندر شمالی در فاصله  $120\text{ km}$  به حرکت درمی‌آید. توفانی غیرمنتظره این کشتی را  $100\text{ km}$  به طرف شرق نقتل شروع حرکتش می‌برد. این کشتی (الف) چه مسافتی را و (ب) در چه جهتی باید بپیماید تا به مقصد اولیه‌اش برسد؟

جابه‌جایی را از نقطه شروع حرکت به دست آورید.

۱۳\* شخصی می‌خواهد به نقطه‌ای که ۳٫۴۰ km نسبت به مکان کنونی‌اش فاصله دارد و در جهت  $۳۵٫۰^\circ$  شمال شرق قرار دارد، برود. اما او مجبور است که فقط در امتداد خیابان‌های شمالی-جنوبی یا شرقی-غربی حرکت کند. حداقل مسافتی که برای رسیدن به مقصدش باید پیماید، چقدر است؟

۱۴\* قرار است چهار حرکت، که هر یک از آن‌ها در امتداد خط مستقیم است، روی زمین افقی کویر انجام دهیم و از مبدأ دستگاه مختصات  $xy$  به نقطه  $(-۱۴۰\text{ m}, ۳۰\text{ m})$  در آن برویم. مؤلفه‌های  $x$  و  $y$  این چهار حرکت برحسب متر به ترتیب چنین‌اند:  $(۲۰$  و  $۶۰)$ ، سپس  $(b_x$  و  $-۷۰)$ ، سپس  $(-۲۰$  و  $c_y)$ ، و بالاخره  $(-۶۰$  و  $-۷۰)$ . (الف) مؤلفه  $b_y$  چقدر است؟ (ب) مؤلفه  $c_y$  چقدر است؟ (ج) در مجموع اندازه بردار جابه‌جایی چقدر می‌شود؟ (د) زاویه این بردار (نسبت به جهت مثبت محور  $x$ ) چقدر است؟



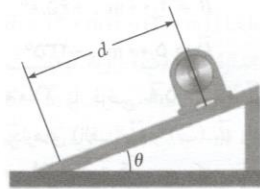
شکل ۳-۲۸ مسئله ۱۵

۱۵\* دو بردار  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  در شکل ۳-۲۸ اندازه‌های یکسان و برابر  $۱۰۰\text{ m}$  دارند، و زاویه‌ها عبارت‌اند از  $\theta_1 = ۳۰^\circ$  و  $\theta_2 = ۱۰۵^\circ$ . مؤلفه‌های (الف)  $x$  و (ب)  $y$  جمع برداری  $\vec{r}$  این دو بردار را بیابید. (ج) اندازه  $\vec{r}$  و (د) زاویه‌ای را که  $\vec{r}$  با جهت مثبت  $x$  می‌سازد، پیدا کنید.

۱۶\* بردار  $\vec{a}$  و بردار  $\vec{b}$  به ترتیب برابرند با  $\vec{a} = (۳٫۰\text{ m})\hat{i} + (۴٫۰\text{ m})\hat{j}$  و  $\vec{b} = (-۲٫۰\text{ m})\hat{i} + (۵٫۰\text{ m})\hat{j}$ . بردار حاصل جمع  $\vec{a} + \vec{b}$  را برحسب (الف) نمادهای بردار یک‌ه، و به صورت (ب) اندازه و (ج) زاویه (نسبت به  $\hat{i}$ ) بنویسید. حال حاصل تفریق  $\vec{b} - \vec{a}$  را برحسب (د) نمادهای بردار یک‌ه، و به صورت (ه) اندازه و (و) زاویه به دست آورید.

۱۷\* سه بردار  $\vec{a}$ ،  $\vec{b}$ ، و  $\vec{c}$  را در نظر بگیرید که هر یک دارای اندازه  $۵۰\text{ m}$  است و هر سه در صفحه  $xy$  قرار دارند. زاویه جهت آن‌ها نسبت به جهت مثبت محور  $x$  به ترتیب  $۳۰^\circ$ ،  $۱۹۵^\circ$ ، و  $۳۱۵^\circ$  است. (الف) اندازه و (ب) زاویه بردار  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$  را به دست آورید. (ج) اندازه و (د) زاویه بردار  $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$  را پیدا کنید. (ه) اندازه و (و) زاویه بردار چهارم  $\vec{a}$  که در معادله  $(\vec{a} + \vec{b}) - (\vec{c} + \vec{d}) = 0$  صدق می‌کند، چقدرند؟

۱۸\* در جمع  $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$ ، اندازه بردار  $\vec{A}$  برابر  $۱۲۰\text{ m}$  و زاویه آن نسبت به  $+x$  در جهت پادساعتگرد (خلاف عقربه‌های ساعت) برابر  $۴۰٫۰^\circ$  است. اندازه بردار  $\vec{C}$  برابر  $۱۵۰\text{ m}$  و زاویه‌اش نسبت به  $-x$  در جهت پادساعتگرد برابر  $۲۰٫۰^\circ$  است. (الف) اندازه و (ب) زاویه  $\vec{B}$  را (نسبت به  $+x$ ) به دست آورید.



شکل ۳-۲۷ مسئله ۶

شکل ۳-۲۷، یک قطعه سنگین را در کارگاهی نشان داده‌ایم. حرکت روی الواری که نسبت به افق  $\theta = ۲۰٫۰^\circ$  می‌سازد، تا زمانی بالا برده شده است. فاصله مسافتی است که قطعه

الوار حرکت داده شده است. این قطعه (الف) در جهت قائم چقدر حرکت کرده است؟ (ب) در جهت افقی چقدر حرکت کرده است؟ (ج) به اندازه  $۳\text{ m}$  و دیگری به اندازه  $۴\text{ m}$  را در نظر بگیرید. چگونه می‌توان از ترکیب این دو بردار جابه‌جایی به جابه‌جایی یافت: (الف)  $۷\text{ m}$ ، (ب)  $۱\text{ m}$ ، و (ج)  $۵\text{ m}$ .

۲-۳ بردارهای یک‌ه، جمع بردارها با استفاده از مؤلفه‌ها

شخصی طبق نقشه زیر قدم می‌زند:  $۳٫۱\text{ km}$  به طرف شمال، بعد  $۲٫۲\text{ km}$  به طرف غرب، و بالاخره  $۵٫۲\text{ km}$  به طرف جنوب. (الف) نمودار حرکت او را رسم کنید. پرنده‌ای که در امتداد خط مستقیم از نقطه شروع به نقطه پایان مسیر این شخص پرواز می‌کند، (ب) چه فاصله‌ای و (ج) چه جتی را می‌پیماید؟

دو بردار به صورت زیر داده شده‌اند

$$\vec{a} = (۴٫۰\text{ m})\hat{i} - (۳٫۰\text{ m})\hat{j} + (۱٫۰\text{ m})\hat{k}$$

$$\vec{b} = (-۱٫۰\text{ m})\hat{i} - (۱٫۰\text{ m})\hat{j} + (۴٫۰\text{ m})\hat{k}$$

زیر را برحسب بردارهای یک‌ه به دست آورید: (الف)  $\vec{a} + \vec{b}$  و (ب)  $\vec{a} - \vec{b}$ ، و (ج) بردار سوم  $\vec{c}$  چنان‌که  $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c} = 0$  باشد.

مؤلفه‌های (الف)  $x$ ، (ب)  $y$ ، و (ج)  $z$  مربوط به حاصل جمع  $\vec{r}$  حاصلی‌های  $\vec{a}$  و  $\vec{c}$  را، که در امتداد سه محور مؤلفه‌هایی به شرح زیر حساب متر دارند، پیدا کنید.  $c_x = ۷٫۴$ ،  $c_y = -۳٫۸$ ،  $c_z = -۶٫۱$ ،  $d_x = ۳٫۳$ ،  $d_y = -۲٫۰$ ،  $d_z = ۴٫۴$ .

(الف) اگر بردارهای  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  به ترتیب برابر  $\vec{a} = (۴٫۰\text{ m})\hat{i} + (۳٫۰\text{ m})\hat{j}$  و  $\vec{b} = (۷٫۰\text{ m})\hat{i} + (-۱۳٫۰\text{ m})\hat{j}$  باشند، حاصل جمع  $\vec{a} + \vec{b}$  را با نمادهای یک‌ه نشان دهید. (ب) اندازه و (ج) جهت حاصل جمع  $\vec{a} + \vec{b}$  را به دست آورید.

۱۲۰ تومبیلی را در نظر بگیرید که  $۵۰\text{ km}$  را به شرق می‌پیماید، سپس  $۳۰\text{ km}$  به شمال می‌رود، و بعد هم با زاویه  $۳۰^\circ$  نسبت به شمال به اندازه  $۲۵\text{ km}$  در جهت شمال شرقی حرکت می‌کند. نمودار برداری این حرکت را رسم کنید، و (الف) اندازه جابه‌جایی کل اتومبیل و (ب) زاویه این

زار می‌شود. نقطه پایان سه بازی را مثال داد. اگر  $۵\text{ cm}$  یا انتخاب کرد؟

ی و  $x$  و  $y$  این حساب سخ‌تان را جواب‌ها

یا معنی

(الف)

(ب)

(ج)

(د)

جهت

$۵۰٫۰^\circ$

(ه)

حرکت

نقطه

جهتی

۱۹\* در بازی شطرنجی که روی چمن بازی می‌شود و مهره‌ها از مرکز یک خانه به مرکز خانه‌ای دیگر حرکت می‌کنند، طول ضلع هر خانه مربعی برابر ۱٫۰۰ m است. یکی از اسب‌ها چنین حرکت می‌کند: (۱) دو خانه به جلو، یک خانه به راست؛ (۲) دو خانه به چپ، یک خانه به جلو؛ (۳) دو خانه به جلو، یک خانه به چپ. جابه‌جایی این اسب را در مجموع با تعیین (الف) اندازه بردار و (ب) زاویه آن (نسبت به «جلو») به دست آورید.

۲۰\* کاوشگری در راه بازگشت به پایگاه با برف و بوران روبه‌رو می‌شود (بارش برف چنان زیاد است که تمایز بین زمین و آسمان میسر نیست). او می‌بایست ۵٫۶ km به طرف شمال حرکت می‌کرد، اما پس از بوران متوجه می‌شود که به اندازه ۷٫۸ km با زاویه ۵۰° شمالی به طرف شرق حرکت کرده است. این شخص (الف) چه مسافتی را و (ب) در چه جهتی باید بپیماید تا به پایگاه خود برسد؟

۲۱\* مورچه‌ای که از آفتاب بعد از ظهر به ستوه آمده است، در صفحه مختصات  $xy$  که روی خاک کویر کشیده شده است این طرف و آن طرف می‌دود. مؤلفه‌های  $x$  و  $y$  چهار حرکت متوالی مورچه (برحسب سانتی متر) چنین اند:  $(۳٫۰, ۴٫۰)$ ،  $(b_x, -۷٫۰)$ ،  $(-۲٫۰, c_y)$ ،  $(-۸٫۰, -۷٫۰)$ . مختصات  $xy$  جابه‌جایی کل مورچه نیز چنین است:  $(-۱۴٫۰, -۲۰٫۰)$ . (الف)  $b_x$  و (ب)  $c_y$  را به دست آورید. (ج) اندازه جابه‌جایی مورچه در مجموع، و (د) زاویه این جابه‌جایی (نسبت به جهت مثبت محور  $x$ ) را به دست آورید.

۲۲\* جمع چهار بردار زیر را برحسب نمادهای بردار یک به دست آورید. برای این جمع، (ب) اندازه بردار (ج) زاویه آن را برحسب درجه و (د) زاویه آن را برحسب رادیان حساب کنید.

$$\begin{aligned} \vec{E}: ۶٫۰۰\text{ m}, +۰٫۹۰۰\text{ rad} & \quad \vec{F}: ۵٫۰۰\text{ m}, -۷۵٫۰^\circ \\ \vec{G}: ۴٫۰۰\text{ m}, +۱٫۲۰\text{ rad} & \quad \vec{H}: ۶٫۰۰\text{ m}, -۲۱٫۰^\circ \end{aligned}$$

۲۳\* اگر بردار  $\vec{B}$  با  $\vec{C} = ۳٫۰\hat{i} + ۴٫۰\hat{j}$  جمع شود، نتیجه‌اش برداری است در جهت مثبت محور  $y$  با اندازه‌ای برابر با اندازه  $\vec{C}$ . اندازه  $\vec{B}$  چقدر است؟

۲۴\* قرار است بردار  $\vec{A}$  را که در جهت محور  $x$  قرار دارد به بردار  $\vec{B}$  با اندازه ۷٫۰ m بیفزاییم. حاصل جمع، بردار سومی در جهت محور  $y$  است که اندازه‌اش ۳٫۰ برابر اندازه  $\vec{A}$  است. اندازه  $\vec{A}$  چقدر است؟

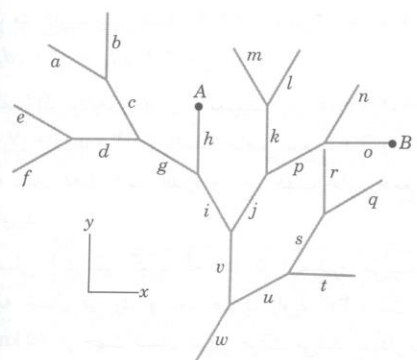
۲۵\* آبادی  $B$  به فاصله ۲۵ km در شرق آبادی  $A$  واقع شده است. شتری که از آبادی  $A$  شروع به حرکت می‌کند، در ابتدا ۲۴ km در جهت ۱۵° جنوبی به طرف شرق می‌پیماید، و سپس ۸٫۰ km در جهت شمال می‌رود. این شتر نهایتاً چقدر با آبادی  $B$  فاصله دارد؟

۲۶\* حاصل جمع چهار بردار زیر را (الف) برحسب نمادهای بردار یک، و به صورت (ب) اندازه و (ج) زاویه آن به دست آورید.

$$\begin{aligned} \vec{A} &= (۲٫۰۰\text{ m})\hat{i} + (۳٫۰۰\text{ m})\hat{j} & \vec{B} &= ۴٫۰۰\text{ m}, +۶۵٫۰^\circ \\ \vec{C} &= (-۴٫۰۰\text{ m})\hat{i} + (-۶٫۰۰\text{ m})\hat{j} & \vec{D} &= ۵٫۰۰\text{ m}, -۲۳۵^\circ \end{aligned}$$

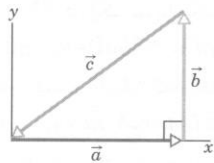
۲۷\* با فرض  $\vec{d}_1 + \vec{d}_2 = ۵\vec{d}_3$ ،  $\vec{d}_1 - \vec{d}_2 = ۳\vec{d}_4$ ، و  $\vec{d}_1 + \vec{d}_2 = ۲\vec{d}_5$  بردارهای (الف)  $\vec{d}_1$  و (ب)  $\vec{d}_2$  را برحسب نمادهای بردار یک بیابید.   
 ۲۸\* دو سوسک روی یک سطح صاف شنی از یک نقطه شروع به حرکت می‌کنند. سوسک ۱ به اندازه ۰٫۵۰ m به طرف شرق می‌رود، و سپس ۰٫۹۰ m با زاویه ۳۰° شمالی به طرف شرق حرکت می‌کند. سوسک ۲ هم دو مسافت را می‌پیماید، و ابتدا ۱٫۶ m با زاویه ۴۰° شرقی به طرف شمال می‌رود. (الف) اندازه و (ب) جهت مسیر دوم چه باید باشد تا سوسک ۲ سرانجام در مکان نهایی سوسک ۱ قرار بگیرد؟

۲۹\* مورچه‌هایی که معمولاً توی حیاط دیده می‌شوند، اغلب شبکه‌ای از ردهای آغشته به مواد شیمیایی درست می‌کنند که آن‌ها را در مسیر حرکتشان هدایت می‌کند. این شبکه با دور شدن از لانه شاخه‌شاخه می‌شود (هر شاخه هم دستخوش دوشاخگی می‌شود). زاویه بین دو شاخه مجاور ۶۰° است. اگر مورچه‌ای سرگردان تصادفاً به این ردها برسد، می‌تواند راه خود را به طرف لانه بیابد: اگر در حال دور شدن از لانه باشد، شاخه‌ای که به آن برخورد است دو شاخه می‌شود و دو مسیر با زاویه کوچک در برابر مورچه قرار می‌گیرند، یا ۳۰° به راست یا ۳۰° به چپ. اگر در حال نزدیک شدن به لانه باشد، فقط یک مسیر با این زاویه کوچک در برابر مورچه قرار می‌گیرد. شکل ۳-۲۹، نمونه‌ای از چنین ردی را نشان می‌دهد که هر قسمت مستقیم آن ۲٫۰ cm است و با یک حرف الفبا نشان داده شده است. زاویه دوشاخگی متقارن ۶۰° است. اگر مورچه در نقطه  $A$  وارد این شبکه شود (الف) اندازه و (ب) جهت (نسبت به جهت مثبت محور  $x$  که روی شکل آمده است) بردار جابه‌جایی مورچه تا لانه (که در شکل می‌توانید آن را بیابید) چیستند؟ (ج) اندازه و (د) جهت این بردار را، در صورتی که مورچه از  $B$  وارد شبکه شود، پیدا کنید.



شکل ۳-۲۹ مسئله ۲۹.





شکل ۳-۳۲

مسئله‌های ۳۳ و ۵۴.

جهت  $\vec{a} \times \vec{b}$ ،  $\vec{a} \times \vec{c}$  (ج) اندازه  $\vec{a} \times \vec{c}$ ، (د) جهت  $\vec{a} \times \vec{c}$ ، (ه) اندازه  $\vec{b} \times \vec{c}$ ، (و) جهت  $\vec{b} \times \vec{c}$  (محور z نشان داده نشده است).

\*۳۴ بردار  $\vec{a} = 3\hat{i} + 5\hat{j}$  و بردار  $\vec{b} = 2\hat{i} + 4\hat{j}$  را در نظر بگیرید. کمیت‌های زیر را محاسبه کنید: (الف)  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ ، (ب)  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ ، (ج)  $(\vec{a} + \vec{b}) \cdot \vec{b}$ ، و (د) مؤلفه  $\vec{a}$  در امتداد  $\vec{b}$ .

برای پاسخ دادن به قسمت (د) معادله ۳-۲۰ و شکل ۳-۱۸ را در نظر بگیرید.

\*۳۵ دو بردار  $\vec{r}$  و  $\vec{s}$  در صفحه  $xy$  قرار دارند. اندازه‌هایشان به ترتیب برابر  $4.5^\circ$  و  $7.3^\circ$  واحد است، و زاویه‌هایشان هم که به طور پادساعتگرد نسبت به جهت مثبت محور  $x$  اندازه‌گیری می‌شوند به ترتیب  $32^\circ$  و  $85^\circ$  است. کمیت‌های (الف)  $\vec{r} \cdot \vec{s}$  و (ب)  $\vec{r} \times \vec{s}$  را پیدا کنید.

\*۳۶ با فرض آن که  $\vec{d}_1 = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$  و  $\vec{d}_2 = -5\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$  باشد،  $(\vec{d}_1 \times \vec{d}_2) \cdot (\vec{d}_1 + \vec{d}_2)$  را به دست آورید.

\*۳۷ سه بردار زیر را در نظر بگیرید و کمیت‌های (الف)  $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$ ، (ب)  $\vec{a} \cdot (\vec{b} + \vec{c})$ ، و (ج)  $\vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c})$  را با استفاده از آن‌ها حساب کنید.

$$\vec{a} = 3\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k} \quad \vec{b} = -1\hat{i} - 4\hat{j} + 2\hat{k}$$

$$\vec{c} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + 1\hat{k}$$

\*\*۳۸ برای سه بردار زیر کمیت  $\vec{C} \cdot (\vec{A} \times \vec{B})$  را محاسبه کنید

$$\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$$

$$\vec{B} = -3\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k} \quad \vec{C} = 7\hat{i} - 8\hat{j}$$

\*۳۹ اندازه بردار  $\vec{A}$  برابر  $6.00$  واحد، اندازه بردار  $\vec{B}$  برابر  $7.00$  واحد، و اندازه  $\vec{A} \cdot \vec{B}$  برابر  $14.7$  واحد است. زاویه بین جهت  $\vec{A}$  و جهت  $\vec{B}$  چیست؟

\*۴۰ جابه‌جایی  $\vec{d}_1$  در صفحه  $yz$  قرار دارد، زاویه‌اش نسبت به جهت مثبت محور  $y$  برابر  $63.0^\circ$ ، مؤلفه  $z$  آن مثبت، و اندازه این بردار جابه‌جایی برابر  $4.50\text{ m}$  است. جابه‌جایی  $\vec{d}_2$  در صفحه  $xz$  قرار دارد. زاویه‌اش نسبت به جهت مثبت محور  $x$  برابر  $30.0^\circ$ ، مؤلفه  $z$  آن مثبت، و اندازه این بردار جابه‌جایی هم  $1.40\text{ m}$  است. کمیت‌های زیر را محاسبه کنید: (الف)  $\vec{d}_1 \cdot \vec{d}_2$ ، (ب)  $\vec{d}_1 \times \vec{d}_2$ ، (ج) زاویه بین  $\vec{d}_1$  و  $\vec{d}_2$ .

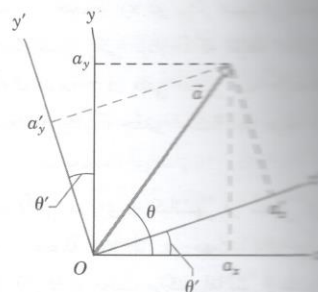
\*۴۱ با استفاده از تعریف ضرب نرته‌ای  $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \theta$ ، و با توجه به  $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$ ، زاویه بین دو بردار زیر را به دست آورید.

$$\vec{a} = 3\hat{i} + 3\hat{j} + 3\hat{k}$$

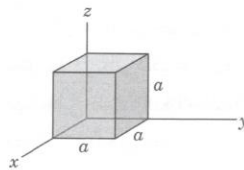
$$\vec{b} = 2\hat{i} + 1\hat{j} + 3\hat{k}$$

$\vec{a} = (4.0\text{ m})\hat{i} - (3.0\text{ m})\hat{j}$  و  $\vec{b} = (3.0\text{ m})\hat{i} + (4.0\text{ m})\hat{j}$  را در نظر بگیرید. (الف) اندازه  $\vec{a}$  و (ب) زاویه  $\vec{a}$  نسبت به محور  $x$  را بیابید. (ج) اندازه  $\vec{a} + \vec{b}$  و (د) زاویه  $\vec{a} + \vec{b}$  نسبت به محور  $x$  را بیابید. (ه) اندازه  $\vec{a} - \vec{b}$  و (و) زاویه  $\vec{a} - \vec{b}$  نسبت به محور  $x$  را بیابید. (ز) مؤلفه  $\vec{a}$  در امتداد  $\vec{b}$  را بیابید. (ح) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت مخالف  $\vec{b}$  را بیابید. (ط) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  را بیابید. (ی) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  را بیابید. (ک) زاویه بین  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  چقدر است؟

اندازه  $\vec{a}$   $17.0\text{ m}$  و زاویه  $\theta = 56.0^\circ$  نسبت به محور  $x$  قرار دارد. (الف) مؤلفه  $\vec{a}$  در امتداد  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ب) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت مخالف  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ج) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (د) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ه) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (و) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ز) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ح) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ط) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ی) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ک) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟



شکل ۳-۳۰ مسئله ۳۱.



شکل ۳-۳۱ مسئله ۳۲.

شکل ۳-۳۱ را در نظر بگیرید. (الف) مؤلفه  $\vec{a}$  در امتداد  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ب) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت مخالف  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ج) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (د) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ه) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (و) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ز) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ح) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ط) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ی) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟ (ک) مؤلفه  $\vec{a}$  در جهت عمود بر  $\vec{b}$  چقدر است؟

ضرب بردارها

برای بردارهای داده شده در شکل ۳-۳۲، به ازای  $a = 4$ ،  $b = 3$  و  $c = 5$  کمیت‌های زیر را محاسبه کنید: (الف) اندازه  $\vec{a} \times \vec{b}$ ، (ب)