

شکل ۷۰. با ۸ چوب کبریت چگونه میتوان شکلی دارای مساحت حد اکثر را درست کرد؟

نمایش داده شده است. البته مساحت آنها مختلف است. مسئله در آن است که با ۸ چوب کبریت شکلی دارای مساحت حد اکثر را درست کنید.

۷۹. راه مگس. در روی دیوار ظرف استوانه‌ای شیشه‌ای، از داخل، قطره‌ای عسل در فاصله سه سانتی‌متری از لبه فوقانی ظرف دیده میشود و از خارج، روی دیواره در نقطه مقابل نقطه اولی مگسی نشسته است (شکل ۷۱).

برای مگس کوتاه‌ترین راه تا قطره عسل را نشان دهید.
ارتفاع ظرف ۲۰ cm و قطر آن ۱۰ cm است.



گمان نکنید که مگس خودش بتواند کوتاه‌ترین راه را پیدا، و حل مسئله را برایتان آسان کند زیرا برای این کار مگس میبایستی معلومات هندسی داشته باشد ولی این امر از حدود سر مگس خارج است.

شکل ۷۱. راهی بسوی قطره عسل را به مگس نشان دهید.

۸۰. در پوش را پیدا کنید. تخته‌ای با سه سوراخ مربع، سه گوش و گرد



شکل ۷۳. آیا درپوش واحدی برای این سوراخ‌ها وجود دارد؟

شکل ۷۲. درپوشی برای هر سه سوراخ پیدا کنید.



شکل ۷۴. آیا میشود درپوش واحدی را برای این سه سوراخ درست کرد؟

در برابر ما است (شکل ۷۲). آیا درپوشی بشکلی که بتواند هر سه سوراخ را بپوشاند ممکن است وجود داشته باشد؟

۸۱. درپوش دوم. اگر توانسته باشید مسئله قبل را حل کنید ممکن است برای سوراخ‌های مانند شکل ۷۳ نیز درپوشی پیدا کنید؟

۸۲. درپوش سوم. سرانجام باز هم یک مسئله دیگر از این قبیل: آیا یک درپوش برای هر سه سوراخ شکل ۷۴ وجود دارد؟

۸۳. عبور دادن سکه پنج کوپکی. دو سکه معاصر، یکی پنج و دیگری دو کوپکی را تهیه کنید. در یک ورق کاغذ دایره‌ای درست برابر با سکه دو کوپکی را رسم و ببرید. آیا بنظر شما سکه پنج کوپکی میتواند از لای این سوراخ رد شود؟

اینجا هیچ کلکی در کار نیست و مسئله کاملاً مسئله هندسی است.



شکل ۷۵. آیا مثلث‌های خارجی و داخلی متشابه هستند؟



شکل ۷۶. آیا راست‌گوشه‌های خارجی و داخلی متشابه هستند؟

۸۴. ارتفاع برج. برج بلندی از جاهای دیدنی شهر شامست و ارتفاع آن برایتان معلوم نیست. کارت‌پستالی نیز با عکس این برج در اختیارتان است. این عکس در تعیین ارتفاع برج چه کمکی بشما میتواند بکند؟

۸۵. اشکال متشابه. این مسئله برای کسانی است که ماهیت تشابه هندسی را میدانند. جواب دو سؤال زیر مطلوب است:
۱. آیا در شکل مثلث رسم (شکل ۷۵)، مثلث داخلی و خارجی متشابه هستند؟

۲. آیا در شکل قاب (شکل ۷۶) راست‌گوشه‌های خارجی و داخلی متشابه هستند؟

۸۶. سایهٔ سیم. سایهٔ مطلق را که سیم تلگراف بقطر ۴ میلی‌متر در یک روز آفتابی در فضاء می‌افکند تا چه فاصله‌ای می‌رسد؟

۸۷. آجر اسباب بازی. وزن آجر ساختمانی ۴ کیلوگرم است. وزن آجر اسباب بازی از همان مادهٔ سنتها ۴ بار کوچکتر چقدر است؟

۸۸. غول و کوتوله. غولی با قاست ۲ متر تقریباً چند بار از کوتولهٔ دارای قد ۱ متر سنگینتر است؟

۸۹. دو هندوانه. در بازار در میان هندوانه‌ها دو هندوانه‌ای با ابعاد مختلف وجود دارد. یکی $\frac{1}{4}$ عریض‌تر از دیگری، و $\frac{1}{2}$ بار گرانتر از آن است. خریدن کدام یک از این دو اقتصادی‌تر است؟

۹۰. دو خربوزه. دو خربوزه از یک نوع در معرض فروش است. پیرامون دایرهٔ یکی ۶۰، و دیگری ۵۰ سانتی‌متر است. اولی یک و نیم بار گرانتر از دومی است. خریدن کدام یک اقتصادی‌تر است؟

۹۱. آلبالو. ضخامت لایهٔ نرمهٔ آلبالو با ضخامت هستهٔ آن یکی است. می‌پذیریم که شکل آلبالو و هسته گرد است. آیا شما می‌توانید در ذهنتان برآورد کنید حجم قسمت نرم آلبالو از حجم هسته چند بار بیشتر است؟

۹۲. مدل برج ایفل. برج ایفل در پاریس با ارتفاع ۳۰۰ متر و تمام‌فازی است. برای ساختن آن قریب ۸۰۰۰۰۰۰ کیلوگرم آهن مصرف شده است. من می‌خواهم مدل آهنی دقیق این برج را بوزن ۱ کیلوگرم سفارش بدهم. ارتفاع آن چقدر است؟ بزرگتر یا کوچکتر از لیوان؟

۹۳. دو قابلمه. دو قابلمه مسی با شکل یکسان و ضخامت یکسان دیواره‌ها مفروض است. گنجایش یکی ۸ بار از گنجایش دیگری بیشتر است. وزن آن چقدر بیشتر است؟

۹۴. در هوای یخبندان. دو نفر یکی بزرگسال و دیگری بچه با لباس یکسان در هوای باز یخبندان ایستاده‌اند. کدام یک از آنها بیشتر سردش است؟

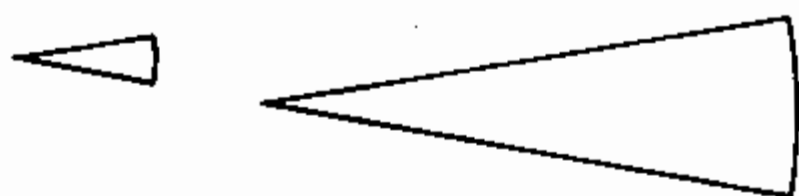
شرح حل معمی‌های ۷۲ - ۹۴

۷۲. در نظر اول این مسئله با هندسه هیچ ربطی ندارد. ولی تسلط بر این علم در آنستکه آدم بتواند اساس هندسی مسئله را در مواردی هم تشخیص دهد که با مطالب فرعی پوشیده باشد. این مسئله بدون قید و شرط هندسی است. بدون آگاهی از هندسه نمیتوان آنرا حل کرد.

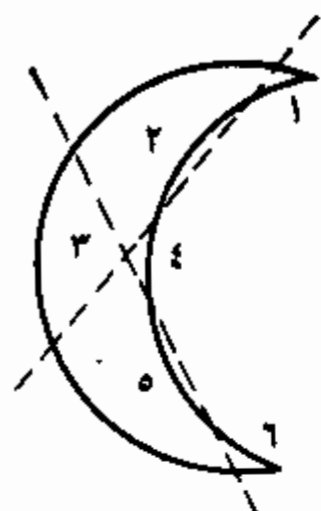
خلاصه، چرا محور جلو ارابه بیشتر از محور عقب آن سائیده میشود؟ بر همه معلوم است که چرخ جلو کوچکتر از چرخ عقب است. * در یک قطعه راه، چرخ کوچکتر از چرخ بزرگتر دور زیادتیر میزند زیرا دایره کوچکتر پیرامون کوچکتری دارد و لذا در قطعه طول معین تعداد دفعات زیادتیر جا میگیرد. اکنون روشن میشود که در تمام جابجائی‌های ارابه چرخ جلو آن از چرخ عقبش بیشتر دور میزند و تعداد دورهای بیشتر البته باعث سائیدگی بیشتر محور میشود.

۷۳. اگر شما گمان کنید که زاویه مورد نظرمان از لای ذره‌بین باندازه $60^\circ = 4 \times \frac{1}{4}$ باشد اشتباه کرده‌اید. با دیده شدن از لای ذره‌بین، زاویه بهیچوجه افزایش نمی‌یابد. راستی که طول کمان واصل طرفین زاویه افزایش می‌یابد اما شعاع این کمان

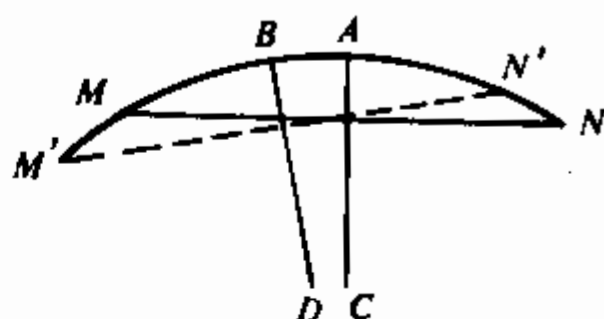
* منظور، ارابه روسی است (مترجم).



شکل ۷۷



شکل ۷۹

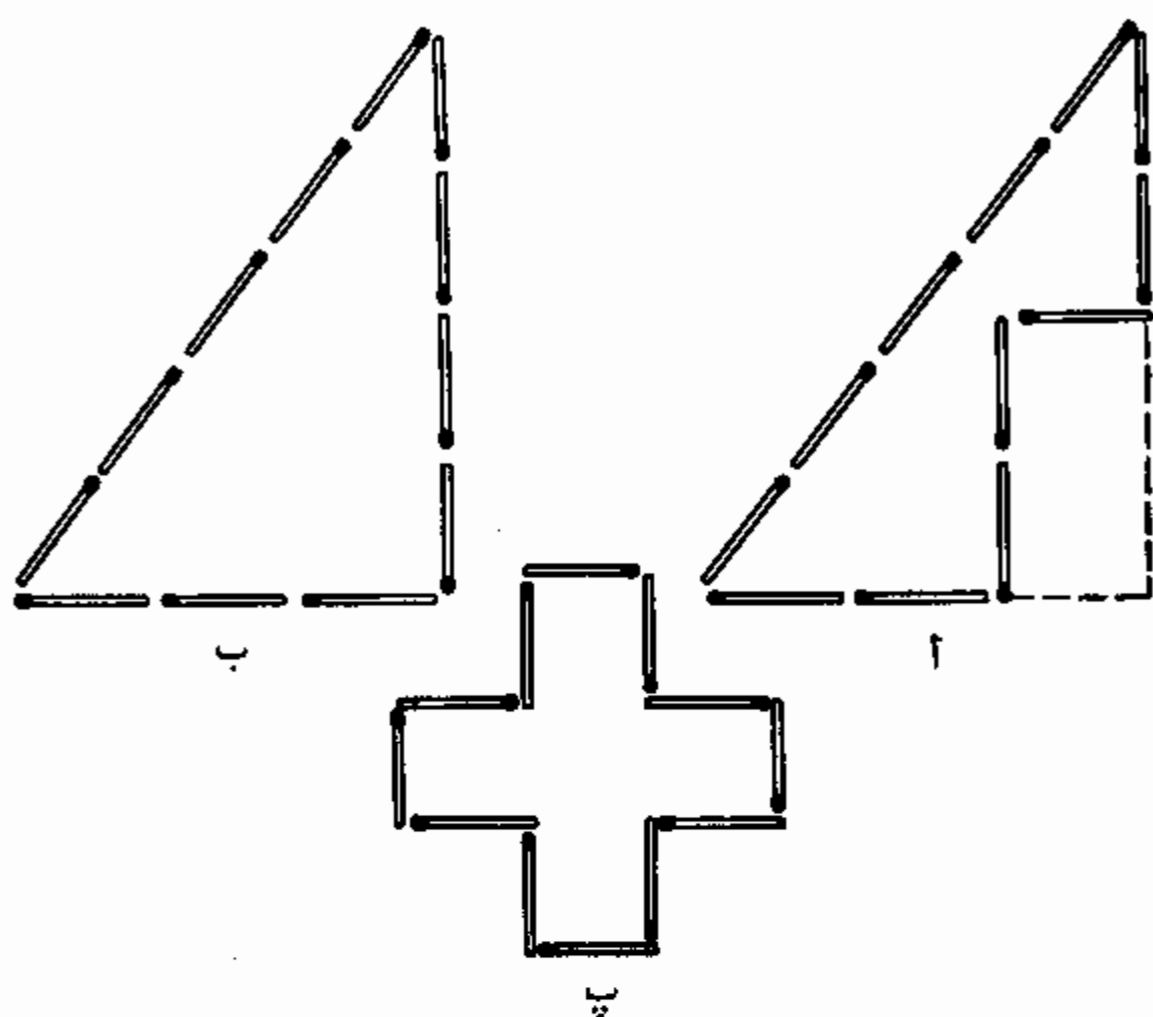


شکل ۷۸

نیز بهمین نسبت افزایش می‌یابد و در نتیجه اندازه زاویه مرکزی
بلا تغییر می‌ماند. شکل ۷۷ این مطلب را روشن می‌سازد.

۷۴. شکل ۷۸ را بررسی نمائید. MAN وضع اولیه کمان تراز،
و $M'BN'$ وضع جدید آن است، ضمناً وتر $M'N'$ با وتر MN زاویه
 $1/4^\circ$ را تشکیل می‌دهد. هر دو وضع تراز طوری انتخاب شده
است که حباب که قبلاً در نقطه A قرار داشت اکنون در همان
نقطه مانده منتها وسط کمان MN به B انتقال یافته است. محاسبه
طول کمان AB مطلوب است هرگاه شعاع آن ۱ متر، و اندازه
کمان بر حسب درجه $1/4^\circ$ باشد (این امر از تساوی زوایای
حاده دارای طرفهای متعامد نتیجه می‌شود).

این محاسبه ساده است. پیرامون دایره کامل بشعاع ۱ متر
(یا ۱۰۰۰ میلی‌متر) برابر است با $6280 \text{ mm} = 3.14 \times 1000$
چون پیرامون دایره ۳۶۰ درجه یا ۷۲۰ نیم‌درجه را در بر دارد لذا
طول یک نیم‌درجه با عمل تقسیم تعیین میشود:



شکل ۸۰

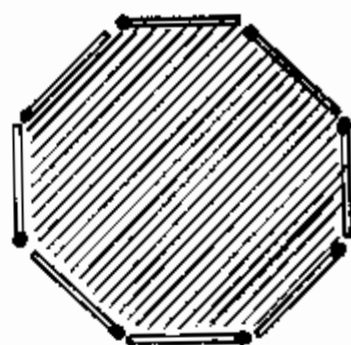
$$۶۲۸۰ : ۷۲۰ = ۸,۷ \text{ mm}$$

حباب تقریباً ۹ میلی‌متر یا قریب ۱ سانتی‌متر از خط منحرف میشود. باسانی دیده میشود که هر قدر شعاع خمیدگی لوله بیشتر باشد همانقدر حساسیت تراز بیشتر است.

۷۵. این مسئله شوخی نیست و کاربرد اشتباهی کلمات را بر ملاء میسازد. بر خلاف عقیده اکثریت مردم، مداد شش‌وجهی ۶ وجه ندارد. تعداد کل وجوه آن، اگر تراشیده نشده باشد، ۸ است، ۶ وجه جانبی و ۲ وجه پیشانی. اگر آن در واقع ۶ وجه داشت آنوقت شکلش بکلی دیگر میبود یعنی شکل میله‌ای با مقطعی راست گوشه.

عادت به شمردن فقط وجوه جانبی و فراموشی از قاعده‌های

هرم خیلی رایج است. عده بسیاری میگویند: هرم سه وجهی، هرم چهاروجهی و غیره در صورتیکه این هرمها را باید سه گوشه، چهارگوشه و غیره، طبق شکل قاعده آن نامید. هرم سه وجهی یعنی هرم دارای سه وجه وجود ندارد.



شکل ۸۱

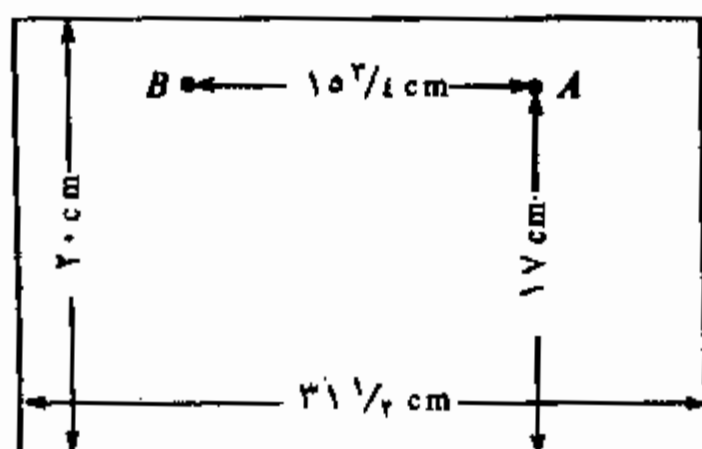
بنا بر این، مداد مذکور در مسئله را باید بطرز صحیح نه شش وجهی بلکه شش گوش نامید.

۷۶. باید طبق شکل ۷۹ عمل شود. برای تصور بهتر، ۶ قسمت بدست آمده شماره بندی شده است.

۷۷. چوب کبریتها را باید مانند شکل ۸۰، الف قرار داد. مساحت این شکل چهار برابر مربع «کبریتی» است. چگونه میتوان از این امر مطمئن شد؟ در ذهن، این شکلمان را تکمیل میکنیم تا یک مثلث حاصل شود. مثلی بدست می آید قائم الزاویه، با قاعده برابر سه چوب کبریت و با ارتفاع برابر ۴ چوب کبریت*. مساحت آن برابر است با نصف حاصلضرب قاعده در ارتفاع یعنی $6 = \frac{1}{2} \times 3 \times 4$ مربع بضلع مساوی یک چوب کبریت (شکل ۸۰، ب). اما شکلمان، چنانکه واضح است، دارای مساحتی است که باندازه مساحت دو مربع «کبریتی» از مساحت مثلث کمتر است و بنا بر این، برابر است با ۴ مربع مذکور.

۷۸. میشود ثابت نمود که از همه شکل های دارای یک طول دوره (یا باصطلاح، دارای پیرامون یکسان)، دایره دارای مساحت حد اکثر است. البته با چوب های کبریت نمیشود دایره ای ساخت معهذاً از ۸ چوب کبریت میشود شکلی را ساخت (شکل ۸۱)

* خوانندگان آشنا به قضیه فیثاغورث میفهمند چرا ما با اطمینان میتوانیم ادعا کنیم که مثلث بدست آمده قائم الزاویه است: $3^2 + 4^2 = 5^2$.



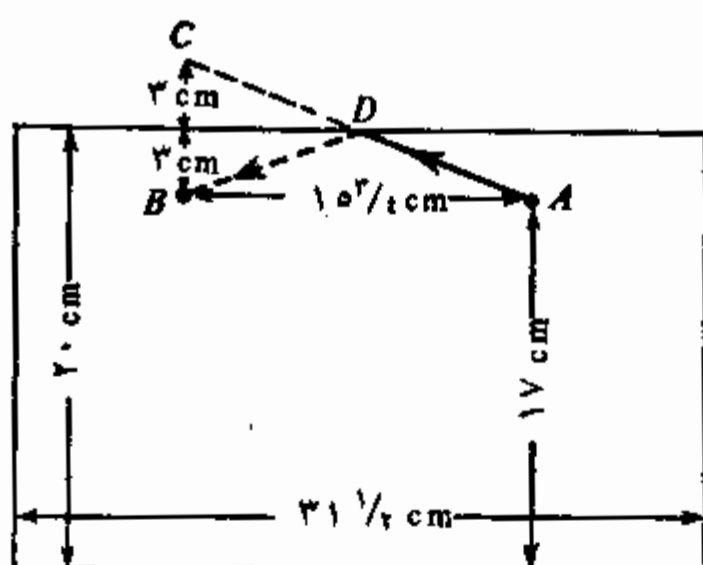
شکل ۸۲

که به شکل دایره نزدیکتر از همه است. این شکل هشت گوش منتظم است. همانا هشت گوش منتظم، شکل جوابگوی شرط مسئله را دارد زیرا دارای مساحت حد اکثر است.

۷۹. برای حل مسئله، سطح جانبی ظرف را بصورت شکل مسطحی باز میکنیم. راست گوشه‌ای (شکل ۸۲) بدست می‌آید که ارتفاع آن برابر ۲۰ cm و قاعده آن با طول پیرامون ظرف یعنی تقریباً $10 \times 31\frac{1}{2} = 311\frac{1}{2}$ cm برابر است. روی این راست گوشه وضع مگس و قطرهٔ عسل را علامت‌گذاری مینمائیم. مگس در نقطه A در فاصله ۱۷ cm از قاعده، و قطره در نقطه B در همان ارتفاع و در فاصله برابر نصف پیرامون دایره یعنی $10^3/4$ cm از A واقع است.

حال برای اینکه نقطه‌ای را پیدا کنیم که مگس در آن از لبه ظرف باید بگذرد بنحو زیر عمل میکنیم. از نقطه B (شکل ۸۲) خط راستی را تحت زاویه قائمه نسبت به ضلع فوقانی راست گوشه تا فاصله برابر عبور میدهیم و نقطه C را بدست می‌آوریم. این نقطه را با خط راستی به A وصل میکنیم. نقطه D نقطه‌ای است که مگس در آن باید به طرف دیگر ظرف برود و راه ADB کوتاه‌ترین است.

پس از یافتن کوتاه‌ترین راه در شکل گستردهٔ راست گوشه،



شکل ۸۴

دوباره آنرا بصورت استوانه میپیچیم و میفهمیم کوتاهترین راه مگس به سوی قطرهٔ عسل کدام است (شکل ۸۴).
 آیا مگس‌ها در چنین مواردی چنین راهی را انتخاب می‌کنند یا نه - من این را نمیدانم. ممکن است با پیروی از حس بویایی، مگس واقعاً کوتاهترین راه را میپیماید ولی احتمالش ضعیف است زیرا حس بویایی برای این کار چندان دقیق نیست.

۸۰. درپوش مطلوب در این مورد وجود دارد. شکل آن مانند شکل ۸۵ است. سهولت دیده میشود که چنین درپوشی بتنهائی در واقع میتواند هم سوراخ مربع، هم سوراخ سه گوش و هم سوراخ گرد را بپوشاند.

۸۱. برای سوراخهائی نیز که در شکل ۸۶ نشان داده شده است یعنی گرد، مربع و صلیبی شکل درپوشی وجود دارد. آن در سه نما نشان داده شده است.

۸۲. چنین درپوشی نیز وجود دارد؛ شما میتوانید آنرا در شکل ۸۷ از سه طرف مشاهده کنید.
 (مسائلی را که تازه بررسی کردیم زود بزود در برابر نقشه-



شکل ۸۵



شکل ۸۴



شکل ۸۷



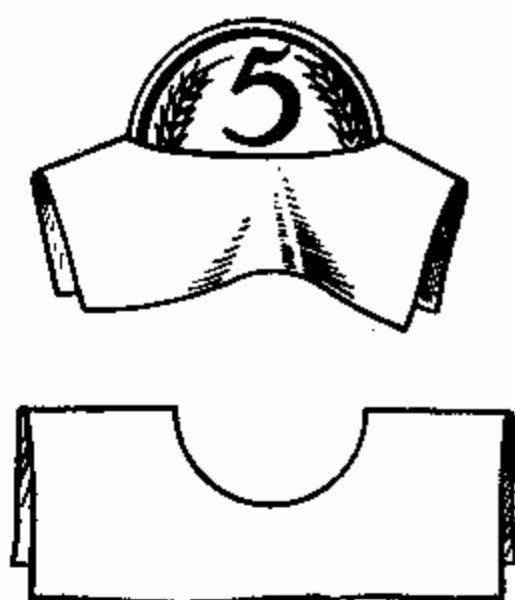
شکل ۸۶

کشان عرض اندام مینماید مثلاً وقتی که از روی سه تصویر لازم باشد شکل قطعه‌ای از ماشین را تعیین کنند.

۸۳. با وجودیکه این امر عجیب بنظر میرسد عبور دادن سکه پنج‌کوپی از سوراخی باین کوچکی کاملاً عملی است. فقط لازم است این کار را از سر درستش بگیریم. کاغذ را بگونه‌ای تاب میدهیم که سوراخ گرد بصورت شکاف مستقیمی در آید (شکل ۸۸) و سکه پنج‌کوپی را از آن عبور میدهیم.

محاسبه هندسی کمک میکند به ماهیت این تردستی بظاهر بیچیده پی ببریم. قطر سکه دوکوپی ۱۸ mm است. پیرامون آن که باسانی قابل محاسبه است برابر ۵۶ mm (و اندی) میباشد.

واضح است که طول شکاف مستقیم باید دو بار کوچکتر از پیرامون سوراخ یعنی برابر 28 mm باشد. ضمناً قطر سکه پنج کوپکی تنها 25 mm میباشد و این امر میرساند که این سکه میتواند از لای شکاف 28 میلی متری حتی با در نظر گرفتن ضخامت سکه ($1\frac{1}{3} \text{ mm}$) رد شود.



شکل ۸۸

۸۴. برای اینکه از روی

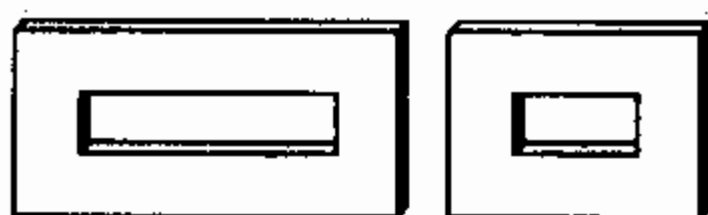
عکس، ارتفاع طبیعی برج را تعیین

کنیم قبل از هر چیز لازم است هرچه دقیقتر ارتفاع و طول قاعده برج را در عکس اندازه بگیریم. فرض کنیم که ارتفاع در عکس 95 mm ، و طول قاعده 19 mm باشد. سپس طول طبیعی قاعده خود برج را اندازه میگیریم. فرض کنیم که آن برابر 14 m باشد. پس از انجام این عمل چنین استدلال میکنیم.

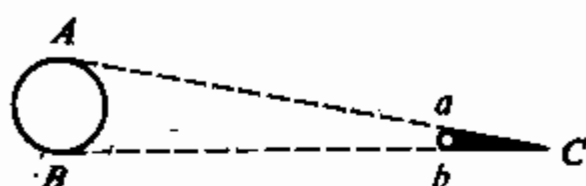
عکس برج و شکل خود برج از لحاظ هندسی متشابه هستند. بنا بر این، ارتفاع طبیعی برج بهمان نسبت از طول قاعده آن بیشتر است که تصویر ارتفاع برج از تصویر قاعده آن بیشتر میباشد. نسبت دومی $95:19$ یعنی 5 است. از اینجا نتیجه میگیریم که ارتفاع برج 5 برابر طول قاعده آن است یعنی اندازه طبیعی آن $14 \times 5 = 70 \text{ m}$ است.

بدینترتیب ارتفاع برج شهر 70 متر است. ناگفته نماند که هر عکس برای تعیین ارتفاع برج مناسب نیست بلکه تنها عکسی مناسب است که بر خلاف آنچه اغلب برای عکاسان کم تجربه اتفاق میافتد تناسب آن بر هم نخورده باشد.

۸۵. اغلب به هر دو سؤال مطرح شده جواب مثبت میدهند. اما در واقع فقط مثلثها متشابه هستند ولی راست گوشه های خارجی



شکل ۸۹



شکل ۹۰

و داخلی در شکل قاب بطور اعم متشابه نیستند. برای تشابه مثلث‌ها تساوی زوایا کافی است. چون اضلاع مثلث داخلی موازی اضلاع مثلث خارجی است لذا این شکل‌ها متشابهند. ولی برای تشابه سایر چندضلعی‌ها تنها تساوی زوایا (یا تنها توازی اضلاع) کافی نیست. بعلاوه لازم است که اضلاع چندضلعی‌ها متناسب باشند. در مورد چهارگوشه‌های داخلی و خارجی در شکل قاب این امر فقط در مورد مربع‌ها (و بطور کلی لوزی‌ها) صدق می‌کند. لکن در سایر موارد، اضلاع چهارگوشه خارجی متناسب با اضلاع چهارگوشه داخلی نیستند و لذا این شکل‌ها متشابه نیستند. عدم تشابه در مورد قاب‌های چهارگوش با حاشیه‌های پهن مانند شکل ۸۹ واضح می‌شود. در قاب طرف چپ، نسبت اضلاع خارجی بیکدیگر ۲:۱، و نسبت اضلاع داخلی ۴:۱ است. در قاب طرف راست نسبت اضلاع خارجی ۴:۳، و نسبت اضلاع داخلی ۲:۱ است.

۸۶. شاید برای عدد زیادی این نکته غیر مترقبه باشد که برای حل این مسئله اطلاعاتی از علم هیئت لازم است: فاصله زمین تا خورشید و اندازه قطر خورشید. طول سایه مطلق که سیم در فضاء می‌افکند از طریق ترسیم هندسی مانند شکل ۹۰ تعیین

میشود. سهولت دیده میشود که سایه بهمان نسبت از قطر سیم بزرگتر است که فاصله^{*} زمین تا خورشید (150.000.000 km) از قطر خورشید (1400.000 km) بیشتر میباشد. نسبت اخیر الذکر تقریباً برابر 115 است. بنا بر این، طول سایه^{*} مطلقاً که سیم در فضاء می‌افکند برابر است با

$$4 \times 115 = 460 \text{ mm} = 46 \text{ cm}$$

طول کم سایه^{*} مطلق باعث میشود که سایه روی زمین یا دیوار خانه‌ها دیده نشود. آن خطوط ضعیفی که دیده میشود سایه نیست بلکه نیم‌سایه است. روش دیگر حل اینگونه مسایل هنگام بررسی معنی شماره ۸ شرح داده شد.

۸۷. این پاسخ که وزن آجر اسباب بازی ۱ کیلوگرم یعنی ۴ بار کمتر است غلط میباشد زیرا آجر اسباب بازی از آجر واقعی نه تنها ۴ بار کوتاه‌تر، بلکه نیز ۴ بار باریکتر و ۴ بار نازکتر است لذا حجم و وزن آن $4 \times 4 \times 4 = 64$ مرتبه کمتر است. بنا بر این، جواب درست چنین است:

وزن آجر اسباب بازی برابر است با $g \ 62,5 = 64 : 4000$.

۸۸. اکنون شما دیگر برای حل این مسئله آمادگی دارید. از آنجا که شکل‌های تن انسانی تقریباً متشابهند حجم فردیکه قد دو برابر بلندتر را دارد ۸ بار بیشتر است. بنا بر این، وزن غول ما از وزن کوتوله تقریباً ۸ مرتبه بیشتر میباشد. بلندترین غولی که ذکر مستند در باره وی بجا مانده است یک ساکن آلاس با قد ۲۷۵ سانتی‌متر یعنی یک متر بلندتر از قد انسانی متوسط بود. و اما قد کوچکترین کوتوله کمتر از ۴۰ سانتی‌متر یعنی تقریباً ۷ بار کوتاه‌تر از قد غول آلاسی بود. لذا اگر روی یک کفه^{*} ترازو غول آلاسی قرار میگرفت در آنصورت جهت حفظ تعادل لازم میشد $7 \times 7 \times 7 = 343$ نفر کوتوله یعنی یک جماعت تمام روی کفه^{*} دیگر بایستند.

۸۹. حجم هندوانه^{*} بزرگ از حجم هندوانه^{*} کوچک

$$1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} = \frac{125}{64}$$

بار یا تقریباً دو بار بیشتر است. پس، خرید هندوانه^{*} بزرگتر اقتصادی‌تر است. قیمت آن تنها یک و نیم برابر گران‌تر است در صورتیکه مقدار ماده^{*} خوراکی آن تقریباً دو بار بیشتر است. پس چرا فروشندگان چنین هندوانه‌هایی را نه به قیمت دو برابر بلکه به قیمت یک و نیم برابر بیشتر می‌فروشند؟ این تنها بدان علت است که فروشندگان در اغلب موارد در علم هندسه ضعیف هستند. ضمناً خریداران نیز در هندسه ضعیف هستند چون اغلب از خرید ارزان روگردان می‌شوند. بجز آن می‌توان تاکید کرد که خرید هندوانه‌های درشت بنفع خریداران است زیرا همیشه ارزان‌تر از قیمت حقیقی قیمت‌گذاری می‌شود* لکن بیشتر خریداران از این موضوع بی‌خبرند.

به همین علت همیشه خرید تخم مرغ‌های درشت ارزانتر از تخم مرغ‌های کوچک تمام می‌شود بشرطیکه نه برحسب وزن بلکه دانه دانه فروخته شود.

۹۰. نسبت پیرامون دایره‌ها مانند نسبت اقطار است. هرگاه پیرامون دایره^{*} یک خربوزه ۶۰ cm، و پیرامون دایره^{*} دیگری ۵۰ cm باشد آنگاه نسبت اقطار آنها $\frac{6}{5} = 1.2$ و نسبت احجام آنها

$$\left(\frac{6}{5}\right)^3 = \frac{216}{125} \approx 1.73$$

خربوزه^{*} بزرگ هرگاه برحسب حجم (یا وزن) قیمت‌گذاری شود ۱.۷۳ برابر یا بعبارت دیگر ۷۳٪ گرانتر از خربوزه^{*} کوچک

* موضوع تخفیف آگاهانه^{*} قیمت در میان نیست. در بازارهای روسیه قیمت چنین کالاهائی معمولاً نه برحسب وزن بلکه دانه دانه تعیین می‌شود (مترجم).

است. در صورتیکه فروشنده فقط ۵۰٪ بیشتر برای آن می‌خواهد. واضح است که خرید آن منفعت مستقیم دارد.

۹۱. از مفاد مسئله برمی‌آید که قطر آبالو ۳ برابر بزرگتر از قطر هسته آن است. بنا بر این، حجم آبالو $3 \times 3 \times 3$ یعنی ۲۷ برابر بیشتر است. هسته $1/27$ ، و نرمه بقیه $26/27$ حجم آبالو را دارد. بنا بر این حجم نرمه ۲۶ برابر حجم هسته آبالو است.

۹۲. هرگاه مدل ۸۰۰۰۰۰۰ بار از اصل سبکتر، و هر دو از یک فلز باشند آنگاه حجم مدل باید ۸۰۰۰۰۰۰ بار کمتر از حجم اصل باشد. ما اکنون میدانیم که نسبت حجم اجسام متشابه مانند نسبت مکعب‌های ارتفاع آنهاست. بنا بر این، مدل باید ۲۰۰ بار کوتاه‌تر از اصل باشد چونکه

$$200 \times 200 \times 200 = 8,000,000$$

ارتفاع برج واقعی ۳۰۰ متر است. از اینجا نتیجه میشود که ارتفاع مدل باید برابر باشد با

$$300 : 200 = 1/2 \text{ m}$$

ارتفاع مدل تقریباً هم‌قد انسان است.

۹۳. هر دو قابلمه اشکال هندسی متشابهی هستند. هرگاه گنجایش قابلمه بزرگتر ۸ برابر بیشتر باشد آنگاه همه اندازه‌های خطی آن ۲ برابر بزرگتر هستند یعنی ارتفاع و عرض آن در هر دو جهت دو برابر بیشتر است. اما از آنجا که ارتفاع و عرض آن دو برابر بیشتر است سطح آن 2×2 یعنی ۴ برابر بیشتر است زیرا نسبت مساحت اجسام متشابه مانند نسبت مجذور اندازه‌های خطی میباشد. اگر ضخامت جدارها یکی باشد وزن قابلمه به سطح آن بستگی دارد. از اینجا جواب، سوال مسئله بدست می‌آید: قابلمه بزرگتر ۴ برابر سنگین‌تر از قابلمه کوچکتر است.

۹۴. این مسئله که در نظر اول ریاضی نیست از طریق همان استدلال هندسی که در مسئله قبل بکار رفت حل میشود. قبل از اینکه به حل آن مبادرت ورزیم مسئله مشابهی متناظر با آن را در نظر میگیریم.

دو دیگ (یا دو سماور)، یکی کوچک و دیگری بزرگ، که از یک جنس و یک شکل هستند پر از آب جوش هستند. کدام یک زودتر سرد میشود؟

اجسام معمولاً از سطح سرد میشوند و بنا بر این آن دیگ زودتر سرد میشود که هر واحد حجمش با سطح بیشتر متناظر باشد. هرگاه یک دیگ n برابر بلندتر و پهنتر از دیگری باشد آنگاه سطح آن n^2 برابر، و حجم آن n^3 برابر بیشتر است. یک واحد سطح دیگ بزرگتر با حجم n برابر بیشتر متناظر است و بنا بر این، دیگ کوچکتر زودتر باید سرد شود.

بهمین علت هم، بچه‌ای که در هوای یخبندان ایستاده است باید بیشتر از شخص بزرگسالی که لباس یکسان با لباس بچه را به تن دارد سرد شود؛ زیرا مقدار گرمای تولید شده در هر سانتی‌متر مکعب جسم برای هر دو نفر تقریباً مساوی است لکن سطح سرد شونده تن بچه که با هر سانتی‌متر مکعب متناظر است از شخص بزرگسال بیشتر است.

این پدیده همچنین باعث میشود که انگشتان دست و بینی بیشتر از دیگر اندام‌ها که سطح آنها نسبت به حجم آنها آنقدر زیاد نیست سرد یا دچار سرمازدگی گردد.

مسئله زیر نیز از همین زمره است: چرا تراشه چوب زودتر از کنده‌ای که از آن برداشته شده مشتعل میگردد؟

از آنجا که گرما از سطح وارد جسم شده و سپس در تمام حجم آن پخش میشود باید سطح و حجم تراشه را (که بطور مثال مقطع عرضی مربع باشد) با سطح و حجم کنده‌ای با همان طول (که آن هم دارای مقطع عرضی مربع باشد) مقایسه کنیم تا بدانیم که در هر مورد چه سطحی با هر سانتی‌متر مکعب چوب متناظر است. هرگاه ضخامت کنده ۱۰ برابر ضخامت تراشه باشد آنگاه

سطح جانبی کنده نیز ۱۰ برابر سطح تراشه است در صورتیکه حجم آن ۱۰۰ برابر حجم تراشه میباشد. بنا بر این، در مورد تراشه هر واحد سطح با حجم ۱۰ بار کوچکتر از مورد کنده متناظر است: یعنی همان مقدار گرما در مورد تراشه مقدار ۱۰ بار کمتر ماده را گرم میکند و بهمین علت تراشه زودتر از کنده از یک منبع گرما مشتعل میشود. (نظر به بدی هدایت گرمای چوب، رابطه‌های مذکور را باید خیلی تقریبی دانست. این رابطه‌ها تنها چگونگی فرایند و نه جنبه کمی آن را مشخص می‌سازند.)

هندسه باران و برف

۹۵. بارانسنج. هوای لنینگراد خیلی بارانی، مثلا بسیار بارانتر از مسکو محسوب میشود. و اما دانشمندان حرف دیگری میزنند و آن اینکه همه ساله باران های مسکو خیلی بیشتر از لنینگراد آب میآورد. آنان از کجا این موضوع را میدانند؟ مگر میشود مقدار آب باران را اندازه گرفت؟

این مسئله مشکل بنظر میرسد ولی شما خودتان نیز میتوانید بارانسنجی را یاد بگیرید. فکر نکنید که برای این منظور لازم شود تمام آب باران را از روی زمین جمع کنید. کافیت تنها ضخامت لایه ای از آب را اندازه بگیرید که روی زمین بوجود می آید اگر آب باریده شده بجریان نمی افتد و جذب زمین نمیشد. و انجام این عمل چندان مشکل نیست زیرا باران بطور یکنواخت بروی تمام سطح سیارد؛ هیچ اتفاق نمی افتد که باران به یک کورت آب بیشتری نازل کند تا به کورت مجاور. بنا بر این، کافیت ضخامت لایه آب باران را در یک سطح محدود اندازه بگیریم تا ضخامت آنرا در تمام سطحی که باران روی آن باریده است بدانیم.

لابد اکنون شما در یافته باشید چگونه باید عمل نمود تا ضخامت لایه آب باران را اندازه بگیرید. باید یک قطعه سطحی تعبیه کرد که آب باران در آن جذب زمین نشود و بیرون از حدود آن نریزد. برای این کار هر ظرف سر باز مثلا سطل مناسب است. هرگه سطلی با دیواره قائم داشته باشید (که قطر آن در بالا و در پائین یکی باشد) آنرا در جای باز زیر باران بگذارید*.

* باید سطل را در جای مرتفعی قرار داد تا رشحه های ناشی از ضربه قطرات باران بزمین در آن نیفتد.

بعد از پایان باران ارتفاع آبی را که در سطل جمع شده اندازه بگیرید و آنگاه تمام آنچه را برای محاسبه لازم است خواهید داشت. حال با دقت بیشتر به بررسی «بارانسنج» دست‌سازمان میپردازیم. چگونه باید ارتفاع آب سطل را اندازه گرفت؟ خطکش اندازه‌گیری را در آن گذاشت؟ اما این فقط در موردیکه آب در سطل زیاد باشد مناسب است. هرگاه ضخامت آب، بطوریکه معمولاً اتفاق می‌افتد، دو - سه سانتی‌متر یا حتی میلی‌متر باشد آنگاه اندازه‌گیری ضخامت لایه آب از این طریق میسر نیست. ضمناً هر میلی‌متر، حتی یک دهم آن، در این مورد اهمیت دارد. پس چکار باید کرد؟ بهتر است آب را در ظرف شیشه‌ای باریک‌تری بریزید. در چنین ظرفی آب در سطح بالاتری قرار می‌گیرد که از لای دیواره شفاف به‌سهولت دیده می‌شود. شما آگاهی دارید که ارتفاع اندازه‌گیری شده آب در ظرف باریک ضخامت همان لایه آبی را که باید اندازه بگیریم نیست. اما تبدیل یک مقیاس به مقیاس دیگر آسان است. فرض کنیم قطر ته ظرف باریک درست ده بار کوچکتر از قطر ته سطل بارانسنج ما باشد. در اینصورت مساحت ته ظرف ۱۰×۱۰ یا ۱۰۰ بار کمتر از مساحت ته سطل خواهد بود. واضح است که سطح آب سطل در ظرف شیشه‌ای ۱۰۰ بار بالاتر است. بنا بر این، هرگاه ضخامت لایه آب باران در سطل ۲ میلی‌متر باشد آنگاه سطح همین آب در ظرف باریک در ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر یا ۲۰ سانتی‌متر قرار می‌گیرد.

شما از این محاسبه می‌بینید که ظرف شیشه‌ای نسبت به سطل بارانسنج نباید خیلی باریک باشد چون در این صورت ارتفاع آن بسیار زیاد می‌بود. کاملاً کافیست اگر ظرف شیشه‌ای ۵ بار باریکتر از سطل باشد. در اینصورت مساحت ته آن ۲۵ بار از مساحت ته سطل کمتر است و سطح آب بهمان نسبت بالاتر قرار می‌گیرد. با هر میلی‌متر ضخامت آب سطل، ۲۵ میلی‌متر ارتفاع آب ظرف باریک متناظر است. بنا بر این، بهتر است یک نوار کاغذی روی سطح خارجی دیوار ظرف شیشه‌ای بچسبانیم، سپس آنرا به قسمتهای ۲۵ میلی‌ستری تقسیم کنیم و تقسیمات را با ارقام ۱، ۲، ۳ و غیره علامتگذاری نماییم. آنگاه با دیدن ارتفاع

آب در ظرف باریک شما مستقیماً، بدون هیچگونه محاسبه، ضخامت لایه^۱ آب در سطل بارانسنج را خواهید دانست. هرگاه قطر ظرف باریک بجای ۰ بار، ۴ بار کوچکتر از قطر سطل باشد آنگاه تقسیمات روی دیوار شیشه‌ای باید ۱۶ میلی‌متری باشد و امثال آن.

ریختن آب از لب سطل در ظرف باریک اندازه‌گیری مشکل است. بهتر است در دیواره سطل سوراخ گرد کوچکی تعبیه شود و درپوشی با لوله^۲ شیشه‌ای در آن جایگزین گردد. ریختن آب از این لوله خیلی راحتتر است.

بدیترتیب شما وسایل اندازه‌گیری ضخامت لایه^۱ آب باران را در اختیار دارید. البته، دقت اندازه‌گیری آب باران با سطل و ظرف اندازه‌گیری دستساز از بارانسنج واقعی و استکان اندازه‌گیری واقعی که در ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده قرار میگیرد کمتر است. اما تمام وسایل ساده^۳ شما کمک میکند محاسبات آموزنده^۴ زیادی را انجام دهید. حال به این محاسبات میپردازیم.

۹۶. مقدار باران. پالیزی بطول ۴۰ متر و عرض ۲۴ متر مفروض است. باران بارید و شما خواستید بدانید چقدر آب بروی پالیز باریده است. چگونه میتوان این محاسبه را انجام داد؟ البته، کار را باید با تعیین لایه^۱ آب باران آغاز نمود. بدون این رقم نمیتوان هیچ محاسبه‌ای را انجام داد. فرض کنیم بارانسنج دستسازتان نشان داده باشد که باران لایه‌ای از آب را با ارتفاع ۴ میلی‌متر بوجود آورده است. حساب میکنیم چند سانتی‌متر مکعب آب در هر متر مربع پالیز میباشد اگر آب در زمین نمی‌رفت. یک متر مربع بطول ۱۰۰ سانتی‌متر و عرض ۱۰۰ سانتی‌متر است. لایه‌ای از آب ب ضخامت ۴ میلی‌متر یا ۰٫۴ سانتی‌متر در آن قرار دارد. بنا بر این، حجم چنین لایه‌ای از آب برابر $4000 \text{ cm}^3 = 100 \times 100 \times 0.4$ است.

شما آگاهی دارید که یک سانتی‌متر مکعب آب ۱ گرم وزن دارد. پس، بروی هر متر مربع پالیز ۴۰۰۰ گرم یا ۴

کیلوگرم آب باریده است. تمام سطح پالیز $960 \text{ m}^2 = 40 \times 24$ است. یعنی $3840 \text{ kg} = 4 \times 960$ یا قریب ۴ تن آب روی آن باریده است.

برای کسب تصور بهتر، حساب کنید چند سطل آب لازم میشد به پالیز بیاورید تا مقدار آب برابر با آب باران را روی آن بپاشید. در یک سطل معمولی ۱۲ کیلوگرم آب جا میگیرد. بنا بر این، باران $320 = 12 : 3840$ سطل آب آورده است.

پس شما باید ۳۰۰ سطل آب در پالیز بریزید تا مقدار آب معادل بارانی که تنها یک ربع ساعت ادامه دارد بان بدهید. باران شدید و ضعیف بصورت عددی چگونه بیان میشود؟ برای دانستن این موضوع باید «شدت نزولات» را تعیین نمود یعنی چند میلی‌متر آب (یعنی لایه آب) در ظرف یک دقیقه میبارد. بارانی را که هر دقیقه بطور متوسط ۲ میلی‌متر آب بدهد رگبار شدید مینامند در صورتیکه در باران آهسته پائیزی، ۱ میلی‌متر آب در ظرف یک ساعت یا حتی بیشتر جمع میشود.

بطوریکه می‌بینید اندازه‌گیری آب باران نه تنها امکان‌پذیر است بلکه آسان هم هست. علاوه بر این شما، اگر بخواهید، میتوانید برآورد کنید چند قطره باران میبارد*. در واقع هم وزن قطرات باران معمولی بقدری است که ۱۲ قطره یک گرم وزن دارد. پس، با باران مذکور $48000 = 4000 \times 12$ قطره در هر متر مربع پالیز باریده است.

سپس حساب به تعداد قطرات باریده روی تمام پالیز مشکل نیست. اما محاسبه تعداد قطرات باران گرچه جالب است فایده‌ای ندارد. مقصود ما از ذکر این محاسبه تنها این بود که نشان دهیم چه محاسباتی بظاهر بیچیده میتوان انجام داد هرگاه طریقه آنرا بدانیم.

۹۷. مقدار برف. ما یاد گرفتیم مقدار آب باران را اندازه بگیریم. اما آبی را که تگرگ می‌آورد چگونه میتوان اندازه گرفت؟

* باران همیشه بصورت قطرات جداگانه میبارد حتی در مواردیکه مانند سیل بنظر برسد.

بهمان ترتیب. دانه‌های تگرگ در بارانسنج شما میافتد و آب میشود. آب ناشی از تگرگ را اندازه میگیرید و نتیجه مطلوب را بدست میآورید.

و اما طریقه اندازه‌گیری آب برف فرق میکند. در این مورد بارانسنج نتیجه نادقیق میدهد زیرا باد قسمتی از برف باریده را از سطل بدر میبرد. لکن آب برف را بدون بارانسنج میشود اندازه گرفت. برای این منظور ضخامت لایه برف روی سطح حیاط، پالیز یا کشتزار را بکمک باریکه چوبی اندازه میگیرند. و اما برای دانستن ضخامت آبی که از این برف بوجود می‌آید باید چنین آزمایشی را کرد: سطلی را از برف بهمان درجه پوکی پر کرد و گذاشت آب شود، سپس ارتفاع سطح آب را اندازه گرفت. بدینترتیب شما تعیین میکنید چند میلی‌متر آب از هر میلی‌متر برف بدست می‌آید. با دانستن این موضوع شما بسهولت میتوانید ضخامت لایه برف را به ضخامت لایه آب تبدیل کنید.

اگر هر روز بلاوقفه مقدار آب باران را در فصل گرم اندازه بگیرید و مقدار آبی را که در زمستان بصورت برف جمع شده اضافه کنید مقدار کل آب باریده در محل سکونتتان را بدست میآورید. این نتیجه مهمی است که مقدار نزولات را در محل مورد نظر نشان میدهد. («نزولات» به تمام آب باریده اعم از باران، تگرگ، برف و غیره اطلاق میشود).

مقدار سالانه متوسط نزولات در شهرهای مختلف اتحاد شوروی بشرح زیر است:

۱۴ cm	استراخان	۴۷ cm	لنینگراد
۱۷۹ cm	کوتائوسی	۴۵ cm	وولوگدا
۲۴ cm	باکو	۴۱ cm	آرخانگلسک
۳۶ cm	استوردلوفسک	۵۵ cm	مسکو
۴۳ cm	توبولسک	۴۹ cm	کوستروما
۲۱ cm	سمیپالاتینسک	۴۴ cm	قازان
۵۱ cm	آلماتا	۳۹ cm	کویبیشف
۳۱ cm	تاشکند	۴۳ cm	اورنبورگ
۳۹ cm	ینیسئیسک	۴۰ cm	ادما
		۴۴ cm	ایرکوتسک

از نقاط نامبرده، مقدار نزولات در کوتائیسی حد اکثر است (۱۷۹ cm) و در استراخان حد اقل است (۱۴ cm) یعنی ۱۳ بار کمتر از کوتائیسی. اما در کره زمین نقاطی هست که بارندگی خیلی بیشتر از کوتائیسی را دارد. مثلاً در هندوستان محلی وجود دارد که در آب باران غوطه ور میشود. مقدار سالانه بارندگی در آنجا ۱۲۶۰ cm است یعنی $1\frac{1}{4}$ ۱۲ روزی در آنجا در ظرف ۲۴ ساعت ۱۰۰ سانتیمتر آب بارید. برعکس، مناطقی وجود دارد که مقدار نزولات آنجا خیلی کمتر از استراخان است. مثلاً در امریکای جنوبی در یکی از نواحی شیلی مقدار سالانه نزولات به ۱ سانتی متر هم نمیرسد.

نواحی ای که مقدار سالانه نزولات در آنجا کمتر از ۲۵ سانتی متر می باشد خشک نامیده میشود. غله کاری در آنجا بدون آبیاری امکان پذیر نیست.

کسی که ساکن هیچ یک از شهرهای فوق الذکر نیست خودش باید به اندازه گیری مقدار نزولات محل سکونتش پردازد. اگر با حوصله طی یک سال آب باران یا تگرگ و یا برف را اندازه بگیرید میتوانید از مقایسه با شهرتان در میان سایر شهرهای اتحاد شوروی از لحاظ رطوبت دارد تصویری پیدا کنید.

واضح است که با اندازه گیری مقدار بارندگی در نقاط گوناگون کره زمین میتوان ارقامی را در یافت که نشان میدهد چه لایه آبی بطور متوسط در تمام کره زمین مینشیند. معلوم میشود که در خشکی مقدار سالانه متوسط نزولات ۷۸ سانتی متر است (در اقیانوسها اینگونه مشاهدات انجام نمیشود). عقیده بر این است که مقدار بارندگی در اقیانوس مساوی است با مقدار بارندگی در قطعه خشکی با مساحت برابر. باسانی میتوان مقدار آبی را حساب کرد که هر سال بصورت باران، تگرگ، برف و غیره بروی تمام سیاره ما میبارد. اما برای این کار باید مساحت کره زمین را بدانیم. اگر منبعی برای دریافت این اطلاع در دسترس نباشد شما خودتان میتوانید آنرا از طریق زیر حساب کنید.

شما میدانید که یک متر تقریباً یک چهل میایونیم پیرامون دایره کره زمین را تشکیل میدهد. بعبارت دیگر، پیرامون زمین برابر ۴۰۰۰۰۰ متر یا ۴۰۰۰۰ کیلومتر است. قطر هر دایره

تقریباً $\frac{3}{7}$ بار کوچکتر از پیرامون آن است. با آگاهی از این نکته قطر سیاره‌مان را پیدا میکنیم:

$$40000 : \frac{3}{7} \approx 12700 \text{ km}$$

قاعده محاسبه مساحت هر کره چنین است: قطر را باید در خودش و $\frac{3}{7}$ ضرب نمود:

$$12700 \times 12700 \times \frac{3}{7} \approx 509000000 \text{ km}^2$$

(در این عدد پس از رقم سوم، ما صفرها را مینویسیم زیرا فقط سه رقم اول آن مطمئن است.)

بدین ترتیب تمام مساحت کره زمین برابر ۵۰۹ میلیون کیلومتر مربع است.

حال به مسئله‌مان بر می‌گردیم. حساب می‌کنیم چقدر آب بروی هر کیلومتر مربع سطح زمین میبارد. بروی ۱ متر مربع یا ۱۰۰۰۰ سانتی‌متر مربع

$$78 \times 10000 = 780000 \text{ cm}^3$$

میبارد.

یک کیلومتر مربع برابر است با 1000000 m^2 یا 10000×10000 و بنا بر این بروی آن این مقدار آب میبارد:

$$780000 \text{ m}^3 \text{ یا } 780000000000 \text{ cm}^3$$

و اما به روی تمام سطح زمین این قدر میبارد:

$$780000 \times 509000000 = 397000000000000 \text{ m}^3$$

برای تبدیل این مقدار متر مکعب به کیلومتر مکعب باید آنرا بر $1000 \times 1000 \times 1000$ یعنی بر یک میلیارد تقسیم نمود. عدد 397000 m^3 بدست می‌آید.

بدین ترتیب، هر ساله قریب ۴۰۰۰۰۰ کیلومتر مکعب آب از جو بروی سیاره‌مان میبارد.

در اینجا صحبت‌مان از هندسه باران و برف را پایان میدهیم. برای تفصیل بیشتر در این موضوع میتوانید به کتبی در زمینه هواشناسی مراجعه نمایید.

ریاضیات و قصه طوفان

۹۸. قصه طوفان. در میان قصه‌های افسانه‌ای گردآوری شده در تورات قصه‌ای وجود دارد مبنی بر اینکه زمانی آب باران از مرتفع‌ترین کوه‌ها بالا رفت. چنانکه در تورات آمده، روزی خداوند از اینکه آدم را روی زمین خلق کرده بود پشیمان شد و گفت:

— آدمیان را که خلق کردم از روی زمین پاک میکنم: از آدم تا حیوان، خزندگان و پرندگان آسمانی، همه را نابود میکنم. یگانه آدمی که خداوند میخواست در خلال این احوال باو رحم کند نوح درستکار بود. بنا بر این، خداوند هلاکت آینده دنیا را به وی خبر، و دستور داد کشتی جاداری بطول ۳۰۰ ارش و عرض ۵۰ ارش و ارتفاع ۳۰ ارش بسازد. کشتی سه طبقه داشت. با این کشتی علاوه بر خود نوح با خانواده‌اش و خانواده‌های فرزندان بالغش تمام انواع حیوانات خشکی نیز بایستی نجات می‌یافتند. خداوند به نوح دستور داد جفتی از هر نوع این حیوانات را با ذخیره آذوقه جهت آنها برای یک مدت طولانی همراه خود به کشتی بگیرد.

وسيله‌ای را که خداوند برای نیست و نابود کردن موجودات زنده روی خشکی انتخاب کرد طغیان آب باران بود. آب بایستی همه آدمیان و همه انواع حیوانات خشکی را نابود کند. پس از آن، از نوح و حیوانات نجات یافته همراه وی میبایست نوع جدید بشر و دنیای جدید حیوانات بوجود آید.

بعد در تورات گفته میشود که هفت روز بعد آب طوفان به زمین آمد... طی ۴۰ روز و ۴۰ شب باران بارید. مقدار آب زیاد شد و کشتی نوح را بلند کرد و کشتی روی آب شناور شد... و آب روی زمین تا اندازه‌ای شد که هر چه کوه در زیر آسمان هست تا ۱۵ ارش از قله آن بالا رفت... هر موجود زنده که در روی

زمین بود نیست شد. فقط نوح با آنچه با او در کشتی بود ماند. تورات میگوید که آب ۱۱۰ شبانه روز دیگر در زمین ماند. سپس آب از بین رفت و نوح با تمام حیوانات نجات یافته اش کشتی را ترک کرد تا زمین خالی شده را از نو مسکون سازد.

در مورد این قصه دو سؤال مطرح میکنیم:

۱. آیا امکان داشت رگباری بیارد که تمام کره ارض را بالاتر از مرتفع ترین کوهها بپوشاند؟
۲. آیا کشتی نوح همه انواع حیوانات روی زمین را میتوانست در خود جا دهد؟

۹۹. آیا وقوع طوفان امکان داشت؟ هر دو سؤال بکممک

ریاضیات جواب میدهد.

آب باران طوفان از کجا ممکن بود پیدا شود؟ بی شک، فقط از جو. و پس از طوفان آب به کجا رفت؟ آخر، یک اقیانوس جهانگیر از آب نمیتوانست به خاک جذب شود یا از سیاره ما جای دیگر برود. تنها جاییکه تمام این آب میتواند برود جو است یعنی آب طوفان راهی جز بخار شدن و صعود به پوشش جوی زمین نداشت. آن آب هنوز هم باید در آنجا باشد. چنین بر می آید که اگر تمام بخار آبی که اکنون در جو هست بصورت آب چکالیده شود و به زمین سرازیر گردد یک طوفان عالم گیر جدید رخ میدهد و آب از مرتفع ترین کوهها بالا میرود. تحقیق بکنیم آیا واقعاً چنین است یا خیر.

با مراجعه به کتاب هواشناسی ببینیم در جو زمین چقدر رطوبت وجود دارد. ما اطلاع حاصل میکنیم که یک ستون هوایی متکی به یک متر مربع بطور متوسط شامل قریب ۱۶ کیلوگرم بخار آب است و ضمناً تحت هیچ شرایطی مقدار آن نمیتواند از ۲۵ کیلوگرم تجاوز نماید. حساب میکنیم اگر تمام این بخار بصورت باران بروی زمین می آمد چه ضخامتی از آب را تولید میکرد. حجم ۲۵ کیلوگرم یا ۲۵۰۰۰ گرم آب برابر با ۲۵۰۰۰ سانتی متر مکعب است. لایه آب بمساحت ۱ متر مربع یا 100×100 یا ۱۰۰۰۰ سانتی متر مربع

همین حجم را میداشت. با تقسیم حجم بر مساحت قاعده، ضخامت آب بدست میآید:

$$250000 : 10000 = 2,5 \text{ cm}$$

آب نمیتوانست بالاتر از ۲,۵ سانتی متر برسد زیرا بیش از این مقدار آب در جو وجود ندارد.* تازه هم آب تا این ارتفاع تنها در آنصورت میرسید که اگر آب باران به زمین جذب نمیشد. محاسبه‌ای را که انجام دادیم نشان میدهد ارتفاع آب طوفان در صورتیکه واقعاً رخ داده بود چقدر میشد - ۲,۵ سانتی متر. از این رقم تا رقم ۹ کیلومتر که ارتفاع بلندترین کوه اورست است فاصله زیادی وجود دارد. در مورد ارتفاع آب طوفان در تورات باندازه ۳۶۰۰۰۰ بار غلو شده است!

بدین ترتیب حتی اگر «طوفان» عالم‌گیری از باران رخ میداد در آنصورت نیز بآن نمیشد نام طوفان را داد زیرا چنین سست میبارید که در مدت ۴۰ شبانه‌روز بارش متوالی جمعاً ۲۵ میلی‌متر یا شبانه‌روزی کمتر از نیم میلی‌متر آب تولید میکرد. باران ریز پائیزی طی یک شبانه‌روز ۲۰ مرتبه بیشتر آب میدهد.

۱۰۰. آیا کشتی نوح امکان‌پذیر بود؟ حال به بررسی سؤال دوم میپردازیم که آیا در کشتی نوح جا به تمام انواع حیوانات روی زمین میرسید یا خیر؟

«مساحت مسکون» کشتی را حساب می‌کنیم. طبق گفته تورات، آن سه طبقه داشت. اندازه هر یک ۳۰۰ ارش طول و ۵۰ ارش عرض بود. ارش نزد خلق‌های باستانی آسیا واحد طولی بود

* در بعضی جاهای کره زمین در یک دفعه بیش از ۲,۵ سانتی متر نزولات میبارد. این نزولات نه تنها از هوای محل بلکه از هوای مناطق مجاور که با باد میآید ناشی میشود. و اما بنا به گفته تورات، طوفان عالم‌گیر در آن واحد در تمام سطح کره ارض بوقوع پیوست و لذا یک محل نمیتوانست از محل‌های دیگر آب بگیرد.

مساوی با ۴۵ سانتی‌متر یا ۰,۴۵ متر. بنا بر این واحد، ابعاد هر طبقه کشتی چنین بود:

$$\text{طول: } 300 \times 0,45 = 135 \text{ m}$$

$$\text{عرض: } 50 \times 0,45 = 22,5 \text{ m}$$

$$\text{مساحت کف: } 135 \times 22,5 \approx 3040 \text{ m}^2$$

«مساحت مسکون» هر سه طبقه کشتی نوح، در نتیجه، برابر بود با:

$$3040 \times 3 = 9120 \text{ m}^2$$

آیا اینقدر مساحت برای جا دادن لاقط همه انواع حیوانات پستاندار کره زمین کافی است؟ تعداد انواع پستانداران خشکی قریب ۳۵۰۰ است. نوح بایستی نه تنها برای خود حیوانات بلکه هم‌چنین برای آذوقه آنها طی ۱۵۰ شبانه‌روز طوفان جا در نظر بگیرد. درندگان علاوه بر اینکه برای خود جا لازم داشتند برای حیوانات طعمه خود و برای آذوقه آن حیوانات نیز احتیاج به فضای اضافی داشتند. اما در کشتی بطور متوسط به هر جفت حیوانات نجات شونده فقط

$$9120 : 3500 = 2,6 \text{ m}^2$$

جا می‌رسید.

واضح است که چنین میزان مساحت مسکونی اصلاً کافی نیست، بویژه اگر این نکته را در نظر بگیریم که قسمتی از مساحت را خانواده نوح بخود اختصاص داده بود و اینکه، به علاوه، جای عبور بین قفس‌های حیوانات باید گذاشته میشد.

اما علاوه بر پستانداران، کشتی نوح باید برای انواع زیاد دیگر جانداران زمینی پناه‌گاه میشد که اگرچه بزرگ نبودند تعداد انواع آنها خیلی زیادتر بود. بطور مثال تعداد انواع آنها چنین است:

۱۳ ۰۰۰	پرندگان
۳ ۵۰۰	خزندگان
۱ ۴۰۰	دوزستان

عنکبوتان ۱۶۰۰۰
حشرات ۳۶۰۰۰

چون برای پستانداران در کشتی نوح جا کم بود لذا به این حیوانات اصلا جا نپرسید. برای جا دادن تمام انواع جانداران زمینی کشتی نوح باید چندین مرتبه بزرگتر میبود. در صورتیکه حتی با ابعادی که در تورات آمده، کشتی نوح خیلی بزرگ بود: بقول دریانوردان «آب خوره» آن ۲۰۰۰۰ تن است. بعید بنظر میرسد که در آن ازمه دور وقتی که کشتی‌سازی هنوز دوران شیرخواری را میگذراند افراد بشر توانسته باشند کشتی‌ای باین بزرگی بسازند. با وجود این، برای هدفی که قصه تورات در برابر کشتی نوح گذاشته بود اندازه‌اش کوچک بود. آخر، این کشتی بایستی باندازه یک باغ وحش با ذخیره ۵ ماهه آذوقه میبود!

خلاصه اینکه قصه تورات در باره طوفان جهانی بقدری با محاسبات ساده ریاضی مغایرت دارد که حتی مشکل بتوان ذره‌ای حقیقت را در آن یافت. لابد یک سیل معلی دستاویزی برای آن شده باشد در صورتیکه بقیه قصه زاده قدرت تصور عظیم بشر است.

سی مسئله گوناگون

امیدوارم که آشنائی با کتاب حاضر برای خواننده بی اثر نبوده و علاوه بر اینکه موجب تفریح او گردیده فایده‌ای نیز به وی رسانده باشد بدین معنی که تیزهوشی و حاضر جوابی را در او ترقی داده و هنر تسلط بر دانش خود را باو آموخته باشد.

خواننده لابد حالا خودش بخواهد روی موضوعی تیزهوشی خود را آزمایش نماید. برای همین منظور سی مسئله گوناگون، اینجا، در آخرین فصل کتاب گرد آوری شده است.

۱۰۱. زنجیر. ه قطعه زنجیر پاره شده هر یکی متشکل از سه حلقه را نزد آهنگر بردند و گفتند که آنها را بصورت یک زنجیر واحد وصل کند.

آهنگر قبل از اینکه دست بکار شود بفکر افتاد که برای این منظور چند حلقه باید باز و سپس از نو بسته شود. او نتیجه گرفت که باید چهار حلقه باز و سپس بسته شود. با وجود این، آیا نمیشود برای انجام این کار تعداد کمتری حلقه را باز و بسته نمود؟

۱۰۲. عنکبوت‌ها و سوسکها. پسری ۸ عدد عنکبوت و سوسک در قوطی جمع‌آوری کرد. اگر تعداد همه پاهای داخل قوطی را بشماریم عدد ۵۴ بدست می‌آید.



شکل ۹۱. پنج پاره زنجیر.

چند عنکبوت و چند سوسک در قوطی وجود دارند؟

۱۰۳. بارانی، کلاه و گالش. فردی بارانی، کلاه و گالش خرید و بابت تمام اینها ۲۰ روبل پرداخت. قیمت بارانی ۹ روبل از کلاه، و قیمت کلاه با بارانی با هم ۱۶ روبل بیشتر از قیمت گالش است. قیمت هر شیء چقدر است؟ مسئله را با حساب شفاهی، بدون معادلات حل نمایید.

۱۰۴. تخم مرغ و اردک. در چند سبد تخم مرغ و در چند سبد دیگر تخم اردک قرار دارد. تعداد تخم ۵، ۶، ۱۲، ۱۴، ۲۳ و ۲۹ است. فروشنده فکر میکند که «اگر من این سبد را بفروشم در آنصورت از تخم‌های باقی مانده تعداد تخم مرغ دو برابر تعداد تخم اردک میشود». منظور فروشنده کدام سبد بود؟

۱۰۵. پرواز هواپیما. هواپیمائی فاصله بین شهر A و شهر B را در ظرف یک ساعت و ۲۰ دقیقه طی میکند. اما پرواز برگشت را در ۸۰ دقیقه انجام میدهد. این پدیده را چگونه توجیه میکنید؟

۱۰۶. هدیه‌های پولی. پدری ۱۵۰ روبل به پسرش، و پدر دیگر به پسر خود ۱۰۰ روبل هدیه کرد. ولی معلوم شد که هر دو پسر با هم سرمایه خود را فقط ۱۵۰ روبل افزایش دادند. علت این موضوع چیست؟

۱۰۷. دو مهره شطرنج. دو مهره دارای رنگ‌های مختلف را روی میز شطرنج بگذارید. تعداد ممکن موقعیت‌های گوناگون آنها روی میز چند است؟

۱۰۸. با دو رقم. چه کمترین عدد صحیح مثبتی را میتوانید با دو رقم بنویسید؟

۱۰۹. واحد. عدد ۱ را با استفاده از هر ده رقم بیان کنید.

۱۱۰. با ۵ رقم ۹. عدد ۱۰ را با ۵ رقم ۹ بیان نمایید. حد اقل دو شیوه پیشنهاد کنید.

۱۱۱. با ده رقم، عدد ۱۰۰ را با هر ده رقم بیان کنید. از چند طریق می‌توانید این کار را بکنید؟ حد اقل چهار طریق وجود دارد.

۱۱۲. با چهار طریق، عدد ۱۰۰ را با ۵ رقم یکسان به چهار طریق بیان نمائید.

۱۱۳. با چهار واحد، چه بزرگترین عددی را می‌توانید با چهار واحد بنویسید؟

۱۱۴. تقسیم مرموز، در نمونه^{*} تقسیم که در زیر می‌آید بجای همه ارقام، جز چهار رقم چهار، ستاره جایگزین شده است. ارقامی را که ستاره بجای آنها قرار دارد بنویسید.

$$\begin{array}{r}
 \text{*****} \quad | \quad \text{***} \\
 - \quad \text{***} \quad \quad \quad \text{**} \\
 \hline
 \text{***} \\
 - \quad \text{***} \\
 \hline
 \text{***} \\
 - \quad \text{**} \\
 \hline
 \text{***} \\
 - \quad \text{***} \\
 \hline
 \text{***}
 \end{array}$$

این مسئله چند جواب مختلف دارد.

۱۱۵. یک مورد دیگر تقسیم، همان عمل را روی نمونه^{*} دیگری که تنها هفت رقم ۷ در آن سرئی است انجام دهید:

$$\begin{array}{r}
 \text{**7*****} \quad | \quad \text{*****7} \\
 - \quad \text{*****} \quad \quad \quad \text{**7**} \\
 \hline
 \text{*****7} \\
 - \quad \text{*****} \\
 \hline
 \text{**7****} \\
 - \quad \text{**7****} \\
 \hline
 \text{*****} \\
 - \quad \text{*****7} \\
 \hline
 \text{*****} \\
 - \quad \text{*****} \\
 \hline
 \text{*****}
 \end{array}$$

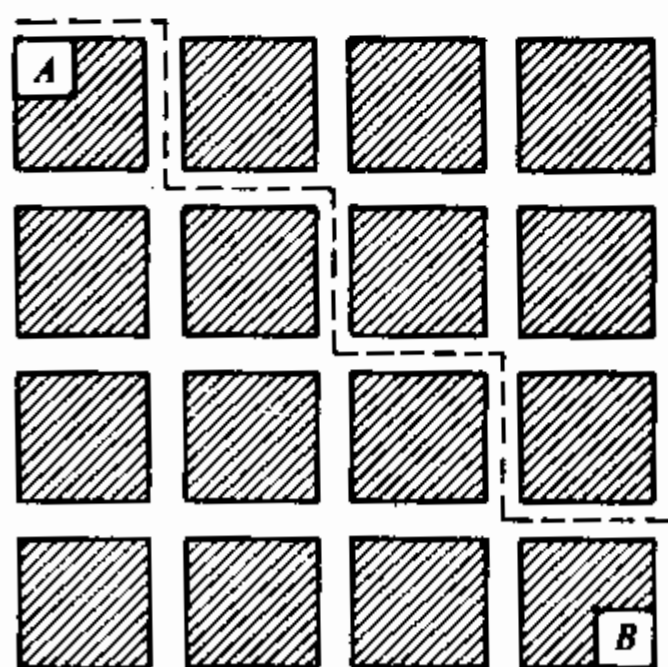
۱۱۶. چه چیز حاصل میشود؟ در ذهن برآورد کنید نواری که از تمام مربع‌های میلی‌متری یک متر مربع تشکیل گردد بنحوی که کیپ در کیپ یکدیگر قرار بگیرند چه طولی را دارد؟

۱۱۷. مسئله‌ای از همان نوع. در ذهن برآورد کنید ستونی که از تمام مکعب‌های میلی‌متری یک متر مکعب تشکیل گردد بنحوی که یکی روی دیگری قرار بگیرند تا چه ارتفاعی میرسد.

۱۱۸. هواپیما. از هواپیمائی که فاصله بین دو انتهای بال‌هایش ۱۲ متر است در حال پرواز در لحظه‌ای که درست بر فراز دوربین میگذشت عکس بر داشته شد. فاصله عمقی دوربین ۱۲ سانتی‌متر، و اندازه تصویر ۸ میلی‌متر است. در لحظه عکس برداری، هواپیما در چه ارتفاعی پرواز میکرد؟

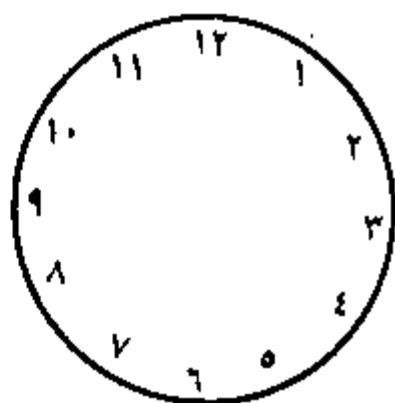
۱۱۹. یک میلیون فرآورده. یک فرآورده ۸۹٫۴ گرم وزن دارد. در ذهن برآورد کنید یک میلیون از این فرآورده‌ها چند تن وزن دارد.

۱۲۰. تعداد راه‌ها. در شکل ۹۲ قطعه جنگلی را ببینید که



شکل ۹۲. پارک بریده شده بوسیله جاده‌ها.

بوسیله راه‌هایی به مربعات تقسیم شده است. با خط‌چین راهی از نقطه A به نقطه B نشان داده شده است. البته این یگانه راه بین نقاط مذکور نیست. چند راه گوناگون بطول مساوی را می‌توانید شمارش کنید؟

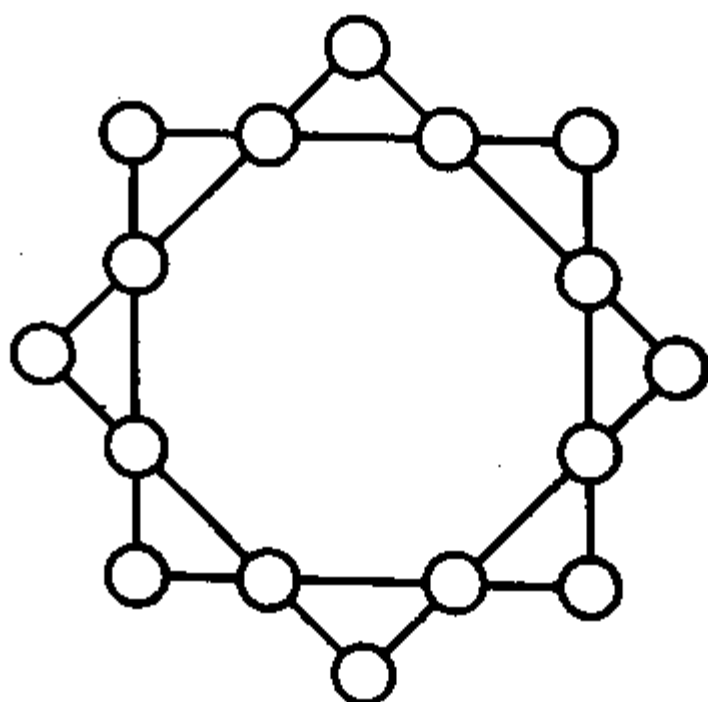


۱۲۱. صفحه ساعت. این صفحه ساعت را (شکل ۹۳) باید بگونه دلخواهی به ۶ قسمت کرد بطوریکه حاصل جمع اعداد هر قسمت یکی باشد.

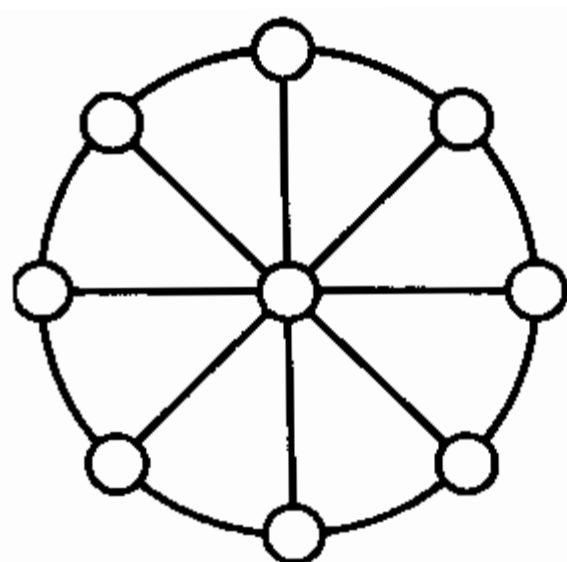
شکل ۹۳. این صفحه ساعت را باید به ۶ قسمت کرد.

هدف مسئله نه آزمایش حاضر جوابی شما بلکه آزمایش سرعت انتقال شماست.

۱۲۲. ستاره هشت‌پر. ارقام ۱ الی ۱۶ را در نقاط تلاقی خطوط شکل رسم شده در شکل ۹۴ قرار دهید بنحویکه در هر مربع حاصل جمع اعداد هر ضلع ۳۴ باشد و حاصل جمع اعداد واقع در رئوس هر مربع نیز ۳۴ باشد.



شکل ۹۴. ستاره ۸ پر.

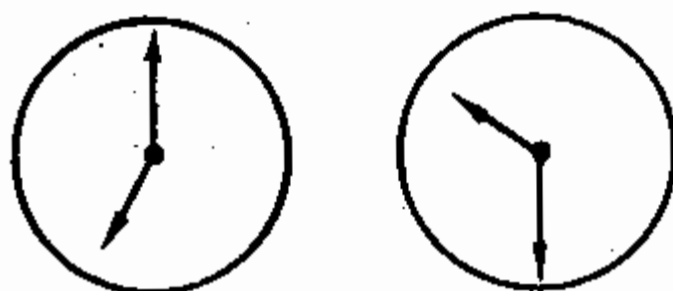


شکل ۹۵. چرخ عددی.

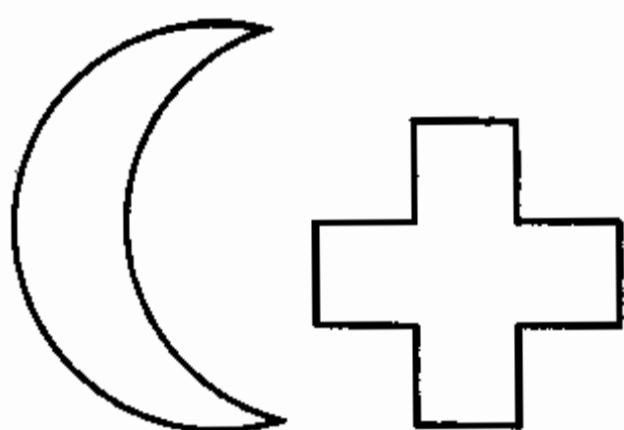
۱۲۳. چرخ عددی. ارقام ۱ الی ۹ را در شکل واقع در شکل ۹۵ بنحوی قرار دهید که یک رقم در مرکز دایره، و بقیه در دو سر هر قطر واقع باشند و حاصل جمع سه رقم هر ردیف ۱۵ باشد.

۱۲۴. میز سه پا. عقیده‌ای وجود دارد که میز سه پا هیچوقت تکان نمی‌خورد ولو پاهای آن طول نابرابر داشته باشند. آیا این درست است؟

۱۲۵. چه زوایائی؟ عقربه‌های ساعت شکل ۹۶ چه زوایائی را با هم تشکیل می‌دهند؟ جواب را باید حدس بزنید بدون اینکه از مقاله استفاده نمائید.



شکل ۹۶. اندازه زوایه‌های بین عقربه‌ها چقدر است؟

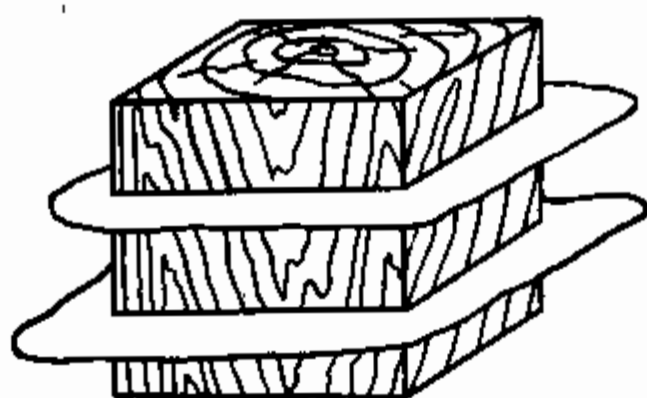


شکل ۹۷. چگونه میتوان هلال را به صلیب «مبدل کرد».

۱۲۶. در طول خط استوا. اگر میتوانستیم در طول خط استوا دور جهان برویم سرمان راه طولتری از راه کف پاهایمان را می‌پیمود. اختلاف این دو راه چقدر است؟

۱۲۷. در شش ردیف. شاید شما حکایت شوخی آمیزی را مبنی بر اینکه ۹ سر اسب را در ده آخر قرار دادند و در هر آخر یک اسب قرار گرفت، بلد باشید. مسئله‌ای که در زیر پیشنهاد میشود ظاهراً شبیه این شوخی معروف است ولی جواب آن موهومی نبوده بلکه یک جواب واقعی است. مسئله از این قرار است: ۲۴ نفر را در ۶ ردیف طوری صف‌آرایی کنید که هر ردیف شامل ۵ نفر باشد.

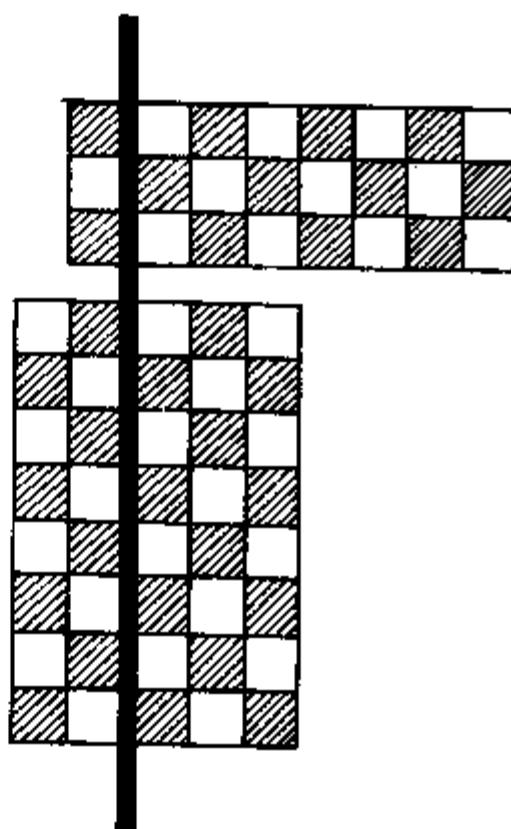
۱۲۸. صلیب و هلال. در شکل ۹۷ شکل هلالی از دو کمان دایره رسم شده است. شکل صلیب سرخ را رسم کنید بطوریکه مساحت آن از نظر هندسی دقیقاً برابر مساحت هلال باشد.



شکل ۹۸. باید دو صفحه موازی یک وجه عبور داد...

۱۲۹. برش مکعب.

مکعبی را با یال برابر با ۳ سانتی متر دارید. حجم آن برابر ۲۷ سانتی متر مکعب است. آنرا میتوان به ۲۷ مکعب دارای یال ۱ سانتی متری برید. این کار را با سانی میتوان بکمک ۶ صفحه انجام داد: دو صفحه باید موازی با یک وجه، دو تای دیگر موازی با وجه دیگر و باز هم دو تا موازی با وجه سوم عبور داده شود. ولی در نظرتان مجسم کنید که مجازید بعد از هر برش قسمتها را در فضاء جابجا کنید: بعد از بریدن یک قسمت شما میتوانید آنرا بگونه‌ای روی قسمتهای دیگر بگذارید که صفحه قاطع بعدی همه را با هم ببرد. آیا میتوانید با استفاده از این امکان اضافی از تعداد صفحات قاطع که مکعب را به ۲۷ مکعب کوچک میبرند بکاهید؟



شکل ۹۹. قسمتهائی را که بوجود آمده است قبل از برش بعدی میتوان جابجا کرد.

۱۳۰. یک برش دیگر. این مسئله مانند مسئله قبلی است منتها

بگونه‌ای دیگر. صفحه شطرنج معمولی را که از ۶۴ خانه (8×8) تشکیل شده است به مربعات جداگانه ببرید. ضمناً برش فقط در طول خطوط مستقیم مجاز است. اما بعد از هر برش میتوانید قسمتهای جدا شده را جابجا کنید تا برش مستقیم الخط بعدی بتواند بجای یک قسمت چند قسمت را ببرد. چند برش مستقیم الخط لازم است تا تمام صفحه را به خانه‌های مربع تقسیم نمائید؟

شرح حل معمی‌های ۱۰۱ - ۱۳۰

۱۰۱. کار مطلوب را میتوان از طریق باز نمودن تنها سه حلقه انجام داد. برای این منظور باید حلقه‌های یک قطعه را باز نمود و بوسیله آنها سر چهار قطعه دیگر را بهم وصل کرد.

۱۰۲. برای حل این مسئله قبل از هر چیز این نکته‌ها را از تاریخ طبیعی بیاد بیاوریم که سوسک ۶ پا، و عنکبوت ۸ پا دارد. با آگاهی از این موضوع، فرض میکنیم که در قوطی فقط سوسک‌ها بتعداد ۸ عدد وجود داشته باشند. در اینصورت تعداد پاها $8 \times 6 = 48$ یا ۶ کمتر از شرط مسئله می‌بود. اکنون بجای یک سوسک یک عنکبوت جایگزین میکنیم. در نتیجه، بتعداد پاها ۲ پا افزوده میشود زیرا عنکبوت بجای ۶ پا ۸ پا دارد.

واضح است که اگر سه دفعه این جایگزینی را انجام دهیم تعداد کل پاها در قوطی را به عدد مطلوب ۵۴ میرسانیم. در اینصورت از تعداد ۸ سوسک فقط ۵ سوسک میمانند و بقیه عنکبوت خواهند بود.

بدینترتیب در قوطی ۵ سوسک و ۳ عنکبوت وجود داشتند. تحقیق میکنیم: ۵ سوسک ۳۰ پا، ۳ عنکبوت ۲۴ پا، و جمعاً $30 + 24 = 54$ پا دارند و این، شرط مسئله است.

مسئله را از طریق دیگری نیز میشود حل کرد و آن اینکه میتوان فرض نمود که در جعبه فقط عنکبوت‌ها بتعداد ۸ عدد موجود بودند. در اینصورت تعداد کل پاها $8 \times 8 = 64$ یا ۱۰ پا زیادتیر از شرط مسئله می‌بود. با تعویض یک عنکبوت با یک سوسک ما تعداد پاها را باندازه ۲ پا کم میکنیم. باید ۵ دفعه اینگونه تعویض را انجام داد تا تعداد پاها به تعداد مطلوب ۵۴ برسد. عبارت دیگر، از ۸ عنکبوت باید تنها سه عنکبوت بمانند و بقیه با سوسکها تعویض گردند.

۱۰۳. هرگه بجای بارانی، کلاه و گالش تنها دو جفت گالش خریداری شده بود آنگاه بجای ۲۰ روبل مبلنی باندازه اختلاف قیمت

گالش از یک طرف و بارانی با کلاه از طرف دیگر کمتر یعنی باندازه ۱۶ روبل کمتر پرداخت می‌شود. بنا بر این، ما پی می‌بریم که قیمت دو جفت گالش $4 = 20 - 16$ روبل، و از اینجا قیمت یک جفت ۲ روبل است.

حالا معلوم شد که قیمت بارانی و کلاه با هم $18 = 20 - 2$ روبل است، ضمناً بارانی ۹ روبل از کلاه گرانتر است. مانند قبل استدلال می‌کنیم: بجای بارانی با کلاه، دو کلاه بخریم. آنگاه بجای ۱۸ روبل، ۹ روبل کمتر می‌پردازیم. بنا بر این، قیمت دو کلاه $9 = 18 - 9$ روبل، و از اینجا قیمت یک کلاه ۴ روبل و ۵۰ کوپک است.

بدینترتیب قیمت اشیاء از این قرار است: گالش - ۲ روبل، کلاه - ۴ روبل و ۵۰ کوپک، بارانی - ۱۳ روبل و ۵۰ کوپک.

۱۰۴. منظور فروشنده سبد محتوی ۲۹ عدد تخم بود. تخم مرغ‌ها در سبدهای شماره ۲۳، ۱۲ و ۵، تخم اردک‌ها در سبدهای شماره ۱۴ و ۶ قرار داشت.

تحقیق میکنیم. تعداد کل تخم مرغ‌های باقی‌مانده

$$23 + 12 + 5 = 40$$

و تعداد تخم اردک‌ها

$$14 + 6 = 20$$

بود.

تعداد تخم مرغ‌ها از تخم اردک‌ها دو برابر بیشتر است و این امر شرط مسئله را بر آورده می‌کند.

۱۰۵. این مسئله توضیح نمی‌خواهد: مدت پرواز هواپیما در هر دو سو یکی بوده و برابر ۸۰ دقیقه یا ۱ ساعت و ۲۰ دقیقه است. این مسئله برای خوانندگان کم‌توجهی در نظر گرفته شده که ممکن است بنظرشان برسد که بین ۱ ساعت و ۲۰ دقیقه، و ۸۰ دقیقه تفاوتی وجود داشته باشد. بر خلاف گمان عمومی، عدد اشخاصی

که فریب این مسئله را میخورند زیاد است و ضمناً عده آنان در میان اشخاص عادت کرده به محاسبات زیادتر است تا در میان اشخاص کم تجربه در زمینه محاسبات. علت این فریب خوردگی در عادت به دستگاه اعشاری مقیاس‌ها و واحدهای پولی نهفته است. با دیدن علامت «۱ ساعت و ۲۰ دقیقه» در جانب «۸۰ دقیقه» ما بی اختیار اختلاف این دو را مانند اختلاف ۱ روبل و ۲۰ کوپک، و ۸۰ کوپک ارزیابی میکنیم. در این مسئله همین عامل روانی در نظر گرفته شده است.

۱۰۶. کلید حل این معنی در آن است که یکی از پدران با دیگری نسبت پسری داشت. عده اشخاص نه چهار بلکه سه تن بودند: پدر بزرگ، پدر و نوه. پدر بزرگ به پدر (یعنی پسر خود) ۱۵۰۰ روبل داد و او ۱۰۰۰ روبل از این مبلغ را به نوه (یعنی به پسر خود) داد و بنا بر این، به سرمایه او فقط ۵۰۰ روبل اضافه گردید.

۱۰۷. مهره اول را میتوان در خانه دلخواهی از ۶۴ خانه صفحه یعنی به ۶۴ طریق مختلف قرار داد. بعد از گذاشتن مهره اول، مهره دوم را میتوان به خانه‌ای از ۶۳ خانه باقی مانده گذاشت. بنا بر این، با هر یکی از ۶۴ موقعیت مهره اول میتوان ۶۳ موقعیت مهره دوم را ترکیب کرد. از اینجا تعداد کل موقعیتهای گوناگون دو مهره روی صفحه چنین است:

$$64 \times 63 = 4032$$

۱۰۸. کوچکترین عدد صحیحی را که با دو رقم میتوان نوشت برخلاف عقیده عده‌ای از خوانندگان ۱۰ نیست بلکه واحدی است که اینطور بیان شده باشد:

$$1/10, 2/10, 3/10, \dots, 9/10$$

اشخاص آشنا به جبر تعدادی عبارتهای دیگر را نیز به این عبارات اضافه مینمایند:

$$1^0, 2^0, 3^0, 4^0, \dots, 9^0$$

زیرا هر عدد در توان صفر برابر یک است*.

۱۰۹. واحد را باید بصورت حاصل جمع دو کسر در آورد:

$$\frac{148}{296} + \frac{35}{70} = 1$$

اشخاص وارد به جبر میتوانند جواب های دیگری را نیز بدهند:

$$123456789^0; \quad 2345679^{-8-1}$$

و غیره زیرا عدد در توان صفر مساوی یک است.

۱۱۰. این دو طریقه چنین است:

$$9 \frac{99}{99} = 10; \quad \frac{99}{9} - \frac{9}{9} = 10$$

اشخاص وارد به جبر میتوانند چند جواب دیگر را نیز اضافه نمایند،
مثلا:

$$\left(9 - \frac{9}{9}\right)^{\frac{9}{9}} = 10; \quad 9 + 999^{-9} = 10$$

۱۱۱. این چهار جواب چنین است:

$$70 + 24 \frac{9}{18} + 5 \frac{3}{6} = 100; \quad 80 \frac{27}{54} + 19 \frac{3}{6} = 100;$$

$$87 + 9 \frac{4}{9} + 3 \frac{12}{60} = 100; \quad 50 \frac{1}{2} + 49 \frac{38}{76} = 100$$

۱۱۲. عدد ۱۰۰ را با ۵ رقم یکسان با کاربرد ارقام یک،

سه و، ساده تر از همه، پنج میتوان بیان نمود:

$$111 - 11 = 100; \quad 33 \times 3 + \frac{3}{3} = 100;$$

* لکن جواب \div و \cdot درست نیست زیرا اصلا فاقد مفهوم

میباشد.

$$0 \times 0 \times 0 - 0 \times 0 = 100; \quad (0 + 0 + 0 + 0) \times 0 = 100$$

۱۱۳. به سؤال مسئله اغلب جواب میدهند: ۱۱۱۱. اما عددی به مراتب بزرگتر را هم میتوان نوشت: ۱۱۱۱. اگر حوصله آن را داشته باشید که محاسبه را تا آخر انجام دهید (با استفاده از لگاریتم، چنین محاسباتی را میتوان خیلی زودتر انجام داد) یقین حاصل میکنید که این عدد از ۲۸۰ میلیارد بزرگتر است و بنا بر این ۲۵۰ میلیون برابر عدد ۱۱۱۱ میباشد.

۱۱۴. مثال داده شده تقسیم جوابگوی چهار حالت زیر است:

$$1337174 : 943 = 1418; \quad 1343784 : 949 = 1416;$$

$$1200474 : 846 = 1419; \quad 1202464 : 848 = 1418$$

۱۱۵. این مثال جوابگوی تنها یک حالت تقسیم است:

$$7370428413 : 120473 = 58781$$

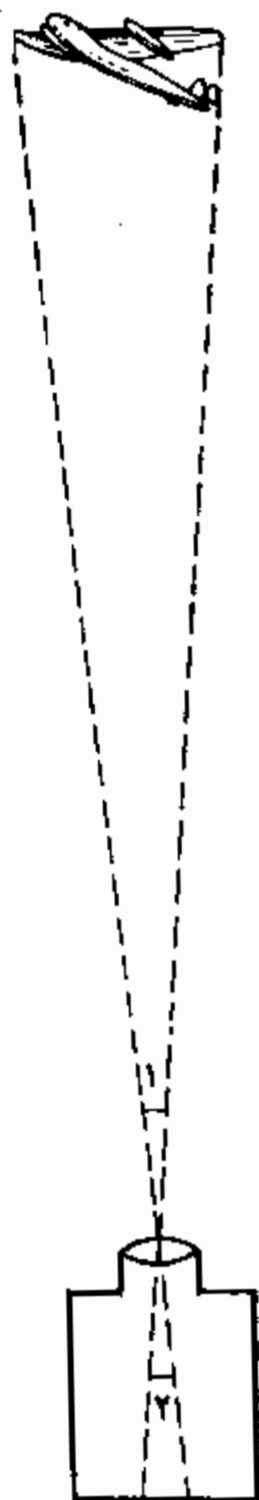
هر دو مسئله اخیر که چندان آسان نیست برای اولین بار در نشریات امریکائی «روزنامه ریاضی» در سال ۱۹۲۰ و «دنیای مدارس» در سال ۱۹۰۶ انتشار یافت.

۱۱۶. در یک متر مربع هزار تا هزار میلی متر مربع است. هر هزار مربع میلی متری وقتی که پهلوهای هم قرار بگیرند یک متر را تشکیل میدهند. هزار تا هزار آنها ۱۰۰۰ متر یا ۱ کیلومتر را تشکیل میدهد یعنی نواری بطول یک کیلومتر تمام حاصل میشود.

۱۱۷. جواب غیرمنتظره است: ارتفاع ستون به ۱۰۰۰ کیلومتر میرسد!

در ذهن یک محاسبه انجام میدهم. یک متر مکعب، شامل هزار × هزار × هزار میلی متر مکعب است. هر هزار عدد مکعب های میلی متری وقتی که روی هم قرار بگیرند تشکیل ستون ۱۰۰۰

متری یا یک کیلومتری را میدهند. از آنجا که تعداد مکعبهای ما هزار بار زیادتر است هزار کیلومتر حاصل میشود.



۱۱۸. از شکل ۱۰۰ دیده میشود که (بر اثر تساوی زوایای ۱ و ۲) نسبت ابعاد خطی شیء به ابعاد متناظر تصویر با نسبت فاصله شیء تا شیئی (ابژکتیف) به عمق دوربین یکی است. در حالت مورد نظر، ارتفاع پرواز هواپیما بالای زمین را به x نمایش میدهم و تناسب زیر را بدست می آوریم:

$$12000/8 = x/0.12$$

و از اینجا $x = 180 \text{ m}$.

۱۱۹. باید 89.4 g را در یک میلیون یا هزار تا هزار ضرب نمود. عمل ضرب را در دو مرحله انجام میدهم: $89.4 \text{ kg} = 89.4 \text{ g} \times 1000$ زیرا کیلوگرم هزار برابر گرم است. سپس $89.4 \text{ kg} \times 1000 = 89.4 \text{ t}$ زیرا تن هزار برابر کیلوگرم است.

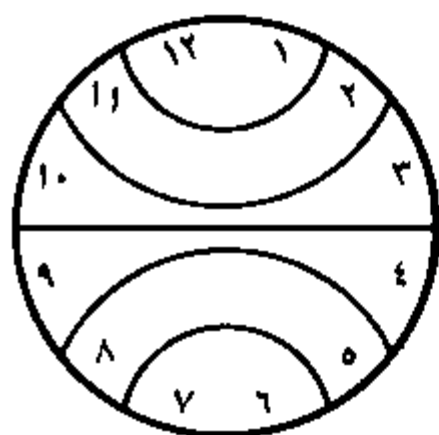
بدین ترتیب، وزن مطلوب 89.4 تن است.

شکل ۱۰۰

۱۲۰. تعداد کل راهها از A تا B بالغ بر ۷۰ است. (اصول حل این مسئله بر نظریه اتصالات مبتنی است که در دورههای درسی جبر بررسی میشود.)

۱۲۱. چون حاصل جمع تمام اعداد صفحه برابر ۷۸ است لذا حاصل جمع اعداد هر بخش باید برابر $78/6$ یا ۱۳ باشد. این ملاحظه بما کمک میکند جواب را که در شکل ۱۰۱ نمایش داده شده است بیابیم.

۱۲۲-۱۲۳. جوابها در
شکل‌های ۱۰۲ و ۱۰۳ نشان داده
شده است.

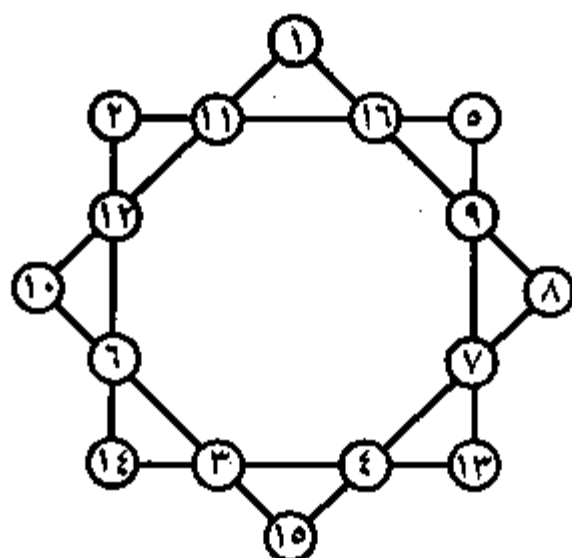


شکل ۱۰۱

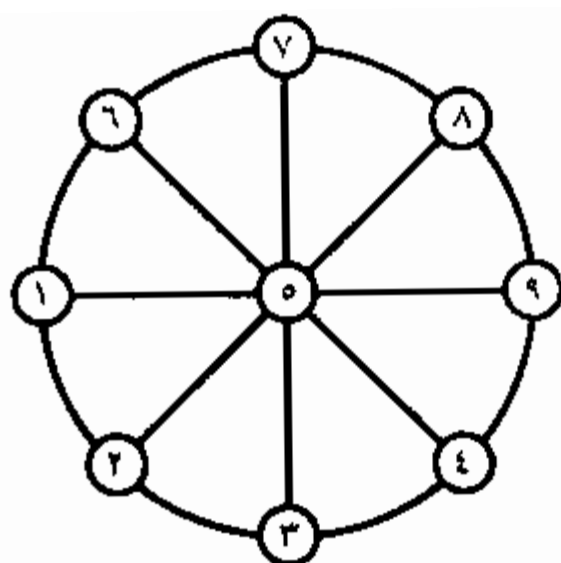
۱۲۴. میز سه‌پا همیشه میتواند
با نوک هر سه پای خود به کف
تماس داشته باشد زیرا از هر سه
نقطه فضا یک و تنها یک صفحه
میتواند عبور کند. این هم علت
تکان نخوردن میز سه‌پا میباشد.

چنانکه میبینید این علت نه فیزیکی بلکه صرفاً هندسی است.
بهین لحاظ میتوان راحتی از سه‌پایه برای ابزارهای مساحی و
دوربین‌های عکسی استفاده نمود. پای چهارم به پایداری پایه نمی‌افزود
بلکه بر عکس، هر دفعه مجبور می‌شدیم مواظب آن باشیم که پایه
تکان نخورد.

۱۲۵. جواب سؤال مسئله آسان است اگر در یابیم عقربه‌ها چه
ساعتی را نشان میدهد. عقربه‌ها در دایره سمت چپ (شکل ۹۶) بوضوح
ساعت ۷ را نشان میدهد. این می‌رساند که کمان میان سر این
عقربه‌ها $5/12$ دایره کامل را تشکیل میدهد.



شکل ۱۰۲



شکل ۱۰۳

این مقدار بر حسب درجه عبارتست از

$$360^\circ \times \frac{5}{12} = 150^\circ$$

در دایره سمت راست، عقربه‌ها، چنانکه باسانی میتوان در یافت، ساعت ۹ و ۳۰ دقیقه را نشان میدهد. کمان میان نوک عقربه‌ها $\frac{3}{4}$ قسمت دوازدهم دایره کامل یا $\frac{7}{24}$ آنرا در بر دارد. بر حسب درجه، این مقدار چنین است:

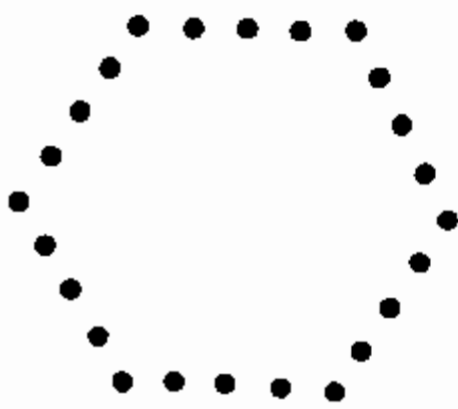
$$360^\circ \times \frac{7}{24} = 105^\circ$$

۱۲۶. قد انسان را برابر ۱۷۵ cm میپذیریم و شعاع زمین را به R نمایش داده، داریم:

$$2 \times 3,14 \times (R + 175) - 2 \times 3,14 \times R = \\ = 2 \times 3,14 \times 175 = 1100 \text{ cm}$$

یعنی نزدیک ۱۱ m. شگفت آنست که نتیجه اصلا به شعاع کره بستگی ندارد و بنا بر این چه در خورشید غول‌پیکر و چه در کره کوچک یکی است.

۱۲۷. شرط مسئله سهولت برآورده میشود هرگاه افراد را بشکل شش ضلعی مانند شکل ۱۰۴ صف آرائی کنیم.

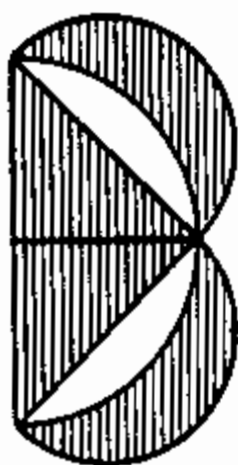


شکل ۱۰۴

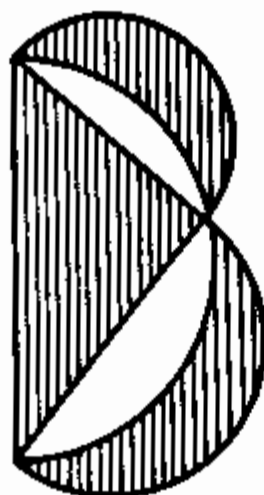
۱۲۸. خوانندگانی که از قابل حل نبودن مسئله 'تربیع دایره شنیده‌اند شاید مسئله' پیشنهادی را نیز غیر قابل حل از نظر صرفاً هندسی بپندارند. از آنجا که دایره کامل را

نمیشود به مربع معادل تبدیل نمود این عقیده رایج است که هلالی تشکیل شده از دو کمان دایره را نیز نتوان به شکل مستقیم الخطی تبدیل کرد.

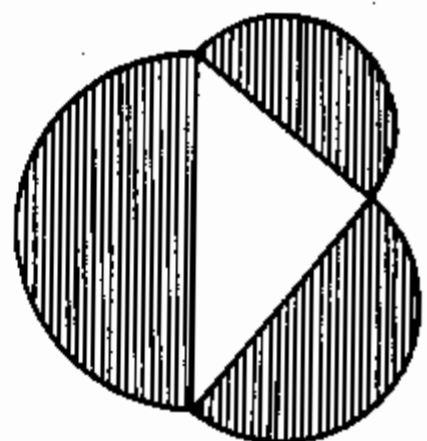
و اما بدون قید و شرط مسئله را میتوان از طریق ترسیم هندسی حل نمود اگر به یک نتیجه 'جالب قضیه' مشهور فیثاغورث متوسل شویم. نتیجه‌ای را که در نظر دارم حاکی است که مجموع مساحت‌های نیم دایره‌های متکی بر اضلاع متعامد، برابر است با نیم دایره متکی بر وتر (شکل ۱۰۵). نیم دایره بزرگ را بطرف دیگر در حول قطرش دوران میدهیم (شکل ۱۰۶) و می‌بینیم که هر دو هلال هاشوری



شکل ۱۰۷



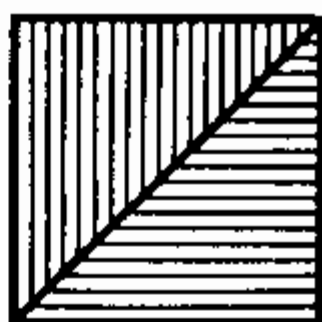
شکل ۱۰۶



شکل ۱۰۵

شده با هم معادل مثلث است* اگر با مثلث متساوی الساقین سر و کار داشته باشیم در آنصورت هر هلال بطور علیحده معادل نصفی از این مثلث خواهد بود (شکل ۱۰۷).

از اینجا نتیجه میشود که میتوان دقیقاً از نظر هندسی مثلث قائم الزاویه متساوی الساقینی رسم نمود که مساحت آن برابر مساحت داس باشد.

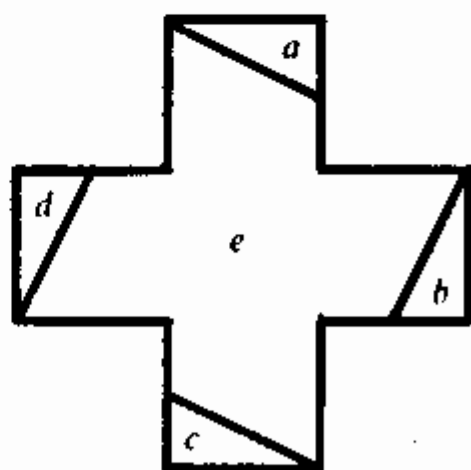
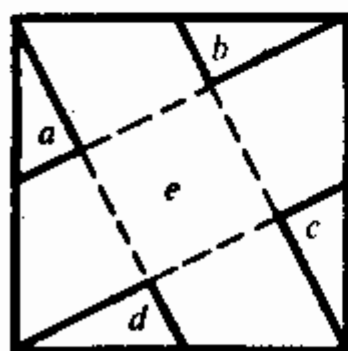


شکل ۱۰۸

و از آنجا که مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین به مربع معادل قابل تبدیل است (شکل ۱۰۸) لذا داس ما را نیز از طریق ترسیم صرفاً هندسی میتوان با مربع معادل تعویض نمود.

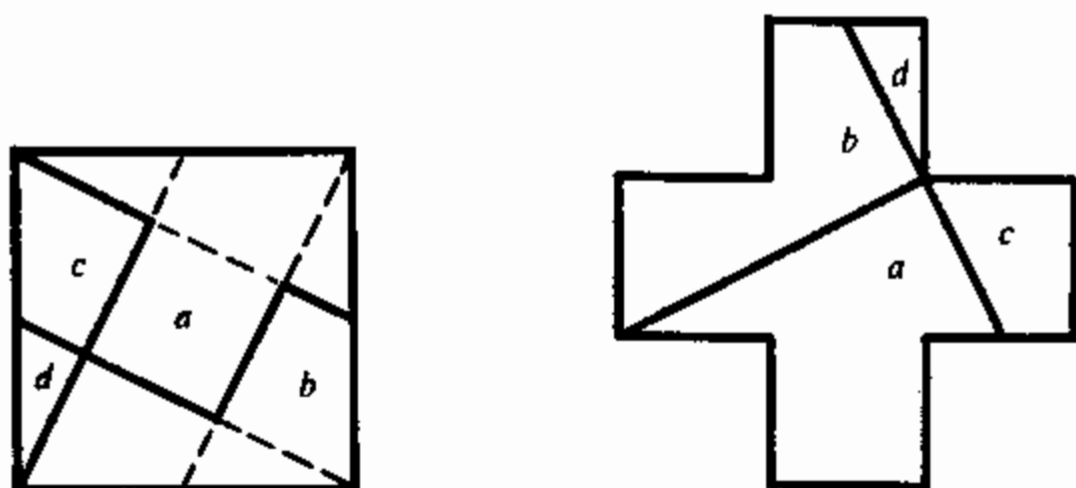
تنها عملی که میماند تبدیل این مربع به شکل صلیب سرخ معادل است (که از قرار معلوم از پنج مربع مساوی بهم چسبیده تشکیل شده است).

برای انجام این ترسیم چند طریقه وجود دارد. دو طریقه در شکل های ۱۰۹ و ۱۱۰ نشان داده شده است. هر دو طریقه با وصل رئوس مربع به وسط اضلاع مقابل آغاز میگردد.



شکل ۱۰۹

* این گزاره در هندسه تحت عنوان «قضیه هلال های هیوکراتس» معروف است.

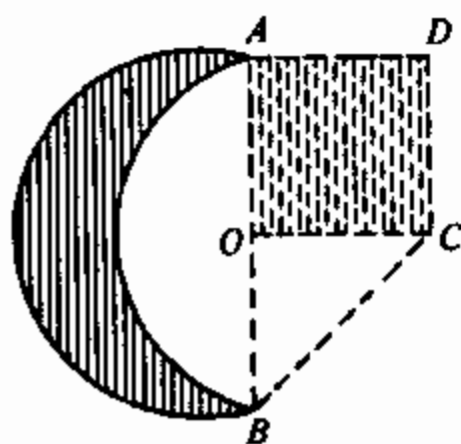


شکل ۱۱۰

این نکته* مهم ناگفته نماند که فقط چنان شکل داسی قابل تبدیل به صلیب معادل میباشد که از دو کمان دایره تشکیل شده باشد: نیم دایره خارجی و ربع دایره داخلی بشعاع بزرگتر*.

پس، جریان ترسیم صلیب معادل داس از قرار زیر است. دو سر A و B داس (شکل ۱۱۱) را با خط راست بهم وصل میکنند. از وسط O این خط راست، عمودی اخراج نموده و $OC = OA$ را جدا میکنند. مثلث متساوی الساقین OAC را تا مربع $OADC$ تکمیل نموده

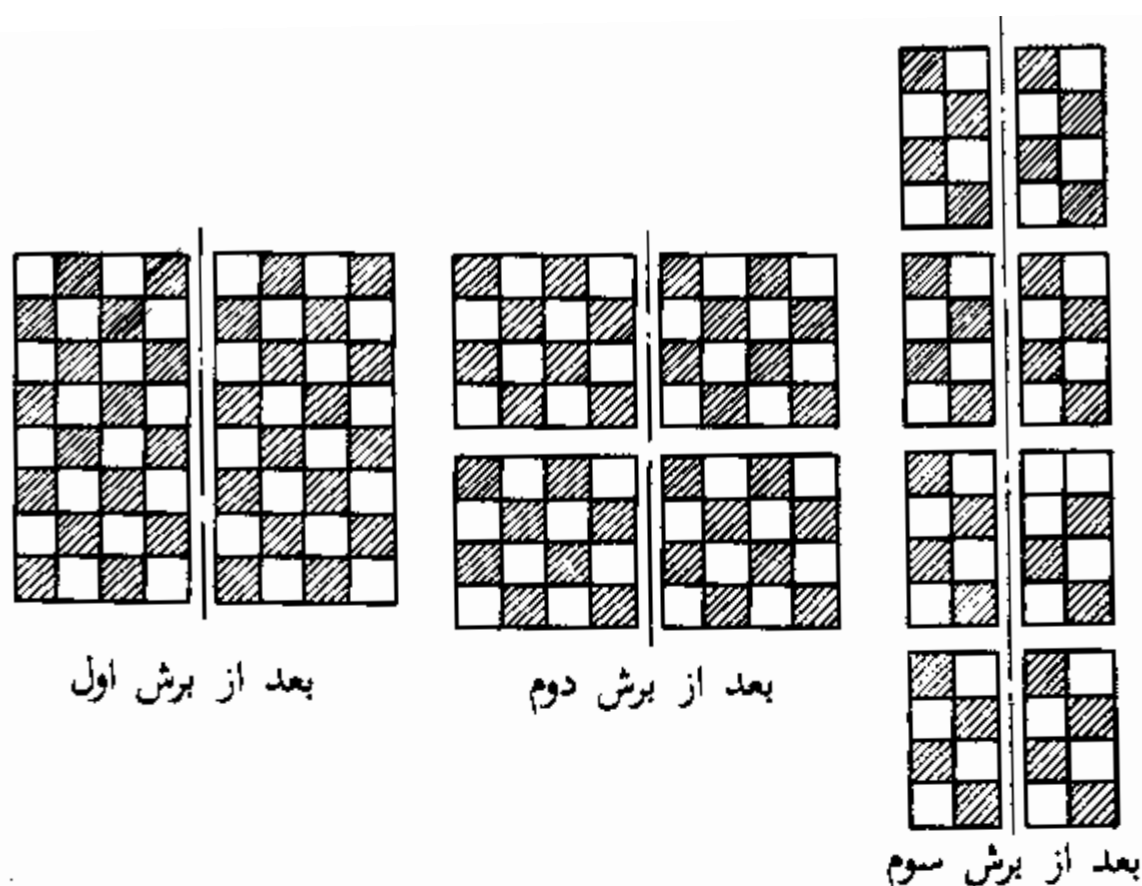
و آنرا به یکی از طریقه‌های مشروح در شکل‌های ۱۰۹ و ۱۱۰ تبدیل به صلیب مینمایند.



شکل ۱۱۱

۱۲۹. اسکان اضافی مذکور مسئله را آسان نمیکند زیرا در هر صورت شش صفحه* برنده لازم است. در واقع، مکعب داخلی از میان آن ۲۷ مکعبی که بایستی از مکعب بزرگ بریده شوند دارای شش وجه

* شکل داس ماه که در آسمان دیده میشود کمی فرق دارد: کمان خارجی آن نیم دایره، و کمان داخلی آن نیم بیضی است. و اما نقاشان اغلب داس ماه را نادرست بصورت دو کمان دایره رسم میکنند.



شکل ۱۱۲

است و هیچ صفحه‌ی برنده‌ای نمیتواند در آن واحد دو وجه این مکعب داخلی را باز کند هر قدر هم قسمت‌ها را جابجا کنیم.

۱۳۰. اول بینیم تعداد حد اقل برش‌ها چقدر میتواند باشد. در اثر یک برش، تخته دو قسمت میشود. در اثر برش دوم اگر هر دو را ببرد ۴ قسمت بدست می‌آید. اگر ما قسمت‌ها را طوری قرار دهیم که برش سوم همه آنها را ببرد تعداد قسمت‌ها باز هم دو برابر میشود و بدین ترتیب در اثر برش سوم ۸ قسمت بدست می‌آید. پس از برش چهارم، حد اکثر ۱۶ قسمت (اگر برش تمام قسمت‌های حاصله قبل را ببرد)، و پس از برش پنجم ۳۲ قسمت بدست می‌آید. این میرساند که بعد از پنج برش ما بهیچ وجه نمیتوانیم ۶۴ مربع جداگانه را بدست آوریم. تنها پس از برش ششم و هفتم که تعداد قسمت‌ها از نو دو برابر شد ما میتوانیم به حصول ۶۴ مربع جداگانه امیدوار باشیم. پس حد اقل برش‌ها نمیتواند کمتر از شش باشد.

ولی اکنون بعلاوه لازم است نشان بدهیم که در واقع شش برش

را میتوان بنحوی انجام داد که هر دؤمه تعداد قسمتها دو برابر گردد و در نتیجه $2^6 = 64$ مربع جداگانه بدست آید. و این امر مشکل نیست؛ فقط باید مواظب آن بود که پس از هر برش تمام قسمتها با هم برابر باشد و هر برش هر قسمت را دو نصف کند. در شکل ۱۱۲ اولین سه برش نموده شده است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول
۵	صیغانه با معنی ها
۱۶	شرح حل معماهای ۱ - ۱۲
	فصل دوم
۳۳	مظاهر ریاضی در بازیها
۴۴	شرح حل معنی‌های ۱۶ - ۳۰
	فصل سوم
۵۳	یک دوجین معنی‌های دیگر
۵۷	شرح حل معنی‌های ۳۱ - ۴۲
	فصل چهارم
۶۵	آیا شمردن را بلدید؟
	فصل پنجم
۷۱	معنی‌های عددی
۷۴	شرح حل معنی‌های ۴۵ - ۵۶
	فصل ششم
۸۱	رمزنویسی
	فصل هفتم
۹۲	حکایات در باره اعداد بزرگ
	فصل هشتم
۱۴۲	بدون خطکش اندازه‌گیری
	فصل نهم
۱۴۸	معنی‌های هندسی
۱۵۵	شرح حل معنی‌های ۷۲ - ۹۴

	فصل دهم
۱۶۹	هندسه* باران و برف
	فصل یازدهم
۱۷۶	ریاضیات و قصه* طوفان
	فصل دوازدهم
۱۸۱	سی مسئله* گوناگون
۱۸۹	شرح حل معی های ۱۰۱ - ۱۳۰

قابل توجه خوانندگان گرامی

نظر به تقاضای زیاد در مورد کتابهای عامه‌فهم
ی. پرلمان مروج معروف علم و دانش، موسسه
انتشارات "میر" در سال ۱۹۸۶ چاپ سوم کتاب
وی تحت عنوان "فیزیک برای سرگرمی" در ۲ جلد
بزبان فارسی را منتشر خواهد کرد. کتاب مذکور
یکی از بهترین آثار ی. پرلمان بشمار می‌رود و تا
کنون هجده بار بزبان روسی بچاپ رسیده و به
بسیاری از زبانهای خارجی ترجمه شده است.
آزمایشهای ساده‌ای که در جلد اول توصیف‌گر-
دیده به خوانندگان کمک میکند تا به ماهیت پدیده-
پدیده‌های فیزیکی که ظاهراً بسیار عادی بوده اما
برای تفکر میدان پهناوری می‌گشاید، پی ببرند.
جلد دوم ادامه مستقیم جلد اول نیست، بلکه
اثری است کاملاً مستقل و جداگانه. خوانندگان
آن با تعداد زیادی از طرحهای "محرکهای
دایمی" آشنا میشوند، از خطاهای باصره جالب
اطلاع حاصل میکنند و روشهای محاسبات ساده
عملی را یاد می‌گیرند.

قابل توجه خوانندگان گرامی

در سال ۱۹۷۹ کتاب ب. ب. پ. دمیدویچ "مجموعه" مسایل و تمرینات آنالیز ریاضی" از طرف موسسه انتشارات "میر" منتشر گردیده و اکنون به نظر میرسد که در بازار کتاب کمیاب شده است. مجموعه مذکور جهت دانشجویان موسسات آموزش عالی در نظر گرفته شده، در آغاز هر فصل آن مقدمه نظری مختصر قرار دارد که محصلین را در حل مسایل و انجام تمرینات راهنمایی میکند. در آخر کتاب ضمیمه‌های ضروری و جوابهای همه مسایل درج گردیده است. این مجموعه، مکمل کتاب درسی "حساب دیفرانسیل و انتگرال" تالیف ن. پیسکونف بشمار می‌رود که در سالهای آینده بزبان فارسی در دو جلد منتشر خواهد شد. با ارسال نامه به نشانی انتشارات "میر" شما می‌توانید ما را آگاه سازید آیا احتیاج به کتاب "مجموعه" مسایل و تمرینات آنالیز ریاضی" باز هم هست یا نه تا در صورت لزوم بتوانیم به تجدید چاپ آن اقدام کنیم.

قابل توجه جوانان محصل

تا کنون در سلسله کتب "ریاضیات برای همه" جزوهای زیر از آکادمیسین آ. ماکوشویچ منتشر گردیده است:

- "دنباله‌های برگردا"،

- "اعداد مختلط و بازتابهای متشابه الزاویه"،

- "منحنی‌های جالب"، هر سه بزبان فارسی.

این سلسله شامل بیش از ۵۰ عنوان جزوه بزبان روسی است که هر یکی بصورت سخنرانی ریاضی

با زبان ساده و عامه‌فهم نوشته شده به يك مو-

ضوع جالب ریاضی اختصاص دارد، دید ریاضی

محصلین را تا حدود وسیعتر از برنامه تحصیلی

گسترش میدهد و تمایل جوانان را به تکمیل دا

نش ریاضی خود بر می انگیزد. برای مثال عنا-

وین چند کتاب دیگر از این سلسله را میاوریم:

- ۱. سومینسکی "روش استقرای ریاضی"،

- پ. کاروفکین "نامساویها"،

- ن. وروبیوف "اعداد فیوناچی"،

- و. شرواتف "توابع هذلولی"،

- ۲. ماکوشویچ "مساحت و لگاریتم"، و غیره.

با ارسال نامه به نشانی انتشارات "میر" شامس-

توانید ما را از وجود تقاضا برای این کتابها

مطلع نمائید.

قابل توجه خوانندگان گرامی

- در سال ۱۹۸۵ در سلسله کتب عامه فهم کتاب -
- های زیر بزبان فارسی از طرف موسسه "انتشا -
- رات "میر" منتشر شده است:
- ل. لشینسکی، گ. کارباسنیکوا "قلبتان را حفظ کنید"،
- ی. ریمانند، ک. ولسکر "فرمولهای ریاضی"،
- ی. پرلمان "ریاضیات زنده"، چاپ دوم.

خوانندگان گرامی

موسسه "انتشارات "میر" کتابهای علمی، فنی و درسی را به بسیاری از زبانهای جهان، از جمله بزبان فارسی، ترجمه و منتشر میکند و از خوانندگان تقاضا دارد نظریات خود را در باره "ترجمه، آرایش، چاپ این کتاب و هرگونه پیشنهاد و نظر انتقادی را به نشانی زیر بفرستند:

"میر"، پروی ریژسکی، ۲،

مسکو، اتحاد شوروی، ۱۲۹۸۲۰

این کتاب یکی از ساده‌ترین
 کتاب‌های ریاضی عامه‌فهم
 ی. برلمان مروج معروف طبع و
 دانش میباشد. در آن، چنانچه
 و معامهای گوناگون ریاضی گردآوری شده
 که اغلب بشکل حکایات کوچک هستند. برای
 حل آنها آشنائی با علم حساب و هندسه
 مقدماتی کافیهست. فقط بعضی از آنها از
 خواننده توانائی تشکیل و حل معادلات
 ساده را ایجاب مینماید. این کتاب
 برای دانش‌آموزان مدارس متوسطه
 و بطور کلی برای دوستداران
 ریاضیات در نظر گرفته
 شده است.

