چگونه روی کوه یخ زنده می‌مانید؟

نویسنده: اروین برچر

مترجم: ذوالفقار دانشی

مدیر تولید: فرید مصلحی مصلح‌آبادی
صفحه‌آرایی: لیلا سماوی
نمونه‌خوانی: ابوالفضل بیرامی
طراحی جلد: علی ابوالحسنی

نظارت بر چاپ: علی محمدپور
لیتوگرافی: نقش سبز
چاپ و صحافی: نقش جوهر

چگونه روی کوه یخ زنده می‌مانید؟
نویسنده: اروین برچر
مترجم: ذوالفقار دانشی
ویراستار: محمدعلی جعفری
ناشر: انتشارات فاطمی
چاپ اول، ۱۳۹۸
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت: ۲۵۰۰۰ تومان
شابک ۸-۸۰-۶۰۱۱-۶۲۲-۹۷۸
ISBN 978-622-6011-80-8

کلیهٔ حقوق برای انتشارات فاطمی محفوظ است.

نشانی دفتر: میدان دکتر فاطمی، خیابان جویبار، خیابان میرهادی شرقی، شمارهٔ ۱۴، کدپستی: ۱۴۷۴۸۸۵۱۴۱، تلفن: ۸۸۹۴۵۵۴۵ (۲۰ خط)، نمابر: ۸۸۹۴۴۰۵۱ www.fatemi.ir info@fatemi.ir
نشانی فروشگاه: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، تقاطع شهدای ژاندارمری، تلفن: ۶۶۹۷۳۴۷۸، نمابر: ۶۶۹۷۳۷۱۰

برچر، اروین **Brecher, Erwin**
چگونه روی کوه یخ زنده می‌مانید؟/ نویسنده اروین برچر، مترجم ذوالفقار دانشی، ویراستار محمدعلی جعفری.ــ تهران: فاطمی، ۱۳۹۸.
۱۴۸ص.: مصور.
ISBN: 978-622-6011-80-8
فیپا
عنوان اصلی: How do you survive on an iceberg?, 2015.
۱. علوم ــ مطالب گوناگون، Science -- Miscellanea. ۲. معماها، Puzzles. ۳. پرسش‌ها و پاسخ‌ها، Questions and answers. الف. دانشی‌نسب، ذوالفقار، ۱۳۶۰ ــ ، مترجم.
Q ۱۶۳/ب۴چ۸ ۵۰۰ [ج]
۱۳۹۸
کتابخانهٔ ملی ایران ۵۵۴۵۴۰۱

به‌نام خدا

فهرست

دربارهٔ نویسنده ۵
مقدمه ۷
معماها ۹
پاسخ‌ها ۱۰۱
واژه‌نامهٔ توصیفی ۱۴۵

دربارهٔ نویسنده

اروین برچر در بوداپست متولد شد و در وین، چکسلواکی و لندن به تحصیل ریاضیات، فیزیک، روان‌شناسی و مهندسی پرداخت. نخستین کتاب او در سال ۱۹۹۴ منتشر شد. برچر کتاب‌های بسیاری با موضوع معما، ضریب هوشی (IQ)، شطرنج، بازی‌های کارتی و دیگر موضوعات علمی نوشته است. او در سپتامبر ۱۹۹۵ به پاس دستاوردهای ادبی‌اش، جایزهٔ «نشان طلایی مریت» را از شهر وین دریافت کرد.

مقدمه

سلام. به کتاب چگونه روی کوه یخ زنده می‌مانید؟ خوش آمدید. اگر بخواهیم به سؤال فریبنده‌ای که در عنوان این کتاب پرمعما بیان شده، پاسخ کوتاهی بدهیم احتمالاً از عبارت‌هایی چون «به‌سختی!» یا «نه‌چندان راحت» استفاده خواهیم کرد؛ البته هر دو پاسخ مطمئناً درست‌اند. اما پاسخ مفصل و راه‌حل هیجان‌انگیزی که در این کتاب به جست‌وجوی آن می‌پردازیم، به‌مراتب شگفت‌انگیزتر و پیچیده‌تر خواهد بود و مملو از مفاهیم چالش‌برانگیز، ایده‌های درگیرکنندهٔ ذهن و ادراکاتی که حتی تاروپود وجود را زیر سؤال می‌برد و ذهن شما را به آستانهٔ انفجار می‌رساند. مانند هر معمای دیگری که در این کتاب می‌خوانید، هرچه چالش پیش‌روی شما سخت‌تر و پیچیده‌تر باشد، پس از حل معما و دست‌یابی به پاسخ، هیجان بیشتری را تجربه خواهید کرد.

از متناقض‌نماهای مرموز تا شکل‌های هندسی عجیبی که چشم شما را قلقلک می‌دهند و از معادلات انرژی تا طراحی رقص ماهی‌ها در آب‌های مواج هر اقیانوس. این کتاب سبب می‌شود تا شما سریع‌تر از آنکه بگویید «فشارسنج پزشکی» (یا اسفیگمومانومتر، صفحهٔ ۱۶ را ببینید)، از شدت کلافگی دست به موها و سر خود بکشید و آن را بخارانید! البته به صرف گفتهٔ ما اتکا نکنید. هم‌اکنون، صفحهٔ ۱۱ را بازکنید و خواندن ماجرای رمزشکنی و رازگشایی برخی از مفرح‌ترین معماهایی را که بشر تاکنون ابداع کرده است، آغاز کنید. البته این معماهای نخست آن‌قدرها هم دشوار نیستند... هرچند که معماهای ساده و پیش‌پاافتاده‌ای هم به شمار نمی‌روند. حواستان را جمع کنید! اگر کلاه تفکر دارید، آن را روی سر بگذارید، صندلی راحتی بیابید (چرا که برخی از این چالش‌ها می‌تواند شما را پخش زمین کند) و با تمرکز هرچه تمام‌تر مشغول

مطالعه شوید. هیچ محدودیت زمانی برای حل معماها وضع نشده؛ اما هرچه آن‌ها را سریع‌تر حل کنید، احساس موفقیت بیشتری خواهید کرد.

این تذکر را هم بدهم که به‌هیچ وجه به سراغ پاسخ معماها (از صفحهٔ ۱۰۱ به بعد) نروید؛ مگر وقتی‌که به این نتیجه رسیده باشید که معما را حل کرده‌اید. آن‌گاه و فقط آن‌گاه است که اجازه دارید پاسختان را با راه‌حل معما مقایسه کنید.

رازها و معماهای فراوانی در انتظار شماست، بنابراین بهتر است بیشتر از این شما را معطل نکنیم. خب، بگویید که چگونه روی کوه یخ زنده می‌مانید... ؟

معماها

چگونه روی کوه یخ زنده می‌مانید؟

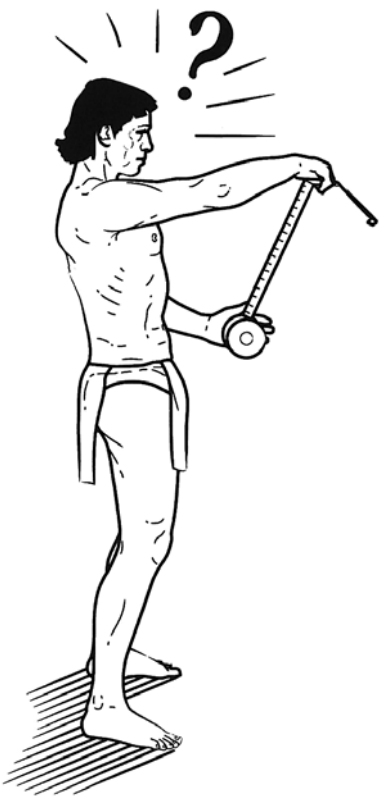
داستان‌های فراوانی از ملوانان کشتی‌شکسته‌ای نقل شده است که از شدت تشنگی یا جنون حاصل از نوشیدن آب شور، جان داده‌اند. اسکیموها به منابع آب جاری دسترسی ندارند. آیا یخ‌های قطبی نمک دارند؟ و اگر چنین است، اسکیموها چگونه با این مشکل کنار می‌آیند؟ آیا شما می‌توانید روی کوه یخ زنده بمانید؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۰۳

سر خاراندن

تصور کنید که بیش از ۲۰۰۰ سال در تاریخ به عقب بازگشته‌اید. شما دانشمندی در دربار فیلیپ پنجم، پادشاه مقدونیه، هستید. همه می‌دانند که زمین کروی است و شما از سوی پادشاه مأمور شده‌اید که محیط سیاره را اندازه‌گیری کنید.

چگونه این کار را انجام می‌دهید؟

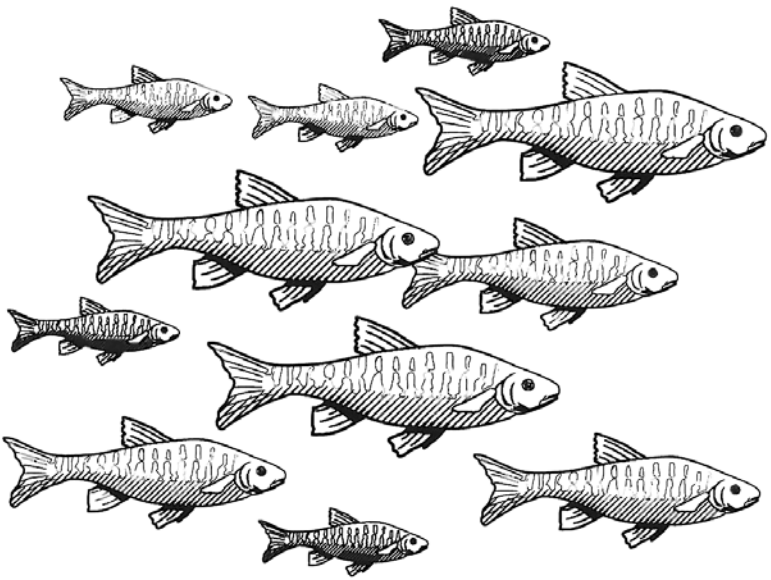


پاسخ در صفحهٔ ۱۰۳

دستهٔ ماهی‌ها

برخی از محبوب‌ترین برنامه‌های تلویزیونی برای من، برنامه‌های حیات‌وحش و راز بقاست. آیا تاکنون پیش آمده است که از خود بپرسید چگونه دستهٔ ماهی‌ها یا پرندگان، چنان هماهنگ با یکدیگر حرکت می‌کنند که گویی بارها این کار را تمرین کرده‌اند؟

آیا نوعی روش ارتباطیِ آنی بین جانور راهبر و دیگر جانوران پیرو وجود دارد که تغییر جهت حرکت را آشکار می‌کند، یا توضیح معقول‌تری برای این پدیده وجود دارد؟

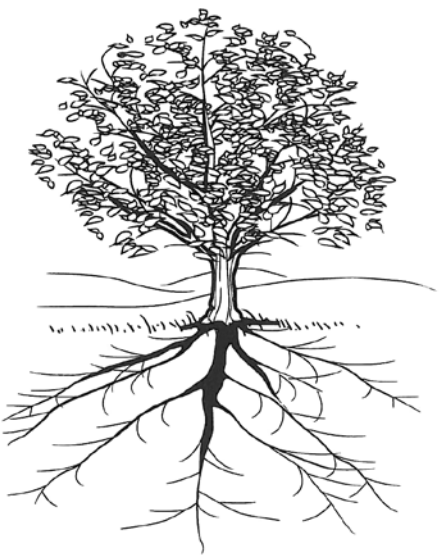


پاسخ در صفحهٔ ۱۰۴

متناقض‌نمای درخت

درختان جزو زیباترین جلوه‌های آفرینش‌اند. اندازه، ظاهر و زیستگاه آن‌ها به اندازهٔ دیگر جانداران متنوع است. برخی از آن‌ها واقعاً غول‌پیکرند، مانند سرو مونتزومای مکزیکی که به‌طور میانگین قطری معادل ۱۲ متر دارد و می‌تواند تا ارتفاع ۴۳ متر رشد کند. برخی از درختان سرخ‌چوب از آن هم بلندترند.

تقریباً همهٔ درختان برای تأمین آب به ریشه‌های خود وابسته‌اند؛ با این حال در مدرسه آموخته‌ایم بیشترین ارتفاعی که آب می‌تواند با استفاده از پمپ‌های مکنده بالا برود، حدود ۱۰ متر است. با این اوصاف، آب چگونه می‌تواند به مرتفع‌ترین سرشاخه‌های درختان سرخ‌چوب برسد؟

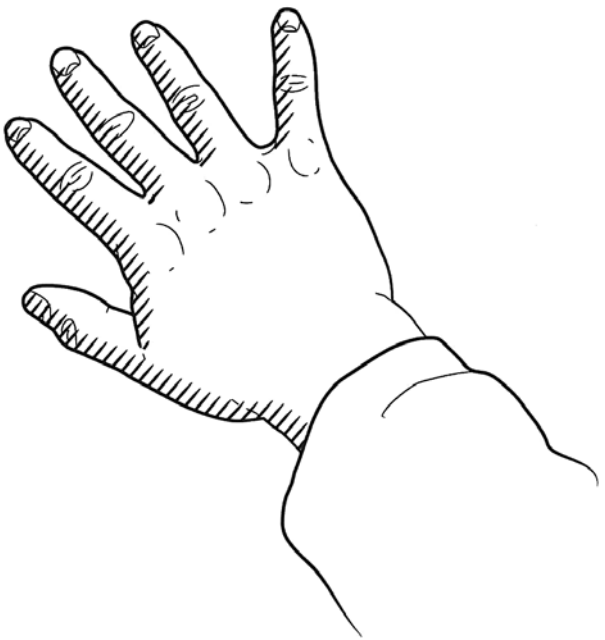


پاسخ در صفحهٔ ۱۰۴

قولنج‌شکستن

آیا شما هم از آن دسته افرادی هستید که عادت دارید گاه‌وبیگاه، انگشتان دست خود را بکشید تا صدای شکستن قولنج از بند انگشت‌ها درآید؟ اگر این کار را تجربه کرده‌اید، احتمالاً متوجه شده‌اید که وقتی صدای شکستن قولنج به گوش می‌رسد، نمی‌توانید بلافاصله این تجربه را تکرار کنید و تا مدت‌زمان قابل‌توجهی نمی‌توانید صدای شکستن قولنج را برای بار دوم بشنوید.

آیا توضیحی در مورد این پدیده به ذهنتان می‌رسد؟



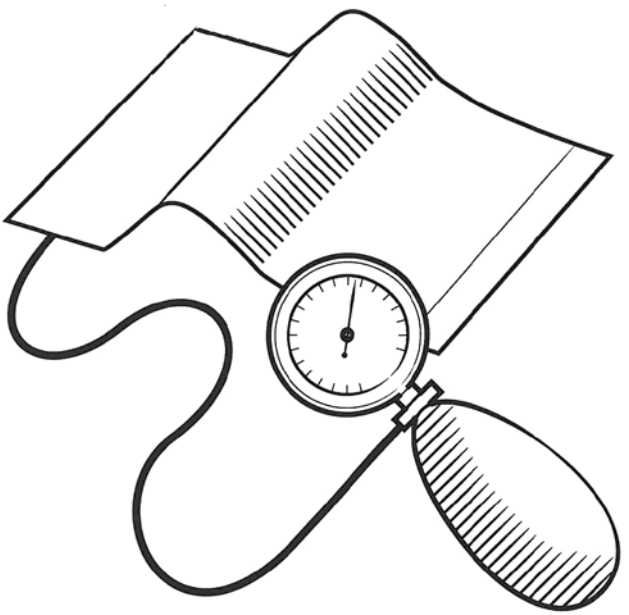
پاسخ در صفحهٔ ۱۰۵

تحت فشار

فشارخون، معیاری از فشاری است که قلب با پمپاژ خون درون سرخرگ‌های اصلی و شبکهٔ عروق ایجاد می‌کند.

ابزاری که در تصویر زیر می‌بینید، برای اندازه‌گیری فشارخون به‌کار می‌رود و فشارسنج پزشکی (اسفیگمومانومتر) نام دارد. همیشه توصیه می‌شود فشارخون زمانی اندازه‌گیری شود که بازو هم‌ارتفاع با قلب باشد. چرا؟

آیا نمی‌توان فشارخون را روی پا اندازه‌گیری کرد؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۰۵

بذرهای حقیقت

زمانی که کودک بودم، پدر و مادرم مرا تشویق می‌کردند تا دانه‌هایی را که در غذایم پیدا می‌کنم، بکارم. به این ترتیب به دنیای طبیعت، باغبانی و کشاورزی علاقه‌مند شدم. اغلب هم موفق شدم، مثل خیار، لیمو، سیب، توت‌فرنگی و حتی پرتقال. برای باغچه‌ای در اقلیم معتدل لندن، نتیجهٔ بدی نیست.

یک‌بار سعی کردم نارگیلی را که در یک نمایشگاه برنده شده بودم، بکارم؛ اما این کار به یکی از تجربه‌های ناموفق من منجر شد. چرا این اتفاق افتاد؟ آیا نارگیل «بذر» است؟ آیا دمای هوا برای جوانه‌زنی بیش از اندازه سرد بود؟ دلیل شکست من چه بود؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۰۵

مبارزه با آفت‌ها

امسال گل‌های رز زیبایی که در باغ خانه‌ام پرورانده‌ام، شته زده‌اند. خوشبختانه آلودگی گل‌ها به اندازهٔ سال قبل، بد نیست. متوجه شده‌ام که روی بوته‌ها، تعدادی کفشدوزک و بال‌توری سبز هم وجود دارند که شته‌ها را می‌خورند و خوشبختانه این اکوسیستم ریزمقیاس را در تعادل نگه می‌دارند. وضعیت موجود نسبتاً پایدار به نظر می‌رسد، اما من نگران آسیبی هستم که ممکن است به بوته‌های گل وارد شود. تابستان هر سال، بی‌صبرانه منتظر شکوفاشدن کامل گل‌های رز هستم تا باغ را به جشنواره‌ای از رنگ و زندگی تبدیل کنند.

البته می‌توانم باغ را سمپاشی کنم و مطمئن شوم که بخش قابل‌توجهی از شته‌ها کشته می‌شوند؛ اما این کار می‌تواند به حشرات مفید هم آسیب برساند.

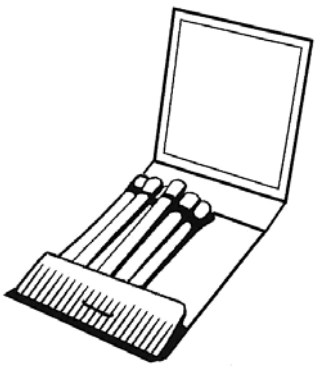
سؤالی که دارم این است: اگر جمعیت پایداری از شته‌ها و شکارچیان آن‌ها موجود باشند و از سمی استفاده کنم که نسبت یکسانی از جمعیت هر دو گروه را نابود کند، آیا جمعیتِ کمتر ولی کماکان پایداری خواهم داشت؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۰۶

چوب‌کبریت

چوب‌کبریت نسبتاً مسطحی را انتخاب کنید و آن را به هوا بیندازید. همان‌طور که انتظار می‌رود، چوب‌کبریت اغلب روی سطح صاف خود فرود خواهد آمد.

آیا می‌توان راهی پیدا کرد تا چوب‌کبریت اغلب روی لبه فرود بیاید؟ تصور می‌کنم که به‌سرعت بتوانید راه‌حلی بیابید، اما آیا می‌توانید توضیح دهید که چرا چوب‌کبریت باید روی لبه فرود بیاید؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۰۷

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

افلاطون (۴۲۸ تا ۳۴۸ پیش از میلاد)، فیلسوف یونانی و مؤسس آکادمی آتن

افلاطون فکر می‌کرد تصورات انتزاعی ریاضیات محض، والاترین شکل تفکری است که مغز انسان قادر به انجام آن است. به همین دلیل دستور داد بر سردرِ آکادمی بنویسند: «کسی که ریاضیات نمی‌داند، وارد نشود».

زمان برگ‌ریزان

در مناطق معتدل، برگ‌های درختان برگ‌ریز در فصل پاییز می‌ریزد. به نظر می‌رسد عامل محرک این پدیده، کوتاه‌شدن طول روز باشد؛ زیرا حتی با معتدل‌ماندن هوا بازهم این اتفاق می‌افتد.

مطمئناً این به نفع درختان است که برگ‌هایشان را تا آخرین لحظه حفظ کنند؛ به بیان دیگر، تا وقتی دمای هوا به حد خطرناک سرما نرسیده باشد، بهتر است درخت برگ‌هایش را نگه دارد. آیا می‌توانید توضیحی برای این پدیده ارائه دهید؟ یادتان باشد که مادرِ طبیعت، از آغاز متخصص چنین مواردی بوده است.

پاسخ در صفحهٔ ۱۰۷

گرم و سرد

دَوَران وضعی زمین، اثرات عجیبی بر محیط فیزیکی اطراف ما می‌گذارد. برای مثال، آیا می‌توانید توضیح دهید که چرا در طول زمستان، نیویورک به‌مراتب سردتر از مادرید و ناپل است؛ درحالی‌که هر سه شهر تقریباً در یک عرض جغرافیایی (حدود ۴۰ درجهٔ شمالی) قرار دارند؟ عجیب‌تر اینکه نیویورک حتی از لندن که به‌مراتب شمالی‌تر است (عرض جغرافیایی ۵۱/۵ درجه)، سردتر است.

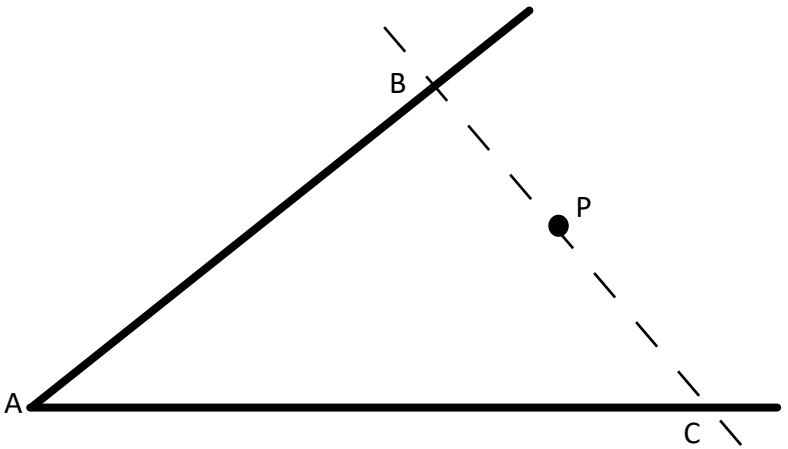
پاسخ در صفحهٔ ۱۰۸

سه نقطه

تصویر زیر، یک زاویه و نقطه‌ای به نام P را نشان می‌دهد که به شکل تصادفی درون زاویه انتخاب شده است.

بی‌شمار خط را می‌توان از نقطهٔ P رسم کرد که زاویه را در دو نقطه قطع کنند. یکی از این خطوط، زاویه را به شکلی در نقاط B و C قطع می‌کند که P وسط BC باشد؛ به بیان دیگر، BP = PC.

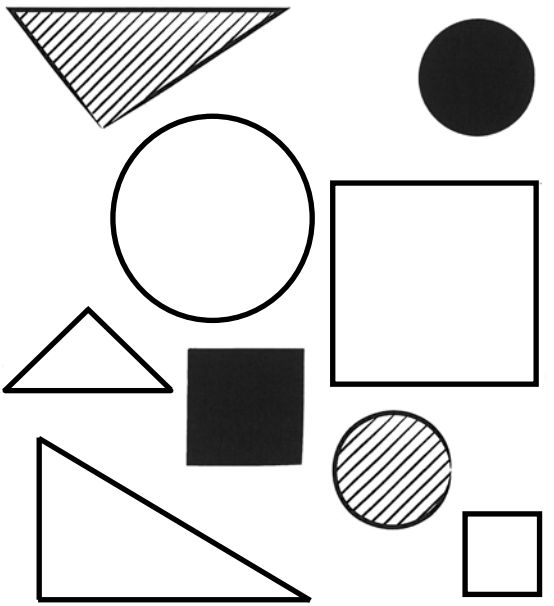
ثابت کنید مثلث ABC با این خط کمترین مساحت را دارد.



پاسخ در صفحهٔ ۱۰۸

خطوط مستقیم

فرض کنید تعدادی جسم تخت داریم که هر یک، شکل متفاوتی دارند: مربع، دایره و غیره. اگر هر یک از این اجسام را انتخاب کنیم، می‌توانیم خط منصّفی را روی آن رسم کنیم. منصّف را می‌توانیم به شکل خطی صاف تعریف کنیم که جسم را به دو نیمه تقسیم می‌کند. صدالبته که برای هر جسم می‌توان تعداد نامحدودی خط منصّف رسم کرد. آیا در هر شکل خاص، همهٔ این منصّف‌ها لزوماً از یک نقطه می‌گذرند؟



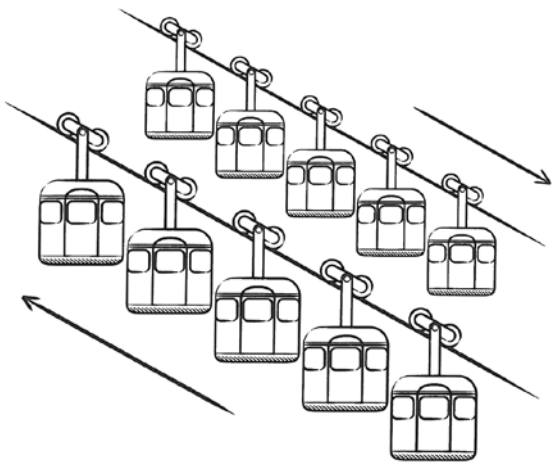
پاسخ در صفحهٔ ۱۱۰

صعود با تله‌کابین

پارسال که تعطیلات به اتریش رفته بودم، خیلی خوشحال شدم که دیدم به‌رغم فصل تابستان، بسیاری از تله‌کابین‌ها کار می‌کنند. تله‌کابین، ابزار راحتی برای صعود به کوهستان و پایین‌آمدن از آن بود. یکی از تله‌کابین‌ها دو ردیف داشت که هریک از ۵ کابین تشکیل شده بود و پیوسته بالاوپایین می‌رفت؛ بنابراین همیشه یک ردیف در حال صعود و دیگری در حال پایین‌آمدن بود.

من در اولین کابین نشسته بودم و در حالی که به پایین کوه می‌رفتم، می‌دیدم که ردیف مقابل در حال صعود و آمدن به سمت ماست. از آن‌جایی که هر دو ردیف باید کاملاً متعادل باشند، به ذهنم رسید که باید بتوانم بگویم که ردیف دقیقاً در چه زمانی به میانهٔ مسیر رسیده است.

میانهٔ مسیر چه زمانی اتفاق می‌افتد؛ وقتی کابین من از مقابل اولین کابین ردیف مقابل می‌گذرد، یا از کابین وسط یا آخرین کابین؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۱۰

آینه، آینه

اغلب شنیده‌اید که می‌گویند آینه‌ها برگردان جانبی دارند و جای چپ و راست را تغییر می‌دهند، ولی تصویر وارون ندارند و بالا ـ پایین را تغییر نمی‌دهند. آیا می‌توانید بگویید که چگونه یک آینهٔ تخت می‌تواند:

۱. بالا و پایین را هم برعکس کند؟

۲. بالا ـ پایین و چپ ـ راست را هم برعکس کند؟

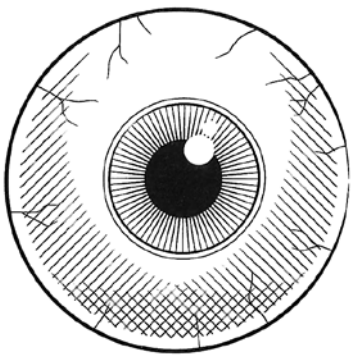
۳. بالا ـ پایین را برعکس کند، ولی چپ ـ راست را تغییر ندهد؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۱۰

مزاحم روی چشم

نقاط کوچکی که روی خط دید شما در هوا شناورند، چه هستند؟ ممکن است ابتدا بخواهید آن‌ها را از مقابل دیدگان کنار بزنید، اما متوجه می‌شوید که این نقاط باید درون چشم باشند. احتمالاً تاکنون بارها از خودتان پرسیده‌اید که «یعنی چه‌چیزی می‌تواند باشد؟»

آیا این‌ها ذراتی کوچک روی سطح چشم شما هستند؟ آیا بقایای چیزی در شبکیهٔ چشم هستند یا صرفاً آن‌ها را تصور می‌کنیم؟ اگر آن‌ها واقعی هستند، خطر هم دارند؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۱۰

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

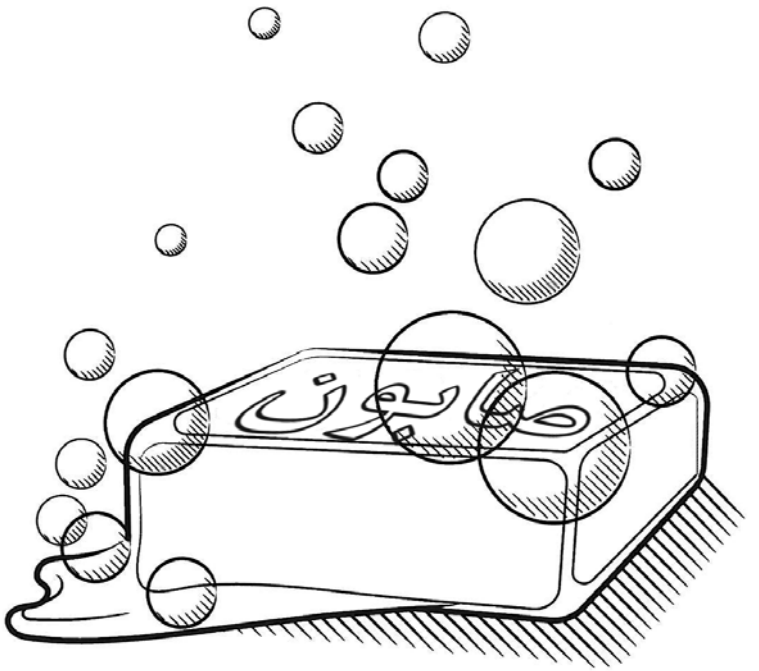
ارشمیدس (۲۸۷ تا ۲۱۲ پیش از میلاد)، ریاضیدان و دانشمند یونانی

پس از آنکه ارشمیدس اهرم و قرقره را اختراع کرد، چشم‌انداز گسترده‌ای از هرآن‌چه در جهان امکان‌پذیر است، در برابرش پدیدار شد؛ به‌طوری‌که در جمله‌ای مشهور گفت: «تکیه‌گاهی در اختیار من قرار دهید تا زمین را تکان دهم».

ماجرای صابون

من در ناحیه‌ای زندگی می‌کنم که آب آن نسبتاً «سخت» است؛ بنابراین به‌سختی می‌توان کف‌صابون و حباب درست کرد. همچنین متوجه شده‌ام وقتی صابون برای مدتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، کف‌کردن آن پیوسته دشوار و دشوارتر می‌شود.

من سه توضیح احتمالی برای این پدیده سراغ دارم. شما چطور؟

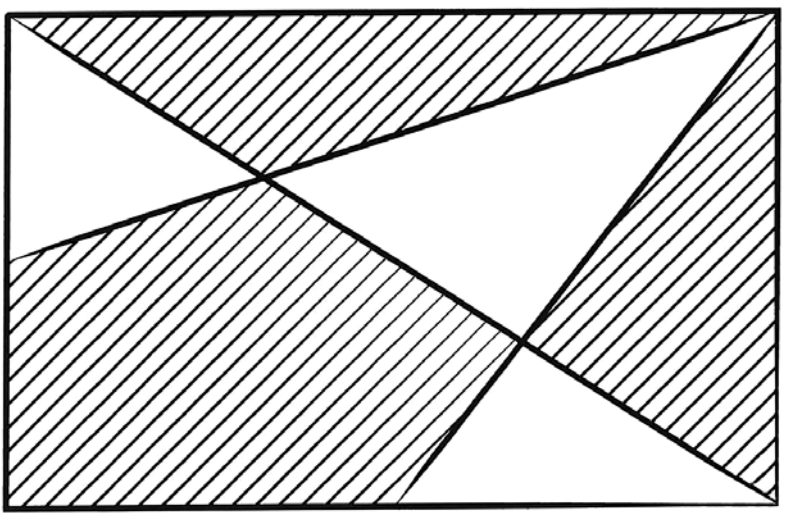


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۱

لوگوی اسرارآمیز

یک طراح گرافیک، لوگوی جدید شرکتی را مطابق شکل زیر طراحی کرده است. این طرح از مستطیلی تشکیل شده که یکی از قطرهای آن رسم شده است. از یکی از دو رأس دیگر مستطیل، دو خط به میانهٔ اضلاع مقابل رسم شده‌اند. پس از این کار، طراح متوجه شد که ظاهراً این دو خط آخر، قطر مستطیل را به سه قسمت مساوی تقسیم کرده‌اند.

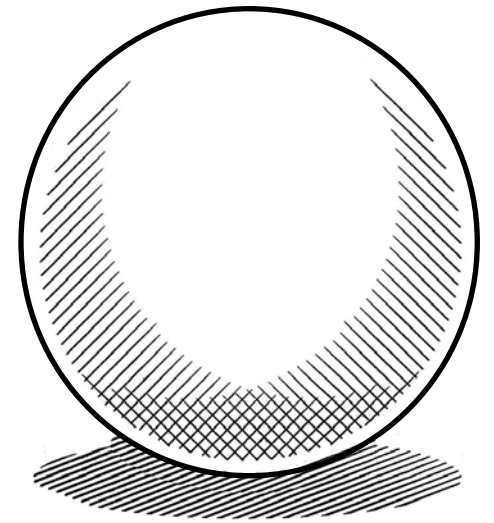
ثابت کنید خطوطی که از یکی از رأس‌های هر مستطیل دلخواه به نقاط میانی دو ضلع مقابل رسم می‌شوند، قطری را که بین دو رأس مجاور رأس اولیه رسم شده، به سه قسمت مساوی تقسیم می‌کنند.



پاسخ در صفحهٔ ۱۱۱

گرداگرد یک کره

با استدلال منطقی ثابت کنید هر سه نقطه‌ای که به شکل تصادفی روی یک کره انتخاب می‌کنید، حتماً روی یک نیم‌کره قرار می‌گیرند.



پاسخ در صفحهٔ ۱۱۲

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

فیثاغورس (متولد ۵۸۰ پیش از میلاد)، فیلسوف یونانی

فیثاغورس روزی فردی را دید که توله‌سگی را کتک می‌زد؛ آزرده‌دل شد و گفت: «بس کن! کتکش نزن. این روح یکی از دوستانم است که وقتی داشت با صدای بلند می‌گریست، او را شناختم.»

دمیدن دود

روی هر بستهٔ سیگار نوشته شده است: «تنباکو به سلامت شما آسیب جدی وارد می‌کند». سخن درستی است. اثرات فیزیولوژیکی استعمال دخانیات روی افراد سیگاری به‌دقت مستندسازی شده و در مورد آثار زیان‌آور استعمال بلندمدت آن، شک و تردیدی وجود ندارد.

با این حال، سیگار هم مانند هر پدیدهٔ دیگر روی زمین، دارای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی جالبی است. برای مثال، هنگام تماشای فردی در حال سیگار کشیدن، متوجه شده‌ام دودی که از سیگار برمی‌خیزد معمولاً آبی‌رنگ است؛ درحالی‌که دود بازدم‌شده از همان سیگار ــ مثلاً وقتی به شکل حلقه از دهان فرد خارج می‌شود ــ همیشه خاکستری است. ریه‌های ما چگونه رنگ دود را تغییر می‌دهند؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۱۳

انرژی خنک

بسیاری از ما باید مراقب اندازهٔ دور کمرمان و ارزش کالری غذای مصرفی خود باشیم. به بیان دیگر، باید انرژی ذخیره‌شده در غذاهای مصرفی را با انرژی مورد نیاز برای زندگی‌مان به تعادل برسانیم. به همین دلیل، ایدهٔ جالبی است اگر بتوانیم غذای خوشمزه‌ای درست کنیم که کالری نداشته باشد. جالب‌تر اینجاست که متخصصان صنایع غذایی نوعی روغن تولید کرده‌اند که درون بدن هضم نمی‌شود؛ اما هنوز مشخص نیست اثرات بلندمدت مصرف این روغن چیست.

یکی از دوستانم به من گفته بود کرفس، تنها غذایی است که انرژی لازم برای هضم آن از انرژی حاصل از خوردنش بیشتر است. نمی‌دانم این ادعا تا چه اندازه درست باشد، اما فکری به ذهنم رسید. یک قالب یخ هم باید ارزش کالری منفی داشته باشد، زیرا وقتی آن را در دهان می‌گذاریم، بخشی از انرژی بدن را به آن منتقل می‌کنیم تا ذوب شود؛ اما حاصل این فرایند، آبی است که هیچ ارزش کالری به همراه ندارد.

من دوست دارم گاه‌گداری بادام‌زمینی بخورم. بهتر نیست همراه آن چند تکه یخ بخورم تا اثر کالری‌های بادام‌زمینی را خنثی کند؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۱۳

پرواز در ارتفاع بالا

می‌دانیم هرچه شعاع یک دایره بیشتر شود، محیط آن هم افزایش می‌یابد. این بدان معنی است که هرچه هواپیمایی در ارتفاع بالاتر پرواز کند، مسافت بیشتری را باید طی کند تا به مقصد برسد. در پرواز بین لندن و نیویورک، هواپیمایی که در ارتفاع بالاتر پرواز می‌کند، به میزان ۳ کیلومتر مسافت بیشتری را می‌پیماید.

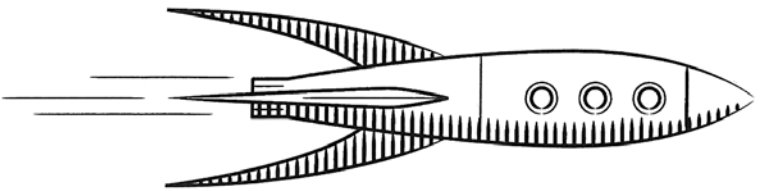
اگر از ماجرای ترافیک در مسیر هوایی به عنوان دلیل احتمالی چشم‌پوشی کنیم، به نظر شما چرا هواپیماها در مسیرهای کوتاه‌تر و ارتفاع کمتر پرواز نمی‌کنند؟

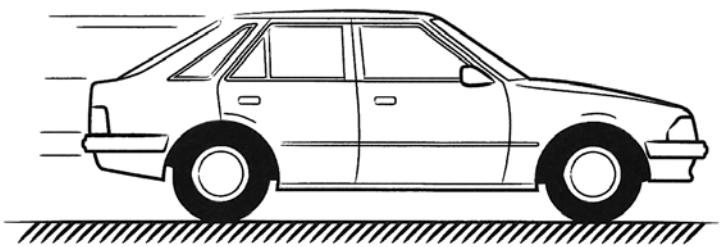
پاسخ در صفحهٔ ۱۱۳

حدّ سرعت

همهٔ خودروها سرعت بیشینه دارند. اگر راننده پدال گاز را تا آخر فشار دهد و به همان وضعیت نگه دارد، سرعت خودرو بیشتر و بیشتر می‌شود تا به سرعت بیشینه برسد. در مقابل، موشکی که موتورهایش را در فضا روشن می‌کند، مستقل از سرعت حرکتش، پیوسته بر سرعت خود می‌افزاید.

چرا خودرو سرعت بیشینه دارد، اما موشک چنین محدودیتی ندارد؟





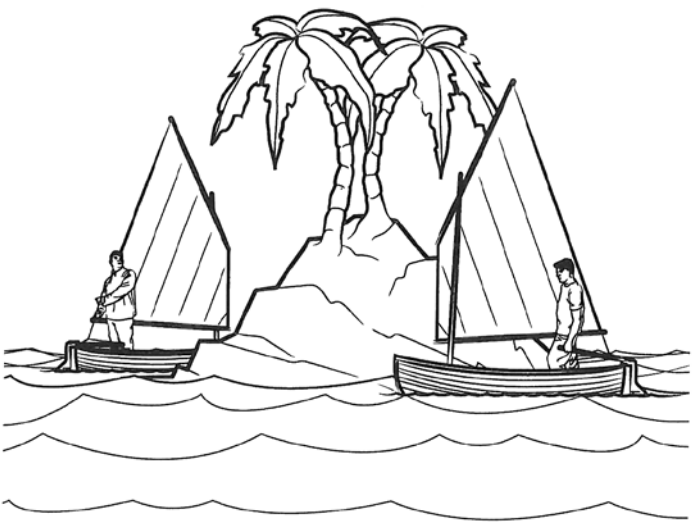
پاسخ در صفحهٔ ۱۱۴

روزی روزگاری...

سال‌ها پیش، کاپیتان‌های دو کشتی بادبانی بر سر اینکه سریع‌ترین مسیر کشتی‌رانی به دور دنیا از شرق به غرب است یا از غرب به شرق، با هم شرط بستند. آن‌ها تصمیم گرفتند با برگزاری یک مسابقه، سریع‌ترین مسیر را تعیین کنند. به این ترتیب، در یک روز و یک ساعت مشخص، از جزیره‌ای کوچک و در دو مسیر مخالف به راه افتادند.

چند ماه بعد، هم‌زمان به همان جزیره رسیدند. آن‌ها در آستانهٔ لغو شرط‌بندی بودند که دفترچه‌های ثبت وقایع دو کشتی را مقایسه کردند و متوجه شدند که بین طول سفرهای آن‌ها ۲ روز اختلاف وجود دارد.

آیا درست است که زمان ثبت‌شده در دفتر وقایع را مرجع قرار دهیم و سریع‌ترین مسیر سفر به دور زمین را تعیین کنیم؟

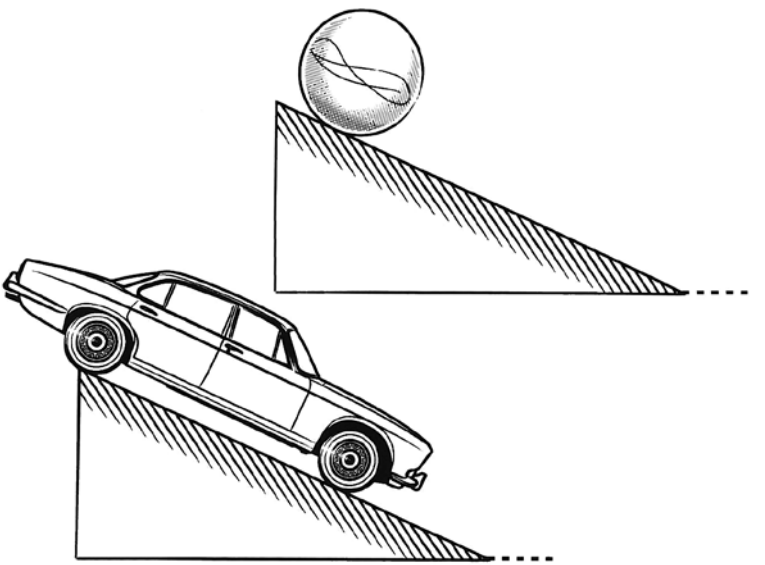


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۴

شتاب

اگر خودرویی در سرازیری توقف کرده باشد، تیله‌ای که روی کف خودرو افتاده، به سمت جلو قل می‌خورد. اگر خودرو در جاده‌ای مسطح و افقی شتاب بگیرد، تیله به سمت عقب خودرو قل می‌خورد.

آیا امکان دارد خودرو در مسیر سرازیری با چنان شتابی حرکت کند که تیله روی کف خودرو ساکن بماند؟

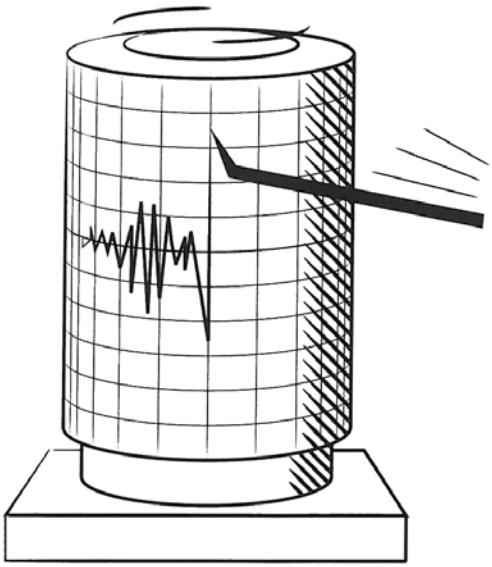


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۴

ارتعاشات خوب

لرزه‌نگارها ابزارهای حساسی برای آشکارسازی زمین‌لرزه‌اند. آن‌ها از وزنه‌های سنگینی تشکیل شده‌اند که از فنرهایی آویزانند. وقتی زمین‌لرزه اتفاق بیفتد، اختلال حاصل درون زمین منتشر می‌شود و سبب می‌شود لرزه‌نگار به ارتعاش درآید. در مقابل، وزنه به‌خاطر لختی تمایلی به حرکت‌کردن ندارد؛ این اختلاف در حرکت، تقویت و به شکل موج زلزله ثبت می‌شود.

آیا می‌توانید توضیح دهید که چرا بیشتر نقاط روی زمین، دو موج برای یک رویداد زلزله دریافت می‌کنند؟ آیا می‌توانید توضیح دهید که چرا برخی نقاط معدود روی زمین، فقط یک موج دریافت می‌کنند؟

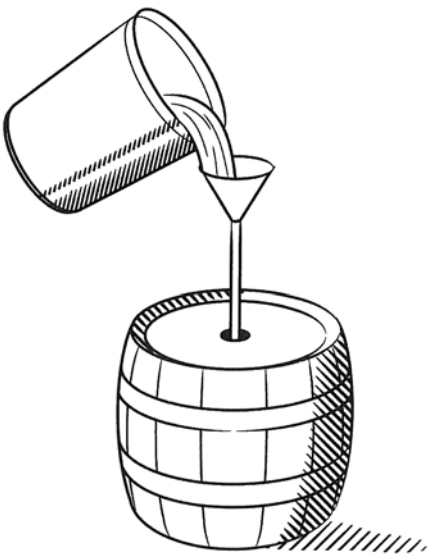


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۵

آمادهٔ انفجار

یکی از معروف‌ترین نمایش‌های خیابانی در عصر ویکتوریا، انفجار بشکهٔ آب بود. بشکهٔ بزرگی را پر از آب می‌کردند و لولهٔ باریکی را به بالای بشکه متصل می‌کردند. در آغاز نمایش، لوله خالی بود؛ اما کافی بود مقدار کمی آب درون آن بریزند تا بشکه منفجر شود. هدف از اجرای آن هم نشان‌دادن این بود که کوچک‌ترین علت‌ها هم می‌توانند پیامدهای هیجان‌انگیز عظیمی به بار بیاورند.

فرض کنید برای انفجار بشکه کافی است به اندازهٔ یک پارچ، آب درون لوله بریزیم. اگر از لوله‌ای باریک‌تر با نصف سطح‌مقطع لولهٔ اصلی استفاده کنیم، چه میزان آب برای منفجرکردن بشکه لازم است؟

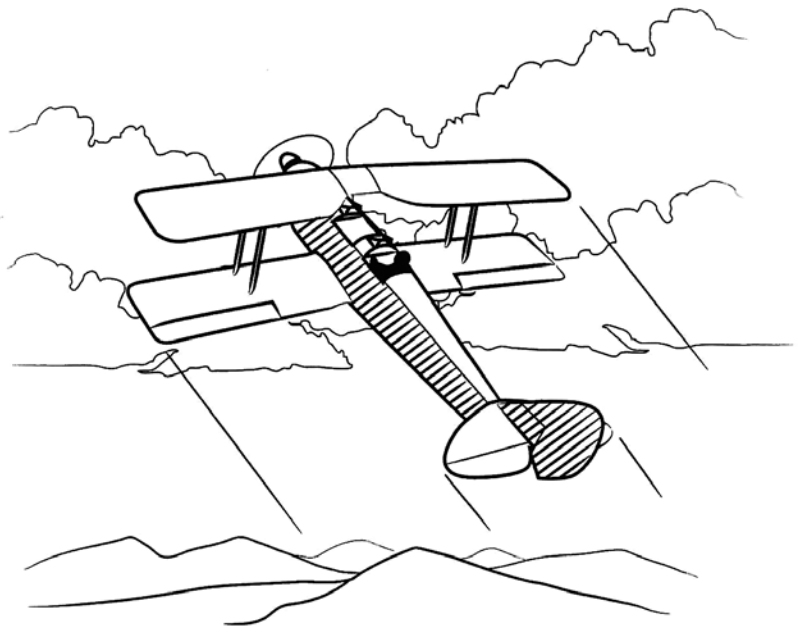


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۵

در سقوط آزاد

اگر هواپیمایی دچار ایستایی شود، خلبان نمی‌تواند بلافاصله از حالت سقوط شیرجه‌وار خارج شود؛ اما اگر بگذارد هواپیما مدتی به شیرجهٔ عمودی خود ادامه دهد، به احتمال زیاد می‌تواند هواپیما را از این وضعیت خارج کند.

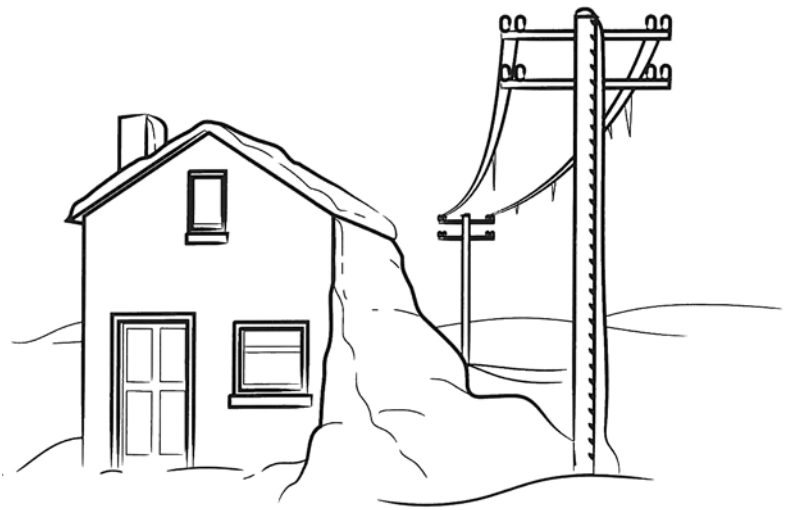
چرا؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۱۶

انباشت برف

آیا تاکنون متوجه شده‌اید که در مقایسه با ساختمان‌ها، برف نسبتاً بیشتری در اطراف تیرهای چراغ‌برق و خطوط ارتباطی انباشته می‌شود؟ علت آن را می‌دانید؟

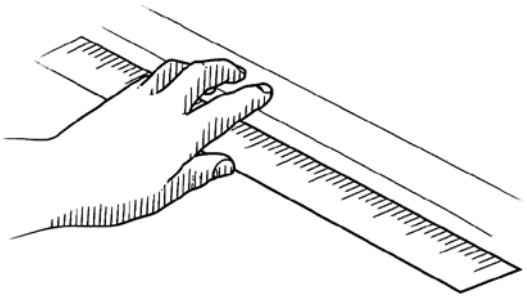


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۶

خط‌کش نیم‌متری

خط‌کشی را در حالت افقی بگیرید و آن را روی انگشتان اشارهٔ دو دست خود متعادل نگه دارید. حال تلاش کنید این انگشتان را به یکدیگر نزدیک کنید به‌طوری‌که هر دو انگشت اشاره زیر خط‌کش بلغزند؛ اما نمی‌توانید! خط‌کش ابتدا روی یکی از انگشتان می‌لغزد و سپس روی دیگری، اما هرگز روی هر دو نمی‌لغزد.

آیا می‌توانید دلیل آن را بیابید؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۱۶

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

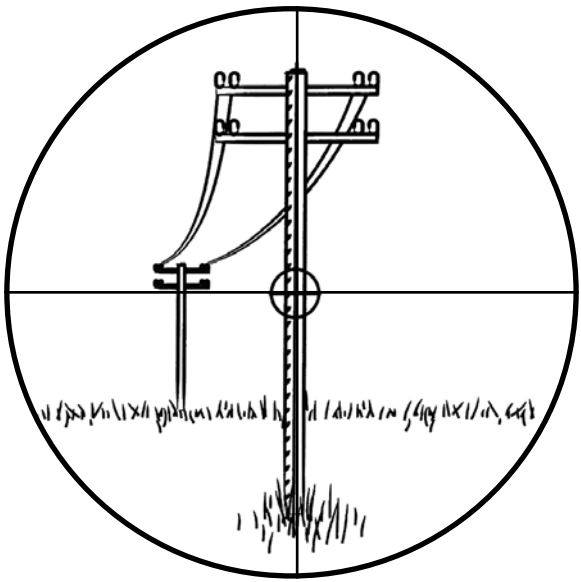
جرولامو کاردانو (۱۵۷۶ - ۱۵۰۱ میلادی)، ریاضیدان و طالع‌بین ایتالیایی

کاردانو در سراسر اروپا به طالع‌بینی معروف بود و حتی به انگلستان سفر کرد تا طالع ادوارد ششم، پادشاه جوان این کشور را ببیند. او به دقت و درستیِ به اصطلاح «علم طالع‌بینی» اعتقاد راسخی داشت و جدول طالع‌بینی دقیقی را تدوین کرد که ساعت مرگ خودش را پیش‌بینی می‌کرد. وقتی روز موعود فرا رسید، کاردانو خودش را در سلامت کامل و دور از هر خطر یافت؛ اما به‌جای آنکه به این نتیجه برسد که پیش‌بینی‌هایش اشتباه بوده‌اند، خودش را کشت.

تمرین هدف‌گیری

شما بر فراز ساختمانی مرتفع در گرینویچ ایستاده‌اید و به سلاح تک‌تیرانداز دوربرد و قدرتمندی مجهزید. تلاش می‌کنید تیر تلگرافی را در لوث، واقع در لینکلن‌شایر هدف قرار دهید. فرض کنید می‌توانید هدف را از درون چشمیِ دوربین تفنگ ببینید. آیا مستقیماً خود هدف را نشانه می‌گیرید، یا کمی راست‌تر یا کمی چپ‌تر از آن را؟

برای راهنمایی، دقت کنید که هر دو منطقهٔ گرینویچ و لوث روی نصف‌النهار صفر درجه واقع شده‌اند.

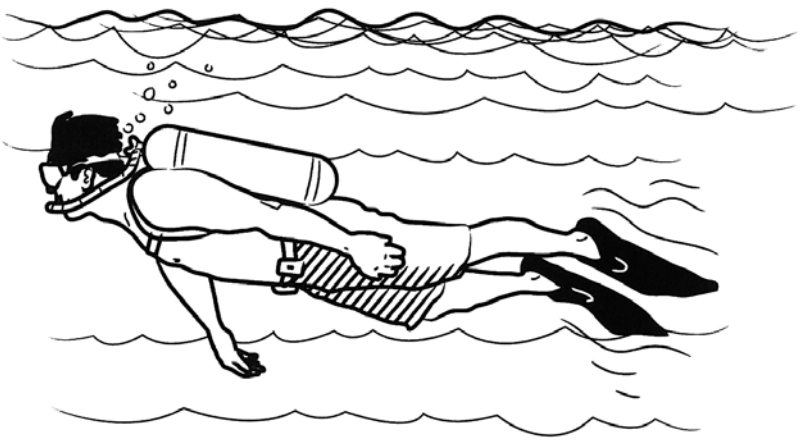


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۷

تقلا برای تنفس

تحقیقات فراوانی در مورد شیرجه‌زنی و غواصی و همچنین جنبه‌های فیزیولوژیک صعود به سطح آب انجام شده است. تصور کنید با استفاده از تجهیزات غواصی در عمق ۲۵ متری از سطح آب قرار دارید و ناگهان متوجه می‌شوید که تجهیزات غواصی دچار نقص فنی شده‌اند. شما مجبورید سریع به سطح آب صعود کنید، با این امید که هوای باقی‌مانده در ریه‌ها برای بازگرداندن شما به سطح، کافی باشد.

در این شرایط اضطراری، آیا به‌تدریج هوا را هنگام صعود آزاد می‌کنید تا از میزان هوای باقی‌مانده در ریه‌ها کاسته شود، یا اینکه نفس خود را در تمام مسیر حبس می‌کنید؟

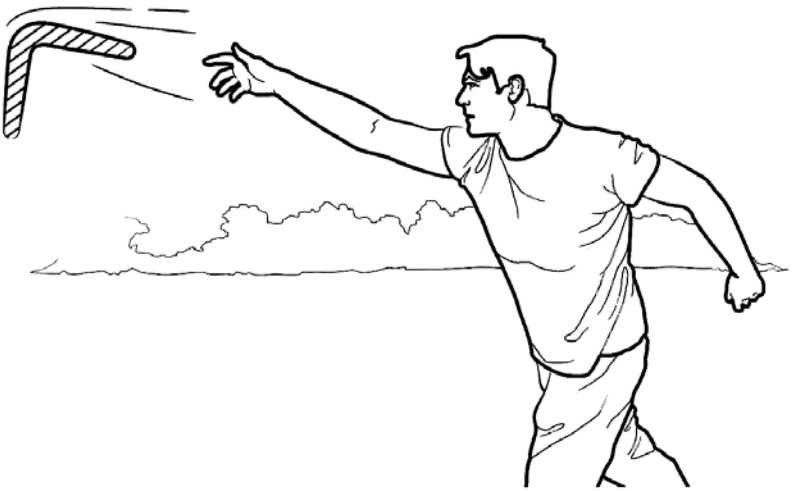


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۷

بومرنگ

بومرنگ، پرتابه‌ای چوبی است که بیشتر بومیان استرالیا از آن استفاده می‌کردند. بومرنگ در اصل به‌عنوان سلاح استفاده می‌شد؛ اما در سال‌های اخیر پرتاب بومرنگ به تفریحی ورزشی تبدیل شده است. معمولاً بومرنگ را به شکل عمودی در دست راست نگه می‌دارند، هرچند بومرنگ‌هایی برای استفادهٔ چپ‌دست‌ها هم ابداع شده است. هیجان‌انگیزترین ویژگی این سلاح، توانایی آن برای بازگشت به دست پرتاب‌کننده است و این ویژگی، مستقل از مسافت پرتاب است.

آیا می‌توانید این پدیده را توضیح دهید؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۱۷

حباب‌های جوشان

وقتی فرانسوی‌ها و انگلیسی‌ها از دو سوی مخالف در مرکز تونل مانش و در زیر دریا به یکدیگر رسیدند، کارگران و مقامات محلی برای جشن‌گرفتن این موفقیت، چندین بطری نوشیدنی گازدار باز کردند؛ اما در کمال ناباوری، هیچ‌یک از بطری‌ها صدا نداد و کمترین حبابی از آن‌ها به هوا برنخاست. اندک‌زمانی بعد که افراد به سطح آب بازگشتند، حال همگی بد شد، بسیاری از آن‌ها نمی‌توانستند جلوی آروغ‌زدن خود را بگیرند و برخی حتی کف از دهانشان خارج شد.

چرا؟

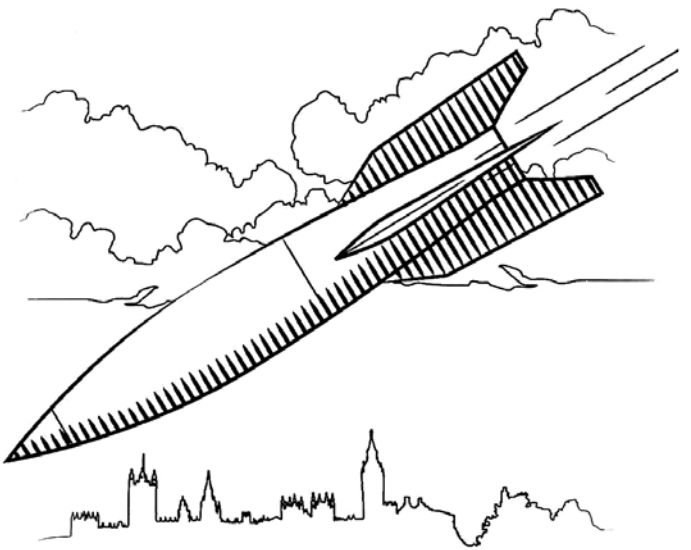
پاسخ در صفحهٔ ۱۱۸

نبرد موشکی

آن‌دسته از شهروندان انگلیسی که جنگ جهانی دوم را دیده‌اند، موشک‌های V-1 و V-2 را به خاطر می‌آورند که جایگزین بمباران هوایی شده بودند، زیرا آلمان‌ها به‌واسطهٔ از دست دادن نیروی انسانی و هواپیما، خسارات سنگینی را به‌دلیل حملات بمباران هوایی متحمل شده بودند.

سازگاری در طبیعت ما انسان‌هاست. مردم خیلی زود فهمیدند تا وقتی که صدای موشک‌های V-1 را بشنوند، خطری آن‌ها را تهدید نمی‌کند؛ اما به محض آنکه صدای موتور این موشک قطع می‌شد، بهتر بود همه زیر تخت پناه بگیرند. اما در مورد موشک‌های V-2 این راهبرد سودمند نبود.

چرا؟

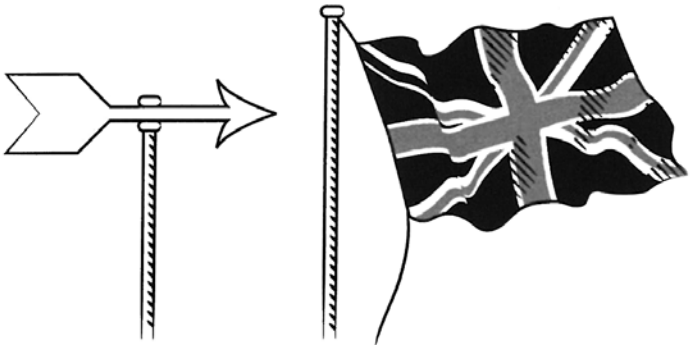


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۸

پرچم

فرض کنید باد با نیرویی یکنواخت و از یک جهت ثابت می‌وزد. پیکان بادنما در این وضعیت ثابت باقی می‌ماند، در حالی‌که پرچم حتی اگر کاملاً صاف باشد و هنگام برافراشته شدن، با دست باز شده باشد، ثابت نمی‌ماند و تکان‌تکان می‌خورد.

چرا؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۱۹

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

رنه دکارت (۱۶۵۰ - ۱۵۹۶ میلادی)، فیلسوف و ریاضیدان فرانسوی

دستگاه مختصات دکارت، یکی از مشارکت‌های اصلی او در توسعهٔ ریاضیات به شمار می‌رود. نقل شده است ایدهٔ این دستگاه زمانی به ذهن او رسید که وقت خود را در خدمت نظامی به بطالت می‌گذراند. او روی تخت دراز کشیده بود و مگسی را تماشا می‌کرد که بالای سرش در حال پرواز بود. دکارت متوجه شد که در هر زمان دلخواه می‌تواند موقعیت مگس را با مشخص‌کردن فاصله‌اش از سه خط متقاطع (محورها) تعیین کند. همین دیدگاه بود که پایهٔ مختصات دکارتی را بنا نهاد.

قایقی روی دریاچه

آیا می‌توان قایقی را روی دریاچه‌ای کاملاً صاف و آرام هدایت کرد، آن هم بدون پارو؟ پاسخ این سؤال باید منفی باشد.

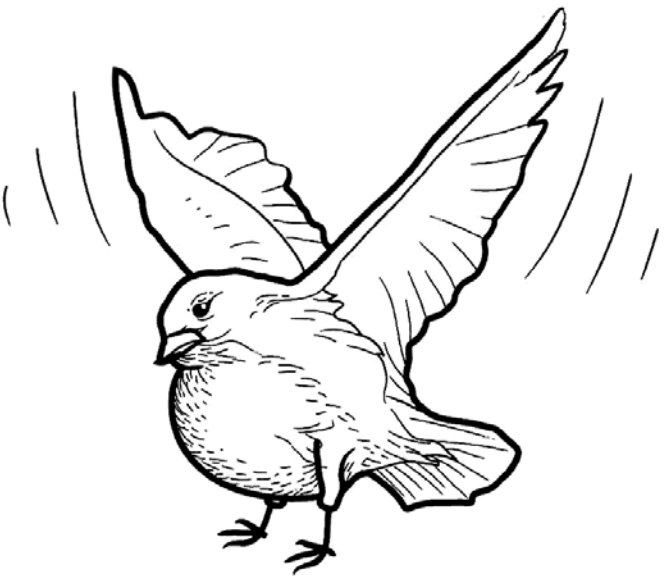
حال وضعیت مشابهی را تصور کنید، با این تفاوت که قایق درون رودی خروشان با جریان شدید آب حرکت می‌کند. آیا می‌توان قایق را با استفاده از سکان هدایت کرد؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۱۹

پرندگان بلندپرواز

آیا تاکنون از خود پرسیده‌اید چه چیزی موجب شده است که پرندگان بتوانند پرواز کنند؟ هرچه باشد، آن‌ها از هوا سنگین‌ترند و بنابراین در هوا شناور نمی‌مانند.

پرواز نیازمند نیروی برآ و پیشران روبه‌جلو است. پرندگان چگونه این نیروها را تأمین می‌کنند؟

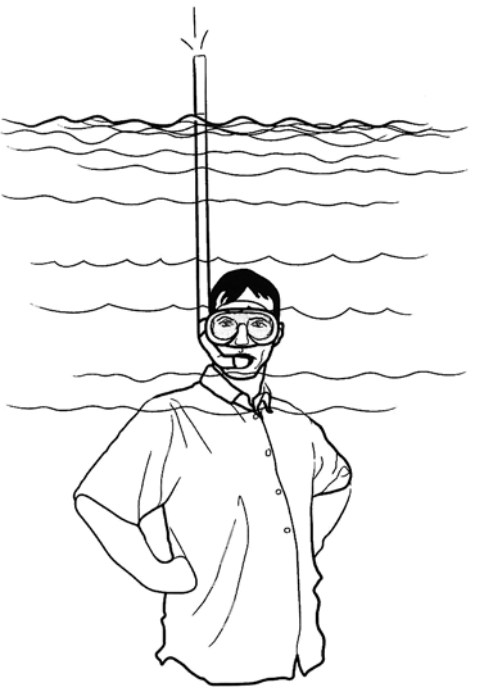


پاسخ در صفحهٔ ۱۱۹

بالا در هوا

بر اساس افسانه‌ای قدیمی، فردی از زندان جزیره‌ای فرار می‌کند و با شناکردن در زیر آب، مانع از آن می‌شود که دوباره دستگیرش کنند. برای شنا در زیر آب، زندانی فراری از لوله‌ای فلزی که از کارگاه زندان دزدیده بود، به عنوان لولهٔ هوا استفاده می‌کند.

اگر از حضور کوسه‌ها چشم‌پوشی کنیم، آیا این داستان امکان‌پذیر است؟ آیا برای عمقی که شناگر با استفاده از چنین لوله‌ای می‌تواند تنفس کند، محدودیتی وجود دارد؟

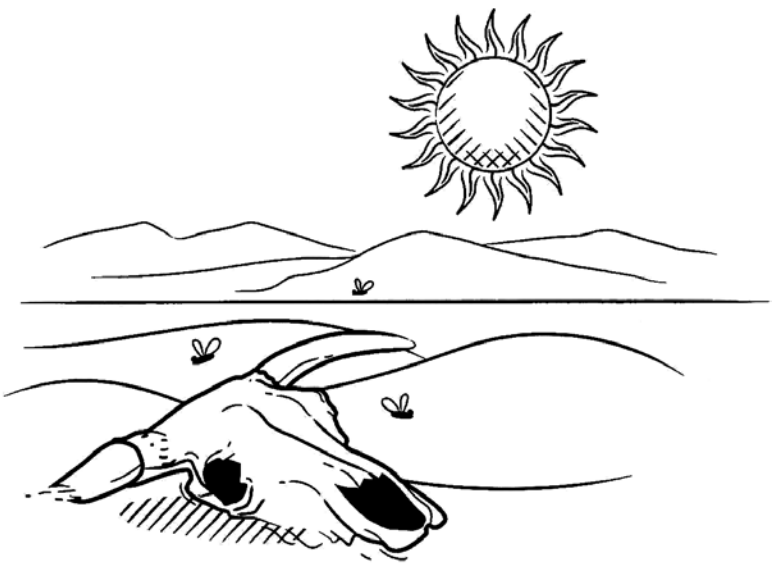


پاسخ در صفحهٔ ۱۲۰

آفتاب‌سوخته

دِث‌وَلی (درهٔ مرگ)، ناحیه‌ای بیابانی در جنوب‌شرقی کالیفرنیا (ایالات متحد امریکا) است. بیشتر نواحی این دره پایین‌تر از سطح دریا واقع شده‌اند و از ویژگی‌های شاخصش، آن است که جزو داغ‌ترین نقاط روی زمین به‌شمار می‌رود. سال ۱۹۱۳، دمای ۵۶ درجهٔ سانتی‌گراد در آن ثبت شد که تا آن روزگار، داغ‌ترین دمای ثبت‌شده در تاریخ به شمار می‌رفت.

فیزیک پایه به ما آموخته است که هوای داغ، صعود می‌کند و هوای سرد، سقوط. آیا منطقی نیست انتظار داشته باشیم دث‌ولی ناحیه‌ای خنک یا نه‌چندان گرم باشد، به‌خصوص که این منطقه تقریباً در محاصرهٔ کامل رشته‌کوه‌ها واقع شده است؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۰

حفره‌ای در انتها

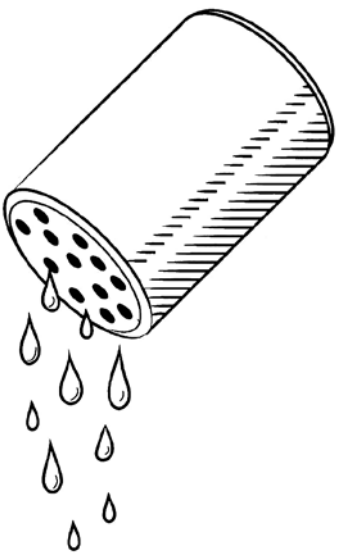
چند سوراخ کوچک در قوطی فلزی کنسرو ایجاد کنید و قوطی را با آب پر کنید.

۱. درپوش هواگیر را روی قوطی بگذارید. نشت قطرات از حفره‌های درون قوطی متوقف می‌شود. چرا؟

۲. حفره‌ای روی درپوش ایجاد کنید. آب دوباره از سوراخ‌ها سرازیر می‌شود. چرا؟

۳. درپوش را بردارید و انگشت خود را در جریان نشت پیداکردهٔ آب حرکت دهید. اگر سوراخ‌ها از هم خیلی فاصله نداشته باشند، قطرات خروجی از آن‌ها به هم می‌پیوندند و جریان واحدی تشکیل می‌دهند؛ حتی وقتی که انگشت خود را از جریان خارج کرده باشید.

چرا؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۱

کانال پاناما

احداث کانال پاناما از بزرگ‌ترین دستاوردهای فناورانهٔ تمام تاریخ به‌شمار می‌رود. این پروژه زودتر از موعد برنامه‌ریزی‌شده به‌ثمر نشست و در تابستان ۱۹۱۴ به بهره‌برداری کامل رسید. اگر نقشهٔ زمین را در ذهن داشته باشید، شکی نخواهید داشت که مسیر کانال پاناما از غرب به شرق است؛ اما در کمال ناباوری، ورودی کانال از اقیانوس آرام جایی در شرق ورودی اقیانوس اطلس واقع شده است.

البته کانال پاناما ویژگی‌های جالب دیگری نیز دارد که از شما دعوت می‌کنیم پاسخی برای آن‌ها بیابید.

۱. در آخرین ایستگاه، وقتی دروازه باز می‌شود، هر نوع کشتی می‌تواند بدون استفاده از یدک‌کش یا حتی راه‌اندازی موتورها به‌سوی دریا حرکت کند. چه عاملی باعث حرکت کشتی می‌شود؟

۲. خیلی‌ها تصور می‌کنند سطح آب دریا در اقیانوس‌های اطلس و آرام یکسان است؛ درحالی‌که اختلاف سطح آب در این دو اقیانوس به ۳۰سانتی‌متر هم می‌رسد. چرا سطح آب این دو اقیانوس یکسان نیست؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۱

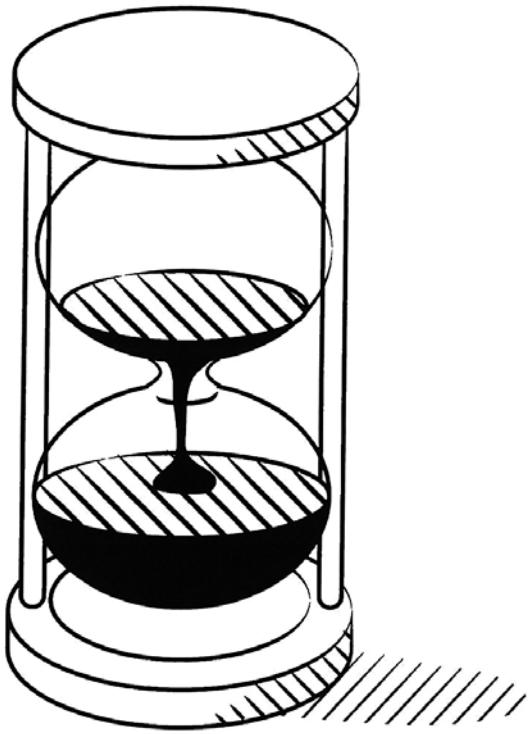
بهترین دانشمند جهان؟

بیایید استراحتی کوتاه به مغزتان بدهید تا از این‌همه تلاش کلافه‌کننده آرامش بیابد. می‌خواهیم به بزرگ‌ترین دانشمندی که روی این کرهٔ خاکی گام نهاده است، ادای احترام کنیم. نابغه‌ای که با روش‌های غیرمعمول در دورهٔ خود، دانش نوین را به مرحلهٔ جدیدی وارد کرد: سِر آیزاک نیوتن (۱۷۲۷-۱۶۴۲)، فیزیکدان و ریاضیدان معروف انگلیسی.

نقل شده است که سر آیزاک نیوتن یکی از دوستانش را به شام دعوت کرد، اما کمی بعد این قرار را فراموش کرد. وقتی دوست او طبق قرار به منزل نیوتن آمد، دانشمند برجسته را غرق در تفکر و مراقبه یافت؛ از این‌رو آرام نشست و منتظر ماند. در همین موقع شام را آوردند که فقط برای یک نفر بود. نیوتن کماکان به مراقبهٔ خود ادامه داد. مهمانش هم صندلی‌ای آورد و بدون برهم‌زدن آرامش میزبانش، شام خورد. پس از پایان صرف غذا، نیوتن از دنیای رؤیایی‌اش بیرون آمد. ناباورانه نگاهی به ظرف‌های خالی انداخت و گفت: «اگر شواهدش را با چشم خود نمی‌دیدم، قسم می‌خوردم که هنوز شام نخورده‌ام!»

ساعت شنی

یک ساعت شنی روی میز قرار دارد که شن‌های محفظهٔ بالایی در حال اتمام‌اند. اگر ساعت شنی را برعکس کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا وقتی برخی دانه‌های شن در حال سقوط آزاد هستند، از وزن ساعت شنی کاسته می‌شود؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۲

بادکنک‌بازی

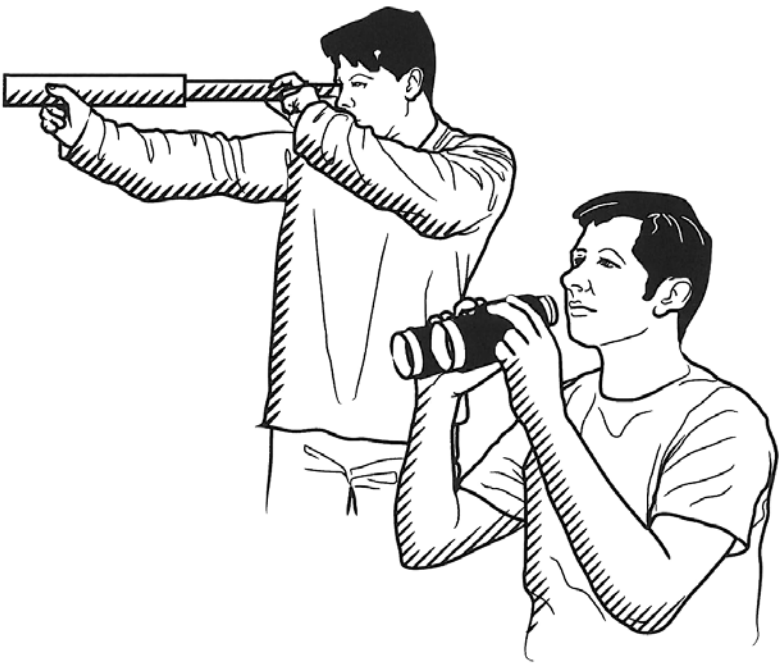
شما دو بادکنک کاملاً شبیه یکدیگر دارید. یکی از بادکنک‌ها تا قطر ۱۰ سانتی‌متر باد شده و بادکنک دیگر تا قطر ۲۰ سانتی‌متر. تصمیم می‌گیرید که ۱۰ بار دیگر در هر یک از بادکنک‌ها بدمید. آیا بادکردن هر دو بادکنک لزوماً به نیروهای یکسانی نیاز دارد یا دمیدن در یکی از آن‌ها ساده‌تر از دیگری است؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۲

دید تلسکوپی

ما به استفاده از تلسکوپ و دوربین دوچشمی عادت کرده‌ایم؛ اما آن‌ها واقعاً چه‌کار می‌کنند؟ آیا آن‌ها باعث می‌شوند ما اجسام دور را نزدیک‌تر ببینیم یا بزرگ‌تر؟

به ذره‌بین دقت کنید. آیا ذره‌بین باعث می‌شود اجسام را بزرگ‌تر ببینیم یا اتفاق دیگری می‌افتد؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۲

حقیقت باورنکردنی

چندی پیش داشتم آگهی عجیبی می‌خواندم. آگهی را یک شرکت مشاورهٔ انرژی در روزنامه منتشر کرده بود و میزان مصرف انرژی خانه‌ای معمولی را با این جزئیات نشان می‌داد: ۵۰ درصد اتلاف گرما از طریق دیوارها، ۳۰ درصد از طریق درها و پنجره‌ها و ۲۰ درصد از طریق سقف و کف‌ها.

این شرکت ادعا کرده بود که می‌تواند هر یک از این درصدها را به نصف کاهش دهد. کدام بخش از این ادعا نادرست است؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۳

خیره‌شدن به خورشید

عینک‌های آفتابی معمولی، بخشی از نور ورودی به چشم را جذب می‌کنند. عینک‌های آفتابی پولاروید به روش متفاوتی عمل می‌کنند: آن‌ها فقط پرتوهایی از نور را عبور می‌دهند که در راستای عمودی نوسان می‌کنند. وقتی نور از روی جاده‌های خیس، آب و مانند آن‌ها بازتاب می‌شود، به نوسان‌کردن در صفحهٔ افقی متمایل می‌شود؛ بنابراین عینک آفتابی پولاروید، نور اضافی برآمده از چنین سطوحی را حذف می‌کند. اگر شما عینک آفتابی پولاروید به چشم زده باشید و عینک پولاروید دیگری را با زاویهٔ ۹۰ درجه در برابر عینک خود بگیرید، عدسی‌ها سیاه به نظر می‌رسند؛ زیرا هیچ پرتویی نمی‌تواند از هر دو شیشهٔ پولاروید بگذرد.

آیا می‌توان عینک پولاروید سومی را بین این دو عینک به شکلی قرار داد که اجازه دهد بخشی از پرتوهای نور بگذرند؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۳

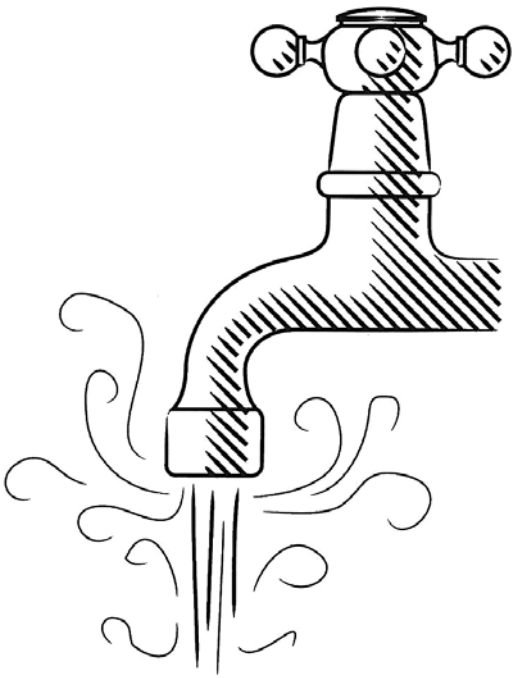
یک فنجان چای

هیچ صدایی نویدبخش‌تر از صدای کتری جوشان و مهیا شدن برای سِرو نوشیدنی گرم نیست. آیا تاکنون متوجه شده‌اید که کتری درست پیش از آغاز جوشیدن آب، به شکل غریبی ساکت می‌شود؟ آیا می‌توانید این پدیده را توضیح دهید؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۴

آب گرم

فرقی نمی‌کند در خانه باشم یا هتل؛ هیچ‌وقت نفهمیده‌ام که چرا وقتی شیر آب گرم را باز می‌کنم، جریان آب ابتدا کاهش پیدا می‌کند و پس از حدود ۳۰ ثانیه، به شدت معمول بازمی‌گردد. آیا می‌دانید چه چیز باعث آن می‌شود؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۴

رقابت سرعت

شما سال‌هاست رانندگی می‌کنید و خودتان را راننده‌ای ماهر تصور می‌کنید. فرض کنید در جاده با سرعت ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کنید، هوا بسیار دلپذیر است و نگران هیچ‌چیزی هم نیستید. ناگهان متوجه جانور کوچکی می‌شوید که می‌خواهد از عرض جاده بگذرد. شما نمی‌توانید با چرخاندن فرمان و تغییر مسیر، جانور را رد کنید؛ زیرا در هر دو سمت راست و چپ شما خودروهای دیگری در حرکتند؛ اما خوشبختانه تا فاصلهٔ نزدیکی از پشت خودرویتان، خودروی دیگری نیست؛ بنابراین می‌توانید با ترمزکردن از برخورد با حیوان بینوا جلوگیری کنید.

آیا باید پا را تا آخر روی پدال ترمز فشار دهید و ترمز را قفل کنید، یا اینکه به‌صورت تدریجی فشار روی پدال را افزایش دهید و امیدوار باشید که خودرو پیش از برخورد با حیوان متوقف شود؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۴

توپ ناهموار

در روزهای آغازین ورزش گلف، توپ‌ها کاملاً صاف بودند. فرورفتگی‌ها بعدها ابداع شدند، زمانی‌که تولیدکنندگان ادعا کردند که بُرد توپ‌های ناهموار و دارای فرورفتگی، بیشتر است و مسافت‌های بیشتری پرواز می‌کنند. آیا این ادعا درست است؟ چرا؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۵

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

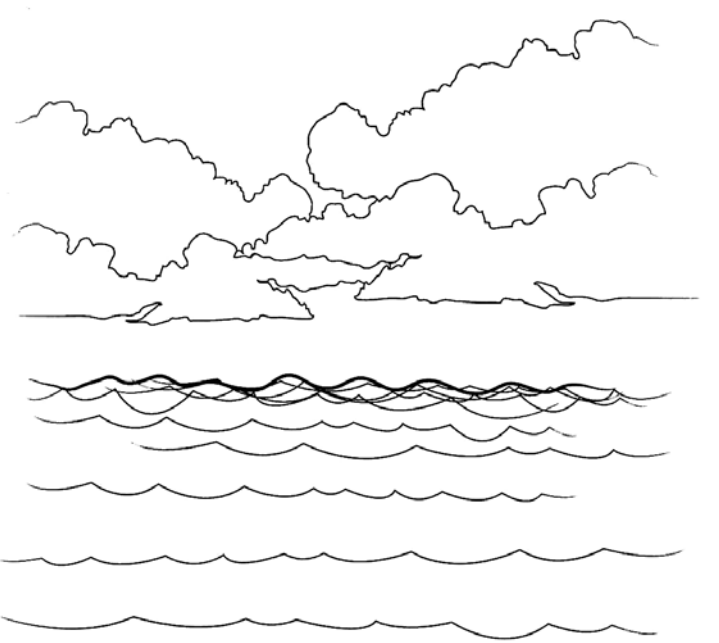
لئونارد اویلر (۱۷۸۳ - ۱۷۰۷ میلادی)، ریاضیدان سوئیسی

وقتی اویلر نخستین‌بار از روسیه به برلین آمد، مورد توجه ملکه سوفیا دوروتی، مادر فردریک کبیر قرار گرفت. ملکهٔ مادر تلاش کرد با طرح برخی پرسش‌ها، اویلر را به حرف بکشد. اویلر که با آداب دربار آشنا نبود، پرسش‌ها را در حد یک کلمه و معمولاً «بله» یا «خیر» جواب می‌داد. ملکه از او پرسید: «چرا تمایلی به گفت‌وگو با من نداری؟». اویلر هم پاسخ داد: «بانو! من از کشوری می‌آیم که اگر صحبت کنی، تو را دار می‌زنند.»

بی‌رنگ

هوای پاک، آب و شیشهٔ شفاف باید بی‌رنگ باشند؛ اما می‌دانیم که آسمان آبی است، اگر شیشه را از بغل بنگریم، سبز دیده می‌شود و دریاچه‌ای در دامنهٔ کوه که سرشار از آب خالص و زلال است، آبی به نظر می‌رسد.

کتاب‌های درسی فیزیک از پراکندگی ریلی، میدان الکتریکی و نوسان‌های الکترون‌ها به عنوان دلیل این پدیده‌ها نام می‌برند؛ اما توضیح ساده‌تری هم هست که شاید آن‌قدرها هم علمی نباشد. آیا می‌دانید این توضیح چیست؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۵

حباب‌های صابون

یکی از زیباترین مناظری که در دنیای اطراف می‌توانیم ببینیم، حباب‌های صابون است که تمام رنگ‌های رنگین‌کمان را به نمایش می‌گذارند. آیا فشار هوای درون حباب از فشار هوای بیرون از حباب بیشتر، کمتر یا با آن برابر است؟

منطق می‌تواند پاسخی برای این سؤال ارائه دهد.

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۶

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

کارل فردریش گاوس (۱۸۵۵ - ۱۷۷۷ میلادی)، ریاضیدان آلمانی

نقل شده است فردی با عجله خودش را به گاوس رساند تا به او خبر دهد همسرش در بستر مرگ است؛ اما ریاضیدان بزرگ را غرق در حل مسئله‌ای پیچیده یافت. پیام‌رسان، خبر اندوهناک را به گاوس داد، اما او با بی‌توجهی پاسخ داد: «به او بگویید چند دقیقه‌ای صبر کند تا کارم تمام شود».

تفنگ آب‌پاش

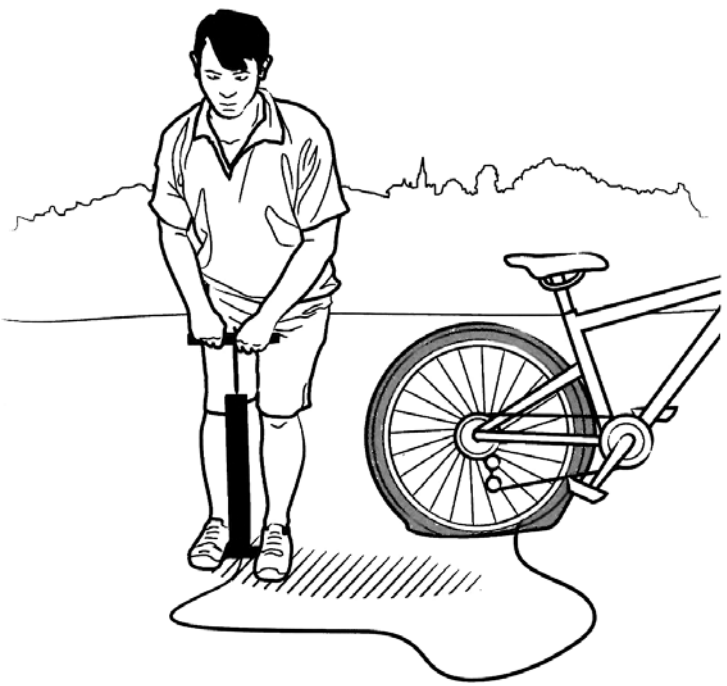
وقتی کودک بودیم، با تفنگ آب‌پاش بزرگ‌ترها را خیس می‌کردیم و لذت می‌بردیم. با دمیدن هوا از درون لوله‌ای افقی، آب را وادار می‌کنیم به شکل قطرات ریز از درون مجرای آب‌رسان پاشیده شود. افشاننده‌های ذرات معلق و رنگ‌پاش‌ها هم از همین شیوه استفاده می‌کنند. چرا آب می‌تواند بر گرانش غلبه کند و درون لوله بالا بیاید؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۶

تلمبهٔ دوچرخه

برای استراحت‌دادن به سلول‌های مغزتان، پرسش ساده‌ای را مطرح می‌کنیم. وقتی چرخ دوچرخه را با تلمبهٔ دستی باد می‌کنید، هنگام فشار دادن دسته به سمت پایین، دریچه و خود تلمبهٔ دستی داغ می‌شوند؛ اما اگر از بطری هوای فشرده استفاده کنید، بدنهٔ بطری خنک می‌شود.

آیا می‌توانید این دو اثر متفاوت را توضیح دهید؟



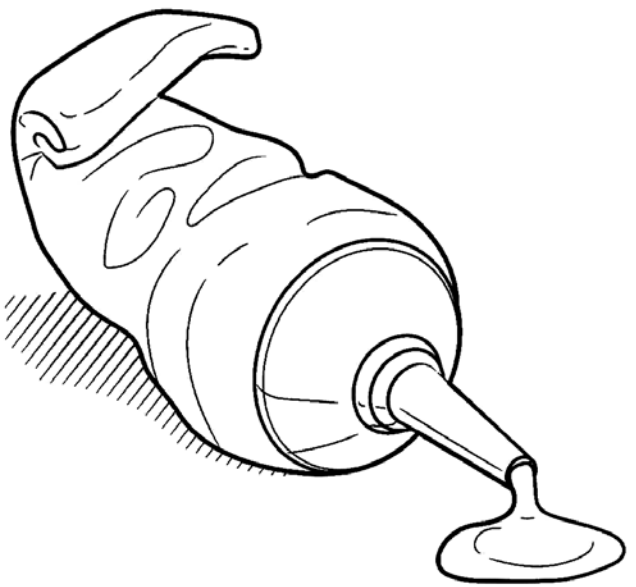
پاسخ در صفحهٔ ۱۲۷

چسب چسبناک

چه عاملی باعث می‌شود چسب بچسبد؟

ممکن است بگویید درک این پدیده بسیار ساده ولی توضیح آن بسیار سخت است. اگر شما را بیشتر تحت فشار بگذاریم، ممکن است آن را به شکل ویژگی شیمیایی مادهٔ چسبنده توصیف کنید؛ اما این چیزی فراتر از تکرار سؤال نیست. ادامهٔ این روند هم که عذر بدتر از گناه است. پاسخ درست نسبتاً پیچیده است.

دوباره برای یافتن پاسخ تلاش کنید.



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۷

شن روان

سال‌ها پیش، فیلم وسترنی دیدم که در آن، گاوچرانی همراه با اسبش درون توده‌ای از شن‌های روان و مرطوب به دام افتادند و نتوانستند خودشان را نجات دهند. چشمان برآمدهٔ مرد و تلاش‌های ناامیدانه‌اش، تأثیر ماندگاری بر من گذاشت.

کنجکاو شدم بفهمم خواص فیزیکی شن روان چیست، چه عاملی باعث برآمده‌شدن چشمان آن مرد شد و آیا راهی وجود دارد که احتمال نجات‌یافتن از شن روان را به حداکثر برساند؟

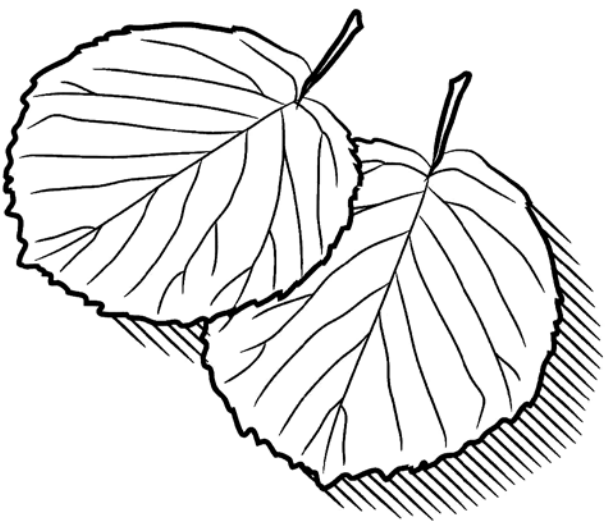
پاسخ در صفحهٔ ۱۲۷

سپر محافظ

یکی از معروف‌ترین اشعار آلمانی، «سرود نیبلونگ‌ها» است که حدود سال ۱۲۰۰ میلادی سروده شده و ماجرای زیگفرید، شاهزاده‌ای از راین سفلی را روایت می‌کند که می‌خواهد با کریمهیلد، شاهزادهٔ زیبای بورگاندی ازدواج کند.

زیگفرید به‌خاطر کشتن اژدهایی خطرناک معروف شد و به لطف غرق‌شدن در خون اژدها، پوست او به پوششی نفوذناپذیر تبدیل شد که هیچ سلاحی بر آن سازگار نبود. اما زیگفرید متوجه نشد که برگ یک درخت، بخش کوچکی از کتف او را پوشانده و این موضع به نقطهٔ ضعف او تبدیل شده است.

پرسشی که می‌خواهم مطرح کنم این است که آیا ایدهٔ سپر دفاعی شخصی، روزی به واقعیت علمی تبدیل می‌شود؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۸

پروازهراسی

افراد زیادی هستند که از هیچ‌چیز پرواز خوششان نمی‌آید؛ به‌خصوص هنگام برخاستن، فرود آمدن، صدای باز شدن چرخ‌های فرود و تغییر زاویهٔ هواپیما هنگام شتاب‌گیری در افزایش یا کاهش سرعت.

هرچند بسیاری از این موارد، دستورالعمل‌های استاندارد پرواز به‌شمار می‌روند، اما خودم هم وقتی هواپیما درون ابرهای طوفانی و پرآذرخش پرواز می‌کند، نگران و مضطرب می‌شوم.

توضیح دهید چرا وقتی آذرخشی به هواپیما برخورد کند، آسیب فاجعه‌باری به‌جا نمی‌گذارد؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۸

نیروی گریز از مرکز

چند سال پیش، رقابت‌های پرتاب چکش المپیک را در تلویزیون تماشا می‌کردم و گزارشگر توضیح می‌داد که چگونه نیروی گریز از مرکز، همان‌طور که شما را هنگام پیچیدن سریع خودرو، به بیرون هل می‌دهد، سبب می‌شود که وزنهٔ سنگین پرتاب شود. ناگهان یاد خاطرات دوران مدرسه افتادم و صدای معلم فیزیک در ذهنم طنین انداخت که می‌گفت: «چیزی به نام نیروی گریز از مرکز وجود ندارد».

به فکر فرو رفتم. شاید معلم من اشتباه می‌کرد یا سوادش به‌روز نبود.

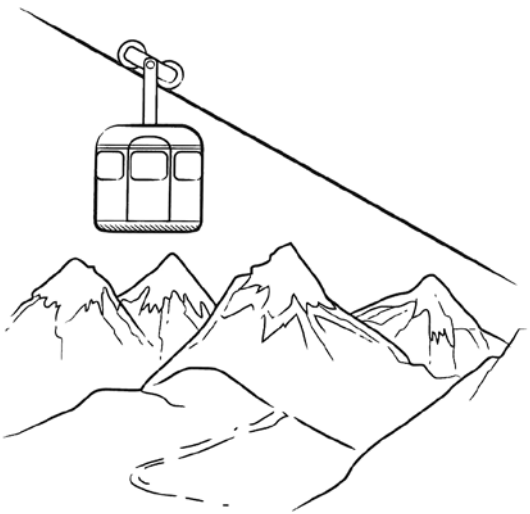
آیا نیروی گریز از مرکز وجود دارد؟ اگر چنین است، منشأ آن چیست؟ اگر وجود ندارد، چرا بسیاری از مردم طوری در موردش صحبت می‌کنند که انگار وجود دارد؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۹

خط‌خطی روی زمین

تعطیلات تابستان گذشته را به پیاده‌روی در اتریش گذراندم. البته برخلاف بیشتر علاقه‌مندان به گردشگری با پای پیاده، معمولاً با استفاده از تله‌کابین یا تله‌سی به قلهٔ کوه می‌رفتم و پیاده از دامنه‌اش پایین می‌آمدم. یک‌روز در حالی‌که بر فراز چمنزارهای کوهستانی به‌سوی قله می‌رفتم، متوجه تعدادی دیوارهٔ افقی در گرداگرد کوه شدم. آن‌ها حدود ۳۰ سانتی‌متر با یکدیگر فاصله داشتند و ارتفاعشان به ۱۰ سانتی‌متر هم نمی‌رسید. برای چند لحظه تصور کردم آن‌ها خطوط کانتور (تراز ارتفاع) هستند. از یکی از دوستان جغرافی‌دانم در مورد آن‌ها پرسیدم و او توضیح نسبتاً پیچیده‌ای در مورد پدیده‌ای به نام «خزش خاک» و گرانش ارائه داد.

آیا می‌توانید توضیحی کسل‌کننده‌تر از دوست من ارائه دهید؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۲۹

سوزاندن را حس کنید

میزان کالری‌هایی که از خود ساطع می‌کنید (تابش حرارتی بدن) تقریباً معادل میزان انرژی‌ای است که هنگام اجرای یک فعالیت جسمانی مصرف می‌کنید. تصور کنید مسافتی ۸ کیلومتری را با گام‌های تند، پیاده‌روی می‌کنید و در فرصتی دیگر، همان مسافت را می‌دوید.

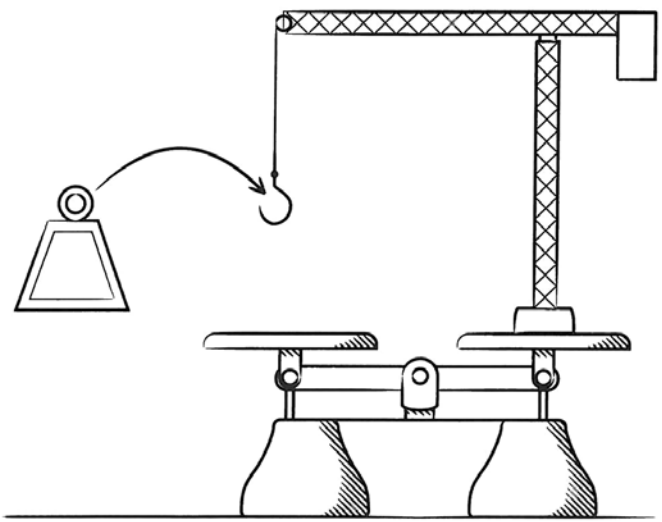
الف) آیا همان میزان انرژی را مصرف می‌کنید؟

ب) فرض کنید پیاده‌روی ۲ ساعت طول کشیده است. اگر به‌مدت ۲ ساعت بدوید، همان میزان انرژی را مصرف می‌کنید؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۳۰

ترازو

روزی دو کودک خردسال را مشغول بازی دیدم. یکی از آن‌ها جرثقیل اسباب‌بازی داشت و دیگری، ترازوی اسباب‌بازی آشپزخانه. با تماشای بازی آن‌ها به فکر فرو رفتم. فرض کنید جرثقیل طوری روی یکی از دو کفهٔ ترازو قرار بگیرد که انتهای بازوی آن بر فراز کفهٔ دیگر ترازو باشد. حال کفه‌های ترازو را به تعادل می‌رسانیم. اگر وزنه‌ای را در کفهٔ آزاد قرار دهیم، آن کفه پایین می‌رود؛ اما اگر وزنه را از بازوی جرثقیل آویزان کنیم، چه می‌شود؟ آیا ترازو مانند حالتی عمل می‌کند که وزنه را روی کفهٔ متصل به جرثقیل قرار داده‌ایم، یا مانند حالتی که وزنه را در کفهٔ آزاد (زیر بازوی جرثقیل) گذاشته‌ایم؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۰

کم‌کاری

اکتبر سال ۱۹۹۷، پژوهشگران بیمارستان سلطنتی آزاد لندن نتایج تحقیقاتی را که روی ۶۵۰۰ فردِ متولد سال ۱۹۵۸ انجام داده بودند، منتشر کردند. آن‌ها متوجه شدند بین کوتاهی قد در هفت‌سالگی و بیکاری یا اخراج از کار در سال‌های بعد، رابطه‌ای مستقیم وجود دارد.

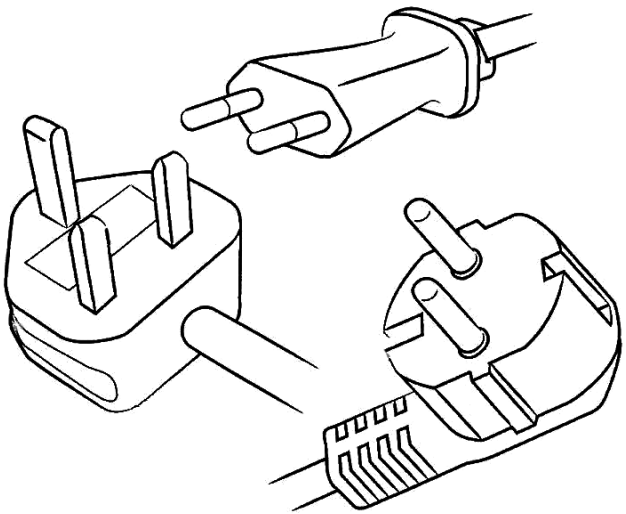
به نظر می‌رسد این نتیجه گمراه‌کننده باشد؛ چرا کوتاهی قد در هفت‌سالگی باید احتمال اخراج از شغل را در سال‌های بعد افزایش دهد؟ آیا می‌توانید سازوکاری برای شکل‌گیری این ارتباط پیشنهاد دهید؟ آیا برای رفع مشکلات اقتصادی کشور باید به کودکان، هورمون‌های تقویت رشد بدهیم؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۲۹

تاکتیک‌های شوک الکتریکی

هیچ استاندارد الکتریکی‌ای وجود ندارد که همهٔ جهان برای پذیرش آن آماده باشد. این بدان معنی است که وقتی بین کشورهای مختلف سفر می‌کنید، باید همه‌جور آداپتور همراه داشته باشید تا بتوانید به‌راحتی از ولتاژهای مختلف استفاده کنید.

برای مثال، ولتاژ برق در ایالات متحد ۱۱۰ ولت است؛ در حالی‌که بیشتر کشورهای اروپایی از برق ۲۲۰ ولت استفاده می‌کنند. آیا این بدان معنی است که الکتریسیتهٔ اروپا ۲ برابر قوی‌تر از امریکاست؟ آیا ولتاژ در امریکا امن‌تر است؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۱

معما

تصور کنید دو نقشه از یک منطقه در اختیار دارید که تنها تفاوتشان، مقیاس آن‌هاست؛ بنابراین یکی از نقشه‌ها به‌مراتب کوچک‌تر از دیگری است. نقشهٔ کوچک‌تر را در موقعیتی تصادفی روی نقشهٔ بزرگ‌تر گذاشته‌ایم، به‌طوری‌که تمام نقشهٔ کوچک‌تر درون محدودهٔ نقشهٔ بزرگ‌تر واقع شده و محورهایش با محورهای نقشهٔ بزرگ، موازی است.

احتمال آنکه نقطه‌ای از نقشهٔ کوچک‌تر دقیقاً بالای نقطهٔ متناظرش در نقشهٔ بزرگ‌تر قرار گرفته باشد، چقدر است؟

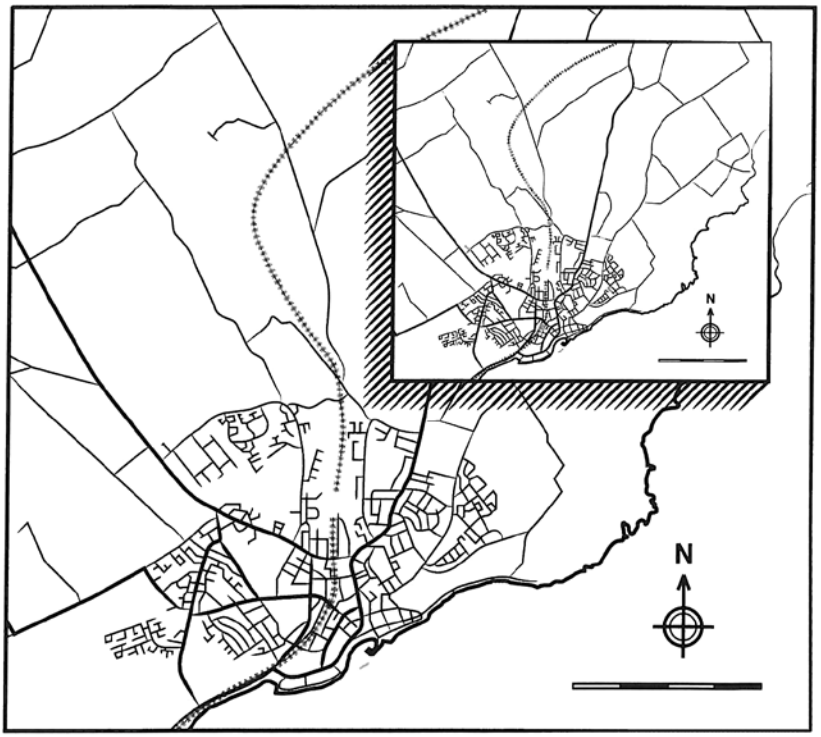
اگر توانستید به این پرسش پاسخ دهید، ممکن است بخواهید تغییرات این احتمال را در حالت‌های زیر هم بررسی کنید:

۱. نقطهٔ کوچک‌تر را وارونه می‌گذاریم.

۲. محورها موازی نیستند.

۳. نقشهٔ کوچک‌تر مچاله شده است.

در هر سه حالت، فرض کنید هیچ‌جایی از نقشهٔ کوچک‌تر از لبه‌های نقشهٔ بزرگ‌تر بیرون نمانده است.



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۱

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

(ژول) آنری پوانکاره (۱۹۱۲ - ۱۸۵۴ میلادی)، ریاضیدان و فیلسوف علم فرانسوی

پوانکاره در سوربن سخنرانی داشت. یکی از دانشجویان دختر که می‌خواست به او تبریک بگوید، به او گفت: «سالن به‌قدری شلوغ بود که نتوانستم صندلی خالی پیدا کنم. مجبور شدم از ابتدا تا انتهای سخنرانی شما بایستم». پوانکاره هم پاسخ داد: «من هم ایستاده بودم، سرکار خانم!»

اینجا را حفاری کن

همه دیده‌ایم که باستان‌شناسان هنگام حفاری در بقایای باستانی و استخراج آثار قدیمی، چه دقتی به خرج می‌دهند. می‌دانیم که هرچه ژرف‌تر حفاری کنند، به گذشته‌های دورتری دسترسی پیدا می‌کنند. برخی از اکتشافات باستان‌شناسی در اعماق بسیار زیاد انجام شده‌اند.

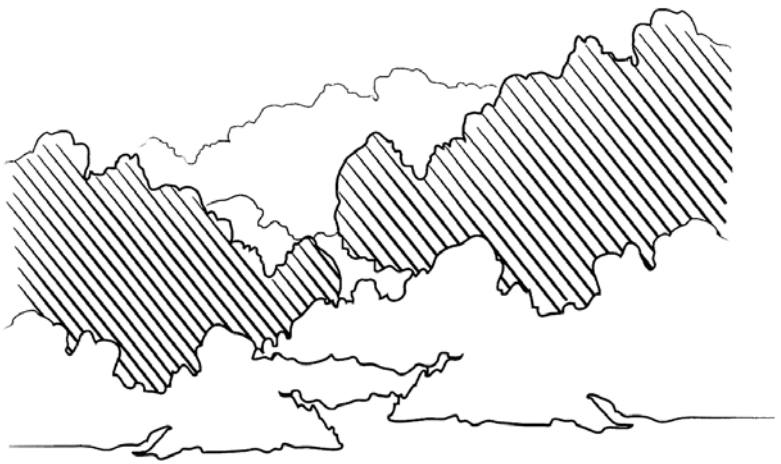
سؤال اینجاست که این ویرانه‌ها و بقایا طی چه فرایندی در اعماق خاک مدفون شده‌اند؟ چرا روی سطح زمین باقی نمانده‌اند؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۳۲

جابه‌جایی

ابرها چنان آشنا هستند که به‌ندرت پیش می‌آید در مورد آن‌ها به‌دقت بیندیشیم. همه می‌دانیم که ابرها در اندازه‌ها و انواع مختلفی وجود دارند. برای یک‌لحظه، آسمانی تابستانی را در ذهن بیاورید که چند تکه ابر در آن شناورند و به‌آرامی جابه‌جا می‌شوند. اگر تصویر ذهنی‌تان مشابه تصویر ذهن من است، همهٔ ابرها را در شرایطی تجسم کرده‌اید که قاعده‌شان در ارتفاع کمابیش یکسانی از زمین واقع شده است. واقعیت آن است که ارتفاع قاعدهٔ ابر برای خلبانان هواپیماهای کوچک، اهمیتی حیاتی دارد.

چرا و چگونه ابرها به شکلی در هوا پراکنده می‌شوند که قاعده‌شان تقریباً هم‌سطح باشد؟



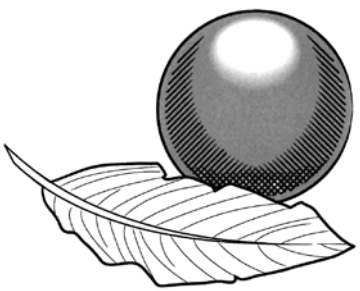
پاسخ در صفحهٔ ۱۳۲

سقوط آزاد

احتمالاً برای شما هم بدیهی است که شتاب‌گرفتن هنگام سقوط آزاد فقط به نیروی گرانشی بستگی دارد و درنتیجه برای همهٔ اجسام یکسان است. البته این ایده از آزمایش‌های انجام‌شده در جوّ زمین به دست نیامده است، زیرا می‌دانیم درون جوّ با پدیدهٔ مزاحم مقاومت هوا روبه‌رو هستیم. اگر یک گلوله و یک برگهٔ کاغذ را هم‌زمان رها کنیم، گلوله زودتر به سطح زمین برخورد می‌کند.

بیایید این آزمایش را یک‌مرحله پیچیده‌تر کنیم. جسم واحدی مثلاً یک گوی فولادی را از ارتفاعی زیاد رها می‌کنیم؛ یک‌بار در فصل زمستان و در شرایطی که دمای هوا ۴ درجهٔ سانتی‌گراد زیر صفر است و بار دیگر در فصل بهار، وقتی دمای هوا ۲۶/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است. گوی فولادی در حالت دوم (فصل بهار) در مدت زمان کمتری به زمین برخورد می‌کند، زیرا چگالی هوای گرم، کمتر و درنتیجه مقاومت هوا هم کمتر است.

حال تصور کنید استخری از آب در اختیار دارید و همین آزمایش را درون آب تکرار می‌کنید؛ بار نخست در شرایطی که دمای آب ۴ درجهٔ سانتی‌گراد زیر صفر است و بار دیگر وقتی دمای آن ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. در کدام دما، گوی فولادی در مدت زمان کمتری به کف استخر می‌رسد؟

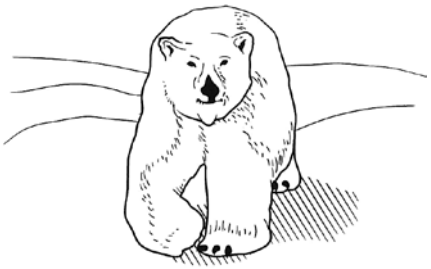


پاسخ در صفحهٔ ۱۳۳

قطب شمال

پورتو آلِگره در برزیل، روی نصف‌النهار ۵۰ درجهٔ غربی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجهٔ جنوبی واقع شده است و حدود ۱۵هزار کیلومتر با قطب‌شمال فاصله دارد. یوکلا در غرب استرالیا هم حدود ۱۵هزار کیلومتر با قطب‌شمال فاصله دارد.

چقدر احتمال دارد یوکلا یا هر نقطهٔ دیگری از زمین که به همان اندازه از قطب شمال فاصله دارد، بیش از ۱۵هزار کیلومتر با پورتو آلگره فاصله داشته باشد؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۳

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

داوید هیلبرت (۱۹۴۳ - ۱۸۶۲ میلادی)، ریاضیدان آلمانی

جورج پولیا، ریاضیدان مجارـ امریکایی داستان‌هایی از حضور ذهن نداشتن هیلبرت روایت کرده است. در یک مراسم مهمانی که در منزل ریاضیدان بزرگ برپا شده بود، همسر هیلبرت متوجه شد که شوهرش فراموش کرده است پیراهن تمیزی بپوشد؛ از این‌رو به همسرش گفت باید پیراهن تمیزی بپوشی. هیلبرت به طبقهٔ بالا رفت، ۱۰ دقیقه‌ای گذشت ولی خبری از آقای ریاضیدان نشد. خانم هیلبرت به طبقهٔ بالا رفت و او را در حالی یافت که با آرامش روی تخت به خواب رفته بود. به گفتهٔ پولیا «هیلبرت روال طبیعی کارها را طی کرده بود. او کتش را درآورد، کراواتش را باز کرد، دکمه‌های پیراهنش را یکی پس از دیگری باز کرد و ... درنهایت، روی تخت دراز کشید و خوابید».

ذرات مجازی

مجلهٔ مِنسا در نوامبر سال ۱۹۹۷، مقاله‌ای هیجان‌انگیز به قلم کالین واگستف در مورد ذرات زیراتمی منتشر کرده است. تشبیه‌های به‌کاررفته در این مقاله، مسئله‌ای جالب را به ذهن می‌رساند. البته پیش از آنکه مسئله را با شما مطرح کنم، بهتر است خلاصه‌ای از مقاله را بدانید.

دانشمندان یونانی، اتم را کوچک‌ترین ذرهٔ طبیعت می‌پنداشتند؛ اما قرن‌ها بعد اثبات شد که این فرضیه بیش از اندازه ساده‌انگارانه است. آزمایش‌های فیزیکدانان هسته‌ای به شکل‌گیری تصویری متفاوت انجامید، به این ترتیب که:

الف) اتم از یک هسته و الکترون‌هایی که به دور هسته می‌گردند تشکیل شده است.

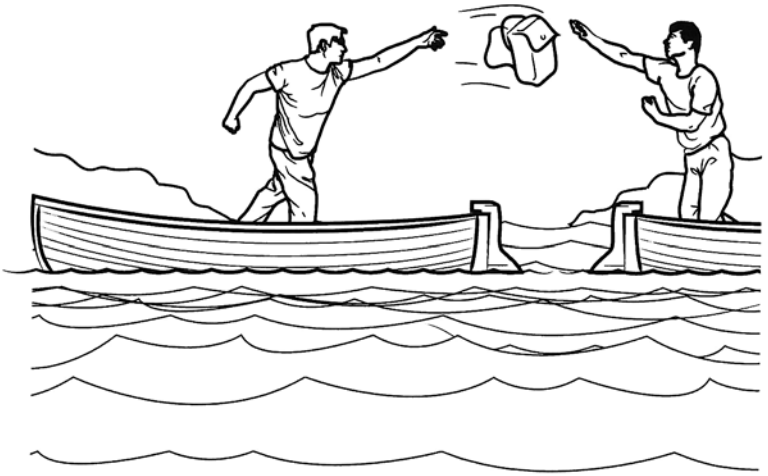
ب) خود هسته از پروتون‌ها و نوترون‌ها تشکیل شده است.

پ) پروتون‌ها و نوترون‌ها هم به‌نوبهٔ خود از کوارک‌ها تشکیل شده‌اند.

ت) نظریهٔ الکترودینامیک کوانتومی (QED) نه‌تنها توصیف‌گر پدیده‌های بین‌مولکولی است، بلکه پیش‌بینی می‌کند که هیچ‌جای عالم نمی‌توان فضای تهی و خالی پیدا کرد، زیرا «در هر جای آن، پیوسته ذرات جدیدی خلق می‌شوند که ناگهان پدیدار شده و لحظه‌ای بعد ناپدید می‌شوند؛ طول‌عمر این ذرات به شکلی باورنکردنی کوتاه است، طوری‌که آن‌ها را ذرات مجازی نامیده‌اند.»

واگستف تأثیر این ذرات را با استفاده از تشبیهی توضیح داده است که من آن را به یک معمای چالش‌برانگیز تبدیل کرده‌ام.

دو پسر را تجسم کنید که هر کدام در قایق خود روی دریاچه‌ای شناورند. قایق‌ها حدود یک‌متر با یکدیگر فاصله دارند و یکی از پسرها، کوله‌پشتی سنگینی را به سوی هم‌سفرش در قایق مجاور می‌اندازد.



پرسش‌ها

۱. هنگامی که کوله‌پشتی در هواست، چه اتفاقی برای سطح آب دریاچه می‌افتد؟

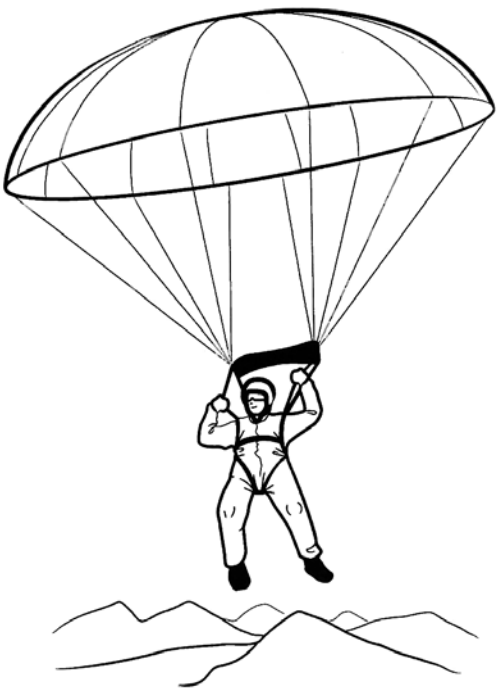
۲. برای دو قایق چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۳۳

چتر نجات

در نخستین روزهای آزمایش چتربازی، مشخص شد که چترهای نجات ناگهان از سویی به سوی دیگر تاب برمی‌دارند. این پدیده حتی در هوای آرام هم رخ می‌داد و در برخی موارد، شرایطی را پدید می‌آورد که می‌توانست به جمع‌شدن چتر نجات و مرگ چترباز منجر شود.

چرا این پدیده اتفاق می‌افتد؟ کدام ایدهٔ ساده ولی نبوغ‌آمیز توانست این خطر را برطرف کند؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۴

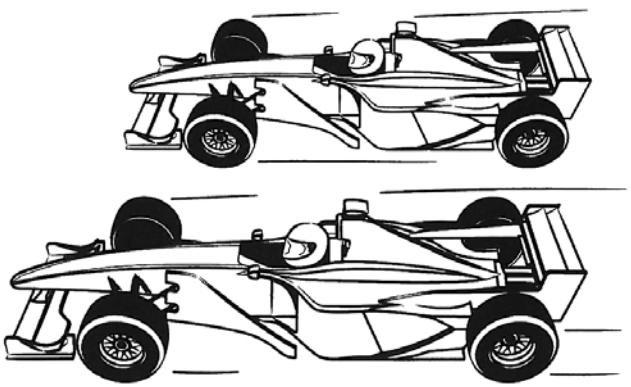
فرمول‌یک

هرگز علاقهٔ خاصی به مسابقه‌های اتومبیل‌رانی نداشته‌ام. یکی از دوستانم که هوادار این مسابقه‌هاست، تلاش کرد با توضیح اصول پایهٔ این مسابقه‌ها، نظر مرا تغییر دهد.

به‌رغم مهارت دوستم در ترغیب و قانع‌کردن، نظرم خیلی تغییر نکرد؛ چرا که باور داشتم عوامل اصلی موفقیت در این مسابقه‌ها، یکی خوش‌شانسی و دیگری برتری فنی خودروها نسبت به یکدیگر است و مهارت راننده، تأثیر کمی بر نتیجهٔ مسابقه دارد.

اما دوست من توضیح داد که مهارت راننده بسیار تعیین‌کننده است. برای مثال، اگر خودروی عقبی بتواند به شکل حرفه‌ای از خودروی جلویی سبقت بگیرد، می‌تواند فشاری روبه‌جلو برای خودش ایجاد کند و هم‌زمان، سرعت خودروی رقیب را کاهش دهد.

چطور چنین چیزی اتفاق می‌افتد؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۴

دیسک‌های سفالی

تیراندازی به دیسک‌های سفالی، تفریح هیجان‌انگیزی است که همین اواخر به آن علاقه‌مند شده‌ام. در این تفریح، با استفاده از تفنگ ساچمه‌ای سعی می‌کنم دیسک‌های سفالی پرتاب‌شده در هوا را هدف بگیرم. بازهٔ متنوعی از شرایط پرتاب وجود دارد: دیسک‌ها ممکن است از چپ یا راست پرتاب شوند، کند یا تند حرکت کنند، در ارتفاع زیاد باشند یا کم، در حال صعود باشند یا سقوط، با زاویهٔ قائمه نسبت به شما پرتاب شوند و در حال نزدیک شدن به شما باشند یا دور شدن از شما. البته فرقی نمی‌کرد که کدام شرایط پرتاب را انتخاب کنم، چرا که همیشه هدف را از دست می‌دادم.

هنگام تمرین، هروقت با دیسک عبوری (دیسکی که با زاویهٔ قائمه پرتاب می‌شد) مواجه می‌شدم، اگر بالای آن را هدف می‌گرفتم، مربی‌ام می‌گفت که پشت هدف تیراندازی کرده‌ای و اگر پایین آن را هدف می‌گرفتم، می‌گفت جلوتر از هدف تیراندازی کرده‌ای. آیا می‌توانید توضیح دهید چرا؟

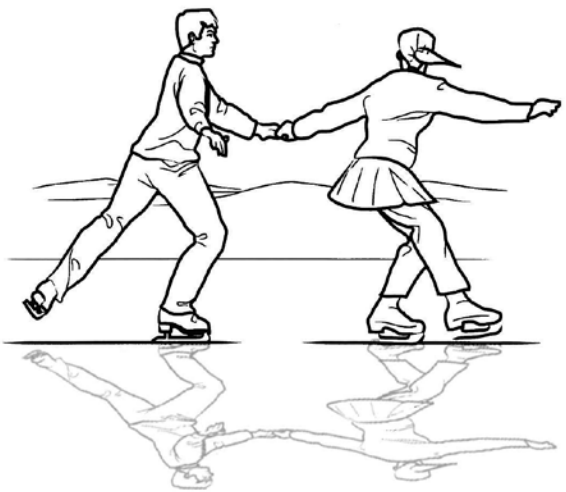
پاسخ در صفحهٔ ۱۳۵

اسکیت‌بازان برتر

ورزشکاران اسکیت روی یخ اغلب، نمایش خود را با حرکت دَوَران بسیار سریع (اسپین) روی یک نقطه به پایان می‌برند. آن‌ها معمولاً این کار را در پایان انجام می‌دهند تا سرگیجهٔ حاصل از آن روی دیگر کارهایی که می‌خواهند به نمایش بگذارند، تأثیر نگذارد. اسکیت‌باز برای افزایش سرعت دَوَران، بازوهای کشیدهٔ خود را به‌سوی داخل جمع می‌کند.

من به این پدیده از منظر انرژی علاقه‌مند شده‌ام. فرض کنیم انرژی اضافی دَوَران سریع، از تلاش ماهیچه‌ها برای به درون کشیدن بازوها حاصل می‌شود؛ اما وقتی اسکیت‌باز بازوهایش را دوباره تا آخر می‌کشد، دَوَران او بار دیگر کاهش پیدا می‌کند.

وقتی اسکیت‌باز سرعت دَوَران خود را کاهش می‌دهد، چه بر سر انرژی می‌آید؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۵

پرواز عقبگرد

من از آن‌دسته افرادی هستم که همیشه تلاش می‌کنند هنگام پرواز روی صندلی کنار پنجره بنشینند و در طول پرواز، بیرون را ببینند. همیشه چیزهای جالبی برای تماشاکردن پیدا می‌شود.

هفتهٔ پیش، روی صندلی نزدیک به لبهٔ جلویی بال نشسته بودم. وقتی به پایین نگاه کردم، متوجه خودرویی شدم که در امتداد جاده‌ای به موازات جهت پرواز هواپیما و هم‌جهت با ما در حرکت بود. صدالبته که ما با سرعت به‌مراتب بیشتری نسبت به خودرو حرکت می‌کردیم و طولی نکشید که بال هواپیما، روی خودرو را پوشاند و خودرو از نظر محو شد. با خودم فکر کردم که اگر خودرو با سرعتی بیشتر از هواپیما حرکت کند، از زیر بال بیرون می‌آید و اگر هواپیما و خودرو با سرعتی یکسان حرکت کنند، موقعیت نسبی آن‌ها ثابت می‌مانَد.

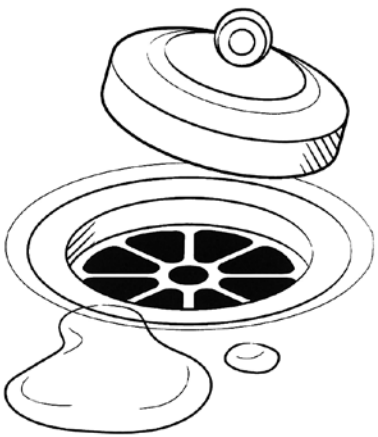
چند لحظه بعد، هواپیما شروع به چرخیدن کرد. از پنجره به امتداد لبهٔ بال خیره شدم و در کمال تعجب، متوجه شدم که نوک بال نسبت به اجسام ساکن روی زمین، رو به عقب حرکت می‌کند. آیا این بدان معنی است که باد بر فراز انتهای بال در جهت برعکس می‌وزد؟ اگر چنین است، هواپیما چگونه به پرواز خود ادامه می‌دهد؟

پاسخ در صفحهٔ ۱۳۵

در انتهای راه‌آب

یکی از دوستانم به‌تازگی به کشوری آفریقایی سفر کرده بود که خط استوا از آن می‌گذرد. او برایم از یکی از جاذبه‌های گردشگری این کشور تعریف کرد که تفاوت جهت گردش آب در حال سقوط درون چاهک در نیم‌کرهٔ شمالی و جنوبی زمین بود. فردی کارآفرین، سه لگن پر از آب آماده کرده بود؛ یکی را در چند متری شمال خط استوا گذاشته بود، یکی را در چند متری جنوب خط استوا و سومی را هم روی خود استوا. او سپس دریچهٔ چاهک‌ها را برمی‌داشت و نشان می‌داد که در نیم‌کرهٔ شمالی، آب در حال تخلیه به‌طور ساعتگرد خالی می‌شود؛ گردش آب در نیم‌کرهٔ جنوبی پادساعتگرد است و در لگن روی خط استوا، اصلاً گردش دورانی نمی‌کند.

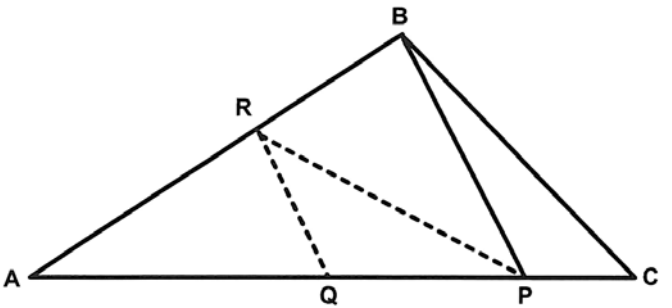
دوست من، این معرکه را به‌عنوان نمایشی قانع‌کننده از اثر کوریولیس پذیرفت و مانند بسیاری از گردشگران، انعام خوبی به راهنما پرداخت کرد. اما من خیلی به این ماجرا مشکوکم. می‌توانید توضیح دهید چرا؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۶

نصف‌کردن مثلث

در مثلث دلخواه ABC، P نقطه‌ای دلخواه روی وتر (بلندترین ضلع) است. Q هم نقطهٔ وسط پاره‌خط AC است. خط BP، نقطهٔ P را به رأس مقابل متصل می‌کند و QR خطی موازی BP است. حال نقطهٔ P را به نقطهٔ R متصل کنید و ثابت کنید مثلث ARP، مثلث ABC را نصف کرده است.



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۶

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

برتراند راسل (۱۹۷۰ - ۱۸۷۲ میلادی)، فیلسوف بریتانیایی

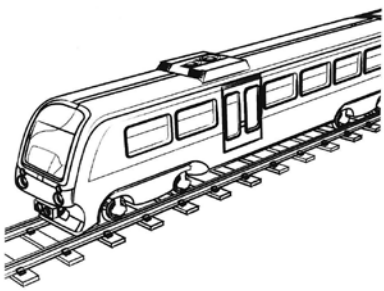
ویلیام جووانویچ، ناشر امریکایی، زمانی که دانشجوی دانشگاه هاروارد بود، معمولاً در کافه‌ای غذا می‌خورد که غذاهای ارزان و نسبتاً بی‌کیفیت عرضه می‌کرد. برتراند راسل هم در همان کافه غذا می‌خورد. یک‌روز، جووانویچ که نتوانسته بود جلوی کنجکاوی خود را بگیرد، به راسل گفت: «آقای راسل، من می‌دانم که چرا در چنین جایی غذا می‌خورم، چون فقیرم؛ اما شما چرا اینجا غذا می‌خورید؟» راسل هم پاسخ داد: «برای اینکه اینجا هرگز کسی مزاحمم نمی‌شود.»

خدمات حمل‌ونقل

آلن و برت همسایه‌اند. آن‌ها هر روز به اتفاق یکدیگر تا ایستگاه قطار پیاده‌روی می‌کنند و سپس روی سکوهای متفاوت منتظر می‌مانند، زیرا محل کارشان در دو سوی مخالف واقع شده است. آلن همیشه به همسایهٔ خود غبطه می‌خورد، زیرا محل کار برت فقط چند ایستگاه دورتر است و او معمولاً صندلی خالی پیدا می‌کند؛ درحالی‌که آلن سفر طولانی‌تری درون شهر پیش‌رو دارد و قطار معمولاً در پایانهٔ نزدیک به ایستگاه آن‌ها پر شده است.

آلن همچنین متوجه نکتهٔ دیگری نیز شده که او را به فکر فرو برده است. به‌نظر می‌رسد که قطار برت اغلب، زودتر از قطار او به ایستگاه می‌رسد؛ اما آلن می‌داند خدمات حمل‌ونقل ریلی شامل دو قطار است که روی خط مورد نظر جابه‌جا می‌شوند و هیچ برنامهٔ زمان‌بندی برای حرکت آن‌ها وجود ندارد؛ به بیان دیگر، آن‌ها در زمان‌های تصادفی به ایستگاه می‌رسند.

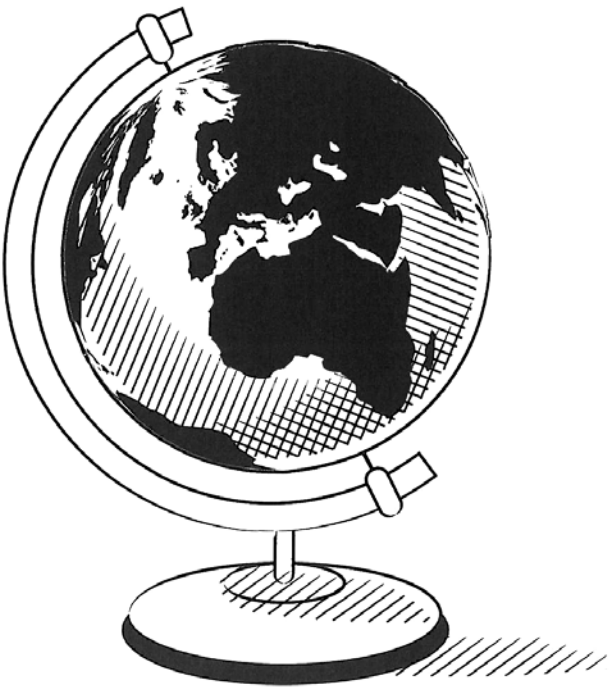
آلن که فکر می‌کرد ممکن است اشتباه تصور کرده باشد، برای مدتی زمان حرکت قطار خودش و قطار برت را ثبت کرد. با بررسی اطلاعات ثبت‌شده، او در کمال تعجب به این نتیجه رسید تعداد دفعاتی که قطار برت زودتر از قطار او به ایستگاه رسیده، ۵۰ درصد بیشتر است. برت چگونه توانسته بود زمان‌بندی قطار را به نفع خود تغییر دهد؟



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۷

کرهٔ جغرافیایی

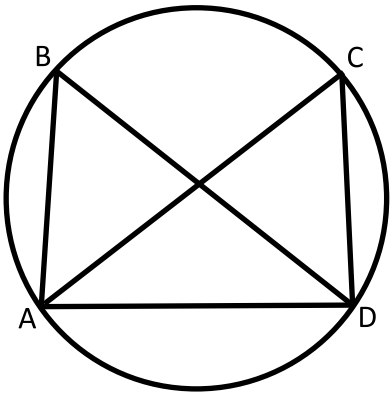
در اتاق مطالعه‌ام، کرهٔ جغرافیایی منحصربه‌فردی دارم که سطح جانبی و حجم آن بر حسب اینچ، حاصل‌ضرب یک عدد طبیعی چهاررقمی در عدد π است. شعاع کره را بیابید.



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۸

زاویه‌های هم‌کمان

گفته می‌شود تمام زاویه‌هایی که رو به یک کمان از دایره قرار دارند، با هم برابرند. ABD و ACD، دو مثلث رو به کمانی واحد هستند. ثابت کنید زاویه‌های B و C با هم برابرند.



پاسخ در صفحهٔ ۱۳۹

مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

جان فون‌نویمان (۱۹۵۷ - ۱۹۰۳ میلادی)، دانشمند مجار ـ امریکایی

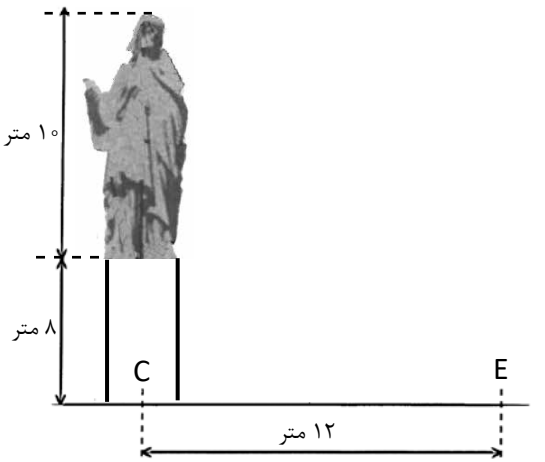
جان فون‌نویمان ذاتاً اهل شوخی بود و دست از این کار برنمی‌داشت. طی جنگ جهانی دوم، وقتی پروژهٔ «مغز الکترونیکی» را برای دولت به سرانجام رساند، آن را «تحلیل‌گر ریاضی، مجتمع‌کنندهٔ عددی و حساب‌گر» نامید. دیگر پژوهشگران پس از چند روز آزمایش و کارکردن با این ابزار پیشرفته متوجه شدند که نام این ابزار که سرنام عبارت انگلیسی Mathematical Analyzer, Numerical Integrator and Computer است، «MANIAC» به‌معنی دیوانه است.

میدان یادبود

در امتداد خیابان مشغول پیاده‌روی هستید که چشمتان به مجسمه‌ای بر فراز سکو می‌افتد. با نزدیک‌تر شدن به آن متوجه می‌شوید که مجسمه هم بزرگ و بزرگ‌تر دیده می‌شود، تا وقتی به نقطه‌ای می‌رسید که پس از آن، مجسمه کوچک و کوچک‌تر به نظر می‌رسد.

با مراجعه به کتاب گردشگری متوجه می‌شوید که مجسمه ۱۰ متر ارتفاع دارد و روی سکویی به ارتفاع ۸ متر مستقر شده است. ثابت کنید وقتی به فاصلهٔ ۱۲ متری از پای سکو می‌رسید، مجسمه به بیشترین ارتفاع ظاهری دیده می‌شود.

برای تصور بهتر، نقطهٔ E را چشم ناظر و نقطهٔ C را محل برخورد محور مجسمه با سطح جاده در نظر می‌گیریم.

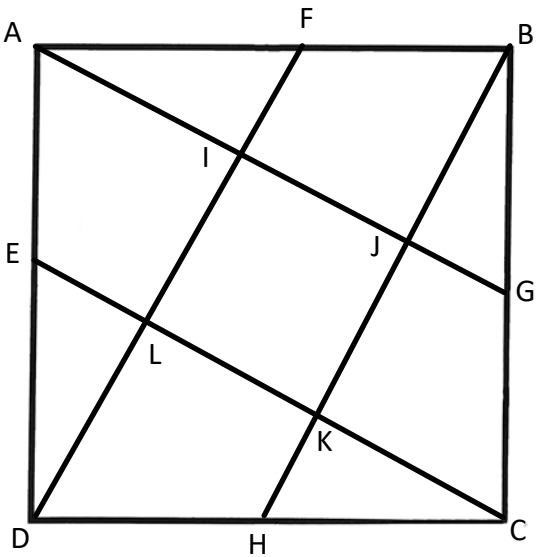


پاسخ در صفحهٔ ۱۴۰

دانشمند

طول ضلع مربع ABCD، ۲۰ متر است. از نقاط میانی اضلاع یعنی F،E، G و H، خطوطی را به رأس‌های مقابل رسم می‌کنیم تا مربع جدید LIJK شکل بگیرد. ثابت کنید که مساحت مربع داخلی ۸۰ مترمربع است.

به‌جای حساب‌وکتاب ریاضی، راه‌حلی خلاقانه ارائه دهید.

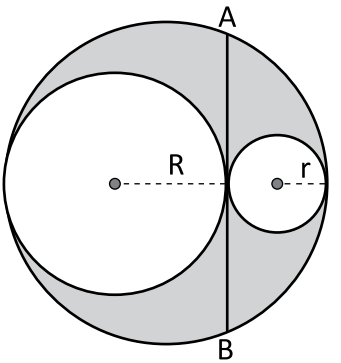


پاسخ در صفحهٔ ۱۴۱

در سایه

ارشمیدس به فرمولی برای محاسبهٔ مساحت ناحیهٔ سایه‌خورده در شکل زیر دست یافت:

$$A = \frac{\pi x^2}{8}$$



که در آن، x برابر است با طول خط AB.

ثابت کنید فرمول ارشمیدس درست است!

پاسخ در صفحهٔ ۱۴۲

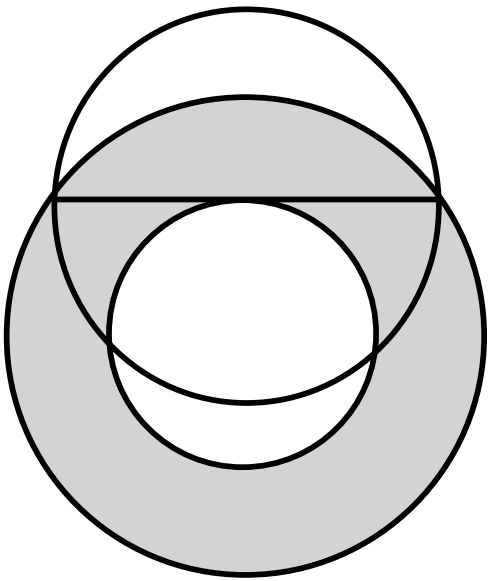
مغزهای بزرگ شبیه یکدیگر می‌اندیشند!

آلبرت اینشتین (۱۹۵۵ - ۱۸۷۹ میلادی)، فیزیک‌دان آلمانی ـ امریکایی

اینشتین در خردسالی خیلی دیر به حرف آمد و پدر و مادرش خیلی نگران این موضوع بودند. یک‌شب بر سر میز شام، سکوت اینشتین به پایان رسید و گفت: «سوپ خیلی داغه!» والدین اینشتین که از شنیدن صدای او خوشحال شده بودند، پرسیدند که چرا تا آن‌موقع هیچ حرفی نزده است. آلبرت هم پاسخ داد: «برای اینکه تا الان همه‌چیز منظم و روی روال بود.»

ورزشگاه مدوّر

ورزشگاهی مدوّر را تصور کنید که زمین دویدن آن، حلقه‌ای بین دو دایرهٔ هم‌مرکز است. ثابت کنید مساحت زمین دویدن برابر است با مساحت دایره‌ای که قطر آن، وتری از دایرهٔ بزرگ و مماس بر دایرهٔ کوچک است.



پاسخ در صفحهٔ ۱۴۳

پاسخ‌ها

چگونه روی کوه یخ زنده می‌مانید؟

یخ‌های قطبی نمک دارند؛ بنابراین وقتی ذوب شوند، مانند آب‌دریا غیرآشامیدنی خواهند بود. با این‌حال به مرور زمان، آب شور موجود در قطعات یخ تحت تأثیر گرانش به‌سوی پایین حرکت می‌کند. این اثر گرانشی سبب می‌شود که پس از حدود یک‌سال بتوان یخ ذوب‌شده را آشامید و اگر چند سال صبر کنیم، یخ کاملاً عاری از نمک خواهد شد.

البته این مشکل در تمام نقاط قطب شمال اتفاق نمی‌افتد، زیرا بخشی از توده‌های یخ حاصل بارندگی هستند. اما بسیاری از نواحی قطبی با این مشکل مواجهند، زیرا در آن‌ها به میزان کافی برف نمی‌بارد و همان میزان اندک هم با وزش بادهایی که سرعتشان به ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت می‌رسد، پراکنده می‌شوند.

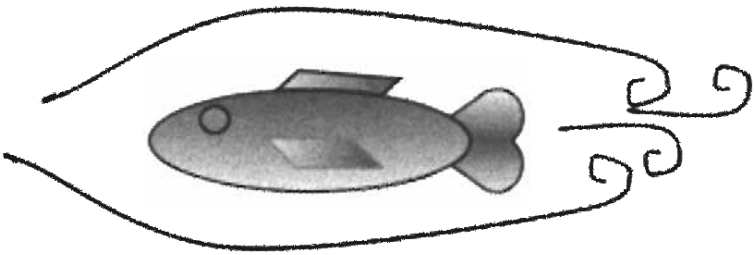
در میان روش‌های نمک‌زدایی متنوعی که ابداع شده است، روش جایگزینی بر پایهٔ انجماد وجود دارد که از تفاوت نقطهٔ انجماد آب‌شیرین و آب‌شور برای نمک‌زدایی بهره می‌برد؛ اما تجهیزات مورد نیاز برای اجرای این روش از دسترس جامعهٔ اسکیموها دور است؛ اگر شما این تجهیزات را در اختیار داشتید و درون یخچال‌های قطبی به دام افتادید، می‌توانید از این روش برای تهیهٔ آب‌شرب استفاده کنید.

سر خاراندن

۲۰۰ سال پیش از میلاد، اراتوستن روشی خلاقانه برای اندازه‌گیری محیط زمین ابداع کرد. او می‌دانست که مقارن با ظهر انقلاب تابستانی، میله‌ای عمودی در شهر سوئنه (مصر) سایه نمی‌اندازد ــ در ظهر انقلاب تابستانی، خورشید بر شهر سوئنه عمود می‌تابد ــ درحالی‌که در همان لحظه، میله‌ای عمودی که ۵۰۰۰ استادیا (۸۰۰ کیلومتر) دورتر در شهر اسکندریه قرار دارد، سایه‌ای می‌اندازد که زاویه‌ای معادل ۷ درجه و ۱۲ دقیقه می‌سازد. با استفاده از این اطلاعات، اراتوستن توانست محیط زمین را با خطای کمتر از ۲ درصد نسبت به میزان واقعی آن اندازه‌گیری کند.

دستهٔ ماهی‌ها

وقتی ماهی شنا می‌کند، گردابه‌هایی مانند آنچه در شکل زیر می‌بینید، ایجاد می‌کند. گردابه‌ای که درست پشت‌سر ماهی شکل گرفته است، سبب می‌شود آب برخلاف جهت حرکت ماهی جریان پیدا کند؛ درحالی‌که بالا، پایین، چپ و راست ماهی، گردابه‌ها در راستای حرکت ماهی جریان دارند. دستهٔ ماهی‌ها بلافاصله خود را در راستایی قرار می‌دهند که انرژی لازم برای شنا به کمترین میزان ممکن برسد.



متناقض‌نمای درخت

نخستین‌بار، استیون هیلز بود که در آغاز قرن هجدهم میلادی، چرخهٔ شیرهٔ درختان را طی آزمایش‌هایی بررسی کرد. اشتباه بزرگی است اگر درختان را مانند لوله‌ای توخالی تصور کنیم که آب حاصل از بارندگی از بالای آن به پایین سرازیر می‌شود یا از درون ریشه‌ها به بالای درخت پمپاژ می‌شود. درخت، موجودی زنده است و فرایندهای دقیقی درون سلول‌های زنده اتفاق می‌افتد که سبب می‌شود آب رو به بالا حرکت کند و شکر تولیدشده در فرایند فتوسنتز به‌سوی پایین منتقل شود.

اگر شک دارید که سلول‌ها می‌توانند چنین کارهای خارق‌العاده‌ای را انجام دهند، کافی است به بدن خودتان دقت کنید. در فرایندهای اسمزی، آب از درون غشای

نیمه‌تراوا می‌گذرد تا محلولی غلیظ را رقیق کند؛ اما درون کلیه‌ها، سلول‌ها عکس این فرایند را انجام می‌دهند و با بازیابی آب، مانع از کم‌شدن آب بدن می‌شوند.

قولنج شکستن

مفاصل انگشتان با مایعی روان‌سازی می‌شوند که ریزحباب‌هایی از گاز درون آن وجود دارد. وقتی انگشتانتان را می‌کشید، فشار درون مفاصل را تغییر می‌دهید و تعادل موجود در روان‌ساز را به‌هم می‌زنید؛ درنتیجه ریزحباب‌ها می‌ترکند یا از حالت محلول آزاد می‌شوند و آن صدای خاص قولنج‌شکستن را پدید می‌آورند.

کمی زمان لازم است تا حباب‌های گاز دوباره درون مایع روان‌ساز تجمع پیدا کنند و شما بتوانید صدای قولنج‌شکستن را بشنوید.

تحت فشار

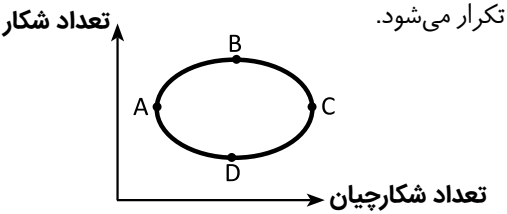
فشارخون به عوامل مختلفی بستگی دارد که یکی از آن‌ها فاصله از قلب است. برای اندازه‌گیری استاندارد و حذف این عامل متغیر، فشارخون را در همان ارتفاع قلب می‌سنجند. در غیر این‌صورت، قد بیمار هم به‌عنوان یکی از متغیرهای مؤثر در فشارخون وارد معادلات می‌شود و دیگر نمی‌توان به اندازه‌گیری‌ها اعتماد کرد.

بذرهای حقیقت

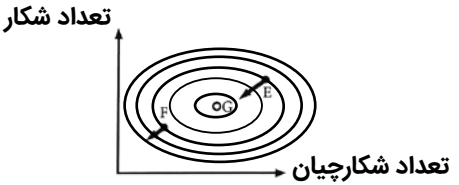
البته که نارگیل، دانهٔ نوعی درخت نخل است. سرریشه که به گیاهی جدید تبدیل می‌شود، زیر یکی از سه «چشم» نارگیل در انتهای نارگیل واقع شده است. پیش از بسته‌بندی و ارسال نارگیل، اتوی داغی را روی هر سه چشم نارگیل می‌گذارند تا سرریشه از بین برود و از جوانه‌زدن نارگیل پیشگیری شود. با این کار می‌توان نارگیل را برای زمان طولانی‌تری در قفسه‌های فروشگاه نگهداری کرد.

مبارزه با آفت‌ها

پژوهشگران دریافته‌اند در اکوسیستم‌هایی که شکارچی (کفشدوزک) و شکار (شته) وجود دارد، جمعیت آن‌ها در الگویی چرخه‌ای تغییر می‌کند. اگر این سیستم بدون کنترل بماند، انفجاری در جمعیت شکارها اتفاق می‌افتد (نقطهٔ A روی نمودار) و غذای فراوانی برای شکارچیان فراهم می‌شود، درنتیجه جمعیت شکارچیان هم افزایش می‌یابد (نقطهٔ B). فعالیت گستردهٔ شکارچیان، کاهش جمعیت شکار را به‌همراه دارد (نقطهٔ C) که آن هم درنهایت به کاهش جمعیت شکارچیان منتهی می‌شود (نقطهٔ D). این چرخه به همین ترتیب تکرار می‌شود.



البته باتوجه به وضعیت آغازین، حالت‌های مختلفی از این «حلقه‌های جمعیتی» می‌تواند اتفاق بیفتد:



اگر سمپاشی را زمانی انجام دهید که هر دو جمعیت (شکار و شکارچی) در بیشترین حالت باشند (نقطهٔ E)، چرخهٔ جمعیت به حلقهٔ کوچک‌تری جابه‌جا می‌شود و تعداد حشرات، پایین باقی می‌ماند. اگر شما آن‌قدر بدشانس باشید که سمپاشی را در شرایط جمعیت حداقلی انجام دهید، وضعیت را به حلقه‌ای بیرونی منتقل می‌کنید؛ این وضعیت درنهایت تعداد شته‌ها را افزایش می‌دهد و شما آرزو می‌کنید که ای‌کاش هیچ دخالتی نمی‌کردید.

در صورت‌مسئله گفته‌ایم که وضعیت فعلی باغ پایدار است، بنابراین ما در مرکز این الگو (نقطهٔ G) قرار داریم و سمپاشی به بدتر شدن شرایط منجر می‌شود.

چوب‌کبریت

آیرودینامیک سبب می‌شود که چوب‌کبریت همیشه روی لبه سقوط کند، زیرا این وضعیت متناظر با کمترین مقاومت هواست. هنگام برخورد با زمین، چوب‌کبریت به‌دلیل موقعیت پایدار گرانیگاه، روی سطح خود می‌چرخد. اگر بتوانید چوب‌کبریت را طوری خم کنید که زاویه‌ای بسازد، گرانیگاه درون این زاویه قرار خواهد گرفت و چوب‌کبریت پس از برخورد با زمین، روی لبه باقی می‌ماند.

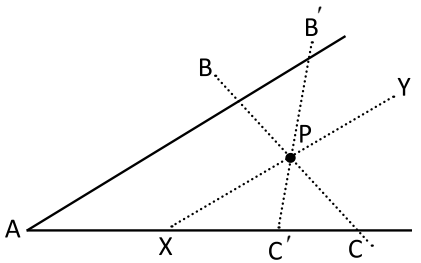
زمان برگ‌ریزان

میلیون‌ها سال فرگشت (تکامل)، این اطمینان را به همراه داشته است که درختان، برگ‌های خود را در بهترین زمان بریزند. اگر برگ‌ریزان زودتر شروع شود، زمان ارزشمندی برای درختان از دست می‌رود و اگر برگ‌ریزان دیرتر آغاز شود، ممکن است در اثر یخبندان آسیب ببینند و درمجموع، گیاه آسیب بیشتری ببیند.

گرم و سرد

آب‌های گرم دریا بالاتر از آب‌های سرد قرار می‌گیرند و به لطف بیشتربودن نیروی گریز از مرکز در استوا، جریان فوقانی و گرم‌تر آب که به‌سوی قطب‌شمال جریان دارد، به سمت راست و رو به اروپا منحرف می‌شود و جریان مخالف سرد به سمت امریکای شمالی می‌رود.

سه نقطه

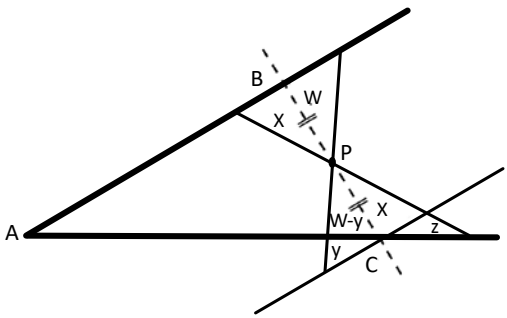


از صورت‌مسئله متوجه می‌شویم که مثلث ABC دارای کمترین مساحت ممکن است. حال به اثبات آن می‌پردازیم. ابتدا خط دلخواه $B'C'$ را رسم می‌کنیم، به این ترتیب که خط BC را در راستای ساعتگرد حول نقطهٔ P دوران می‌دهیم. حال با استفاده از قضیهٔ حد، زاویهٔ $AB'C'$ را به سمت صفر میل می‌دهیم. برای این کار، می‌توان نقطهٔ B' را به سمت بینهایت جابه‌جا کرد و خط $B'C'$ را به خط XY تبدیل کرد که موازی AB است. به‌وضوح می‌توان گفت که مساحت این مثلث به بینهایت میل می‌کند و بنابراین، بزرگ‌ترین مثلث ممکن است. اگر XY را در جهت پادساعتگرد دوران دهیم، مثلث پیوسته کوچک و کوچک‌تر می‌شود تا به نقطه‌ای بحرانی برسد و پس از آن، دوباره بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود تا درنهایت، XY با AC موازی شود و بار دیگر، مثلثی با

مساحت بینهایت شکل بگیرد. مشخص است که کوچک‌ترین مثلث ممکن، در جایی بین این دو حالت حدی پدید می‌آید.

همچنین می‌بینیم که وقتی خط XY را از موقعیت $B'C'$ در راستای پادساعتگرد دوران می‌دهیم، اختلاف بین $B'P$ و $C'P$ رو به کاهش می‌گذارد تا جایی‌که به صفر می‌رسد و پس از آن منفی می‌شود. از نظر منطقی، کوچک‌ترین مثلث زمانی پدید می‌آید که P، نقطهٔ میانی باشد. شاید این استدلال کمی پیچیده به نظر برسد، اما اثباتی زیباست زیرا به جای آنکه بر روش‌های ریاضیاتی پیچیده مانند حساب دیفرانسیل و انتگرال متکی باشد، بر اساس استدلال منطقی صِرف پیش می‌رود.

البته اثبات متداول‌تری هم برای این مسئله وجود دارد:



از نقطهٔ C، خطی به موازات AB رسم کنید.

الف) تصور کنید که BC در راستای ساعتگرد حول نقطهٔ P دوران می‌کند. مثلثی که پدید می‌آید، به اندازهٔ W بزرگ‌تر و به اندازهٔ (W-y) کوچک‌تر می‌شود؛ بنابراین مساحت آن بیشتر می‌شود.

ب) تصور کنید که BC در راستای پادساعتگرد حول نقطهٔ P دوران می‌کند. مثلثی که پدید می‌آید، به اندازهٔ (X+z) بزرگ‌تر و به اندازهٔ X کوچک‌تر می‌شود؛ بنابراین مساحت آن هم بیشتر می‌شود.

به این ترتیب، مساحت مثلث اولیه باید کمترین میزان ممکن باشد.

خطوط مستقیم

در اجسام متقارن، منصّف‌ها یکدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند؛ اما در اجسام نامتقارن این‌طور نیست.

صعود با تله‌کابین

هر کابینی که به کابین متناظر در ردیف روبه‌رو می‌رسد، در نیمهٔ مسیر قرار دارد. از آن‌جایی‌که من در اولین کابین بودم، زمانی به نیمهٔ مسیر می‌رسم که از اولین کابین ردیف مقابل بگذرم. اما مجموعهٔ تله‌کابین‌ها زمانی به میانهٔ مسیر می‌رسند که کابین‌های وسط از مقابل یکدیگر بگذرند و این وضعیت زمانی اتفاق می‌افتد که کابین من از مقابل آخرین کابین ردیف مقابل بگذرد.

آینه، آینه

پاسخ‌ها به ترتیب زیرند:

۱. آینه را روی کف یا سقف بگذارید.

۲. آینه را با زاویهٔ ۴۵ درجه روی زمین بگذارید.

۳. من هم نمی‌توانم پاسخی برای این پرسش بیابم.

کافی است به محیط‌هایی انباشته از حیوانات چرنده فکر کنید تا بفهمید که این راهبرد تا چه‌اندازه برای علف‌ها موفقیت‌آمیز است.

مزاحم روی چشم

اجسام شناوری که در صورت‌مسئله به آن‌ها اشاره کردیم، درواقع سایه‌های ساختارهای

ریزمقیاس موجود در زجاجیه هستند که روی شبکیه می‌افتند. زجاجیه، مادهٔ ژله‌مانندی است که فضای پشت عدسی چشم را پر کرده.

همهٔ افراد هرازگاهی متوجه این اجسام شناور می‌شوند و این پدیده خطری جدی به همراه ندارد؛ اما اگر اختلالات بینایی دائمی یا نگران‌کننده دارید، حتماً باید به پزشک متخصص چشم مراجعه کنید.

ماجرای صابون

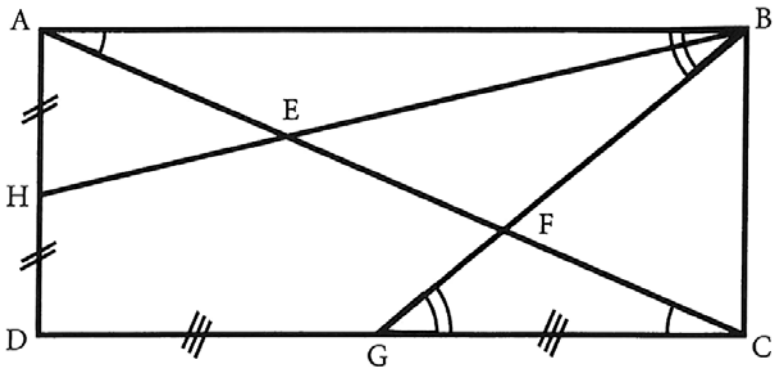
الف) صابون به‌طور طبیعی خشک می‌شود؛ بنابراین هرچه زمان بیشتری در مجاورت هوا بماند، خشک‌تر می‌شود و سخت‌تر می‌توان آن را کف‌آلود کرد.

ب) هرچه صابون کوچک‌تر شود، نسبت سطح به حجم آن افزایش می‌یابد. این موضوع، تسریع فرایند خشک‌شدن را به همراه دارد.

ج) هرچه بیشتر از صابون استفاده کنیم، کوچک‌تر می‌شود و مساحت جانبی آن هم کاهش پیدا می‌کند. سهولت تولید کف به میزان مساحت جانبی صابون بستگی دارد.

لوگوی اسرارآمیز

دو مثلث ABF و CGF را در نظر بگیرید.



زاویهٔ FAB = زاویهٔ FCG (زوایای متناوب) و

زاویهٔ FBA = زاویهٔ FGC (زوایای متناوب)

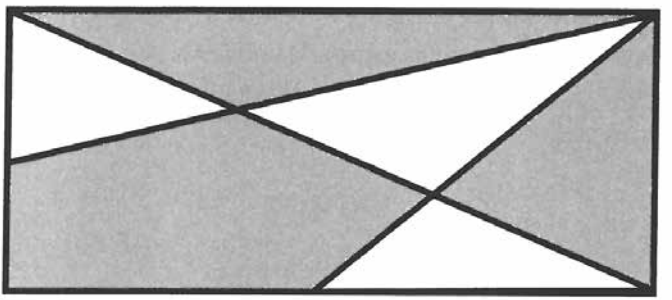
بنابراین دو مثلث ABF و CGF با هم برابرند.

پس می‌توان نوشت:

$$\frac{AF}{CF} = \frac{AB}{CG} = \frac{۲}{۱}$$

و

$$AF = ۲CF$$



با استدلالی مشابه می‌توان به این نتیجه رسید که

$$EC = ۲AE$$

گرداگرد یک کره

کلید اثبات در این اصل نهفته است که از هر سه نقطه، یک صفحه می‌گذرد. کافی است صفحه‌ای را که از آن سه نقطهٔ دلخواه می‌گذرد، تصور کنید تا متوجه شوید که این سه نقطه باید در یک نیم‌کره واقع شده باشند.

دمیدن دود

دودی که از خود سیگار برمی‌خیزد، از ذرات بسیار ریزی تشکیل شده که ابعاد آن‌ها از مرتبهٔ کوچک‌ترین طول‌موج نور مرئی است. از آن‌جایی‌که کوچک‌ترین طول‌موج نور مرئی مربوط به انتهای آبی طیف است، پرتوهای آبی بیشتر توسط این ذرات پراکنده می‌شوند درحالی‌که طول‌موج‌های بلندتر (انتهای سرخ طیف) تأثیر خاصی نمی‌پذیرند. از سوی دیگر، ذرات دود بازدم‌شده به لایه‌ای مرطوب آغشته شده‌اند که روی آن‌ها میعان پیدا کرده و اندازهٔ آن‌ها را افزایش داده است، درنتیجه تمام طول‌موج‌های مرئی به یک میزان پراکنده می‌شوند و رنگ خاکستری روشن دود را پدید می‌آورند. این پدیده به «اثر تیندال» معروف است و توضیح می‌دهد چرا آسمان که مملو از ذرات ریز غبار است، آبی است و غروب آفتاب به رنگ سرخ دیده می‌شود.

انرژی خنک

هرچند این ایده روی کاغذ منطقی به نظر می‌رسد، اما در عمل امکان‌پذیر نیست. میزان انرژی لازم برای ذوب‌کردن یک گرم یخ در دمای ذوب (صفر درجهٔ سانتی‌گراد) و گرم‌کردن آن تا دمای بدن، حدود ۰/۴ ژول یا ۰/۱ کالری است. میزان انرژی حاصل از خوردن یک گرم بادام‌زمینی حدود ۲۵ ژول (۶ کالری) است. برای خنثی‌کردن اثر یک بستهٔ ۱۵۰ گرمی بادام‌زمینی، فرد باید ۹۰ هزار سانتی‌مترمکعب یخ بخورد.

پرواز در ارتفاع بالا

حتی با احتساب فاصلهٔ بیشتر، پرواز در ارتفاع بالاتر باز هم ارزان‌تر تمام می‌شود؛ زیرا هواپیما بالاتر از تلاطمات جوّی پرواز می‌کند. از سوی دیگر، هوای رقیق‌تر مقاومت کمتری هم دارد و این به معنی مصرف سوخت کمتر است. همچنین امکان بهره‌برداری از بادهای پرسرعتی که در ارتفاعات بالاتر جوّ می‌وزند، وجود دارد.

حدّ سرعت

زمانی که نیروی پیشران موتور با مقاومت هوا یا اصطکاک برابر شد، خودرو از شتاب گرفتن بازمی‌ایستد و به سرعت نهایی می‌رسد. موشکی که در خارج از جوّ حرکت می‌کند، اصطکاکی را تجربه نمی‌کند و بنابراین محدودیتی برای شتاب‌گیری آن وجود ندارد.

البته حدی نهایی برای سرعت هر جسم متحرک وجود دارد و به همین دلیل، موشک هرگز نمی‌تواند حد سرعت نور را پشت‌سر بگذارد.

روزی روزگاری...

اگر هر دو کشتی سفر را در یک لحظه آغاز کرده باشند و هم‌زمان بازگردند، سفر هردو مدت‌زمان یکسانی طول کشیده است؛ اما این دو کشتی تعداد روزهای متفاوتی را شمارش کرده‌اند. اگر فرض کنیم سفر از دید ناظر ساکن در جزیره X روز طول کشیده است، کشتی رهسپار غرب که بر خلاف جهت گردش وضعی زمین سفر کرده، زمان سفرش را X - ۱ روز شمرده است، زیرا در مقایسه با زمین، یک گردش کمتر انجام داده است. کشتی رهسپار شرق که هم‌جهت با گردش وضعی زمین حرکت کرده، زمان سفرش را X + ۱ روز شمرده است.

با انتخاب خط بین‌المللی زمان، اختلالاتی از این دست اصلاح شد.

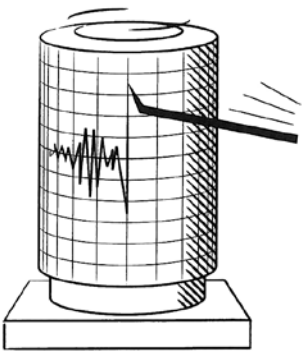
شتاب

اگر فرض کنیم تیله اصطکاکی نداشته باشد، همیشه با همان شتاب نسبی در امتداد شیب حرکت می‌کند. اگر خودرو با شتابی کمتر از شتاب تیله حرکت کند، تیله کماکان به حرکت روبه‌جلو ادامه می‌دهد. اگر شتاب خودرو بیشتر از شتاب تیله باشد، تیله به سمت عقب خودرو حرکت می‌کند؛ اما وقتی هر دو شتاب دقیقاً برابر باشند، تیله نسبت به خودرو ساکن باقی می‌ماند.

ارتعاشات خوب

امواج زلزله به دو روش می‌توانند در اطراف زمین منتشر شوند. نخست، آن‌ها می‌توانند شبیه حرکت امواج دریا روی سطح زمین منتشر شوند. دوم، آن‌ها می‌توانند مستقیماً از مرکز زمین بگذرند. این دو نوع موج با سرعت‌های متفاوتی حرکت می‌کنند و مسافت‌های متفاوتی را می‌پیمایند، درنتیجه در زمان‌های متفاوتی به لرزه‌نگار می‌رسند.

چگالی زمین یکنواخت نیست. هستهٔ چگال‌تر مانند عدسی عمل می‌کند و ارتعاشات را در برخی نقاط متمرکز می‌کند و روی برخی نقاط دیگر «سایه» می‌اندازد.



آمادهٔ انفجار

راز این نمایش در آن است که فشار آب در هر نقطه به عمق آن بستگی دارد، نه به وزن آب بالای آن. اگر لولهٔ متصل به بالای بشکه باریک باشد، مقدار کمی آب می‌تواند فشار زیادی را درون بشکه ایجاد کند، چراکه عمق هر نقطهٔ درون بشکه نسبت به سطح آزاد آب بیشتر شده است.

اگر از لولهٔ باریک‌تری استفاده کنیم، برای افزایش عمق به میزان کمتری آب نیاز داریم. اگر سطح مقطع لولهٔ دوم نصف لولهٔ قبلی باشد، آن‌گاه با نصف آبی که در مرحلهٔ اول استفاده کردیم می‌توانیم به همان ارتفاع دست یابیم. بنابراین نصف‌پارچ کفایت می‌کند.

در سقوط آزاد

وقتی سرعت هواپیما به‌قدری کم شود که بال‌ها نتوانند نیروی برآی کافی تولید کنند، هواپیما دچار ایستایی می‌شود. با وقوع ایستایی، هواپیما شروع به سقوط می‌کند. در اغلب هواپیماها، نیمهٔ جلو وزن بیشتری دارد؛ درنتیجه هواپیما با دماغه شیرجه می‌رود. در حال شیرجه، سرعت هواپیما رفته‌رفته بیشتر می‌شود، هوای بیشتری روی بال جریان می‌یابد و نیروی برآ تولید می‌شود. درنهایت، نیروی برآی کافی فراهم می‌شود تا خلبان بتواند هواپیما را از حالت شیرجه خارج کند.

این پدیده را می‌توان در پروازهای حلقوی برخی هواپیماهای کاغذی هم مشاهده کرد.

انباشت برف

بادهایی که برف را به این‌سو و آن‌سو می‌برند، از چند متر مانده به ساختمان‌های بزرگ واگرا می‌شوند و ذرات برف را پیش از برخورد به سطوح بادگیر پراکنده می‌کنند. اجسام کوچک‌تر مسیر باد را منحرف نمی‌کنند، درنتیجه برف امکان انباشت پیدا می‌کند.

خط‌کش نیم‌متری

انگشتی که زودتر زیر خط‌کش می‌لغزد، اصطکاک کمتری با خط‌کش دارد. اصطکاک به سهمی از وزن خط‌کش که روی انگشت افتاده، بستگی دارد. می‌توانید هرقدر که خواستید تلاش کنید، اما هرگز نمی‌توانید وزن روی دو انگشت را به تعادل دقیق برسانید. تفاوتی جزئی کافی است تا یکی از انگشتان زودتر از دیگری بلغزد. اما وقتی انگشت لغزنده به مرکز خط‌کش نزدیک شد، سهم وزن روی آن بیشتر می‌شود؛ درنتیجه می‌ایستد و انگشت دیگر شروع به لغزش می‌کند.

تمرین هدف‌گیری

شما باید سمت چپ هدف را نشانه بگیرید. به‌دلیل دَوَران وضعی زمین، هر جسم متحرکی از مسیر صاف خود منحرف می‌شود. این انحراف در شمال استوا به‌سمت راست و در جنوب استوا به‌سمت چپ اتفاق می‌افتد.

این پدیده را به افتخار گاسپار دو کوریولیس (۱۸۴۳ - ۱۷۹۲ میلادی)، فیزیکدان فرانسوی که نخستین‌بار آن را با معادلات ریاضی تحلیل کرد، «اثر کوریولیس» می‌نامند. اثر کوریولیس برای هواشناسان، دریانوردان و نظامیان اهمیت بسیاری دارد.

تقلا برای تنفس

وقتی کسی به سطح آب صعود می‌کند، فشار خارجی وارد بر بدنش کاهش می‌یابد. ریه‌ها دارای هوایی هستند که تحت تأثیر این افت فشار خارجی، منبسط می‌شود و می‌تواند باعث ترکیدن ریه‌ها شود. به غواصان آموزش داده می‌شود هنگام بازگشت اضطراری به سطح آب، دهان خود را باز نگه دارند تا هوای منبسط‌شونده بتواند از بدن خارج شود.

بومرنگ

طول بومرنگ‌های برگشت‌پذیر، بین ۳۰ تا ۷۵ سانتی‌متر است؛ آن‌ها به سمت چپ تاب برداشته‌اند و می‌توانند تا مسافتی بیش از ۹۰ متر پرواز کنند و برگردند. تاکنون چندین توضیح برای عملکرد آن‌ها ارائه شده است. تی. ال. میچل در سال ۱۸۴۶ میلادی پیشنهاد کرد که برگشتن بومرنگ، حاصل تأثیر متقابل شکل تاب‌برداشتهٔ آن و حرکت دَوَرانی است. البته این توضیح چیزی بیشتر از توصیف صورت‌مسئله نبود. توضیح به‌مراتب قانع‌کننده‌تر را ای. هس در مقالهٔ «آیرودینامیک بومرنگ‌ها» ارائه داد (ساینتیفیک امریکن، نوامبر ۱۹۶۸ میلادی).

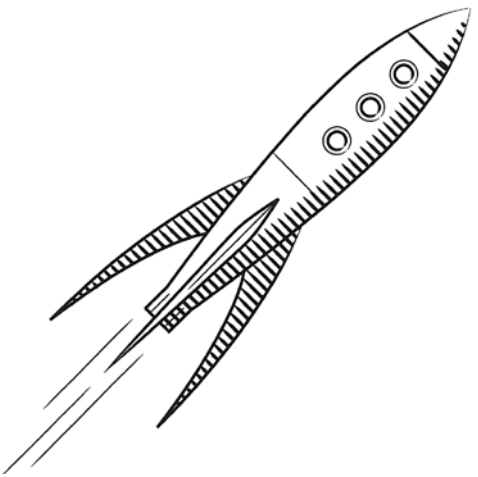
بومرنگ، نوعی ایرفویل [ماهی‌وار] است و می‌توان در آن نیروی برآ تولید کرد. نیروی برآ در نیمهٔ بالایی آن بیشتر است، زیرا در همان جهت پرواز بومرنگ می‌چرخد؛ درحالی‌که نیمهٔ پایینی بومرنگ خلاف جهت حرکت می‌چرخد.

حباب‌های جوشان

در اعماق تونل، فشار خیلی زیاد بود؛ بنابراین کربن‌دی‌اکسید بیشتری در محلول باقی ماند؛ اما وقتی افراد در معرض فشار پایین‌تر در سطح آب قرار گرفتند، کربن‌دی‌اکسید باقی‌مانده در محلول آزاد شد.

نبرد موشکی

موشک‌های V-2 سریع‌تر از سرعت صوت پرواز می‌کردند و بنابراین نمی‌شد صدای نزدیک‌شدن آن‌ها را شنید. تنها زمانی می‌شد صدای انفجار را شنید که آن‌ها به هدف برخورد کرده بودند و این برای پناه‌گرفتن، خیلی دیر بود.



پرچم

اثر برنولی روی پرچم اتفاق می‌افتد. هیچ پرچمی صددرصد صاف نیست. کوچک‌ترین ناهمواری باعث می‌شود جریان هوا بر فراز آن سرعت بگیرد، فشار هوا در سمت ناهموار کاهش پیدا کند، و فشار هوای بیشتر در سوی مخالف، پرچم را تکان دهد.

قایقی روی دریاچه

سکان فقط در شرایطی تأثیرگذار است که قایق و آب نسبت به یکدیگر حرکت نسبی داشته باشند. برای پاسخ به پرسش مطرح‌شده، باید بدانیم که آیا حرکتی نسبی بین قایق و آب وجود دارد یا نه. به احتمال زیاد چنین حرکتی وجود دارد؛ اما از آن‌جایی‌که نیروهای زیادی بر قایق وارد می‌شوند، برای این پرسش نمی‌توان پاسخی قطعی ارائه داد.

نخستین نیرو، گرانش است. تصور کنید رودخانه یخ زده است. اگر از اصطکاک صرف‌نظر کنیم، قایق در امتداد شیب سُر می‌خورد. حال نوبت به نیروی شناوری می‌رسد که مؤلفه‌ای رو به پایین‌دست رود ایجاد می‌کند. مقاومت آب، بخشی از آن را خنثی می‌کند و مقاومت هوا هم به کمک آن می‌آید. وزش باد هم بسته به جهتش (رو به بالادست یا پایین‌دست رود) می‌تواند تأثیرگذار باشد. علاوه‌بر همهٔ این‌ها، سرعت آب در میانهٔ رودخانه و نزدیک به ساحل تفاوت دارد.

به‌طور نظری، این امکان وجود دارد که همهٔ این نیروها طوری عمل کنند که حرکت قایق و رودخانه را برای زمانی محدود هماهنگ کنند و در این حالت، هدایت قایق غیرممکن است.

پرندگان بلندپرواز

نیروی برآ را به‌سادگی می‌توان توضیح داد. نیروی برآ در پرواز پرندگان از همان اصول طراحی هواپیما پیروی می‌کند و شامل قانون برنولی می‌شود.

به یک بال معمولی دقت کنید، فرقی نمی‌کند بال هواپیما باشد یا بال پرنده: هوای بالای بال باید مسافت بیشتری را بپیماید و بنابراین سریع‌تر حرکت می‌کند؛ افزایش سرعت هوا به معنی کاهش فشار است. زیر بال، فشار هوا بیشتر است و اختلاف فشار پایین و بالای بال به شکل‌گیری نیروی برآ منتهی می‌شود. به این ترتیب، پرنده می‌تواند روی هوا سُر بخورد و اوج بگیرد.

توضیح اینکه نیروی پیشران از کجا می‌آید، به‌مراتب دشوارتر است. تصویربرداری پرسرعت آشکار کرده است که شکل بال پرنده تغییر می‌کند و با الگوی پیچیده‌ای خم می‌شود تا در بخشی از چرخهٔ بال‌زدن بتواند نیرویی پَسران به هوا وارد کند. عکس‌العمل این نیرو، پرنده را در فرایندی شبیه شناگر کرال‌سینه به جلو می‌راند.

صدالبته که بال‌زدن مستقیم و رو به جلو تأثیری در پرواز پرنده ندارد. امروزه کمتر کسی باور می‌کند که چرخش پرهای روی بال، نیروی پیشران تولید می‌کند.

بالا در هوا

تا زمانی‌که شناگر به عمق بیشتر از یک متر فرو نرود، این داستان می‌تواند واقعیت داشته باشد. در عمق بیشتر از یک متر، فشار آب مانع منبسط شدن سینه و توانایی ریه‌ها برای فروکشیدن هوا (دم) می‌شود.

آفتاب‌سوخته

عوامل متعددی به شکل‌گیری این شرایط حدی کمک کرده‌اند. رشته‌کوهی که در غرب دث‌ولی تا ارتفاع ۳۳۰۰ متری قد کشیده، رطوبت بادهای غربی را جذب می‌کند. این بادهای خشک وقتی در شرق رشته‌کوه راکی فرود می‌آیند، به‌شکل بی‌دررو (آدیاباتیک) داغ و خشک می‌شوند و دره را به بیابانی داغ و خشک تبدیل می‌کنند.

حفره‌ای در انتها

پاسخ‌ها به ترتیب از این قرارند:

۱. فشار درون قوطی از فشار بیرون کمتر است. فشار درونی را چند سانتی‌متر آب به‌وجود می‌آورد درحالی‌که فشار بیرون را جوّ ایجاد می‌کند که معادل حدود ۱۰ متر آب است. آب از ناحیهٔ کم‌فشار به پرفشار جریان پیدا نمی‌کند، زیرا شبیه آن است که رودخانه‌ای در شیب کوه به‌سمت بالا جریان پیدا کند.

۲. با سوراخ‌کردن حفره‌ای روی درِ قوطی، فشار جوّ به سطح آب وارد می‌شود. فشار بیرون همان فشار جوّ است، اما فشار درون قوطی عبارت است از فشار جوّ به‌علاوهٔ چند سانتی‌متر آب؛ بنابراین آب به بیرون جریان پیدا می‌کند.

۳. کشش سطحی مانع از گسسته‌شدن جریان آب می‌شود. در پدیدهٔ کشش سطحی، مولکول‌های روی سطح مایع با نیروی چسبندگیِ مولکول‌های زیرشان محکم نگه‌داشته شده‌اند. آب، کشش سطحی بسیار شدیدی دارد.

کانال پاناما

دو پاسخ ما از این قرارند:

۱. کانال پاناما با تعدادی دریاچهٔ آب‌شیرین مانند گاتلین و میرافلورِس تغذیه می‌شود. وقتی آخرین دروازه که رو به اقیانوس است گشوده می‌شود، سطح آب شیرین کماکان بالاتر از سطح آب‌شورِ چگال‌تر است. جریانی که برای هم‌سطح کردن آب‌ها به راه می‌افتد، نیروی پیشرانی به کشتی وارد می‌کند.

۲. شوری آب اقیانوس آرام بیشتر از اقیانوس اطلس است، درنتیجه آب اقیانوس آرام چگال‌تر است و سبب می‌شود سطح آب اقیانوس آرام کمی پایین‌تر قرار بگیرد.

ساعت شنی

وزن ساعت‌شنی تغییر نمی‌کند، هرچند دانه‌های شنی که در حال سقوط آزاد هستند، برای لحظاتی بدون‌وزن خواهند بود. اثر بی‌وزنی این دانه‌ها با ضربهٔ حاصل از برخورد دانه‌ها به کف ساعت جبران می‌شود. البته ممکن است در آغاز و پایان ریزش دانه‌های شن، شاهد افت‌وخیزهایی در وزن ساعت شنی باشیم.

بادکنک‌بازی

این حقیقت علمی غافلگیر کننده‌ای است که هرچه بادکنک بزرگ‌تر می‌شود، فشار هوای درون آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین بادکردن بادکنک‌های کوچک‌تر، سخت‌تر است. همگی تجربه کرده‌ایم که بادکردن بادکنک خالی چقدر سخت است ولی رفته‌رفته آسان‌تر می‌شود. حالتی که بادکردن بادکنک پس از آن آسان‌تر می‌شود (و فشار داخلی رو به کاهش می‌گذارد)، وقتی اتفاق می‌افتد که بادکنک تا حدود ۱/۴ برابر قطر اولیه‌اش (وضعیت بدون باد) بزرگ شده باشد. آزمایشی بسیار ساده می‌تواند این حقیقت را به نمایش بگذارد. سعی کنید دو بادکنک کاملاً یکسان را که یکی از آن‌ها اندکی هوا دارد، هم‌زمان باد کنید. در همان لحظات نخست متوجه می‌شوید که بادکنک بزرگ‌تر به‌جایِ بادکنک کوچک‌تر منبسط می‌شود.

دید تلسکوپی

وقتی از تلسکوپ یا دوربین دوچشمی به روش درست استفاده کنید، تنظیمات آن قطعاً در حالت «طبیعی» قرار دارد. در این حالت وقتی از پشت چشمی نگاه کنید، چشم کاملاً راحت است. وقتی چشم سالم در راحتی کامل قرار دارد، عدسی چشم روی بینهایت تنظیم می‌شود. بنابراین تلسکوپ باعث نمی‌شود ما تصویر را در فاصلهٔ نزدیک‌تری ببینیم، بلکه سبب می‌شود ما آن جسم را بزرگ‌تر ببینیم.

ذره‌بین، قدرت همگرایی چشم را افزایش می‌دهد و اجازه می‌دهد که اجسام را در فاصلهٔ نزدیک‌تری ببینیم. البته حالت‌های مختلفی وجود دارد که ذره‌بین به بهتر دیده‌شدن جسم کمک می‌کند ولی خبری از بزرگ‌نمایی نیست. این آزمایش ساده را انجام دهید تا بهتر متوجه شوید. نوشته‌ای را چنان نزدیک چشم خود بگیرید که تصویر تار شود و نتوانید متن را بخوانید. حال ذره‌بینی را بین چشم و نوشته جا دهید؛ متوجه می‌شوید که متن به‌اندازهٔ کافی واضح شده است که بتوانید آن را بخوانید، اما بزرگ‌تر از حالت قبلی نیست.

حقیقت باورنکردنی

دقت کنید که مجموع گرمای تلف‌شده ۱۰۰ درصد است. فرقی نمی‌کند که خانه با چه کیفیتی عایق‌کاری شده باشد، گرما همیشه به بیرون منتقل می‌شود تا درنهایت، دمای درون و بیرون خانه برابر شود. مهم، آهنگ اتلاف گرماست. اگر عایق‌کاری خانه‌ای را دو برابر کنید، آهنگ از دست دادن گرما نصف می‌شود و بنابراین آهنگ گرمایش لازم برای نگه‌داشتن دما در مقدار ثابت هم نصف می‌شود. این بدان معنی است که هزینه‌های انرژی مصرفی هم نصف می‌شود.

با این وجود، نسبت اتلاف گرما از طریق دیوارها، پنجره‌ها و سقف تقریباً به همان میزان قبل باقی می‌ماند.

خیره شدن به خورشید

در کمال ناباوری، پاسخ این سؤال مثبت است. اگر فقط دو فیلتر پولاروید عمود بر هم داشته باشید، نوری از این ترکیب عبور نمی‌کند. اگر فیلتر سومی را با زاویهٔ ۴۵ درجه بین آن‌دو جا دهید، برخی پرتوهای نور می‌توانند از این ترکیب سه‌تایی بگذرند. جالب‌تر اینکه میزان نور عبوری از این ترکیب سه‌تایی تقریباً نصف میزان نوری است که از یک فیلتر می‌گذرد.

دلیل این پدیده آن است که همیشه بخشی از نور از ترکیب دوتایی پولاروید که ۴۵ درجه با یکدیگر زاویه دارند، عبور می‌کند. به‌این ترتیب، برخی پرتوهای نور از فیلتر اول و دوم می‌گذرند. همچنین برخی پرتوهای نور از فیلتر دوم و سوم می‌گذرند؛ پس در مجموع، برخی پرتوهای نور از ترکیب سه‌تایی فیلترهای پولاروید می‌گذرند.

یک فنجان چای

وقتی آب کتری در حال گرم‌شدن است، برخی نقاط به‌طور موضعی داغ‌تر از نقاط دیگرند. در این نقاط، حباب‌های ریزی از بخار آب شکل می‌گیرند که وقتی به نواحی سردتر می‌رسند، فرو می‌ریزند. صدایی که از کتری به گوش می‌رسد، درواقع از فروریختن هزاران ریزحباب حاصل می‌شود. وقتی آب به آستانهٔ جوشیدن رسید، ریزحباب‌ها می‌توانند خودشان را حفظ کنند و بدین‌ترتیب، کتری ساکت می‌شود.

آب گرم

پاسخ این سؤال به‌قدری ساده است که به احتمال زیاد، قبلاً خودتان به آن پی برده‌اید. آب داغ ابتدا دریچهٔ خروجی را گرم می‌کند. با انبساط دریچه، جریان آب کاهش می‌یابد. پس از آنکه تمام شیر گرم شد، این اثر هم ناپدید می‌شود.

رقابت سرعت

هرگز ترمزها را قفل نکنید، زیرا وقتی چرخ می‌لغزد، در مقایسه با حالتی که می‌غلتد، اصطکاک کمتری بین چرخ و زمین برقرار می‌شود. در شرایط معمول جاده، اگر چرخ‌ها

در حال غلتیدن باشند و ترمز هم فعال باشد، مسافت مورد نیاز برای توقف خودرو حدود ۲۵ درصد کمتر است.

البته برای راننده بسیار دشوار است که تشخیص دهد چه میزان فشار باید به ترمزها اعمال کند تا ضمن جلوگیری از قفل‌شدن ترمزها، شتاب توقف را به بیشترین میزان ممکن برساند. بسیاری از خودروهای مدرن به سیستم‌های ترمز ضدقفل مجهزند که تشخیص می‌دهد چرخ‌ها چه‌زمانی در آستانهٔ قفل‌شدن هستند و به‌طور خودکار، ترمزها را برای چندلحظه آزاد می‌کند.

توپ ناهموار

حقیقت آن است که توپ‌های ناهموار گلف تقریباً چهار برابر بیشتر پرواز می‌کنند. این اثر حاصل چرخش عقبگردی است که به‌دنبال ضربهٔ مناسب به توپ گلف ایجاد می‌شود. وقتی بالای توپ به عقب می‌چرخد، هوایی را که در غیر این‌صورت از زیر توپ می‌گذشت، با خود می‌کشد. هوا باید مسافت بیشتری را طی کند، بنابراین سرعتش افزایش پیدا می‌کند و این پدیده شبیه آنچه در بال هواپیما اتفاق می‌افتد، منجر به شکل‌گیری نیروی برآ می‌شود. اگر توپ صاف بود، چرخش توپ نمی‌توانست چنین تأثیری داشته باشد.

بی‌رنگ

هیچ ماده‌ای با شفافیت صددرصد وجود ندارد. وقتی نور به عمق بیشتری از هر ماده‌ای نفوذ می‌کند، رفته‌رفته جذب می‌شود؛ به‌همین دلیل است که بستر اقیانوس کاملاً تاریک است. اما اگر همهٔ رنگ‌ها به یک میزان جذب می‌شدند، رنگ مشخصی باقی نمی‌ماند. شیشهٔ معمولی به جذب نور ارغوانی تمایل دارد و بنابراین، هاله‌ای سبزرنگ برجا می‌گذارد که در شیشه‌های ضخیم به چشم می‌آید.

آسمان از آن‌رو آبی دیده می‌شود که نور آبی، کمترین طول‌موج را در طیف مرئی دارد و با ریزذرات غبار موجود در جوّ پراکنده می‌شود. برای رنگ آبی دریاچه‌هایی که در کوهستان دیده می‌شوند، دو دلیل وجود دارد: نخست اینکه آب، نور آبی آسمان را بازتاب می‌کند و دوم، آب ذوب‌شده از یخچال‌ها معمولاً حاوی مواد معدنی فراوانی است و از این‌رو رنگی دیده می‌شود.

حباب‌های صابون

فشار هوای درون حباب، بیشتر از فشار هوای بیرون است. امکان ندارد که فشار هوای داخل کمتر از فشار جوّ باشد، زیرا در این حالت حباب فرو می‌ریزد.

کشش سطحی لازم برای شکل‌گیری حباب، نیرویی به‌سمت مرکز است و تلاش می‌کند تا از ابعاد حباب بکاهد؛ به بیان دیگر این نیرو به کمک فشار هوا بیرون می‌آید. بنابراین فشار داخلی باید بیشتر باشد تا بتواند عملکرد آن دو نیروی مخالف را خنثی کند.

تفنگ آب‌پاش

هوایی که با سرعت نسبتاً زیاد درون لولهٔ پاشنده جابه‌جا می‌شود، فشار هوا را در مجرای آب‌رسان کاهش می‌دهد. مایع درون مخزن در معرض فشار هوا قرار دارد و بنابراین تحت تأثیر اختلاف فشار، در لولهٔ آب‌رسان بالا می‌آید و به‌شکل ریزذرات از مجرای پاشنده خارج می‌شود.

تلمبهٔ دوچرخه

تغییرات دمایی مشاهده‌شده از پدیده‌ای به نام فرایند بی‌دررو یا آدیاباتیک حاصل می‌شوند. ابتدا بیایید با فرایند بی‌دررو بهتر آشنا شویم. در این فرایند، هیچ حرارتی (حداقل در کوتاه‌مدت) به سیستم وارد یا از آن خارج نمی‌شود. اگر گاز درون سیلندری فشرده شود ــ برای مثال درون تلمبهٔ دوچرخه ــ دچار تغییرات بی‌دررو می‌شود و داغ می‌شود. اگر گاز آزاد شود، مانند هوای فشردهٔ درون بطری، انبساط سریع آن به خنک‌شدن گاز منجر می‌شود.

چسب چسبناک

مولکول‌های یک جسم، یکدیگر را در فرایندی به نام «هم‌چسبی» جذب می‌کنند؛ اما مولکول‌ها می‌توانند مولکول‌های جسمی دیگر را هم از طریق فرایند «دگرچسبی» جذب کنند. راز چسباندن اجسام، یافتن موادی است که مولکول‌های آن‌ها به‌شدت چسبنده باشند. برای چسبیدن بی‌عیب و نقص، مولکول‌ها باید نزدیک یکدیگر قرار داشته باشند و به همین دلیل است که مادهٔ چسبنده معمولاً مایع است و سطوح چسبنده باید تا آنجا که ممکن است، تمیز باشند. جالب است بدانید که آب، چسب بسیار خوبی است. اگر برای مثال، دو قطعه چوب را خیس کنید، آن‌ها را روی هم قرار دهید و درون فریزر (یخ‌ساز) بگذارید، دو قطعه‌چوب پس از یخ‌زدن به‌دشواری از هم جدا خواهند شد. به‌طور نظری اگر بتوان دو سطح متفاوت را چنان به هم نزدیک کرد که ارتباط مولکول‌ها با یکدیگر امکان‌پذیر شود، آن دو سطح بدون هیچ چسبی به یکدیگر خواهند چسبید. اما در عمل این سطوح با غبار و دیگر ناخالصی‌ها آلوده خواهند شد و به همین دلیل برای اتصال آن‌ها به چسب نیاز داریم.

شن روان

شن روان، حالتی فیزیکی است که طی آن، شن اشباع پس از مخلوط‌شدن با آب، ظرفیت نگهدارندهٔ خود را از دست می‌دهد و ویژگی‌های مایع به خود می‌گیرد. در

چنین وضعیتی، فرد گویی درون مایع غرق می‌شود. به‌طور نظری بدن ما باید شناور بماند، زیرا چگالی شن روان بیشتر از چگالی متوسط انسان است؛ اما دست‌وپا زدن و تقلا کردن، شن روان را می‌شکافد و شرایط را برای آزاد شدن از آن دام، سخت‌تر می‌کند. بهترین روش برای نجات، آن است که به کمر روی شن روان دراز بکشید و با غلت‌زدن، خود را به زمین سفت برسانید. چشمان برآمده هم به‌دنبال فشار هیدروستاتیک در بخش‌های پایینی بدن (به‌دام‌افتاده درون شن روان) و احساس ترس ایجاد می‌شود.

سپر محافظ

هرچند هیچ سپری نمی‌تواند با خون اژدها برابری کند، اما می‌توان با استفاده از پدیده‌های فیزیکی، سلاحی مهلک را بی‌اثر کرد؛ البته به‌سختی می‌توان پدیده‌ای را که می‌خواهم توضیح دهم، سپر محافظ نامید. اگر شمشیری فلزی را در میدان مغناطیسی به جلو و عقب حرکت دهیم، جریان‌های الکتریکی قدرتمندی در شمشیر القا خواهند شد که با داغ‌کردن شمشیر، از انرژی جنبشی آن می‌کاهند. با اتلاف گرمای شمشیر، انرژی جنبشی آن هم پیوسته کاهش می‌یابد تا زمانی‌که متوقف شود. البته بعید است این پدیده را بتوان چنان سریع اجرا کرد که شما را از آسیب شمشیر حفاظت کند.

پروازهراسی

مایکل فارادی کشف کرد که بار الکتریکی در فضای داخل رسانای توخالی جمع نمی‌شود. این پدیده را اثر قفس فارادی می‌نامند. به همین دلیل است که رادیوی خودرو وقتی از زیر خطوط انتقال نیرو یا پل‌های فلزی می‌گذرد، نمی‌تواند سیگنالی دریافت کند و صدایش قطع می‌شود. جالب اینجاست که برخورد صاعقه و آذرخش با هواپیماها پدیدهٔ معمولی است و بار الکتریکی بی‌هیچ آسیبی در اطراف سطح هواپیما منتقل می‌شود. بسیاری از مسافران حتی متوجه برخورد آذرخش با هواپیما نمی‌شوند.

البته خلبانان تلاش می‌کنند از پرواز درون ابرهای طوفان‌زا خودداری کنند؛ دلیل آن نه اجتناب از آذرخش‌ها بلکه چاله‌های هوایی و جریان‌های هوایی رو به بالا یا پایینی است که درون ابرهای طوفان‌زا شکل می‌گیرند و می‌توانند به سازهٔ هواپیما آسیب برسانند و در جریان هوا بر فراز بال‌ها اختلال ایجاد کنند. حتماً این توصیه را شنیده‌اید که هنگام طوفان و صاعقه زیر درختان پناه نگیرید. در چنین شرایطی، نشستن درون خودرو و بستن در و پنجره، ایمنی بیشتری به همراه دارد.

نیروی گریز از مرکز

معلم من درست می‌گفت: چیزی به نام نیروی گریز از مرکز وجود ندارد. اجسام متحرک به حرکت در خط صاف ادامه خواهند داد، مگر آنکه نیرویی غیرتعادلی بر آن‌ها تأثیر بگذارد. برای آنکه جسمی روی دایره حرکت کند، باید نیرویی بر آن اثر کند که رو به مرکز دایره باشد. این نیرو را نیروی مرکزگرا می‌نامند. برای ماه، گرانش زمین این نیرو را تأمین می‌کند و برای چکش ورزشکار، این کشش دست ورزشکار به‌سمت داخل است که در نقش نیروی مرکزگرا ظاهر می‌شود. اگر تسمهٔ چکش پاره شود، چکش به بیرون پرواز نخواهد کرد بلکه در همان جهتی که در آن لحظه حرکت می‌کرد، به حرکتش ادامه می‌دهد.

خط‌خطی روی زمین

این دیواره‌ها حاصل چرای گله‌های گاو و گوسفند است. حیوانات گله معمولاً به‌صورت زنجیره‌ای افقی حرکت می‌کنند، زیرا دور زدن کوه به‌مراتب ساده‌تر از بالا و پایین‌رفتن از آن است. نخستین‌بار که گله از مسیری با خاک نرم می‌گذرد، حفره‌های کوچکی درون آن ایجاد می‌کند. در عبورهای بعدی گله ترجیح می‌دهد از همان مسیر بگذرد، زیرا چسبندگی بیشتری بین سم‌ها با زمین ایجاد می‌شود و گله راحت‌تر حرکت می‌کند؛ بدین‌ترتیب دیواره‌ها تقویت می‌شوند.

سوزاندن را حس کنید

الف) اگر با سرعت معقولی پیاده‌روی کنید، بله.

ب) نه. اگر در زمان یکسان به‌جای پیاده‌روی بدوید، انرژیِ به‌مراتب بیشتری مصرف می‌کنید. این موضوع را می‌توان با مصرف سوخت خودرویی مقایسه کرد که یک‌بار ۸ کیلومتر و بار دیگر، ۳۲ کیلومتر طی می‌کند.

ترازو

برای حل این مسئله، باید گرانیگاهِ ترکیبیِ تیر جرثقیل، کفه‌ها و محتویات آن‌ها را در نظر بگیریم. گرانیگاه نقطه‌ای است که می‌توان تمام جرم مجموعه را متمرکز در آن فرض کرد. اگر گرانیگاه دقیقاً بالا یا پایین شاهین ترازو باشد، ترازو در تعادل قرار دارد. اگر در سمت راست قرار بگیرد، کفه‌ها ساعتگرد می‌چرخند و اگر در سمت چپ قرار بگیرد، کفه‌ها پادساعتگرد می‌چرخند. اگر وزنه را مطابق شکل اضافه کنیم، گرانیگاه به‌سمت چپ جابه‌جا خواهد شد و بنابراین، ترازو به‌شکلی تغییر می‌کند که گویی وزنه‌ای در کفهٔ خالی قرار داده‌ایم.

کم‌کاری

این، دامی است که بسیاری از مردم در آن گرفتار می‌شوند و جالب‌تر اینکه پژوهشگران این مقاله هم دچار همین اشتباه شده‌اند. اگر رویداد A قبل از رویداد B اتفاق افتاده باشد و این دو رویداد به هم مرتبط باشند، واضح است که رویداد B نمی‌تواند علت رویداد A باشد؛ بنابراین منطقی است اگر تصور کنیم که رویداد A علت رویداد B است. اما این گزاره هم لزوماً همیشه درست نیست، زیرا این امکان وجود دارد که رویداد دیگری ــ مثلاً C ــ علت هر دو پدیدهٔ A و B باشد. این همان چیزی است که در مسئلهٔ ما اتفاق افتاده. پژوهشگران کشف کرده‌اند که اگر مردم در اوایل کودکی خود در معرض

استرس‌های بلندمدت باشند، رشد آن‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد و این پدیده می‌تواند ناپایداری‌هایی در بزرگسالی آن‌ها ایجاد کند و به مشکلات مختلف در امنیت شغلی آن‌ها منجر شود. به شیوه‌ای مشابه، گروهی متوجه شده‌اند بین غیبت غیرموجه یا فرار از مدرسه و رفتارهای مجرمانه در آینده، رابطه‌ای وجود دارد و تصمیم گرفته‌اند وضعیت حضور دانش‌آموزان را در مدرسه بهبود بخشند؛ با این امید که اثر مثبتی بر کاهش نرخ جرم‌وجنایت در آینده بگذارند. آیا فکر می‌کنید منطقی است که منتظر بمانیم و ببینیم این روش به نتایج پیش‌بینی‌شده منجر خواهد شد؟

تاکتیک‌های شوک الکتریکی

قبل از هر چیز باید این نکته را خاطرنشان کنیم که هر ابزار الکتریکی که به ولتاژی متفاوت از آنچه برای استفاده از آن طراحی شده متصل شود، به احتمال قریب به یقین آسیب جدی خواهد دید. توان الکتریکی از ترکیب جریان و ولتاژ به‌دست می‌آید. این بدان معنی است که در ایالات‌متحد ابزارها باید دو برابر جریانی را که ابزاری با همان توان در اروپا مصرف می‌کند، به کار بگیرند. بنابراین سیم‌ها باید ضخیم‌تر باشند چراکه در غیر این‌صورت، تا دمای نامطلوبی داغ خواهند شد و ممکن است به‌سادگی آتش بگیرند. ولتاژ شبکهٔ ایالات‌متحد از یک منظر امن‌تر است، به این ترتیب که اگر شما دچار شوک الکتریکی شوید، فقط نصف جریان شوک الکتریکی شبکهٔ اروپا از بدن شما می‌گذرد. متأسفانه همین مقدار هم می‌تواند مرگ‌آور باشد.

معما

پاسخ پرسش نخست آن است که همیشه نقطه‌ای در هر دو نقشه وجود دارد که منطبق بر خودش باشد. اثبات‌های ریاضی مختلفی برای این موضوع وجود دارد؛ اما می‌توانیم

آن را به‌سادگی با آزمایشی ذهنی حل کنیم. نقشه‌ها، تصویری هستند که با مقیاسی خاص از چیزی رسم شده‌اند. در صورت‌مسئله مشخص نشده که مقیاس نقشه‌ها چیست، بنابراین مقیاس نقشه‌ها نقش خاصی ندارد. بیایید فرض کنیم که مقیاس یکی از نقشه‌ها ۱:۱ است. به بیان دیگر، با نقشهٔ کوچک و کل آن کشور، مثلاً فرانسه سروکار خواهیم داشت. حال می‌توانیم صورت‌مسئله را به شکل زیر بازنویسی کنیم:

«اگر نقشهٔ فرانسه را به‌نقطه‌ای تصادفی در فرانسه ببریم، چقدر احتمال دارد نقطه‌ای که در آنجا ایستاده‌اید، جایی روی نقشه به نمایش درآمده باشد؟» پاسخ این سؤال بسیار واضح است: صد درصد. حال اگر از شما بپرسند که آیا پاسخ شما با برعکس‌گرفتن، چرخاندن یا مچاله‌کردن نقشه تغییر می‌کند؟، مطمئناً پاسخ خواهید داد: «نه!».

اینجا را حفاری کن

احتمالاً عوامل مختلفی در این وضعیت دخالت دارند. نخستینِ آن‌ها آب‌های طبیعی زیرزمینی است که ذرات خاک را با خود می‌برند و سبب فرورفتن اجسام سنگین در خاک‌های نرم می‌شوند. دومین آن‌ها ، فرسایش دائمی ناشی از باد در برخی نقاط است که با پراکنده‌شدن غبار روی همه‌چیز توسط باد و شسته‌شدن خاک با بارش باران تکمیل می‌شود. سومین عامل، پوشش گیاهی است که برگ و چوب آن‌ها روی زمین می‌ریزد و به‌تدریج به نوعی از خاک تبدیل می‌شود. گیاهان روی موانع پست‌تر رشد می‌کنند، و به‌مرور زمان روی یکدیگر رشد می‌کنند و سال‌ها بعد، پوشش ضخیمی از خاک را پدید می‌آورند.

جابه‌جایی

این اشتباه است که ابرها را مانند تکه‌های پنبه، جسم جامد در نظر بگیریم. ابرها از میلیاردها ریزقطرهٔ آب تشکیل شده‌اند که از درون هوا چگالیده شده‌اند. چگالش آب زمانی اتفاق می‌افتد که دمای هوا آن‌قدر پایین بیاید که رطوبت هوا به ۱۰۰ درصد

برسد. این نقطه به رطوبت اولیهٔ هوا و تغییرات دما بر فراز سطح زمین (گرادیان دما) بستگی دارد. در ارتفاعی مشخص، شرایط مناسب مهیا می‌شود و ابر تشکیل می‌شود.

سقوط آزاد

در دمای ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد. در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد زیر صفر، گوی فولادی اصلاً به کف استخر نمی‌رسد زیرا آب یخ زده است.

قطب شمال

احتمال صفر است و به بیان دیگر، فاصله نمی‌تواند بیشتر از مقدار مشخص‌شده باشد. برای آنکه یوکلا (یا هر نقطهٔ دیگر) ۱۵ هزار کیلومتر با قطب‌شمال فاصله داشته باشد، این شهر باید روی همان مداری قرار داشته باشد که پورتو آلگره در آن واقع شده است. محیط زمین در استوا حدود ۴۰ هزار کیلومتر و در اطراف قطبین (به‌دلیل اثر تخت‌شدگی) به‌میزان اندکی کمتر است. بنابراین بیشترین فاصلهٔ بین دو نقطه در مدار ۳۰ درجه ــ که از طریق قطب‌جنوب اتفاق می‌افتد ــ حدود ۱۰ هزار کیلومتر است.

ذرات مجازی

۱. مسیر پرتاب کوله‌پشتی قطعاً مؤلفه‌ای عمودی دارد، بنابراین قایق‌ران پرتابگر باید نیرویی عمودی به کوله‌پشتی اعمال کرده باشد که عکس‌العمل آن، قایق را اندکی به پایین رانده است. قایق کمی بیشتر درون آب فرو می‌رود و سطح آب را بالاتر می‌آورد. سپس قایق برای اندک‌زمانی (که احتمالاً طولانی‌تر از زمان پرواز کوله‌پشتی

است) روی آب بالا و پایین می‌رود و به‌تدریج دامنهٔ نوسانش کم می‌شود. قایق دیگر هم هنگام گرفتن کوله‌پشتی شروع به بالا و پایین‌رفتن در آب می‌کند؛ اما درنهایت، سطح آب دریاچه به وضعیت اولیه بازمی‌گردد.

۲. دو قایق از هم دور می‌شوند.

چترنجات

هنگام فرود، هوا درون چتر نجات را پر می‌کند و ناحیهٔ پرفشاری در آن پدید می‌آورد. سپس هوا در اطراف چتر جریان می‌یابد و با پدید آمدن گردابه‌های ناپایدار، از نقطه‌ای پیش‌بینی‌ناپذیر در اطراف لبهٔ مدور چتر به بیرون جریان می‌یابد. کافی است حفرهٔ مرکزی کوچکی در چتر ایجاد کنیم تا جریان پایداری از هوا شکل بگیرد و چترنجات بتواند بدون کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در نیروی مقاومت هوا، فرود پایداری را تجربه کند. می‌توان اثر مشابهی را در خانه تجربه کرد. اگر دست خود را کاسه کنید و سعی کنید آن را در راستای کف‌دست درون آب حرکت دهید، حس می‌کنید که دستتان به اطراف منحرف می‌شود. کافی است انگشتان دست را باز کنید تا حرکت به‌مراتب ساده‌تر شود.

فرمول یک

در ابتدا، خودروی عقبی نیروی مقاومت کمتری را تجربه می‌کند، زیرا مقاومت هوا در جریان هوای پشت خودروی جلویی کاهش یافته است. وقتی خودروی عقبی، مانور سبقت را از فاصلهٔ بهینه در کنار خودروی جلویی شروع می‌کند، هوا به اجبار از فضای باریک ایجادشده بین دو خودرو می‌گذرد و بر اساس قانون برنولی، فشار آن کاهش می‌یابد. خودروی عقبی، فشار هوای بیشتری در پشت خود دارد و بر شتابش افزوده می‌شود؛ درحالی‌که خودروی جلویی به همین دلیل، شتاب کاهنده‌ای را به همان اندازه تجربه می‌کند.

دیسک‌های سفالی

راز موفقیت در تیراندازی به دیسک‌های سفالی آن است که جلوتر از هدف را نشانه بگیرید. دلیلش آن است که اندک‌زمانی طول می‌کشد تا گلوله به هدف بخورد، بنابراین باید نقطه‌ای را جلوتر از دیسک بیابید که گلوله و دیسک هم‌زمان به آن برسند؛ بنابراین همه‌چیز به درک دقیق تیرانداز از سرعت وابسته است. وقتی دیسک در ارتفاع بالایی پرتاب می‌شود، جسمی نزدیک به آن وجود ندارد و بسیاری از افراد، سرعت آن را پایین‌تر از مقدار واقعی‌اش برآورد می‌کنند. این پدیده، «تقدم» بسیار اندکی به همراه دارد که سبب می‌شود گلوله با فاصله‌ای قابل‌توجه از پشت دیسک بگذرد. دیسک‌های کم‌ارتفاع هم معمولاً در برابر زمینه‌ای از درختان یا دیگر چیزها دیده می‌شوند؛ درنتیجه تیراندازان معمولاً سرعت آن‌ها را بیش از مقدار واقعی برآورد می‌کنند و گلوله را به جلوتر از هدف می‌زنند.

اسکیت‌بازان برتر

تغییری در انرژی اتفاق نمی‌افتد. آهنگ دَوَران وضعی اجسام با توزیع جرم نسبت به محور دَوَران آن‌ها تعیین می‌شود. وقتی دست‌ها به داخل کشیده شوند، جرم بیشتری نزدیک به محور قرار می‌گیرد و اسکیت‌باز به‌طور خودکار سریع‌تر می‌چرخد. وزنه‌ای را تصور کنید که با ریسمانی از یک میخ آویزان است. وقتی وزنه حول میخ می‌چرخد، ریسمان کوتاه و کوتاه‌تر می‌شود و سرعت دَوَران وزنه به دور میخ، به‌طور خودکار بیشتر می‌شود.

پرواز عقبگرد

هواپیما و بال‌هایش پیوسته در هوا به جلو حرکت می‌کنند. بیایید تصور کنیم که هواپیما روی دایره‌ای در جهت پادساعتگرد می‌چرخد. برای آنکه بهتر بفهمیم در این وضعیت چه اتفاقی می‌افتد، بهتر است حالت متناظر آن را بررسی کنیم؛ اینکه هواپیما

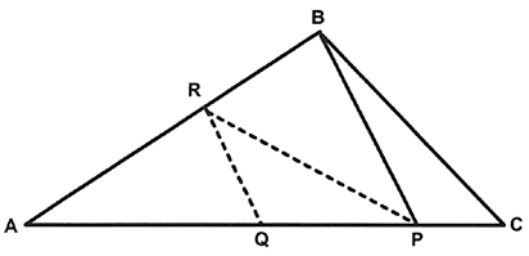
ساکن است و زمین، زیر آن در جهت ساعتگرد می‌چرخد. این حرکت یک «مرکز دَوَران» دارد. از دید ناظر، هر چیزی روی زمین که بین مرکز دوران و هواپیما قرار داشته باشد، نسبت به هواپیما رو به عقب حرکت می‌کند؛ درحالی‌که تمام اجسام واقع در ورای مرکز دَوَران، رو به جلو حرکت می‌کنند.

در انتهای راه‌آب

نمایش اثر کوریولیس در عمل بسیار دشوار است. دَوَران وضعی زمین، اثر فوق‌العاده ضعیفی روی جهت گردش آب در حال تخلیه‌شدن دارد و به‌سادگی می‌توان آن را با پدیده‌های دیگری مانند اختلال حاصل از بیرون کشیدن دریچهٔ راه‌آب تحت تأثیر قرار داد. اما دوست من چگونه فریب این نمایش را خورده بود؟ احتمالاً با استفاده از یکی دیگر از ویژگی‌های آب: اینکه آب تمایل دارد تا اختلالات را به خاطر بسپارد. برای مثال، فرض کنید آب را به‌شدت در جهتی خاص هم می‌زنید و سپس منتظر می‌مانید تا آب، آرام شود. اگر کمی بعد ــ یا حتی خیلی بعدتر از وقتی‌که سطح آب کاملاً آرام به نظر رسید ــ سعی کنید آب را تخلیه کنید، آب با احتمال بیشتر در همان جهت قبلی شروع به چرخیدن می‌کند. امتحانش مجانی است.

نصف کردن مثلث

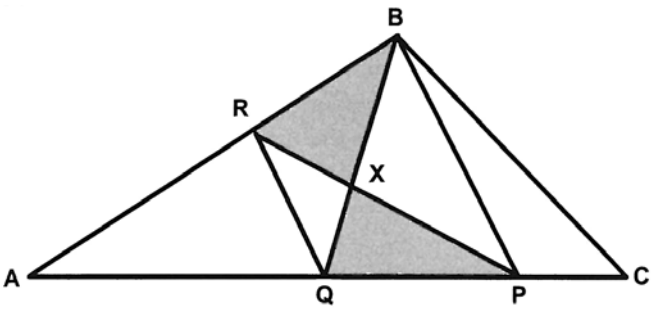
با توجه به فرضیات مسئله AQ=QC و RQ با BP موازی است.



نتیجه می‌گیریم:

مساحت مثلث BPR = مساحت مثلث BPQ (قاعدهٔ مشترک و ارتفاع برابر)

(۱) مساحت مثلث BXR = مساحت مثلث XPQ (مثلث BPX در دو مثلث صفحهٔ قبل مشترک است)



(۲) مساحت مثلث ABQ = مساحت مثلث QBC (قاعدهٔ مشترک، ارتفاع برابر)

از دو رابطهٔ (۱) و (۲) داریم:

ABQ-BXR+XPQ=QBC-XPQ+BXR یا ARP=PRBC

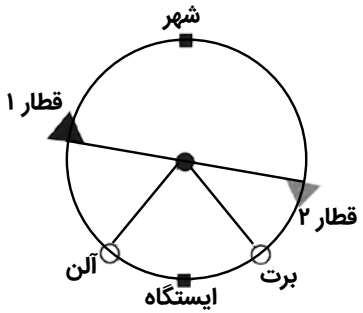
بنابراین، RP مثلث ABC را به دو نیم تقسیم می‌کند.

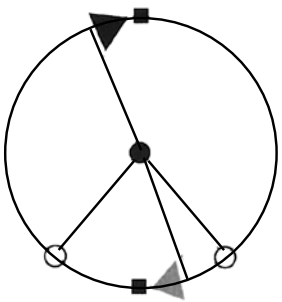
خدمات حمل و نقل

مزیت برت آن است که او به‌سوی ایستگاهی نزدیک به خود سفر می‌کند. برای درک ماجرا، شرایط مشابهی را مثال می‌زنیم. قطارهای در حرکت را با پیکان‌هایی که روی محیط دایره حرکت می‌کنند (شکل صفحهٔ بعد)، نمایش می‌دهیم. موقعیت آلن و برت با دو نقطه مشخص شده و ایستگاه و شهر، در فاصله‌های یکسانی از دو مرد قرار گرفته‌اند. خطوطی که موقعیت آن‌ها را به مرکز متصل می‌کند، دایره را به دو بخش تقسیم می‌کند.

اگر هر دو قطار در ناحیهٔ بزرگ‌تر باشند، قطار برت زودتر می‌رسد؛ اما اگر یکی از قطارها در ناحیهٔ کوچک‌تر باشد، قطار آلن زودتر می‌رسد.

به‌وضوح می‌توان دید که قطار برت با احتمال بیشتری زودتر می‌رسد. اگر مایلید محاسبات ریاضی آن را انجام دهید، به این نتیجه خواهید رسید که اگر مثلاً فاصله تا شهر ۴ برابر فاصله تا ایستگاه باشد، احتمال آنکه قطار برت زودتر برسد، ۳ به ۲ است.





کرهٔ جغرافیایی

برای برآورده‌کردن شرط «چهاررقمی» بودن، هر دو مقدار $4r^2$ و $\frac{4}{3}r^3$ باید بین ۱۰۰۰ و ۹۹۹۹ باشند. در مورد $4r^2$، r باید بزرگ‌تر از ۱۵ و کوچک‌تر از ۵۰ باشد.

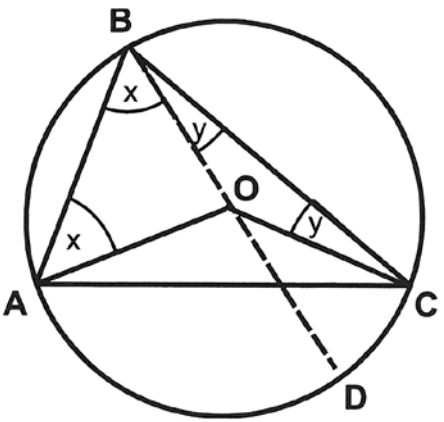
در مورد، $\frac{۴}{۳}r^۳$، r باید بزرگ‌تر از ۱۵ و کوچک‌تر از ۲۰ باشد.

اگر r عددی طبیعی باشد، باید بر ۳ بخش‌پذیر باشد. در میان اعداد بین ۱۵ و ۲۰، فقط عدد ۱۸ این شرط را برآورده می‌کند؛ بنابراین $r = ۱۸$.

زاویه‌های هم‌کمان

اگر بتوانید اثبات کنید که زاویهٔ AOC در مرکز دایره، دو برابر زاویهٔ ABC در هر مثلث دلخواهی است که رو به کمانی یکسان قرار دارد، آن‌گاه اثبات کرده‌اید که همهٔ زوایای رو به کمانی یکسان با هم برابرند.

مثلث‌های AOB و COB هر دو متساوی‌الساقین‌اند، زیرا دو ضلع آن‌ها شعاع دایره است. زاویهٔ ABO را x و زاویهٔ CBO را y می‌نامیم؛ بنابراین زاویهٔ خارجی AOD برابر ۲x و زاویهٔ خارجی COD برابر ۲y است. به بیان دیگر، زاویهٔ مرکزی رو به کمان AD همیشه دو برابر زاویهٔ محاطی B خواهد بود که رو به کمان AC است.



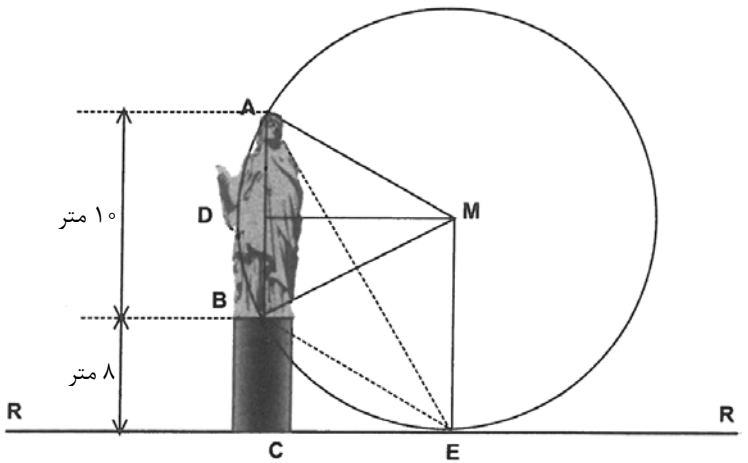
میدان یادبود

مجسمه زمانی به بلندترین اندازه دیده خواهد شد که زاویهٔ AEB در بازترین حالت قرار بگیرد. دایره‌ای فرضی رسم کنید که از نقاط A و B بگذرد و در نقطهٔ E بر جادهٔ RR مماس باشد.

زاویهٔ محاطی رو به کمان AB طبق تعریف در تمام نقاط دایره برابر خواهد بود. در خارج از دایره، این زاویه کوچک‌تر می‌شود؛ ولی اگر از محیط دایره به داخل آن حرکت کنیم، این زاویه بزرگ‌تر می‌شود؛ در آن‌صورت خارج از چشم ناظر قرار می‌گیرد. فقط در نقطهٔ E می‌توان همهٔ این شرایط را برقرار کرد.

از آن‌جایی‌که DB = ۵ m و ME=MB =۱۳ m، با استفاده از اصل فیثاغورس داریم:

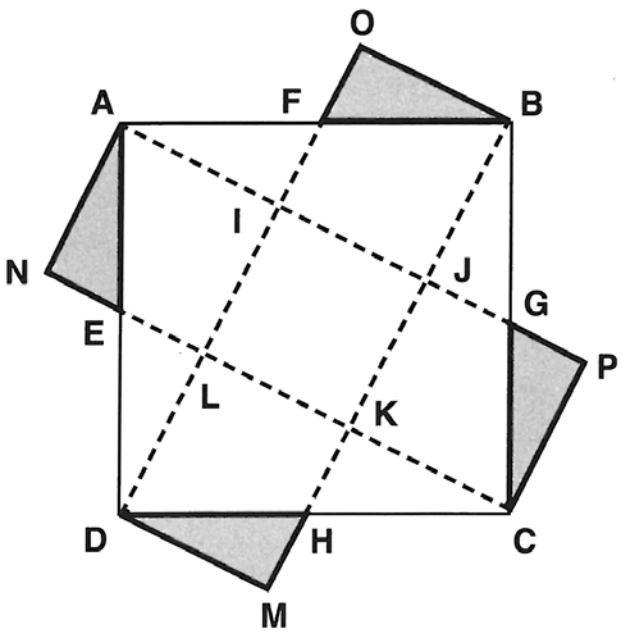
$$DM=CE=۱۲\ m$$



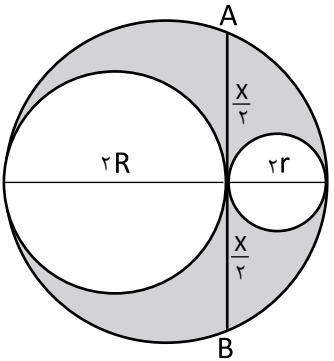
دانشمند

به شکل زیر دقت کنید. برای ساختن شکل صلیب‌مانند AIOBJPCKMDLN، همان مساحتی را که از مربع اصلی کاسته‌ایم، در مثلث‌های سایه‌خورده اضافه کرده‌ایم. بنابراین مساحت صلیب با مساحت مربع اصلی یعنی ۴۰۰ مترمربع برابر است.

با مشاهدهٔ دقیق شکل صلیب متوجه می‌شوید که ما پنج مربع کوچک‌تر ولی برابر داریم؛ بنابراین مساحت مربع مرکزی ۸۰ مترمربع است.



در سایه



$$\text{مساحت دایرهٔ بزرگ} = \pi(R+r)^{۲}$$

مساحت ناحیهٔ سایه‌خورده برابر است با تفاضل مساحت دو دایرهٔ کوچک‌تر از دایرهٔ بزرگ، بنابراین:

$$\begin{aligned}\text{مساحت ناحیهٔ سایه‌خورده} &= \pi(R+r)^{۲} - \pi R^{۲} - \pi r^{۲} \\ &= \pi(R^{۲} + ۲Rr + r^{۲} - R^{۲} - r^{۲}) \\ &= ۲\pi Rr \qquad (۱)\end{aligned}$$

وتر AB را برابر x می‌گیریم. مثلثی را به رأس A تصور کنید که قطر رسم‌شدهٔ دایره، وتر آن است. این مثلث قائم‌الزاویه است (A زاویهٔ محاطی رو به قطر است) و دو زاویهٔ دیگر مثلث، متمم یکدیگرند. بنابراین تانژانت و کتانژانت آن‌ها با هم برابر است. می‌توان نوشت:

$$\frac{\frac{x}{۲}}{۲R} = \frac{۲r}{\frac{x}{۲}}$$

بنابراین :

$$Rr = \frac{x^{۲}}{۱۶} \qquad (۲)$$

با ترکیب رابطه‌های (۱) و (۲) می‌توان نوشت:

$$\text{مساحت ناحیهٔ سایه‌خورده} \quad A = \frac{\pi x^{۲}}{۸}$$

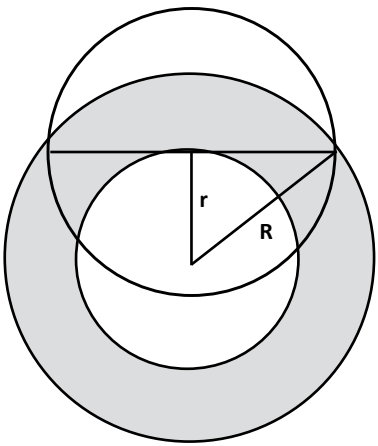
ورزشگاه مدوّر

شعاع حلقهٔ خارجی را R و شعاع حلقهٔ داخلی را r در نظر می‌گیریم. مساحت زمین دویدن برابر است با

$$A = \pi R^2 - \pi r^2 = \pi(R^2 - r^2)$$

از سوی دیگر، طول وتر برابر است با $2\sqrt{R^2 - r^2}$ که همان قطر دایرهٔ موردنظر است. مساحت این دایره هم $\pi(R^2 - r^2)$ خواهد بود و این همان چیزی است که ما باید اثبات کنیم. با استفاده از قضیهٔ حد و میل‌دادن شعاع حلقهٔ داخلی به سمت صفر، پاسخ مسئله به‌سادگی آشکار می‌شود.

زیباترین ویژگی این مسئله آن است که وقتی شعاع حلقهٔ داخلی را به صفر می‌رسانیم ($r = 0$)، دایره و زمین ورزش هم‌مرکز می‌شوند.



واژه‌نامهٔ توصیفی

با این فرض که خوانندگان با تمام اصطلاحات علمی این کتاب آشنا نیستند چه‌بسا برای ارجاع راحت و آسان، تعریف برخی از مفاهیم که در واژگان روزمره به‌کار نمی‌روند، مفید باشد.

اثر برنولی (Bernoulli effect): دنیل برنولی ریاضیدان سوئیسی این اثر را در سال ۱۷۳۸ کشف و صورت‌بندی کرد. بر اساس آن، با افزایش سرعت مایع متحرک یا گاز، فشار درون مایع کاهش می‌یابد. این اصل از جنبه‌های مهم آیرودینامیک است و جریان روی سطوح از قبیل بال هواپیما و ملخ کشتی را توضیح می‌دهد. با جریان‌یافتن هوا روی سطح فوقانی بال، سرعت هوا زیاد می‌شود، در نتیجه فشار آن در مقایسه با هوای زیر بال کاهش می‌یابد.

اثر کوریولیس (Coriolis effect):انحراف ناشی از دَوَران زمین.

اصطکاک (Friction): نیرویی است که از حرکت یک جسم روی جسم دیگر که با آن در تماس است ایجاد می‌شود.

اصل ارشمیدس (Archimedes' principle): بر این اساس وقتی جسم را در سیال غوطه‌ور سازیم نیرویی بالاسو بر جسم وارد می‌شود که برابر است با وزن سیال جابه‌جاشده.

اصل شناوری (Principle of flotation): این اصل می گوید جسم شناور، سیال هم‌وزن خود را جابه‌جا می کند.

اِل‌ای‌دی (LED): سرنام دیود گسیل‌کنندهٔ نور یا LIGHT EMITTING DIODE، یک قطعهٔ کوچک در حالت جامد که با عبور جریان الکتریکی کوچک از آن، بدون تولید گرما، نور تولید کند.

ایستایی (Stall): به **نیروی برآ** مراجعه کنید.

پایستگی انرژی (Energy conservation): بر اساس این قانون علمی، انرژی (گرما،

نور، صوت، الکتریسیته و غیره) خلق یا نابود نمی‌شود، بلکه از شکلی به شکل دیگر تبدیل می‌شود.

پراش (Diffraction): در این فرایند، موج در اطراف اجسام کوچک خم می‌شود یا در نتیجهٔ عبور از یک شکاف کوچک پخش می‌شود.

پراکندگی ریلی (Rayleigh scattering): به نام لرد ریلی (۱۹۱۹-۱۸۴۲)، نوعی از انحراف تابش الکترومغناطیسی به‌وسیلهٔ ذرات ماده که تابش از لابه‌لای آن عبور می‌کند. فوتون‌های تابش بدون تغییر انرژی از اتم‌ها و مولکول‌ها می‌جهند (پراکندگی کشسان)، در حالی‌که فاز آن‌ها تغییر می‌کند، اما بسامد آن‌ها برخلاف پراکندگی ناکشسان تغییر نمی‌کند.

تابش گرمایی (Radiation of heat): فرایند انتقال گرما در خلأ یا سیال. تابش گرمایی شکلی از نور (فروسرخ) است.

تکامل (Evolution): نظریهٔ چارلز داروین بر این اساس که گونه‌ها در بازه‌های زمانی طولانی تغییر می‌کنند. در این حالت افرادی از یک گونه که بر افراد دیگر مزیت دارند در تولیدمثل موفق‌ترند.

جرم (Mass): معیاری از مقدار مادهٔ موجود در جسم. جرم از نیروی گرانشی (وزن) که بر جسم وارد می‌شود، مستقل است. وزن با ترازوی فنری (نیروسنج) و جرم با ترازوی شاهین‌دار اندازه‌گیری می‌شود.

دگرچسبی/ هم‌چسبی (Adhesion): دگرچسبی نیروی جاذبه بین دو نوع مولکول متفاوت است. نیروی جاذبه بین مولکول‌های مشابه را هم‌چسبی می‌نامند.

رسانایی گرمایی (Conduction of heat): فرایند انتقال انرژی گرمایی از طریق ماده که با انتقال انرژی ارتعاشی بین مولکول‌های مجاور انجام می‌شود. این روش انتقال انرژی در جامدات از مایعات و گازها بیشتر است.

سال نوری (Light-year): مسافتی که نور در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند و حدود ۹,۴۶۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ متر است.

سیال (Fluid): مادّه‌ای که جاری می‌شود؛ مایع یا گاز.

شکست (Refraction): در این فرایند، جهت نور هنگام عبور از یک محیط به محیط دوم با چگالی متفاوت، تغییر می‌کند. عدسی‌ها به این شیوه کار می‌کنند.

صافی پولاروید (Polarizing Filter): در این نوع از صافی‌ها، نوری که تنها در یک جهت ارتعاش کند می‌تواند از صافی عبور کند. به **قطبش نور** مراجعه کنید.

صفر مطلق (Absolute zero): دمایی که در آن مولکول‌های هر جسمی ساکن‌اند؛ از این‌رو بیانگر سردترین دمای ممکن است.

فرایند بی‌دررو (Adiabatic process): این اصطلاح در ترمودینامیک به‌کار می‌رود. در این وضعیت، گرما به سیستم وارد یا از آن خارج نمی‌شود، اگرچه حجم و فشار تغییر می‌کنند. برای مثال، اگر هوا در تلمبهٔ دوچرخه متراکم شود، گرم خواهد شد، زیرا انتقال گرما به شکل آنی و قابل‌ملاحظه اتفاق نمی‌افتد. مثال دیگر، با تأثیر معکوس، قوطی اسپری است. هنگام اسپری‌کردن، دمای قوطی کاهش می‌یابد. دستگاه‌های دیگری در کاربرد روزمره، از جمله موتور خودروها و یخچال‌ها پدیدهٔ بی‌دررو را به نمایش می‌گذارند.

قطبش نور (Polarization of Light): نور به شکل موج است و بردار الکتریکی و مغناطیسی دارد. این بردارها در تمام انواع نور طبیعی هم‌راستا نیستند. اگر هم‌راستا شوند، می‌گوییم نور قطبیده است.

قوانین حرکت نیوتن (Newton's laws of motion): (۱) تا زمانی که برایند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، جسم در حالت سکون یا حرکت یکنواخت باقی می‌ماند. (۲) اگر نیروی خالص بر جسم وارد شود، جسم شتاب می‌گیرد و آهنگ شتاب آن با نیرو نسبت مستقیم و با جرم جسم نسبت معکوس دارد. (۳) برای هر عملی عکس‌العملی موجود است، مساوی و خلاف جهت آن.

کشش (Drag): به **اصطکاک** مراجعه کنید.

کشش سطحی (Surface tension): ویژگی سطح مایعات که به پوشش نازک شباهت دارد. کشش سطحی حاصل نیروهای بین‌مولکولی مایع است. نمونه‌ها: سوسک آبی می‌تواند روی سطح آب راه برود؛ کرهٔ نسبتاً کامل حباب صابون؛ مقدار اندک جیوه

روی صفحه تقریباً به‌شکل کروی درمی‌آید و تحت تأثیر گرانش تنها تا اندازه‌ای پهن می‌شود.

گرانش (Gravity) : نیروی جاذبه بین دو جسم. این نیرو بسیار کوچک است و زمانی نمایان می‌شود که حداقل یکی از اجسام، بسیار بزرگ باشد.

گرانیگاه (Centre of gravity): نقطه‌ای در هر جسم که می‌توانیم تمام وزن جسم را بدون اثرگذاری بر خواص جسم، در آن نقطه در نظر بگیریم. محاسبات با اتکا بر این فرض بسیار آسان می‌شود.

ماشین حرکت دائم (Perpetual motion machine): دستگاهی مکانیکی که بدون نیاز به منبع انرژی بیرونی و صرفاً با تأمین انرژی در خود دستگاه، به‌طور دائم کار انجام بدهد. این دستگاه نمی‌تواند وجود داشته باشد زیرا با قانون فیزیکی مشهوری موسوم به اصل پایستگی انرژی تناقض دارد. این قانون چنان بنیادی است که ادارهٔ ثبت اختراعات از بررسی هرگونه ادعایی درخصوص حرکت دائم سر باز می‌زند.

حرکت دائم در غیاب اصطکاک امکان‌پذیر است؛ برای مثال، الکترون‌های چرخان به دور هسته یا جسم در حال حرکت در فضا. اما به محض استخراج انرژی از چنین دستگاهی، حرکت دائم نابود خواهد شد. بدیهی است وسیله‌ای که از نیروی گرانشی یا تغییر فشار یا دمای جوّ بهره ببرد، از این ویژگی برخوردار نیست.

نیروی برآ (Lift): نیروی بالاسو که حاصل جریان هوا روی بال‌هاست. اگر این نیرو به‌دلیل اختلال جریان هوا ناپدید شود، می‌گوییم هواپیما دچار ایستایی شده است.

وزن (Weight): به **جرم** مراجعه کنید.

همرفت (Convection of heat): فرایندی که در آن سیال گرم جایگزین سیال سرد می‌شود و بالا می‌آید.