

۲۰۸۱۴۷۳

نعمت الله گلستانیان

راهنشنامه‌ی موضوعی

دانش و فناوری

(دایرةالمعارف ۹ جلدی)

جلد ۲

موجودات زنده

سرشناسه: گلستانیان، نعمت‌الله، ۱۳۱۳
عنوان و نام پدیدآور: موجودات زنده/ نویسنده نعمت‌الله گلستانیان
مشخصات نشر: تهران: میچکا، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری: ۱۳۶ ص، مصور (رنگی)
فروست: دانشنامه موضوعی دانش و فناوری؛ ۲
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۵۲-۰۹۷-۷
موضوع: دایره‌المعارف و واژه‌نامه‌های کودکان و نوجوان
رده بندی کنگره: Q۱۲۱
رده بندی دیویی: [ج]۵۰۳
شماره کتابشناسی ملی: ۵۹۷۰۸۵۱

انتشارات میچکا

آدرس: تهران، میدان انقلاب، خیابان فخر رازی،
خیابان شهید رحیم حری، بن‌بست فرزانه، پلاک ۱۰، طبقه ۴
www.michka-publisher.com

موجودات زنده

نویسنده: نعمت‌الله گلستانیان
چاپ اول: ۱۳۹۸
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۵۲-۰۹۷-۷
قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان



به نام خدا

فهرست

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
۱۳	۲-۲ گال سنگها	(شش)	پیشگفتار
۱۳	۳-۲ سودمندی و زیان بخشی قارچها و گل سنگها	۱	سراغاز
۱۴	۵ تشریح گیاهی	۳	۱ حیات: سرچشمهها و رشد و نمو
۱۴	۱-۵ مقدمه	۳	۱-۱ سراغاز حیات
۱۴	۲-۵ گیاهان چه چیزی نیاز دارند؟	۲	۲-۱ تشخیص موجودات زنده
۱۴	۳-۵ جادوی سبز	۳	۳-۱ تکامل حیات
۱۶	۴-۵ درونها و بیرونهای زندگی گیاه	۵	۴-۱ تابودی موجودات زنده
۱۸	۶ گیاهان بی گل	۵	۵-۱ سازگاری موجودات زنده با محیط
۱۸	۱-۶ آشنایی با گیاهان بی گل	۷	۲ رده بندی موجودات زنده
۱۸	۲-۶ خزه ها و شرواش ها	۷	۱-۲ موجودات زنده ی روی زمین
۱۸	۳-۶ ذم اسرها	۷	۲-۲ شجره نامه ی حیات
۱۹	۴-۶ سرخس	۸	۳-۲ چگونه گی نام گذاری موجودات زنده
۲۰	۷ گیاهان گل دار	۹	۴-۲ رده ها، خانواده ها و گونه ها
۲۰	۱-۷ آشنایی با گیاهان گل دار	۹	۵-۲ فقرات و تغییر موجودات زنده
۲۰	۲-۷ دنیای پرشکوه گیاهان	۱۰	۳ اندامگان های تک باخته ای
۲۱	۳-۷ دو گروه اصلی گیاهان گل دار	۱۰	۱-۳ باخته ها
۲۲	۴-۷ چگونه گی رشد کردن گیاهان	۱۰	۲-۳ اجزای تشکیل دهنده ی باخته
۲۲	۵-۷ تدبیرهای بازفرآوری گیاه	۱۰	۳-۳ نخستین نشانه های حیات
۲۳	۶-۷ درون گل های گیاه	۱۲	۴ فارچها و گل سنگها
۲۴	۷-۷ گیاهان تک گل و چند گل	۱۲	۱-۴ فارچها
۲۴	۸-۷ چرخه ی بازفرآوری گیاهان		

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
۴۱	۴-۱۲ حشرات و پشه‌های حشری	۲۶	۸ میوه‌ها و دانه‌ها
۴۳	۱۳ کرم‌ها	۲۶	۸-۱ شکفتن دانه‌ها
۴۳	۱-۱۳ کرم‌های انگلی	۲۶	۸-۲ میوه‌های خشک و آبدار
۴۳	۲-۱۳ کرم‌های خاکی	۲۷	۸-۳ گل‌های تر و ماده
۴۴	۳-۱۳ کرم‌های دریایی	۲۸	۸-۴ دانه‌های بی‌میوه
۴۵	۱۴ سخت‌پوستان	۲۸	۸-۵ پاشیده شدن دانه‌ها
۴۵	۱-۱۴ آشنایی با سخت‌پوستان	۲۸	۸-۶ رویدن گیاهان تازه
۴۵	۲-۱۴ جگونگی رشد کردن سخت‌پوستان از	۳۰	۹ درختان
۴۵	مرحله تخم تا بالغ	۳۰	۹-۱ نمونه‌های درختان
۴۶	۳-۱۴ بزرگ‌تر شدن پوسته‌های سخت‌پوستان	۳۰	۹-۲ درختان مخروطی
۴۸	۱۵ عنکبوت‌ها، صدپایان و عقرب‌ها	۳۱	۹-۳ برگ‌های درختان مخروطی
۴۸	۱-۱۵ مقدمه و آشنایی	۳۲	۹-۴ درختان پهن‌برگ
۴۸	۲-۱۵ عنکبوت‌ها	۳۲	۹-۵ درختان برگ‌ریز
۴۹	۳-۱۵ صدپایان و هزارپایان	۳۲	۹-۶ درون تنه درخت
۴۹	۴-۱۵ عقرب‌ها	۳۳	۹-۷ درختان و محیط زیست
۵۱	۱۶ حشرات	۱۴	۱۰ زیمان‌ها و زیستگاه‌ها
۵۱	۱-۱۶ بدن حشرات	۳۴	۱۰-۱ آشنایی با زیمان‌ها
۵۲	۲-۱۶ حشرات اجتماعی	۳۴	۱۰-۲ مکان‌های زیستن در روی زمین
۵۲	۳-۱۶ پرواز کردن حشرات	۳۶	۱۰-۳ زیستگاه‌های جانوران
۵۳	۴-۱۶ چرخه زندگی حشرات	۳۷	۱۰-۴ زیستگاه ایزیان
۵۴	۵-۱۶ چرخه زندگی حشرات	۳۷	۱۰-۵ زیستگاه‌های غیرعادی
۵۴	۶-۱۶ تغذیه حشرات	۳۸	۱۱ بی‌مهرگان دریایی
۵۵	۷-۱۶ حشرات ویرانگر و حشرات سازنده	۳۸	۱۱-۱ موجودات بی‌ستون فقرات
۵۶	۸-۱۶ شگفتی‌های ظریف در دنیای حشرات	۳۸	۱۱-۲ مرجان‌ها
۵۷	۱۷ ماهی‌ها	۳۸	۱۱-۳ شاخک‌ها و خارهای موجودات دریایی
۵۷	۱-۱۷ انواع ماهی‌ها	۴۰	۱۲ نرم‌تنان
۵۸	۲-۱۷ زیستن ماهی‌ها در آب	۴۰	۱۲-۱ آشنایی با نرم‌تنان
۵۸	۳-۱۷ اجرای بدن ماهی	۴۰	۱۲-۲ نرم‌تنان یک پوسته‌ای یا دو پوسته‌ای
		۴۱	۱۲-۳ هسته‌پایا و ماهی‌های مرکب

عنوان	صفحه	عنوان	صفحه
۱۷-۴ زیستن ماهی در آب شور یا آب شیرین	۵۹	۲۱ پستانداران	۷۴
۱۷-۵ مهاجرت کردن ماهی ها	۵۹	۱-۲۱ مقدمه	۷۴
۱۷-۶ مراقبت های مادر و پدری ماهی ها	۵۹	۲-۲۱ گروه های پستانداران	۷۴
۱۷-۷ ماهی ها از نظر شکل و سازش با محیط	۵۹	۳-۲۱ پستانداران کیسه دار	۷۵
۱۷-۸ رفتار غیرعادی برخی ماهی ها	۵۹	۴-۲۱ پستانداران پیشرفته	۷۵
۱۸ دوزیستان	۶۱	۵-۲۱ مراقبت های پس از تولد	۷۶
۱-۱۸ آشنایی با دوزیستان	۶۱	۶-۲۱ توانایی حس کردن در پستانداران	۷۶
۲-۱۸ جای زندگی کردن دوزیستان	۶۱	۷-۲۱ بزرگ ترین پستانداران	۷۶
۳-۱۸ گروه های سه گانه دوزیستان	۶۱	۲۲ بازفرآوری جانوران	۷۸
۴-۱۸ قورباغه های سمی	۶۳	۱-۲۲ شیوه های بازفرآوری موجودات	۷۸
۵-۱۸ تغذیه و جفت گیری دوزیستان	۶۳	۲-۲۲ جانوران جفتی	۷۸
۶-۱۸ زندگی دوزیستان از مرحله تخم تا بالغ	۶۳	۳-۲۲ پخته و کروموزوم	۷۸
۷-۱۸ چرخه ی زندگی دوزیستان	۶۴	۴-۲۲ زندگی جمعی جانوران	۷۹
۱۹ خزندگان	۶۵	۵-۲۲ بچه پروراندن جانوران	۸۰
۱-۱۹ گروه بندی خزندگان	۶۵	۶-۲۲ بار آوردن و آموزش دادن بچه ها	۸۰
۲-۱۹ زندگی کردن خزندگان در خشکی	۶۵	۷-۲۲ دوره ی زندگانی جانوران	۸۰
۳-۱۹ سوسمار مانند ها	۶۵	۸-۲۲ همانند سازی جانوران	۸۱
۴-۱۹ لاک پشت های حاکری و آبی	۶۶	۲۰ پرنده ها	۸۳
۵-۱۹ مارها و مارمولک ها	۶۷	۱-۲۰ آشنایی با پرنده ها	۸۳
۶-۱۹ تغذیه ی خزندگان	۶۷	۲-۲۰ توانایی پره های پرنده ها	۸۷
۷-۱۹ مشخصه های مارمولک ها	۶۸	۳-۲۰ آواز پرنده ها	۹۰
۲۰ پرندگان	۷۰	۴-۲۰ لانه ها و تخم گذاری پرندگان	۹۲
۱-۲۰ آشنایی با پرندگان	۷۰	۵-۲۰ پرواز پرندگان	۹۷
۲-۲۰ توانایی پره های پرندگان	۷۱	۶-۲۰ تغذیه ی پرندگان	۱۰۳
۳-۲۰ آواز پرندگان	۷۱	نمایه ی نام ها	۱۱۱
۴-۲۰ لانه ها و تخم گذاری پرندگان	۷۱	واژه نامه ی انگلیسی - فارسی	۱۱۵
۵-۲۰ پرواز پرندگان	۷۲	کتاب شناسی	۱۱۹
۶-۲۰ تغذیه ی پرندگان	۷۲	نمایه	۱۲۰

پیشگفتار

با علم اگر عمل نکنی شاخ بی‌بری
چشم از برای آن بود آخر که بنگری
(شیخ اجل، سعدی)

بار درخت علم نباشد مگر عمل
هر علم را که کار نبندی چه فایده

دوامه‌ی پیشرفت دانش و فناوری به قدری گسترده است، که در جهان امروز هیچ جامعه، یا حتی هیچ خانواده‌ای، یافت نمی‌شود که از مزایای آن‌ها بهره‌مند نباشد. به جرأت می‌توان گفت که دانش و فناوری بر همه‌ی شئون زندگی انسان‌ها سایه‌ای رو به فزونی افکنده است. تکامل سفرهای فضایی از بزرگ‌ترین پیروزی‌های بشر در فناوری نوین است. در این عمل پیشگامانه حیطه‌ی گوناگونی از دانش و فناوری، از طرح‌های آیرودینامیکی و گسترش مو گرفته تا سیستم‌های عجیب و پیچیده سهیم بوده‌اند. در این زمینه‌ها قانون‌های علوم پایه، از جمله قانون‌های بنیادی فیزیک، مورد استفاده واقع شده‌اند.

یکی از روش‌های کلی در رده‌بندی علوم این است که آن‌ها را به صورت علوم دقیق، مانند علم فیزیک، یا علوم توصیفی، مانند رده‌بندی گیاهان، یا علم جانورشناسی، تقسیم کنیم. دستاوردهای علوم دقیق، معمولاً، با امکان اندازه‌گیری دقیق مشغول می‌شوند، اما در علوم توصیفی، مهم‌ترین کار بسط دادن روشی از تجربیات یا رده‌بندی است که در آن ارجاع دادن و مقایسه کردن، با انواع و الگوی مورد نظر امکان‌پذیر باشد.

ب. فناوری

فناوری عبارت است از جنبه‌های کاربردی و توصیفی علم، که ارزش و اهمیت مهندسی و صنعتی را در زندگی فردی، جامعه و محیط زیست، داشته باشد. با این تعریف، فناوری با علم و مهندسی رابطه‌ای نزدیک دارد. علم با درک انسان از جهان واقعی پیرامون، از جمله ویژگی‌های ذاتی فضا، ماده و انرژی و برهم‌کنش آن‌ها، ارتباط دارد و مهندسی به جنبه‌های کاربردی شناخت عینی انسان در آفرینش طرح‌ها، نقشه‌ها و وسایل رسیدن به هدف‌های دلخواه و مورد نیاز در تسهیل زندگی انسان‌ها، مربوط است.

دوامه‌ی پیشرفت دانش و فناوری به قدری گسترده است، که در جهان امروز هیچ جامعه، یا حتی هیچ خانواده‌ای، یافت نمی‌شود که از مزایای آن‌ها بهره‌مند نباشد. به جرأت می‌توان گفت که دانش و فناوری بر همه‌ی شئون زندگی انسان‌ها سایه‌ای رو به فزونی افکنده است.

تکامل سفرهای فضایی از بزرگ‌ترین پیروزی‌های بشر در فناوری نوین است. در این عمل پیشگامانه حیطه‌ی گوناگونی از دانش و فناوری، از طرح‌های آیرودینامیکی و گسترش مو گرفته تا سیستم‌های عجیب و پیچیده سهیم بوده‌اند. در این زمینه‌ها قانون‌های علوم پایه، از جمله قانون‌های بنیادی فیزیک، مورد استفاده واقع شده‌اند.

۱. تعریف دانش و فناوری

در این پیشگفتار بی‌مناسبت نیست اگر به اختصار به معرفی علم یا دانش و نیز فناوری، پرداخته شود.

الف. علم

علم عبارت است از شناخت روشمند جهان فیزیکی یا مادی که از راه مشاهده و آزمایش حاصل می‌شود. فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، روان‌شناسی، اقتصاد، و نظیر آن‌ها، شاخه‌هایی از علم را تشکیل می‌دهند.

واژه‌ی علم، معمولاً، درباره‌ی شیوه‌ها یا فعالیت‌های عقلانی، که دارای جنبه‌های معین و مشترکی هستند، به کار می‌رود. علم با ارائه‌ی تبیین‌های دقیقی که مستعد بازبینی‌اند، مشخص می‌شود. این موضوع برای یک علم مورد نظر، اغلب،

با مبانی حیصاری. فناوری با ابزار و روش‌های اجرایی برنامه‌هایی سر و کار دارد، که انسان برای بهبود و ارتقای سطح زندگی خود ترتیب می‌دهد. با توجه به تعریف‌های علم و فناوری، می‌توان گفت که، به طور مثال، فیزیک علمی دقیق و مبتنی بر تجربه است و فناوری نمودی از کاربرت قانون‌های فیزیکی است.

۲. رابطه‌ی علم و فناوری

امروزه دریافته‌ایم که علوم پایه، از جمله فیزیک، اساس صنایع و فناوری را تشکیل می‌دهند. هیچ نوآوری و ابداع و اختراعی نمی‌تواند حداکثر فایده را برساند مگر آنکه به وسیله‌ی علم بارور شود و هیچ فردی نمی‌تواند دستکاری را طراحی کند بدون آنکه از پیش اصول بنیادی آن را آموخته باشد. برای طراحی یک ماهواره، یا حتی یک تله‌فون هم، لازم است که اصول بنیادی علمی مورد نظر واقع شوند.

اما، اینکه انسان از بدو آفرینش همواره نخستین علمی را فراگرفته و آنگاه به گسترش فناوری پرداخته است، شاید چندان درست نباشد. با توجه به گذشته‌های دور می‌بینیم که مردم به خاطر احساس نیاز و بدون آگاهی از هیچ مبانی علمی‌ای با استفاده از سنگ تیر و کارد ساخته‌اند. با مالش دادن دو تکه چوب به هم آتش افروخته‌اند. و برای محفوظ ماندن از سرما و تابش آفتاب از پوست جانوران به عنوان لباس استفاده کرده‌اند. از اینجاست که به پیشی داشتن تولید فناوری نسبت به تدوین و فرمول‌بندی مبانی علمی در تاریخ زندگی انسان پی می‌بریم.

با گذشت زمان و گسترش دامنه‌ی علم انسان به جایی رسید که به موازات پیشرفت علم نتوانست به رشد فناوری و تکامل وسایل و ابزار مبتنی بر مبانی علمی دست پیدا کند. به عنوان مثال، اگر به تاریخ علم در سده‌ی هفدهم میلادی نگاهی بیندازیم، دانشمندان صاحب نامی چون گالیلئو گالیله^۱، آیزاک نیوتون^۲، رنه دکارت^۳، پی‌یر فرما^۴، و دیگران، را می‌بینیم که از بنیان‌گذاران مبانی ریاضیات و فیزیک کلاسیک بوده‌اند، اما، در

کمال تأسف، در طول چندین دهه از سده‌ی هفدهم تنها به تسهیل مورد از اختراع وسایل فیزیکی مهم برمی‌خوریم، که عبارت بودند از: جوستنج، پمپ هوا، ساعت آونگی، تلسکوپ، میکروسکوپ و دماسنج.

گفته می‌شود که در سده‌ی بیستم علم در تمام زمینه‌ها گسترش بسیار یافته و قلمرو آن وسیع تر شده است. این گفته تا حدی درست است و به ویژه در دهه‌های نخست سده‌ی بیستم پیشرفت در زمینه‌ی فیزیک نوین با ارائه‌ی نظریه‌ی نسبیت توسط آلبرت اینشتین^۱ و نظریه‌ی کوانتومی توسط ورنر هایزنبرگ^۲، اروین شرودینگر^۳، و دیگران بسیار شکفت‌آور بوده است. اما پدیده‌ی است که هم‌زمان و هم‌پای با ارائه‌ی مبانی علمی از جمله در قلمرو فیزیک کلاسیک، و نیز فیزیک نوین، به دلیل کافی نبودن امکانات تولید و ساخت، مظاهر فناوری نتوانستند فرصت ابداع پیدا کنند.

بنابراین، آنچه امروز به عنوان پیشرفت علم، دست کم در قلمرو فیزیک، از آن نام برده می‌شود، در واقع، بیشتر مربوط به گسترش مظاهر فناوری و حیطه‌های تجربی مبتنی بر اصول و پدیده‌های علمی است. به بیان دیگر، در جامعه‌ی امروز فناوری و دستاوردهای آن از مبانی علمی سریع‌تر پیشرفت می‌کند و به همین دلیل پیشرفت بیشتر به گسترش فناوری مربوط می‌شوند تا به گسترش مبانی علمی.

به عنوان مثال، پدیده‌های شکست و بازتاب نور، قرن‌ها پیش مورد مطالعه قرار گرفته و پژوهشگران بسیاری از جمله حسن بن هشیم^۱، گالیله^۲، نروتن^۳، دکارت، ویلبرورت اسنل^۴ و دیگران، در این زمینه کار کرده‌اند. اما استفاده‌ی عملی از این پدیده‌ها در سطح پیشرفته، در همین چند دهه‌ی اخیر با ساخت عدسی‌های همگرا و واگرای با تغییر تدریجی ضریب شکست و کاربرد این عدسی‌ها در عینک‌سازی، یا ساخت تارهای نوری^۵ برای کاربردهای مخابراتی و پزشکی، صورت گرفته است.

1. Albert Einstein
2. Werner Heisenberg
3. Erwin Schrödinger
4. Willebrord Snell
5. optical fibers

1. Galileo Galilei
2. Isaac Newton
3. René Descartes
4. Pierre Fermat

از سوی دیگر، در زمینه فناوری بر پایه نظریه کوانتومی وسایل و روش‌هایی مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی^۱ (MRI) و وسیله ابررسانای تداخل کوانتومی^۲ (SQUID)، را می‌توان نام برد، که در تشخیص‌های پزشکی کاربردهای زیادی دارند.

۳. فناوری‌های پیشرفته

بسیاری از ما با مظاهر فناوری‌های نوین در زمینه‌های گوناگون، از جمله در ساخت رایانه‌ها، مخابرات، کنترل، ابزارهای تشخیص پزشکی، و نظیر آن‌ها، آشنا هستیم. اگر توجه کنیم می‌بینیم که تولیدکنندگان فناوری همواره می‌کوشند به ابداع روش‌ها و وسایلی دست بزنند که تا حد امکان جمع و جورتر و در تسهیل زندگی دارای کارایی بیشتر باشند.

برای تحقق یافتن این هدف‌ها در فناوری‌های روش‌ها و سیستم‌های گوناگونی وجود دارند، که از جمله آن‌ها می‌توان فناوری اطلاعات^۳، فناوری نانو^۴ و زیست‌فناوری^۵ را نام برد.

الف. فناوری اطلاعات

فناوری اطلاعات، که معمولاً، کاربرد گسترده‌ای از فناوری را در برمی‌گیرد، برای انتقال اطلاعات (به صورت اخبار، داده‌ها، متن‌ها، نقشه‌ها، ثبت آثار صوتی و تصویری، و نظیر آن‌ها) به ویژه در رایانه‌ها، الکترونیک رقیمی و مخابرات، مورد استفاده واقع می‌شود.

رشد عظیم علمی و تجاری فناوری اطلاعات در اثر دستیابی به ساخت مدارهای با یکپارچگی بسیار بزرگ - مقیاس^۶ (VLSI)، ماهواره‌ها و روش مخابرات نوری، مرهون گسترش فناوریانه در عرض دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ بوده است. مهندسی اطلاعات، از جمله حوزه‌های وابسته به این فناوری است که به تحلیل و طراحی سیستم‌های نوین مبتنی بر رایانه به همراه توسعه نرم‌افزارهای مربوط، می‌پردازد.

1. Magnetic Resonance Imaging (MRI)
2. Superconducting Quantum Interference Device (SQUID)
3. Information Technology (IT)
4. Nanotechnology
5. Biotechnology
6. Very Large Scale Integration (VLSI)

ب. فناوری نانو

فناوری نانو شامل سیستم‌هایی برای انتقال ماده، انرژی و اطلاعات است، که توسط ساختارهایی با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) انجام می‌شود. این اصطلاح، که با وسعت بیشتر در مورد ارائه روش‌های تولید یا اندازه‌گیری با این ابعاد نیز کاربرد دارد، در سال ۱۹۷۴ توسط نوموتانیگوشی^۱ ژاپنی در ارتباط با روش‌های ماشینی مکانیکی، از جمله روبات‌ها، به کار رفت.

در فناوری نانو از بالا به پایین، روش‌های ساخت و تولید بر اندازه‌های کوچک متمرکزند. از جمله در تکنیک‌هایی مانند فوتولیتوگرافی مورد استفاده در ساخت ترازیستورهای مدارهای یکپارچه^۲ (IC)، تلاش بر این است که تراشه‌هایی تا حد امکان کوچک‌تر، به هم نزدیک‌تر و با قدرت پردازش بیشتر ساخته شوند. مثلاً، تراشه‌ی خاصی از حافظه‌ی با دسترسی تصادفی دینامیک^۳ (DRAM) شامل ۶۴ میلیون ترازیستور است.

در فناوری نانو حد پایین، ما با کاربرد اتم‌های منفرد سر و کار داریم. با استفاده از کاوشگر وسیله‌ای به نام میکروسکوپ تونلی پوشی^۴ (STM) می‌توان اتم‌ها و مولکول‌های منفرد را چنان رایش داد و به حرکت درآورد که دقیقاً شرایط مورد نیاز به وجود آید.

به کمک وسیله‌ای به نام دستکاری کننده‌ی نانو^۵ می‌توان میدان الکتریکی اتم‌ها را احساس کرد. این وسیله با استفاده از ترسیم‌های اتمی سه بعدی و فناوری واقعیت مجازی^۶ (یا شبه واقعیت) به سیستم‌ان اجازه می‌دهد اتم‌ها را در حین حرکت کردن «بینند» و «حس کنند».

1. Nomo Taniguchi
2. Integrated Circuits (IC)
3. Dynamic Random-Access Memory (DRAM)
4. Scanning Tunneling Microscope (STM)
5. nanomanipulator

* سیستم تشکیل‌دهنده‌ی حافظه‌ی اصلی بزرگ رایانه‌ها، کوچک رایانه‌ها و حتی برخی رایانه‌هاست.

• واقعیت مجازی (Virtual reality) روشی رایج‌ای است که محیط شبیه‌سازی شده با رایانه را برای آموزش پرواز، حیوانات و فضاپردان و بازی‌های ویدیویی فراهم می‌کند. در این روش کاربرها گمان می‌کنند که در یک محیط واقعی قرار گرفته‌اند. از این روش در سنودوهای کنفرانس‌های ویدیویی علمی یا خبری استفاده می‌شود. در جاهایی که ساخت کسب‌کار در کنفرانس‌ها به ناصبه‌های دور از هم واقع شده می‌تواند تسهیل کند. که همه در یک مکان قرار دارند.