

ضروریات کاربرد میکروسکوپ الکترونی در زیست فناوری

همراه با اطلس تصاویر

تألیف:

استاد دانشااه - علوم پزشکی تهران
دانشیار دانشگاه علوم پزشکی تهران
دانشیار دانشگاه تهران - چمران
استاد دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر سید محمد حسین نوری موگهی
دکتر باقر مینایی زنگی
دکتر حسن مروتی
دکتر حمید رضا صادقی پور رودسری

سید مهدی سوار

سرشناسه: نوری موگهی، محمد حسین، ۱۳۳۸-

عنوان و نام پدید آور: ضروریات کاربرد میکروسکوپ الکترونی در زیست فناوری با اطلس تصاویر/تالیف

محمد حسین نوری موگهی، باقر مینایی زنگی حسن مروتی، حمید رضا صادقی پور رودسری

مشخصات نشر: تهران: امید، مرداد ماه ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: مصور، جدول، نمودار

تعداد: ۳-۲-۵۷۸۲-۶۰۰-۹۷۸

یادداشت نمایانه، ص. ۳۶۰-۳۷۴

وضعیت فهرست نویسی: فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

موضوع: میکروسکوپ الکترونی

شناسه افزودن: باقر مینایی زنگی، حسن مروتی

رده بندی کلاسیک: ۵۹۰/۱۹۱/۷۱۷/۳۱۲ - ۳۱۲ - ۵۸

رده بندی دیویی: ۵۸/۳۱۲

شماره کتابشناسی ملی: ۵۷۳۰۰

عنوان کتاب: ضروریات کاربرد میکروسکوپ الکترونی در زیست فناوری با اطلس تصاویر

مؤلفین: دکتر سید محمد حسین نوری موگهی، دکتر باقر مینایی زنگی، دکتر حسن مروتی، دکتر حمید رضا صادقی پور رودسری

ویراستاران: دکتر سید محمد حسین نوری موگهی، سیدمهدی سوار

ناشر: انتشارات امید

سال نشر: ۱۳۹۰

تیراژ: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول

قیمت: ۱۴۵۰۰۰ ریال

چاپ: باران

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۷۸۲-۳-۲

تهران: میدان انقلاب - خیابان اردیبهشت - ساختمان اردیبهشت - پلاک ۳۲۵ - تلفن: ۶۶۹۵۲۱۷۶

حق چاپ محفوظ است

پیشگفتار

با درود فراوان به حضرت ختمی مرتبت محمد مصطفی (ص) و با سلام و صلوات به امامان پاک و معصوم، خداوند را شکر می‌کنیم که رفیق آمده سازی و تقدیم کتاب ضروریات کاربرد میکروسکوپ الکترونی در زیست فناوری را عطا نمود. در کتاب حاضر مطالب نظری و اطللس تصامیر مکرر گران‌های الکترونی به منظور استفاده عملی، برای مدرسیر محتتم، محققین بزرگوار، دانشجویان عزیز و علاقمند به مطالعه و بررسی‌ایی که نیاز به استفاده از میکروسکوپ الکترونی را دارند ارائه شده است. در عین حال باید متذکر گردید که این کتاب دارای جنبه‌های کاربردی فراوانی برای کلیه متخصصین زیست فناوری و دست اندرکاران مراکز تحقیقاتی رشته‌های مختلف نیز می‌باشد. امید است که همکاران عزیز ما را از نظرات اصلاحی خود بهره‌مند سازند. در پایان بر خود لازم می‌دانیم که از همکاران عزیزی که اینجانبان را رای تهیه مجموعه حاضر یاری نموده‌اند، صمیمانه تشکر نماییم.

حسن ... الشیفیق

گروه مؤلفان

فهرست عناوین

صفحه

عنوان

فصل اول

۲۱	مقدمه
۲۲	تاریخچه مختصر میکروسکوپ الکترونی
۳۱	انواع میکروسکوپ‌های الکترونی
۴۰	کلیات کار با میکروسکوپ الکترونی
۴۱	تفاوت‌های بین میکروسکوپ الکترونی با میکروسکوپ نوری
۴۱	محدودیت‌های کاربرد میکروسکوپ الکترونی
۴۲	ویژگی‌های عمومی میکروسکوپ الکترونی
۴۳	خصوصیات نور
۴۴	بزرگنمایی (Magnification)
۴۵	قدرت تفکیک (Resolution)
۵۱	شرایط لازم برای کار با میکروسکوپ الکترونی
۵۱	ویژگی‌های فیزیکی میکروسکوپ الکترونی (E.M)
۵۱	انواع میکروسکوپ الکترونی از لحاظ تاریخی

فصل دوم

۶۳	اصول تهیه نمونه برای کار با میکروسکوپ الکترونی
۶۵	رنگ‌آمیزی (Staining)
۶۵	مراحل تهیه بافت در میکروسکوپ الکترونی و میکروسکوپ نوری
۶۶	ثبوت (Fixation)
۶۷	اهداف عمل ثبوت
۶۷	مراحل مختلف تهیه نمونه در میکروسکوپ الکترونی

صفحه	عنوان
۶۸	روش‌های ثبوت (Methods of Fixation)
۶۹	عوامل مؤثر در کیفیت ثبوت در زمان استفاده از روش شناور کردن
۷۳	افزایش مواد به منظور بهینه‌سازی عمل ثبوت
۷۴	انواع بافرها
۷۸	انواع ماده ثبوتی محولی
۷۸	۱- گروه آلدهیدها
۸۱	واکنش گلو تار آلدهید با پروتئین‌ها
۸۱	واکنش گلو تار آلدهید با کربوهیدرات‌ها
۸۳	۲- گروه اکسید کننده‌ها
۸۴	اعمال تتروکسید اسمیوم
۸۶	چگونگی ظهور غشای دو لایه در میکروسکوپ الکترونی
۸۸	واکنش تتروکسید اسمیوم با پروتئین‌ها
۸۹	واکنش تتروکسید اسمیوم با اسیدهای نوکلئیک (DNA, RNA)
۹۲	شستشو (Washing)
۹۲	آب‌گیری (Dehydration)
۹۲	انواع عوامل آب‌گیر
۹۳	مرحله مایع انتقالی (Transitional fluid)
۹۴	آغشگی و قالب‌گیری (Infiltration & Embedding)
۹۷	گروه غیرقابل حل در آب (Epoxy Resin)
۹۸	خصوصیات یک ماده قالب‌گیر خوب
۹۹	واسطه‌های قالب‌گیری (Embedding Medium)
۱۰۱	اپون (Epon)
۱۰۲	آرالدایت (Araldite)

صفحه	عنوان
۱۰۴	اپوکسی رزین
۱۰۶	رزین های قابل حل در آب (Water Soluble)
۱۰۸	گلیکول متاکریلیت (G.M.A)
۱۱۰	رله پلیمرایرد گلیکول متاکریلیت
۱۱۰	روش های استفاده از گلیکول متاکریلیت
۱۱۱	لوکس (Lowry)
۱۱۲	قالب گیری (Embedding)
۱۱۳	سوپررزین (Super Resin)
۱۱۴	آرایش یا اصلاح کرب (Trimming)
۱۱۷	نکاتی در رابطه با ویژگی های برش های نیمه نازک (Semithin)
۱۱۷	روش تهیه رنگ تولویدین بلو
۱۱۸	مقطع گیری (Sectioning)
۱۲۲	نکات مهم عبوب ضخامت غیر یکنواخت در یک برش خاص
۱۲۳	دستگاه اولترامیکروتوم و اولترامیکروتومی (Ultramicrotomy)
۱۲۴	چاقو، تیغ یا تیغه (Knife)
۱۲۶	روش های تهیه تیغ های شیشه ای مناسب
۱۲۷	فواید استفاده از دستگاه چاقو ساز (Knife Maker)
۱۲۸	نکات مهمی که باید در هنگام کار با تیغ الماس رعایت شوند
۱۲۹	زوایای مهم در رابطه با برش گیری (Sectioning)
۱۳۰	نحوه ساختن قایق یا تراف برای تیغ میکروتوم
۱۳۱	انواع نوار چسب های مخصوص قایق تیغ میکروتوم
۱۳۴	ویژگی های سطح آب درون قایق
۱۳۵	روش صاف کردن برش ها

صفحه	عنوان
۱۳۶	سوار کردن برش بر روی انبرک مشبک (Grid)
۱۳۶	تراش انبرک‌های مشبک (گرید)
۱۳۷	روش حمل و نقل انبرک مشبک
۱۳۷	نگهداری و خشک کردن گرید یا انبرک مشبک
۱۳۸	اشتباهات و اشکالات و نحوه رفع آنها
۱۵۱	روش ایچینگ (Eching Method)
۱۵۲	دلایل چاترینگ
۱۵۴	اولترامیکروتومی یا تهریز با فون نازک
۱۵۶	چاقو یا تیغ برش‌گیری
۱۵۷	آرایش کردن یا تریمنینگ (Trimming)
۱۵۸	مراحل برش‌گیری (Sectioning)
۱۵۹	ضخامت برش‌ها
۱۶۶	جمع‌آوری برش‌ها
۱۶۶	گریدها یا انبرک‌های مشبک
۱۶۷	کت (Coat) کردن یا پوشش دادن انبرک‌های مشبک
۱۶۷	پوشش (فیلم) کربن
۱۶۷	رنگ آمیزی (Staining)
۱۶۸	رنگ‌آمیزی برش‌های ضخیم
۱۶۸	رنگ‌آمیزی برش‌های نازک
۱۶۸	استات یورانیل
۱۶۹	رنگ‌آمیزی دوبل یا دومرتبه‌ای
۱۶۹	مراحل آماده‌سازی نمونه‌های بافتی
۱۷۰	مراحل آماده‌سازی نمونه جهت مشاهده با میکروسکوپ الکترونی روشی

صفحه	عنوان
۱۷۱	مراحل آماده سازی نمونه های بافتی
۱۷۱	مراحل آماده سازی نمونه های غیربافتی
۱۷۱	ساختار دستگاه اولترامیکروتوم
۱۷۲	سیستم های مکانیکی تغذیه
۱۷۶	برش گیری با سرعت بیش از حد استاندارد
۱۷۶	استر میکروسکوپ و سیستم روشن کننده
۱۷۸	انواع نمونه های مورد آزمایش
۱۷۸	مراحل برش گیری نمونه های دارای ساختمان غیریکنواخت
۱۷۸	مراحل تهیه برش برش مطالعه میکروسکوپ الکترونی عبوری
۱۸۰	آرایش قالب (Trimming)
۱۸۲	روش کنترل جهت برش ها توسط میکروسکوپ نوری
۱۸۳	مراحل برش گیری فوق نازک
	فصل سوم
۱۸۹	رنگ آمیزی در میکروسکوپ الکترونی
۱۸۹	انواع رنگ آمیزی ها در میکروسکوپ الکترونی
۱۹۱	استات یورانیل (Uranyl Acetate)
۱۹۳	اصول رنگ آمیزی
۱۹۱	روش های جلوگیری از تشکیل کربنات
۱۹۱	روش کار برای رنگ آمیزی با سیترات
۱۹۷	مطالعه میکروگراف های الکترونی
۱۹۷	انواع آرتفکت در فتومیکروگراف های میکروسکوپ الکترونی
۱۹۸	روش مطالعه فتومیکروگراف تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی
۱۹۹	ساختمان های داخل سلولی

صفحه	عنوان
۱۹۹	شرح ظاهر بعضی اندامک‌ها در فتومیکروگراف‌های میکروسکوپ الکترونی
	فصل چهارم
۲۰۱	اطلاع میکروگراف‌های الکترونی
۳۶۹	منابع، مراجع و اطلاعات مفید
۳۸۱	واژه نامه
۳۹۳	فهرست اعلام فارسی
۳۹۹	فهرست اعلام لاتین
۴۰۹	اطلاعات مفید
۴۱۳	آثار مؤلفان

فهرست اشکال

شماره‌ی شکل	صفحه
۱-۱- اجزای تشکیل دهنده یک میکروسکوپ نوری معمولی	۲۹
۱-۲- آوندهای چوبی بامبو با استفاده از میکروسکوپ نوری	۳۰
۱-۳- آوندهای چوبی بامبو با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی.	۳۱
۱-۴- چند آوندهای چوبی بامبو با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری.	۳۱
۱-۵- میکروسکوپ الکترونی روبشی.	۳۳
۱-۶- مسیر عبور الکترون در میکروسکوپ الکترونی روبشی.	۳۴
۱-۷- اجزای تشکیل دهنده میکروسکوپ الکترونی روبشی.	۳۵
۱-۸- استریومیکروسکوپ را نشان می‌دهد.	۳۶
۱-۹- میکروسکوپ الکترونی عبوری.	۳۷
۱-۱۰- اجزا تشکیل دهنده میکروسکوپ الکترونی عبوری.	۳۸
۱-۱۱- مسیر عبور الکترون در میکروسکوپ الکترونی عبوری	۳۹
۱-۱۲- رابطه موجود بین طول موج و قدرت تفکیک.	۴۰
۱-۱۳- نحوه ایجاد تصویر در عدسی، در این شکل جسم مورد بررسی	۴۵
۱-۱۴- این شکل نحوه ایجاد قدرت تفکیک در عدسی	۴۵
۱-۱۵- تفاوت قدرت تفکیک در عدسی مغناطیسی و عدسی نوری.	۴۶
۱-۱۶- نحوه عملکرد عدسی مغناطیسی در میکروسکوپ الکترونی.	۴۷
۱-۱۷- ترتیب قرارگیری عدسی‌ها در میکروسکوپ الکترونی	۴۸
۱-۱۸- شمای یک ستون در میکروسکوپ الکترونی نوع زایس ۱۰۹	۴۸
۱-۱۹- میزان طول موج در یک جسم. هرچه طول موج کوتاه‌تر باشد	۴۹
۱-۲۰- پرتاب الکترون از گان (الف) و مقطع عرضی گان (ب).	۵۴
۱-۲۱- اساس کار پمپ دیفوزیون با یک شکل ساده.	۵۶
۱-۲۲- تمرکز الکترون به وسیله عدسی الکترواستاتیک.	۵۷

شماره‌ی شکل	صفحه
۱-۲۳- عدسی الکترواستاتیک و جهت جریان در آن.	۵۸
۱-۲۴- تمرکز الکترون به وسیله عدسی‌ها و جهت جریان در آن	۵۹
۱-۲۵- روش تهیه تیغ شیشه‌ای و قایق اطراف آن.	۶۴
۲-۲- یک اسید چرب با دو انتهای خود با تتروکسید اسمیوم پیوند شده	۸۶
۲-۳- شمایی از برای تشکیل دهنده اجاق یا اون.	۹۰
۲-۴- روش تخلیه پروبلن اکسید.	۹۵
۲-۵- قالب و قالب‌گیری.	۱۱۲
۲-۶- اصلاح نمونه	۱۱۶
۲-۷- شمایی از عدسی به کار رفته در میکروسکوپ تداخلی و عملکرد آن.	۱۲۱
۲-۸- سه حالت احتمالی شکل لوله‌های شیشه‌ای	۱۲۵
۲-۹- انواع تیغ‌های شیشه‌ای تجاری.	۱۲۶
۲-۱۰- مراحل ساخته شدن تیغ‌های شیشه‌ای.	۱۲۷
۲-۱۱- وضعیت قرار گرفتن تیغ	۱۳۰
۲-۱۲- نحوه توزیع رنگ در قایق.	۱۳۱
۲-۱۳- قایقی که برای کشت بافت (Tissue cultur) هم استفاده می‌شود.	۱۳۱
۲-۱۴- میزان مایع درون قایق و سطوح مناسب آن.	۱۳۴
۲-۱۵- در بالا محل مناسب تیغ برای اصلاحات اولیه قالب و در پایین تیغ	۱۳۴
۲-۱۶- اشکالات مصنوعی (آرتفکت) در برش طولی و عرضی	۱۳۷
۲-۱۷- لوپ و گرید یا انبرک مشبک را نشان می‌دهد.	۱۴۹
۲-۱۸- مقطع و رزین اضافی را نشان می‌دهد.	۱۵۱
۲-۱۹- اشکالات مصنوعی در هنگام تهیه برش و مقایسه آنها	۱۵۴
۲-۲۰- جهت و زاویه قرار گرفتن چاقو و نمونه	۱۵۵
۲-۲۱- طرز درست کردن چاقوی شیشه‌ای با قایق فلزی.	۱۵۶

شماره‌ی شکل	صفحه
۲-۲۲- یک چاقوی شیشه‌ای با قایق و چسب پلاستیکی.	۱۵۷
۲-۲۳- مراحل آرایش قالب، خط و نشانه برای بریدن با تیغ.	۱۵۸
۲-۲۴- حالاتی که لبه بالایی و پایینی سطح قالب با هم موازی نیستند	۱۵۹
۲-۲۵- تفاوت ضخامت در برش‌های روبان مانند	۱۶۰
۲-۲۶- طرز قرار گرفتن تیغ و قالب.	۱۶۱
۲-۲۷- نمونه‌ای از یک تیغ را به طوری در دستگاه قرار داد که لبه‌های بالایی	۱۶۲
۲-۲۸- درش نزدیک کردن تیغ به قالب.	۱۶۳
۲-۲۹- نواحی مختلف یک تیغ شیشه‌ای.	۱۶۳
۲-۳۰- قالبی با سطح مربعی.	۱۶۴
۲-۳۱- قالبی با سطح دوزنقه‌ای.	۱۶۴
۲-۳۲- مقایسه‌ی دوزنقه‌های باریک و پهن.	۱۶۵
۲-۳۳- با تنظیم درست، برش‌ها به صورت یک روبان مانند بر سطح	۱۶۵
۲-۳۴- (a) نحوه گرفتن انبرک با پنس و (b) قرار دادن انبرک در زیر روبان	۱۶۶
۲-۳۵- دستگاه اولترامیکروتوم.	۱۷۲

فهرست جداول

صفحه

شماره‌ی جدول

۲۶	۱-۱- مراحل توسعه تکنولوژی یک میکروسکوپ
۴۴	۱-۱- نشان دهنده واحدهای مختلف اندازه‌گیری متریک است.
۴۴	۱-۱- امانه اندازه برای بعضی از اجزاء سلولی.
۴۸	۱-۴- دامنه طیف نور که محدوده طول موج‌های مختلف.
۶۵	۲-۱- مراحل تهیه پاپ در میکروسکوپ الکترونی و نوری
۸۹	۲-۲- میزبان پدیده اکسیداسیون بر انواع اسیدهای آمینه.
۱۰۲	۲-۳- اجزای تشکیل دهنده اپون و مقادیر لازم هر کدام.
۱۰۴	۲-۴- اجزای لازم برای تهیه خلوط آرالدیت- اپون.
۱۰۵	۲-۵- اجزای یک پلاستیزر حجمی
۱۰۵	۲-۶- اجزای یک پلاستیزر وزنی محصول شرکت Schell
۱۰۶	۲-۷- اجزای یک پلاستیزر حجمی محصول شرکت Poly science
۱۰۶	۲-۸- اجزای یک پلاستیزر حجمی.
۱۰۹	۲-۹- روش انجام آب‌گیری با گلیکول متاکریلیت.
۱۲۰	۲-۱۰- رابطه بین ضخامت برش‌ها و رنگ‌های قابل مشاهده.

فهرست میکروگراف‌ها

شماره میکروگراف	صفحه
۴-۱ - عکس‌های میکروسکوپ الکترونی سه لایه تفکیک شده سلولی	۲۰۳
۴-۲ - آشکارسازی اسید فسفاتاز	۲۰۳
۴-۳ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطعی از سلول حبابی پانکراس	۲۰۴
۴-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع سطح اپی تلیال	۲۰۵
۴-۵ - تنوع حساسی یونکندری‌ها	۲۰۶
۴-۶ - عکس میکروسکوپ الکترونی دستگاه گلژی سلول مخاطی	۲۰۷
۴-۷ - عکس میکروسکوپ الکترونی ماکروفاژ	۲۰۸
۴-۸ - عکس میکروسکوپ الکترونی انواع لیزوزوم	۲۰۹
۴-۹ - مقطعی از سلول تشکیل دهنده بابچه‌ها پانکراس که اتوفاگوزوم‌ها	۲۱۰
۴-۱۰ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول حبابچه موش صحرایی	۲۱۱
۴-۱۱ - عکس میکروسکوپ الکترونی سیتوپلاسم بیروبیلاست	۲۱۲
۴-۱۲ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطعی سلول حساس به نور شبکیه	۲۱۳
۴-۱۳ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول اپی تلیال پوست	۲۱۴
۴-۱۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطعی از غده آدرنال	۲۱۵
۴-۱۵ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطعی از سلول کبدی	۲۱۶
۴-۱۶ - عکس میکروسکوپ الکترونی هسته	۲۱۷
۴-۱۷ - عکس میکروسکوپ الکترونی چند هسته	۲۱۸
۴-۱۸ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول روده موش صحرایی	۲۱۹
۴-۱۹ - عکس میکروسکوپ الکترونی هستک	۲۲۰
۴-۲۰ - عکس میکروسکوپ الکترونی اسپرmatوسیت خروس در متافاز	۲۲۱
۴-۲۱ - میکروگراف الکترونی از متافاز سلول ریه انسانی در کشت بافت	۲۲۲
۴-۲۲ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول در حال آپوتوزیس	۲۲۳

صفحه

شماره میکروگراف

- ۲۲۷ - ۴-۲۳ - مقطعی از پوست انسان در محل اتصال سلول اپی تلیال
- ۲۲۸ - ۴-۲۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی در مقطعی سلول‌های اپی تلیال
- ۲۲۹ - ۴-۲۵ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول اپی تلیال روده کوچک
- ۲۳۰ - ۴-۲۶ - مدل اتصال شکافدار (نمای مایل)
- ۲۳۱ - ۴-۲۷ - عکس میکروسکوپ الکترونی منطقه رأسی سلول اپی تلیال روده‌ای
- ۲۳۲ - ۴-۲۸ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطعی از منطقه رأسی سلول پوششی
- ۲۳۳ - ۴-۲۹ - عکس میکروسکوپ الکترونی بخش رأسی سلول اپی تلیال مؤکدار
- ۲۳۴ - ۴-۳۰ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول پانکراس
- ۲۳۵ - ۴-۳۱ - عکس میکروسکوپ الکترونی قسمتی از سلول حبابچه‌ای پانکراس
- ۲۳۶ - ۴-۳۲ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول حبابچه‌ای روده کوچک
- ۲۳۷ - ۴-۳۳ - عکس میکروسکوپی سلول متعلق به سیستم نورواندوکرین
- ۲۳۸ - ۴-۳۴ - عکس میکروسکوپی غده بزاقی
- ۲۴۱ - ۴-۳۵ - عکس میکروسکوپ الکترونی فیروبلست کلاژن و پهن
- ۲۴۲ - ۴-۳۶ - عکس میکروسکوپ الکترونی ماکروفاژ
- ۲۴۳ - ۴-۳۷ - عکس میکروسکوپ الکترونی چند ماکروفاژ
- ۲۴۴ - ۴-۳۸ - عکس میکروسکوپ الکترونی ماستوسیت انسان
- ۲۴۵ - ۴-۳۹ - عکس میکروسکوپ الکترونی پلاسماسل
- ۲۴۶ - ۴-۴۰ - عکس میکروسکوپ الکترونی از رشته‌های کلاژن انسان
- ۲۴۷ - ۴-۴۱ - عکس میکروسکوپ الکترونی کندروسیت و مادهٔ بنیادی
- ۲۴۸ - ۴-۴۲ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطعی از رشته‌های رتیکولر
- ۲۴۹ - ۴-۴۳ - عکس میکروسکوپ الکترونی فیبریل‌های الاستیک
- ۲۵۰ - ۴-۴۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی که تشکیلات ماده زمینه‌ای بافت همبند
- ۲۵۱ - ۴-۴۵ - عکس میکروسکوپ الکترونی از یک فیروسیت

صفحه

شماره میکروگراف

- ۴۶-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی غضروف فیروزی ۲۵۵
- ۴۷-۴ - مقطعی از بافت استخوان که استئوسیت ۲۵۹
- ۴۸-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی سیناپس ۲۶۳
- ۴۹-۴ - پایانه عصبی آدرنژیک ۲۶۴
- ۵۰-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی عصب محیطی ۲۶۵
- ۵۱-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی فیبر عصبی میلین دار ۲۶۶
- ۵۲-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع عرضی تنه عصبی ۲۶۷
- ۵۳-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی عضله اسکلتی بچه قورباغه ۲۷۱
- ۵۴-۴ - مقطع عرضی یوفیوس های عضله اسکلتی ۲۷۲
- ۵۵-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع عرضی عضله ماهی ۲۷۳
- ۵۶-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع طولی عضله اسکلتی یک میمون ۲۷۴
- ۵۷-۴ - مقطع طولی بخش هایی دو سون عضله قلب ۲۷۵
- ۵۸-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع طولی عضله قلب ۲۷۶
- ۵۹-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول عضله دهلیزی ۲۷۷
- ۶۰-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع عضله صاف ۲۷۸
- ۶۱-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع مویرگ پیوسته ۲۸۱
- ۶۲-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع عرضی مویرگ پیوسته ۲۸۲
- ۶۳-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مویرگ منفذدار کلیه ۲۸۳
- ۶۴-۴ - شکل شماتیک عکس میکروسکوپ الکترونی ساختمان مویرگ لنفی ۲۸۴
- ۶۵-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی گلبول قرمز طبیعی انسان ۲۸۵
- ۶۶-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی گلبول قرمز تغییر شکل یافته ۲۸۶
- ۶۷-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی نوتروفیل ۲۸۷
- ۶۸-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی انوزینوفیل ۲۸۸

صفحه

شماره میکروگراف

- ۶۹-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی بازوفیل خرگوش
- ۷۰-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی لنفوسیت انسان
- ۷۱-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مونوسیت انسان
- ۷۲-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی پلاکت انسان
- ۷۳-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مغز استخوان قرمز
- ۷۴-۴ - ایمیت پروتئیل مغز استخوان انسان سالم
- ۷۵-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مگاکاریوسیت
- ۷۶-۴ - نمای کلی پالمرین حذر با میکروسکوپ الکترونی روبشی
- ۷۷-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی پالپ نرمز طحال
- ۷۸-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی جدایی فعال
- ۷۹-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی غده مدی در طاق معده
- ۸۰-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول اترواندوکرین
- ۸۱-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول جذبی وچک
- ۸۲-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی اپی تلیوم روده کوچک
- ۸۳-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی پوشش روده در فاز جذب
- ۸۴-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول پانت
- ۸۵-۴ - عکس ناحیه‌ای از روده در یک گره لنفاوی با مخاط
- ۸۶-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح روده
- ۸۷-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی از سلول‌های اپی تلیال روده بزرگ
- ۸۸-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی آسینوس مخطط غده زیرکی انسان
- ۸۹-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول آسینار پانکراس موش
- ۹۰-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی قسمت رأسی دو سلول حبابی
- ۹۱-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطعی از آستر اندوتلیالی

صفحه

شماره میکروگراف

- ۳۱۷ ۴-۹۲ - عکس میکروسکوپ الکترونی کانالیکول‌های صفراوی
- ۳۱۸ ۴-۹۳ - عکس میکروسکوپ الکترونی کانالیکول صفراوی کبد موش
- ۳۱۹ ۴-۹۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی دو سلول کبدی مجاور
- ۳۲۰ ۴-۹۵ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول کبدی
- ۳۲۱ ۴-۹۶ - عکس میکروسکوپ الکترونی کیسه صفراوی خوکچه هندی
- ۳۲۵ ۴-۹۷ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول‌های مژکدار اپی‌تلیوم تنفسی
- ۳۲۶ ۴-۹۸ - عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی مقطعی از سطح مخاط تنفسی
- ۳۲۷ ۴-۹۹ - عکس میکروسکوپ الکترونی دیواره بین‌آلئولی
- ۳۲۸ ۴-۱۰۰ - مقطع اتصال اندامی بین دو سلول اپی‌تلیال نوع I
- ۳۲۹ ۴-۱۰۱ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول نوع II ریه
- ۳۳۳ ۴-۱۰۲ - عکس میکروسکوپ الکترونی طبقه خردار پوست
- ۳۳۴ ۴-۱۰۳ - عکس میکروسکوپ الکترونی پوست
- ۳۳۷ ۴-۱۰۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی کلیه موش
- ۳۳۸ ۴-۱۰۵ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول‌های اندوتلیوم
- ۳۳۹ ۴-۱۰۶ - عکس میکروسکوپ الکترونی که تنه سلولی دو پودوسیت
- ۳۴۰ ۴-۱۰۷ - عکس میکروسکوپ الکترونی که سد تصفیه در جسمک کابوی
- ۳۴۱ ۴-۱۰۸ - عکس میکروسکوپ الکترونی که یک سلول مزانزیال
- ۳۴۲ ۴-۱۰۹ - عکس میکروسکوپ الکترونی از بخش باریک قوس هنله
- ۳۴۳ ۴-۱۱۰ - عکس میکروسکوپ الکترونی لوله جمع‌کننده
- ۳۴۷ ۴-۱۱۱ - عکس میکروسکوپ سلول سوماتوتروف
- ۳۴۸ ۴-۱۱۲ - ساختمان دو سلول ترشح‌کننده استروئید
- ۳۴۹ ۴-۱۱۳ - تعیین محل انسولین در سلول بتای جزیره لانگرهانس
- ۳۵۰ ۴-۱۱۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی تیروئید

صفحه

شماره میکروگراف

- ۱۱۵-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی سلول تولید کننده کلسی تونین ۳۵۱
- ۱۱۶-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی اسپر ماتید موش ۳۵۵
- ۱۱۷-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی اسپر ماتوزوید ۳۵۶
- ۱۱۸-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی مقطع سلول بینابینی بیضه ۳۵۶
- ۱۱۹-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی تخمدان ۳۵۹
- ۱۲۰-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی پوشش لوله رحم ۳۶۰
- ۱۲۱-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی عبوری از شبکه را نشان می دهد. ۳۶۳
- ۱۲۲-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی از حد فاصل لایه حساس به نور ۳۶۴
- ۱۲۳-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح ماکولای گوش کبوتر ۳۶۷
- ۱۲۴-۴ - عکس میکروسکوپ الکترونی از سلول های ریبی خارجی و داخلی ۳۶۸