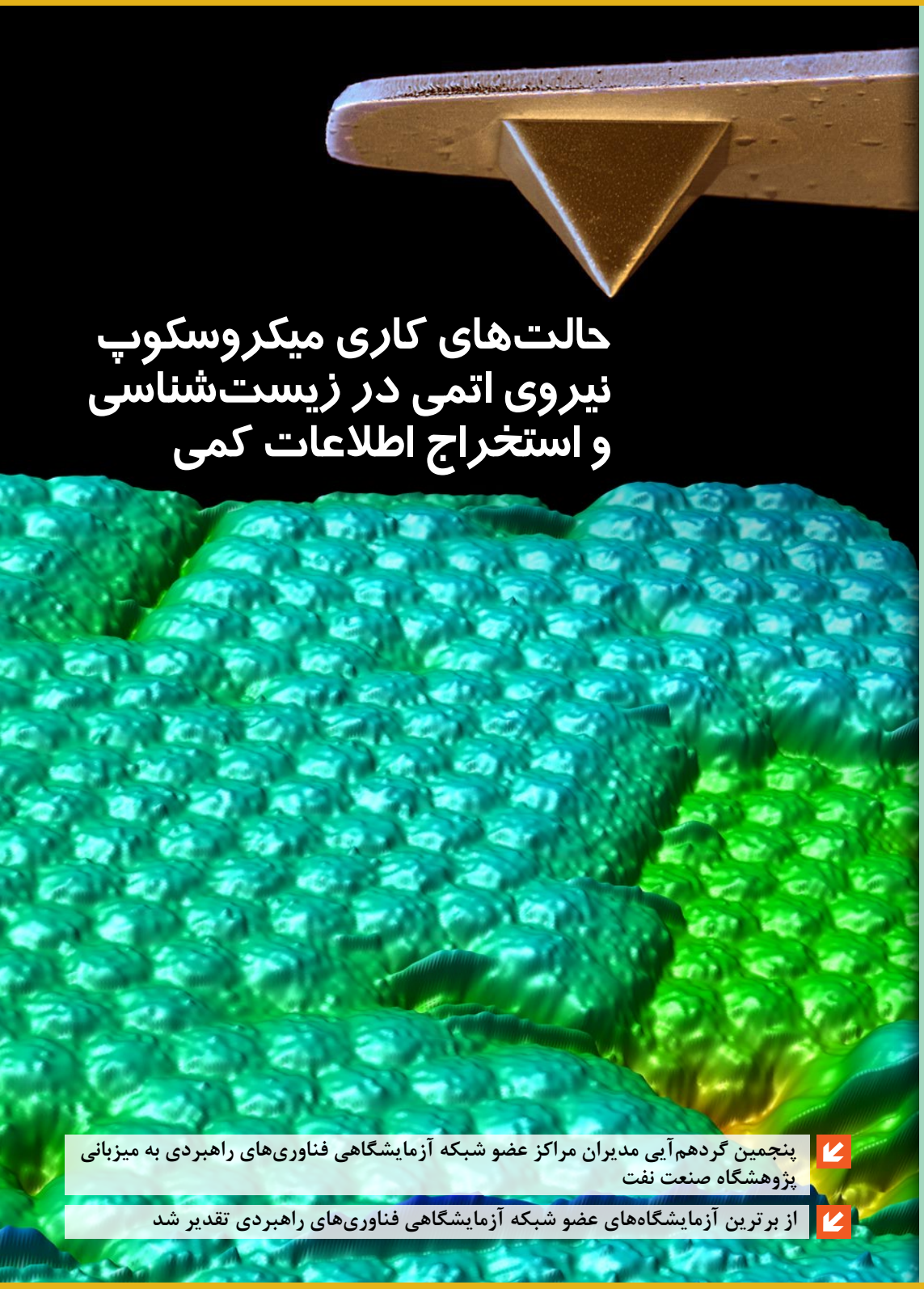
شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

فصلنامه تخصصی

دانش آزمایشگاهی ایران

سال ششم ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷ ■ شماره پیاپی ۲۳

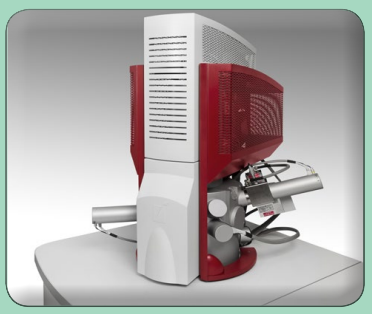
ISSN 2538-3450



حالت‌های کاری میکروسکوپ نیروی اتمی در زیست‌شناسی و استخراج اطلاعات کمی

پلاسمای ماکروویو - طیف‌سنجی نشر اتمی

مروری بر کروماتوگرافی مایع سریع پروتئین



معرفی آشکارساز الکترون‌های ثانویه در خلاء پایین در میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی

پنجمین گردهم‌آیی مدیران مراکز عضو شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی به میزبانی پژوهشگاه صنعت نفت

از برترین آزمایشگاه‌های عضو شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی تقدیر شد

www.SID.ir

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir

فصلنامه تخصصی دانش آزمایشگاهی ایران
سال ششم ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۷ ■ شماره پیاپی ۲۳

Archive of SID

معرفی آشکارساز الکترون‌های ثانویه در خلاء پایین در میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی

نویسندگان

غلامرضا دهقانی[۱و۴*]
مریم خسروی[۲و۴]
مینا محبی‌مراد[۳و۴]

*Dehghanisanij_1350@yahoo.com

چکیده

محدودیت و مشکلات تصویربرداری با میکروسکوپ الکترونی روبشی در خلاء بالا برای برخی از نمونه‌ها منجر به ساخت میکروسکوپ‌های الکترونی محیطی[۵] و یا تهیه آشکارسازهای مخصوص با شرایط کاری در خلاء پایین شده‌است. میزان خلاء داخل محفظه[۶] در میکروسکوپ‌های الکترونی با خلاء بالا[۷] تقریبا ۱۰-۳ پاسکال است که در این شرایط می‌توان تصاویر با وضوح مناسبی از نمونه تهیه کرد اما در برخی از نمونه‌های نارسانا به دلیل تخلخل زیاد علی‌رغم پوشش‌دهی با طلا، نویز و تجمع الکترون یا در اصطلاح شارژ الکترونی در هنگام تصویربرداری باعث افت کیفیت تصویر می‌شود مانند نمونه‌های هیدروکسی آپاتیت و یا نانوسیلیکای متخلخل. گاهی اوقات پسماندهای آلی، انواع چسب‌ها و بایندرها مثل روغن، مواد روانساز و دیگر مواد افزودنی ممکن است در خلاء بالا تبخیر شده و تصویر گرفتن از نمونه را دچار مشکل کند. همچنین بعضی از نمونه‌ها مثل نمونه‌های زیستی و داربست‌ها[۸] ممکن است در اثر خلاء بالا تغییر شکل بدهند، بنابراین کار روی چنین نمونه‌هایی نیاز به شرایط خلاء پایین دارد.

واژه‌های کلیدی

میکروسکوپ الکترونی روبشی، خلاء پایین، الکترون‌های ثانویه.

www.IJLK.ir
www.SID.ir

rchive of SID

آشکارساز الکترون‌های ثانویه خلاء پایین[۹]

یکی از آشکارسازهای مورد استفاده با این ویژگی، آشکارساز LVSTD است که در برخی از میکروسکوپ‌های الکترونی به‌صورت مجزا نصب می‌شود که می‌توان در دو حالت الکترون‌های ثانویه[۱۰] و الکترون‌های برگشتی[۱۱] در شرایط خلاء پایین از ۱ پاسکال تا ۲۰۰۰ پاسکال از نمونه تصویر گرفت. در انتخاب فشار خلاء باید به میزان رسانایی نمونه و مقدار بزرگنمایی تصویر توجه داشت. در نمونه‌هایی که رسانایی کمتری دارند بهتر است فشار بیشتری انتخاب شود و برای گرفتن تصویر در بزرگنمایی بالاتر و وضوح بهتر انتخاب فشار کم توصیه می‌شود. توجه شود که مقدار فشار و میزان خلاء با هم نسبت عکس دارند. طبیعی است که کاهش میزان خلاء موجب کمتر شدن شارژ الکترونی و کاهش وضوح تصویر شده در نتیجه انتخاب میزان فشار و همچنین ولتاژ دارای اهمیت است [۱و۲].

تئوری آشکارسازی در خلاء پایین[۱۲]

با کاهش میزان خلاء، مولکول‌های هوا در محفظه دستگاه در مجاورت سطح نمونه بیشتر شده و باعث انتقال بهتر و حرکت راحت‌تر الکترون‌ها از سطح نمونه می‌شود. در واقع مولکول‌های هوا هدایت الکتریکی در سطح نمونه را افزایش می‌دهد؛ در نتیجه شارژ الکترونی به مقدار زیادی کاهش می‌یابد که حتی می‌توان برخی از نمونه‌ها را بدون پوشش‌دهی طلا تصویربرداری کرد؛ البته قدرت تفکیک[۱۳] و کیفیت تصاویر در شرایط کاری خلاء پایین مانند شرایط خلاء بالا نخواهد بود [۱و۲و۳و۴].

تجهیزات به کار رفته در این روش که در میکروسکوپ الکترونی تعبیه شده شامل موارد زیر است:

الف) آشکارساز[۱۴]: اصولا برای دریافت الکترون‌های روبش شده سطحی و پردازش و در نتیجه تصویرسازی نیاز به آشکارساز است که این گروه از آشکارسازها به نام آشکارسازهای خلاء پایین[۱۵] معروف هستند.

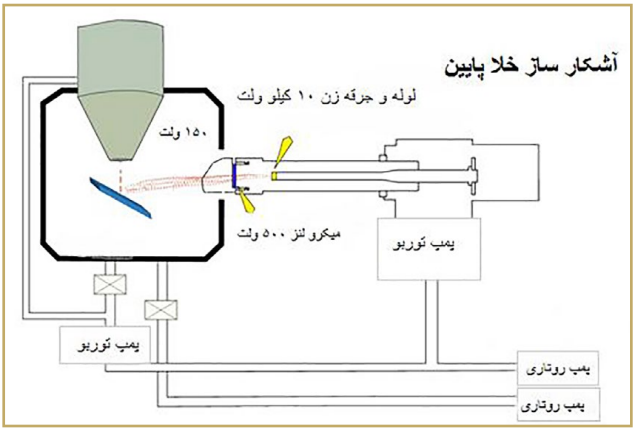
ب) پنجره[۱۶]: به‌منظور محدود کردن اختلاف فشار بین محفظه خلاء پایین و ستون الکترونی خلاء بالا استفاده می‌شود.

ج) پمپ توربو مولکولار[۱۷]: آشکارساز خلاء پایین از پنجره خاصی استفاده می‌کند که به طبع آن خلاء، فضای آشکارساز را از فضای داخل محفظه جدا می‌سازد به‌گونه‌ای که الکترون‌های ثانویه قادر به عبور از این پنجره و رسیدن به صفحه فلورسانس آشکارساز هستند، این کار با استفاده از پمپ توربو انجام می‌شود.

در شکل (۱) تصویر آشکارساز خلاء پایین و در شکل (۲) نمایی از موقعیت قرارگیری این آشکارساز و پمپ‌های خلاء مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

شکل ۱: تصویری از آشکارساز خلاء پایین در میکروسکوپ الکترونی[۶].



شکل ۲: نمایی از موقعیت آشکارساز خلاء پایین [۶].

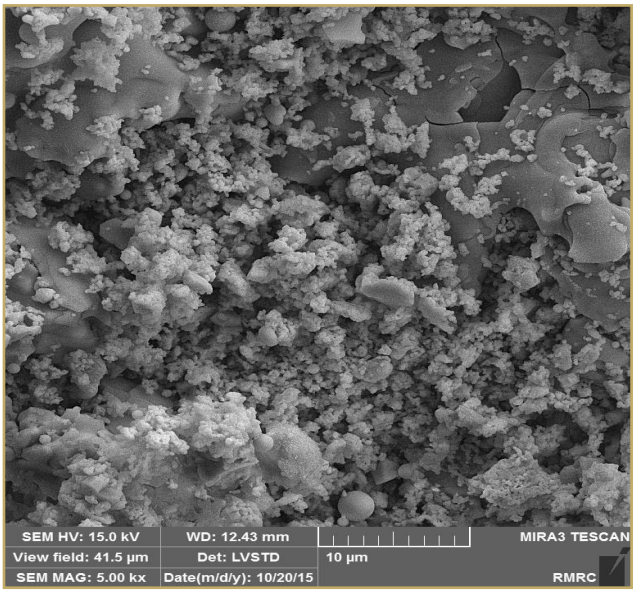
برای مقایسه و بررسی ویژگی‌های این آشکارساز چند تصویر از نمونه‌های مختلف با شرایط خلاء بالا و خلاء کم تهیه شده‌است.

شکل‌های (۳) و (۴) یک نمونه کامپوزیت اکسیدی که در شرایط مختلف خلاء با میکروسکوپ الکترونی تصویربرداری شده‌است را نشان می‌دهد.

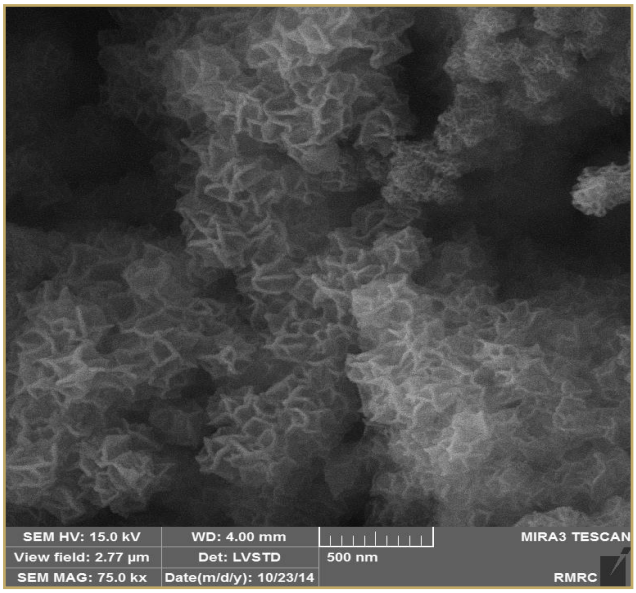
با توجه به اینکه نمونه متخلخل بوده، شارژ الکترونی کاملا در نمونه‌ای که با خلاء بالا گرفته شده مشاهده می‌شود در حالی که در شرایط خلاء کم این مشکل کاملا برطرف شده و تصویر از کیفیت مناسبی برخوردار است.

در شکل (۵) از نمونه هیدروکسی آپاتیت در بزرگنمایی بالا ۱۳۵۰۰۰ برابر در شرایط خلاء پایین تصویر گرفته شده‌است و در شکل (۶) تصویری از یک کامپوزیت نارسانای متخلخل که با این شرایط تهیه شده‌است، مشاهده می‌شود. این نمونه‌ها نیز کاملا نارسانا بوده و عکس گرفتن از چنین نمونه‌ای در خلاء بالا با مشکل شارژ الکترونی همراه است.

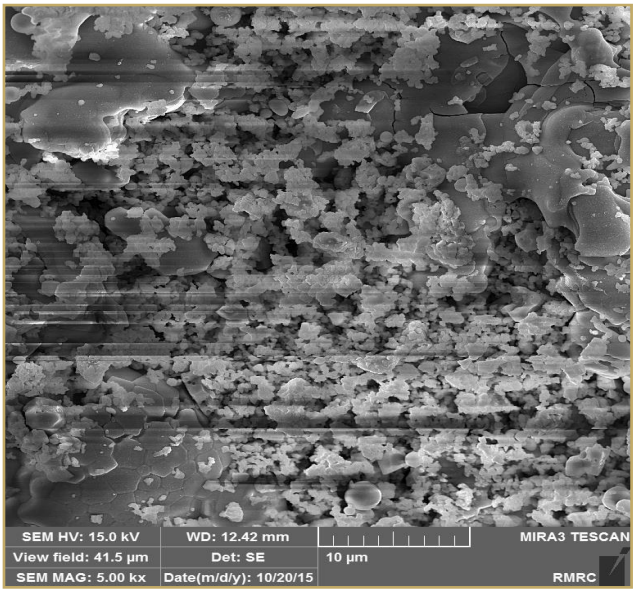
Archive of SID



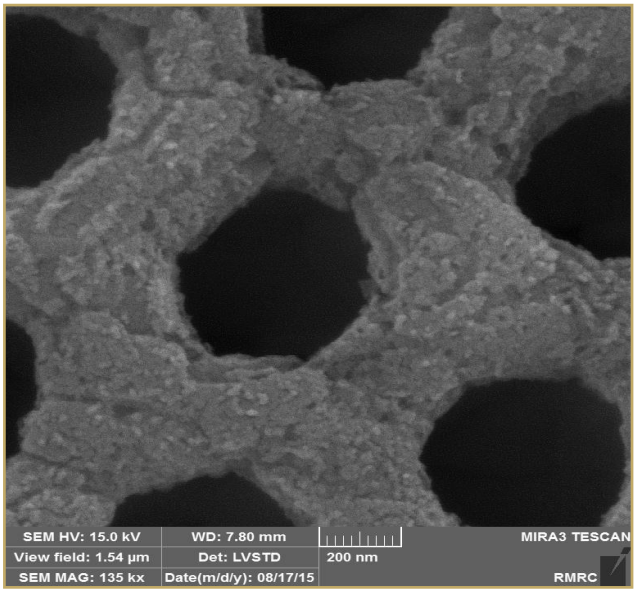
شکل ۳: مورفولوژی یک نمونه کامپوزیت اکسیدی در شرایط خلاء پایین [۶].



شکل ۵: مورفولوژی یک نمونه هیدروکسی آپاتیت در شرایط خلاء پایین [۶].



شکل ۴: مورفولوژی یک نمونه کامپوزیت اکسیدی در شرایط خلاء بالا [۶].



شکل ۶: مورفولوژی یک نمونه کامپوزیت متخلخل در شرایط خلاء پایین [۶].

نتیجه‌گیری

در میکروسکوپ الکترونی روبشی، هدف اصلی از تهیه عکس میکروسکوپی، مشاهده مورفولوژی و ویژگی‌های سطحی نمونه است. طبیعی است که هر نمونه ویژگی و محدودیت‌های خاص خودش را دارد و به‌منظور بررسی و گرفتن یک تصویر مناسب و ایده‌آل از نمونه نیز نیاز به ابزار و تجهیزات خاصی است.

در مقاله فوق آشکارساز الکترون ثانویه با شرایط خلاء پایین به نام LVSTD که روی میکروسکوپ الکترونی نصب شده تشریح می‌شود. با به کارگیری این آشکارساز محدودیت و مشکلات تصویربرداری در خلاء بالا مانند شارژ الکترونی و مشکلات تصویربرداری که بیشتر در نمونه‌های نارسانا و با تخلخل زیاد در شرایط خلاء بالا با آن مواجه هستیم کاملا برطرف خواهد شد و می‌توان از چنین نمونه‌هایی تصاویری با کیفیت مناسب تهیه کرد. از طرفی با به کارگیری و کنترل فشار در خلاء کم می‌توان از آسیب نمونه‌های حساس به خلاء بالا جلوگیری نمود.

www.SID.ir

rchive of SID

پی‌نوشت

۱. مرکز پژوهش متالورژی رازی،کارشناس مهندسی مواد متالورژی

۲. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران،کارشناس مهندسی برق الکترونیک

۳. پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران، کارشناس ارشد شیمی آلی

۴. عضو کارگروه تخصصی میکروسکوپ الکترونی روبشی شبکه آزمایشگاهی

5. Environmental Scanning Electron Microscope (ESEM)

6. Chamber

7. High Vacuum

8. Scaffold

9. low Vacuum Secondary Detector (LVSTD)

10. SE

11. BSE

12. Low Vacuum

13. Resolution

14. Detector

15. low Vacuum Detector

16. Aperture

17. Turbo Pump

مراجع

[1] M.Toth, B.L.Thiel, A.M. Donald-interpretation of secondary electron images 0btained using a low vacuum SEM –May 2002

[2] Witold Slowko, Herbert Prasol- Micro –Sphere plate as an electron detector at low vacuum- January 2002

[3] M.Jacka, Marcus, M. Zadrazil, and F. Lopour. "A differentially pumped secondary electron detector for low-vacuum scanning electron microscopy." Scanning: The Journal of Scanning Microscopies 25, no. 5 (2003): 243-246.

[4] A Differentially Pumped Secondary Detector For Low-Vacuum Scanning Electron Microscopy- June 23-2003

[5] TESCANProduct Brochure.

[۶] دهقانی، غلامرضا، تصویر با استفاده از دستگاه میکروسکپ الکترونی گسیل میدانی، ۱۳۹۶، مرکز پژوهش متالورژی رازی.

www.SID.ir

Archive of SID

Author

Gholamreza Dehghani[1,4]*
Maryam khosravi[2,4]
Mina Mohebbi[3,4]

* Dehghanisanij_1350@yahoo.com

1. Razi Metallurgical Research Center (RMRC), BSc. Material Engineering Metallurgy.
2. Iran Polymer and Petrochemical institute, BSc. Electrical Engineering.
3. Iran Chemistry and Chemical Engineering Research center, BSc. Chemical Engineering.
4. Iran Laboratory Network Analysis Experts Workgroup.

Introduction of Secondary low vacuum detector in the Scanning Electron Microscope

Abstract

The difficulties and limitations of imaging with scanning electron microscopy in high vacuum with some samples lead to manufacturing Environmental Scanning Electron Microscope (ESEM) or special detectors with the ability to work in low vacuum conditions. The vacuum rate inside the chamber in high vacuum SEMs, is approximately [10^{-3}] Pa. The imaging in this condition could be done with appropriate quality. But despite of sputtering thick layer of golden coat, in some nonconductive specimens like Hydroxyapatite and porous Nano Silica, charging effect commonly occurs because of the porosity of the material. Some samples like organic wastes, pastes, binders (like oils), lubricants and other additives may be evaporated in high vacuum and imaging process will get into trouble. Also low vacuum usually is applied for biological samples and scaffolds due to their deformation in high vacuum.

Keywords

Scanning Electron Microscope, low vacuum, Secondary Electron.

www.SID.ir

Iran Nanotechnology Laboratory Network

Iranian Journal of laboratory Knowledge

ISSN 2538-3450

Volume 6 ▪ Issue 3 ▪ Fall 2018 ▪ No.23

Imaging modes of atomic force microscopy for application in molecular and cell biology

Microwave Plasma Atomic emission Spectroscopy (MP-AES)

Fast protein liquid chromatography

Introduction of Secondary low vacuum detector in the Scanning Electron Microscope

www.SID.ir

www.IJLK.ir

info@ijlk.ir