



عنوان درس: تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا (نظری) تعداد واحد: ۲	رشته و مقطع تحصیلی دانشجویان: مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار کارشناسی	عنوان دروس پیش نیاز یا همزمان: شیمی تجزیه/مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	محل برگزاری: دانشکده بهداشت	نام مسئول درس: عنایت اله صیدی نام مدرسان: عنایت اله صیدی/اصغر قهری
--	--	---	--------------------------------	--

• هدف کلی درس:

توانایی سنجش کمی تراکم آلاینده های هوا به منظور ارزیابی ریسک های شیمیایی.

• منابع مطالعاتی مدرس: (بر اساس رفرنس نویسی و نکوور)

- بهرامی عبدالرحمان، روش های نمونه برداری و تجزیه آلاینده های هوا، چاپ چهارم جلد ۱ فصول ۳ و ۴، جلد ۲ فصول ۴-۱ و جلد ۳ فصول ۳ و ۱۱.
- راهنمای شناسایی و ارزشیابی عوامل زیان آور شیمیایی، مرکز سلامت محیط و کار.
- مبانی شیمی تجزیه، اسکوگ وست.

-Stern MB, Application and Computational Elements Instrumental Hygiene, Lasted edition

• منابع امتحانی دانشجو: (بر اساس رفرنس نویسی و نکوور)

- بهرامی عبدالرحمان، روش های نمونه برداری و تجزیه آلاینده های هوا، چاپ چهارم جلد ۱ فصول ۳ و ۴، جلد ۲ فصول ۴-۱ و جلد ۳ فصول ۳ و ۱۱.
- راهنمای شناسایی و ارزشیابی عوامل زیان آور شیمیایی، مرکز سلامت محیط و کار.
- مبانی شیمی تجزیه، اسکوگ وست.

- Stern MB, Application and Computational Elements Instrumental Hygiene, Lasted edition



• جدول طرح دوره :

شماره جلسه	محتوای آموزشی	تعداد سوال اختصاص یافته	مدرس (مدرسین)
۱	ملاحظات بهداشتی، ایمنی و اخلاقی در کار آزمایشگاهی	۱	اصغر قهری
۲	روش های مختلف آماده سازی نمونه ها	۱	عنایت اله صیدی
۳	روش های مختلف آماده سازی نمونه ها	۱	عنایت اله صیدی
۴	روش های مختلف آماده سازی نمونه ها	۱	عنایت اله صیدی
۵	استاندارد داخلی و خارجی و رسم منحنی کالیبراسیون	۱	عنایت اله صیدی
۶	استفاده از روش های تیتراسیون برای تعیین تراکم آلاینده	۱	اصغر قهری
۷	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز اسپکتوفتومتر UV/VIS و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	۱	عنایت اله صیدی
۸	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز IR و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	۱	عنایت اله صیدی
۹	آزمون میان ترم		
۱۰	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز گاز کروماتوگرافی و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	۱	عنایت اله صیدی
۱۱	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا و یون کروماتوگرافی و کاربرد آن ها در تجزیه نمونه های هوا	۱	عنایت اله صیدی
۱۲	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز جذب اتمی شعله و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	۱	عنایت اله صیدی
۱۳	آشنایی با طرز کار دستگاه جذب اتمی بدون شعله (کوره و بخار سرد) و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	۱	اصغر قهری
۱۴	بررسی های میکروسکوپی ذرات به منظور شمارش، تعیین ابعاد ذرات و الیاف	۱	اصغر قهری
۱۵	معرفی انواع گراتیکول ها جهت بررسی های میکروسکوپی/کالیبراسیون میکروسکوپ	۱	اصغر قهری



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)
فرم طرح درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی دوم ۱۴۰۲-۱۴۰۱
طرح درس روزانه آموزش تنوری

۱۶	استخراج و تفسیر نتایج	۱	اصغر قهری
۱۷	استخراج و تفسیر نتایج	۱	اصغر قهری

نحوه ارزشیابی دانشجو در طول دوره:

ردیف	شرح فعالیت	تاریخ آزمون/ تاریخ انجام تکلیف	نمره
۱	حضور فیزیکی و شرکت فعال در بحث گروهی	ابتدا تا انتهای ترم تحصیلی	۱
۲	کوئیز	ابتدا تا انتهای ترم تحصیلی (یک هفته در میان)	۱
۳	امتحان میان ترم	۱۴۰۲/۱/۲۸	۴
۴	امتحان پایان ترم	۱۴۰۲/۴/۱۰	۱۴
	جمع		۲۰

• تکالیف دانشجو در طول دوره:

ردیف	شرح تکلیف
۱	ارائه به صورت اسلاید
۲	ارائه به صورت گزارش
	جمع



جدول طرح درس:

شماره جلسه	اهداف اختصاصی (رئوس مطالب)	اهداف ویژه رفتاری	حیطه (شناختی، عاطفی و روان حرکتی)	روش یاددهی یادگیری*	مواد و وسایل آموزشی
۱	ملاحظات بهداشتی، ایمنی و اخلاقی در کار آزمایشگاهی	ملاحظات بهداشتی، ایمنی و اخلاقی در کار آزمایشگاهی را بیان نماید.	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۲	روش های مختلف آماده سازی نمونه ها	انواع روش های مکانیکی آماده سازی نمونه ها (آسیاب کردن / الک کردن / فیلتراسیون و) را نام ببرد و آنها را شرح دهد.	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۳	روش های مختلف آماده سازی نمونه ها	روش های آماده سازی نمونه مانند روش انحلال / روش اولتراسونیک / روش استخراج ماکروویو / روش سوکسله / روش استخراج حرارتی / روش هضم اسیدی یا خاکستر سازی تر و خشک را شرح دهید.	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۴	روش های مختلف آماده سازی نمونه ها	روش های آماده سازی نمونه ذرات جمع آوری شده در ایمپینجر و آماده سازی نمونه های ذرات جمع شده بر روی فیلتر (شفاف کردن فیلترها) را شرح دهد.	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم

* روش یاددهی - یادگیری می تواند شامل: سخنرانی، بحث در گروه های کوچک، نمایشی، حل مسئله، پرسش و پاسخ، گردش علمی، آزمایشی باشد.



۵	استاندارد داخلی و خارجی و رسم منحنی کالیبراسیون	روش ساخت محلول های استاندارد مادر و کاربردی شرح دهد/ اهمیت استفاده از استاندارد داخلی و خارجی در روش های تجزیه ای را بیان کند/ نحوه رسم منحنی کالیبراسیون در تجزیه به روش طیف سنجی و کروماتوگرافی را شرح دهد.	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ حل مسئله/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم
۶	استفاده از روش های تیتراسیون برای تعیین تراکم آلاینده	نحوه تعیین تراکم آلاینده با استفاده از روش های تیتراسیون را شرح دهد.	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم
۷	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز اسپکتوفتومتر UV/VIS و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	مفاهیم پایه طیف جذبی و نشری و رابطه بیر-لامبرت را شرح دهد/ طرز کار و کاربرد اسپکتروفتومتر UV-VIS در تجزیه نمونه های هوا را با ذکر مثال شرح دهد.	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم
۸	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز IR و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	طرز کار و کاربرد IR در تجزیه نمونه های هوا را با ذکر مثال شرح دهد.	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم
۹	آزمون میان ترم				
۱۰	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز گاز کروماتوگرافی و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	قسمت های مختلف دستگاه GC را نام ببرد / خصوصیات فاز متحرک در دستگاه GC ذکر کند/ ویژگی های ستون در دستگاه GC را بیان کند/ مفهوم برنامه ریزی دمایی در دستگاه	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم



			GC را توضیح دهد / کاربرد GC در تجزیه نمونه های هوا را شرح دهد.		
۱۱	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا و یون کروماتوگرافی و کاربرد آن ها در تجزیه نمونه های هوا	قسمت های مختلف دستگاه HPLC را نام ببرد / خصوصیات فاز متحرک در دستگاه HPLC ذکر کند/ ویژگی های ستون در دستگاه HPLC را بیان کند/ مفهوم برنامه ریزی حلال شستشودهنده در دستگاه HPLC را توضیح دهد/ مفهوم کروماتوگرافی فاز معکوس و کروماتوگرافی فاز نرمال را توضیح دهد/ کاربرد HPLC در تجزیه نمونه های هوا را شرح دهد	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۱۲	آشنایی با طرز کار دستگاه آنالیز جذب اتمی شعله و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	انواع روش های طیف سنجی را شرح دهد/ عملکرد اصلی اجزای یک جذب اتمی شعله را شرح دهد/ انواع دتکتورها را در دستگاه جذب اتمی شعله نام برده و عملکرد آنها را توضیح دهد/ کاربرد جذب اتمی شعله در تجزیه و سنجش نمونه های هوا را توضیح دهد.	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۱۳	آشنایی با طرز کار دستگاه جذب اتمی بدون شعله (کوره و بخار سرد) و کاربرد آن در تجزیه نمونه های هوا	عملکرد اصلی اجزای یک جذب اتمی بدون شعله را شرح دهد/ کاربرد جذب اتمی بدون شعله در تجزیه و سنجش نمونه های هوا را توضیح دهد.	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۱۴	بررسی های میکروسکوپی ذرات به منظور شمارش، تعیین ابعاد ذرات و	نحوه آماده سازی، شمارش ذرات و تعیین ابعاد ذرات از جمله آزمون را شرح دهد.	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم



	الیاف		پرسش و پاسخ	بورد/ تصاویر/ فیلم
۱۵	معرفی انواع گراتیکول ها جهت بررسی های میکروسکوپی/کالیبراسیون میکروسکوپ	انواع گراتیکول ها و کاربرد آن ها در بررسی های میکروسکوپی را شرح دهد/ مفهوم کالیبراسیون را شرح دهد/ بتواند نحوه کالیبراسیون میکروسکوپ ها را شرح دهد.	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ
۱۶	استخراج و تفسیر نتایج	مراحل یک تجزیه شیمیائی را بیان کند/ دقت، صحت، تورش و حساسیت را در تجزیه آلاینده های هوا تعریف کند/ انواع خطاهای تجزیه ای (معین، نامعین و فاحش) را با ذکر مثال شرح دهد/ نحوه ارزیابی و برآورد نتایج تجزیه را شرح دهد.	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ
۱۷	استخراج و تفسیر نتایج	روش های کاهش خطای یک تجزیه شیمیائی را با ذکر مثال بیان کند/ روش های تجربی تعیین خطا را شرح دهد/ روش های مختلف رد نمودن نتایج پرت را با ذکر مثال شرح دهد (قانون ۲.۵ d، 4d و Q) چگونگی تعیین سطح اقدام را شرح دهد ارزیابی ریسک کیفی آلاینده های شیمیایی	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ

چک لیست کیفی طرح درس

نام درس: تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا (نظری) گروه آموزشی: مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

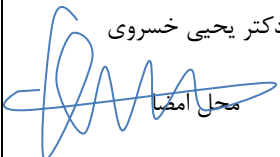
مقطع تحصیلی: کارشناسی نیمسال تحصیلی: دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۲

رشته تحصیلی: مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار نام و نام خانوادگی مدرس: عنایت اله صیدی / اصغر قهری

ردیف	اجزای عنوان طرح درس	خیر		بلی		نظر مدیر گروه
				کامل	ناقص	
۱	نام درس قید شده است			x		طرح درس قابل قبول می باشد. 
۲	رشته و مقطع تحصیلی لحاظ شده است			x		
۳	تعداد و نوع واحد بیان گردیده است			x		
۴	دروس پیش نیاز منظور شده است			x		
۵	اهداف کلی درس نوشته شده است			x		
۶	اهداف اختصاصی نوشته شده است			x		طرح درس نیاز به اصلاح دارد. 
۷	محتوی آموزشی هر جلسه نوشته شده است			x		
۸	تعداد سوالات هر محتوی آموزشی مشخص شده است			x		
۹	نوع حیطه ها مشخص شده است			x		
۱۰	شیوه تدریس بیان شده است			x		
۱۱	تکالیف دانشجویی مشخص شده است*			x		نام و نام خانوادگی مدیر گروه:
۱۲	مواد و وسایل آموزشی استاد ذکر شده است			x		
۱۳	منابع مطالعاتی استاد قید شده است**			x		
۱۴	منابع امتحانی دانشجویان قید شده است***			x		
۱۵	نحوه ارزیابی دانشجو بیان شده است			x		

بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)
فرم طرح درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۲
طرح درس روزانه آموزش تئوری

 دکتر یحیی خسروی محل امضا	x			*تعداد کل سوالات آزمون مشخص شده است	۱۶
	x			طرح درس ارائه شده باسرفصل آموزشی مطابقت دارد	۱۷

* روشن و واضح بودن تکالیف مد نظر می باشد.

** طبق رفرنس نویسی و تکویر بیان شود.

*** در دسترس بودن منابع لحاظ گردد.



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی دوم ۱۴۰۲-۱۴۰۱

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

موضوع آزمایشگاهی: تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا تعداد واحد: ۱	رشته و مقطع تحصیلی دانشجویان: کارشناسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار	محل اجرا: دانشکده بهداشت	نام مدرس/مدرسین: عنایت اله صیدی- اصغر قهری
--	--	--------------------------	---

- **شرح درس:** نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه یک ترکیب به روش تیتراسیون/ نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه یک ترکیب به روش اسپکتروفتومتر/ نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه یک ترکیب فرار به روش گاز کروماتوگرافی/ آماده سازی یک نمونه با بطری گاز شوی و تجزیه به کمک دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا/ آماده سازی یک نمونه تهیه شده از ترکیب فلزدار با فیلتر و تجزیه به کمک دستگاه جذب اتمی/ کالیبراسیون میکروسکوپ، شفاف کردن فیلتر و شمارش الیاف آزبست/
- **هدف کلی:** توانایی سنجش کمی تراکم آلاینده های هوا به منظور ارزیابی ریسک های شیمیایی.
- **وظایف و مقررات:** حضور فعال در آزمایشگاه، رعایت کلیه نکات ایمنی لازم در انجام آزمایش، رعایت نظم و نظافت، تهیه محلول ها و معرف های مورد نیاز را مطابق دستورکار آزمایشگاه.
- **ارزشیابی فعالیت دانشجو در طی دوره:** حضور فعال در آزمایشگاه، رعایت نظم و نظافت، ارزشیابی مهارت های آزمایشگاهی، ارزشیابی گزارش کارهای آزمایشگاه، انجام امتحان کتبی به صورت تشریحی.
- **منابع مطالعاتی:**
 - بهرامی عبدالرحمان، روش های نمونه برداری و تجزیه آلاینده های هوا، چاپ چهارم جلد ۱ فصول ۳ و ۴، جلد ۲ فصول ۴-۱ و جلد ۳ فصول ۳ و ۱۱.
 - راهنمای شناسایی و ارزشیابی عوامل زیان آور شیمیایی، مرکز سلامت محیط و کار.
 - مبانی شیمی تجزیه، اسکوک و وست.

Stern MB, Application and Computational Elements Instrumental Hygiene, Lasted edition



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۲

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

فعالیت های آموزشی روزانه در واحد آزمایشگاهی-کارگاهی

روزهای کار آزمایشگاهی	فعالیت دانشجوی
<u>روز اول/روز دوم:</u> آشنایی با انواع روش های آماده سازی نمونه	<u>روز اول/روز دوم:</u> انواع روش های نمونه برداری را بشناسد و به صورت عملی انجام دهد (فیلتراسیون، سانتریفیوژ کردن، سوکسله، روش انحلال و).
<u>روز سوم/روز چهارم:</u> نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه یک ترکیب به روش تیتراسیون	<u>روز سوم/روز چهارم:</u> نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه SO_2 را با استفاده از روش تیتراسیون انجام دهد.
<u>روز پنجم/روز ششم:</u> نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه یک ترکیب به روش اسپکتروفتومتر	<u>روز پنجم/روز ششم:</u> نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه کروم را با استفاده از روش اسپکتروفتومتر انجام دهد.
<u>روز هفتم/روز هشتم:</u> نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه یک ترکیب فرار به روش گاز کروماتوگرافی	<u>روز هفتم/روز هشتم:</u> نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه هیدروکربن های آروماتیک (BTX) را با استفاده از روش گاز کروماتوگرافی انجام دهد.
<u>روز نهم/روز دهم:</u> آماده سازی یک نمونه با بطری گاز شوی و تجزیه به کمک دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا	<u>روز نهم/روز دهم:</u> نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه هیپوریک اسید را با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا انجام دهد.
<u>روز یازدهم/روز دوازدهم:</u> آماده سازی یک نمونه تهیه شده از ترکیب فلزدار با فیلتر و تجزیه به کمک دستگاه جذب اتمی	<u>روز یازدهم/روز دوازدهم:</u> آماده سازی و تجزیه سرب را به کمک دستگاه جذب اتمی انجام دهد.
<u>روز سیزدهم/روز چهاردهم:</u> کالیبراسیون میکروسکوپ، شفاف کردن فیلتر و شمارش الیاف آریست	<u>روز سیزدهم/روز چهاردهم:</u> کالیبراسیون میکروسکوپ را انجام دهد/ با استفاده از میکروسکوپ فاز کنتراست شمارش الیاف آریست را انجام دهد.
روز پانزدهم/روز شانزدهم: تهیه محلول استاندارد از کوارتز و چگونگی تثبیت بر فیلتر نقره ای	<u>روز پانزدهم/روز شانزدهم:</u> محلول استاندارد کوارتز را آماده نموده و روی فیلتر نقره ای تثبیت نماید.



انستگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و

دماة الرز

بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۲

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

--	--

چک لیست کیفی طرح درس



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)
فرم طرح درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۲
طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

نام درس: تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا (عملی) گروه آموزشی: مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

مقطع تحصیلی: کارشناسی نیمسال تحصیلی: اول ۱۴۰۱-۱۴۰۲

رشته تحصیلی: مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار نام و نام خانوادگی مدرس: عنایت اله صیدی / اصغر قهری

ردیف	اجز او عناوین طرح درس	خیر	بلی		نظر مدیر گروه
			کامل	ناقص	
۱	نام درس قید شده است		x		طرح درس قابل قبول می باشد. 
۲	رشته ومقطع تحصیلی لحاظ شده است		x		
۳	تعداد ونوع واحد بیان گردیده است		x		
۴	دروس پیش نیاز منظور شده است		x		
۵	اهداف کلی درس نوشته شده است		x		
۶	اهداف اختصاصی نوشته شده است		x		طرح درس نیاز به اصلاح دارد. 
۷	محتوی آموزشی هر جلسه نوشته شده است		x		
۸	تعداد سوالات هر محتوی آموزشی مشخص شده است		x		



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۲

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

نام و نام خانوادگی مدیر گروه: دکتر یحیی خسروی محل امضا	۹	نوع حیطه ها مشخص شده است			x
	۱۰	شیوه تدریس بیان شده است			x
	۱۱	تکالیف دانشجویی مشخص شده است*			x
	۱۲	مواد و وسایل آموزشی استاد ذکر شده است			x
	۱۳	منابع مطالعاتی استاد قیدشده است**			x
	۱۴	منابع امتحانی دانشجویان قیدشده است***			x
	۱۵	نحوه ارزیابی دانشجو بیان شده است			x
	۱۶	*تعداد کل سوالات آزمون مشخص شده است			x
	۱۷	طرح درس ارائه شده باسرفصل آموزشی مطابقت دارد			x

*روشن و واضح بودن تکالیف مد نظر می باشد.

** طبق رفرنس نویسی و نکوور بیان شود.

*** در دسترس بودن منابع لحاظ گردد.



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۲

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۱ هدف:

تشریح محتوا و نحوه تهیه گزارش آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

۲ دامنه کاربرد:

دانشجویان ترم چهارم دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

۳ مسئولیت:

۳ - ۱ دانشجویان ترم چهارم دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای مسئولیت اجرای این دستورالعمل را به عهده دارند.

۳ - ۲ مسئول درس مسئولیت نظارت بر حسن اجرای مفاد این دستورالعمل را به عهده دارد.

۴ تعاریف: (در حال حاضر فاقد تعاریف)

۵ تایپ عنوان‌های گزارش کار آزمایشگاه

۵ - ۱ جهت تایپ این عناوین از قلم با اندازه‌های مختلف و پیرنگ استفاده شود، به صورتی که هر عنوان فرعی از عنوان اصلی و نیز عنوان فرعی‌تر از عنوان فرعی قبل از آن با اندازه کوچکتر به صورت زیر تایپ شود:
 قلم عناوین اصلی در متن به صورت B Titr با اندازه ۱۶ و در انگلیسی از Roman New Times با اندازه ۱۴ Bold درج شود. عناوین های فرعی با قلم تیترو با اندازه ۱۴ و عناوین های فرعی‌تر با قلم تیترو با اندازه ۱۲

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسئول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۲ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۶ تایپ متن گزارش آزمایشگاه تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا

- ۶-۱ تایپ گزارش باید از طریق برنامه کامپیوتری word انجام شود.
- ۶-۲ قلم مورد استفاده در متن فارسی Nazanin B، با سایز ۱۴ و در انگلیسی Roman New Times، با سایز ۱۲ در نظر گرفته شود.
- ۶-۳ فاصله بین خطوط ۱/۱۵ cm در نظر گرفته شود.
- ۶-۴ در صورتیکه نیاز به ارائه کلمات و یا اصطلاحات خارجی باشد، این کلمات با قید شماره در بالای معادل فارسی آن، در متن به صورت پانویس در پایین صفحه مربوطه تایپ گردد. اندازه نوشتار زیرنویس با همان قلم متن و سایز ۱۱ درج شود
- ۶-۵ پانویس مربوط به هر صفحه با رسم یک خط افقی از متن اصلی جدا میگردد؛ فاصله بین دو سطر پانویس به اندازه نصف فاصله سطر تعیین شده جهت متن اصلی میباشد. پانویس با قلم با اندازه ۱۱ تایپ گردد.
- ۶-۶ فرمول‌ها اعم از فرمول‌های ریاضی و یا شیمیایی، بایستی در محدوده مجاز صفحه و از سمت چپ صفحه شروع به تایپ گردند. فاصله بین فرمول‌ها و نیز فاصله یک فرمول از سطر بالا و یا پایین متن، بسته به نوع فرمول بایستی مناسب انتخاب شود.
- ۶-۷ شماره و توضیح مربوط به هر شکل در زیر آن تایپ شود و همچنین شماره و توضیح مربوط به جدول در بالای آن تایپ گردد. فاصله بین آخرین سطر از متن تا توضیح مربوط به جدول و یا شکل و نیز فاصله بین جدول و یا توضیح مربوط به شکل تا اولین سطر متن گزارش کار بایستی حدود دو برابر فاصله معمولی بین دو سطر انتخاب گردد.

۷ حاشیه در صفحات

- ۷-۱ حاشیه سمت راست، چپ، بالا و پایین صفحه: ۲/۵۴ سانتیمتر (۱ اینچ)

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۸ شماره گذاری صفحات، فصل ها و بخش ها

۸ - ۱ برای شماره گذاری صفحات عنوان تا آخر فهرست ها در گزارش کار از حروف استفاده شود. شماره گذاری صفحات مربوط به متن اصلی گزارش که از کلیات شروع میگردد با اعداد انجام می گیرد. شماره صفحات باید در پایین هر صفحه و در وسط آن درج گردد. شماره گذاری عناوین و زیرمجموعه های مربوط به هر بخش، بر اساس الگوی زیر انجام شود:

۱ عنوان اصلی

۱-۱ عنوان فرعی

۱-۲ عنوان فرعی

۱-۲-۱ عنوان فرعی تر

۱-۲-۲ عنوان فرعی تر

تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
--	--	--

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۹ جداول، نمودارها و تصاویر

۱ - ۱ هر جدول / شکل / تصویر باید دارای شماره و عنوان باشد. عنوان باید مختصر، مفید و کامل باشد. هر کجا علائم اختصاری در جدول / شکل / تصویر استفاده گردید، ذکر فرم کامل در پایین جدول الزامی است. تمامی شکل ها و جدول ها باید به ترتیب ظهور در هر بخش شماره گذاری شوند. عنوان جدول ها در بالای آنها و عنوان شکل ها و نمودارها در زیر آنها ذکر میگردد.

۱۰ نحوه رفرنس نویسی

۱۰ - ۱ شیوه ذکر منابع در انتهای هر بخش به صورت Vancouver باشد. کلیه منابعی که در متن ذکر شده اند، باید در فهرست منابع با مشخصات کامل نوشته شوند. قواعد نگارش منابعی که در طول گزارش کار به آنها استناد شده است به شرح زیر:

مثال فارسی :

چوبینه علی رضا، احمدزاده فرید، ارقامی شیرازه. (۱۳۹۰) کلیات بهداشت حرفه‌ای. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شیراز: تهران، ص ۱۰۰

مثال انگلیسی:

Gubernot D, Jazwa A, Niu M, Baumblatt J, Gee J, Moro P, Duffy J, Harrington T, McNeil MM, Broder K, Su J. US Population-Based background incidence rates of medical conditions for use in safety assessment of COVID-19 vaccines. Vaccine. 2021 Jun 23; 39(28):3666-77.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۵	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۱۱ چیدمان فصول:

۱۱ - نحوه ارایه گزارش کار آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا می بایست بر اساس این دستورالعمل و بخش های آن مطابق با موارد زیر باشد:

«**نکته:** گزارش در یک فایل Word تهیه شود و در سامانه نوید بخش تکلیف مربوطه بارگذاری و به تایید استاد مربوطه می رسد.

۱- صفحه عنوان (پیوست ۱)

۲- فهرست مطالب در صفحه دوم آورده شود.

۳- بیان اهداف آزمایش

۴- مقدمه و شرح آزمایش (مواد/روش کار)

۵- نتایج (داده های اولیه/ محاسبات/ رسم نمودار ها و شکل ها)

۶- بحث و نتیجه گیری

۷- پیوست

۸- منابع

۹-

۱۲ ارایه گزارش:

۱۲ - ۱ گزارش صرفا در قالب فایل Word (جهت بررسی میران تبحر دانشجو) تهیه و در سامانه نوید بخش تکلیف درس مربوطه بارگذاری می شود. استاد درس پس از بازخوردهای علمی، فنی و نگارشی لازم به دانشجو و انجام اصلاحات مورد نیاز توسط دانشجو، نمره دانشجو را در سامانه ثبت می کند.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۶ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۱۳ پیوست ۱: فرمت صفحه اول گزارش آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی آلاینده های هوا



دانشگاه علوم پزشکی البرز
دانشکده بهداشت
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

گزارش آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا

عنوان آزمایش:

نام و نام خانوادگی دانشجو:

نام استاد مربوطه:

تاریخ انجام گزارش:

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسئول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا
--	--	---

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۷ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

تقویم برگزاری جلسات درس تجزیه و ارزشیابی آلاینده های هوا

شماره جلسه	زمان برگزاری
۱	هفته ۳ بهمن
۲	هفته ۴ بهمن
۳	هفته ۱ اسفند
۴	هفته ۲ اسفند
۵	هفته ۳ اسفند
۶	هفته ۳ فروردین
۷	هفته ۴ فروردین
۸	هفته ۱ اردیبهشت
۹	هفته ۲ اردیبهشت
۱۰	هفته ۳ اردیبهشت
۱۱	هفته ۴ اردیبهشت
۱۲	هفته ۱ خرداد
۱۳	هفته ۲ خرداد
۱۴	هفته ۳ خرداد
۱۵	هفته ۴ خرداد
۱۶	هفته ۱ تیر

تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
--	--	--

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۸	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

دستورالعمل شماره ۱: تیتراسیون SO_2

کاربرد:

تعیین مقدار غلظت SO_2 با استفاده از روش تیتراسیون

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

- ۱- ایمپینجر
- ۲- دام (trap)
- ۲- پمپ نمونه بردار فردی با دبی ۱ تا ۴ لیتر در دقیقه همراه با لوله انعطاف پذیر
- ۳- میکرو پیپت مصرفی، ۵۰ تا ۱۰۰۰ میکرولیتری
- ۴- پیپت، ۱۰ میلی لیتری
- ۵- لوله پلاستیکی (رابط)

مواد شیمیایی لازم:

- ۱- آب مقطر دیونیزه، تصفیه شده
- ۲- آب اکسیژنه ۳۰٪ به عنوان جاذب
- ۲- سود ۰/۰۰۵/۰۰۵ نرمال برای تیتراژ کردن
- ۳- بروموکروزول/فنول قرمز به عنوان معرف
- ۴- کبریت به عنوان منبع آلودگی (SO_2)

نمونه گیری:

- ۱- پمپ نمونه بردار فردی کالیبره می گردد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۹ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۲- قبل از نمونه برداری، ۱۵ میلی لیتر جاذب به بطری گازشوی ریخته میشود. مقدار مشخصی از معرف به جاذب اضافه می گردد. (از ترکیب این دو، محلولی سبزرنگ بدست می آید در حالی که خود آب اکسیژنه بی رنگ و معرف قهوه ای رنگ است)

۳- از سوزاندن کبریت به عنوان منبع تولید SO_2 استفاده می گردد (هر یک دقیقه یک عدد کبریت سوزانده شود).

۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1/5 - 0/5$ L/min برای عبور حجم هوای ۴۰ تا ۲۰۰ لیتر انجام گردد.

کالیبراسیون:

—

آماده سازی:

پس از نمونه برداری، نمونه را به ظرف تیتراسیون منتقل نمایید.

اندازه گیری:

- ۱- برای آنالیز نمونه، از تیتراکننده NaOH ۰/۰۰۵ نرمال استفاده می شود.
- ۲- توسط بورت، عمل تیتراسیون را تا نقطه عطف ادامه دهید.
- ۳- چون منبع آلودگی ما زیاد نمی باشد قطره قطره تیتراکننده را به نمونه اضافه میکنیم. هنگامی که NaOH اضافه می شود محلول زرد رنگ (آب اکسیژنه + معرف SO_2) به رنگ بنفش تبدیل می شود.
- ۴- حال مقدار سودی که از بورت برداشته شده را یادداشت میکنیم و با استفاده از فرمول زیر، مقدار گاز گوگرد دی اکسید را محاسبه میکنیم.

حجم تصحیح شده پمپ با منحنی کالیبراسیون $\times 1298$ حجم استفاده شده از سود بر حسب میلی

$$\text{لیتر} \times 0,005 \times \text{دمای محیط بر حسب کلون} \times 32 = \text{mg/m}^3$$

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۰ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

دستورالعمل شماره ۲: روش نمونه برداری و تجزیه کروم و ترکیبات اکسیده

کاربرد:

این روش به صورت غربال گری جهت کارگرانی که در محیط کاری خود با کروم و ترکیبات اکسیده در مواجهه می باشند، کاربرد دارد.

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

- ۱ - فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با خلل و فرج ۵ میکرون و قطر ۳۷ میلی متر در نگهدارنده.
 - ۲ - پمپ نمونه بردار فردی با دبی ۱ تا ۴ لیتر در دقیقه همراه با لوله انعطاف پذیر
 - ۳ - ظرف ویال ۲۰ میلی لیتری
 - ۴ - پنس
 - ۵ - دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS قابل تنظیم در طول موج ۵۴۰ نانومتر همراه با کووت ۵cm
 - ۶ - دستگاه فیلتراسیون
 - ۷ - بشر بروسیلیکات ۵۰ میلی لیتری
 - ۸ - شیشه ساعت
 - ۹ - بالن ژوژه ۲۵، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی لیتری
 - ۱۰ - اجاق هات پلیت °C ۱۲۰ تا °C ۴۰۰
 - ۱۱ - میکرو پی پت
 - ۱۲ - لوله سانتیفریژ ۴۰ میلی لیتری با سرپوش پلاستیکی
 - ۱۳ - قیف بوخنز
- ترکیبات غیرحلال کرومات مشکوک به سرطانزایی بوده و آماده سازی همه نمونه‌ها بایستی در زیر هود انجام گیرد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۱ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

مواد شیمیایی لازم:

- ۱ - اسید سولفوریک ۹۸٪ وزنی
- ۲ - اسید سولفوریک ۶ نرمال: با اضافه کردن ۱۶۷ میلی لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به آب در یک بالن ژوژه یک لیتری و رساندن آن به حجم تهیه می‌گردد.
- ۳ - اسید سولفوریک ۰/۵ نرمال : با اضافه کردن ۱۴ میلی لیتر اسید سولفوریک به آب در یک بالن ژوژه یک لیتری و رساندن آن به حجم تهیه می‌گردد.
- ۴ - کربنات سدیم
- ۵ - هیدروکسید سدیم
- ۶ - کرومات پتاسیم
- ۷ - محلول دی فنیل کربوزاید: حل کردن ۵۰۰ میلی گرم سیم دی فنیل کربوزاید در ۱۰۰ میلی لیتر استن و رساندن آن به حجم ۱۰۰ میلی لیتر تهیه می‌گردد.
- ۸ - محلول استخراج نمونه از فیلتر سود ۲٪ با Na_2CO_3 ۳٪ : با حل کردن ۲۰ گرم سود و ۳۰ گرم کربنات سدیم در آب دی یونیزه و رساندن آن به حجم یک لیتر تهیه می‌گردد.
- محلول استاندارد مادر کروم شش ظرفیتی با حل کردن $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ۳/۷۳۵ گرم در آب دی یونیزه در یک بالن ژوژه یک لیتری تهیه می‌گردد.
- ۹ - نیتروژن خالص

روش نمونه‌برداری:

- ۱ - پمپ نمونه‌بردار فردی در شرایطی که وسیله نمونه‌گیر به آن متصل است با استفاده از فلومتر حباب صابون کالیبره می‌گردد.
- ۲ - عمل نمونه برداری را با دبی ۱ تا ۴ لیتر در دقیقه جهت تهیه حجم هوایی ۴۰۰ - ۸ لیتر انجام داده و در شرایط نمونه برداری نایستی مقدار آلاینده جمع شده بر روی فیلتر از ۱ میلی گرم بیشتر باشد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۲ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۳ - در خاتمه نمونه برداری فیلتر را با پنس از کاست نگهدارنده برداشته و پس از انتقال بدرون یک ویال به آزمایشگاه منتقل می‌گردد.

روش آماده سازی نمونه:

دو روش آماده سازی جهت نمونه‌های فراهم شده در محیط کار وجود دارد: جهت ترکیبات محلول کرومات یا اسیدکرومیک از روش شماره (۱) و برای ترکیبات غیر حلال و یا کروم ۶ ظرفیتی در حضور آهن (Fe)، از روش شماره (۲) استفاده می‌گردد.

روش شماره (۱)

الف (فیلتر اصلی و شاهد از داخل ظرف ویال برداشته شده و داخل لوله سانتریفوژ قرار داده می‌شود.

ب) ۶ تا ۷ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۰/۵ نرمال به هر لوله اضافه کرده و سرپوش آنان را گذاشته سپس آنرا تکان داده تا سطح روی فیلتر را در برگیرد و به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه به حالت راکد گذاشته می‌شود.

ج) فیلتر را با یک پنس پلاستیکی از داخل محلول برداشته و سطح آن را با ۱ تا ۲ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۰/۵ نرمال شسته و در نهایت فیلتر دور ریخته می‌شود.

د (محلول را از داخل یک قیف بوختر که بر روی آن فیلتر PVC قرار دارد عبور داده تا عوامل مداخله کننده که بصورت گردو غبار هستند حذف گردند. محلول فیلتر شده در داخل یک لوله سانتریفوژ تمیز ریخته می‌شود.

ظرف اولیه با دو تا سه میلی لیتر اسیدسولفوریک ۰/۵ نرمال آبکشی شده و به داخل قیف بوختر ریخته می‌شود و سرانجام خود قیف و فیلتر نیز با ۵ تا ۸ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۰/۵ نرمال آب کشی می‌گردند.

ه) ۰/۵ میلی لیتر از محلول دی فنیل کربوزاید به هر لوله سانتریفوژ اضافه کرده و حجم نهایی با اسیدسولفوریک ۰/۵ نرمال به ۲۵ میلی لیتر رسانیده می‌شود. محلول را تکان داده و صبر کرده تا تغییر رنگ ایجاد شود(حداقل دو دقیقه و حداکثر ۴۰ دقیقه است) محلول را به کاوت انتقال داده و در طی ۴۰ دقیقه نمونه بایستی تجزیه گردد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۳ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

روش آماده سازی شماره ۲

الف (فیلتر PVC از داخل بطری برداشته شده و در داخل یک بشر ۵۰ میلی لیتری گذاشته می‌شود ، آنگاه ۵ میلی لیتر محلول استخراج فیلتر، سود ۲٪ با کربنات سدیم ۲٪ به آن اضافه می‌گردد. بداخل محلول، نیتروژن تزریق کرده تا ترکیبات کروم سه ظرفیتی اکسیده شوند ، سرپوش را با یک شیشه ساعت گذاشته و تا نزدیکی نقطه جوش حرارت داده می‌شود. و در مدت حرارت دادن به مدت ۲۰ تا ۴۵ دقیقه گاهگاهی تکان داده می‌شود ، مدت حرارت دادن نبایستی بیش از ۴۵ دقیقه باشد. نبایستی اجازه داد تا محلول به سمت خشک شدن برود زیرا ممکن است که ترکیبات کروم با جداره ظرف وارد واکنش شود چنانچه ترکیبات کروم از دست برود رنگ ترکیب قهوه‌ای خواهد شد.

❖ احتیاط ضروری:

دی اکسید کربن باعث افزایش فشار در ظرف خواهد شد محلول را برای دقایقی راکد گذاشته تا گاز بتدریج آزاد گردد.

ب (محلول را خنک کرده و همراه با آب مقطر به یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری انتقال داده، کل حجم بایستی در حدود ۲۰ میلی لیتر نگهداری گردد و چنانچه محلول بصورت شیری رنگ باشد بایستی از داخل یک فیلتر PVC عبور داده شود و با آب مقطر آب کشی گردد.

ج (۱/۹ میلی لیتر از اسیدسولفوریک ۶ نرمال به محلول اضافه کرده و تکان داده تا مخلوط گردد.

هـ) ۰/۵ میلی لیتر از محلول دی فنیل کربوزاید را به محلول اضافه کرده و با آب مقطر به حجم رسانده سپس چندین بار محلول را برگردانده تا محلول مخلوط گردد. آنگاه نصف محلول را خارج کرده سرپوش ظرف را بسته و آنرا تکان داده و هرچند وقت یکبار سرپوش را برداشته تا فشار آزاد گردد. این عمل باعث خارج شدن (CO₂) می‌گردد.

و) محلول را به یک کاوت ۵ سانتیمتری انتقال داده تا مورد تجزیه قرار گیرد .

تهیه محلولهای استاندارد کاری:

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۴ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۶ تا ۷ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۰/۵ نرمال به چندین بالون ژوژه ۲۵ میلی لیتری بطور جداگانه اضافه کرده آنگاه حجم‌های بین صفر تا ۷ میلی لیتر از محلول استاندارد مادر به هر ظرف افزوده سپس ۰/۵ میلی لیتر از محلول دی فنیل کربوزاید به محلول اضافه کرده و با استفاده از اسید سولفوریک ۰/۵ نرمال به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده می‌شود. محلولهای استاندارد فوق حاوی ۰ تا ۷ میکروگرم کروم هستند.

تجزیه:

- ۱ - دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر تنظیم می‌گردد.
 - ۲ - با استفاده از محلول ۰/۵ نرمال اسید سولفوریک دستگاه در صفر تنظیم می‌شود.
 - ۳ - نمونه‌های استاندارد را به دستگاه انتقال داده و با قرائت جذب هر محلول منحنی استاندارد رسم می‌گردد.
- به این نکته بایستی توجه نمود که محلول حاوی ۱/۵ میکروگرم کروم جذبی در حدود ۰/۲ خواهد داد.
- ۴ - نمونه‌های اصلی را در کاوت ریخته و از مقایسه با منحنی کالیبراسیون غلظت نمونه تعیین و با توجه به حجم کلی نمونه مقدار آلاینده محاسبه می‌گردد.

- ۵ - محاسبات نهایی بصورت زیر خواهد بود.

$$C = \frac{W - B}{V}$$

C: غلظت بر حسب mg/m^3

W: مقدار ماده آلاینده در فیلتر بر حسب μg

B: مقدار ماده آلاینده در فیلتر بر حسب μg

V: حجم نمونه بر حسب لیتر

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۵ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

چنانچه غلظت در نمونه‌های اصلی بیش از حدود نمونه‌های استاندارد باشد محلول نمونه اصلی را با اسید سولفوریک ۰/۵ نرمال رقیق نموده و نتایج حاصله در فاکتور رقت ضرب گردد.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا
--	--	---

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۶ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

دستورالعمل شماره ۳: نمونه برداری و تجزیه ترکیبات سرب

کاربرد:

نمونه برداری و تجزیه سرب

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

- فیلتر استر سلولز غشایی با خلل و فرج ۰/۸ میکرون، قطر ۳۷ میلی متری
- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۱ تا ۳ لیتر در دقیقه
- روماتر کالیبره شده جهت تنظیم دبی پمپ
- دستگاه جذب اتمی همراه با لامپ کاند تو خالی مخصوص سرب، مشعل هوا و استیلن و رگولاتور جهت تنظیم سوخت (طول موج ۲۸۳/۳ نانومتر)
- بالون ژوژه ۱۰ و ۱۰۰ میلی لیتری
- اجاق هات پلیت با درجه ۱۴۰ درجه سانتی گراد
- میکرو پی پت ۵ تا ۵۰ میکرو لیتری
- بشر ۱۲۵ میلی لیتری و یا ۵۰ میلی لیتری همراه با شیشه ساعت

مواد شیمیایی لازم:

- اسید نیتریک
- اسید نیتریک ۱۰٪: با اضافه کردن ۱۰۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به ۵۰۰ میلی لیتر آب دی یونیزه و رساندن آن به حجم ۱ لیتر تهیه می گردد.
- هوا
- استیلن
- آب دی یونیزه

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۷ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

- پراکسید هیدروژن ۳۰٪

روش نمونه برداری:

- پمپ نمونه برداری در حالیکه وسیله نمونه گیر به آن متصل است، با استفاده از روتامتر که از قبل تنظیم شده است یا با پیستون بدون اصطکاک کالیبره می گردد.
- فیلتر نمونه برداری در نگهدارنده گذاشته می شود و به پمپ نمونه برداری وصل می گردد.
- عمل نمونه برداری با توجه به دبی ۱ تا ۳ لیتر در دقیقه انجام می گیرد تا جاییکه حجم هوای نمونه برداری شده بین ۱خ تا ۴۰۰ لیتر شود. **وزن فیلتر جمع آوری شده نباید بیش از ۲ میلی گرم تجاوز کند.**
- چنانچه هدف، نمونه برداری فردی است، وسیله نمونه گیر به یقه ی کارگر و در مجاورت دستگاه تنفس وی وصل می گردد.
- نمونه ای به عنوان شاهد انتخاب می شود و همه عملیات که بر روی نمونه ی اصلی انجام می گیرد بر روی نمونه شاهد نیز انجام می شود. با این تفاوت که هوا از روی آن عبور داده نمی شود.

آماده سازی نمونه های تهیه شده:

- نگهدارنده فیلتر را باز کرده و فیلتر به داخل یک ظرف بشر انتقال داده می شود.
- ۳ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ و ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه ۳۰٪ به محلول اضافه کرده و با یک شیشه ساعت روی آن پوشانده شود (چنانچه PbO_2 در نمونه موجود نباشد ریختن آب اکسیژنه ضرورت ندارد).
- محلول را حرارت داده تا زمانیکه ۵/۰ میلی لیتر از آن باقی بماند.
- با اضافه کردن ۲ میلی لیتر اسید نیتریک و ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه ۳۰٪ محلول حرارت داده می شود. این عمل دوبار تکرار می شود.
- نمونه را بیرون گذاشته تا خنک و خشک گردد آنگاه با ۳ تا ۵ میلی لیتر اسید نیتریک ۱۰٪ اطراف ظرف بشر و شیشه ساعت شسته شده، محلول را حرارت می دهند تا خشک گردد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۱۸ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

- ظرف را بیرون گذاشته تا خنک گردد و ۱ میلی لیتر اسید نیتریک به مواد باقیمانده اضافه می گردد.
- محلول را به یک بالن ژوژه ۱۰ میلی لیتری انتقال داده و با آب دی یونیزه به حجم رسانیده می شود.

تهیه محلول استاندارد:

- محلول استاندارد مادر سرب $1000 \mu\text{g/ml}$: اضافه کردن یک گرم سرب فلزی در حداقل حجم اسید کلریدریک با آب یک بلون ژوژه یک لیتری و به حجم رساندن آن با اسید کلریدریک ۱٪ تهیه می گردد.
- با اضافه کردن مقایر معین از محلول استاندارد مادر به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری و به حجم رساندن آن با اسید نیتریک ۱۰٪ تهیه می گردد.

روش تجزیه و محاسبات:

- ابتدا دستگاه جذب اتمی مطابق دستورالعمل کارخانه سازنده آماده می شود و در طول موج $283/3$ نانومتر تنظیم می گردد.
- لامپ کاتد توخالی بر روی دستگاه نصب می شود سپس دستگاه ۱۰ تا ۲۰ دقیقه روشن شده تا انرژی داخلی آن تثبیت شود.
- با تزریق آب دی یونیزه خط پایه قبل از محلول استاندارد تنظیم می شود و با آسپیره کردن محلول های استاندارد به دستگاه، منحنی استاندارد با توجه به مقدار جذب و غلظت نمونه رسم می گردد.
- نمونه های اصلی و شاهد به دستگاه داده و میزان جذب آن اندازه گیری می شود. سپس از طریق مقایسه با منحنی استاندارد غلظت هر نمونه تعیین می گردد.
- اگر نمونه ای بیش از دامنه ی خطی منحنی استاندارد باشد باید نمونه رقیق شود تا در حد تشخیص قرار بگیرد.
- اگر نمونه تهیه شده کمتر از دامنه ی خطی منحنی باشد باید محلول های استاندارد را با رقت کمتری ساخت تا غلظت در نمونه های اصلی تعیین گردد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۱۹	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

- چنانچه محلول استاندارد جدیدی آماده می گردد مقادیر جذب محلول های استاندارد جدید با محلول استاندارد قدیم مقایسه شود تا صحت استانداردهای جدید مشخص گردد. ثبت دائمی استاندارد، کمک می کند تا محلول های استاندارد که خطا دارند، مشخص شوند.

- نمونه های شاهد همیشه باید همراه نمونه های اصلی و با همان شرایط تجزیه گردند.

- غلظت هر ماده ی آلاینده در هوا با استفاده از فرمول ذیل محاسبه می گردد:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V}$$

C: غلظت بر حسب mg/m^3

C_s : غلظت ماده آلاینده در نمونه ی اصلی بر حسب $\mu\text{g/ml}$

V_s : حجم محلول نمونه ی اصلی بر حسب میلی لیتر

C_b : غلظت ماده آلاینده در نمونه ی شاهد بر حسب $\mu\text{g/ml}$

V_b : حجم محلول نمونه شاهد بر حسب میلی لیتر

V: حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۲۰	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

دستورالعمل شماره ۴: نمونه برداری و تجزیه هیدروکربن های آروماتیک

اصول کلی روش نمونه برداری و تجزیه:

نمونه برداری از هیدروکربن های تک حلقه ای آروماتیک با استفاده از زغال فعال با منشا پوست نارگیل انجام گرفته و پس از انتقال نمونه به آزمایشگاه و استخراج یا دی سولفید کربن به وسیله دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به آشکارساز شعله ای تجزیه می گردد. این دسته از هیدروکربن ها شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، استیرن و می باشند)

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۵۰ تا ۵۰۰ میلی لیتر در دقیقه همراه با کالیبراتور مناسب نظیر کالیبراتور الکتریکی یا پیستون بدون اصطکاک. قبل از نمونه برداری پمپ در دبی ۵۰ تا ۲۰۰ میلی لیتر کالیبره و تنظیم می گردد.
- لوله زغال فعال با منشا پوست نارگیل که دو طرف لوله مسدود و دارای طول ۷ سانتی متر، قطر داخلی ۴ میلی متر و قطر خارجی ۶ میلی متر می باشد. در بخش جلویی ۱۰۰ میلی گرم و بخش عقبی آن ۵۰ میلی گرم زغال فعال وجود دارد.
- دستگاه برش لوله جاذب سطحی
- وسایل شیشه ای همچون بالن ژوژه و ویال های مناسب جهت آماده سازی نمونه و تهیه محلول استاندارد
- دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به آشکارساز شعله ای یونی
- ستون: سازمان NIOSH ستون Glass 3m×2mm id, 10% on 100/120 mesh chromosorb W-AW
- OV-275 را توصیه نموده است. ولی از ستون های مخصوص ترکیبات فرار همچون VOCOL می توان استفاده نمود.
- کامپیوتر مجهز به نرم افزار مناسب جهت اندازه گیری کمی که با اتصال به دستگاه گاز کروماتوگراف، کروماتوگرام رسم نمود.
- سرنگ ۱، ۵ میکرولیتری جهت تزریق به دستگاه گاز کروماتوگراف

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۲۱ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

- دستگاه پی پت اتوماتیک در اندازه های مختلف جهت اضافه نمودن محلول به زغال فعال و آماده سازی محلول های استاندارد.

مواد شیمیایی لازم:

- دی سولفید کرین با خلوص ۹۹/۹ جهت استخراج نمونه و تهیه محلول های استاندارد.
- خلوص ترکیبات شیمیایی آروماتیک (حداقل ۹۹/۹۰)

نمونه برداری:

- دو طرف لوله ی زغال فعال را توسط دستگاه برش لوله جاذب سطحی برش داده تا هوا به راحتی وارد آن گردد و از طرف دیگر خارج شود. لوله ی زغال فعال مطابق جهت علامت روی آن () به پمپ نمونه برداری وصل می گردد. بطوریکه بخش بزرگتر زغال فعال در مجاورت محیط و بخش کوچکتر آن در سمت پمپ قرار گیرد.
- در موقع اتصال زغال فعال می توان از نگهدارنده زغال فعال استفاده نمود که سرپوش کاملاً محفوظ داشته و لوله شیشه ای زغال فعال را محافظت می نماید.
- لازم است لوله ی زغال فعال به طور عمودی در مسیر جریان هوا قرار گرفته و در صورتی که عمل نمونه برداری فردی انجام می گیرد آنرا به یقه کارگر در مجاورت سیستم تنفسی وصل نمود. ضمناً هوا نباید قبل از ورود به زغال فعال از مسیر دیگری بگذرد. مدت زمان نمونه برداری بستگی به مقدار غلظت ترکیب آروماتیک در محیط بستگی دارد.
- بعد از خاتمه نمونه برداری دو طرف زغال فعال توسط سرپوش پلاستیکی بسته و به آزمایشگاه منتقل می شود.
- یک عدد لوله زغال فعال مشابه لوله زغال فعالی که نمونه برداری با آن انجام شده به عنوان شاهد انتخاب کرده و تمام عملیاتی که در رابطه با نمونه ی اصلی انجام شده است (شکستن دو طرف، گذاشتن سرپوش پلاستیکی و حمل) جهت نمونه ی شاهد انجام می گیرد. با این تفاوت که هوا از داخل نمونه ی شاهد عبور داده نمی شود. در ضمن بعد از خاتمه کار باید روی آن برچسب زده شود.

آماده سازی نمونه جهت تجزیه:

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۲۲ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

- سرپوش پلاستیکی را از روی زغال فعال برداشته و توسط دستگاه برش مربوط، بخش ورودی را در لوله مجدداً برش داده تا بتوان زغال فعال را به راحتی از لوله تخلیه نمود. با سوزن دستگاه برش قسمت الیاف شیشه ای را خارج کرده و بخش جلویی و عقبی به طور جداگانه در دو ویال ریخته می شود.
- ۱ میلی لیتر دی سولفید کربن را به هرکدام از ظروف ویال ریخته و درپوش پلاستیکی آن را محکم بسته. در طی ۳۰ دقیقه تکان داده شده تا عمل بازیافت به داخل محلول صورت گیرد.

روش تهیه محلول استاندارد ماده شیمیایی مورد نظر:

- جهت تهیه محلول استاندارد، مقادیر معینی از ترکیب شیمیایی خالص آروماتیک مورد نظر در حجم های مشخصی از محلول بازیافت به حجم رسانده تا با تزریق به دستگاه گاز کروماتوگراف و تعیین مساحت پیک ها منحنی کالیبراسیون محلول های استاندارد تهیه گردد. محلول های استاندارد باید با غلظت نمونه متناسب باشند. در بعضی مواقع می توان ابتدا محلول استاندارد مادر تهیه نمود و سپس از محلول مادر مقادیر معینی را مجدداً به حجم رسانید و محلول های استاندارد کاربردی تهیه نمود.

تنظیم دمای گاز کروماتوگرافی و تزریق محلول های استاندارد:

- دمای آشکارساز و محل تزریق ۲۲۰ درجه سانتی گراد توصیه شده است.
- در صورت استفاده از ستون توصیه شده NIOSH دمای اولیه ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ دقیقه و پس از افزایش به میزان ۱۵ درجه سانتی گراد تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد.
- در صورت استفاده از ستون VOCOL دمای اولیه ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ دقیقه و سپس افزایش به میزان ۶ درجه سانتی گراد تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد و افزایش میزان ۱۰ درجه سانتی گراد تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد توصیه گردیده. سایر ترکیبات فرار را نیز می توان با این ستون جدا نمود.
- برای تهیه منحنی استاندارد، محلول های استاندارد را به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق نموده و با توجه به غلظت نمونه و مساحت پیک محاسبه شده می توان منحنی کالیبراسیون را رسم نمود. چنانچه از یک محلول به عنوان استاندارد

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا
--	--	--

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۲۳ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

داخلی استفاده شود در این صورت در ترسیم منحنی کالیبراسیون، محور Xها به عنوان استاندارد داخلی و محور Yها به عنوان مساحت پیک ماده اصلی به مساحت پیک ماده استاندارد داخلی در نظر گرفته خواهد شد. پس از آن باید به نمونه های اصلی نیز استاندارد داخلی نمونه اضافه گردد.

- نمونه اصلی که شامل بخش جلویی و عقبی زغال فعال است را باید به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق تا با مقاسیه پیک به دست آمده با منحنی استاندارد کالیبراسیون، غلظت نمونه در هر میکرولیتر تزریق شده از نمونه ی اصلی به دست آید. همین عمل در مورد نمونه های شاهد نیز انجام می گیرد. جهت تعیین کل ماده آلاینده در بخش جلویی و عقبی مقدار نمونه ی محاسبه شده در هر میکرولیتر را در میزان حجم محلول بازیافت بر حسب میکرولیتر ضرب می گردد.

تنظیم دمای گاز کروماتوگرافی و تزریق محلول های استاندارد:

محاسبه نهایی ماده آلاینده در هوا به این شرح می باشد.

$$C = \frac{(Wf + Wb - Bf - Bb)}{VR}$$

Wf: مقدار ترکیب آروماتیک در بخش جلویی زغال فعال نمونه اصلی بر حسب μg

Wb: مقدار ترکیب آروماتیک آلاینده موجود در بخش عقبی زغال فعال نمونه اصلی بر حسب μg

Bf: مقدار ترکیب آروماتیک آلاینده موجود در بخش جلویی زغال فعال نمونه شاهد بر حسب μg

Bb: مقدار ترکیب آروماتیک در بخش عقبی زغال فعال نمونه ی شاهد بر حسب μg

V: حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

R: میزان بازیافت نمونه از زغال فعال بر حسب %

C: غلظت ماده آلاینده در هوا بر حسب میلی گرم/متر مکعب

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۲۴ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

دستورالعمل شماره ۵: روش شمارش الیاف آزبست با استفاده از میکروسکوپ فاز کنتراست

کاربرد:

شمارش الیاف آزبست با استفاده از میکروسکوپ فاز کنتراست

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

- نگهدارنده فیلتر دالانی ۲۵ میلی متری مخصوص الیاف آزبست با سرپوش الحاقی و توانایی رسانای الکتریکی
- فیلتر استر سلولزی ۲۵ میلی متری با خلل و فرج ۰/۴۵ تا ۱/۲ میکرون برای نمونه برداری فردی از فیلتر با خلل و فرج ۰/۸ میکرون
- پد فیلتر
- پمپ نمونه برداری فردی همراه با کالیبراتور مناسب نظیر پیستون بدون اصطکاک یا روتامتر کالیبره شده. قبل از نمونه برداری باید پمپ، کالیبره شود و در دبی ۰/۵ تا ۴ لیتر در دقیقه تنظیم گردد. هنگام کالیبره نمودن پمپ باید وسیله نمونه گیر به پمپ وصل باشد.
- گیره ی پلاستیکی
- برچسب نواری
- لام ۲۵ × ۷۵ میلی متری
- لام ۲۵ × ۲۲ میلی متری
- لاک ناخن
- چاقوی تیغه ای
- انبرک
- دستگاه بخار استن برای شفاف کردن فیلتر
- سمپلر یا میکروپی پت ۵ میکرولیتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکرولیتری. به جای سمپلر از سرنگ نیز می توان استفاده کرد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۲۵	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

- میکروسکوپ فاز کنتراست با فاز مثبت با فیلتر آبی یا سبز و توانایی تنظیم دیافراگم عدسی چشمی با بزرگ نمایی ۸ یا ۱۰ و عدسی شیئی فاز کنتراست با بزرگنمایی ۴۰ تا ۴۵ با بزرگنمایی کلی ۴۰۰
- گراتیکول والتن بکت با قطر ۱۰۰ میکرومتر و مساحت ۰/۰۰۷۸۵ میلی متر مربع
- اسلاید NES/NPL به منظور اطمینان از فاز کنتراست و تست اسلایدها
- میکرومتر شیئی با اشل تقسیم بندی ۰/۰۱ میلی متر

مواد لازم:

- استن
- تری استن

روش نمونه برداری:

۱. پد فیلتر و فیلتر داخل نگهدارنده‌ی فیلتر گذاشته و روی نگهدارنده چسب زده می شود. چنانچه هدف نمونه برداری تعیین مواجهه فردی باشد، قاب فیلتر با گیره ی مخصوص به یقه‌ی کارگر در منطقه تنفسی وصل می‌گردد. طوری که دهانه‌ی نگهدارنده به سمت پایین باشد. برای جلوگیری از الکتریسیته ساکن، هر چند وقت یکبار با سیم سرپوش فیلتر به زمین اتصال داده می‌شود. در شرایطی که رطوبت در محیط کم
۲. زمان نمونه برداری، به دبی نمونه برداری، بار الیاف مجاز در هر میلی متر مربع از فیلتر، سطح موثر فیلتر و حدود اندازه‌گیری بستگی دارد. با تعیین زمان بهینه در نمونه برداری می‌توان بهترین حالت بار فیلتر را در نمونه برداری به دست آورد. زمان بهینه‌ی نمونه برداری از فرمول ذیل محاسبه می‌گردد.

$$t = \frac{AC \times E}{Q \times L \times 103}$$

t: زمان نمونه برداری بر حسب دقیقه

E: بار الیاف مجاز در هر میلی متر مربع از فیلتر که معمولاً ۱۰۰ تا ۱۳۰۰ الیاف در هر میلی متر مربع در نظر گرفته می شود.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۲۶ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

AC: سطح موثر در فیلتر که معمولاً ۳۸۵ میلی متر مربع در نظر گرفته می شود.

Q: دبی مدنظر که معمولاً ۰/۵ لیتر در دقیقه پیشنهاد می گردد.

L: حدود غلظت که نصف حد مجاز در نظر گرفته می شود.

تنظیم زمان نمونه برداری، به منظور ایجاد شرایط بهینه الیاف آزیست بر فیلتر است. در هوای اتمسفر که فقط الیاف آزیست منتشر می شود، دبی ۰/۵ تا ۴ لیتر در دقیقه برای ۸ ساعت توصیه شده است. در صورتی که در اتمسفر گرد و غبار باشد، حجم هوای کمتر از ۴۰۰ لیتر توصیه شده است. در چنین مواقعی باید از محیط کار، نمونه های متوالی تهیه شود و سپس میانگین نتایج گزارش گردد. در هوای تمیز و عاری از گرد و غبار بیرون که تراکم الیاف بسیار پایین است، باید حجم هوای نمونه برداری ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لیتر باشد تا غلظت الیاف آزیست در روی فیلتر شمارش شود. باید دقت نمود که فیلتر بار اضافه نداشته باشد.

۳. همراه با نمونه های اصلی تهیه شده، دو نمونه‌ی شاهد انتخاب می‌شود و تمام عملیاتی که در نمونه های اصلی انجام می‌گیرد؛ مانند حمل به محل کار، گذاشتن فیلتر داخل نگهدارنده و چگونگی حمل به آزمایشگاه، عیناً برای نمونه های شاهد نیز انجام می‌شود، با این تفاوت که هوا از داخل نمونه‌ی شاهد عبور داده نمی‌شود. در ضمن، بعد از خاتمه‌ی کار روی آن‌ها بر چسب زده می‌شود.

۴. در خاتمه‌ی نمونه برداری، سرپوش نگهدارنده‌های فیلتر گذاشته می‌شود و داخل ظروف حمل نمونه قرار داده می‌شود و به آزمایشگاه منتقل می‌گردد.

آماده‌سازی نمونه:

- هدف از آماده‌سازی نمونه، شفاف کردن فیلتر در سطح لام است، آنچنان که ضریب انکسار نور کمتر یا مساوی ۱/۴ باشد. همچنین نگهداری طولانی مدت فیلتر و کاهش عوامل مداخله به حداقل ممکن. بدین منظور:
- ۱. شیشه‌ی لام و لامل کاملاً تمیز می شود به طوری که عاری از هر گونه گرد و غبار باشد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۲۷ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

۲. با چاقو تیغ‌های فیلتر برش داده می‌شود و ۰/۲۵ یا ۰/۵ آن روی لام گذاشته می‌شود. فیلتر باید طوری روی شیشه لام قرار گیرد که قسمت حاوی نمونه روی اسلاید واقع شود.

۳. دستگاه تولید بخار استن زیر هود گذاشته و سپس روشن می‌شود و در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد تنظیم می‌گردد، آنگاه با استفاده از سمپلر ۲۵۰ میکرولیتر استن در آن ریخته می‌شود. لام، همراه فیلتر روی پایه‌ی دستگاه گذاشته و پس از ۳ تا ۵ ثانیه فیلتر کاملاً شفاف می‌گردد.

۴. با استفاده از میکروپیت ۳ تا ۳/۵ میکرولیتر تری استن روی فیلتر ریخته می‌شود، سپس یک لامل به آرامی روی فیلتر گذاشته می‌شود.

۵. بخش انتهایی فیلتر، با مداد علامت‌گذاری می‌شود تا ارزیابی با میکروسکوپ تسهیل گردد.

۶. لبه‌های لامل به کمک لاک بی‌رنگ به لام چسبانده می‌شود و سپس شمارش لیاف آغاز می‌گردد.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

میکروسکوپ باید مطابق دستورالعمل شرکت سازنده تنظیم گردد و دقت شود که فاز حلقوی در بخش چشمی میکروسکوپ متمرکز باشد. در مرحله‌ی بعد، گراتیکول والتن بکت باید کاملاً تمیز شود و در قسمت چشمی میکروسکوپ گذاشته شود. در هر بار یک نمونه به صورت ذیل تست می‌گردد:

- منبع روشنایی میکروسکوپ تنظیم می‌شود و نمونه‌ای در قسمت شیئی میکروسکوپ قرار می‌گیرد. در صورت رویت ذرات، میکروسکوپ برای شمارش تنظیم شده است. حالت فاز کنتراست میکروسکوپ بدین صورت تست می‌گردد که اسلاید HSE/NPL در زیر میکروسکوپ قرار می‌گیرد. در صورت رویت خطوط شیار حالت کنتراست برقرار شده است.

شمارش ذرات:

- میکروسکوپ تنظیم می‌شود و با استفاده از HSE/NPL حداقل قطر لیاف تعیین می‌گردد.
- لیافی که طول بزرگتر از ۵ میکرون دارند، شمارش می‌گردند.
- لیاف کوچکتر از ۵ میکرون که نسبت طول به پهنای آن‌ها برابر یا بزرگتر از ۳ باشند، شمارش می‌شوند.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا
--	--	--

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۲۸ از ۴۳		

- در صورتی که الیاف در مرکز گراتیکول باشند، اگر نصف آن‌ها داخل گراتیکول باشد، شمرده می‌شوند، در غیر این صورت در شمارش به حساب نمی‌آیند. تنها، الیاف داخل گراتیکول شمرده می‌شوند.
- شمارش تا حداکثر ۱۰۰ لیف و حداقل ۲۰ میدان ادامه داده می‌شود و در صدمین میدان قطع می‌گردد.
- شمارش از نوک هرم فیلتر شروع می‌شود و در طول خط شعاعی به طرف لبه‌ی بیرونی پیش می‌رود. به همین طریق روی فیلتر بالا یا پایین می‌رود و سپس شمارش در جهت عکس ادامه می‌یابد. میدان‌ها، تصادفی انتخاب می‌شود. در حالیکه در چشمی میکروسکوپ، ذرات روی فیلتر مشاهده می‌گردد، صفحه مکانیکی آهسته جلو برده و میدان‌ها در نظر گرفته می‌شوند. چنانچه در حین شمارش به چسبندگی یا حباب برخورد شود، که تقریباً بیش از یک ششم میدان باشد، باید رها شود و میدان دیگری برای شمارش در نظر گرفته شود.
- شمارش‌های صورت گرفته باید در برگه ای ثبت نمود.

با استفاده از روش فوق نمی‌توان الیاف را به صورت افتراقی تعیین نمود. این روش فقط برای شمارش الیاف به صورت کلی استفاده می‌شود. در شرایط معینی امکان دارد نیروی الکترواستاتیکی در نمونه برداری الیاف تاثیر بگذارد، این اثرات الکترواستاتیکی بیشتر زمانی احتمال وقوع دارد که رطوبت نسبی پایین باشد و نمونه برداری نزدیک منبع آئروسل انجام گیرد. در نتیجه‌ی این عمل، الیاف در مرکز بیشتر و در لبه‌ها کمتر تجمع می‌یابند؛ چنانچه چنین مسئله‌ی در طول شمارش پیش آید، میدان‌هایی براس شمارش انتخاب می‌گردد که حتی الامکان نزدیک مرکز فیلتر باشند.

محاسبه و گزارش نهایی:

۱. دانسیته‌ی سطحی الیاف در فیلتر به طریق ذیل محاسبه می‌گردد: (فرمول ۱)

$$E = \frac{(f / nf - B / nb)}{Af}$$

E: دانسیته سطحی الیاف در فیلتر بر حسب تعداد لیف در هر میلی متر مربع

f: مجموع الیاف شمارش شده در کل میدان‌های نمونه‌ی اصلی

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۲۹		

nf: تعداد میدان ها در نمونه‌ی اصلی

B: مجموع الیاف شمارش شده در کل میدان های نمونه‌ی شاهد

nb: تعداد میدان ها در نمونه‌ی شاهد

af: مساحت گراتیکول تقریباً 0.785 mm^2 است.

در صورتی که تراکم الیاف بیشتر از ۱۳۰۰ در هر میلی متر مربع باشد یا ۵۰ درصد سطح فیلتر از ذرات پوشیده شده باشد، نمونه اعتبار نخواهد داشت.

۲. غلظت الیاف در هر سانتی متر مکعب حجم هوا با فرمول ذیل محاسبه می‌گردد: (فرمول ۲)

$$C = \frac{(E)(AC)}{V \times 103}$$

AC: مساحت فیلتر بر حسب میلی متر مربع. در فیلتر ۲۵ میلی متر معادل 385 mm^2 است.

E: دانسیته‌ی فیلتر، میانگین تعداد الیاف در هر سطح گراتیکول که از فرمول ۱ محاسبه می‌گردد.

V: حجم هوای نمونه برداری بر حسب لیتر

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۳۰	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

دستورالعمل شماره ۶: تجزیه ایزوسیانات

کاربرد:

تعیین مقدار مشتقات ایزوسیانات در نمونه های هوا با روش NIOSH 5525

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

- ۱- نمونه بردار: ایمپینجر میدجت حاوی ۲ میلی لیتر مدیای نمونه برداری
- ۲- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $2 - 1 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف
- ۳- دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد عالی (HPLC)، با آشکارساز فلورسانس/UV، ثبت کننده نمودار، وستون؛
- ۴- ویال های ۲۰ میلی لیتری شفاف و ۴۰ میلی لیتری کدر با درپوش پیچ دار PTFE
- ۵- سیلندر مدرج ۲۵ میلی لیتری
- ۶- سرنگ های ۲۵ میکرولیتری
- ۷- بالن ژوژه ۱۰ میلی لیتری
- ۸- پیپت ۲۰ میلی لیتری
- ۹- قیف شیشه ای
- ۱۰- بالن فیلتراسیون
- ۱۱- نوار درز گیری

مواد شیمیایی لازم:

- ۱- آب مقطر دیونیزه
- ۲- استونیتریل؛ خلوص HPLC
- ۳- دی متیل سولفاکسید؛ خلوص HPLC
- ۴- سدیم استات تری هیدرات

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۳۱		

۵- استیک اسید منجمد؛ خلوص کروماتوگرافی

۶- تولوئن؛ خلوص HPLC

۷- N-پروپانول؛ خلوص کروماتوگرافی

۸- پروپانول؛ خلوص کروماتوگرافی

۹- محلول بافر: ۲۰/۴ گرم سدیم تری هیدرات را در ۲ لیتر آب مقطر حل کنید. استیک اسید را تا رسیدن به $PH = 5/5$ اضافه کنید.

۱۰- فاز متحرک؛ استونیتریل و محلول بافر

۱۱- مدیای نمونه برداری؛ $450 \mu g/mL$

a- برای نمونه برداری در دمای محیط بیشتر از $60^{\circ}F$: تریپتامین خالص ۹۹٪، در دی متیل سولفاکسید

b- برای دمای محیط کمتر از $60^{\circ}F$ ترکیب دی متیل سولفاکسید/استونیتریل (۲۰/۸۰ حجمی) حاوی تریپتامین خالص ۹۹٪

نکته: قبل از استفاده از تریپتامین آن را در استونیتریل کریستالیزه کنید (بیش از ۶ ماه در دمای محیط و محل تاریک پایدار است).

۱۲- مشتق ایزوسیانات: "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات- تریپتامین"

هلیوم، خالص

نمونه گیری:

۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۲- ۲۰ میلی لیتر مدیای نمونه برداری را به یک ایمپینجر انتقال دهید و نمونه بردار را توسط لوله های رابط قابل انعطاف به پمپ نمونه بردار فردی متصل کنید. نمونه های شاهد را از طریق اضافه کردن ۲۰ میلی لیتر مدیای نمونه برداری به ایمپینجر آماده کنید.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۳۲ از ۴۳		

۳- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۲ L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۱۵ تا ۳۶۰ لیتر انجام دهید.

۴- محلول نمونه را به یک ویال ۴۰ میلی لیتری کدر انتقال دهید. دهانه نمونه بردار را با نوار درزگیر بپوشانید.

یک نمونه بالک (۱ تا ۲ لیتر) به همراه MSDS اجزای آن تهیه کنید.

کالیبراسیون:

۱- روزانه با حداقل ۶ استاندارد کاربردی که گستره ۱ تا ۱۰ میکروگرم دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات را در هر نمونه پوشش دهد کالیبره کنید.

- استانداردهای کاربردی حاوی $10 \mu\text{g/mL}$ - 0.05 "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات- تریپتامین" را در مدیای نمونه برداری آماده کنید.

- محلول فوق را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱-۳ اندازه گیری).

- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (پاسخ دستگاه در برابر میکروگرم بر لیتر "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات- تریپتامین").

- محلول های فوق را واجذب کرده (مراحل ۱-۳ آماده سازی) و به همراه استانداردهای کاربردی مورد آنالیز قرار دهید (مراحل ۱ و ۲ اندازه گیری).

- نموداری از راندمان جذب در برابر میلی گرم "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات" بازیافت شده ترسیم کنید.

سه شاهد و سه آنالیت spike شده را برای اطمینان از اینکه منحنی کالیبراسیون و نمودار راندمان واجذب تحت کنترل هستند، آنالیز کنید.

آماده سازی:

بخشی از هر نمونه را به ویال اتوسمپلر HPLC منتقل کنید یا به صورت دستی به وسیله سرنگ تزریق نمایید.

اندازه گیری:

۱- دستگاه HPLC را بر اساس توصیه سازنده و تحت شرایط زیر تنظیم کرده و سپس ۲۵ میکرولیتر از نمونه را به وسیله

سرنگ و یا با استفاده از ویال اتوسمپلر به دستگاه تزریق کنید.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

- آنالیت (ماده مورد تجزیه): دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات- تریپتامین
- فاز متحرک: استونیتریل (۴۰ تا ۵۰٪) / محلول بافر ۰/۶ درصد سدیم استات (۵۰ تا ۶۰٪)
- ستون: فولاد ضدزنگ
- ۲- برای تعیین فلورسانس/UV طبیعی اجزای نمونه بالک، بخشی از نمونه بالک را به دی متیل سولفاکسید (۱۰۰٪) اضافه کرده و به دستگاه تزریق کنید.
- نکته: اگر نمونه بالک در دی متیل سولفاکسید نامحلول بود می توانید یک محلول استوک از نمونه بالک در حلال دیگری مانند دی کلرومتان آماده کنید و آن را به دی متیل سولفاکسید اضافه کنید.
- ۳- پاسخ فلورسانس/UV را برای همه پیک هایی که دارای پاسخ الکتروشیمیایی هستند بدست آورید.
- نکته ۱: اگر پاسخ پیک بالاتر از گستره خطی منحنی استانداردهای کاربردی بود، با مدیای نمونه برداری رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.
- ۱- غلظت "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات- تریپتامین" موجود در نمونه و شاهد را از منحنی کالیبراسیون بدست آورید.
- ۲- با استفاده از فرمول زیر غلظت "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات" را در حجم هوای نمونه برداری شده بدست آورید:

$$C = \frac{(C_S V_S - C_b V_b) (MW_{DMDI} / MW_{DMDIT})}{V}, \text{ mg/m}^3$$

C : غلظت "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات" بر حسب mg/m^3

C_S : غلظت "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات- تریپتامین" موجود در نمونه اصلی بر حسب $\mu\text{g/mL}$

C_b : غلظت "دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات- تریپتامین" موجود در نمونه شاهد بر حسب $\mu\text{g/mL}$

V_S : حجم محلول نمونه اصلی بر حسب mL

V_b : حجم محلول نمونه شاهد بر حسب mL

: وزن مولکولی دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات MW_{DMDI}

: : وزن مولکولی دی فنیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات - تریپتامین، که برابر است با $MW_{DMDIT} 57.07$

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا
--	--	--

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۳۴	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

V : حجم هوای نمونه برداری بر حسب لیتر

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا
--	--	---

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۳۵	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

دستورالعمل شماره ۷: سیلیس کریستالی

کاربرد:

تعیین مقدار سیلیس کریستالی

وسایل و تجهیزات مورد نیاز:

۱- نمونه بردار:

a- فیلتر استرسلولوزی (MCE)، با قطر ۳۷ میلی متر و خلل و فرج ۰/۸ میکرون به همراه پد نگهدارنده. یا فیلتر پلی

وینیل کلراید (PVC) با قطر ۳۷ میلی متر و خلل و فرج ۰/۵ میکرون

نکته: اگر از فیلتر PVC استفاده شود، یک هود مخصوص فیوم پرکلریک اسید، کوره پلاسمای رادیوفرکانسی با دمای پایین یا کوره استردار مورد نیاز است.

b- سیکلون، ۱۰ میلی متری نایلونی یا سیکلون HD (Higgins-Dewell)

c- نگهدارنده فیلتر و سیکلون؛ باید طوری کاست و سیکلون را نگه دارد که هوا فقط از ورودی سیکلون وارد شود.

۲- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۲/۲ L/min برای سیکلون HD و دبی ۱/۷ L/min برای سیکلون نایلونی

۳- هیتر؛ ۵۵۰ وات، ۱۱۵ ولتی، از نوع RH

۴- کرومومتر

۵- بشر فیلپس؛ ۲۵۰ میلی لیتری از جنس شیشه بوروسیلیکات

۶- دستگاه فیلتراسیون؛ به همراه فیلتر غشایی MCE با خلل و فرج ۰/۴۵ میکرون و قطر ۴۷ میلی متر، و کیف فیلتر

۷- بورت پلی پروپیلنی ۱۰ میلی لیتری

۸- حمام آب گرم با دمای °C ۴۰

۹- دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۲۰ nm تا ۸۲۰ nm و کووت ۱ سانتی متری

۱۰- هات پلیت؛ تا دمای °C ۱۵۰

۱۱- سیلندر یا پیپت مدرج، ۱۰ و ۲۵ میلی لیتری

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۳۶		

۱۲- سیلندر یا پیپت مدرج پلی اتیلنی، ۵ و ۲۵ میلی لیتری

مواد شیمیایی لازم:

- ۱- استانداردهای سیلیس (کوارتز، کریستوبالیت و تردیمیت)
- ۲- اسید فلوئوریدریک ۴۸٪ (HF)
- ۳- اسید ارتوفسفریک ۸۵٪ (H_3PO_4)
- ۴- آب خالص و عاری از سیلیس (باید آب دیونیزه بوده و در ظروف پلی اتیلنی نگهداری شود)
- ۵- اسید کلریدریک ۱۰:۱ حجمی (HCl)
- ۶- اسید سولفوریک ۱۰ نرمال (H_2SO_4)
- ۷- اسید نیتریک غلیظ (HNO_3)
- ۸- اسید پرکلریک (در صورتیکه نمونه برداری از سیلیس با فیلتر PVC انجام شود، از پرکلریک اسید استفاده می شود)
- ۹- محلول بوریک اسید ۵٪: ۲۰۰ گرم اسید بوریک کریستالی را در ۴ لیتر آب دیونیزه گرم ریخته و حل کنید، سپس خنک کرده و در مرحله بعد با استفاده از یک فیلتر غشایی با خلل و فرج $0.45 \mu m$ فیلتراسیون کرده و در ظروف پلی اتیلنی نگهداری کنید.
- ۱۰- معرف مولیبدات: ۵۰ گرم آمونیوم مولیبدات تتراهیدرات را در ۴۰۰ CC آب دیونیزه حل کنید، ۵۰ میلی لیتر اسید سولفوریک به آن اضافه کرده و بعد از خنک کردن به حجم ۵۰۰ میلی لیتر برسانید. این محلول باید در مکان تاریک نگهداری شود.
- ۱۱- محلول کاهنده: ۹ گرم بی سولفیت سدیم را در ۸۰ میلی لیتر آب دیونیزه حل کنید. در ۱۰ میلی لیتر آب دیونیزه، ۰/۷ گرم سولفیت سدیم و ۰/۱۵ گرم "۱-آمینو-۲-نفتول-۴-سولفونیک اسید" اضافه کرده و حل کنید. سپس ۲ محلول فوق را با هم مخلوط کرده و با آب دیونیزه به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید. محلول کاهنده در صورت نگهداری در یخچال تا ۱ ماه قابل استفاده است.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۳۷ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

استاندارد استوک سیلیس؛ 0.5 mg/mL ؛ 250 میلی گرم کوارتز را در 10 میلی لیتر اسید هیدروفلوئوریک 48% حل کرده و با آب خالص فاقد سیلیکا به حجم 500 میلی لیتر برسانید. محلول را در ظروف پلی اتیلنی نگهداری کنید. محلول پایدار است.

نمونه گیری:

۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۲- نمونه برداری را در دبی مشخص بین $0.5 \text{ L/min} \pm 1/7$ (هنگام استفاده از سیکلون نایلونی) یا $5 \text{ L/min} \pm 2/2$ (هنگام استفاده از سیکلون HD) برای عبور حجم هوای 400 تا 800 لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از 2 میلی گرم گرد و غبار بر روی فیلتر جمع آوری شود.

کالیبراسیون:

۲- تهیه محلول استاندارد مادر سیلیس (0.5 mg/mL) ؛ با حل کردن 250 میلی گرم کوارتز در 10 میلی لیتر اسید فلئوئوریدیک 48% و رساندن آن به حجم 500 میلی لیتر توسط آب دیونیزه تهیه می گردد.

۳- تهیه محلول های استاندارد کاربردی:

a- با حل کردن 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 و 6 میلی لیتر از محلول استاندارد مادر سیلیس در بالن ژوژه های پلی اتیلنی 25 میلی لیتری و به حجم رساندن آنها، محلول های استاندارد کاربردی تهیه می گردد.

b- به محلول های فوق 50 میلی لیتر محلول اسید بوریک 5% اضافه کرده و پس از به هم زدن، در حمام آب گرم با دمای 40°C به مدت 10 دقیقه قرار گیرد.

c- 4 میلی لیتر معرف مولیبدات را به محلول اضافه نموده، آن را به هم بزنید و بعد از 2 دقیقه مجدداً معرف را اضافه کنید. سپس بعد از 20 دقیقه، 20 میلی لیتر اسید سولفوریک 10 نرمال اضافه کرده و به هم بزنید.

d- در این مرحله به رنگ محلول توجه کنید:

حالت اول: اگر رنگ نمونه زرد بود بعد از 2 دقیقه نمونه را در دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج 420 nm گذاشته و میزان جذب محلول را قرائت کنید.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا
--	--	--

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۳۸ از ۴۳		

حالت دوم: اگر محلول بی رنگ بود به مدت ۲ تا ۵ دقیقه صبر کنید، سپس ۱ میلی لیتر معرف "۱-آمینو-۲-نفتول-۴-سولفونیک اسید" و بعد از ۲۰ دقیقه آن را در دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج ۸۲۰ nm گذاشته و بعد از صفر کردن دستگاه با آب دیونیزه مقدار جذب نمونه را قرائت کنید.

منحنی کالیبراسیون را رسم کنید

آماده سازی:

- ۱- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از ۲/۵ میلی گرم باشد نمونه فاقد اعتبار است) و به یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. آنگاه ۴-۳ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن افزوده و ظرف را روی اجاق گذاشته و آن را حرارت دهید تا فیوم های قهوه ای از بین برود.
- ۲- مجدداً ۲ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن اضافه کرده و آن را حرارت دهید و تا مرز خشک شدن این عمل (اضافه کردن HNO_3) را آنقدر ادامه دهید تا مواد باقی مانده داخل بشر بیرنگ شود.
- ۳- ۲۵ میلی لیتر اسید فسفریک ۸۵٪ را به بشر اضافه کنید. برروی بشر یک قیف به صورت وارونه قرار دهید، آنچنان که لبه های قیف بر روی دیواره بشر قرار بگیرد.
- ۴- اجاق ۵۵۰ واتی را در زیر هود مخصوص فیوم قرار داده، درجه حرارت آن را روی ۲۴۰ درجه سانتیگراد تنظیم کرده و بعد نمونه را به مدت ۸ دقیقه بر روی آن حرارت و در حالیکه نمونه روی اجاق است، تکان دهید.
- ۵- بشر را از روی اجاق برداشته و به مدت ۱ دقیقه تکان دهید، بعد از خنک کردن بشر ۱۲۵ میلی لیتر آب دیونیزه گرم ($70^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$) به آن اضافه کرده و تکان دهید تا کاملاً مخلوط شود.
- ۶- نمونه را با یک فیلتر ۴۷ میلی لیتری صاف کرده، سپس با اسید کلریدریک ۱۰:۱ شستشو دهید.
- ۷- فیلتر ۴۷ میلی متری را در ته یک ظرف پلی اتیلنی ۱۵۰ میلی لیتری قرار داده و ۰/۵ میلی لیتر اسید فلوئوریدریک ۴۸٪ به آن افزوده و یک ظرف پلی اتیلنی با قطر ۵۰ میلی متر بر روی آن قرار داده و نمونه را به مدت ۳۰ دقیقه راکد بگذارید.

اندازه گیری:

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۳ از ۳۹	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

- ۴- ۲۵ میلی لیتر آب فاقد سیلیکا را در ظروف پلی اتیلنی به نمونه ها اضافه کنید.
- ۵- ۵۰ میلی لیتر محلول اسید بوریک ۵٪ اضافه کرده و پس از به هم زدن، در حمام آب گرم با دمای °C ۴۰ به مدت ۱۰ دقیقه قرار گیرد.
- ۶- ۴ میلی لیتر معرف مولیبدات را به محلول اضافه نموده، آن را به هم بزنید و بعد از ۲ دقیقه مجددا معرف را اضافه کنید. سپس بعد از ۲۰ دقیقه، ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۱۰ نرمال اضافه کرده و به هم بزنید.
- ۷- در این مرحله به رنگ محلول توجه کنید :
- حالت اول: اگر رنگ نمونه زرد بود بعد از ۲ دقیقه نمونه را در دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج nm ۴۲۰ گذاشته و میزان جذب محلول را قرائت کنید.
- حالت دوم: اگر محلول بی رنگ بود به مدت ۲ تا ۵ دقیقه صبر کنید، سپس ۱ میلی لیتر معرف "۱-آمینو-۲-نفتول-۴-سولفونیک اسید" و بعد از ۲۰ دقیقه آن را در دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج nm ۸۲۰ گذاشته و بعد از صفر کردن دستگاه با آب دیونیزه مقدار جذب نمونه را قرائت کنید.
- میزان جذب نمونه ها (A) و جذب شاهدها (B) را ثبت کنید.
- ۳- بعد از قرائت جذب هر یک از نمونه ها و مقایسه با منحنی استاندارد غلظت بر حسب $\mu\text{g/mL}$ در هر نمونه تعیین می گردد که با توجه به حجم کلی نمونه مقادیر کوارتز بر حسب μg محاسبه می شود.
- ۴- محاسبه غلظت نهایی (C) سیلیس کریستالی در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C = \frac{A - B}{M \cdot V}$$

C: غلظت سیلیس کریستالی بر حسب mg/m^3

A: مقدار کوارتز در نمونه اصلی بر حسب μg

B: مقدار کوارتز در نمونه اصلی بر حسب μg

M: شیب خط منحنی کالیبراسیون

V: حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P018-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲		
صفحه: ۴۰ از ۴۳	دستورالعمل آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	

بارم بندی (ارزشیابی) نمره نهایی آزمایشگاه درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا

ردیف	موارد ارزشیابی	نمره در نظر گرفته شده
۱	شرکت/حضور فیزیکی در کلاس	۱
۲	رعایت نظم و انضباط/پوشش لوازم حفاظت فردی	۲
۳	میزان مشارکت در انجام آزمایشات	۲
۴	تکالیف	۱
۵	گزارش کار	۴
۶	امتحان پایان ترم عملی	۱۰
	جمع نمره	۲۰

تهیه کننده: مسول درس تجزیه و ارزشیابی نمونه های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
--	--	--