

جلد ششم



جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار



دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشگاه محیط زیست

راه‌نمای شناسایی و ارزشیابی

عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار



ارزاهات، دست‌انجام‌ها و اهمیت‌دهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

پاییز ۱۳۹۱

۲۰۵۰۲۰۲-۰۹۰۸-۱





جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار



دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

راهنمای شناسایی و ارزشیابی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشکده محیط زیست

مهر ۱۳۹۱

- عنوان گایدلاین: شناسایی و ارزشیابی عوامل زیان آور شیمیایی در محیط کار

- کد الزامات: ۱-۰۹۰۸-۲۰۵۰۲۰۲۰۵

- تعداد صفحات: ۳۱۸

مرکز سلامت محیط و کار:

تهران - خیابان حافظ - تقاطع جمهوری اسلامی - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - مرکز سلامت محیط و کار

تلفن: ۰۲۱-۶۶۷۰۷۶۳۶، ۰۲۱-۶۶۷۰۷۴۱۷، دورنگار: ۰۲۱-۶۶۷۰۷۴۱۷

<http://markazsalamat.behdasht.gov.ir>

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - خیابان کارگر شمالی - نرسیده به بلوار کشاورز - پلاک ۱۵۴۷ - طبقه هشتم

تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۷۸۳۹۹، دورنگار: ۰۲۱-۸۸۹۷۸۳۹۸

<http://ier.tums.ac.ir>

کمیته فنی تدوین راهنما

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی/سمت	محل خدمت
دکتر عبدالرحمن بهرامی	استاد/ رئیس کمیته	دانشگاه علوم پزشکی همدان
دکتر فریده گل بابایی	استاد	دانشگاه علوم پزشکی تهران
دکتر نوشین راستکاری	استادیار	پژوهشکده محیط زیست
مهندس فاضله کتایون مدیری	کارشناس/ دبیر کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فاطمه صادقی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فائزه ایزدپناه	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست

از سرکار خانم دکتر فریده گل بابایی که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

فهرست

جلد اول

۱	۱- مقدمه
۱	۲- اهداف
۲	۳- اصطلاحات و تعاریف
۶	الف- بخارات آلی
۶	الف - ۱ - الکل ها
۶	اتانول
۱۰	اتیل الکل
۱۵	اتیلن گلیکول مونو متیل اتر
۱۹	الکل چوب
۲۴	آیل الکل
۲۹	آنول
۳۳	ایزو بوتیل الکل
۳۸	ایزو بوتیل کرینول
۴۳	ایزو آمیل الکل
۴۸	ایزوپروپیل الکل
۵۲	ایزوپروپیل کرینول
۵۶	ایزوبنتیل الکل
۶۱	۲- پروپانول
۶۵	۲- پروپنول
۶۹	جوهر چوب
۷۴	سیکلو هگزانول
۷۸	فورفوریل الکل
۸۲	۲- فوریل کرینول

۸۶	۲- فوریل متانول
۹۰	کربینول
۹۵	متانول
۱۰۰	۲- متوکسی اتانول
۱۰۴	۲- متیل ۱- پروپانول
۱۰۸	متیل الکلی
۱۱۳	متیل سلوسلو
۱۱۷	متیل سیکلو هگزانول
۱۲۱	۳- متیل ۱- بوتانول
۱۲۶	نفت چوب
۱۳۱	وینیل کربینول
۱۳۵	هگزالین
۱۳۹	هگزامیدروکرزول
۱۴۳	هگزامیدرومتیل فنول
۱۴۷	هیدرالین
۱۵۱	هیدروکسی سیکلو هگزان
۱۵۵	۲- (هیدروکسی متیل) فوران
۱۵۹	الف - ۲ - آلدهیدها
۱۵۹	اقانال
۱۶۵	اتیل آلدهید
۱۷۱	استالدهید
۱۷۶	استیک آلدهید
۱۸۲	استیل آلدهید
۱۸۸	n-والرالدهید
۱۹۴	آمیل آلدهید

۲۰۰	بو تیل فرمال
۲۰۶	پروپالدهید
۲۱۲	پروپانال
۲۱۷	پروپیل آلدهید
۲۲۳	پروپیلک آلدهید
۲۲۸	پروپیونالدهید
۲۳۴	پنتانال
۲۳۹	فرمالدهید
۲۴۴	فرمالین
۲۴۹	۲-فوران کربوکسالدیهید
۲۵۴	۲-فور آلدهید
۲۵۹	فورفورال
۲۶۴	متانال
۲۶۹	متیل استالدیهید
۲۷۵	متیلن اکساید
۲۸۱	والرال
۲۸۶	والرالدهید
۲۹۲	والریک آلدهید
۲۹۸	الف - ۳- آمین ها
۲۹۸	n- اتیل اتانامین
۳۰۳	ارتو- تولوئیدین
۳۰۸	آمینوبزن
۳۱۳	۲- آمینو تولوئن
۳۱۸	آنیلین
۳۲۳	بنز آمین

۳۲۸	n-n-دی اتامین
۳۳۳	دی اتیل آمین
۳۳۸	دی آمید
۳۴۲	دی آمین
۳۴۶	دی متیل آمین
۳۵۱	دی متیل آمینو بنزن
۳۵۶	۲،۴-دی متیل آنیلین
۳۶۱	۲،۴-زایلیدین
۳۶۶	فنیل آمین
۳۷۱	n-متیل متانامین
۳۷۶	هیدرازین

جلد دوم

۳۸۱	الف-۴-اترها
۳۸۱	آلیل گلیسیدیل اتر
۳۸۶	پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر استات
۳۹۰	پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر
۳۹۴	دی اتیلن اتر
۳۹۸	۱،۴-دی اتیلن دی اکسید
۴۰۲	دی اُکسان
۴۰۷	دی پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر
۴۱۱	۲-متوکسی-۱-متیل اتانول
۴۱۵	۱-متوکسی-۲-پروپانول
۴۱۹	۱-متوکسی-۲-پروپیل استات
۴۲۳	الف-۵-استرها
۴۲۳	اتنیل استات

۴۲۷	۲- اتوکسی اتیل استات
۴۳۱	اتیل آکریلات
۴۳۵	اتیلن اتانوآت
۴۳۹	۱- استوکسی اتیلن
۴۴۳	استیک اسید اتنیل استر
۴۴۷	استیک اسید اتیلن گلیکول مونو اتیل اتر
۴۵۱	استیک اسید ایزوبوتیل استر
۴۵۵	استیک اسید وینیل استر
۴۵۹	استیک اسید-۱- پنتانول استر
۴۶۳	استیک اسید-۴- متیل-۲- پنتانول استر
۴۶۷	ایزوبوتیل استات
۴۷۱	n- آمیل استات
۴۷۵	۲- پروپنویک اسید اتیل استر
۴۷۹	۱،۳- دی متیل بوتیل استات
۴۸۳	سلوُسلو استات
۴۸۷	متیل ایزو آمیل استات
۴۹۱	وینیل اتانوآت
۴۹۵	وینیل استات
۴۹۹	sec- هگزیل استات
۵۰۳	الف - ۶ - هیدروکربن ها
۵۰۳	الف-۶-۱- هیدروکربن های آروماتیک
۵۰۳	اتیل بنزن
۵۰۷	ارتو- کرزول
۵۱۱	استایرن
۵۱۵	اورتو-زایلن

۵۱۹	ایزوپروپیل بنزن
۵۲۳	بنزن
۵۲۷	بنزن (قوانت مستقیم)
۵۳۱	بنزول
۵۳۵	پارا-زایلن
۵۳۹	تترا-هیدروبنزن
۵۴۳	تولوئن
۵۴۷	n-دکان
۵۵۱	دی متیل بنزن
۵۵۵	سیکلوهگزاترین
۵۵۹	سیکلوهگزان
۵۶۳	فنول
۵۶۷	کربولیک اسید
۵۷۱	کومن
۵۷۵	متا-زایلن
۵۷۹	متیل بنزن
۵۸۳	۲-متیل فنول
۵۸۷	وینیل بنزن
۵۹۱	هگزا هیدروبنزن
۵۹۵	هیدروکسی بنزن
۵۹۹	الف - ۶ - ۲ - هیدروکربن های هالوژنه
۵۹۹	اتیلن دی کلراید
۶۰۳	اورتو-دی کلروبنزن
۶۰۷	برموفرم
۶۱۱	بنزن کلرومتیل

۶۱۵	بنزیل کلراید
۶۱۹	پارا-دی کلرو بنزن
۶۲۳	تتراکلراید کربن
۶۲۷	تتراکلرومتان
۶۳۱	تری برمومتان
۶۳۵	تری کلرومتان
۶۳۹	۱،۲-دی کلرو اتان
۶۴۳	۱-۴-دی کلرو بنزن
۶۴۷	۱،۲-دی کلرو بنزن
۶۵۱	دی کلرومتان
۶۵۶	فنیل کلراید
۶۶۰	کلرواتیلن
۶۶۵	کلرو بنزن
۶۶۹	α-کلروتولوئن
۶۷۳	کلروفرم
۶۷۷	متیلن دی کلراید
۶۸۲	متیلن کلراید
۶۸۶	وینیل کلراید

جلد سوم

۶۹۲	الف - ۷ - کتون ها
۶۹۲	اتیل آمیل کتون
۶۹۶	اتیل بوتیل کتون
۷۰۰	استون
۷۰۴	ایزوپروپیل استون
۷۰۸	۲-پروپانون

۷۱۲	سیکلو هگزانون
۷۱۶	سیکلو هگزیل کتون
۷۲۰	کامفور
۷۲۴	متیل ان-بوتیل کتون
۷۲۸	متیل ایزوبوتیل کتون
۷۳۲	۴-متیل-۲-پنتانون
۷۳۶	۳-متیل-۳-هپتانون
۷۴۰	۳-هپتانون
۷۴۴	۲-هگزانون
۷۴۸	هگزون
۷۵۲	الف - ۸ - سیانایدها
۷۵۲	استونیتریل
۷۵۶	آکریلونیتریل
۷۶۱	۲-پروپن نیتریل
۷۶۶	سیانومتان
۷۷۱	متیل سیاناید
۷۷۵	وینیل سیاناید
۷۸۰	الف - ۹ - مرکاپتان ها
۷۸۰	اتان اتیول
۷۸۵	اتیل سولفیدرات
۷۹۰	اتیل مرکاپتان
۷۹۵	متان اتیول
۸۰۰	متیل سولفیدرات
۸۰۵	متیل مرکاپتان
۸۱۰	مرکاپتوانان

۸۱۵	مرکاپتومتان
۸۲۰	الف - ۱۰ - ترکیبات نیتروآروماتیک
۸۲۰	ارتومتیل نیتروبنزن
۸۲۴	ارتو-نیتروتولوئن
۸۲۸	۴-کلرو نیتروبنزن
۸۳۲	۱-کلرو-۴-نیتروبنزن
۸۳۶	۲-متیل نیتروبنزن
۸۴۰	نیتروبنزن
۸۴۴	نیتروبنزول
۸۴۸	۲-نیتروتولوئن
۸۵۲	۴-نیتروکلروبنزن
۸۵۶	الف - ۱۱ - نیتروزامین ها
۸۵۶	دی متیل نیتروزامین
۸۶۰	n-متیل-n-نیتروزومتانامین
۸۶۴	n-نیتروزوپیرولیدین
۸۶۸	۱-نیتروزوپینولیدین
۸۷۲	n-نیتروزودی متیل آمین
۸۷۶	۴-نیتروزومورفولین
۸۸۰	n-نیتروزومورفولین
۸۸۴	الف - ۱۲ - نفتا ها
۸۸۴	الکل معدنی
۸۸۸	بنزین
۸۹۲	قطران ذغال سنگ
۸۹۶	نفت چراغ
۹۰۰	نفت خام

۹۰۴	نفت سفید
۹۰۸	الف - ۱۳ - سایر بخارات آلی
۹۰۸	اسیدفرمیک
۹۱۳	آزابنزن
۹۱۷	آزین
۹۲۱	پیریدین
۹۲۵	تتراهیدروفوران
۹۲۹	دی اتیلن اکساید
۹۳۳	دی تیو کربنیک انیدرید
۹۳۹	کربن دی سولفید
۹۴۴	متانوئیک اسید
۹۴۹	هیدروژن کربوکسیلیک اسید

جلد چهارم

۹۵۵	ب - آئرسول های آلی
۹۵۵	ب - ۱ - هیدروکربن های آروماتیک چند هسته ای
۹۵۵	اسنفتن
۹۶۲	اورتو-بی فنیلن متان
۹۶۹	ایدریل
۹۷۶	آنتراسین
۹۸۳	بنز[a]آنتراسین
۹۹۰	بنز[e]اسفنانتریلن
۹۹۷	۱،۲-بنزآنتراسین
۱۰۰۴	بنزو[ghi]پیریلن
۱۰۱۱	بنزو[e]پیرن
۱۰۱۸	بنزو[a]پیرن

۱۰۲۵	بنزو [b] فلورانتین
۱۰۳۲	بنزو [jk] فلوئورین
۱۰۳۹	بنزو [a] فناترین
۱۰۴۶	۶،۷-بنزو پیرن
۱۰۵۳	۵،۴-بنزو پیرن
۱۰۶۰	۳،۴-بنزو پیرن
۱۰۶۷	۱،۱۲-بنزو پیرلین
۱۰۷۴	۱،۲-بنزو پیرن
۱۰۸۱	۳،۴-بنزو فلوئورانتین
۱۰۸۸	بنزو [def] فناترین
۱۰۹۵	۱،۲-بنزو فناترین
۱۱۰۲	بنزو [b] فناترین
۱۱۰۹	پیرین
۱۱۱۶	تترافین
۱۱۲۳	فلوئورانتین
۱۱۳۰	فلوئورین
۱۱۳۷	فن آنترین
۱۱۴۴	کریسین
۱۱۵۱	نفتالین
۱۱۵۸	نفتن
۱۱۶۵	ب-۲ - ایزوسیانات ها
۱۱۶۵	تولون-۲،۴-دی ایزوسیانات
۱۱۷۰	دی فیل متان-۴،۴-دی ایزوسیانات
۱۱۷۵	متیلن بیس فیل ایزوسیانات
۱۱۸۰	۴و۴-متیلن دی فیل ایزوسیانات

۱۱۸۵	هگزامتیل دی ایزوسیانات
۱۱۹۰	ب - ۳ - گلیگول ها
۱۱۹۰	۲، ۱- اقان دی اُل
۱۱۹۴	اتیلن گلیکول
۱۱۹۸	۲، ۱- پروپان دی اُل
۱۲۰۲	پروپیلن گلیکول
۱۲۰۶	تری اتیلن گلیکول
۱۲۱۰	ب - ۴ - حشره کش ها
۱۲۱۰	۲، ۴-D، ۲- اتیل هگزیل استر
۱۲۱۷	آرتازین
۱۲۲۴	آلاکلور
۱۲۳۱	سیانازین
۱۲۳۸	سیمازین
۱۲۴۵	متولاکلور
۱۲۵۲	ب - ۵ - آفت کش ها
۱۲۵۲	ب - ۵ - ۱ - آفت کش های ارگانونیتروژنه
۱۲۵۲	اُکسامیل
۱۲۵۹	آلدیکرب
۱۲۶۶	بنومیل
۱۲۷۳	پروپوکسور
۱۲۸۰	پروفام
۱۲۸۷	تیوبن کرب
۱۲۹۴	دیورون
۱۳۰۱	فورمتانات
۱۳۰۸	کاپتان

۱۳۱۵	کارباریل
۱۳۲۲	کاربندازیم
۱۳۲۹	کریوفوران
۱۳۳۶	کلرپروفام
۱۳۴۳	متومیل
۱۳۵۰	متیوکرب

جلد پنجم

۱۳۵۸	ب - ۵ - ۲ - آفت کش های ارگانوفسفره
۱۳۵۸	اتوپروپ
۱۳۶۵	اتیل پاراتیون
۱۳۷۲	اتیون
۱۳۷۹	اسپکتراسید
۱۳۸۶	آزودرین
۱۳۹۳	آزینفوز متیل
۱۴۰۰	بیدرین
۱۴۰۷	پاراتیون
۱۴۱۴	پروفوس
۱۴۲۱	تیمت
۱۴۲۸	دورسبان
۱۴۳۵	دی سیستون
۱۴۴۲	دیازینون
۱۴۴۹	دیسولفوتون
۱۴۵۶	دیفونات
۱۴۶۳	دیکروتوفوز
۱۴۷۰	سیتیون

۱۴۷۷	فُرَات
۱۴۸۴	فُدرین
۱۴۹۱	فنامیفوس
۱۴۹۸	فونوفوس
۱۵۰۵	کلرپیرفوز
۱۵۱۲	گوتیون
۱۵۱۹	مالاتیون
۱۵۲۶	مانیتور
۱۵۳۳	متامیدوفوس
۱۵۴۰	متیل پاراتیون
۱۵۴۷	مونوکروتوفوس
۱۵۵۴	مِوینفوس
۱۵۶۱	نماکور
۱۵۶۸	ب - ۶ - سایر آئروسول های آلی
۱۵۶۸	آزلایک اسید
۱۵۷۲	بنزیدین
۱۵۷۶	پارا-دی آمینودی فنیل
۱۵۸۰	دوده استیلنی
۱۵۸۳	دوده چراغ
۱۵۸۶	دوده کوره
۱۵۸۹	دوده
۱۵۹۲	۳,۳-دی کلروبنزیدین
۱۵۹۶	کربن آمورف
۱۵۹۹	لپار گیلیک اسید
۱۶۰۳	۱,۷-هپتان دی کربوکسیلیک اسید

۱۶۰۷	ج - گازهای معدنی
۱۶۰۷	آرسنیک تری هیدرید
۱۶۱۲	آرسین
۱۶۱۷	آمونیاک
۱۶۲۲	برمین
۱۶۲۷	کربن دی اکسید
۱۶۳۰	دی اکسید گوگرد
۱۶۳۵	دی اکسید نیتروژن
۱۶۳۹	کربنیک اسید
۱۶۴۲	کربنیک اکسید
۱۶۴۴	کلرین
۱۶۴۹	کربن مونوکسید
۱۶۵۱	مونوکسید نیتروژن
۱۶۵۵	نیتریک اکساید
۱۶۵۹	هیدروژن آرسنید
۱۶۶۴	هیدروژن سولفید
۱۶۶۹	هیدروسولفوریک اسید
۱۶۷۴	د - آئروسول های معدنی
۱۶۷۴	د - ۱ - اسیدهای معدنی
۱۶۷۴	ارتوفسفریک اسید
۱۶۷۸	جوهر گوگرد
۱۶۸۲	سولفوریک اسید
۱۶۸۶	فسفریک اسید
۱۶۹۰	متافسفریک اسید
۱۶۹۴	نیتریک اسید

۱۶۹۸	هیدرو برمیک اسید
۱۷۰۲	هیدروژن برماید
۱۷۰۶	هیدروژن فلوراید
۱۷۱۰	هیدروژن کلراید
۱۷۱۴	هیدروفلوئوریک اسید
۱۷۱۸	هیدروکلریک اسید

جلد ششم

۱۷۲۳	۵ - ۲ - عناصر
۱۷۲۳	آرسنیک
۱۷۲۷	استرانسیم
۱۷۳۱	آلومنیوم
۱۷۳۵	آنتیموان
۱۷۳۹	باریم
۱۷۴۳	بریلیوم
۱۷۴۷	تالیم
۱۷۵۰	تلوریوم
۱۷۵۳	تیتانیوم
۱۷۵۶	روی
۱۷۵۹	سرب
۱۷۶۳	سلنیوم
۱۷۶۷	فسفر
۱۷۷۱	قلع
۱۷۷۴	کادمیوم
۱۷۷۸	کبالت
۱۷۸۲	کروم ۶ ظرفیتی

۱۷۸۸	کروم
۱۷۹۲	لانتانایوم
۱۷۹۶	لیتیم
۱۸۰۰	مس
۱۸۰۴	منگنز
۱۸۰۸	منیزم
۱۸۱۲	مولیبدن
۱۸۱۶	نقره
۱۸۲۰	وانادیم
۱۸۲۳	د - ۳ - سایر آئروسول های معدنی
۱۸۲۳	اکسید کلسیم
۱۸۲۷	الیاف سرامیک نسوز
۱۸۳۴	آزبست
۱۸۴۱	آکتنولیت
۱۸۴۸	آموزیت
۱۸۵۵	آنتوفیلیت
۱۸۶۲	آهک خام
۱۸۶۶	آهک هیدراته
۱۸۷۰	بی کربنات کلسیم
۱۸۷۴	پروسیک اسید
۱۸۷۹	ترمولیت
۱۸۸۶	سرپنتین
۱۸۹۳	سنگ آهک
۱۸۹۷	سنگ مرمر
۱۹۰۱	سود سوزآور

۱۹۰۶	سیلیس کریستالی
۱۹۱۲	شیشه الیافی
۱۹۱۹	فورمونتریل
۱۹۲۴	کروزیدولیت
۱۹۳۱	کریزوتایل
۱۹۳۸	هیدروژن سیانید
۱۹۴۳	هیدروسیانیک اسید
۱۹۴۸	هیدروکسید سدیم
۱۹۵۳	هیدروکسید کلسیم
۱۹۵۷	۵ - نمونه کلی هوا
۱۹۵۷	گرد و غبار قابل استنشاق
۱۹۵۹	گرد و غبار کلی
۱۹۶۱	۴ - پیوست ها
۱۹۶۱	پیوست الف - الزامی
۱۹۸۱	پیوست ب - الزامی
۱۹۹۷	پیوست پ - الزامی
۲۰۰۹	پیوست ت - الزامی
۲۰۱۰	پیوست ث - الزامی
۲۰۱۱	پیوست ج - الزامی
۲۰۱۵	پیوست چ - اطلاعاتی
۲۰۱۷	مراجع

پیشگفتار

یکی از برنامه های مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تدوین و انتشار رهنمودهای مربوط به حوزه ها و زمینه های مختلف بهداشت محیط و حرفه ای و سایر موضوعات مرتبط است که با بهره گیری از توان علمی و تجربی همکاران متعددی از سراسر کشور، انجام شده است. در این راستا سعی شده است ضمن بهره گیری از آخرین دستاوردهای علمی، از تجربه کارشناسان و متخصصین حوزه ستادی مرکز سلامت محیط و کار نیز استفاده شود و در مواردی که در کشور قوانین، مقررات و دستورالعمل های مدونی وجود دارد در تدوین و انتشار این رهنمودها مورد استناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته های فنی مسئول تدوین رهنمودها این بوده است که محصولی فاخر و شایسته ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسر کشور و کاربران سایر سازمان ها و دستگاههای اجرایی و بعضاً عموم مردم قابل استفاده باشد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی هایی باشد که بدینوسیله از همه متخصصین، کارشناسان و صاحب نظران ارجمند دعوت می شود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود.

با توجه به دسترسی بیشتر کاربران این رهنمودها به اینترنت، تمام رهنمودهای تدوین شده بر روی تارگاہ های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت و تنها نسخ بسیار محدودی از آنها به چاپ خواهد رسید تا علاوه بر صرفه جویی، طیف گسترده ای از کاربران به آن دسترسی مداوم داشته باشند.

اکنون که با یاری خداوند متعال در آستانه سی و چهارمین سال پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی این رهنمودها آماده انتشار می گردد، لازم است از زحمات کلیه دست اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و پیشاپیش از کسانی که با ارائه پیشنهادات اصلاحی خود ما را در بهبود کیفیت این رهنمودها یاری خواهند نمود، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

دکتر کاظم ندافی

رئیس مرکز سلامت محیط و کار

د-۲-عناصر

آرسنیک	arsenic
نماد شیمیایی: As	CAS: 7440-38-2
وزن اتمی: ۷۴/۹۲	RTECS: CG0525000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۸۱۷	
حدمجاز: 0.01 mg/m ³ ACGIH	NIOSH: 0.002 mg/m ³ C
احتیاطات ویژه:	
هضم کردن آرسنیک در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۱- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا	
۲- پرکلریک اسید (HClO ₄) غلیظ، با خلوص بالا	
۳- اسید Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO ₃) به ۱ (HClO ₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید.	
۴- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ μg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی)	
۵- اسید رقیق؛ 4% HNO ₃ ، 1% HClO ₄ . ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
۶- آرگون	
۷- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۱- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور ساینز ۰/۸ μm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور ساینز ۰/۵ μm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر	
۲- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴ L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.	

۳- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۴- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۵- بشر فیلپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۶- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۷- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۸- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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 یک دبی مشخص بین ۴ L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۵ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۲- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۳- نمونه ها را بر روی اجاق (۱۲۰ °C) آنقدر حرارت دهید تا ۵ mL / ۰ از محلول ته ظرف باقی بماند.

۴- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

۵- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۶- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۰/۵ mL)

۷- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید.

۸- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۹- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۱- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$

مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪

اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na

۲- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۳- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد

بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۱- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۱۸۹ نانومتر برای آنالیز آرسنیک تنظیم کنید.

۲- استاندارد ها و نمونه ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق

نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد

کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار

می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و

تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۱- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۲- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) آرسنیک را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

استرانسیم	strontium
نماد شیمیایی: Sr	CAS: 7440-24-6
وزن اتمی: ۸۷/۶۲	RTECS: -
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۷۶۹	
حدمجاز: -	
احتیاطات ویژه:	
اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم: ۸- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۹- اسید نیتریک (HNO₃) غلیظ، با خلوص بالا ۱۰- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۱- آرگون، خالص ۱۲- آب مقطر دیونیزه شده، نوع II ۱۳- اسید رقیق؛ 5% HNO₃، 5% HCl و ۵۰ میلی لیتر از HNO₃ و ۵۰ میلی لیتر از HCl را به آرامی به ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بالن ژوژه ۱ لیتری اضافه کنید. سپس آن را با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
وسایل و تجهیزات لازم: ۹- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm و قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۱۰- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴-۱ L/min، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۱۱- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسماى آرگون جفت شده القایی (ICP-AES) ۱۲- هیتز با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد	

۱۳- ظروف هضم مواد و درپوش آنها؛ ۵۰ میلی لیتری

۱۴- شیشه ساعت

۱۵- پیپت

۱۶- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۷- انبرک

نمونه برداری:

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

۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $4 - 1 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۳۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۰- فیلتر نمونه را توسط انبرک از هولدر آن خارج کرده و آن را ۲ بار تا کنید و مراقب باشید نمونه از دست نرود. سپس فیلتر را به یک لوله تمیز ۵۰ میلی لیتری مخصوص هضم گرمایی انتقال دهید.

۱۱- $1/25$ میلی لیتر HCL به لوله اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت پلاستیکی بپوشانید و آنرا روی هیتز با دمای داخلی 95°C به مدت ۱۵ دقیقه قرار دهید.
نکته: دمای داخلی هیتز ممکن است با دمایی که نشان می دهد متفاوت باشید. قبل از استفاده از هیتز آن را کالیبره کنید.

۱۲- نمونه را از هیتز برداشته و بگذارید به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و $1/25$ میلی لیتر HNO_3 را اضافه کنید. شیشه ساعت را بر دهانه لوله گذاشته و مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه بر روی هیتز با دمای 95°C قرار دهید.

۱۳- نمونه را از هیتز برداشته و بگذارید حداقل به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل لوله آب بکشید.

۱۴- محلول باقیمانده را توسط آب مقطر نوع II تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- ۴- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید. برای کالیبره کردن آن از ماتریکس اسید رقیق $5\% \text{HNO}_3$ ، $5\% \text{HCl}$ استفاده کنید.
- ۵- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.
- ۶- به ازای هر ۲۰ نمونه یک نمونه شاهد و به ازای هر ۱۰ نمونه یک شاهد آزمایشگاهی را مورد آنالیز کنید.
- ۷- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

- ۳- دستگاه اسپکترومتر را برای آنالیز استرانسیم تنظیم کنید.
 - ۴- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.
- نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۳- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۴- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) استرانسیم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

آلومنیوم	aluminum
نماد شیمیایی: Al وزن اتمی: ۲۶/۹۸ ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۶۶۰	CAS: 7429-90-5 RTECS: BD0330000
حدمجاز: OSHA: 15 mg/m³ (total dust), 10 mg/m³ (respirable) NIOSH: 10 mg/m³ (total dust), 5 mg/m³ (respirable fume), 2 mg/m³ (salts, alkyls) ACGIH: 10 mg/m³ (dust), 5 mg/m³ (powders, fume), 2 mg/m³ (salts, alkyls)	
احتیاطات ویژه: هضم کردن آلومنیوم در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۴- اسید نیتریک (HNO₃) غلیظ، با خلوص بالا ۱۵- پرکلریک اسید (HClO₄) غلیظ، با خلوص بالا ۱۶- اسید Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO₃) به ۱ (HClO₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۷- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۸- اسید رقیق؛ ۴% HNO₃، ۱% HClO₄، ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۹- آرگون ۲۰- آب مقطر دیونیزه شده	

وسایل و تجهیزات لازم:

- ۱۸- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سائز $0.8 \mu m$ ؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سائز $0.5 \mu m$ ؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر
 - ۱۹- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $4-1 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.
 - ۲۰- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)
 - ۲۱- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون
 - ۲۲- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت
 - ۲۳- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری
 - ۲۴- پیت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم
 - ۲۵- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد
- نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

- ۵- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.
- ۶- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $4-1 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۵ تا ۱۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

- ۱۵- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.
 - ۱۶- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.
- نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۷- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 0.5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

نکته: برخی از گونه های آلومینیوم با این روش به طور کامل قابل حل شدن نیستند و می توان روش های انحلال دیگری را بر آن به کار بست. به عنوان مثال می توان به مرجع ذیل رجوع کرد:

NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141

۱۸- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

۱۹- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۲۰- دمای اجاق را تا 150°C درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم 0.5 mL)

۲۱- محلول باقیمانده را در $2-3\text{ mL}$ اسید رقیق حل کنید.

۲۲- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۲۳- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۸- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1\text{ }\mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na

۹- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۱۰- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد

اندازه گیری:

- ۵- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۱۶۷ نانومتر برای آنالیز آلومینیوم تنظیم کنید.
- ۶- استاندارد ها و نمونه ها را مورد آنالیز قرار دهید.
- نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

- ۵- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.
- ۶- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) آلومینیوم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

آنتیموآن	antimony
نماد شیمیایی: Sb	CAS: 7440-36-0
وزن اتمی: ۱۱۲۱/۷۵	RTECS: CC4025000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۶۳۰/۵	
حدمجاز:	NIOSH: 0.5 mg/m ³ OSHA: 0.5 mg/m ³ ACGIH: 0.5 mg/m ³
احتیاطات ویژه:	
هضم کردن آنتیموآن در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۲۱- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا	
۲۲- پرکلریک اسید (HClO ₄) غلیظ، با خلوص بالا	
۲۳- اسید Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO ₃) به ۱ (HClO ₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید.	
۲۴- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی)	
۲۵- اسید رقیق؛ ۴% HNO ₃ ، ۱% HClO ₄ ، ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
۲۶- آرگون	
۲۷- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۲۶- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سایز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر	

۲۷- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $4 \text{ L/min} - 1$، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۲۸- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES) ۲۹- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون ۳۰- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت ۳۱- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری ۳۲- پیت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم ۳۳- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.	نمونه برداری: ۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید. ۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $4 \text{ L/min} - 1$ برای عبور حجم هوای ۵۰ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).
	آماده سازی: ۲۴- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید. ۲۵- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند. نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید. ۲۶- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 0.5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند. نکته: برخی از گونه های آنتیموآن با این روش به طور کامل قابل حل شدن نیستند و

می توان روش های انحلال دیگری را بر آن به کار بست. به عنوان مثال می توان به مرجع ذیل رجوع کرد:

NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141

۲۷- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

۲۸- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۲۹- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم 0.5 mL)

۳۰- محلول باقیمانده را در $2-3 \text{ mL}$ اسید رقیق حل کنید.

۳۱- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۳۲- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۱۱- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کابردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Mo, Sb, Sn, Te, Ti, W, Zr

۱۲- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۱۳- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۷- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۲۰۶ نانومتر برای آنالیز آنتیموان تنظیم کنید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گرها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۷- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۸- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) آنتیموآن را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

باریم	barium
نماد شیمیایی: Ba	CAS: 7440-39-3
وزن اتمی: ۱۳۷/۳۴	RTECS: CQ8370000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۷۱۰	
حدمجاز:	NIOSH: 0.5 mg/m ³ OSHA: 0.5 mg/m ³ ACGIH: 0.5 mg/m ³
احتیاطات ویژه:	هضم کردن باریم در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۲۸- اسید نیتریک (HNO₃) غلیظ، با خلوص بالا ۲۹- پرکلریک اسید (HClO₄) غلیظ، با خلوص بالا ۳۰- اسید Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO₃) به ۱ (HClO₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۳۱- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۳۲- اسید رقیق؛ HNO₃ 4%، HClO₄ 1% . ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۳۳- آرگون ۳۴- آب مقطر دیونیزه شده
وسایل و تجهیزات لازم:	۳۴- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور ساینز ۰/۸ µm ؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور ساینز ۰/۵ µm ؛ قطر ۳۷ میلی متر ؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۳۵- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴-۱ L/min ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۳۶- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۳۷- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۳۸- بشر فلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۳۹- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۴۰- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۴۱- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۱۰- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۵۰ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۳۳- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۳۴- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.
نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۳۵- نمونه ها را بر روی اجاق (۱۲۰ °C) آنقدر حرارت دهید تا ۰/۵ mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

۳۶- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

- ۳۷- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.
- ۳۸- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم 0.5 mL)
- ۳۹- محلول باقیمانده را در $2-3 \text{ mL}$ اسید رقیق حل کنید.
- ۴۰- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.
- ۴۱- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.
- نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- ۱۴- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.
- نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.
- Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na
- ۱۵- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.
- ۱۶- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

- ۹- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۴۵۵ نانومتر برای آنالیز باریم تنظیم کنید.
- ۱۰- استاندارد ها و نمونه ها را مورد آنالیز قرار دهید.
- نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و

تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۹- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۱۰- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) باریم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

beryllium	بریلیوم
CAS: 7440-41-7	نماد شیمیایی: Be
RTECS: DS1750000	وزن اتمی: ۹/۰۱
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۱۲۷۸	
OSHA: 0.002 mg/m ³ , 0.005 mg/m ³ C	حدمجاز:
NIOSH: 0.0005 mg/m ³ Ca	ACGIH: 0.002 mg/m ³ Ca
احتیاطات ویژه:	
هضم کردن بریلیوم در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۳۵- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا	
۳۶- پرکلریک اسید (HClO ₄) غلیظ، با خلوص بالا	
۳۷- Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO ₃) به ۱ (HClO ₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید.	
۳۸- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی)	
۳۹- اسید رقیق؛ 4% HNO ₃ ، 1% HClO ₄ . ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
۴۰- آرگون	
۴۱- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۴۲- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سائز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سائز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر	

۴۳- پمپ نمونه برداری فردی با دبی 4 L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۴۴- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES) ۴۵- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون ۴۶- بشر فیلپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت ۴۷- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری ۴۸- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم ۴۹- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.	نمونه برداری: ۱۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید. ۱۲- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین 4 L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۱۲۵۰ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).
	آماده سازی: ۴۲- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید. ۴۳- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند. نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید. ۴۴- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 0.5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند. نکته: برخی از گونه های بریلیوم با این روش به طور کامل قابل حل شدن نیستند و می توان

روشنی‌های انحلال دیگری را بر آن به کار بست. به عنوان مثال می‌توان به مرجع ذیل رجوع کرد:

NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141

۴۶- شش‌ه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشد.

۴۸- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید.

۵۰- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنٹرل کیفی:

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۰.۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

۱۸- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

اندازه گیری:

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گرها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۱۱- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۱۲- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) بریلیوم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

تالیف	thallium
نماد شیمیایی: Tl	CAS: 7440-28-0
وزن اتمی: ۲۰۴/۳۷	RTECS: XG3425000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۳۰۴	
حدمجاز:	OSHA: 0.1 mg/m ³ (Skin,soluble) NIOSH: 0.1 mg/m ³ (Skin,soluble) ACGIH: 0.1 mg/m ³ (Skin)
احتیاطات ویژه:	اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۴۲- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۴۳- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا ۴۴- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۴۵- آرگون، خالص ۴۶- آب مقطر دیونیزه شده، نوع II ۴۷- اسید رقیق؛ 5% HNO ₃ ، 5% HCl. ۵۰ میلی لیتر از HNO ₃ و ۵۰ میلی لیتر از HCl را به آرامی به ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بالن ژوژه ۱ لیتری اضافه کنید. سپس آن را با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.
وسایل و تجهیزات لازم:	۵۰- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm و قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۵۱- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴-۱ L/min، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۵۲- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای آرگون جفت شده القایی (ICP-AES)

۵۳- هیتر با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد

۵۴- ظروف هضم مواد و درپوش آنها؛ ۵۰ میلی لیتری

۵۵- شیشه ساعت

۵۶- پیت

۵۷- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۵۸- انبرک

نمونه برداری:

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

۱۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۳۵ تا ۵۰۰۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۵۱- فیلتر نمونه را توسط انبرک از هولدر آن خارج کرده و آن را ۲ بار تا کنید و مراقب باشید نمونه از دست نرود. سپس فیلتر را به یک لوله تمیز ۵۰ میلی لیتری مخصوص هضم گرمایی انتقال دهید.

۵۲- ۱/۲۵ میلی لیتر HCL به لوله اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت پلاستیکی بپوشانید و آنرا روی هیتر با دمای داخلی 95°C به مدت ۱۵ دقیقه قرار دهید.
نکته: دمای داخلی هیتر ممکن است با دمایی که نشان می دهد متفاوت باشد. قبل از استفاده از هیتر آن را کالیبره کنید.

۵۳- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و ۱/۲۵ میلی لیتر HNO_3 را اضافه کنید. شیشه ساعت را بر دهانه لوله گذاشته و مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه بر روی هیتر با دمای 95°C قرار دهید.

- ۵۴- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید حداقل به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل لوله آب بکشید.
- ۵۵- محلول باقیمانده را توسط آب مقطر نوع II تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- ۲۰- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید. برای کالیبره کردن آن از ماتریکس اسید رقیق ۵% HNO₃، ۵% HCl استفاده کنید.
- ۲۱- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.
- ۲۲- به ازای هر ۲۰ نمونه یک نمونه شاهد و به ازای هر ۱۰ نمونه یک شاهد آزمایشگاهی را مورد آنالیز کنید.
- ۲۳- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

- ۱۳- دستگاه اسپکترومتر را برای آنالیز تالیم تنظیم کنید.
- ۱۴- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.
- نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

- ۱۳- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.
- ۱۴- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) تالیم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر

محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

tellurium	تلوریوم
CAS: 13494-80-9 RTECS: WY2625000	نماد شیمیایی: Te وزن اتمی: ۱۲۷/۶ ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۴۵۰
OSHA: 0.1 mg/m ³	حد مجاز: NIOSH: 0.1 mg/m ³ ACGIH: 0.1 mg/m ³
احتیاطات ویژه: اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم: ۴۸- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۴۹- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا ۵۰- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۵۱- آرگون، خالص ۵۲- آب مقطر دیونیزه شده، نوع II ۵۳- اسید رقیق؛ 5% HNO ₃ ، 5% HCl و ۵۰ میلی لیتر از HCl را به آرامی به ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بالن ژوژه ۱ لیتری اضافه کنید. سپس آن را با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
وسایل و تجهیزات لازم: ۵۹- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سائز ۰/۸ µm و قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۶۰- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴ L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۶۱- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای آرگون جفت شده القایی (ICP-AES)	

۶۲- هیتر با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد

۶۳- ظروف هضم مواد و درپوش آنها؛ ۵۰ میلی لیتری

۶۴- شیشه ساعت

۶۵- پیت

۶۶- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۶۷- انبرک

نمونه برداری:

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

۱۶- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۱۲۵ تا ۵۰۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۵۶- فیلتر نمونه را توسط انبرک از هولدر آن خارج کرده و آن را ۲ بار تا کنید و مراقب باشید نمونه از دست نرود. سپس فیلتر را به یک لوله تمیز ۵۰ میلی لیتری مخصوص هضم گرمایی انتقال دهید.

۵۷- ۱/۲۵ میلی لیتر HCL به لوله اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت پلاستیکی بپوشانید و آنرا روی هیتر با دمای داخلی 95°C به مدت ۱۵ دقیقه قرار دهید. نکته: دمای داخلی هیتر ممکن است با دمایی که نشان می دهد متفاوت باشد. قبل از استفاده از هیتر آن را کالیبره کنید.

۵۸- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و ۱/۲۵ میلی لیتر HNO_3 را اضافه کنید. شیشه ساعت را بر دهانه لوله گذاشته و مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه بر روی هیتر با دمای 95°C قرار دهید.

۵۹- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید حداقل به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را

برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل لوله آب بکشید. ۶۰- محلول باقیمانده را توسط آب مقطر نوع II تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.
کالیبراسیون و کنترل کیفی: ۲۴- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید. برای کالیبره کردن آن از ماتریکس اسید رقیق ۵% HNO₃, ۵% HCl استفاده کنید. ۲۵- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید. ۲۶- به ازای هر ۲۰ نمونه یک نمونه شاهد و به ازای هر ۱۰ نمونه یک شاهد آزمایشگاهی را مورد آنالیز کنید. ۲۷- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.
اندازه گیری: ۱۵- دستگاه اسپکترومتر را برای آنالیز تلوریوم تنظیم کنید. ۱۶- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید. نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.
مداخله گر ها: مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.
محاسبات: ۱۵- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب µg/mL توسط دستگاه تعیین کنید. ۱۶- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) تلوریوم را بر حسب mg/m³ در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید: $C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$ NOTE: µg/L = mg/m³

تیتانیوم	titanium
نماد شیمیایی: Ti	CAS: 7440-32-6
وزن اتمی: ۴۷/۹	RTECS: XR1700000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۱۶۷۵	
حدمجاز: -	
احتیاطات ویژه:	
اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۵۴- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۵۵- اسید نیتریک (HNO₃) غلیظ، با خلوص بالا ۵۶- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۵۷- آرگون، خالص ۵۸- آب مقطر دیونیزه شده، نوع II ۵۹- اسید رقیق؛ 5% HNO₃، 5% HCl. ۵۰ میلی لیتر از HNO₃ و ۵۰ میلی لیتر از HCl را به آرامی به ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بالن ژوژه ۱ لیتری اضافه کنید. سپس آن را با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۶۸- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm و قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۶۹- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴-۱ L/min، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۷۰- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای آرگون جفت شده القایی (ICP-AES) ۷۱- هیتر با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد	

۷۲- ظروف هضم مواد و درپوش آنها؛ ۵۰ میلی لیتری

۷۳- شیشه ساعت

۷۴- پیپت

۷۵- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۷۶- انبرک

نمونه برداری:

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

۱۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۰/۱ تا ۱۰۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۶۱- فیلتر نمونه را توسط انبرک از هولدر آن خارج کرده و آن را ۲ بار تا کنید و مراقب باشید نمونه از دست نرود. سپس فیلتر را به یک لوله تمیز ۵۰ میلی لیتری مخصوص هضم گرمایی انتقال دهید.

۶۲- ۱/۲۵ میلی لیتر HCL به لوله اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت پلاستیکی بپوشانید و آنرا روی هیتز با دمای داخلی 95°C به مدت ۱۵ دقیقه قرار دهید.

نکته: دمای داخلی هیتز ممکن است با دمایی که نشان می دهد متفاوت باشد. قبل از استفاده از هیتز آن را کالیبره کنید.

۶۳- نمونه را از هیتز برداشته و بگذارید به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و ۱/۲۵ میلی لیتر HNO_3 را اضافه کنید. شیشه ساعت را بر دهانه لوله گذاشته و مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه بر روی هیتز با دمای 95°C قرار دهید.

۶۴- نمونه را از هیتز برداشته و بگذارید حداقل به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل لوله آب بکشید.

۶۵- محلول باقیمانده را توسط آب مقطر نوع II تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۲۸- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید. برای کالیبره کردن آن از ماتریکس اسید رقیق ۵% HNO₃، ۵% HCl استفاده کنید.

۲۹- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۳۰- به ازای هر ۲۰ نمونه یک نمونه شاهد و به ازای هر ۱۰ نمونه یک شاهد آزمایشگاهی را مورد آنالیز کنید.

۳۱- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۱۷- دستگاه اسپکترومتر را برای آنالیز تیتانیوم تنظیم کنید.

۱۸- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۱۷- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب µg/mL توسط دستگاه تعیین کنید.

۱۸- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) تیتانیوم را بر حسب mg/m³ در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: µg/L = mg/m³

روی	zinc
نماد شیمیایی: Zn وزن اتمی: ۶۵/۳۷ ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۴۱۹	CAS: 7440-66-6 RTECS: ZG8600000
حدمجاز: -	
احتیاطات ویژه: اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم: ۶۰- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۶۱- اسید نیتریک (HNO₃) غلیظ، با خلوص بالا ۶۲- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۶۳- آرگون، خالص ۶۴- آب مقطر دیونیزه شده، نوع II ۶۵- اسید رقیق؛ 5% HNO₃، 5% HCl. ۵۰ میلی لیتر از HNO₃ و ۵۰ میلی لیتر از HCl را به آرامی به ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بالن ژوژه ۱ لیتری اضافه کنید. سپس آن را با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
وسایل و تجهیزات لازم: ۷۷- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور ساینز ۰/۸ µm و قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۷۸- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴ L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۷۹- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای آرگون جفت شده القایی (ICP-AES) ۸۰- هیتر با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد	

۸۱- ظروف هضم مواد و درپوش آنها؛ ۵۰ میلی لیتری

۸۲- شیشه ساعت

۸۳- پیت

۸۴- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۸۵- انبرک

نمونه برداری:

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

۲۰- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $4-1 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای 0.5 تا 10000 لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از 2 میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۶۶- فیلتر نمونه را توسط انبرک از هولدر آن خارج کرده و آن را 2 بار تا کنید و مراقب باشید نمونه از دست نرود. سپس فیلتر را به یک لوله تمیز 50 میلی لیتری مخصوص هضم گرمایی انتقال دهید.

۶۷- $1/25$ میلی لیتر HCL به لوله اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت پلاستیکی بپوشانید و آنرا روی هیتر با دمای داخلی 95°C به مدت 15 دقیقه قرار دهید. نکته: دمای داخلی هیتر ممکن است با دمایی که نشان می دهد متفاوت باشید. قبل از استفاده از هیتر آن را کالیبره کنید.

۶۸- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید به مدت 5 دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و $1/25$ میلی لیتر HNO_3 را اضافه کنید. شیشه ساعت را بر دهانه لوله گذاشته و مجدداً به مدت 15 دقیقه بر روی هیتر با دمای 95°C قرار دهید.

۶۹- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید حداقل به مدت 5 دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل لوله آب بکشید.

۷۰- محلول باقیمانده را توسط آب مقطر نوع II تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۳۲- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید. برای کالیبره کردن آن از ماتریکس اسید رقیق ۵% HNO₃، ۵% HCl استفاده کنید.

۳۳- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۳۴- به ازای هر ۲۰ نمونه یک نمونه شاهد و به ازای هر ۱۰ نمونه یک شاهد آزمایشگاهی را مورد آنالیز کنید.

۳۵- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۱۹- دستگاه اسپکترومتر را برای آنالیز روی تنظیم کنید.

۲۰- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۱۹- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب µg/mL توسط دستگاه تعیین کنید.

۲۰- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) روی را بر حسب mg/m³ در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

سرب	lead
نماد شیمیایی: Pb	CAS: 7439-92-1
وزن اتمی: ۲۰۷/۱۹	RTECS: OF7525000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۳۲۸	
حدمجاز:	NIOSH: 0.05 mg/m ³ OSHA: 0.05 mg/m ³ ACGIH: 0.05 mg/m ³
احتیاطات ویژه:	
اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۶۶- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا	
۶۷- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا	
۶۸- اسید Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO ₃) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید.	
۶۹- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی)	
۷۰- اسید رقیق؛ 1% HNO ₃ ، 3% HCl. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
۷۱- آرگون	
۷۲- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۸۶- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سایز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر	
۸۷- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴ L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.	

۸۸- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۸۹- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۹۰- بشر فیلیس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۹۱- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۹۲- پیست های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۹۳- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۲۲- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۵۰ تا ۲ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۷۱- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۷۲- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت ببوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند. نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۷۳- نمونه ها را بر روی اجاق (۱۲۰ °C) آنقدر حرارت دهید تا ۰/۵ mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

نکته: باز یافت سرب از برخی از ترکیبات رنگی ممکن است نیازمند بکارگیری روش های دیگری داشته باشد. در روش NIOSH-7082 روش دیگری از هضم توسط

- اجاق معرفی شده است. همچنین می توانید از روش NIOSH-7302 که در آن روش هضم توسط امواج مایکروویو ارائه شده است استفاده کنید.
- ۷۴- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.
- نکته: فیلترهای PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.
- ۷۵- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.
- ۷۶- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۰/۵ mL)
- ۷۷- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید.
- ۷۸- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.
- ۷۹- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- ۳۶- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.
- نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۰/۴٪ اسید نیتریک / ۰/۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.
- Ag, K, Li, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V, Y, Zn, Sc
- ۳۷- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.
- ۳۸- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

- ۲۱- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۱۶۸ نانومتر برای آنالیز سرب تنظیم کنید.
- ۲۲- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.
- نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد

کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

مداخله گرها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۲۱- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۲۲- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) سرب را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

سelenium	سلنیوم
CAS: 7782-49-2	نماد شیمیایی: Se
RTECS: VS7700000	وزن اتمی: ۷۸/۹۶
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۲۱۷	
OSHA: 0.2 mg/m ³	حدمجاز: NIOSH: 0.2 mg/m ³ ACGIH: 0.2 mg/m ³
احتیاطات ویژه: اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم: ۷۳- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا ۷۴- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۷۵- اسید Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO ₃) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۷۶- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۷۷- اسید رقیق؛ ۱% HNO ₃ ، ۳% HCl. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۷۸- آرگون ۷۹- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم: ۹۴- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور ساینز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور ساینز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۹۵- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴-۱ L/min، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.	

۹۶- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۹۷- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۹۸- بشر فیلپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۹۹- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۰۰- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۰۱- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۲۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۱۳ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۸۰- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۸۱- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.
نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۸۲- نمونه ها را بر روی اجاق (۱۲۰ °C) آنقدر حرارت دهید تا ۰/۵ mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

۸۳- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

نکته: فیلتر های PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.

۸۴- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۸۵- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۰/۵ mL)

۸۶- محلول باقیمانده را در ۲-۳ mL اسید رقیق حل کنید.

۸۷- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۸۸- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۳۹- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Ag, K, Li, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V, Y, Zn, Sc

۴۰- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۴۱- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۲۳- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۱۹۶ نانومتر برای آنالیز سلنیوم تنظیم کنید.

۲۴- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

مداخله گر ها:

مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و

تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۲۳- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۲۴- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) سلنیوم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

فسفر	phosphorus
نماد شیمیایی: P	CAS: 7723-14-0
وزن اتمی: ۳۰/۹۷	RTECS: TH3500000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۴۴	
حدمجاز:	NIOSH: 0.1 mg/m ³ OSHA: 0.1 mg/m ³ ACGIH: 0.1 mg/m ³
احتیاطات ویژه:	اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۸۰- اسید نیتریک (HNO₃) غلیظ، با خلوص بالا ۸۱- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۸۲- Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO₃) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۸۳- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۸۴- اسید رقیق؛ ۱% HNO₃، ۳% HCl. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۸۵- آرگون ۸۶- آب مقطر دیونیزه شده
وسایل و تجهیزات لازم:	۱۰۲- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سایز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۱۰۳- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴-۱ L/min، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۱۰۴- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۱۰۵- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۰۶- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۰۷- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵، ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۰۸- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۰۹- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با

آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

۲۵- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک

نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۲۶- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای

۲۵ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم

تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد

را بررسی کنید).

آماده سازی:

۸۹- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال

دهید.

۹۰- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و

بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۹۱- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا ۵/۰ mL از محلول ته ظرف باقی

بماند.

۹۲- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را

آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

نکته: فیلتر های PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.

۹۳- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۹۴- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۰/۵ mL)

۹۵- محلول باقیمانده را در ۲-۳ mL اسید رقیق حل کنید.

۹۶- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۹۷- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۴۲- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولا یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۰/۴ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Ag, K, Li, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V, Y, Zn, Sc

۴۳- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۴۴- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۲۵- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۱۷۸ نانومتر برای آنالیز فسفر تنظیم کنید.

۲۶- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجددا آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

مداخله گر ها:

مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار

می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۲۵- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۲۶- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) فسفر را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

قلع	tin
نماد شیمیایی: Sn	CAS: 7440-31-5
وزن اتمی: ۱۱۸/۶۹	RTECS: XP7320000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۲۳۱/۹	
حدمجاز:	NIOSH: 2 mg/m ³
ACGIH: 2 mg/m ³	OSHA: 2 mg/m ³
احتیاطات ویژه:	
اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۸۷- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا	
۸۸- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا	
۸۹- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ μg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی)	
۹۰- آرگون، خالص	
۹۱- آب مقطر دیونیزه شده، نوع II	
۹۲- اسید رقیق؛ 5% HNO ₃ ، 5% HCl. ۵۰ میلی لیتر از HNO ₃ و ۵۰ میلی لیتر از HCl را به آرامی به ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بالن ژوژه ۱ لیتری اضافه کنید. سپس آن را با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۱۱۰- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سائز ۰/۸ μm و قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر	
۱۱۱- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴ L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.	
۱۱۲- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای آرگون جفت شده القایی (ICP-AES)	

۱۱۳- هیتر با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد

۱۱۴- ظروف هضم مواد و درپوش آنها؛ ۵۰ میلی لیتری

۱۱۵- شیشه ساعت

۱۱۶- پیپت

۱۱۷- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۱۸- انبرک

نمونه برداری:

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

۲۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۱ تا ۲۵۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۹۸- فیلتر نمونه را توسط انبرک از هولدر آن خارج کرده و آن را ۲ بار تا کنید و مراقب باشید نمونه از دست نرود. سپس فیلتر را به یک لوله تمیز ۵۰ میلی لیتری مخصوص هضم گرمایی انتقال دهید.

۹۹- ۱/۲۵ میلی لیتر HCL به لوله اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت پلاستیکی ببوشانید و آنرا روی هیتر با دمای داخلی 95°C به مدت ۱۵ دقیقه قرار دهید.

نکته: دمای داخلی هیتر ممکن است با دمایی که نشان می دهد متفاوت باشد. قبل از استفاده از هیتر آن را کالیبره کنید.

۱۰۰- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و ۱/۲۵ میلی لیتر HNO_3 را اضافه کنید. شیشه ساعت را بر دهانه لوله گذاشته و مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه بر روی هیتر با دمای 95°C قرار دهید.

۱۰۱- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید حداقل به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را

برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل لوله آب بکشید. ۱۰۲- محلول باقیمانده را توسط آب مقطر نوع II تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.
کالیبراسیون و کنترل کیفی: ۴۵- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید. برای کالیبره کردن آن از ماتریکس اسید رقیق ۵% HNO₃، ۵% HCl استفاده کنید. ۴۶- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید. ۴۷- به ازای هر ۲۰ نمونه یک نمونه شاهد و به ازای هر ۱۰ نمونه یک شاهد آزمایشگاهی را مورد آنالیز کنید. ۴۸- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.
اندازه گیری: ۲۷- دستگاه اسپکترومتر را برای آنالیز قلع تنظیم کنید. ۲۸- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید. نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.
مداخله گر ها: مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.
محاسبات: ۲۷- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب µg/mL توسط دستگاه تعیین کنید. ۲۸- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) قلع را بر حسب mg/m³ در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید: $C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$ NOTE: µg/L = mg/m³

کادمیوم	cadmium
نماد شیمیایی: Cd	CAS: 7440-43-9
وزن اتمی: ۱۱۲/۴	RTECS: EU9800000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۳۲۱	
حدمجاز:	OSHA: 0.005 mg/m ³
	NIOSH: lowest feasible, Ca
	ACGIH: 0.01 mg/m ³ (total) Ca, 0.002 mg/m ³ (respirable) Ca
احتیاطات ویژه:	
هضم کردن کادمیوم در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۹۳- اسید نیتریک (HNO₃) غلیظ، با خلوص بالا ۹۴- پرکلریک اسید (HClO₄) غلیظ، با خلوص بالا ۹۵- اسید Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO₃) به ۱ (HClO₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۹۶- محلول های استوک کالبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۹۷- اسید رقیق؛ 4% HNO₃، 1% HClO₄. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۹۸- آرگون ۹۹- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۱۱۹- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور ساینز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور ساینز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر	

۱۲۰- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1-4 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۱۲۱- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۱۲۲- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۲۳- بشر فیلپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۲۴- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۲۵- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۲۶- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۳۰- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1-4 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۱۳ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۰۳- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۱۰۴- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۰۵- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

۱۰۶- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را

آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

۱۰۷- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۰۸- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم 0.5 mL)

۱۰۹- محلول باقیمانده را در $2-3 \text{ mL}$ اسید رقیق حل کنید.

۱۱۰- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۱۱- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۴۹- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولا یک شاهد اسید و استانداردهای کابردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na

۵۰- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۵۱- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۲۹- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۲۲۶ نانومتر برای آنالیز کادمیوم تنظیم کنید.

۳۰- استاندارد ها و نمونه ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجددا آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار

می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۲۹- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۳۰- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) کادمیوم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

کبالت	cobalt
نماد شیمیایی: Co	CAS: 7440-48-4
وزن اتمی: ۵۸/۹۳	RTECS: GF8750000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۱۴۹۵	
حدمجاز:	OSHA: 0.1 mg/m ³ NIOSH: 0.05 mg/m ³ (dust, fume) ACGIH: 0.02 mg/m ³ (dust, fume)
احتیاطات ویژه:	هضم کردن کبالت در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۱۰۰- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا ۱۰۱- پرکلریک اسید (HClO ₄) غلیظ، با خلوص بالا ۱۰۲- اسید Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO ₃) به ۱ (HClO ₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۰۳- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۰۴- اسید رقیق؛ 4% HNO ₃ ، 1% HClO ₄ . ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۰۵- آرگون ۱۰۶- آب مقطر دیونیزه شده
وسایل و تجهیزات لازم:	۱۲۷- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سائز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سائز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر

۱۲۸- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $4-1 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۱۲۹- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۱۳۰- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۳۱- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۳۲- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۳۳- پیست های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۳۴- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۳۲- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $4-1 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۲۵ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۱۲- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۱۱۳- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۱۴- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

نکته: برخی از گونه های کبالت با این روش به طور کامل قابل حل شدن نیستند و می توان

روش های انحلال دیگری را بر آن به کار بست. به عنوان مثال می توان به مرجع ذیل رجوع کرد:

NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141

۱۱۵- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

۱۱۶- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۱۷- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۵/۰ mL)

۱۱۸- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید.

۱۱۹- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۲۰- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنٹرل کیفی:

۵۲- اسیکترومتر را بر اساس دستور کمیانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پیرکلریک اسید سازگار است.

Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na

۵۳- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۵۴- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۳۱- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۲۲۸ نانومتر برای آنالیز کبات تنظیم کنید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۳۱- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۳۲- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) کبالت را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

Chromium hexavalent	کروم ۶ ظرفیتی
CAS: 18540-29-9 RTECS: GB6262000	فرمول شیمیایی: Cr (VI) وزن مولکولی: ۵۲ اسامی مترادف: - ویژگی ها: عامل اکسنده
NIOSH: 0.1 mg/m ³ (as CrO ₃) ACGIH: 0.001 mg/m ³ /10 h; carcinogen OSHA: 0.050 mg/m ³ (as Cr, soluble) some insoluble chromates are human carcinogens	حدمجاز: احتیاطات ویژه: کرومات های حل ناشدنی مشکوک به سرطانزایی در انسان هستند. آماده سازی نمونه ها باید در زیر هود انجام گیرد. برای رقیق سازی اسید سولفوریک به نکات ایمنی زیر توجه کنید: واکنش اسید سولفوریک با آب بسیار گرمازا می باشد، بنابراین اضافه کردن آب به اسید سولفوریک غلیظ فوق العاده خطرناک است، زیرا در اثر حرارت حاصل از واکنش اسید و آب ممکن است به اطراف پاشیده شود. بنابراین اسید سولفوریک را به آرامی به آب اضافه کنید.
مواد و محلولهای لازم: ۳۳۸- اسید سولفوریک غلیظ (98% W/W) ۳۳۹- اسید سولفوریک ۶ نرمال؛ ۱۶۷ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ را در یک بالن ۱ لیتری به آب مقطر اضافه کرده و با آب مقطر به حجم برسانید. ۳۴۰- اسید سولفوریک ۰/۵ نرمال؛ ۱۴ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ را در یک بالن ۱ لیتری به آب مقطر اضافه کرده و به حجم برسانید. ۳۴۱- کربنات سدیم (Na ₂ CO ₃) بی آب ۳۴۲- هیدروکسید سدیم (NaOH) ۳۴۳- کرومات پتاسیم (K ₂ CrO ₄)	

۳۴۴- محلول دی فنیل کربازاید؛ ۵۰۰ میلی گرم sym-دی فنیل کربازاید را ۱۰۰ میلی لیتر استون و ۱۰۰ میلی لیتر آب حل کنید.

۳۴۵- استاندارد کروم ۶ ظرفیتی با غلظت $1000 \mu\text{g/mL}$ ؛ از حل کردن $3/35$ گرم کرومات پتاسیم (K_2CrO_4) در آب دیونیزه و رساندن آن به حجم ۱ لیتر بدست می آید.

۳۴۶- محلول کالپراسیون مادر Cr^{+6} با غلظت $10 \mu\text{g/mL}$ ؛ از محلول استاندارد کروم ۶ ظرفیتی (که در بالا ساخته اید)، ۱ میلی لیتر برداشته و در بالن ژوژه میلی لیتری ۱۰۰ با آب مقطر به حجم برسانید. (به عبارت دیگر از رقیق سازی محلول استاندارد Cr^{+6} به نسبت ۱:۱۰۰ تهیه می شود).

۳۴۷- محلول استخراج از فیلتر، ۲% NaOH ، ۳% Na_2CO_3 ؛ از حل کزدن ۲۰ گرم NaOH و ۳۰ گرم Na_2CO_3 در آب دیونیزه و رساندن آن به حجم ۱ لیتر تهیه می شود.

۳۴۸- نیتروژن خالص

وسایل و تجهیزات لازم:

۱۸۹- نمونه بردار: فیلتر PVC با قطر ۳۷ mm و خلل و فرج $5 \mu\text{m}$ به همراه کاست هولدر پلی استر.

۱۹۰- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $4-1 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۱۹۱- ویال های شیشه ای ۲۰ میلی لیتری با درپوش پیچ دار PTFE

۱۹۲- انبرک پلاستیکی

۱۹۳- دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS با طول موج ۵۴۰ نانومتر به همراه کووت ۵ سانتی متری از

جنس سیلیکا

۱۹۴- دستگاه فیلتراسیون

۱۹۵- بشر ۵۰ میلی لیتری؛ از جنس بورسیلیکات

۱۹۶- شیشه ساعت

۱۹۷- بالن ژوژه ۲۵، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی لیتری

۱۹۸- اجاق هات پلیت، $400-120^\circ\text{C}$

۱۹۹- میکروپیپت $10 \mu\text{L}$ تا 1 mL

۲۰۰- لوله سانتریفیوژ ۴۰ میلی لیتری با سرپوش پلاستیکی

۲۰۱- قیف بوختر

۲۰۲- پیپت ۵۰ میلی لیتری

توجه: کلیه ظروف شیشه ای را قبل از استفاده بوسیله اسید نیتریک ۱:۱ شستشو دهید.

نمونه برداری:

۱۱۳۶- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۳۷- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۴۰-۸ Lit انجام دهید. ضمناً مقدار آلاینده جمع آوری شده روی فیلتر نباید از ۱ mg بیشتر باشد.

۱۱۳۸- فیلتر را ظرف یک ساعت پس از نمونه برداری از هولدر برداشته، در یک ویال قرار دهید و به آزمایشگاه منتقل کنید. فیلتر را تنها با انبرک جابجا کنید، پد زیر فیلتر را دور بیندازید.

آماده سازی:

نکته: در زیر به دو روش آماده سازی نمونه اشاره شده است. برای کرومات های محلول یا اسید کرومیک روش شماره ۱ را انجام دهید. برای کرومات های نامحلول یا Cr (VI) در حضور Fe^{+2} و Fe دیگر عوامل کاهنده روش شماره ۲ را انجام دهید.

- ۱- آماده سازی نمونه برای کرومات های محلول و اسید کرومیک
- فیلتر های نمونه و شاهد را از ویال خارج کرده و سپس تا بزنید و در لوله سانتریفیوژ قرار دهید.
- به هر تیوب ۷-۶ میلی لیتر اسید سولفوریک ۰/۵ N اضافه کرده و درب لوله را ببندید و بهم بزنید تا کل سطح فیلتر شسته شود. اجازه دهید فیلتر ۵ تا ۱۰ در لوله باقی بماند.
- فیلتر را با پنس پلاستیکی از لوله خارج کرده و کل سطح آن را به دقت با ۲-۱ mL اسید سولفوریک ۰/۵ N دیگر شستشو دهید. فیلتر ها را دور بیندازید. کار روی شاهد را در این مرحله آغاز کنید. محلول را از داخل یک قیف بوختر که بر روی آن فیلتر PVC قرار دارد عبور داده تا عوامل مداخله کننده که به صورت گرد و غبار هستند حذف گردند.

محلول فیلتر شده را در داخل یک لوله ساترifiوژ تمیز بریزید. بطری حاوی فیلتر را با ۳-۲ mL اسید سولفوریک ۰/۵ N شستشو داده و در قیف بریزید. قیف و فیلتر را با ۸-۵ mL اسید سولفوریک ۰/۵ N بشوئید.

- ۰/۵ mL محلول دی فنیل کاربازاید به هر لوله ساترifiوژ اضافه کنید. حجم کل در هر لوله ساترifiوژ را با اسید سولفوریک ۰/۵ N به ۲۵ mL، ظرف را تکان دهید تا مخلوط شود و ایجاد رنگ میسر گردد (حداقل ۲ دقیقه، اما طولانی تر از ۴۰ دقیقه نشود). محلول حاصل را به یک کووت تمیز انتقال داده و با ۴۰ دقیقه مخلوط کردن نمونه باید تجزیه گردد.

۲- آماده سازی نمونه برای کرومات های نامحلول و یون Cr^{+6} در حضور آهن و دیگر عوامل کاهنده

نکته: اگر انتظار می رود که مقادیر معنی دار کروم ۳ ظرفیتی موجود باشد، محلول نمونه را بوسیله حباب کردن نیتروژن از آن به مدت ۵ دقیقه گاززدایی کنید.

- فیلتر PVC را از داخل بطری برداشته و در یک بشر ۵۰ میلی لیتری قرار دهید. ۵ mL محلول استخراج فیلتر (۳% $NaOH$ / ۲% Na_2CO_3) به آن اضافه کنید. کار روی نمونه های شاهد را در این مرحله آغاز کنید. فضای بالای محلول را با نیتروژن در تمام طول مدت استخراج پاکسازی کنید تا از اکسیداسیون کروم ۳ ظرفیتی جلوگیری شود. دهانه بشر را با یک شیشه ساعت بپوشانید و آن را روی هات پلیت تا نزدیکی نقطه جوش برای مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه حرارت داده و گهگاهی آن را تکان دهید. محلول را جوشانده و بیشتر از ۴۵ دقیقه نیز گرم نکنید. اجازه ندهید محلول تا مرز خشک شدن تبخیر شود، زیرا کروم ۶ ظرفیتی ممکن است در اثر واکنش با فیلتر PVC از دست برود. نشانه از دست رفتن احتمالی کروم در این مرحله، قهوه ای شده رنگ فیلتر است.

- محلول را خنک کرده و به طور کامل به یک بالن ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید. دیواره های بشر را با آب مقطر شسته و به داخل بالن ژوژه اضافه کنید تا نمونه از دست نرود. حجم را در حدود ۲۰ میلی لیتر حفظ کنید.

نکته: اگر محلول تیره (غیر شفاف) باشد، آن را با عبور از یک فیلتر PVC در دستگاه فیلتراسیون خلا و با عبور دادن آب مقطر صاف کنید.

- ۱/۹ میلی لیتر اسید سولفوریک 6 N با بالن اضافه کنید و بچرخانید تا مخلوط شود. احتیاط: دی اکسید کربن ایجاد شده باعث افزایش فشار در بالن می شود. اجازه دهید مخلوط برای چند دقیقه بماند تا شکل گیری گاز و گسترش آن به اتمام برسد.
- 0.5 mL از محلول دی فنیل کاربازاید را به بالن اضافه کنید و محلول را با آب مقطر به حجم برسانید. چند بار آن را برگردانید تا کاملاً مخلوط شود. آنگاه نیمی از محتوی بالن را دور ریخته، درب آن را ببندید و آن را چندین بار به شدت تکان دهید و هر چند وقت یکبار سرپوش آن را برداشته تا فشار گاز آزاد گردد.
- نکته: در این مرحله حباب های گاز دی اکسید کربن آزاد می شود که باعث ایجاد قرائت های بالا و نامعقول می شود.
- قسمتی از محلول باقیمانده در در بالن را به یک کووت ۵ سانتی متری انتقال داده و آنالیز کنید. (طبق مراحل ۳-۱ اندازه گیری)

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- ۷۰- روزانه کالیبراسیون را با حداقل ۶ استاندارد کاربردی کالیبراسیون نمونه را انجام دهید. ۶-۷ میلی لیتر اسید سولفوریک 0.5 N را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال داده و ۷-۰ میلی لیتر از محلول استوک $10\text{ }\mu\text{g/mL}$ را توسط پیت به آن اضافه کنید. به هر کدام از بالن ها 0.5 mL دی فیل کاربازاید اضافه کرده و با اسید سولفوریک 0.5 N به حجم برسانید. این استانداردهای کاربردی حاوی ۷-۰ میکروگرم Cr^{+6} هستند.
- ۷۱- استانداردهای کاربردی را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۳-۱ اندازه گیری).
- ۷۲- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (میزان جذب در برابر میکروگرم کروم ۶ ظرفیتی)

اندازه گیری:

- ۶۸۷- دستگاه اسپکتروفتومتر را در طول موج 540 nm تنظیم کنید.
- ۶۸۸- با استفاده از محلول اسید سولفوریک 0.5 N صفر دستگاه را تنظیم کنید.
- ۶۸۹- محلول نمونه را به کووت منتقل کرده و میزان جذب را قرائت کنید.
- نکته ۱: یک محلول حاوی $1/5$ میکروگرم Cr^{+6} ، جذبی معادل 0.2 خواهد داشت.

نکته ۲: اگر مقادیر جذب نمونه ها بالا تر از استانداردها باشد، آنها را با اسید سولفوریک ۰/۵N رقیق کرده و مراحل را تکرار کنید. سپس میزان جذب را در فاکتور ترقیق ضرب کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گر های احتمالی شامل آهن، مس، نیکل و وانادیم است. ۱۰ میکروگرم از هر کدام از اینها به علت تشکیل کمپلکس رنگی موجب قرائت تقریباً ۰/۰۲ میکروگرم کروم ۶ ظرفیتی می شود. تداخل ناشی از عوامل کاهنده (مانند Fe^{+2} و Fe) از طریق استخراج آلکالین (روش دوم آماده سازی) به حداقل می رسد.

محاسبات:

۵۳- با توجه به مقادیر بدست آمده توسط دستگاه (جذب نمونه ها) و با مقایسه آن با منحنی کالیبراسیون و در اختیار داشتن حجم هوای نمونه برداری شده، غلظت نمونه ها تعیین می گردد.

۵۴- غلظت نهایی کروم ۶ ظرفیتی را بر حسب mg/m^3 با توجه به حجم هوای نمونه برداری شده محاسبه کنید:

$$C_{Cr(VI)} = \frac{W - B}{V}, mg/m^3$$

C = غلظت Cr(VI) در هوا (mg/m^3)

W = مقدار Cr(VI) در فیلتر نمونه (μg)

B_c = مقدار Cr(VI) در فیلتر نمونه شاهد (μg)

V = حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

chromium	کروم
7440-47-3: CAS	نماد شیمیایی: Cr
GB4200000: RTECS	وزن اتمی: ۵۲
	ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۱۸۹۰
OSHA: 0.5 mg/m ³	حد مجاز: NIOSH: 0.5 mg/m ³ ACGIH: 0.5 mg/m ³
احتیاطات ویژه:	
هضم کردن کروم در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۱۰۷- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا	
۱۰۸- پرکلریک اسید (HClO ₄) غلیظ، با خلوص بالا	
۱۰۹- اسید Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO ₃) به ۱ (HClO ₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید.	
۱۱۰- محلول های استوک کالپراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی)	
۱۱۱- اسید رقیق؛ ۴% HNO ₃ ، ۱% HClO ₄ ، ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
۱۱۲- آرگون	
۱۱۳- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۱۳۵- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور ساینز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور ساینز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر	
۱۳۶- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴ L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.	

۱۳۷- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۱۳۸- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۳۹- بشر فیلپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۴۰- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۴۱- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۴۲- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۳۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴ L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۵ تا ۱۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۲۱- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۱۲۲- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.
نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۲۳- نمونه ها را بر روی اجاق (۱۲۰ °C) آنقدر حرارت دهید تا ۰/۵ mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

نکته: برخی از گونه های کروم با این روش به طور کامل قابل حل شدن نیستند و می توان روش های انحلال دیگری را بر آن به کار بست. به عنوان مثال می توان به مرجع ذیل

رجوع کرد:

NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141

۱۲۴- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

۱۲۵- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۲۶- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۵/۵ mL)

۱۲۷- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید.

۱۲۸- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۲۹- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۵۵- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کابردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na

۵۶- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۵۷- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۳۳- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۲۶۷ نانومتر برای آنالیز کروم تنظیم کنید.

۳۴- استاندارد ها و نمونه ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۳۳- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۳۴- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) کروم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

لانثانیوم	lanthanum
نماد شیمیایی: La وزن اتمی: ۱۳۸/۹۱ ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۹۲۰	CAS: 7439-91-0 RTECS: -
حدمجاز: -	
احتیاطات ویژه: اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۱۴- اسید نیتریک (HNO_3) غلیظ، با خلوص بالا ۱۱۵- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۱۱۶- اسید Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO_3) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۱۷- محلول های استوک کالیبراسیون، $1000 \mu\text{g/mL}$. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۱۸- اسید رقیق؛ $1\% \text{HNO}_3$، $3\% \text{HCl}$. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۱۹- آرگون ۱۲۰- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم: ۱۴۳- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور ساینز $0.8 \mu\text{m}$؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور ساینز $0.5 \mu\text{m}$؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۱۴۴- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1 - 4 \text{ L/min}$، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۱۴۵- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)	

۱۴۶- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۴۷- بشر فلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۴۸- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۴۹- بییت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۵۰- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۳۶- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴ L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۵ تا ۱۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۳۰- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۱۳۱- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۳۲- نمونه ها را بر روی اجاق (۱۲۰ °C) آنقدر حرارت دهید تا ۵/۰ mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

۱۳۳- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

نکته: فیلترهای PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.

۱۳۴- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید. ۱۳۵- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۵/۰ mL) ۱۳۶- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید. ۱۳۷- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید. ۱۳۸- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.	کالیبراسیون و کنترل کیفی: ۵۸- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید. نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کابردی چند عنصری با غلظت ۱ $\mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است. Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na ۵۹- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید. ۶۰- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.
اندازه گیری: ۳۵- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۴۰۸ نانومتر برای آنالیز لانتانیم تنظیم کنید. ۳۶- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید. نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.	مداخله گر ها: مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۳۵- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۳۶- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) لاتانیوم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

لیتیم	lithium
نماد شیمیایی: Li وزن اتمی: ۶/۹۴ ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۱۷۹	CAS: 7439-93-2 RTECS: -
حدمجاز: -	
احتیاطات ویژه: اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۲۱- اسید نیتریک (HNO_3) غلیظ، با خلوص بالا ۱۲۲- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۱۲۳- اسید Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO_3) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۲۴- محلول های استوک کالیبراسیون، $1000 \mu\text{g/mL}$. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۲۵- اسید رقیق؛ $1\% \text{HNO}_3$، $3\% \text{HCl}$. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۲۶- آرگون ۱۲۷- آب مقطر دیونیزه شده	
وسایل و تجهیزات لازم: ۱۵۱- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سائز $0.8 \mu\text{m}$؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سائز $0.5 \mu\text{m}$؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر ۱۵۲- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1-4 \text{ L/min}$، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۱۵۳- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسما جفت شده القایی (ICP-AES)	

۱۵۴- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۵۵- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۵۶- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۵۷- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۵۸- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۳۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۳۹- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۱۴۰- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت ببوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۴۱- نمونه ها را بر روی اجاق (۱۲۰ °C) آنقدر حرارت دهید تا ۵/۰ mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

نکته: برخی از گونه های لیتیم با این روش به طور کامل قابل حل شدن نیستند و می توان روش های انحلال دیگری را بر آن به کار بست. به عنوان مثال می توان به مرجع ذیل رجوع کرد:

NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141

۱۴۲- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

نکته: فیلترهای PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.

۱۴۳- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۴۴- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۰/۵ mL)

۱۴۵- محلول باقیمانده را در ۲-۳ mL اسید رقیق حل کنید.

۱۴۶- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۴۷- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۱- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کابردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$ مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Ag, K, Li, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V, Y, Zn, Sc

۶۲- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۶۳- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۳۷- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۶۷۰ نانومتر برای آنالیز لیتیم تنظیم کنید.

۳۸- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق

کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

مداخله گرها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۳۷- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۳۸- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) لیتیم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

مس	copper
نماد شیمیایی: Cu	CAS: 7440-50-8
وزن اتمی: ۶۳/۵۴	RTECS: GL5325000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۱۰۸۳	
حدمجاز:	OSHA: 1 mg/m ³ (dust,mist), 0.1 mg/m ³ (fume) NIOSH: 1 mg/m ³ (dust,mist), 0.1 mg/m ³ (fume) ACGIH: 1 mg/m ³ (dust,mist), 0.2 mg/m ³ (fume)
احتیاطات ویژه:	هضم کردن مس در پرکلریک اسید باید در زیر هود مخصوص پرکلریک اسید انجام گیرد. زمانی که با اسیدهای غلیظ کار می کنید از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۱۲۸- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا ۱۲۹- پرکلریک اسید (HClO ₄) غلیظ، با خلوص بالا ۱۳۰- اسید Ashing: با درصد حجمی ۴ (HNO ₃) به ۱ (HClO ₄)؛ ۴ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۱ واحد حجمی از پرکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۳۱- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۳۲- اسید رقیق؛ HNO ₃ 4%، HClO ₄ 1% ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۳۳- آرگون ۱۳۴- آب مقطر دیونیزه شده
وسایل و تجهیزات لازم:	۱۵۹- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سایز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر

- ۱۶۰- پمپ نمونه برداری فردی با دبی 4 L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.
- ۱۶۱- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)
- ۱۶۲- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون
- ۱۶۳- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت
- ۱۶۴- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری
- ۱۶۵- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم
- ۱۶۶- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد
- نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

- ۳۹- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.
- ۴۰- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین 4 L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۵ تا ۱۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

- ۱۴۸- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.
- ۱۴۹- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.
- نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.
- ۱۵۰- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 0.5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند.
- ۱۵۱- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را

آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

۱۵۲- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۵۳- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۵/۰ mL)

۱۵۴- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید.

۱۵۵- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۵۶- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۴- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کابردی چند عنصری با غلظت ۱ µg/mL مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na

۶۵- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۶۶- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۳۹- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۳۲۴ نانومتر برای آنالیز مس تنظیم کنید.

۴۰- استاندارد ها و نمونه ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گرها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار

می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۳۹- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۴۰- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) مس را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

منگنز	manganese
نماد شیمیایی: Al وزن اتمی: ۵۴/۹۴ ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۱۲۴۴	CAS: 7439-96-5 RTECS: OO9275000
حدمجاز:	OSHA: 5 mg/m³ C NIOSH: 1 mg/m³, 3 mg/m³ STEL ACGIH: 5 mg/m³ (dust), 1 mg/m³, 3 mg/m³ STEL
احتیاطات ویژه:	اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۱۳۵- اسید نیتریک (HNO₃) غلیظ، با خلوص بالا ۱۳۶- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۱۳۷- اسید Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO₃) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۳۸- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۳۹- اسید رقیق؛ 1% HNO₃، 3% HCl. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۴۰- آرگون ۱۴۱- آب مقطر دیونیزه شده
وسایل و تجهیزات لازم:	۱۶۷- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سایز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر

۱۶۸- پمپ نمونه برداری فردی با دبی 4 L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۱۶۹- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی - پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۱۷۰- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۷۱- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۷۲- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۷۳- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۷۴- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۴۲- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین 4 L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۵ تا ۲۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۵۷- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۱۵۸- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۵۹- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 0.5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

نکته: برخی از گونه های منگنز با این روش به طور کامل قابل حل شدن نیستند و می توان

روش های انحلال دیگری را بر آن به کار بست. به عنوان مثال می توان به مراجع ذیل رجوع کرد:

NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141

NIOSH [1977]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 2, S5 (Manganese), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-B.

۱۶۰- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

نکته: فیلترهای PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.

۱۶۱- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۶۲- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۵/۰ mL)

۱۶۳- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید.

۱۶۴- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۶۵- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۷- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت ۱ µg/mL مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Ag, K, Li, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V, Y, Zn, Sc

۶۸- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۶۹- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

۴۱- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۲۵۷ نانومتر برای آنالیز منگنز تنظیم کنید.

۴۲- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

مداخله گر ها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۴۱- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۴۲- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) منگنز را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

منیزیم	magnesium
نماد شیمیایی: Mg	CAS: 7439-95-4
وزن اتمی: ۲۴/۳۱	RTECS: OM2100000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۶۵۱	
حدمجاز:	OSHA: 15 mg/m ³ (dust) as oxide, 5 mg/m ³ (respirable) NIOSH: 10 mg/m ³ (fume) as oxide ACGIH: 10 mg/m ³ (fume) as oxide
احتیاطات ویژه:	اسیده‌های غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۱۴۲- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا ۱۴۳- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۱۴۴- اسید Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO ₃) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۴۵- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۴۶- اسید رقیق؛ 1% HNO ₃ ، 3% HCl. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۴۷- آرگون ۱۴۸- آب مقطر دیونیزه شده
وسایل و تجهیزات لازم:	۱۷۵- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید

(PVC) با پور سایز $0.5 \mu\text{m}$ ؛ قطر 37 میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر

۱۷۶- پمپ نمونه برداری فردی با دبی 4 L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۱۷۷- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۱۷۸- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۷۹- بشر فیلپس 125 میلی لیتری یا بشر گریفین 50 میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۸۰- بالن ژوژه 10 ، 25 و 100 میلی لیتری و 1 لیتری

۱۸۱- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۸۲- هیتر با دمای 150 درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۴۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین 4 L/min - ۱ برای عبور حجم هوای 5 تا 67 لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از 2 میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۶۶- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۱۶۷- 5 میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت 30 دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۶۸- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 0.5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

۱۶۹- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

نکته: فیلترهای PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.

۱۷۰- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۷۱- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۰/۵ mL)

۱۷۲- محلول باقیمانده را در ۲-۳ mL اسید رقیق حل کنید.

۱۷۳- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۷۴- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

نکته: اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۷۰- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کابردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$

مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید

نیتریک/ ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Ag, K, Li, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V, Y, Zn, Sc

۷۱- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۷۲- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد

بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۴۳- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۲۷۹ نانومتر برای آنالیز منیزم تنظیم کنید.

۴۴- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق

نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد

کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

مداخله گرها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۴۳- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۴۴- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) منبزم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

مولیبدن	molybdenum
نماد شیمیایی: Mo	CAS: 7439-98-7
وزن اتمی: ۹۵/۹۴	RTECS: QA4680000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۶۵۱	
حدمجاز:	OSHA: 5 mg/m ³ (soluble), 15 mg/m ³ (total insoluble) NIOSH: 5 mg/m ³ (soluble), 10 mg/m ³ (insoluble) ACGIH: 5 mg/m ³ (soluble), 10 mg/m ³ (insoluble)
احتیاطات ویژه:	اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۱۴۹- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا ۱۵۰- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۱۵۱- اسید Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO ₃) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۵۲- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۵۳- اسید رقیق؛ ۱% HNO ₃ ، ۳% HCl. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۵۴- آرگون ۱۵۵- آب مقطر دیونیزه شده
وسایل و تجهیزات لازم:	۱۸۳- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سائز ۰/۸ µm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سائز ۰/۵ µm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر

۱۸۴- پمپ نمونه برداری فردی با دبی 4 L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.

۱۸۵- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES)

۱۸۶- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۱۸۷- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت

۱۸۸- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۱۸۹- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم

۱۹۰- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

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

۴۶- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین 4 L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۵ تا ۶۷ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۷۵- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید.

۱۷۶- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند.

نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید.

۱۷۷- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 0.5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند.

نکته: برخی از گونه های مولیبدن با این روش به طور کامل قابل حل شدن نیستند و می توان

روش های انحلال دیگری را بر آن به کار بست. به عنوان مثال می توان به مرجع ذیل رجوع کرد:

NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141

۱۷۸- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

نکته: فیلتر های PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.

۱۷۹- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۸۰- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک شدن بجوشد (حجم ۰/۵ mL)

۱۸۱- محلول باقیمانده را در ۲-۳ mL اسید رقیق حل کنید.

۱۸۲- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۸۳- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۷۳- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت ۱ µg/mL مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Mo, Sb, Sn, Te, Ti, W, Zr

۷۴- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۷۵- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۴۵- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۲۰۲ نانومتر برای آنالیز مولیبدن تنظیم کنید.

۴۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵ ۱۶ ۱۷ ۱۸ ۱۹ ۲۰ ۲۱ ۲۲ ۲۳ ۲۴ ۲۵ ۲۶ ۲۷ ۲۸ ۲۹ ۳۰ ۳۱ ۳۲ ۳۳ ۳۴ ۳۵ ۳۶ ۳۷ ۳۸ ۳۹ ۴۰ ۴۱ ۴۲ ۴۳ ۴۴ ۴۵ ۴۶ ۴۷ ۴۸ ۴۹ ۵۰ ۵۱ ۵۲ ۵۳ ۵۴ ۵۵ ۵۶ ۵۷ ۵۸ ۵۹ ۶۰ ۶۱ ۶۲ ۶۳ ۶۴ ۶۵ ۶۶ ۶۷ ۶۸ ۶۹ ۷۰ ۷۱ ۷۲ ۷۳ ۷۴ ۷۵ ۷۶ ۷۷ ۷۸ ۷۹ ۸۰ ۸۱ ۸۲ ۸۳ ۸۴ ۸۵ ۸۶ ۸۷ ۸۸ ۸۹ ۹۰ ۹۱ ۹۲ ۹۳ ۹۴ ۹۵ ۹۶ ۹۷ ۹۸ ۹۹ ۱۰۰

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

مداخله گر ها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۴۵- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۴۶- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) مولبدن را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

نقره	silver
نماد شیمیایی: Ag	CAS: 7440-22-4
وزن اتمی: ۱۰۷/۸۷	RTECS: VW3500000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۹۶۱	
حدمجاز:	OSHA: 0.01 mg/m ³ (dust, fume, metal) NIOSH: 0.01 mg/m ³ (metal, soluble) ACGIH: 0.1 mg/m ³ (metal), 0.01 mg/m ³ (soluble)
احتیاطات ویژه:	اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.
مواد و محلولهای لازم:	۱۵۶- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا ۱۵۷- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا ۱۵۸- اسید Ashing: با درصد حجمی ۱ (HNO ₃) به ۳ (HCl)؛ ۱ واحد حجمی از اسید نیتریک غلیظ را با ۳ واحد حجمی از هیدروکلریک اسید غلیظ ترکیب کنید. ۱۵۹- محلول های استوک کالبراسیون، ۱۰۰۰ μg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی) ۱۶۰- اسید رقیق؛ 1% HNO ₃ ، 3% HCl. ۵۰ میلی لیتر از اسید Ashing را به ۶۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. سپس آن را تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید. ۱۶۱- آرگون ۱۶۲- آب مقطر دیونیزه شده
وسایل و تجهیزات لازم:	۱۹۱- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور سایز ۰/۸ μm؛ یا فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) با پور سایز ۰/۵ μm؛ قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر

۱۹۲- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $4-1 \text{ L/min}$، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف. ۱۹۳- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-AES) ۱۹۴- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون ۱۹۵- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری یا بشر گریفین ۵۰ میلی لیتری، به همراه شیشه ساعت ۱۹۶- بالن ژوژه ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری ۱۹۷- پیپت های حجم سنجی مناسب در صورت لزوم ۱۹۸- هیتر با دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد نکته: قبل از استفاده از ظروف شیشه ای آن ها را با اسید نیتریک غلیظ تمیز کرده و کاملاً با آب مقطر بشوئید.
نمونه برداری: ۴۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید. ۴۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $4-1 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۲۵۰ تا ۲۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).
آماده سازی: ۱۸۴- فیلترهای نمونه و شاهد را از هولدر آن خارج کرده و هر کدام را به یک بشر تمیز انتقال دهید. ۱۸۵- ۵ میلی لیتر اسید Ashing به بشرها اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت بپوشانید و بگذارید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق بماند. نکته: در این مرحله یک شاهد را نیز آماده کنید. ۱۸۶- نمونه ها را بر روی اجاق (120°C) آنقدر حرارت دهید تا 0.5 mL از محلول ته ظرف باقی بماند. ۱۸۷- ۲ میلی لیتر از اسید Ashing را به بشرها اضافه کرده و مرحله ۳ را تکرار کنید. این کار را

آنقدر ادامه دهید تا محلول شفاف شود.

نکته: فیلترهای PVC پس از افزودن مکرر اسید Ashing به خوبی حل نمی شوند.

۱۸۸- شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۱۸۹- دمای اجاق را تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد افزایش دهید و اجازه دهید محلول تا مرز خشک

شدن بجوشد (حجم ۵/۰ mL)

۱۹۰- محلول باقیمانده را در ۳-۲ mL اسید رقیق حل کنید.

۱۹۱- محلول ها را به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری انتقال دهید.

۱۹۲- محلول ها را توسط اسید رقیق تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۷۶- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید.

نکته: معمولاً یک شاهد اسید و استانداردهای کاربردی چند عنصری با غلظت $1 \mu\text{g/mL}$

مورد استفاده قرار می گیرد. ترکیب چند عنصری ذیل از نظر شیمیایی در محلول ۴٪ اسید

نیتریک / ۱٪ پرکلریک اسید سازگار است.

Ag, K, Li, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V, Y, Zn, Sc

۷۷- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۷۸- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد

بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۴۷- دستگاه اسپکترومتر را در طول موج ۳۲۸ نانومتر برای آنالیز نقره تنظیم کنید.

۴۸- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق

نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد

کنید. اگر حساسیت بالاتری مورد نیاز باشد، نمونه نهایی باید تا حجم ۱۰ میلی لیتر رقیق شود.

مداخله گر ها:

مداخله گر های طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گر های اصلی

به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۴۷- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۴۸- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) نقره را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

NOTE: $\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3$

وانادیم	vanadium
نماد شیمیایی: V	CAS: 7440-62-2
وزن اتمی: ۵۰/۹۴	RTECS: YW240000
ویژگی ها: جامد؛ نقطه ذوب °C ۱۸۹۰	
حدمجاز: OSHA:- NIOSH: 0.05 mg/m ³ C ACGIH: -	
احتیاطات ویژه:	
اسیدهای غلیظ اکسید کننده های قوی و مایعات خورنده و سمی هستند. هنگام استفاده از آنها از لباس و دستکش حفاظتی استفاده کرده و در زیر هود با آن کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۱۶۳- هیدروکلریک اسید (HCl) غلیظ، با خلوص بالا	
۱۶۴- اسید نیتریک (HNO ₃) غلیظ، با خلوص بالا	
۱۶۵- محلول های استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL. این محلول ها در بازار موجود می باشند، همچنین می توان آن را براساس دستور کمپانی سازنده در آزمایشگاه آماده کرد (مرحله ۱ آماده سازی)	
۱۶۶- آرگون، خالص	
۱۶۷- آب مقطر دیونیزه شده، نوع II	
۱۶۸- اسید رقیق؛ 5% HNO ₃ ، 5% HCl. ۵۰ میلی لیتر از HNO ₃ و ۵۰ میلی لیتر از HCl را به آرامی به ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بالن ژوژه ۱ لیتری اضافه کنید. سپس آن را با آب مقطر تا حجم ۱ لیتر رقیق کنید.	
وسایل و تجهیزات لازم:	
۱۹۹- نمونه بردار: فیلتر سلولز استر غشایی با پور ساینز µm ۰/۸ و قطر ۳۷ میلی متر؛ در کاست نگهدارنده فیلتر	
۲۰۰- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴ L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف.	
۲۰۱- دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی- پلاسمای آرگون جفت شده القایی (ICP-AES)	
۲۰۲- هیتر با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد	

۲۰۳- ظروف هضم مواد و درپوش آنها؛ ۵۰ میلی لیتری

۲۰۴- شیشه ساعت

۲۰۵- پیپت

۲۰۶- رگلاتور (تنظیم کننده) دو مرحله ای برای آرگون

۲۰۷- انبرک

نمونه برداری:

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

۵۰- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴-۱ L/min برای عبور حجم هوای ۲/۵ تا ۵۰۰۰۰ لیتر انجام دهید. گرد و غبار کلی جمع شده بر روی فیلتر نباید از ۲ میلی گرم تجاوز کنید (با توزین فیلتر و محاسبه اختلاف وزن آن با وزن اولیه فیلتر می توانید این مورد را بررسی کنید).

آماده سازی:

۱۹۳- فیلتر نمونه را توسط انبرک از هولدر آن خارج کرده و آن را ۲ بار تا کنید و مراقب باشید نمونه از دست نرود. سپس فیلتر را به یک لوله تمیز ۵۰ میلی لیتری مخصوص هضم گرمایی انتقال دهید.

۱۹۴- ۱/۲۵ میلی لیتر HCL به لوله اضافه کرده، دهانه آن را با شیشه ساعت پلاستیکی بپوشانید و آنرا روی هیتر با دمای داخلی °C ۹۵ به مدت ۱۵ دقیقه قرار دهید.

نکته: دمای داخلی هیتر ممکن است با دمایی که نشان می دهد متفاوت باشید. قبل از استفاده از هیتر آن را کالیبره کنید.

۱۹۵- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و ۱/۲۵ میلی لیتر HNO_3 را اضافه کنید. شیشه ساعت را بر دهانه لوله گذاشته و مجدداً به مدت ۱۵ دقیقه بر روی هیتر با دمای °C ۹۵ قرار دهید.

۱۹۶- نمونه را از هیتر برداشته و بگذارید حداقل به مدت ۵ دقیقه خنک شود. شیشه ساعت را برداشته و توسط آب مقطر آن را به داخل لوله آب بکشید.

۱۹۷- محلول باقیمانده را توسط آب مقطر نوع II تا حجم ۲۵ میلی لیتر رقیق کنید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۷۹- اسپکترومتر را بر اساس دستور کمپانی سازنده کالیبره کنید. برای کالیبره کردن آن از ماتریکس اسید رقیق $5\% \text{HNO}_3$ ، $5\% \text{HCl}$ استفاده کنید.

۸۰- به ازای هر ۱۰ نمونه یک استاندارد را مورد آنالیز قرار دهید.

۸۱- به ازای هر ۲۰ نمونه یک نمونه شاهد و به ازای هر ۱۰ نمونه یک شاهد آزمایشگاهی را مورد آنالیز کنید.

۸۲- میزان بازیافت ها را با استفاده از حداقل ۲ فیلتر شاهد spike به ازای هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار دهید.

اندازه گیری:

۴۹- دستگاه اسپکترومتر را برای آنالیز واندایم تنظیم کنید.

۵۰- استاندارد ها و نمونه ها و شاهد ها را مورد آنالیز قرار دهید.

نکته: اگر مقدار نمونه بالاتر از گستره منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید رقیق نمونه ها را رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها:

مداخله گرهای طیفی در آنالیز به روش ICP-AES مداخله گرهای اصلی به شمار می روند. این مداخلات با انتخاب طول موج مناسب، ضریب تصحیح مناسب بین عنصری و تصحیح زمینه به حداقل می رسد.

محاسبات:

۴۹- غلظت محلول برای هر نمونه اصلی (C_s) و نمونه شاهد (C_b) را بر حسب $\mu\text{g/mL}$ توسط دستگاه تعیین کنید.

۵۰- با استفاده از حجم محلول نمونه اصلی (V_s) و نمونه شاهد (V_b) بر حسب mL، غلظت (C) واندایم را بر حسب mg/m^3 در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر

محاسبه کنید:

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V} \text{ mg/m}^3$$

د-۳- سایر آئرسول های معدنی

اکسید کلسیم	calcium oxide
فرمول شیمیایی: CaO	CAS: 1305-78-8
وزن مولکولی: ۵۶/۰۸	RTECS: EW3100000
اسامی مترادف: آهک خام	
ویژگی ها (کلسیم): فلز نرم فعال؛ ۲ ظرفیتی؛ نقطه ذوب ۸۴۸ C	
حدمجاز: OSHA: 5 mg/m ³ NIOSH: 2 mg/m ³ ACGIH: 2 mg/m ³	
احتیاطات ویژه:	
هضم توسط اسید پرکلریک را توسط هود مخصوص آن انجام دهید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۱۵۹۱- اسید نیتریک غلیظ	
۱۵۹۲- اسید هیدروکلریک غلیظ	
۱۵۹۳- اسید هیدروکلریک ۵٪ حجمی؛ ۵۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ را به ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و با آب مقطر به حجم برسانید.	
۱۵۹۴- محلول استوک کالیراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL کلسیم؛ ۲/۴۹۸ گرم CaCO ₃ خشک شده را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک حل کرده و با آب مقطر به حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۵۹۵- محلول سزیم، ۵۰ mg/mL؛ ۷۳/۴ گرم نترات سزیم را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۵۹۶- محلول لانتانیم، ۵۰ mg/mL؛ ۱۵۶ گرم La(NO ₃) ₃ ·6H ₂ O را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۵۹۷- آب مقطر دیونیزه	
۱۵۹۸- هوای تصفیه شده	
۱۵۹۹- استیلن	
۱۶۰۰- پرکلریک اسید ۶۰٪ (وزنی/حجمی)	

وسایل و تجهیزات لازم:

- ۲۰۴۴- نمونه بردار: فیلتر غشایی استرسلولز، ۳۷ میلی متری با پور سایز ۰/۸ میکرون، در هولدر فیلتر کاست.
- ۲۰۴۵- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1-3 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف
- ۲۰۴۶- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی، با کوره هوا - استیلن و لامپ هالوکاند کلسیم
- ۲۰۴۷- رگلاتور ۲ مرحله ای برای هوا و استیلن
- ۲۰۴۸- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری، یا گریفین ۵۰ میلی لیتری؛ به همراه پوشش شیشه ساعت
- ۲۰۴۹- بالن ژوژه ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری
- ۲۰۵۰- میکروبیپت ۵ تا ۵۰۰ میکرولیتری
- ۲۰۵۱- اجاق با دمای سطح ۱۴۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد
- نکته: قبل از استفاده از تجهیزات شیشه ای آنها را با اسید نیتریک غلیظ و سپس با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

- ۱۱۳۹- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.
- ۱۱۴۰- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1-3 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۲۰ تا ۴۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر جمع شود.

آماده سازی:

- ۷۷۸- فیلتر کاست ها را باز کرده و فیلترهای نمونه و شاهد را به بشرهای جداگانه ای منتقل کنید.
- ۷۷۹- ۵ mL اسید نیتریک غلیظ به هر کدام از بشر ها اضافه کرده و دهانه بشر را با شیشه ساعت بپوشانید.
- ۷۸۰- بشرها را بر روی اجاق با دمای 140°C قرار داده تا بخش بیشتر اسید تبخیر شود.
- ۷۸۱- ۲ mL اسید نیتریک غلیظ و ۱ mL HClO_4 ۶۰٪ به بشرها اضافه کنید.
- ۷۸۲- بشرها را بر روی اجاق با دمای 400°C قرار داده تا فیوم های پرکلریک اسید ظاهر شوند.

۷۸۳- شیشه ساعت را برداشته و با آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۷۸۴- بشرها را بر روی اجاق با دمای 400°C قرار داده و اجازه دهید تا مرز خشک شدن پیش برود.

۷۸۵- بشرها را خشک کرده و باقیمانده محتوی آن را در ۵ mL اسید هیدروکلریک ۵٪ حل کنید.

۷۸۶- مقدار مشخصی از محلول را به یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم

(۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال دهید.

۷۸۷- محلول را با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- مقادیر مشخصی از محلول استوک کالیبراسیون را که گستره ی ۰ تا ۵۰۰ میکرو گرم کلسیم را در هر نمونه پوشش دهد به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال داده با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم برسانید.

- استانداردها را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).

- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (میزان جذب در برابر غلظت محلول برحسب $\mu\text{g/mL}$).

- یک استاندارد کاربردی را برای هر ۱۰ نمونه به جهت چک کردن انحراف دستگاهی آنالیز کنید

- به جهت بررسی میزان انحراف دستگاهی، میزان بازیافت را توسط حداقل ۱ شاهد Spike شده به ازای هر ۱۰ نمونه چک کنید.

اندازه گیری:

۱- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی را بر اساس توصیه سازنده و تحت شرایط زیر تنظیم کنید.

- آنالیت (ماده مورد تجزیه): کلسیم

- محلول نهایی: ۱۰۰ میلی لیتر، اسید هیدروکلریک ۵٪، سزیم ($1000 \mu\text{g/mL}$) و لانتانیم ($1000 \mu\text{g/mL}$)

- طول موج: ۴۲۲/۷ نانومتر

- شرایط کوره: هوا - استیلن

۶۹۰- نمونه ها و استانداردها را تزریق کرده و میزان جذب آنها را قرائت کنید.

نکته: اگر میزان جذب نمونه بالاتر از گستره خطی منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید هیدروکلریک ۵٪ و مقدار مناسبی از محلول سزیم و لانتانیم (50 mg/mL) رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گرها: یونیزاسیون شعله در اثر حضور فلزاتی از قبیل Li ، K ، Na و mg را می توان با استفاده از سزیم ($1000 \text{ } \mu\text{g/mL}$) کنترل کرد. در صورت وجود AL ، Si یا H_3PO_4 استفاده از لانتانیم ۱٪ (وزنی) ضروری است.

محاسبات:

۴۸۳- با استفاده میزان جذب قرائت شده، غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی و شاهد را از منحنی کالیبراسیون محاسبه کنید.

۴۸۴- غلظت اکسید کلسیم در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$C = \frac{(C_s V_s - C_b V_b)}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

C = غلظت اکسید کلسیم بر حسب mg/m^3

C_s = غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی بر حسب $\mu\text{g/mL}$

C_b = غلظت کلسیم 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

V = حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

الیاف سرامیک نسوز	refractory ceramic fibers
ویژگی ها: جامد؛ فیبری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکتنولیت؛ فرو آکتنولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ سرامیک نسوز آمفیبول؛ الیاف آزبست؛ شیشه الیافی	
حدمجاز: OSHA: ۰/۱ Fiber / cc برای الیاف سرامیک نسوز باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: ۰/۸ Fiber / cc برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: ۰/۱ Fiber / cc برای الیاف سرامیک نسوز باطول بزرگتر از ۵ میکرون	
احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۰۱- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۶۰۲- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی	
وسایل و تجهیزات لازم: ۱- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری سرامیک نسوز، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) با بزرگنمایی $\times 450-400$ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی	

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۹- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\\Tescan

۱۰- میکروپیت یا سرنگ ۵میکرولتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰میکرولتری

نمونه برداری:

۱۱۴۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۴۲- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و برچسب گذاری کنید.

۱۱۴۳- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۱۴۴- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ی ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۱۴۵- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی 0.5 L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۱۴۶- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۷۸۸- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از $2/5$ میلی گرم باشد نمونه فاقد اعتبار است) و به یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. آنگاه ۳-۴ 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.

۷۸۹- به کمک یک کیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۷۹۰- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۷۹۱- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۷۹۲- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۷۹۳- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۷۹۴- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضربه انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۷۹۵- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۷۹۶- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۸۴- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_r(X) \leq 2/77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_r برابر $S_r/2$ می باشد. S_r انحراف

معیار نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا تیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید در برابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ در ارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۱- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده بر قرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فاز کنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
- دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
- کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
- صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
- با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الباف را کاملاً ببینیم.
- دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
- یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نماییم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
- سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۲- شمارش الیاف سرامیک نسوز
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل ، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
- نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
- نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
- نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
- نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
- نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرفنظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.
- ۳- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

- ۱- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber/mm}^2) = \frac{\left(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b}\right)}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمرده شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.0785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۲- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

آزبست	asbestos fibers
ویژگی ها: جامد؛ فیری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکینولیت؛ فرو آکینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ آزبست آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	
حدمجاز: OSHA: Fiber / cc ۰/۱ برای الیاف آزبست با طول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: Fiber / cc ۰/۱ برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: Fiber / cc ۰/۱ برای الیاف آزبست با طول بزرگتر از ۵ میکرون	
احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۰۳- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۶۰۴- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی	
وسایل و تجهیزات لازم: ۲- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE) : نوع میلی پور AA ، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری آزبست، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فازکتر است (PCM) با بزرگنمایی $\times 400-450$ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی ، انبرک ، پنس ، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی	

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۱۱- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\\Tescan

۱۲- میکروبیپت یا سرنگ ۵میکرولتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰میکرولتری

نمونه برداری:

۱۱۴۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۴۸- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و بر چسب گذاری کنید.

۱۱۴۹- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۱۵۰- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ی ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۱۵۱- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی 0.5 L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۱۵۲- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۷۹۷- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از $2/5$ میلی گرم باشد نمونه فاقد اعتبار است) و به یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. آنگاه ۳-۴ 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.

۷۹۸- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۷۹۹- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۸۰۰- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۸۰۱- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۸۰۲- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۸۰۳- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۸۰۴- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لامل را روی لام فیکس نمایید.

۸۰۵- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۸۵- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_r(X) \leq 2.77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_r برابر $S_r/2$ می باشد. S_r انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا ئیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید دربرابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ درارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۴- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده برقرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فاز کنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
- دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
- کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
- صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
- با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
- دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
- یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نماییم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
- سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۵- شمارش الیاف آزمون
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل ، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
- نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
- نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
- نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
- نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
- نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرفنظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.
- ۶- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

- ۳- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber/mm}^2) = \frac{\left(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b}\right)}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمرده شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.00785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۴- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

آکتینولیت	actinolite
ویژگی ها: جامد؛ فیبری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: الیاف آزیست؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ آکتینولیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	
حدمجاز: OSHA: cc / Fiber ۰/۱ برای آکتینولیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: cc / Fiber ۰/۸ برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: cc / Fiber ۰/۱ برای آکتینولیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون	
احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۰۵- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۶۰۶- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی	
وسایل و تجهیزات لازم: ۳- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری آکتینولیت، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) با بزرگنمایی ۴۵۰ × - ۴۰۰ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی	

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۱۳- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\Tescan

۱۴- میکروپیت یا سرنگ همیکرولیتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکرولیتری

نمونه برداری:

۱۱۵۳- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۵۴- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و بر چسب گذاری کنید.

۱۱۵۵- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۱۵۶- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ی ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۱۵۷- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی 0.5 L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۱۵۸- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۸۰۶- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از $2/5$ میلی گرم باشد نمونه فاقد اعتبار است) و به یک بشر 250 میلی لیتری منتقل کنید. آنگاه $3-4$ 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.

۸۰۷- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۸۰۸- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۸۰۹- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۸۱۰- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۸۱۱- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۸۱۲- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۸۱۳- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۸۱۴- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۸۶- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_F(X) \geq 2/77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_F برابر $S_F/2$ می باشد. S_F انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا نیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید دربرابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ درارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۷- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده بر قرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فاز کنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
- دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
- کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
- صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
 - با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
 - دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
 - یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نماییم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
 - سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۸- شمارش آکتینولیت
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل ، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
 - نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
 - نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
 - نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
 - نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
 - نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرفنظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.
- ۹- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

- ۵- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber/mm}^2) = \frac{\left(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b}\right)}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمرده شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.00785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۶- غلظت الیاف ر ابر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

آموزیت	amosite
ویژگی ها: جامد؛ فیبری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ الیاف آزبست؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ آموزیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	
حدمجاز: OSHA: Fiber / cc ۰/۱ برای آموزیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: Fiber / cc ۰/۱ برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: Fiber / cc ۰/۱ برای آموزیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون	
احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۰۷- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۶۰۸- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی	
وسایل و تجهیزات لازم: ۴- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری آموزیت، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فازکنتراست (PCM) با بزرگنمایی ۴۵۰ × -۴۰۰ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی	

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۱۵- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\Tescan

۱۶- میکروپیت یا سرنگ همیکرولیتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکرولیتری

نمونه برداری:

۱۱۵۹- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۶۰- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و بر چسب گذاری کنید.

۱۱۶۱- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۱۶۲- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۱۶۳- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی ۰/۵ L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۱۶۴- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۸۱۵- 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 ۳-۴ 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.

۸۱۶- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۸۱۷- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۸۱۸- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۸۱۹- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۸۲۰- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۸۲۱- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۸۲۲- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۸۲۳- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۸۷- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_r(X) \geq 2/77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_r برابر $S_r/2$ می باشد. S_r انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا ئیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید در برابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ در ارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۱۰- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده بر قرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فاز کنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
- دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
- کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
- صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
 - با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
 - دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود.
 - یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نماییم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
 - سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۱۱- شمارش آموزیت
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
 - نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
 - نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
 - نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد، نصف لیف منظور می گردد.
 - نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
 - نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید.

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرف نظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.
- ۱۲- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

- ۷- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber/mm}^2) = \frac{\left(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b}\right)}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمردن شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.00785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۸- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

anthrophyllite	آنتوفیلیت
ویژگی ها: جامد؛ فبری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ الیاف آزبست؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ آنتوفیلیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	
حدمجاز: OSHA: Fiber / cc ۰/۱ برای آنتوفیلیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: Fiber / cc ۰/۱ برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: Fiber / cc ۰/۱ برای آنتوفیلیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون	
احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۰۹- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۶۱۰- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی	
وسایل و تجهیزات لازم: ۵- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری آنتوفیلیت، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فازکنتراست (PCM) با بزرگنمایی ۴۵۰ × -۴۰۰ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی	

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۱۷- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\\Tescan

۱۸- میکروبیپ یا سرنگ ۵ میکرولیتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکرولیتری

نمونه برداری:

۱۱۶۵- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۶۶- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و بر چسب گذاری کنید.

۱۱۶۷- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۱۶۸- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ی ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۱۶۹- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی 0.5 L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۱۷۰- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۸۲۴- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از $2/5$ میلی گرم باشد نمونه فاقد اعتبار است) و به یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. آنگاه ۳-۴ 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.

۸۲۵- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۸۲۶- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۸۲۷- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۸۲۸- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۸۲۹- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۸۳۰- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۸۳۱- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۸۳۲- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۸۸- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_F(X) \geq 2/77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_F برابر $S_F/2$ می باشد. S_F انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا تیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید دربرابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ در ارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۱۳- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده برقرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فازکنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فازکنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
- دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
- کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
- صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
 - با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
 - دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
 - یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نمایم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
 - سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۱۴- شمارش آنتوفیلیت
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل ، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
 - نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
 - نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
 - نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
 - نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
 - نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرفنظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.

۱۵- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

۹- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber/mm}^2) = \frac{\left(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b}\right)}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمرده شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.00785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۱۰- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

آهک خام	Quicklime
فرمول شیمیایی: CaO	CAS: 1305-78-8
وزن مولکولی: ۵۶/۰۸	RTECS: EW3100000
اسامی مترادف: اکسید کلسیم	
ویژگی ها (کلسیم): فلز نرم فعال؛ ۲ ظرفیتی؛ نقطه ذوب °C ۸۴۸	
حدمجاز: 2 mg/m ³ ACGIH: 2 mg/m ³ NIOSH: 2 mg/m ³ OSHA: 5 mg/m ³	
احتیاطات ویژه:	
هضم توسط اسید پرکلریک را توسط هود مخصوص آن انجام دهید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۱۶۱۱- اسید نیتریک غلیظ	
۱۶۱۲- اسید هیدروکلریک غلیظ	
۱۶۱۳- اسید هیدروکلریک ۵٪ حجمی؛ ۵۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ را به ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و با آب مقطر به حجم برسانید.	
۱۶۱۴- محلول استوک کالبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL کلسیم؛ ۲/۴۹۸ گرم CaCO ₃ خشک شده را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک حل کرده و با آب مقطر به حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۶۱۵- محلول سزیم، ۵۰ mg/mL؛ ۷۳/۴ گرم نترات سزیم را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۶۱۶- محلول لانتانیم، ۵۰ mg/mL؛ ۱۵۶ گرم La(NO ₃) ₃ ·6H ₂ O را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۶۱۷- آب مقطر دیونیزه	
۱۶۱۸- هوای تصفیه شده	
۱۶۱۹- استیلن	
۱۶۲۰- پرکلریک اسید ۶۰٪ (وزنی/حجمی)	

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۰۵۲- نمونه بردار: فیلتر غشایی استرسلولز، ۳۷ میلی متری با پور سایز ۰/۸ میکرون، در هولدر فیلتر کاست.

۲۰۵۳- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $3-1 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف

۲۰۵۴- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی، با کوره هوا - استیلن و لامپ هالوکاتد کلسیم

۲۰۵۵- رگلاتور ۲ مرحله ای برای هوا و استیلن

۲۰۵۶- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری، یا گریفین ۵۰ میلی لیتری؛ به همراه پوشش شیشه ساعت

۲۰۵۷- بالن ژوژه ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری

۲۰۵۸- میکروپیت ۵ تا ۵۰۰ میکرولیتری

۲۰۵۹- اجاق با دمای سطح ۱۴۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از تجهیزات شیشه ای آنها را با اسید نیتریک غلیظ و سپس با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

۱۱۷۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۷۲- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $3-1 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۲۰ تا ۴۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر جمع شود.

آماده سازی:

۸۳۳- فیلتر کاست ها را باز کرده و فیلترهای نمونه و شاهد را به بشرهای جداگانه ای منتقل کنید.

۸۳۴- ۵ mL اسید نیتریک غلیظ به هر کدام از بشر ها اضافه کرده و دهانه بشر را با شیشه ساعت بپوشانید.

۸۳۵- بشرها را بر روی اجاق با دمای 140°C قرار داده تا بخش بیشتر اسید تبخیر شود.

۸۳۶- ۲ mL اسید نیتریک غلیظ و ۱ mL HClO_4 ۶۰٪ به بشرها اضافه کنید.

۸۳۷- بشرها را بر روی اجاق با دمای 400°C قرار داده تا فیوم های پرکلریک اسید ظاهر شوند.

۸۳۸- شیشه ساعت را برداشته و با آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۸۳۹- بشرها را بر روی اجاق با دمای 400°C قرار داده و اجازه دهید تا مرز خشک شدن پیش برود.

۸۴۰- بشرها را خنک کرده و باقیمانده محتوی آن را در ۵ mL اسید هیدروکلریک ۵٪ حل کنید.

۸۴۱- مقدار مشخصی از محلول را به یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال دهید.

۸۴۲- محلول را با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- مقادیر مشخصی از محلول استوک کالیبراسیون را که گستره ی ۰ تا ۵۰۰ میکرو گرم کلسیم را در هر نمونه پوشش دهد به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال داده با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم برسانید.

- استانداردها را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).
- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (میزان جذب در برابر غلظت محلول بر حسب $\mu\text{g/mL}$).
- یک استاندارد کاربردی را برای هر ۱۰ نمونه به جهت چک کردن انحراف دستگاهی آنالیز کنید

- به جهت بررسی میزان انحراف دستگاهی، میزان بازیافت را توسط حداقل ۱ شاهد Spike شده به ازای هر ۱۰ نمونه چک کنید.

اندازه گیری:

۲- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی را بر اساس توصیه سازنده و تحت شرایط زیر تنظیم کنید.

- آنالیت (ماده مورد تجزیه): کلسیم
- محلول نهایی: ۱۰۰ میلی لیتر، اسید هیدروکلریک ۵٪، سزیم ($1000 \mu\text{g/mL}$) و لانتانیم ($1000 \mu\text{g/mL}$)

- طول موج: ۴۲۲/۷ نانومتر

- شرایط کوره: هوا - استیلن

۶۹۱- نمونه ها و استانداردها را تزریق کرده و میزان جذب آنها را قرائت کنید.

نکته: اگر میزان جذب نمونه بالاتر از گستره خطی منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید هیدروکلریک ۵٪ و مقدار مناسبی از محلول سزیم و لانتانیم (50 mg/mL) رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها: یونیزاسیون شعله در اثر حضور فلزاتی از قبیل Li ، K ، Na و mg را می توان با استفاده از سزیم ($1000 \text{ } \mu\text{g/mL}$) کنترل کرد. در صورت وجود AL ، Si یا H_3PO_4 استفاده از لانتانیم ۱٪ (وزنی) ضروری است.

محاسبات:

۴۸۵- با استفاده میزان جذب قرائت شده، غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی و شاهد را از منحنی کالیبراسیون محاسبه کنید.

۴۸۶- غلظت آهک خام در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$C = \frac{(C_s V_s - C_b V_b)}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

C = غلظت آهک خام بر حسب mg/m^3

C_s = غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی بر حسب $\mu\text{g/mL}$

C_b = غلظت کلسیم 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

V = حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

آهک هیدراته	hydrated lime
فرمول شیمیایی: Ca(OH)_2	CAS: 1305-62-0
وزن مولکولی: ۷۴/۱	RTECS: EW2800000
اسامی مترادف: هیدروکسید کلسیم	
ویژگی ها (کلسیم): فلز نرم فعال؛ ۲ ظرفیتی؛ نقطه ذوب $^{\circ}\text{C}$ ۸۴۸	
حدمجاز: OSHA:- NIOSH: 5 mg/m ³ ACGIH: 5 mg/m ³	
احتیاطات ویژه:	
هضم توسط اسید پرکلریک را توسط هود مخصوص آن انجام دهید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۱۶۲۱- اسید نیتریک غلیظ	
۱۶۲۲- اسید هیدروکلریک غلیظ	
۱۶۲۳- اسید هیدروکلریک ۵٪ حجمی؛ ۵۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ را به ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و با آب مقطر به حجم برسانید.	
۱۶۲۴- محلول استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ $\mu\text{g/mL}$ کلسیم؛ ۲/۴۹۸ گرم CaCO_3 خشک شده را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک حل کرده و با آب مقطر به حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۶۲۵- محلول سزیم، ۵۰ mg/mL؛ ۷۳/۴ گرم نیترات سزیم را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۶۲۶- محلول لانتانیم، ۵۰ mg/mL؛ ۱۵۶ گرم $\text{La(NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۶۲۷- آب مقطر دیونیزه	
۱۶۲۸- هوای تصفیه شده	
۱۶۲۹- استیلن	
۱۶۳۰- پرکلریک اسید ۶۰٪ (وزنی/حجمی)	

وسایل و تجهیزات لازم:

- ۲۰۶۰- نمونه بردار: فیلتر غشایی استرسولوز، ۳۷ میلی متری با پور سایز ۰/۸ میکرون، در هولدر فیلتر کاست.
- ۲۰۶۱- پمپ نمونه برداری فردی با دبی 3 L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف
- ۲۰۶۲- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی، با کوره هوا - استیلن و لامپ هالوکاتد کلسیم
- ۲۰۶۳- رگلاتور ۲ مرحله ای برای هوا و استیلن
- ۲۰۶۴- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری، یا گریفین ۵۰ میلی لیتری؛ به همراه پوشش شیشه ساعت
- ۲۰۶۵- بالن ژوژه ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری
- ۲۰۶۶- میکروپیت ۵ تا ۵۰۰ میکرولیتری
- ۲۰۶۷- اجاق با دمای سطح ۱۴۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد
- نکته: قبل از استفاده از تجهیزات شیشه ای آنها را با اسید نیتریک غلیظ و سپس با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

- ۱۱۷۳- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.
- ۱۱۷۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین 3 L/min - ۱ برای عبور حجم هوای ۲۰ تا ۴۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر جمع شود.

آماده سازی:

- ۸۴۳- فیلتر کاست ها را باز کرده و فیلترهای نمونه و شاهد را به بشرهای جداگانه ای منتقل کنید.
- ۸۴۴- ۵ mL اسید نیتریک غلیظ به هر کدام از بشر ها اضافه کرده و دهانه بشر را با شیشه ساعت بپوشانید.
- ۸۴۵- بشرها را بر روی اجاق با دمای 140°C قرار داده تا بخش بیشتر اسید تبخیر شود.
- ۸۴۶- ۲ mL اسید نیتریک غلیظ و ۱ mL HClO_4 ۶۰٪ به بشرها اضافه کنید.

۸۴۷- بشرها را بر روی اجاق با دمای $^{\circ}\text{C}$ ۴۰۰ قرار داده تا فیوم های پرکلریک اسید ظاهر شوند.

۸۴۸- شیشه ساعت را برداشته و با آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۸۴۹- بشرها را بر روی اجاق با دمای $^{\circ}\text{C}$ ۴۰۰ قرار داده و اجازه دهید تا مرز خشک شدن پیش برود.

۸۵۰- بشرها را خنک کرده و باقیمانده محتوی آن را در ۵ mL اسید هیدروکلریک ۵٪ حل کنید.

۸۵۱- مقدار مشخصی از محلول را به یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال دهید.

۸۵۲- محلول را با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- مقادیر مشخصی از محلول استوک کالیبراسیون را که گستره ی ۰ تا ۵۰۰ میکرو گرم کلسیم را در هر نمونه پوشش دهد به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال داده با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم برسانید.
- استانداردها را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).
- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (میزان جذب در برابر غلظت محلول برحسب $\mu\text{g/mL}$).
- یک استاندارد کاربردی را برای هر ۱۰ نمونه به جهت چک کردن انحراف دستگاهی آنالیز کنید
- به جهت بررسی میزان انحراف دستگاهی، میزان بازیافت را توسط حداقل ۱ شاهد Spike شده به ازای هر ۱۰ نمونه چک کنید.

اندازه گیری:

- ۳- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی را بر اساس توصیه سازنده و تحت شرایط زیر تنظیم کنید.
- آنالیت (ماده مورد تجزیه): کلسیم
- محلول نهایی: ۱۰۰ میلی لیتر، اسید هیدروکلریک ۵٪، سزیم ($1000 \mu\text{g/mL}$) و لانتانیم

(۱۰۰۰ µg/mL)

- طول موج: ۴۲۲/۷ نانومتر

- شرایط کوره: هوا - استیلن

۶۹۲- نمونه ها و استانداردها را تزریق کرده و میزان جذب آنها را قرائت کنید.

نکته: اگر میزان جذب نمونه بالاتر از گستره خطی منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید هیدروکلریک ۵٪ و مقدار مناسبی از محلول سزیم و لانتانیم (۵۰ mg/mL) رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها: یونیزاسیون شعله در اثر حضور فلزاتی از قبیل Na، K، Li و mg را می توان با استفاده از سزیم (۱۰۰۰ µg/mL) کنترل کرد. در صورت وجود AL، Si یا H_3PO_4 استفاده از لانتانیم ۱٪ (وزنی) ضروری است.

محاسبات:

۴۸۷- با استفاده میزان جذب قرائت شده، غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی و شاهد را از منحنی کالیبراسیون محاسبه کنید.

۴۸۸- غلظت آهک هیدراته در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$C = \frac{(C_s V_s - C_b V_b)}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

C = غلظت آهک هیدراته بر حسب mg/m^3

C_s = غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی بر حسب $\mu\text{g/mL}$

C_b = غلظت کلسیم 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

V = حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

calcium bicarbonate	بی کربنات کلسیم
CAS: 471-34-1	فرمول شیمیایی: $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$
RTECS: EV9580000	وزن مولکولی: ۱۰۰/۰۹
	اسامی مترادف: سنگ آهک؛ سنگ مرمر
	ویژگی ها (کلسیم): فلز نرم فعال؛ ۲ ظرفیتی؛ نقطه ذوب 848°C
OSHA: 15 mg/m ³ (total), 5 mg/m ³ (respirable)	حدمجاز:
NIOSH: 10 mg/m ³ (total), 5 mg/m ³ (respirable)	ACGIH: 10 mg/m ³
	احتیاطات ویژه:
	هضم توسط اسید پرکلریک را توسط هود مخصوص آن انجام دهید.
	مواد و محلولهای لازم:
	۱۶۳۱- اسید نیتریک غلیظ
	۱۶۳۲- اسید هیدروکلریک غلیظ
	۱۶۳۳- اسید هیدروکلریک ۵٪ حجمی؛ ۵۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ را به ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و با آب مقطر به حجم برسانید.
	۱۶۳۴- محلول استوک کالبراسیون، ۱۰۰۰ $\mu\text{g/mL}$ کلسیم؛ ۲/۴۹۸ گرم CaCO_3 خشک شده را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک حل کرده و با آب مقطر به حجم ۱ لیتر برسانید.
	۱۶۳۵- محلول سزیم، ۵۰ mg/mL؛ ۷۳/۴ گرم نیترات سزیم را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.
	۱۶۳۶- محلول لانتانیم، ۵۰ mg/mL؛ ۱۵۶ گرم $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.
	۱۶۳۷- آب مقطر دیونیزه
	۱۶۳۸- هوای تصفیه شده
	۱۶۳۹- استیلن

۱۶۴۰- پرکلریک اسید ۶۰٪ (وزنی/حجمی)

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۰۶۸- نمونه بردار: فیلتر غشایی استرسلولز، ۳۷ میلی متری با پور سایز ۰/۸ میکرون، در هولدر فیلتر کاست.

۲۰۶۹- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1-3 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف

۲۰۷۰- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی، با کوره هوا - استیلن و لامپ هالوکاتد کلسیم

۲۰۷۱- رگلاتور ۲ مرحله ای برای هوا و استیلن

۲۰۷۲- بشر فیلیپس ۱۲۵ میلی لیتری، یا گریفین ۵۰ میلی لیتری؛ به همراه پوشش شیشه ساعت

۲۰۷۳- بالن ژوژه ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری

۲۰۷۴- میکروپیت ۵ تا ۵۰۰ میکرولیتری

۲۰۷۵- اجاق با دمای سطح ۱۴۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از تجهیزات شیشه ای آنها را با اسید نیتریک غلیظ و سپس با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

۱۱۷۵- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۷۶- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1-3 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۲۰ تا ۴۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر جمع شود.

آماده سازی:

۸۵۳- فیلتر کاست ها را باز کرده و فیلترهای نمونه و شاهد را به بشرهای جداگانه ای منتقل کنید.
۸۵۴- ۵ mL اسید نیتریک غلیظ به هر کدام از بشر ها اضافه کرده و دهانه بشر را با شیشه ساعت بپوشانید.

۸۵۵- بشرها را بر روی اجاق با دمای 140°C قرار داده تا بخش بیشتر اسید تبخیر شود.

۸۵۶- ۲ mL اسید نیتریک غلیظ و ۱ mL HClO_4 ۶۰٪ به بشرها اضافه کنید.

۸۵۷- بشرها را بر روی اجاق با دمای 40°C قرار داده تا فیوم های پرکلریک اسید ظاهر شوند.

۸۵۸- شیشه ساعت را برداشته و با آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۸۵۹- بشرها را بر روی اجاق با دمای 40°C قرار داده و اجازه دهید تا مرز خشک شدن پیش برود.

۸۶۰- بشرها را خنک کرده و باقیمانده محتوی آن را در ۵ mL اسید هیدروکلریک ۵٪ حل کنید.

۸۶۱- مقدار مشخصی از محلول را به یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال دهید.

۸۶۲- محلول را با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- مقادیر مشخصی از محلول استوک کالیبراسیون را که گستره ی ۰ تا ۵۰۰ میکرو گرم کلسیم را در هر نمونه پوشش دهد به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال داده با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم برسانید.

- استانداردها را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).
- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (میزان جذب در برابر غلظت محلول برحسب $\mu\text{g/mL}$).
- یک استاندارد کاربردی را برای هر ۱۰ نمونه به جهت چک کردن انحراف دستگاهی آنالیز کنید

- به جهت بررسی میزان انحراف دستگاهی، میزان بازیافت را توسط حداقل ۱ شاهد Spike شده به ازای هر ۱۰ نمونه چک کنید.

اندازه گیری:

۴- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی را بر اساس توصیه سازنده و تحت شرایط زیر تنظیم کنید.

- آنالیت (ماده مورد تجزیه): کلسیم
- محلول نهایی: ۱۰۰ میلی لیتر، اسید هیدروکلریک ۵٪، سزیم ($1000 \mu\text{g/mL}$) و لانتانیم ($1000 \mu\text{g/mL}$)

- طول موج: ۴۲۲/۷ نانومتر

- شرایط کوره: هوا - استیلن

۶۹۳- نمونه ها و استانداردها را تزریق کرده و میزان جذب آنها را قرائت کنید.

نکته: اگر میزان جذب نمونه بالاتر از گستره خطی منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید هیدروکلریک ۵٪ و مقدار مناسبی از محلول سزیم و لانتانیم (۵۰ mg/mL) رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها: یونیزاسیون شعله در اثر حضور فلزاتی از قبیل Li، K، Na و mg را می توان با استفاده از سزیم (۱۰۰۰ μg/mL) کنترل کرد. در صورت وجود Si، AL یا H₃PO₄ استفاده از لانتانیم ۱٪ (وزنی) ضروری است.

محاسبات:

۴۸۹- با استفاده میزان جذب قرائت شده، غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی و شاهد را از منحنی کالیبراسیون محاسبه کنید.

۴۹۰- غلظت بی کربنات کلسیم در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$C = \frac{(C_s V_s - C_b V_b)}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

C = غلظت بی کربنات کلسیم بر حسب mg/m^3

C_s = غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی بر حسب $\mu\text{g/mL}$

C_b = غلظت کلسیم 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

V = حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

پروسیک اسید	prussic acid
فرمول شیمیایی: HCN	CAS: 74-90-8
وزن مولکولی: ۲۷/۰۳	RTECS: MW6825000
اسامی مترادف: هیدروسیانیک اسید؛ هیدروژن سیانید؛ فورمونیتیل ویژگی ها: گاز؛ نقطه جوش °C ۲۶؛ نقطه ذوب °C ۴۲-؛ فشار بخار mmHg ۶۲۰ در °C ۲۰؛ چگالی بخار (air=1) ۰/۹۴	
حدمجاز: OSHA: 11 mg/m ³ (skin) ; 5 mg/m ³ (skin, as CN ⁻) NIOSH: 5 mg/m ³ /10 min C (as CN ⁻) ACGIH: 11 mg/m ³ C (skin); 5 mg/m ³ (skin, as CN ⁻)	
احتیاطات ویژه: پروسیک اسید و ذرات سیانید در صورت مواجهه تنفسی، پوستی یا گوارشی می توانند کشنده باشند. فقط در زیر هود با آن کار کنید. آمیل نیتريت در برابر سمیت سیانید به عنوان پادزهر عمل می کند.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۴۱- آب مقطر دیونیزه ۱۶۴۲- پتاسیم سیانید ۱۶۴۳- محلول استوک کالیراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL یون CN ⁻ ؛ ۰/۲۵ گرم پتاسیم سیانید (KCN) را با هیدروکسید پتاسیم (KOH) ۰/۱ نرمال به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید. حداقل ۱ هفته در ظرف پلی اتیلنی پایدار است. ۱۶۴۴- هیدروکسید پتاسیم (KOH)، ۰/۱ نرمال؛ ۵/۶ گرم هیدروکسید پتاسیم را با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر برسانید. ۱۶۴۵- کاغذ استات سرب	

۱۶۴۶- کربنات کادمیوم (در صورت وجود سولفید)

۱۶۴۷- هیدروژن پیروکسید ۳۰٪ (در صورت وجود سولفید)

۱۶۴۸- سولفیت سدیم ۱ مولار (در صورت وجود سولفید)

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۰۷۶- نمونه بردار: فیلتر غشایی پلی وینیل کلراید (PVC)؛ ۳۷ میلی متری، با پورسایز ۰/۸ میکرون، با نگهدارنده فیلتر دو قسمتی؛ به دنبال آن یک بابلر شیشه ای میدجت حاوی ۱۵ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال تعبیه شده است.

۲۰۷۷- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۱ L/min - ۰/۵، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف

۲۰۷۸- ویال های پلی اتیلنی، ۲۰ میلی لیتری با درپوش پیچ دار پلاستیکی

۲۰۷۹- الکترود یون سیاناید؛ (Orion 94-06 یا انواع مشابه)

۲۰۸۰- الکترود مرجع.

۲۰۸۱- PH سنج

۲۰۸۲- همزن مغناطیسی

۲۰۸۳- پیپت ۰/۰۵، ۲ و ۲۵ میلی لیتری

۲۰۸۴- بالن ژوژه ۱۰ میلی لیتری

۲۰۸۵- بشر ۵۰ میلی لیتری

۲۰۸۶- ترازو آزمایشگاهی، با دقت ۰/۱ میلی گرم

نمونه برداری:

۱۱۷۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۷۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۱ L/min - ۰/۵ برای عبور حجم هوای ۱۰ تا ۱۸۰ لیتر انجام دهید.

نکته: در طول نمونه برداری مراقب باشید بابلر به صورت عمودی قرار گیرد. اجازه ندهید حجم محلول کمتر از ۱۰ میلی لیتر شود.

۱۱۷۹- بابلر را جدا کرده، دهانه آن را ببندید، توسط ۱-۲ mL هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال

آب بکشید و آن را به داخل بابلر بریزید.

۱۱۸۰- مقدار مشخصی از محتوی بابلر را به یک ویال ۲۰ میلی لیتری منتقل کنید. برای جلوگیری از تلف شدن نمونه در حین انتقال آن به آزمایشگاه درپوش ویال را محکم بسته و دور آن را با نوار پلاستیکی ببوشانید. ویال ها را برچسب گذاری کنید.

آماده سازی:

۸۶۳- فیلتر را از کاست آن به یک جار (jar) آزمایشگاهی ۶۰ میلی لیتری منتقل کنید.

۸۶۴- ۲۵ mL هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال را به جار اضافه کنید. در پوش آن را بسته و به مدت ۳۰ دقیقه بگذارید بماند و گهگاهی آن را تکان دهید تا استخراج کامل صورت گیرد. ۲ هفته بعد از استخراج نمونه را آنالیز کنید.

۸۶۵- محتوی ظرف را به یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری تخلیه کنید. باقیمانده ظرف را با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال شسته و به بالن ژوژه تخلیه کنید. سپس توسط هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال به حجم برسانید.

نکته: یون سولفید الکتروود یون سیاناید را آلوده می کند که برگشت ناپذیر است. در صورت وجود یون سولفید در نمونه، باید آن را حذف کرد. وجود یون سولفید را با چکاندن یک قطره از نمونه بر روی کاغذ استات سرب تست کنید. در صورت وجود یون سولفید، کاغذ استات سرب تغییر رنگ می دهد. اگر تست مثبت بود، یون سولفید را با یکی از روش های زیر حذف کنید.

a- قبل از رقیق سازی نمونه ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه ۱ مولار و ۱ میلی لیتر دی سولفیت سدیم (Na_2SO_3) را به محلول نمونه اضافه کنید.

b- مقدار کمی از کربنات کادمیوم را به نمونه اضافه کنید. محلول را تکان داده و دوباره با کاغذ استات سرب تست کنید. اگر یون سولفید به طور کامل حذف نشده بود مقدار بیشتری از کربنات کادمیوم را اضافه کنید. از افزودن مقدار زیاد کربنات کادمیوم به محلول نمونه و افزایش زمان تماس آن با محلول اجتناب کنید. زمانی که با چکاندن محلول نمونه تغییر رنگی در کاغذ استات سرب ایجاد نشد، نمونه را توسط یک لایه پشم شیشه در پیپت Pasteur فیلتر کنید. اکنون نمونه آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- ۶۸۹- روزانه با حداقل ۶ استاندارد کاربردی که گستره ی ۵۰ تا ۲۰۰۰ میکروگرم یون سیاناید را در هر نمونه پوشش دهد کالیبره کنید. برای این کار مقادیری از محلول استوک کالیبراسیون را با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال رقیق کنید. (به عنوان مثال ۰/۰۵ تا ۲ میلی لیتر محلول استوک کالیبراسیون را تا حجم ۲۵ میلی لیتر به حجم برسانید.
- استانداردهای کاربردی را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).
 - بر روی کاغذ نیمه لگاریتمی منحنی کالیبراسیون رسم کنید. به این صورت که در محور لگاریتمی غلظت یون و در محور عمودی mV باشد.

اندازه گیری:

- ۶۹۴- محلول را به یک بشر ۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. الکترود یون سیاناید و الکترود مرجع را به داخل نمونه فرو برده، سپس بشر را در همزن مغناطیسی قرار دهید.
- ۶۹۵- در حالی که همزن مغناطیسی روشن است، اجازه دهید قرائت ولتاژ ثابت شود، سپس میزان قرائت mV را ثبت کنید.
- نکته: قرائت ولتاژ یک عملکرد دمایی است. اندازه گیری نمونه ها و استانداردها را در دمای یکسان انجام دهید.
- نکته: اگر یون های کلراید، یدید و برمید که نمک نامحلول نقره را تشکیل می دهد، به اندازه کافی در محلول موجود باشند، عملکرد الکترود یون سیاناید دچار اختلال می شود. همچنین بسیاری از یون های فلزی از قبیل کادمیوم، روی، نقره، نیکل، آهن و جیوه با سیاناید ترکیب می شوند.

مداخله گرها: سولفید، کلرید، یدید، برمید، کادمیوم، روی، نقره، نیکل، آهن و جیوه ایجاد تداخل می کنند.

در حضور رطوبت، برخی از ذرات سیاناید، پروسیک اسید را آزاد می کنند که در بابلر جمع آوری شود، در حالی که روش قادر نیست پروسیک اسید موجود در هوا را از پروسیک اسیدی که به این طریق آزاد شده، تشخیص دهد. به این ترتیب تداخل

مثبت ایجاد می شود.

محاسبات:

۴۹۱- محاسبه غلظت ذرات سیاناید (C_p) در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C_p = \frac{W_f - B_f}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

W_f : جرم یون سیاناید موجود در فیلتر نمونه اصلی بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون

بدست می آید)

B_f : جرم یون سیاناید موجود در فیلتر نمونه شاهد بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون

بدست می آید)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

۴۹۲- محاسبه غلظت ذرات سیاناید (C_{HCN}) در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب

لیتر:

$$C_{\text{HCN}} = \frac{(W_b - B_b) \times 1.04}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

W_b : جرم یون سیاناید موجود در بابلر نمونه اصلی بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون

بدست می آید)

B_b : جرم یون سیاناید موجود در بابلر نمونه شاهد بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون

بدست می آید)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

ترمولیت	tremolite
ویژگی ها: جامد؛ فیبری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیلولیت؛ الیاف آربست؛ ترمولیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	
حدمجاز: OSHA: Fiber / cc ۰/۱ برای ترمولیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: Fiber / cc ۰/۱ برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: Fiber / cc ۰/۱ برای ترمولیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون	
احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۴۹- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۶۵۰- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی	
وسایل و تجهیزات لازم: ۶- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری ترمولیت، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) با بزرگنمایی ۴۵۰-۴۰۰ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی	

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۱۹- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\Tescan

۲۰- میکروپیت یا سرنگ ۵میکرولیتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰میکرولیتری

نمونه برداری:

۱۱۸۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۸۲- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و بر چسب گذاری کنید.

۱۱۸۳- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۱۸۴- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ی ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۱۸۵- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی 0.5 L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۱۸۶- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۸۶۶- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از $2/5$ میلی گرم باشد نمونه فاقد اعتبار است) و به یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. آنگاه ۳-۴ 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.

۸۶۷- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۸۶۸- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۸۶۹- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۸۷۰- تقریباً ۲/۰ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۸۷۱- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۸۷۲- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۸۷۳- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۸۷۴- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۹۰- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_F(X) \geq 2/77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_F برابر $S_F/2$ می باشد. S_F انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا ئیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید دربرابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ در ارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۱۶- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده بر قرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فاز کنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
- دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
- کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
- صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
 - با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
 - دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
 - یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نماییم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
 - سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۱۷- شمارش ترمولیت
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل ، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
 - نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
 - نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
 - نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
 - نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
 - نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرفنظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.

۱۸- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

۱۱- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber/mm}^2) = \frac{\left(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b}\right)}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمرده شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.00785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۱۲- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E: دانسیته فیبر (Fiber/mm^2)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری ($A_c = 385 \text{ mm}^2$)

V: حجم نمونه برداری (L)

serpentine	سرپنتین
	ویژگی ها: جامد؛ فیری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکتنولیت؛ فرو آکتنولیت؛ آموزیت؛ آنتوفلیت؛ کریزوتایل؛ الیاف آزبست؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ سرپنتین آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی
	حدمجاز: OSHA: ۰/۱ Fiber / cc برای سرپنتین باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: ۰/۱ Fiber / cc برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: ۰/۱ Fiber / cc برای سرپنتین باطول بزرگتر از ۵ میکرون
	احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.
	مواد و محلولهای لازم: ۱۶۵۱- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۶۵۲- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی
	وسایل و تجهیزات لازم: ۷- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری سرپنتین، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فازکتر است (PCM) با بزرگنمایی $\times 450-400$ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۲۱- میکروسکوپ الکترونی روشی (SEM) مدل Vega\\Tescan

۲۲- میکروبیپت یا سرنگ ۵میکرولیتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰میکرولیتری

نمونه برداری:

۱۱۸۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۸۸- یک فیلتر غشایی استرسولوزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و بر چسب گذاری کنید.

۱۱۸۹- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۱۹۰- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ی ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۱۹۱- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی 0.5 L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۱۹۲- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۸۷۵- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از $2/5$ 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.

۸۷۶- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۸۷۷- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۸۷۸- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۸۷۹- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۸۸۰- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۸۸۱- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۸۸۲- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۸۸۳- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۹۱- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_r(X)$ ۲/۷۷ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_r برابر $S_r/2$ می باشد. S_r انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا ئیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید در برابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ در ارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۱۹- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده بر قرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فاز کنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
- دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
- کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
- صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
 - با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
 - دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
 - یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نمایم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
 - سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۲۰- شمارش سرپنتین
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
 - نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
 - نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
 - نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
 - نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
 - نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرفنظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.

۲۱- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

۱۳- طبق فرمول زیر دانسته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber} / \text{mm}^2) = \frac{(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b})}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمرده شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.00785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۱۴- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

limestone	سنگ آهک
471-34-1: CAS	فرمول شیمیایی: $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$
EV9580000: RTECS	وزن مولکولی: ۱۰۰/۰۹
	اسامی مترادف: بی کربنات کلسیم؛ سنگ مرمر
	ویژگی ها (کلسیم): فلز نرم فعال؛ ۲ ظرفیتی؛ نقطه ذوب 848°C
OSHA: 15 mg/m ³ (total), 5 mg/m ³ (respirable)	حدمجاز:
NIOSH: 10 mg/m ³ (total), 5 mg/m ³ (respirable)	
	ACGIH: 10 mg/m ³
	احتیاطات ویژه:
	هضم توسط اسید پرکلریک را توسط هود مخصوص آن انجام دهید.
	مواد و محلولهای لازم:
	۱۶۵۳- اسید نیتریک غلیظ
	۱۶۵۴- اسید هیدروکلریک غلیظ
	۱۶۵۵- اسید هیدروکلریک ۵٪ حجمی؛ ۵۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ را به ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و با آب مقطر به حجم برسانید.
	۱۶۵۶- محلول استوک کالیراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL کلسیم؛ ۲/۴۹۸ گرم CaCO_3 خشک شده را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک حل کرده و با آب مقطر به حجم ۱ لیتر برسانید.
	۱۶۵۷- محلول سزیم، ۵۰ mg/mL؛ ۷۳/۴ گرم نترات سزیم را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.
	۱۶۵۸- محلول لانتانیم، ۵۰ mg/mL؛ ۱۵۶ گرم $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.
	۱۶۵۹- آب مقطر دیونیزه
	۱۶۶۰- هوای تصفیه شده
	۱۶۶۱- استیلن

۱۶۶۲- پرکلریک اسید ۶۰٪ (وزنی/حجمی)

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۰۸۷- نمونه بردار: فیلتر غشایی استرسلولز، ۳۷ میلی متری با پور ساینز ۰/۸ میکرون، در هولدر فیلتر کاست.

۲۰۸۸- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۱-۳ L/min، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف

۲۰۸۹- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی، با کوره هوا - استیلن و لامپ هالوکاتد کلسیم

۲۰۹۰- رگلاتور ۲ مرحله ای برای هوا و استیلن

۲۰۹۱- بشر فیلپس ۱۲۵ میلی لیتری، یا گریفین ۵۰ میلی لیتری؛ به همراه پوشش شیشه ساعت

۲۰۹۲- بالن ژوژه ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری

۲۰۹۳- میکروپیپت ۵ تا ۵۰۰ میکرولیتری

۲۰۹۴- اجاق با دمای سطح ۱۴۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از تجهیزات شیشه ای آنها را با اسید نیتریک غلیظ و سپس با آب مقطر بشوئید.

نمونه برداری:

۱۱۹۳- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۹۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۱-۳ L/min برای عبور حجم هوای ۲۰ تا ۴۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر جمع شود.

آماده سازی:

۸۸۴- فیلتر کاست ها را باز کرده و فیلترهای نمونه و شاهد را به بشرهای جداگانه ای منتقل کنید.

۸۸۵- ۵ mL اسید نیتریک غلیظ به هر کدام از بشر ها اضافه کرده و دهانه بشر را با شیشه ساعت بپوشانید.

۸۸۶- بشرها را بر روی اجاق با دمای ۱۴۰ °C قرار داده تا بخش بیشتر اسید تبخیر شود.

۸۸۷- ۲ mL اسید نیتریک غلیظ و ۱ mL HClO_4 ۶۰٪ به بشرها اضافه کنید.

۸۸۸- بشرها را بر روی اجاق با دمای 400°C قرار داده تا فیوم های پرکلریک اسید ظاهر شوند.

۸۸۹- شیشه ساعت را برداشته و با آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۸۹۰- بشرها را بر روی اجاق با دمای 400°C قرار داده و اجازه دهید تا مرز خشک شدن پیش برود.

۸۹۱- بشرها را خنک کرده و باقیمانده محتوی آن را در ۵ mL اسید هیدروکلریک ۵٪ حل کنید.

۸۹۲- مقدار مشخصی از محلول را به یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال دهید.

۸۹۳- محلول را با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- مقادیر مشخصی از محلول استوک کالیبراسیون را که گستره ی ۰ تا ۵۰۰ میکرو گرم کلسیم را در هر نمونه پوشش دهد به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال داده با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم برسانید.
- استانداردها را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).
- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (میزان جذب در برابر غلظت محلول برحسب $\mu\text{g/mL}$).
- یک استاندارد کاربردی را برای هر ۱۰ نمونه به جهت چک کردن انحراف دستگاهی آنالیز کنید
- به جهت بررسی میزان انحراف دستگاهی، میزان بازیافت را توسط حداقل ۱ شاهد Spike شده به ازای هر ۱۰ نمونه چک کنید.

اندازه گیری:

- ۵- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی را بر اساس توصیه سازنده و تحت شرایط زیر تنظیم کنید.
- آنالیت (ماده مورد تجزیه): کلسیم
- محلول نهایی: ۱۰۰ میلی لیتر، اسید هیدروکلریک ۵٪، سزیم ($1000 \mu\text{g/mL}$) و لانتانیم ($1000 \mu\text{g/mL}$)

- طول موج: ۴۲۲/۷ نانومتر

- شرایط کوره: هوا - استیلن

۶۹۶- نمونه ها و استانداردها را تزریق کرده و میزان جذب آنها را قرائت کنید.

نکته: اگر میزان جذب نمونه بالاتر از گستره خطی منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید هیدروکلریک ۵٪ و مقدار مناسبی از محلول سزیم و لانتانیم (۵۰ mg/mL) رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها: یونیزاسیون شعله در اثر حضور فلزاتی از قبیل Li، K، Na و mg را می توان با استفاده از سزیم (۱۰۰۰ µg/mL) کنترل کرد. در صورت وجود AL، Si یا H₃PO₄ استفاده از لانتانیم ۱٪ (وزنی) ضروری است.

محاسبات:

۴۹۳- با استفاده میزان جذب قرائت شده، غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی و شاهد را از منحنی کالیبراسیون محاسبه کنید.

۴۹۴- غلظت سنگ آهک در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$C = \frac{(C_s V_s - C_b V_b)}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

$C =$ غلظت سنگ آهک بر حسب mg/m^3

$C_s =$ غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی بر حسب $\mu\text{g/mL}$

$C_b =$ غلظت کلسیم 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

$V =$ حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

سنگ مرمر	marble
فرمول شیمیایی: $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$	CAS: 471-34-1
وزن مولکولی: ۱۰۰/۰۹	RTECS: EV9580000
اسامی مترادف: سنگ آهک؛ بی کربنات کلسیم	
ویژگی ها (کلسیم): فلز نرم فعال؛ ۲ ظرفیتی؛ نقطه ذوب 848°C	
حدمجاز:	OSHA: 15 mg/m ³ (total), 5 mg/m ³ (respirable)
	NIOSH: 10 mg/m ³ (total), 5 mg/m ³ (respirable)
	ACGIH: 10 mg/m ³
احتیاطات ویژه:	
هضم توسط اسید پرکلریک را توسط هود مخصوص آن انجام دهید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۱۶۶۳- اسید نیتریک غلیظ	
۱۶۶۴- اسید هیدروکلریک غلیظ	
۱۶۶۵- اسید هیدروکلریک ۵٪ حجمی؛ ۵۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ را به ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و با آب مقطر به حجم برسانید.	
۱۶۶۶- محلول استوک کالبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL کلسیم؛ ۲/۴۹۸ گرم CaCO_3 خشک شده را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک حل کرده و با آب مقطر به حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۶۶۷- محلول سزیم، ۵۰ mg/mL؛ ۷۳/۴ گرم نیترات سزیم را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۶۶۸- محلول لانتانیم، ۵۰ mg/mL؛ ۱۵۶ گرم $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید.	

۱۶۶۹- آب مقطر دیونیزه

۱۶۷۰- هوای تصفیه شده

۱۶۷۱- استیلن

۱۶۷۲- پرکلریک اسید ۶۰٪ (وزنی/حجمی)

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۰۹۵- نمونه بردار: فیلتر غشایی استرسلولز، ۳۷ میلی متری با پور سایز ۰/۸ میکرون، در هولدر فیلتر کاست.

۲۰۹۶- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1-3 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف

۲۰۹۷- دستگاه اسپکتروفوتومتر جذب اتمی، با کوره هوا - استیلن و لامپ هالوکاند کلسیم

۲۰۹۸- رگلاتور ۲ مرحله ای برای هوا و استیلن

۲۰۹۹- بشر فیلپس ۱۲۵ میلی لیتری، یا گریفین ۵۰ میلی لیتری؛ به همراه پوشش شیشه ساعت

۲۱۰۰- بالن ژوژه ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری

۲۱۰۱- میکروبیپت ۵ تا ۵۰۰ میکرولیتری

۲۱۰۲- اجاق با دمای سطح ۱۴۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از تجهیزات شیشه ای آنها را با اسید نیتریک غلیظ و سپس با آب مقطر

بشوئید.

نمونه برداری:

۱۱۹۵- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۹۶- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1-3 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای

۲۰ تا ۴۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر

جمع شود.

آماده سازی:

۸۹۴- فیلتر کاست ها را باز کرده و فیلترهای نمونه و شاهد را به بشرهای جداگانه ای منتقل کنید.

۸۹۵- ۵ mL اسید نیتریک غلیظ به هر کدام از بشر ها اضافه کرده و دهانه بشر را با شیشه ساعت

پوشانید.

۸۹۶- بشرها را بر روی اجاق با دمای $^{\circ}\text{C } 140$ قرار داده تا بخش بیشتر اسید تبخیر شود.

۸۹۷- 2 mL اسید نیتریک غلیظ و 1 mL HClO_4 ۶۰٪ به بشرها اضافه کنید.

۸۹۸- بشرها را بر روی اجاق با دمای $^{\circ}\text{C } 400$ قرار داده تا فیوم های پرکلریک اسید ظاهر شوند.

۸۹۹- شیشه ساعت را برداشته و با آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۹۰۰- بشرها را بر روی اجاق با دمای $^{\circ}\text{C } 400$ قرار داده و اجازه دهید تا مرز خشک شدن پیش

برود.

۹۰۱- بشرها را خنک کرده و باقیمانده محتوی آن را در 5 mL اسید هیدروکلریک ۵٪ حل کنید.

۹۰۲- مقدار مشخصی از محلول را به یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی 2 mL محلول سزیم

(50 mg/mL) و 2 mL محلول لانتانیم (50 mg/mL) انتقال دهید.

۹۰۳- محلول را با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- مقادیر مشخصی از محلول استوک کالیبراسیون را که گستره ی ۰ تا ۵۰۰ میکرو گرم

کلسیم را در هر نمونه پوشش دهد به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی 2 mL محلول سزیم

(50 mg/mL) و 2 mL محلول لانتانیم (50 mg/mL) انتقال داده با اسید هیدروکلریک

۵٪ به حجم برسانید.

- استانداردها را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).

- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (میزان جذب در برابر غلظت محلول برحسب $\mu\text{g/mL}$).

- یک استاندارد کاربردی را برای هر ۱۰ نمونه به جهت چک کردن انحراف دستگاهی آنالیز

کنید

- به جهت بررسی میزان انحراف دستگاهی، میزان بازیافت را توسط حداقل ۱ شاهد Spike

شده به ازای هر ۱۰ نمونه چک کنید.

اندازه گیری:

۶- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی را بر اساس توصیه سازنده و تحت شرایط زیر تنظیم

کنید.

- آنالیت (ماده مورد تجزیه): کلسیم - محلول نهایی: ۱۰۰ میلی لیتر، اسید هیدروکلریک ۵٪، سزیم (۱۰۰۰ µg/mL) و لانتانیم (۱۰۰۰ µg/mL) - طول موج: ۴۲۲/۷ نانومتر - شرایط کوره: هوا - استیلن ۶۹۷- نمونه ها و استانداردها را تزریق کرده و میزان جذب آنها را قرائت کنید. نکته: اگر میزان جذب نمونه بالاتر از گستره خطی منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید هیدروکلریک ۵٪ و مقدار مناسبی از محلول سزیم و لانتانیم (۵۰ mg/mL) رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.	مداخله گر ها: یونیزاسیون شعله در اثر حضور فلزاتی از قبیل Li، K، Na و mg را می توان با استفاده از سزیم (۱۰۰۰ µg/mL) کنترل کرد. در صورت وجود AL، Si یا H₃PO₄ استفاده از لانتانیم ۱٪ (وزنی) ضروری است.
محاسبات: ۴۹۵- با استفاده میزان جذب قرائت شده، غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی و شاهد را از منحنی کالیبراسیون محاسبه کنید. ۴۹۶- غلظت سنگ مرمر در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید: $C = \frac{(C_s V_s - C_b V_b)}{V}, \text{ mg/m}^3$ که در این رابطه: C = غلظت سنگ مرمر بر حسب mg/m^3 C_s = غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی بر حسب $\mu\text{g/mL}$ C_b = غلظت کلسیم 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 V = حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر	

caustic soda	سود سوزآور
1310-73-2 :CAS	فرمول شیمیایی: NaOH
WB490000 : RTECS	وزن مولکولی: ۴۰
	اسامی مترادف: هیدروکسید سدیم
	ویژگی ها: جامد و آنروسل سوزش آور، رطوبت گیر
OSHA: 2 mg/m ³	حدمجاز:
NIOSH: 2 mg/m ³ /15 min C; Group I Pesticide	ACGIH: 2 mg/m ³ C
	احتیاطات ویژه:
	محلول های سود سوزآور دارای اثر خوردندگی بر روی بافت بدن هستند. با دقت با آنها کار کنید.
	مواد و محلولهای لازم:
	۱۶۷۳- کربنات سدیم، با خلوص استاندارد اولیه
	۱۶۷۴- محلول استوک اسید هیدروکلریک، ۰/۱ نرمال ؛ با استاندارد اولیه کربنات سدیم همگون شده است.
	۱۶۷۵- اسید هیدروکلریک، ۰/۰۱ نرمال ؛ ۱۰ میلی لیتر محلول استوک اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال را در بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری با آب مقطر به حجم برسانید.
	۱۶۷۶- آب مقطر دیونیزه، عاری از CO ₂ ، جوشیده شده و سپس با نیتروژن خنک شده است.
	۱۶۷۷- نیتروژن فشرده
	۱۶۷۸- سود سوزآور ۵۰٪ (وزنی/حجمی)؛ ۵۰ گرم سود سوزآور را در آب مقطر عاری از CO ₂ حل کرده و حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.
	۱۶۷۹- محلول استوک سود سوزآور، ۰/۱ نرمال؛ ۸ میلی لیتر سود سوزآور ۵۰٪ را با آب مقطر عاری از CO ₂ به حجم ۱ لیتر برسانید.
	۱۶۸۰- محلول استاندارد کاربردی سود سوزآور، ۰/۰۱ نرمال؛ ۱۰ میلی لیتر محلول استوک سود

سوزآور ۰/۱ نرمال را با آب مقطر عاری از CO₂ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید

۱۶۸۱- محلول بافر استاندارد، با PH ۴ و ۷

۱۶۸۲-

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۱۰۳- نمونه بردار: فیلتر غشایی PTFE، ۳۷ میلی متری با پور سایز ۱ میکرون (Millipore،

Fluoropore یا انواع مشابه)، با پد پشتیبان سلولزی، در هولدر فیلتر کاست.

۲۱۰۴- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۴ L/min - ۱، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف

۲۱۰۵- PH سنج به همراه الکتروود PH و ثبت کننده

۲۱۰۶- ظرف تیتراسیون؛ بشر یا بالن ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی لیتری، به همراه پوششی که دارای

دریچه ای برای الکتروود PH و همچنین ورودی و خروجی N₂ است

۲۱۰۷- همزن مغناطیسی

۲۱۰۸- میله شیشه ای، با قطر ۵ mm و طول ۱۰ cm، جهت نگه داشتن فیلتر در زیر سطح مایع

در ظرف تیتراسیون

۲۱۰۹- پیپت ۵ و ۱۰ میلی لیتری

۲۱۱۰- بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۲۱۱۱- بورت ۵۰ میلی لیتری با درجه بندی ۰/۱ میلی لیتری

۲۱۱۲- انبرک

نمونه برداری:

۱۱۹۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک

نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۱۹۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۴ L/min - ۱ برای عبور حجم هوای

۷۰ تا ۱۰۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر

جمع شود.

آماده سازی:

۹۰۴- توسط انبرک فیلتر نمونه را به ظرف تیتراسیون منتقل کنید. توجه کنید که سطح روی فیلتر

به سمت پایین باشد.

۹۰۵- به جهت اینکه در زمان آنالیز فیلتر در زیر سطح مایع قرار گیرد، انتهای میله شیشه ای را بر مرکز فیلتر قرار دهید تا آن را نگه دارد.

۹۰۶- ظرف تیتراسیون را بپوشانید. ۵ mL اسید هیدروکلریک ۰/۰۱ نرمال را به ظرف تیتراسیون اضافه کنید. ظرف تیتراسیون را در همزن مغناطیسی قرار داده و پاکسازی توسط N_2 (۰/۱ L/min) را شروع کنید.

۹۰۷- اجازه دهید ظرف تیتراسیون به مدت ۱۵ دقیقه در همزن بماند.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- PH سنج را توسط محلول های بافر (با PH مساوی ۴ و ۷) کالیبره کنید.
- مقادیری از محلول استوک اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال را با کربنات سدیم همگون کنید.
- ۳ تا ۵ گرم استاندارد اولیه کربنات سدیم به مدت ۴ ساعت در دمای $250^{\circ}C$ خشک کنید. سپس آن را در دسیکاتور خنک کنید.
- ۲/۵ گرم کربنات سدیم را در ۱ لیتر آب مقطر عاری از CO_2 حل کرده و تا کربنات سدیم ۰/۰۵ نرمال بدست آید.
- ۵ میلی لیتر محلول کربنات سدیم ۰/۰۵ نرمال را به ظرف تیتراسیون انتقال دهید و تیتراسیون را شروع کرده و تا رسیدن به PH ۵ ادامه دهید.
- الکترودهای PH را خارج کرده و آن را به داخل ظرف تیتراسیون بشوئید. برای حذف CO_2 محلول، به مدت ۳ تا ۵ دقیقه N_2 را به محتوی ظرف تیتراسیون وارد کنید.
- تیتراسیون را تا نقطه عطف ادامه دهید.
- نرمالیه محلول استوک اسید هیدروکلریک را از طریق رابطه زیر محاسبه کنید:

$$N_{HCl} = \frac{(mL Na_2CO_3 \text{ مورد استفاده در تیتراسیون}) (g Na_2CO_3 \text{ توزین شده})}{(52.99) (mL HCl \text{ استفاده شده})}$$

- محلول استاندارد کاربردی سود سوزآور ۰/۰۱ نرمال را با محلول همگون اسید هیدروکلریک، استاندارد (همگون) کنید. این کار بر اساس مرحله ۲ کالیبراسیون انجام دهید، با این تفاوت که محلول استوک اسید هیدروکلریک همگون را با محلول کربنات سدیم (Na_2CO_3) و محلول سود سوزآور ۰/۰۱ نرمال را با محلول اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال جایگزین کنید. نرمالیه محلول تیتراسیون سود سوزآور را از طریق رابطه زیر محاسبه کنید.

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{(N_{\text{HCl}})(\text{mL HCl used})}{\text{mL NaOH used}}$$

- حداقل سه شاهد spike شده را به منظور بررسی میزان بازیافت در گستره مورد نظر برای نمونه های اصلی آماده کنید.

اندازه گیری:

- ۱- اسید هیدروکلریک مازاد موجود در نمونه اصلی، شاهد و نمونه های spike شده را با محلول سود سوزآور استاندارد شده (همگون) تیتراسیون معکوس کنید. همزمان با آن پاکسازی توسط نیتروژن را انجام دهید.
- ۲- همزمان با تیتراسیون، PH سنج را نیز نگاه کنید. نقطه پایانی را تعیین کنید (میلی لیتر سود سوزآور ۰/۰۱ نرمال مورد استفاده).

مداخله گرها: دی اکسید کربن موجود در هوا ممکن است بر روی فیلتر با مواد قلیایی واکنش داده و کربنات ها را شکل دهد، اما به هنگام تیتراسیون تداخل ایجاد نمی کند. کربنات ها می توانند تداخل مثبت ایجاد کنند. ذرات اسیدی می توانند نمونه را خنثی نموده و تداخل منفی داشته باشند.

محاسبات:

۴۹۷- غلظت سود سوزآور در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$C = \frac{(V_{\text{NaOH}-b} - V_{\text{NaOH}-s}) \cdot N \times 40 \times 10^3}{V}$$

که در این رابطه:

$$C = \text{غلظت سود سوزآور بر حسب } \text{mg/m}^3$$

$$V_{\text{NaOH-b}} = \text{حجم سود سوزآور در تیتراسیون نمونه شاهد بر حسب میلی لیتر}$$

$$V_{\text{NaOH-s}} = \text{حجم سود سوزآور در تیتراسیون نمونه اصلی بر حسب میلی لیتر}$$

$$N = \text{نرمالیه محلول تیتراسیون سود سوزآور}$$

$$40 = \text{وزن مولکولی سود سوزآور}$$

$$V = \text{حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر}$$

crystalline silica	سیلیس کریستالی
CAS: 14808-60-7 (کوارتز) 14464-46-1 (کریستوبالیت) 15468-32-3 (تریدیمیت) RTECS: VV7330000 (کوارتز) VV7325000 (کریستوبالیت) VV7335000 (تریدیمیت)	فرمول شیمیایی: SiO_2 وزن مولکولی: ۶۰/۰۸ اسامی مترادف: - ویژگی ها: جامد؛ دانسیته $2/65 \text{ g/cm}^3$؛ دمای تبدیل اجزای سیلیس کریستالی به یکدیگر: کوارتز به تریدیمیت 867°C؛ تریدیمیت به کریستوبالیت 1470°C
حدمجاز: OSHA: quartz (respirable) $10 \text{ mg/m}^3 / (\% \text{SiO}_2 + 2)$ cristobalite and tridymite (respirable) $\frac{1}{2}$ the $10 \text{ mg/m}^3 / (\% \text{SiO}_2 + 2)$ NIOSH: 0.05 mg/m^3; carcinogens ACGIH: quartz (respirable) 0.1 mg/m^3, cristobalite & tridymite (respirable) 0.05 mg/m^3	
احتیاطات ویژه: از استنشاق ذرات سیلیس اجتناب کنید. برای جلوگیری از تماس پوستی با اسیدها از پوشش حفاظتی مناسب استفاده کنید. اسید هیدروفلوریک شیشه را حل می کند. برای کلیه محلول های حاوی اسید هیدروفلوریک از ظروف آزمایشگاهی پلاستیکی استفاده کنید. اسیدهای غلیظ خورنده هستند.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۸۳- استاندارد های سیلیس (کوارتز، کریستوبالیت و تریدیمیت) ۱۶۸۴- اسید فلئوریدریک ۴۸٪ (HF) ۱۶۸۵- اسید ارتوفسفریک ۸۵٪ (H_3PO_4) ۱۶۸۶- آب خالص و عاری از سیلیس (باید آب دیونیزه بوده و در ظروف پلی اتیلنی نگهداری شود) ۱۶۸۷- اسید کلریدریک ۱۰:۱ حجمی (HCl)	

۱۶۸۸- اسید سولفوریک ۱۰ نرمال (H_2SO_4)

۱۶۸۹- اسید نیتریک غلیظ (HNO_3)

۱۶۹۰- اسید پرکلریک (در صورتیکه نمونه برداری از سیلیس با فیلتر PVC انجام شود، از پرکلریک اسید استفاده می شود)

۱۶۹۱- 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.

۱۶۹۲- معرف مولیدات: ۵۰ گرم آمونیوم مولیدات 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.

۱۶۹۳- 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.

۱۶۹۴- استاندارد استوک سیلیس؛ 0.5 mg/mL ؛ ۲۵۰ میلی گرم کوارتز را در ۱۰ میلی لیتر اسید هیدروفلوئوریک ۴۸٪ حل کرده و با آب خالص فاقد سیلیکا به حجم ۵۰۰ میلی لیتر برسانید. محلول را در ظروف پلی اتیلنی نگهداری کنید. محلول پایدار است.

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۱۱۳- 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.

۲۱۱۴- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۲/۲ L/min برای سیکلون HD و دبی ۱/۷ L/min برای سیکلون نایلونی

۲۱۱۵- هیتز؛ ۵۵۰ وات، ۱۱۵ ولتی، از نوع RH

۲۱۱۶- کروномتر

۲۱۱۷- بشر فیلیپس؛ ۲۵۰ میلی لیتری از جنس شیشه بوروسیلیکات

۲۱۱۸- دستگاه فیلتراسیون؛ به همراه فیلتر غشایی MCE با خلل و فرج ۰/۴۵ میکرون و قطر ۴۷ میلی متر، و کیف فیلتر

۲۱۱۹- بورت پلی پروپیلنی ۱۰ میلی لیتری

۲۱۲۰- حمام آب گرم با دمای °C ۴۰

۲۱۲۱- دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۲۰ nm تا ۸۲۰ nm و کووت ۱ سانتی متری

۲۱۲۲- هات پلیت؛ تا دمای °C ۱۵۰

۲۱۲۳- سیلندر یا پیپت مدرج، ۱۰ و ۲۵ میلی لیتری

۲۱۲۴- سیلندر یا پیپت مدرج پلی اتیلنی، ۵ و ۲۵ میلی لیتری

نمونه برداری:

۱۱۹۹- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۲۰۰- نمونه برداری را در دبی مشخص بین ۵ L/min $\pm$ ۱/۷ (هنگام استفاده از سیکلون نایلونی) یا ۵ L/min $\pm$ ۲/۲ (هنگام استفاده از سیکلون HD) برای عبور حجم هوای ۴۰۰ تا ۸۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گرد و غبار بر روی فیلتر جمع آوری شود.

آماده سازی:

۹۰۸- 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.

۹۰۹- 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.

۹۱۰- ۲۵ میلی لیتر اسید فسفریک ۸۵٪ را به بشر اضافه کنید. بر روی بشر یک قیف به صورت وارونه قرار دهید، آنچنان که لبه های قیف بر روی دیواره بشر قرار بگیرد.

۹۱۱- 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.

۹۱۲- بشر را از روی اجاق برداشته و به مدت ۱ دقیقه تکان دهید، بعد از خنک کردن بشر ۱۲۵ میلی لیتر آب دیونیزه گرم ($60-70^\circ\text{C}$) به آن اضافه کرده و تکان دهید تا کاملاً مخلوط شود.

۹۱۳- نمونه را با یک فیلتر ۴۷ میلی لیتری صاف کرده، سپس با اسید کلریدریک ۱۰:۱ شستشو دهید.

۹۱۴- فیلتر ۴۷ میلی متری را در ته یک ظرف پلی اتیلنی ۱۵۰ میلی لیتری قرار داده و ۰/۵ میلی لیتر اسید فلئوریدریک 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.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۹۲- تهیه محلول استاندارد مادر سیلیس ($0/5 \text{ mg/mL}$)؛ با حل کردن ۲۵۰ میلی گرم کوارتز در ۱۰ میلی لیتر اسید فلئوریدریک ۴۸٪ و رساندن آن به حجم ۵۰۰ میلی لیتر توسط آب دیونیزه تهیه می گردد.

۶۹۳- تهیه محلول های استاندارد کاربردی:

a- با حل کردن ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ میلی لیتر از محلول استاندارد مادر سیلیس در بالن

ژوژه های پلی اتیلنی ۲۵ میلی لیتری و به حجم رساندن آنها، محلول های استاندارد کاربردی تهیه می گردد.

b- به محلول های فوق ۵۰ میلی لیتر محلول اسید بوریک ۵٪ اضافه کرده و پس از به هم زدن، در حمام آب گرم با دمای 40°C به مدت ۱۰ دقیقه قرار گیرد.

c- 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.

d- 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 420 nm 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 820 nm گذاشته و بعد از صفر کردن دستگاه با آب دیونیزه مقدار جذب نمونه را قرائت کنید.

e- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید

اندازه گیری:

۶۹۸- ۲۵ میلی لیتر آب فاقد سیلیکا را در ظروف پلی اتیلنی به نمونه ها اضافه کنید.

۶۹۹- ۵۰ میلی لیتر محلول اسید بوریک ۵٪ اضافه کرده و پس از به هم زدن، در حمام آب گرم با دمای 40°C به مدت ۱۰ دقیقه قرار گیرد.

۷۰۰- 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.

۷۰۱- 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 420 nm 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 ۸۲۰ nm گذاشته و بعد از صفر کردن دستگاه با آب دیونیزه مقدار جذب نمونه را قرائت کنید.

۷۰۲- میزان جذب نمونه ها (A) و جذب شاهد ها (B) را ثبت کنید.

مداخله گرها: هر ترکیب حاوی سیلیکون که در اسیدفلوئوریدریک قابل انحلال باشد می تواند تداخل مثبت ایجاد کند.

محاسبات:

۴۹۸- 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.

۴۹۹- 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

شیشه الیافی	fibrous glass
ویژگی ها: جامد؛ فیبری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکینولیت؛ فرو آکینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ شیشه الیافی آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ الیاف آزبست	
حدمجاز: OSHA: Fiber / cc ۰/۱ برای شیشه الیافی باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: Fiber / cc ۰/۱ برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: Fiber / cc ۰/۱ برای شیشه الیافی باطول بزرگتر از ۵ میکرون	
احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۹۵- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۶۹۶- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی	
وسایل و تجهیزات لازم: ۸- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری شیشه الیافی، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فازکنتراست (PCM) با بزرگنمایی ۴۵۰-۴۰۰ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی	

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۲۳- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\\Tescan

۲۴- میکروپیت یا سرنگ همیکرولتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکرولیتری

نمونه برداری:

۱۲۰۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۲۰۲- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و بر چسب گذاری کنید.

۱۲۰۳- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۲۰۴- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ی ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۲۰۵- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی 0.5 L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۲۰۶- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۹۱۵- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از $2/5$ میلی گرم باشد نمونه فاقد اعتبار است) و به یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. آنگاه ۳-۴ 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.

۹۱۶- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شود.

۹۱۷- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۹۱۸- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۹۱۹- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۹۲۰- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۹۲۱- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۹۲۲- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۹۲۳- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۹۴- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_r(X) \leq 2/77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_r برابر $S_r/2$ می باشد. S_r انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا ئیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید در برابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ در ارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۲۲- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده بر قرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فاز کنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
- دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
- کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
- صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
 - با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
 - دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
 - یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نمایم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
 - سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۲۳- شمارش شیشه الیافی
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل ، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
- نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
- نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
- نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
- نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
- نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرفنظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.

۲۴- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

۱۵- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber/mm}^2) = \frac{(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b})}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمرده شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.0785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۱۶- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

فورمونیتریل	formonitrile
فرمول شیمیایی: HCN	CAS: 74-90-8
وزن مولکولی: ۲۷/۰۳	RTECS: MW6825000
اسامی مترادف: هیدروسیانیک اسید؛ پروسیک اسید؛ هیدروژن سیاناید ویژگی ها: گاز؛ نقطه جوش °C ۲۶؛ نقطه ذوب °C ۴۲-؛ فشار بخار mmHg ۶۲۰ در °C ۲۰؛ چگالی بخار ۰/۹۴ (air=1)	
حدمجاز:	OSHA: 11 mg/m³ (skin) ; 5 mg/m³ (skin, as CN⁻) NIOSH: 5 mg/m³/10 min C (as CN⁻) ACGIH: 11 mg/m³ C (skin); 5 mg/m³ (skin, as CN⁻)
احتیاطات ویژه: فورمونیتریل و ذرات سیاناید در صورت مواجهه تنفسی، پوستی یا گوارشی می توانند کشنده باشند. فقط در زیر هود با آن کار کنید. آمیل نیتريت در برابر سمیت سیاناید به عنوان پادزهر عمل می کند.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۶۹۷- آب مقطر دیونیزه ۱۶۹۸- پتاسیم سیاناید ۱۶۹۹- محلول استوک کالیبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL یون CN⁻؛ ۰/۲۵ گرم پتاسیم سیاناید (KCN) را با هیدروکسید پتاسیم (KOH) ۰/۱ نرمال به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید. حداقل ۱ هفته در ظرف پلی اتیلنی پایدار است. ۱۷۰۰- هیدروکسید پتاسیم (KOH)، ۰/۱ نرمال؛ ۵/۶ گرم هیدروکسید پتاسیم را با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر برسانید. ۱۷۰۱- کاغذ استات سرب ۱۷۰۲- کربنات کادمیوم (در صورت وجود سولفید) ۱۷۰۳- هیدروژن پیروکسید ۳۰٪ (در صورت وجود سولفید) ۱۷۰۴- سولفیت سدیم ۱ مولار (در صورت وجود سولفید)	

وسایل و تجهیزات لازم:

- ۲۱۲۵- نمونه بردار: فیلتر غشایی پلی وینیل کلراید (PVC)؛ ۳۷ میلی متری، با پورسایز ۰/۸ میکرون، با نگهدارنده فیلتر دو قسمتی؛ به دنبال آن یک بابلر شیشه ای میدجت حاوی ۱۵ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال تعبیه شده است.
- ۲۱۲۶- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1 - 0.5 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف
- ۲۱۲۷- ویال های پلی اتیلنی، ۲۰ میلی لیتری با درپوش پیچ دار پلاستیکی
- ۲۱۲۸- الکتروود یون سیاناید؛ (Orion 94-06 یا انواع مشابه)
- ۲۱۲۹- الکتروود مرجع.
- ۲۱۳۰- PH سنج
- ۲۱۳۱- همزن مغناطیسی
- ۲۱۳۲- پیپت ۰/۰۵، ۲ و ۲۵ میلی لیتری
- ۲۱۳۳- بالن ژوژه ۱۰ میلی لیتری
- ۲۱۳۴- بشر ۵۰ میلی لیتری
- ۲۱۳۵- ترازو آزمایشگاهی، با دقت ۰/۱ میلی گرم

نمونه برداری:

- ۱۲۰۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.
- ۱۲۰۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1 - 0.5 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۱۰ تا ۱۸۰ لیتر انجام دهید.
- نکته: در طول نمونه برداری مراقب باشید بابلر به صورت عمودی قرار گیرد. اجازه ندهید حجم محلول کمتر از ۱۰ میلی لیتر شود.
- ۱۲۰۹- بابلر را جدا کرده، دهانه آن را ببندید، توسط $2 - 1 \text{ mL}$ هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال آب بکشید و آن را به داخل بابلر بریزید.
- ۱۲۱۰- مقدار مشخصی از محتوی بابلر را به یک ویال ۲۰ میلی لیتری منتقل کنید. برای جلوگیری از تلف شدن نمونه در حین انتقال آن به آزمایشگاه درپوش ویال را محکم بسته و دور آن را

با نوار پلاستیکی بیوشانید. ویال ها را برچسب گذاری کنید.

آماده سازی:

- ۹۲۴- فیلتر را از کاست آن به یک جار (jar) آزمایشگاهی ۶۰ میلی لیتری منتقل کنید.
- ۹۲۵- ۲۵ mL هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال را به جار اضافه کنید. در پوش آن را بسته و به مدت ۳۰ دقیقه بگذارید بماند و گهگاهی آن را تکان دهید تا استخراج کامل صورت گیرد. ۲ هفته بعد از استخراج نمونه را آنالیز کنید.
- ۹۲۶- محتوی ظرف را به یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری تخلیه کنید. باقیمانده ظرف را با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال شسته و به بالن ژوژه تخلیه کنید. سپس توسط هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال به حجم برسانید.
- نکته: یون سولفید الکتروود یون سیاناید را آلوده می کند که برگشت ناپذیر است. در صورت وجود یون سولفید در نمونه، باید آن را حذف کرد. وجود یون سولفید را با چکاندن یک قطره از نمونه بر روی کاغذ استات سرب تست کنید. در صورت وجود یون سولفید، کاغذ استات سرب تغییر رنگ می دهد. اگر تست مثبت بود، یون سولفید را با یکی از روش های زیر حذف کنید.
- c- قبل از رقیق سازی نمونه ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه ۱ مولار و ۱ میلی لیتر دی سولفیت سدیم (Na_2SO_3) را به محلول نمونه اضافه کنید.
- d- مقدار کمی از کربنات کادمیوم را به نمونه اضافه کنید. محلول را تکان داده و دوباره با کاغذ استات سرب تست کنید. اگر یون سولفید به طور کامل حذف نشده بود مقدار بیشتری از کربنات کادمیوم را اضافه کنید. از افزودن مقدار زیاد کربنات کادمیوم به محلول نمونه و افزایش زمان تماس آن با محلول اجتناب کنید. زمانی که با چکاندن محلول نمونه تغییر رنگی در کاغذ استات سرب ایجاد نشد، نمونه را توسط یک لایه پشم شیشه در پیست Pasteur فیلتر کنید. اکنون نمونه آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- ۶۹۵- روزانه با حداقل ۶ استاندارد کاربردی که گستره ی ۵۰ تا ۲۰۰۰ میکروگرم یون سیاناید را در هر نمونه پوشش دهد کالیبره کنید. برای این کار مقداری از محلول استوک کالیبراسیون را

با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال رقیق کنید. (به عنوان مثال ۰/۰۵ تا ۲ میلی لیتر محلول استوک کالبراسیون را تا حجم ۲۵ میلی لیتر به حجم برسانید. - استانداردهای کاربردی را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری). - بر روی کاغذ نیمه لگاریتمی منحنی کالبراسیون رسم کنید. به این صورت که در محور لگاریتمی غلظت یون و در محور عمودی mV باشد.	اندازه گیری: ۷۰۳- محلول را به یک بشر ۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. الکتروود یون سیاناید و الکتروود مرجع را به داخل نمونه فرو برده، سپس بشر را در همزن مغناطیسی قرار دهید. ۷۰۴- در حالی که همزن مغناطیسی روشن است، اجازه دهید قرائت ولتاژ ثابت شود، سپس میزان قرائت mV را ثبت کنید. نکته: قرائت ولتاژ یک عملکرد دمایی است. اندازه گیری نمونه ها و استانداردها را در دمای یکسان انجام دهید. نکته: اگر یون های کلراید، یدید و برمید که نمک نامحلول نقره را تشکیل می دهد، به اندازه کافی در محلول موجود باشند، عملکرد الکتروود یون سیاناید دچار اختلال می شود. همچنین بسیاری از یون های فلزی از قبیل کادمیوم، روی، نقره، نیکل، آهن و جیوه با سیاناید ترکیب می شوند.
مداخله گر ها: سولفید، کلرید، یدید، برمید، کادمیوم، روی، نقره، نیکل، آهن و جیوه ایجاد تداخل می کنند. در حضور رطوبت، برخی از ذرات سیاناید، فورمونیتریل را آزاد می کنند که در بابلر جمع آوری شود، در حالی که روش قادر نیست فورمونیتریل موجود در هوا را از فورمونیتریلی که به این طریق آزاد شده، تشخیص دهد. به این ترتیب تداخل مثبت ایجاد می شود.	محاسبات: ۵۰۰- محاسبه غلظت ذرات سیاناید (C_p) در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C_p = \frac{W_f - B_f}{V}, \text{mg/m}^3$$

که در این رابطه:

W_f : جرم یون سیاناید موجود در فیلتر نمونه اصلی بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

B_f : جرم یون سیاناید موجود در فیلتر نمونه شاهد بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

۵۰۱- محاسبه غلظت ذرات سیاناید (C_{HCN}) در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C_{HCN} = \frac{(W_b - B_b) \times 1.04}{V}, \text{mg/m}^3$$

که در این رابطه:

W_b : جرم یون سیاناید موجود در بابلر نمونه اصلی بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

B_b : جرم یون سیاناید موجود در بابلر نمونه شاهد بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

crocidolite	کروزیدولیت
	ویژگی ها: جامد؛ فیبری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ الیاف آزبست؛ ترمولیت؛ کروزیدولیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی
	حدمجاز: OSHA: Fiber / cc ۰/۱ برای کروزیدولیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: Fiber / cc ۰/۱ برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: Fiber / cc ۰/۱ برای کروزیدولیت باطول بزرگتر از ۵ میکرون
	احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.
	مواد و محلولهای لازم: ۱۷۰۵- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۷۰۶- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی
	وسایل و تجهیزات لازم: ۹- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسولوزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری کروزیدولیت، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فازکنتراست (PCM) با بزرگنمایی $\times 400-450$ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۲۵- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\Tescan

۲۶- میکروپیت یا سرنگ ۵ میکرولیتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکرولیتری

نمونه برداری:

۱۲۱۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۲۱۲- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و بر چسب گذاری کنید.

۱۲۱۳- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۲۱۴- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۲۱۵- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی ۰/۵ L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۲۱۶- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۹۲۷- 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 ۳-۴ 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.

۹۲۸- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۹۲۹- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۹۳۰- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۹۳۱- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۹۳۲- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۹۳۳- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۹۳۴- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۹۳۵- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۹۶- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_r(X) \geq 2/77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_r برابر $S_r/2$ می باشد. S_r انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا ئیکه شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع پواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید دربرابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ درارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۲۵- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده برقرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فازکنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فازکنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد:
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
 - دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
 - کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
 - صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
 - با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
 - دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
 - یکی از عدسی های چشمی ر ابرداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نمایم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
 - سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۲۶- شمارش کروزیلولیت
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل ، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
- نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
- نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
- نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
- نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
- نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرف نظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.

۲۷- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

۱۷- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber} / \text{mm}^2) = \frac{\left(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b} \right)}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمرده شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.00785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۱۸- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

کریزوتایل	chrysotile
ویژگی ها: جامد؛ فیبری؛ کریستالی؛ ناهمسانگرد اسامی مترادف: آکتنولیت؛ فرو آکتنولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ الیاف آزبست؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ کریزوتایل آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	
حدمجاز: OSHA: ۰/۱ Fiber / cc برای کریزوتایل باطول بزرگتر از ۵ میکرون NIOSH: ۰/۸ Fiber / cc برای الیاف با طول بزرگتر از ۵ میکرون ACGIH: ۰/۱ Fiber / cc برای کریزوتایل باطول بزرگتر از ۵ میکرون	
احتیاطات ویژه: استون به شدت قابل اشتعال است. مراقب باشید که مشتعل نشود. حرارت دادن به استون باید در زیر هود دارای تهویه مناسب و توسط منبع حرارتی بدون شعله و جرقه صورت گیرد.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۷۰۷- استون؛ خلوص آزمایشگاهی ۱۷۰۸- تری استین (گلیسرول تری استات)؛ خلوص آزمایشگاهی	
وسایل و تجهیزات لازم: ۱۰- نمونه بردار: فیلتر غشایی مخلوط استرسلولزی (MCE): نوع میلی پور AA، پورسایز ۰/۴۵ میکرون و قطر ۲۵ میلی متر، قطعه میانی به طول ۵۰ میلی متر ویژه نمونه برداری کریزوتایل، در پوش پلاستیکی اوریفیس (پلاگ) ۲- پمپ نمونه برداری فردی به همراه لوله های قابل انعطاف ۳- میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) با بزرگنمایی $\times 450 - 400$ ۴- گراتیکول والتون - بکت نوع G-۲۲ ۵- میکرومتر ۶- اسلاید های شیشه ای میکروسکوپ ۷- قیچی، انبرک، پنس، لاک بیرنگ و سرنگ یک سانتیمتر مکعبی	

۸- دستگاه تبخیر کننده استن جهت شفاف کردن فیلتر

۲۷- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega\\Tescan

۲۸- میکروپیت یا سرنگ همیکرولیتری و ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکرولیتری

نمونه برداری:

۱۲۱۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۲۱۸- یک فیلتر غشایی استرسلولزی (MCE) وزن نشده را روی پد حمایتی سلولزی درون کاست ۲۵ میلی متری قرار داده و قطعه میانی را روی آن سوار نموده و برچسب گذاری کنید.

۱۲۱۹- یک لوله قابل انعطاف را از یک طرف به پمپ و از طرف دیگر به کاست وصل نمایید.
۱۲۲۰- در پوش های پلاستیکی و بخش ورودی را از کاست جدا کنید. کاست را که قسمت ورودی آن برداشته شده و Open-facing به طرف پایین قرار گرفته است، در محدوده ی ۲۰۰ میلی متری گونه کارگر در ناحیه تنفسی (استخوان کتف) قرار داده و پمپ فردی را به کمر بند کارگر وصل نمایید.

۱۲۲۱- پمپ را روشن کرده، نمونه برداری را در دبی 0.5 L/min انجام داده و زمان را ثبت نمایید. پس از مدت زمان معین پمپ را خاموش نموده و زمان پایان نمونه برداری ثبت کنید.

۱۲۲۲- کاست را از پمپ برداشته و در پوش ها و بخش ورودی را روی کاست قرار دهید، نمونه را شماره گذاری و جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل کنید.

آماده سازی:

هدف از آماده سازی نمونه ، تهیه نمونه ای با زمینه یکنواخت برای شمارش است. روش کار برای آماده سازی نمونه مطابق دستورالعمل زیر می باشد

۹۳۶- نمونه را وزن کرده (اگر وزن SiO_2 جمع آوری شده توسط فیلتر بیش از $2/5$ میلی گرم باشد نمونه فاقد اعتبار است) و به یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. آنگاه ۳-۴ 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.

۹۳۷- به کمک یک قیچی نیمی از فیلتر ۲۵ میلی متری به آرامی برش داده شد.

۹۳۸- با استفاده از انبرک قسمتی از فیلتر را گرفته و روی یک اسلاید میکروسکوپی بر چسب گذاری شده و تمیز قرار دهید.

۹۳۹- لام حاوی فیلتر را روی سکوی اسلاید زیر لوله خروجی دستگاه تبخیر کننده استونی قرار دهید.

۹۴۰- تقریباً ۰/۲ میلی لیتر استن از طریق سرنگ کشیده و به طور یکنواخت به داخل فضای تعبیه شده دستگاه تزریق کنید. بعد از اینکه تخلیه بخار استن رخ داد، سرنگ را بیرون بکشید.

۹۴۱- لام را از روی دستگاه برداشته و فیلتر از حالت سفید به بی رنگ تغییر می کند. فیلتر اکنون شفاف شده است. در صورت عدم شفافیت یا شفافیت جزئی فرآیند بالا را دوباره تکرار کنید.

۹۴۲- پس از شفاف شدن فیلتر یک قطره (۳ الی ۳/۵ میلی لیتر) تری استین با استفاده از سرنگ یک سانتیمتر مکعبی بر روی فیلتر بریزید. این امر موجب می شود که ضریب انعکاس افزایش یابد. باید دقت شود که از تشکیل حباب و فشار فزاینده و حرکت شیشه جلوگیری به عمل آید.

۹۴۳- لام را روی فیلتر قرار داده و با کمک چسبندگی لاک ناخن بی رنگ گوشه های لام را روی لام فیکس نمایید.

۹۴۴- حداقل ۱۵ دقیقه منتظر بمانید. اکنون فیلتر آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۹۷- شمارش های مجدد توسط همان شمارشگر روی ۱۰٪ فیلترهای شمارش شده انجام گیرد. (اسلاید ها توسط شخص دیگر به غیر از فرد شمارنده بر چسب گذاری شود). آزمون ذیل را برای تعیین اینکه آیا جفت شمارش ها توسط همان فرد روی همان فیلتری که بواسطه تورش ممکن است، برگشت داده شود، استفاده نمایید. اگر مقدار مطلق تفاوت میان ریشه های مربع دو شمارش از $S_F(X) \geq 2/77$ تجاوز نماید، نمونه دور انداخته می شود. که X میانگین ریشه های مربع دو شمارش لیف است و S_F برابر $S_F/2$ می باشد. S_F انحراف معیار

نسبی داخلی شمارنده برای محدوده مناسب شمارش می باشد.

نکته: از آنجا که شمارش الیاف، اندازه گیری تصادفی الیافی است که ممکن است توسط توزیع بواسن بیان شوند، از تبدیل ریشه مربع داده های شمارش الیاف، به طور تقریبی داده های توزیع شده نرمال، بدست خواهد داد

نکته: اگر یک جفت شمارش ها با این آزمون برگشت داده شود، نمونه های باقیمانده دوباره شمارش می شود و شمارش های جدید در برابر شمارش های اول تست می شود. تمامی شمارش های برگشت داده شده دور انداخته می شود. برای نمونه های شاهد این آزمون های آماری مورد نیاز نیست.

نکته: تحلیل گر، بخش حیاتی این روش تجزیه ای است. مراقبت ها و دقت هایی باید برای فراهم نمودن محیطی بدور از استرس و راحت برای شمارش الیاف فراهم شود. صندلی مورد استفاده می بایست ارگونومیکی باشد. عدسی چشمی میکروسکوپ در ارتفاع مناسب دید مورد استفاده قرار گیرد. روشنایی خارجی در تراز مشابه روشنایی میکروسکوپ به منظور کاهش خستگی چشمی باید تنظیم گردد. علاوه بر آن فرد شمارنده باید برای کاهش خستگی بعد از یک یا دو ساعت کار ۱۰ تا ۲۰ دقیقه استراحت نماید. در طی این استراحت تمرینات چشمی و اندام فوقانی باید برای کاهش فشار انجام گیرد.

اندازه گیری:

- ۲۸- شرایط Contrast phase را با توجه با دستورالعمل کاتالوگ سازنده بر قرار کنید که تقریباً در تمام میکروسکوپ های فاز کنتراست مشابه است. شرایط ایجاد تباین فاز در میکروسکوپ نوری فاز کنتراست (PCM) طبق مراحل زیر می باشد :
- اسلاید را روی میکروسکوپ کالیبره شده در زیر عدسی شیئی قرار می دهیم و با پیچ تنظیم میکروسکوپ به حالتی می رسیم که الیاف را تقریباً واضح می بینیم.
 - دیافراگم نوری را کاملاً باز می کنیم.
 - کندانسور یونیورسال را توسط اهرم زیر آن در مسیر نوری اش قرار می دهیم. با اهرم دیگر کندانسور آن را تا بالاترین نقطه لام (منتهی الیه) بالا می بریم.
 - صفحه متحرک را چرخانده تا حلقه نوری در مقابل ما روی خط سفید قرار بگیرد.

- دیافراگم بالایی میکروسکوپ را که زیر کندانسور قرار دارد در وضعیت PH قرار می دهیم.
 - با پیچ تنظیم میکروسکوپ مجدداً نمونه را زیر میکروسکوپ واضح می کنیم ، به طوری که الیاف را کاملاً ببینیم.
 - دیافراگم نوری پایین را کاملاً می بندیم. با استفاده از پیچ تنظیم کندانسور آن را به طرف پایین می کشیم تا حلقه نوری را در وسط به طور شفاف ببینیم. دیافراگم نوری را به اندازه ای باز می کنیم تا دایره سیاه وسط کاملاً محو شود .
 - یکی از عدسی های چشمی را برداشته با یک عدسی تلسکوپی تعویض می کنیم و طوری تنظیم می نماییم تا دایره نوری روشن روی دایره سیاه بیفتد.
 - سپس عدسی چشمی قبلی را به جای عدسی تلسکوپی قرار می دهیم.
- ۲۹- شمارش کریزوتایل
- شمارش را از بالای فیلتر شروع کنید و در امتداد خط شعاعی به سمت خارج پیش روید. به سمت بالا یا پایین فیلتر تغییر جهت دهید و در جهت برعکس ادامه دهید. میدانهای گراتیکول را به طور تصادفی انتخاب نمایید. مطمئن شوید که به عنوان یک حداقل ، هر آنالیز، یک خط شعاعی از مرکز فیلتر روی لبه خارجی فیلتر را پوشش می دهد.
 - نکته: تنها الیافی با طول بزرگتر از ۵ میکرون و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ شمارش شود.
 - نکته: هر لیفی با معیار بالا که به طور کامل در داخل میدان گراتیکول قرار گیرد، یک لیف شمارش می شود.
 - نکته: اگر فقط یک سر لیف داخل میدان گراتیکول قرار گرفته است و یک سر خارج از میدان باشد ، نصف لیف منظور می گردد.
 - نکته: در صورتی که توده ای از الیاف متصل یا متقاطع، دسته الیاف (Bundles of fiber) را تشکیل دهد یک لیف محسوب می شود.
 - نکته: هر یک از الیافی که در سطح مقطع گراتیکول قرار گرفته اند را بیش از یکبار شمارش نکنید .

نکته: چنانچه حباب یا تراکمی بیش از ۱/۶ میدان گراتیکول مشاهده شد، میدان را رد کنید و میدان دیگری انتخاب گردد. میدانهای گراتیکول رد شده در کل تعداد لیف شمارش شده گزارش نمی شوند.

- شمارش میدانهای گراتیکول را تا رسیدن به حداکثر ۱۰۰ لیف ادامه دهید و یا حداقل ۲۰ میدان و حداکثر ۱۰۰ میدان را صرفنظر از رسیدن به تعداد خاصی لیف، شمارش کنید.
- ۳۰- شمارش الیاف فیلتر شاهد

آماده سازی و شمارش نمونه های شاهد میدانی همراه با نمونه های اصلی و مشابه فیلترهای دیگر انجام می شود. شناسایی فیلترهای شاهد، باید برای شمارشگر نامشخص باشد تا اینکه شمارش تمامی نمونه ها انجام پذیرد. چنانچه میزان الیاف موجود در فیلتر شاهد، بیش از ۷ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول باشد. شمارش الیاف بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد و احتمال آلودگی نمونه ها گزارش شود

محاسبات:

- ۱۹- طبق فرمول زیر دانسیته الیاف را روی فیلتر (E) بر حسب تعداد لیف بر میلی متر مربع محاسبه کنید.

$$E(\text{fiber/mm}^2) = \frac{\left(\frac{F}{n_f} - \frac{B}{n_b}\right)}{A_f}$$

F: تعداد کل شمارش الیاف روی فیلتر نمونه

n_f : تعداد کل میدان های شمارش شده

B: تعداد الیاف شمردن شده روی فیلتر شاهد

n_b : کل میدان های شمارش شده

A_f : سطح میدان گراتیکول والتون - بکت ($A_f = 0.0785 \text{ mm}^2$)

نکته: شمارش های الیاف بالای ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع و شمارش الیاف نمونه های که به مقدار ۵۰٪ سطح فیلتر با ذرات پوشش داده شده بایستی به عنوان « غیر قابل شمارش » یا « احتمالاً تورش دار » گزارش شود. شمارش الیاف خارج از محدوده ۱۰۰ الی ۱۳۰۰ لیف در میلی متر مربع به عنوان داشتن « بزرگتر از تغییر پذیری بهینه » و به عنوان « احتمالاً تورش دار » باید گزارش نمود.

۲۰- غلظت الیاف را بر حسب تعداد لیف بر سانتی متر مکعب ، طبق فرمول زیر محاسبه کنید .

$$C\left(\frac{\text{Fiber}}{\text{cm}^3}\right) = \frac{E \times A_c}{V \times 10^3}$$

E : دانسیته فیبر (Fiber/mm²)

A_c : سطح موثر جمع آوری فیلتر ۲۵ میلی متری (A_c = ۳۸۵ mm²)

V : حجم نمونه برداری (L)

هیدروژن سیانید	Hydrogen cyanide
فرمول شیمیایی: HCN	CAS: 74-90-8
وزن مولکولی: ۲۷/۰۳	RTECS: MW6825000
اسامی مترادف: هیدروسیانیک اسید؛ پروسیک اسید؛ فورمونتریل ویژگی ها: گاز؛ نقطه جوش °C ۲۶؛ نقطه ذوب °C ۴۲-؛ فشار بخار mmHg ۶۲۰ در °C ۲۰؛ چگالی بخار ۰/۹۴ (air=1)	
حدمجاز:	OSHA: 11 mg/m³ (skin) ; 5 mg/m³ (skin, as CN⁻) NIOSH: 5 mg/m³/10 min C (as CN⁻) ACGIH: 11 mg/m³ C (skin); 5 mg/m³ (skin, as CN⁻)
احتیاطات ویژه: هیدروژن سیانید و ذرات سیانید در صورت مواجهه تنفسی، پوستی یا گوارشی می توانند کشنده باشند. فقط در زیر هود با آن کار کنید. آمیل نیتریت در برابر سمیت سیانید به عنوان پادزهر عمل می کند.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۷۰۹- آب مقطر دیونیزه ۱۷۱۰- پتاسیم سیانید ۱۷۱۱- محلول استوک کالیراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL یون CN⁻؛ ۰/۲۵ گرم پتاسیم سیانید (KCN) را با هیدروکسید پتاسیم (KOH) ۰/۱ نرمال به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید. حداقل ۱ هفته در ظرف پلی اتیلنی پایدار است. ۱۷۱۲- هیدروکسید پتاسیم (KOH)، ۰/۱ نرمال؛ ۵/۶ گرم هیدروکسید پتاسیم را با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر برسانید. ۱۷۱۳- کاغذ استات سرب ۱۷۱۴- کربنات کادمیوم (در صورت وجود سولفید) ۱۷۱۵- هیدروژن پیروکسید ۳۰٪ (در صورت وجود سولفید) ۱۷۱۶- سولفیت سدیم ۱ مولار (در صورت وجود سولفید)	

وسایل و تجهیزات لازم:

- ۲۱۳۶- نمونه بردار: فیلتر غشایی پلی وینیل کلراید (PVC)؛ ۳۷ میلی متری، با پورسایز ۰/۸ میکرون، با نگهدارنده فیلتر دو قسمتی؛ به دنبال آن یک بابلر شیشه ای میدجت حاوی ۱۵ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال تعبیه شده است.
- ۲۱۳۷- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1 \text{ L/min} - 0.5$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف
- ۲۱۳۸- ویال های پلی اتیلنی، ۲۰ میلی لیتری با درپوش پیچ دار پلاستیکی
- ۲۱۳۹- الکتروود یون سیاناید؛ (Orion 94-06 یا انواع مشابه)
- ۲۱۴۰- الکتروود مرجع.
- ۲۱۴۱- PH سنج
- ۲۱۴۲- همزن مغناطیسی
- ۲۱۴۳- پیپت ۰/۰۵، ۲ و ۲۵ میلی لیتری
- ۲۱۴۴- بالن ژوژه ۱۰ میلی لیتری
- ۲۱۴۵- بشر ۵۰ میلی لیتری
- ۲۱۴۶- ترازو آزمایشگاهی، با دقت ۰/۱ میلی گرم

نمونه برداری:

- ۱۲۲۳- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.
- ۱۲۲۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1 \text{ L/min} - 0.5$ برای عبور حجم هوای ۱۰ تا ۱۸۰ لیتر انجام دهید.
- نکته: در طول نمونه برداری مراقب باشید بابلر به صورت عمودی قرار گیرد. اجازه ندهید حجم محلول کمتر از ۱۰ میلی لیتر شود.
- ۱۲۲۵- بابلر را جدا کرده، دهانه آن را ببندید، توسط $2-1 \text{ mL}$ هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال آب بکشید و آن را به داخل بابلر بریزید.
- ۱۲۲۶- مقدار مشخصی از محتوی بابلر را به یک ویال ۲۰ میلی لیتری منتقل کنید. برای جلوگیری از تلف شدن نمونه در حین انتقال آن به آزمایشگاه درپوش ویال را محکم بسته و دور آن

را با نوار پلاستیکی بپوشانید. ویال ها را برچسب گذاری کنید.

آماده سازی:

۹۴۵- فیلتر را از کاست آن به یک جار (jar) آزمایشگاهی ۶۰ میلی لیتری منتقل کنید.
۹۴۶- ۲۵ mL هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال را به جار اضافه کنید. در پوش آن را بسته و به مدت ۳۰ دقیقه بگذارید بماند و گهگاهی آن را تکان دهید تا استخراج کامل صورت گیرد.
۲ هفته بعد از استخراج نمونه را آنالیز کنید.

۹۴۷- محتوی ظرف را به یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری تخلیه کنید. باقیمانده ظرف را با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال شسته و به بالن ژوژه تخلیه کنید. سپس توسط هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال به حجم برسانید.
نکته: یون سولفید الکتروود یون سیانید را آلوده می کند که برگشت ناپذیر است. در صورت وجود یون سولفید در نمونه، باید آن را حذف کرد. وجود یون سولفید را با چکاندن یک قطره از نمونه بر روی کاغذ استات سرب تست کنید. در صورت وجود یون سولفید، کاغذ استات سرب تغییر رنگ می دهد. اگر تست مثبت بود، یون سولفید را با یکی از روش های زیر حذف کنید.

e- قبل از رقیق سازی نمونه ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه ۱ مولار و ۱ میلی لیتر دی سولفیت سدیم (Na_2SO_3) را به محلول نمونه اضافه کنید.

f- مقدار کمی از کربنات کادمیوم را به نمونه اضافه کنید. محلول را تکان داده و دوباره با کاغذ استات سرب تست کنید. اگر یون سولفید به طور کامل حذف نشده بود مقدار بیشتری از کربنات کادمیوم را اضافه کنید. از افزودن مقدار زیاد کربنات کادمیوم به محلول نمونه و افزایش زمان تماس آن با محلول اجتناب کنید. زمانی که با چکاندن محلول نمونه تغییر رنگی در کاغذ استات سرب ایجاد نشد، نمونه را توسط یک لایه پشم شیشه در پیست Pasteur فیلتر کنید. اکنون نمونه آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۶۹۸- روزانه با حداقل ۶ استاندارد کاربردی که گستره ی ۵۰ تا ۲۰۰۰ میکروگرم یون سیانید را در هر نمونه پوشش دهد کالیبره کنید. برای این کار مقادیری از محلول استوک

- کالیبراسیون را با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال رقیق کنید. (به عنوان مثال ۰/۰۵ تا ۲ میلی لیتر محلول استوک کالیبراسیون را تا حجم ۲۵ میلی لیتر به حجم برسانید.
- استانداردهای کاربردی را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).
- بر روی کاغذ نیمه لگاریتمی منحنی کالیبراسیون رسم کنید. به این صورت که در محور لگاریتمی غلظت یون و در محور عمودی mV باشد.

اندازه گیری:

- ۷۰۵- محلول را به یک بشر ۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. الکترود یون سیاناید و الکترود مرجع را به داخل نمونه فرو برده، سپس بشر را در همزن مغناطیسی قرار دهید.
- ۷۰۶- در حالی که همزن مغناطیسی روشن است، اجازه دهید قرائت ولتاژ ثابت شود، سپس میزان قرائت mV را ثبت کنید.
- نکته: قرائت ولتاژ یک عملکرد دمایی است. اندازه گیری نمونه ها و استانداردها را در دمای یکسان انجام دهید.
- نکته: اگر یون های کلراید، یدید و برمید که نمک نامحلول نقره را تشکیل می دهد، به اندازه کافی در محلول موجود باشند، عملکرد الکترود یون سیاناید دچار اختلال می شود. همچنین بسیاری از یون های فلزی از قبیل کادمیوم، روی، نقره، نیکل، آهن و جیوه با سیاناید ترکیب می شوند.

مداخله گر ها: سولفید، کلرید، یدید، برمید، کادمیوم، روی، نقره، نیکل، آهن و جیوه ایجاد تداخل می کنند.

در حضور رطوبت، برخی از ذرات سیاناید، هیدروژن سیاناید را آزاد می کنند که در بابلر جمع آوری شود، در حالی که روش قادر نیست هیدروژن سیاناید موجود در هوا را از هیدروژن سیانیدی که به این طریق آزاد شده، تشخیص دهد. به این ترتیب تداخل مثبت ایجاد می شود.

محاسبات:

۵۰۲- محاسبه غلظت ذرات سیاناید (C_p) در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C_p = \frac{W_f - B_f}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

W_f : جرم یون سیاناید موجود در فیلتر نمونه اصلی بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

B_f : جرم یون سیاناید موجود در فیلتر نمونه شاهد بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

۵۰۳- محاسبه غلظت ذرات سیاناید (C_{HCN}) در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C_{\text{HCN}} = \frac{(W_b - B_b) \times 1.04}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

W_b : جرم یون سیاناید موجود در بابلر نمونه اصلی بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

B_b : جرم یون سیاناید موجود در بابلر نمونه شاهد بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

هیدروسیانیک اسید	hydrocyanic acid
فرمول شیمیایی: HCN	CAS: 74-90-8
وزن مولکولی: ۲۷/۰۳	RTECS: MW6825000
اسامی مترادف: هیدروژن سیاناید؛ پروسیک اسید؛ فورمونتریل ویژگی ها: گاز؛ نقطه جوش °C ۲۶؛ نقطه ذوب °C ۴۲-؛ فشار بخار mmHg ۶۲۰ در °C ۲۰؛ چگالی بخار ۰/۹۴ (air=1)	
حدمجاز:	OSHA: 11 mg/m³ (skin) ; 5 mg/m³ (skin, as CN⁻) NIOSH: 5 mg/m³/10 min C (as CN⁻) ACGIH: 11 mg/m³ C (skin); 5 mg/m³ (skin, as CN⁻)
احتیاطات ویژه: هیدروسیانیک اسید و ذرات سیاناید در صورت مواجهه تنفسی، پوستی یا گوارشی می توانند کشنده باشند. فقط در زیر هود با آن کار کنید. آمیل نیتريت در برابر سمیت سیاناید به عنوان پادزهر عمل می کند.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۷۱۷- آب مقطر دیونیزه ۱۷۱۸- پتاسیم سیاناید ۱۷۱۹- محلول استوک کالبراسیون، ۱۰۰۰ µg/mL یون CN⁻؛ ۰/۲۵ گرم پتاسیم سیاناید (KCN) را با هیدروکسید پتاسیم (KOH) ۰/۱ نرمال به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید. حداقل ۱ هفته در ظرف پلی اتیلنی پایدار است. ۱۷۲۰- هیدروکسید پتاسیم (KOH)، ۰/۱ نرمال؛ ۵/۶ گرم هیدروکسید پتاسیم را با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر برسانید. ۱۷۲۱- کاغذ استات سرب ۱۷۲۲- کرینات کادمیوم (در صورت وجود سولفید) ۱۷۲۳- هیدروژن پیروکسید ۳۰٪ (در صورت وجود سولفید) ۱۷۲۴- سولفیت سدیم ۱ مولار (در صورت وجود سولفید)	

وسایل و تجهیزات لازم:

- ۲۱۴۷- نمونه بردار: فیلتر غشایی پلی وینیل کلراید (PVC)؛ ۳۷ میلی متری، با پورسایز ۰/۸ میکرون، با نگهدارنده فیلتر دو قسمتی؛ به دنبال آن یک بابلر شیشه ای میدجت حاوی ۱۵ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال تعبیه شده است.
- ۲۱۴۸- پمپ نمونه برداری فردی با دبی 1 L/min - ۰/۵، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف
- ۲۱۴۹- ویال های پلی اتیلنی، ۲۰ میلی لیتری با درپوش پیچ دار پلاستیکی
- ۲۱۵۰- الکتروود یون سیاناید؛ (Orion 94-06 یا انواع مشابه)
- ۲۱۵۱- الکتروود مرجع.
- ۲۱۵۲- PH سنج
- ۲۱۵۳- همزن مغناطیسی
- ۲۱۵۴- پیت ۰/۰۵، ۲ و ۲۵ میلی لیتری
- ۲۱۵۵- بالن ژوژه ۱۰ میلی لیتری
- ۲۱۵۶- بشر ۵۰ میلی لیتری
- ۲۱۵۷- ترازو آزمایشگاهی، با دقت ۰/۱ میلی گرم

نمونه برداری:

- ۱۲۲۷- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.
- ۱۲۲۸- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین 1 L/min - ۰/۵ برای عبور حجم هوای ۱۰ تا ۱۸۰ لیتر انجام دهید.
- نکته: در طول نمونه برداری مراقب باشید بابلر به صورت عمودی قرار گیرد. اجازه ندهید حجم محلول کمتر از ۱۰ میلی لیتر شود.
- ۱۲۲۹- بابلر را جدا کرده، دهانه آن را ببندید، توسط $2-1 \text{ mL}$ هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال آب بکشید و آن را به داخل بابلر بریزید.
- ۱۲۳۰- مقدار مشخصی از محتوی بابلر را به یک ویال ۲۰ میلی لیتری منتقل کنید. برای جلوگیری از تلف شدن نمونه در حین انتقال آن به آزمایشگاه درپوش ویال را محکم بسته و دور آن

را با نوار پلاستیکی بپوشانید. ویال ها را برچسب گذاری کنید.

آماده سازی:

۹۴۸- فیلتر را از کاست آن به یک جار (jar) آزمایشگاهی ۶۰ میلی لیتری منتقل کنید.

۹۴۹- ۲۵ mL هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال را به جار اضافه کنید. در پوش آن را بسته و به مدت ۳۰ دقیقه بگذارید بماند و گهگاهی آن را تکان دهید تا استخراج کامل صورت گیرد. ۲ هفته بعد از استخراج نمونه را آنالیز کنید.

۹۵۰- محتوی ظرف را به یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری تخلیه کنید. باقیمانده ظرف را با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال شسته و به بالن ژوژه تخلیه کنید. سپس توسط هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال به حجم برسانید.

نکته: یون سولفید الکتروود یون سیانید را آلوده می کند که برگشت ناپذیر است. در صورت وجود یون سولفید در نمونه، باید آن را حذف کرد. وجود یون سولفید را با چکاندن یک قطره از نمونه بر روی کاغذ استات سرب تست کنید. در صورت وجود یون سولفید، کاغذ استات سرب تغییر رنگ می دهد. اگر تست مثبت بود، یون سولفید را با یکی از روش های زیر حذف کنید.

g- قبل از رقیق سازی نمونه ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه ۱ مولار و ۱ میلی لیتر دی سولفیت سدیم (Na_2SO_3) را به محلول نمونه اضافه کنید.

h- مقدار کمی از کربنات کادمیوم را به نمونه اضافه کنید. محلول را تکان داده و دوباره با کاغذ استات سرب تست کنید. اگر یون سولفید به طور کامل حذف نشده بود مقدار بیشتری از کربنات کادمیوم را اضافه کنید. از افزودن مقدار زیاد کربنات کادمیوم به محلول نمونه و افزایش زمان تماس آن با محلول اجتناب کنید. زمانی که با چکاندن محلول نمونه تغییر رنگی در کاغذ استات سرب ایجاد نشد، نمونه را توسط یک لایه پشم شیشه در پیپت Pasteur فیلتر کنید. اکنون نمونه آماده آنالیز است.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۹۹۹- روزانه با حداقل ۶ استاندارد کاربردی که گستره ی ۵۰ تا ۲۰۰۰ میکروگرم یون سیانید را در هر نمونه پوشش دهد کالیبره کنید. برای این کار مقادیری از محلول استوک

- کالیبراسیون را با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال رقیق کنید. (به عنوان مثال ۰/۰۵ تا ۲ میلی لیتر محلول استوک کالیبراسیون را تا حجم ۲۵ میلی لیتر به حجم برسانید.
- استانداردهای کاربردی را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).
- بر روی کاغذ نیمه لگاریتمی منحنی کالیبراسیون رسم کنید. به این صورت که در محور لگاریتمی غلظت یون و در محور عمودی mV باشد.

اندازه گیری:

- ۷۰۷- محلول را به یک بشر ۵۰ میلی لیتری منتقل کنید. الکتروود یون سیاناید و الکتروود مرجع را به داخل نمونه فرو برده، سپس بشر را در همزن مغناطیسی قرار دهید.
- ۷۰۸- در حالی که همزن مغناطیسی روشن است، اجازه دهید قرائت ولتاژ ثابت شود، سپس میزان قرائت mV را ثبت کنید.
- نکته: قرائت ولتاژ یک عملکرد دمایی است. اندازه گیری نمونه ها و استانداردها را در دمای یکسان انجام دهید.
- نکته: اگر یون های کلراید، یدید و برمید که نمک نامحلول نقره را تشکیل می دهد، به اندازه کافی در محلول موجود باشند، عملکرد الکتروود یون سیاناید دچار اختلال می شود. همچنین بسیاری از یون های فلزی از قبیل کادمیوم، روی، نقره، نیکل، آهن و جیوه با سیاناید ترکیب می شوند.

مداخله گرها: سولفید، کلرید، یدید، برمید، کادمیوم، روی، نقره، نیکل، آهن و

جیوه ایجاد تداخل می کنند.

در حضور رطوبت، برخی از ذرات سیاناید، هیدروسیانیک اسید را آزاد می کنند که در بابلر جمع آوری شود، در حالی که روش قادر نیست هیدروسیانیک اسید موجود در هوا را از هیدروسیانیک اسیدی که به این طریق آزاد شده، تشخیص دهد. به این ترتیب تداخل مثبت ایجاد می شود.

محاسبات:

۵۰۴- محاسبه غلظت ذرات سیاناید (C_p) در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C_p = \frac{W_f - B_f}{V}, \text{mg/m}^3$$

که در این رابطه:

W_f : جرم یون سیاناید موجود در فیلتر نمونه اصلی بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

B_f : جرم یون سیاناید موجود در فیلتر نمونه شاهد بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

۵۰۵- محاسبه غلظت ذرات سیاناید (C_{HCN}) در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C_{HCN} = \frac{(W_b - B_b) \times 1.04}{V}, \text{mg/m}^3$$

که در این رابطه:

W_b : جرم یون سیاناید موجود در بابلر نمونه اصلی بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

B_b : جرم یون سیاناید موجود در بابلر نمونه شاهد بر حسب μg (از منحنی کالیبراسیون بدست می آید)

V : حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

هیدروکسید سدیم	sodium hydroxide
فرمول شیمیایی: NaOH	CAS: 1310-73-2
وزن مولکولی: ۴۰	RTECS: WB490000
اسامی مترادف: سود سوزآور	
ویژگی ها: جامد و آتروسل سوزش آور، رطوبت گیر	
حدمجاز:	OSHA: 2 mg/m ³
	NIOSH: 2 mg/m ³ /15 min C; Group I Pesticide
	ACGIH: 2 mg/m ³ C
احتیاطات ویژه:	
محلول های هیدروکسید سدیم دارای اثر خوردندگی بر روی بافت بدن هستند. با دقت با آنها کار کنید.	
مواد و محلولهای لازم:	
۱۷۲۵- کربنات سدیم، با خلوص استاندارد اولیه	
۱۷۲۶- محلول استوک اسید هیدروکلریک، ۰/۱ نرمال ؛ با استاندارد اولیه کربنات سدیم همگون شده است.	
۱۷۲۷- اسید هیدروکلریک، ۰/۰۱ نرمال ؛ ۱۰ میلی لیتر محلول استوک اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال را در بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری با آب مقطر به حجم برسانید.	
۱۷۲۸- آب مقطر دیونیزه، عاری از CO ₂ ، جوشیده شده و سپس با نیتروژن خنک شده است.	
۱۷۲۹- نیتروژن فشرده	
۱۷۳۰- هیدروکسید سدیم ۵۰٪ (وزنی/حجمی)؛ ۵۰ گرم هیدروکسید سدیم را در آب مقطر عاری از CO ₂ حل کرده و حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.	
۱۷۳۱- محلول استوک هیدروکسید سدیم، ۰/۱ نرمال؛ ۸ میلی لیتر هیدروکسید سدیم ۵۰٪ را با آب مقطر عاری از CO ₂ به حجم ۱ لیتر برسانید.	
۱۷۳۲- محلول استاندارد کاربردی هیدروکسید سدیم، ۰/۰۱ نرمال؛ ۱۰ میلی لیتر محلول استوک هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال را با آب مقطر عاری از CO ₂ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید	

۱۷۳۳- محلول بافر استاندارد، با PH ۴ و ۷

۱۷۳۴-

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۱۵۸- نمونه بردار: فیلتر غشایی PTFE، ۳۷ میلی متری با پور ساینز ۱ میکرون (Millipore،

Fluoropore یا انواع مشابه)، با پد پشتیبان سلولزی، در هولدر فیلتر کاست.

۲۱۵۹- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $4-1 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف

۲۱۶۰- PH سنج به همراه الکتروود PH و ثبت کننده

۲۱۶۱- ظرف تیتراسیون؛ بشر یا بالن ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی لیتری، به همراه پوششی که دارای

دریچه ای برای الکتروود PH و همچنین ورودی و خروجی N_2 است

۲۱۶۲- همزن مغناطیسی

۲۱۶۳- میله شیشه ای، با قطر ۵ mm و طول ۱۰ cm، جهت نگه داشتن فیلتر در زیر سطح مایع

در ظرف تیتراسیون

۲۱۶۴- پیپت ۵ و ۱۰ میلی لیتری

۲۱۶۵- بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری و ۱ لیتری

۲۱۶۶- بورت ۵۰ میلی لیتری با درجه بندی ۰/۱ میلی لیتری

۲۱۶۷- انبرک

نمونه برداری:

۱۲۳۱- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک

نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۲۳۲- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $4-1 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۷۰ تا

۱۰۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر جمع

شود.

آماده سازی:

۹۵۱- توسط انبرک فیلتر نمونه را به ظرف تیتراسیون منتقل کنید. توجه کنید که سطح روی فیلتر

به سمت پایین باشد.

۹۵۲- به جهت اینکه در زمان آنالیز فیلتر در زیر سطح مایع قرار گیرد، انتهای میله شیشه ای را بر مرکز فیلتر قرار دهید تا آن را نگه دارد.

۹۵۳- ظرف تیتراسیون را پوشانید. ۵ mL اسید هیدروکلریک ۰/۰۱ نرمال را به ظرف تیتراسیون اضافه کنید. ظرف تیتراسیون را در همزن مغناطیسی قرار داده و پاکسازی توسط $(0.1 \text{ L/min}) \text{N}_2$ را شروع کنید.

۹۵۴- اجازه دهید ظرف تیتراسیون به مدت ۱۵ دقیقه در همزن بماند.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- PH سنج را توسط محلول های بافر (با PH مساوی ۴ و ۷) کالیبره کنید.
- مقداری از محلول استوک اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال را با کربنات سدیم همگون کنید.
- ۳ تا ۵ گرم استاندارد اولیه کربنات سدیم به مدت ۴ ساعت در دمای 250°C خشک کنید. سپس آن را در دسیکاتور خنک کنید.
- ۲/۵ گرم کربنات سدیم را در ۱ لیتر آب مقطر عاری از CO_2 حل کرده و تا کربنات سدیم ۰/۰۵ نرمال بدست آید.
- ۵ میلی لیتر محلول کربنات سدیم ۰/۰۵ نرمال را به ظرف تیتراسیون انتقال دهید و تیتراسیون را شروع کرده و تا رسیدن به PH ۵ ادامه دهید.
- الکترودهای PH را خارج کرده و آن را به داخل ظرف تیتراسیون بشوئید. برای حذف CO_2 محلول، به مدت ۳ تا ۵ دقیقه N_2 را به محتوی ظرف تیتراسیون وارد کنید.
- تیتراسیون را تا نقطه عطف ادامه دهید.
- نرمالیه محلول استوک اسید هیدروکلریک را از طریق رابطه زیر محاسبه کنید:

$$N_{\text{HCl}} = \frac{(\text{mL Na}_2\text{CO}_3 \text{ مورد استفاده در تیتراسیون}) (\text{g Na}_2\text{CO}_3 \text{ توزین شده})}{(52.99) (\text{mL HCl استفاده شده})}$$

- محلول استاندارد کاربردی هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ نرمال را با محلول همگون اسید

هیدروکلریک، استاندارد (همگون) کنید. این کار بر اساس مرحله ۲ کالیبراسیون انجام دهید، با این تفاوت که محلول استوک اسید هیدروکلریک همگون را با محلول کربنات سدیم (Na_2CO_3) و محلول هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ نرمال را با محلول اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال جایگزین کنید. نرمالیه محلول تیتراسیون هیدروکسید سدیم را از طریق رابطه زیر محاسبه کنید.

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{(N_{\text{HCl}})(\text{mL HCl used})}{\text{mL NaOH used}}$$

- حداقل سه شاهد spike شده را به منظور بررسی میزان بازیافت در گستره مورد نظر برای نمونه های اصلی آماده کنید.

اندازه گیری:

- ۳- اسید هیدروکلریک مازاد موجود در نمونه اصلی، شاهد و نمونه های spike شده را با محلول هیدروکسید سدیم استاندارد شده (همگون) تیتراسیون معکوس کنید. همزمان با آن پاکسازی توسط نیتروژن را انجام دهید.
- ۴- همزمان با تیتراسیون، PH سنج را نیز نگاه کنید. نقطه پایانی را تعیین کنید (میلی لیتر هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ نرمال مورد استفاده).

مداخله گر ها: دی اکسید کربن موجود در هوا ممکن است بر روی فیلتر با مواد قلیایی واکنش داده و کربنات ها را شکل دهد، اما به هنگام تیتراسیون تداخل ایجاد نمی کند. کربنات ها می توانند تداخل مثبت ایجاد کنند. ذرات اسیدی می توانند نمونه را خنثی نموده و تداخل منفی داشته باشند.

محاسبات:

- ۵۰۶- غلظت هیدروکسید سدیم در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$C = \frac{(V_{\text{NaOH-b}} - V_{\text{NaOH-s}}) \cdot N \times 40 \times 10^3}{V}$$

که در این رابطه:

C = غلظت هیدروکسید سدیم بر حسب mg/m^3

V_{NaOH-b} = حجم هیدروکسید سدیم در تیتراسیون نمونه شاهد بر حسب میلی لیتر

V_{NaOH-s} = حجم هیدروکسید سدیم در تیتراسیون نمونه اصلی بر حسب میلی لیتر

N = نرمالیه محلول تیتراسیون هیدروکسید سدیم

40 = وزن مولکولی هیدروکسید سدیم

V = حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

calcium hydroxide	هیدروکسید کلسیم
CAS: 1305-62-0 RTECS: EW2800000	فرمول شیمیایی: Ca(OH)_2 وزن مولکولی: ۷۴/۱ اسامی مترادف: آهک هیدراته ویژگی ها (کلسیم): فلز نرم فعال؛ ۲ ظرفیتی؛ نقطه ذوب $^{\circ}\text{C}$ ۸۴۸
OSHA:-	NIOSH: 5 mg/m ³ ACGIH: 5 mg/m ³
احتیاطات ویژه: هضم توسط اسید پرکلریک را توسط هود مخصوص آن انجام دهید.	
مواد و محلولهای لازم: ۱۷۳۵- اسید نیتریک غلیظ ۱۷۳۶- اسید هیدروکلریک غلیظ ۱۷۳۷- اسید هیدروکلریک ۵٪ حجمی؛ ۵۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ را به ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و با آب مقطر به حجم برسانید. ۱۷۳۸- محلول استوک کالبراسیون، ۱۰۰۰ $\mu\text{g/mL}$ کلسیم؛ ۲/۴۹۸ گرم CaCO_3 خشک شده را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک حل کرده و با آب مقطر به حجم ۱ لیتر برسانید. ۱۷۳۹- محلول سزیم، ۵۰ mg/mL؛ ۷۳/۴ گرم نترات سزیم را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید. ۱۷۴۰- محلول لانتانیم، ۵۰ mg/mL؛ ۱۵۶ گرم $\text{La(NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ را در آب مقطر حل کرده و حجم ۱ لیتر برسانید. ۱۷۴۱- آب مقطر دیونیزه ۱۷۴۲- هوای تصفیه شده ۱۷۴۳- استیلن ۱۷۴۴- پرکلریک اسید ۶۰٪ (وزنی/حجمی)	

وسایل و تجهیزات لازم:

۲۱۶۸- نمونه بردار: فیلتر غشایی استرسلولز، ۳۷ میلی متری با پور سایز ۰/۸ میکرون، در هولدر فیلتر کاست.

۲۱۶۹- پمپ نمونه برداری فردی با دبی $1-3 \text{ L/min}$ ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف

۲۱۷۰- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی، با کوره هوا - استیلن و لامپ هالوکاند کلسیم

۲۱۷۱- رگلاتور ۲ مرحله ای برای هوا و استیلن

۲۱۷۲- بشر فلیپس ۱۲۵ میلی لیتری، یا گریفین ۵۰ میلی لیتری؛ به همراه پوشش شیشه ساعت

۲۱۷۳- بالن ژوژه ۲۵ و ۱۰۰ میلی لیتری

۲۱۷۴- میکروپیپت ۵ تا ۵۰۰ میکرولیتری

۲۱۷۵- اجاق با دمای سطح ۱۴۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد

نکته: قبل از استفاده از تجهیزات شیشه ای آنها را با اسید نیتریک غلیظ و سپس با آب مقطر

بشوئید.

نمونه برداری:

۱۲۳۳- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید.

۱۲۳۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1-3 \text{ L/min}$ برای عبور حجم هوای ۲۰ تا ۴۰۰ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بیش از ۲ میلی گرم گردوغبار کلی بر روی فیلتر جمع شود.

آماده سازی:

۹۵۵- فیلتر کاست ها را باز کرده و فیلترهای نمونه و شاهد را به بشرهای جداگانه ای منتقل کنید.

۹۵۶- ۵ mL اسید نیتریک غلیظ به هر کدام از بشر ها اضافه کرده و دهانه بشر را با شیشه ساعت بپوشانید.

۹۵۷- بشرها را بر روی اجاق با دمای 140°C قرار داده تا بخش بیشتر اسید تبخیر شود.

۹۵۸- ۲ mL اسید نیتریک غلیظ و ۱ mL HClO_4 ۶۰٪ به بشرها اضافه کنید.

۹۵۹- بشرها را بر روی اجاق با دمای 400°C قرار داده تا فیوم های پرکلریک اسید ظاهر شوند.

۹۶۰- شیشه ساعت را برداشته و با آب مقطر آن را به داخل بشر آب بکشید.

۹۶۱- بشرها را بر روی اجاق با دمای 400°C قرار داده و اجازه دهید تا مرز خشک شدن پیش برود.

۹۶۲- بشرها را خنک کرده و باقیمانده محتوی آن را در ۵ mL اسید هیدروکلریک ۵٪ حل کنید.

۹۶۳- مقدار مشخصی از محلول را به یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال دهید.

۹۶۴- محلول را با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

- مقادیر مشخصی از محلول استوک کالیبراسیون را که گستره ی ۰ تا ۵۰۰ میکرو گرم کلسیم را در هر نمونه پوشش دهد به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۲ mL محلول سزیم (۵۰ mg/mL) و ۲ mL محلول لانتانیم (۵۰ mg/mL) انتقال داده با اسید هیدروکلریک ۵٪ به حجم برسانید.

- استانداردها را به همراه نمونه های اصلی و شاهد آنالیز کنید (مراحل ۱ و ۲ نمونه برداری).
- منحنی کالیبراسیون را رسم کنید (میزان جذب در برابر غلظت محلول بر حسب $\mu\text{g/mL}$).
- یک استاندارد کاربردی را برای هر ۱۰ نمونه به جهت چک کردن انحراف دستگاهی آنالیز کنید

- به جهت بررسی میزان انحراف دستگاهی، میزان بازیافت را توسط حداقل ۱ شاهد Spike شده به ازای هر ۱۰ نمونه چک کنید.

اندازه گیری:

۷- دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی را بر اساس توصیه سازنده و تحت شرایط زیر تنظیم کنید.

- آنالیت (ماده مورد تجزیه): کلسیم
- محلول نهایی: ۱۰۰ میلی لیتر، اسید هیدروکلریک ۵٪، سزیم ($1000 \mu\text{g/mL}$) و لانتانیم ($1000 \mu\text{g/mL}$)

- طول موج: ۴۲۲/۷ نانومتر

- شرایط کوره: هوا - استیلن

۷۰۹- نمونه ها و استانداردها را تزریق کرده و میزان جذب آنها را قرائت کنید.

نکته: اگر میزان جذب نمونه بالاتر از گستره خطی منحنی استانداردهای کاربردی بود، با اسید هیدروکلریک ۵٪ و مقدار مناسبی از محلول سزیم و لانتانیم (۵۰ mg/mL) رقیق کرده و مجدداً آنالیز کنید و یک ضریب ترقیق مناسب در محاسبات وارد کنید.

مداخله گر ها: یونیزاسیون شعله در اثر حضور فلزاتی از قبیل Li، K، Na و mg را می توان با استفاده از سزیم (۱۰۰۰ µg/mL) کنترل کرد. در صورت وجود AL، Si یا H₃PO₄ استفاده از لانتانیم ۱٪ (وزنی) ضروری است.

محاسبات:

۵۰۷- با استفاده میزان جذب قرائت شده، غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی و شاهد را از منحنی کالیبراسیون محاسبه کنید.

۵۰۸- غلظت هیدروکسید کلسیم در هوا را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$C = \frac{(C_s V_s - C_b V_b)}{V}, \text{ mg/m}^3$$

که در این رابطه:

C = غلظت هیدروکسید کلسیم بر حسب mg/m^3

C_s = غلظت کلسیم موجود در نمونه اصلی بر حسب $\mu\text{g/mL}$

C_b = غلظت کلسیم 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

V = حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

ه- نمونه کلی هوا

Total dust	گرد و غبار قابل استنشاق
اسامی مترادف: گرد و غبار بی اثر؛ particulates not otherwise classified ویژگی ها: فاقد آزمون و دارای کمتر از ۱٪ کوآرتز؛ به بخش های مژک دار سیستم تنفسی نفوذ می کنند.	
OSHA: 5 mg/m ³	ACGIH: 3 mg/m ³ NIOSH: -
احتیاطات ویژه: -	
وسایل و تجهیزات لازم: ۱۷۴۵- نمونه بردار: فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) غشایی؛ پورسایز ۵ μm به همراه پد؛ سیکلون نایلونی ۱۰ میلی متری، سیکلون HD(Higgins-Dewell) یا سیکلون آلومنیومی ۱۷۴۶- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۵ L/min ± ۲/۲ برای سیکلون HD، دبی ۵ L/min ± ۱/۷ برای سیکلون نایلونی و ۵ L/min ± ۲/۵ برای سیکلون آلومنیومی، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف نکته: نوسان در دبی پمپ باید ۲۰٪ ± دبی اصلی پمپ باشد. ۱۷۴۷- ترازو، قادر به توزین ۰/۰۰۱ میلی گرم ۱۷۴۸- انبرک؛ ترجیحا نایلونی ۱۷۴۹- اتاق تعادل محیطی (به عنوان مثال ۱ °C ± ۲۰ و ۵۰٪ ± ۵۰ رطوبت نسبی)	
نمونه برداری: ۱۲۳۵- پمپ های نمونه بردار فردی را در دبی مناسب کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید. ۱۲۳۶- قبل از نمونه برداری فیلتر را به مدت ۱ ساعت در اتاق تعادل محیطی قرار دهید. سپس آن را توزین کرده و در فیلتر هولدر قرار داده و توسط لوله های رابط به پمپ نمونه بردار وصل کنید. ۱۲۳۷- نمونه برداری را در به مدت ۴۵ دقیقه تا ۸ ساعت برای عبور حجم هوای ۲۰ تا ۴۰۰ لیتر	

انجام دهید. اجازه ندهید بار فیلتر بیش از ۲ میلی گرم شود. ۲ تا ۴ بار نمونه برداری را تکرار کنید.
آماده سازی: ۹۶۵- درپوش کاست فیلتر را برداشته و به مدت ۲ ساعت آن را در اتاق تعادل قرار دهید.
کالیبراسیون و کنترل کیفی: ۱۱- قبل از توزین ترازو را صفر کنید. برای توزین اولیه و ثانویه فیلترها از یک ترازو استفاده کنید. ترازو را بر طبق استاندارد ASTM Class 1 کالیبره کنید. ۱۲- نمونه های تکراری باید در معرض همان محیطی قرار گیرند که نمونه های اصلی قرار گرفته اند. نمونه های کنترل کیفی باید با همان تجهیزات، روش و افراد مورد استفاده در تهیه نمونه های اصلی آماده شوند. انحراف استاندارد نسبی بدست آمده از این نمونه ها را ثبت کنید.
اندازه گیری: ۷۱۰- فیلترهای نمونه و شاهد را توزین کنید. وزن ثانویه فیلترها (W_2) را بر حسب میلی گرم ثبت کنید. هر موردی را در مورد فیلتر ثبت کنید (مانند ذرات قابل مشاهده، باراضافه، نشتی، رطوبت و پارگی فیلتر).
مداخله گرها: ممکن است در برخی از نمونه ها ذرات بالای ۱۰ میکرون (ذرات غیر قابل استنشاق) موجود باشند و ایجاد تداخل کنند. همچنین بار بیش از حد فیلتر و وجود گرد و غبار مرطوب شده می تواند ایجاد تداخل کند.
محاسبات: ۵۰۹- محاسبه غلظت (C) گرد و غبار قابل استنشاق در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر: $C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1) \cdot 10^3}{V}, \text{ mg/m}^3$ W_1: وزن اولیه فیلتر نمونه (قبل از نمونه برداری) بر حسب mg W_2: وزن ثانویه فیلتر نمونه (بعد از نمونه برداری) بر حسب mg B_1: وزن اولیه فیلتر شاهد (قبل از نمونه برداری) بر حسب mg B_2: وزن ثانویه فیلتر شاهد (بعد از نمونه برداری) بر حسب mg V: حجم هوای نمونه برداری بر حسب لیتر

Total dust	گرد و غبار کلی
	اسامی مترادف: گرد و غبار بی اثر؛ particulates not otherwise classified ویژگی ها: فاقد آزمون و دارای کمتر از ۱٪ کوآرتز
OSHA: 15 mg/m³	NIOSH: - ACGIH: 10 mg/m³, total dust less than 1% quartz
احتیاطات ویژه: -	
وسایل و تجهیزات لازم: ۱۷۵۰- نمونه بردار: فیلتر پلی وینیل کلراید (PVC) غشایی؛ با قطر ۳۷ میلی متر و پورسایز ۵-۲ μm به همراه پد و فیلتر هولدر ۳۷ میلی لیتری ۱۷۵۱- پمپ نمونه برداری فردی با دبی ۱-۲ L/min ، به همراه لوله های رابط قابل انعطاف ۱۷۵۲- ترازو، قادر به توزین ۰/۰۰۱ میلی گرم ۱۷۵۳- انبرک؛ ترجیحا نایلونی ۱۷۵۴- اتاق تعادل محیطی (به عنوان مثال °C ۱ ± ۲۰ و ۵۰ ± ۵٪ رطوبت نسبی)	
نمونه برداری: ۱۲۳۸- پمپ های نمونه بردار فردی را کالیبره کنید. ضمن اینکه در هنگام کالیبراسیون یک نمونه بردار را نیز به پمپ متصل کنید. ۱۲۳۹- قبل از نمونه برداری فیلتر را به مدت ۱ ساعت در اتاق تعادل محیطی قرار دهید. سپس آن را توزین کرده و در فیلتر هولدر قرار داده و توسط لوله های رابط به پمپ نمونه بردار وصل کنید. ۱۲۴۰- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین ۱-۲ L/min برای عبور حجم هوای ۷ تا ۱۳۳ لیتر انجام دهید. اجازه ندهید بار فیلتر بیش از ۲ میلی گرم شود. ۲ تا ۴ بار نمونه برداری را تکرار کنید.	
آماده سازی: ۹۶۶- برای کاهش آلودگی سطح خارجی کاست فیلتر را توسط دستمال کاغذی مرطوب تمیز	

کنید. سپس دستمال کاغذی را دور بیندازید.

۹۶۷- درپوش کاست فیلتر را برداشته و به مدت ۲ ساعت آن را در اتاق تعادل قرار دهید.

۹۶۸- پوشش کاست را برداشته و برای جلوگیری از ریزش نمونه به آرامی فیلتر را بردارید.

کالیبراسیون و کنترل کیفی:

۱۳- قبل از توزین ترازو را صفر کنید. برای توزین اولیه و ثانویه فیلترها از یک ترازو استفاده کنید. ترازو را بر طبق استاندارد ASTM Class 1 کالیبره کنید.

۱۴- نمونه های تکراری باید در معرض همان محیطی قرار گیرند که نمونه های اصلی قرار گرفته اند. نمونه های کنترل کیفی باید با همان تجهیزات، روش و افراد مورد استفاده در تهیه نمونه های اصلی آماده شوند. انحراف استاندارد نسبی بدست آمده از این نمونه ها را ثبت کنید.

اندازه گیری:

۷۱۱- فیلترهای نمونه و شاهد را توزین کنید. وزن ثانویه فیلترها (W_2) را بر حسب میلی گرم ثبت کنید. هر موردی را در مورد فیلتر ثبت کنید (مانند باراضافه، نشی، رطوبت و پارگی فیلتر).

مداخله گرها: -

محاسبات:

۵۱۰- محاسبه غلظت (C) گرد و غبار کلی در حجم هوای نمونه برداری شده (V) بر حسب لیتر:

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1) \cdot 10^3}{V}, \text{ mg/m}^3$$

W_1 : وزن اولیه فیلتر نمونه (قبل از نمونه برداری) بر حسب mg

W_2 : وزن ثانویه فیلتر نمونه (بعد از نمونه برداری) بر حسب mg

B_1 : وزن اولیه فیلتر شاهد (قبل از نمونه برداری) بر حسب mg

B_2 : وزن ثانویه فیلتر شاهد (بعد از نمونه برداری) بر حسب mg

V: حجم هوای نمونه برداری بر حسب لیتر

۴- پیوستها

پیوست الف- الزامی

معرفی مواد شیمیایی و اسامی مترادف آنها

نام ماده	اسامی مترادف
اتان اتیول	اتیل مرکپتان ؛ مرکپتواتان؛ اتیل سولفیدرات
۱،۲- اتان دی ال	اتیلن گلیکول
اتانال	استالدهید ؛ استیک آلدهید؛ اتیل آلدهید؛ استیل آلدهید
اتانول	اتیل الکل
اتنیل استات	استیک اسید وینیل استر؛ استیک اسید اتنیل استر؛ وینیل A مونومر؛ اتیلن اتانوات ؛ ۱-استوکسی اتیلن؛ وینیل استات؛ وینیل اتانوات
اتوپروپ	Phosphorodithioic acid, O-ethyl S,S-dipropyl ester
۲- اتوکسی اتیل استات	سلوئلو استات؛ استیک اسید اتیلن گلیکول مونو اتیل اتر
n- اتیل اتانامین	n-n- دی اتامین؛ دی اتیل آمین؛ DEA
اتیل الکل	اتانول
اتیل آکریلات	۲- پروپنویک اسید اتیل استر
اتیل آلدهید	اتانال؛ استیک آلدهید؛ استالدهید؛ استیل آلدهید
اتیل آمیل کتون	۳- متیل-۳- هپتانون
اتیل بوتیل کتون	۳- هپتانون
اتیل پاراتیون	پاراتیون
اتیل سولفیدرات	اتان اتیول؛ مرکپتواتان؛ اتیل مرکپتان
اتیل مرکپتان	اتان اتیول؛ مرکپتواتان؛ اتیل سولفیدرات

2,4-2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, 2-ethylhexylester	۲، ۴-D، ۲-اتیل هگزیل استر
استیک اسید وینیل استر؛ استیک اسید اتیل استر؛ وینیل A مونومر؛ وینیل استات؛ ۱-استوکسی اتیلن؛ اتیل استات؛ وینیل اتانوات	اتیلن اتانوات
۱،۲-دی کلرواتان	اتیلن دی کلراید
متیل سلوسلو؛ ۲-متوکسی اتانول؛ EGME	اتیلن گلیکول مونو متیل اتر
۱،۲-اتان دی آل	اتیلن گلیکول
Phosphorodithioic acid, S,S'-methylene, O,O,O',O'-tetraethyl ester O,O,O',O'-Tetraethyl, S,S'-methylenediphosphorodithioate	اتیون
۲-آمینوتولون	ارتو-تولوئیدین
فسفریک اسید، متار توفسفریک اسید	ارتوفسفریک اسید
۲-متیل فنول	ارتو-کرزول
ارتو-نیتروتولون؛ ۲-متیل نیتروبنزن؛ ۲-نیتروتولون	ارتومتیل نیتروبنزن
ارتومتیل نیتروبنزن؛ ۲-متیل نیتروبنزن؛ ۲-نیتروتولون	ارتو-نیتروتولون
دiazینون	اسپکتراسید
اتانال؛ استیک آلدهید؛ اتیل آلدهید؛ استیل آلدهید	استالدهید
وینیل بنزن	استایرن
متیل سیاناید؛ سیانو متان؛ ACN	استو نیتریل
استیک اسید وینیل استر؛ استیک اسید اتیل استر؛ وینیل A مونومر؛ اتیلن اتانوات؛ وینیل استات؛ اتیل استات؛ وینیل اتانوات	۱-استوکسی اتیلن
۲-پروپانون	استون
استیک اسید وینیل استر؛ وینیل استات؛ وینیل A مونومر؛ اتیلن اتانوات؛ ۱-استوکسی اتیلن؛ اتیل استات؛ وینیل اتانوات	استیک اسید اتیل استر

استیک اسید اتیلن گلیکول مونو اتیل اتر	سلوئلو استات؛ ۲-اتوکسی اتیل استات
استیک اسید ایزوبوتیل استر	ایزوبوتیل استات
استیک اسید وینیل استر	وینیل استات؛ استیک اسید اتیل استر؛ وینیل A مونومر؛ اتیلن اتانوآت؛ ۱-استوکسی اتیلن؛ اتیل استات؛ وینیل اتانوآت
استیک اسید-۱- پنتانول استر	n-آمیل استات
استیک اسید-۴- متیل-۲-پنتانول استر	متیل ایزو آمیل استات؛ ۱،۳-دی متیل بوتیل استات؛ sec-هگزیل استات
استیک آلدهید	اتانال؛ استالدهید؛ اتیل آلدهید؛ استیل آلدهید
استیل آلدهید	اتانال؛ استیک آلدهید؛ اتیل آلدهید؛ استالدهید
اسیدفرمیک	هیدروژن کربوکسیلیک اسید؛ متانویک اسید
آکریلونیتریل	۲-پروپن نیتریل؛ وینیل سیاناید؛ AN
اکسید کلسیم	آهک خام
الکل چوب	متیل الکل؛ متانول؛ کرینول؛ نفت چوب؛ جوهر چوب
الیاف سرامیک نسوز	آکتنولیت؛ فرو آکتنولیت؛ آموزیت؛ آنتوفلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ سرامیک نسوز آمفیبول؛ الیاف آزیست؛ شیشه الیافی
آلیل الکل	۲-پروپن-۱-آل؛ ۲-پروپنول؛ وینیل کرینول
n-والرالدهید	والرالدهید؛ پنتانال؛ والرال؛ آمیل آلدهید؛ والریک آلدهید؛ والریک اسید آلدهید؛ بوتیل فرمال

آنول	هگزالین؛ هیدرالین؛ هیدروکسی سیکلو هگزان؛ سیکلو هگزانول
اورتو-بی فنیلن متان	فلوئورین
اورتو-دی کلروبنزن	۱،۲-دی کلروبنزن
ایدریل	بنزو[jk]فلوئورین؛ فلوئورانتین
ایزو بوتیل الکل	۲-متیل ۱-پروپانول؛ ایزوپروپیل کرینول؛ IBA
ایزو بوتیل کرینول	۳-متیل ۱-بوتانول؛ ایزوآمیل الکل؛ ایزوپنتیل الکل
ایزوآمیل الکل	۳-متیل ۱-بوتانول؛ ایزو بوتیل کرینول؛ ایزوپنتیل الکل
ایزوبوتیل استات	استیک اسید ایزوبوتیل استر
ایزوپروپیل استون	MIBK؛ متیل ایزوبوتیل کتون؛ هگزون؛ ۴-متیل-۲-پنتانول
ایزوپروپیل الکل	۲-پروپانول
ایزوپروپیل بنزن	cumene
ایزوپروپیل کرینول	۲-متیل ۱-پروپانول؛ ایزو بوتیل الکل؛ IBA
ایزوپنتیل الکل	۳-متیل ۱-بوتانول؛ ایزو بوتیل کرینول؛ ایزوآمیل الکل
آرتازین	6-Chloro-N2-ethyl-N-isopropyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine
آرسنیک تری هیدرید	هیدروژن آرسنید؛ آرسین
آرسین	هیدروژن آرسنید؛ آرسنیک تری هیدرید
آزابنزن	پیریدین؛ آزابنزن
آزبست	آکتنولیت؛ فرو آکتنولیت؛ آموزیت؛ آنتوفلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ آزبست آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی
آزلایک اسید	nonanedionic acid، ۱،۷-هپتان دی کربوکسیلیک اسید، لپارگیلیک اسید

آزودرین	مونوکروتوفوس Phosphoric acid, dimethyl [1-methyl-3-(methylamino)-3-oxo-1-propenyl] ester Phosphoric acid, dimethyl ester, ester with (E)-3-hydroxy-N-methylcrotonamide
آزین	پیریدین ؛ آزابنزن
آزینفوز متیل	گو تیون Phosphorodithioic acid, O,O-dimethyl S-[(4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3(4H)-yl)methyl] ester
آکتینولیت	الیاف آزبست؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ آکتینولیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی
آلاکلور	2-Chloro-N-(2,6-diethylphenyl)-N-(methoxymethyl)acetamide
آلیل گلیسیدیل اتر	۱-آلیل اکسی-۲،۳-هپوکسی پروپان؛ (۲-پروپنیل اوکسی)متیل) اکسیران AGE ؛
آموزیت	آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ الیاف آزبست؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ آموزیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی
n-آمیل استات	استیک اسید-۱-پنتانول استر
آمیل آلدهید	n-آمیل آلدهید؛ پنتانال؛ والال؛ والالدهید؛ والریک آلدهید؛ والریک اسید آلدهید؛ بوتیل فرمال
آمینوبنزن	بنزن آمین؛ آنیلین؛ فیل آمین
۲-آمینوتولوئن	ارتو-تولوئیدین
آنتوفیلیت	آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ الیاف آزبست؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ آنتوفیلیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی

آنیلین	بنزن آمین؛ آمینوبنزن؛ فنیل آمین
آهک خام	اکسید کلسیم
آهک هیدراته	هیدروکسید کلسیم
برموفرم	تری برمومتان
بنز[a]آنتراسین	۱،۲-بنزآنتراسین؛ تترافین؛ بنزو[b]فنانتترین
بنز[e]اسفنانتریلن	۳،۴-بنزوفلوئورانتین؛ ۲،۳-بنزوفلوئورانتین؛ بنزو[b]فلورانتین؛ B _[b] F
بنز آمین	آنیلین؛ آمینوبنزن؛ فنیل آمین
۱،۲-بنزآنتراسین	بنز[a]آنتراسین؛ تترافین؛ بنزو[b]فنانتترین
بنزن کلرومتیل	بنزیل کلراید؛ α-کلروتولوئن
بنزن	بنزول، سیکلو هگزا ترین
بنزو[ghi]پیرلین	۱،۱۲-بنزوپیرلین
بنزو[e]پیرن	۱،۲-بنزوپیرن؛ ۵،۴-بنزوپیرن؛ B _[e] P
بنزو[a]پیرن	۳،۴-بنزوپیرن؛ ۶،۷-بنزوپیرن؛ BP؛ B _[a] P
بنزو[b]فلورانتین	۳،۴-بنزوفلوئورانتین؛ ۲،۳-بنزوفلوئورانتین؛ بنز[e]اسفنانتریلن؛ B _[b] F
بنزو[k]فلوئورین	فلوئورانتین؛ ایدریل
بنزو[a]فنانتترین	۱،۲-بنزوفنانتترین؛ کریسین
۶،۷-بنزوپیرن	۳،۴-بنزوپیرن؛ بنزو[a]پیرن؛ BP؛ B _[a] P
۵،۴-بنزوپیرن	۱،۲-بنزوپیرن؛ بنزو[e]پیرن؛ B _[e] P
۳،۴-بنزوپیرن	بنزو[a]پیرن؛ ۶،۷-بنزوپیرن؛ BP؛ B _[a] P
۱،۱۲-بنزوپیرلین	بنزو[ghi]پیرلین
۱،۲-بنزوپیرن	بنزو[e]پیرن؛ ۵،۴-بنزوپیرن؛ B _[e] P
۳،۴-بنزوفلوئورانتین	بنزو[b]فلورانتین؛ ۲،۳-بنزوفلوئورانتین؛ بنز[e]اسفنانتریلن؛ B _[b] F
بنزو[def]فنانتترین	پیرین
۱،۲-بنزوفنانتترین	کریسین؛ بنزو[a]فنانتترین
بنزو[b]فنانتترین	۱،۲-بنزآنتراسین؛ تترافین؛ بنز[a]آنتراسین

بنزول	بنزن؛ سیکلوهگزا ترین
بنزیدین	[۱،۱-بی فنیل]-۴،۴-دی آمین؛ پارا-دی آمینودی فنیل
بنزیل کلراید	بنزن (کلرو متیل)؛ α -کلروتولون
بنزین	Petroleum ether
بوتیل فرمال	n-بوتیل فرمال؛ پنتانال؛ والرال؛ آمیل آلدهید؛ والریک آلدهید؛ والریک اسید آلدهید؛ والرالدهید
بی کربنات کلسیم	سنگ آهک؛ سنگ مرمر
بیدرین	دی کروتوفوز Phosphoric acid, 3-(dimethylamino)-1-methyl-3-oxo-1-propenyl dimethyl ester Phosphoric acid, dimethyl ester, ester with cis-3-hydroxy-N,N-dimethylcrotonamide
پاراتیون	اتیل پاراتیون Phosphorothioic acid, O,O-diethyl O-(4-nitrophenyl) ester
پارا-دی آمینودی فنیل	[۱،۱-بی فنیل]-۴،۴-دی آمین؛ بنزیدین
پارا-دی کلرو بنزن	۱-۴-دی کلرو بنزن
پارا-زایلن	دی متیل بنزن
پروپالدهید	پروپانال؛ پروپیل آلدهید؛ متیل استالدهید؛ پروپونالدهید؛ پروپیلک آلدهید
۱،۲-پروپان دی ال	پروپیلن گلیکول
پروپانال	پروپونالدهید؛ پروپیل آلدهید؛ متیل استالدهید؛ پروپالدهید؛ پروپیلک آلدهید
۲-پروپانول	ایزوپروپیل الکل
۲-پروپانون	استون
۲-پروپن نیتریل	آکریلونیتریل؛ وینیل سیاناید؛ AN

۲- پروپنول	۲- پروپن ۱- آل ؛ آلیل الکل ؛ وینیل کرینول
۲- پروپنویک اسید اتیل استر	اتیل آکریلات
پروپیل آلدهید	پروپانال؛ پروپیونالدهید؛ متیل استالدهید؛ پروپالدهید؛ پروپیلک آلدهید
پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر استات	۱-متوکسی-۲-پروپیل استات؛ پروپیلن گلیکول متیل اتر استات
پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر	۱-متوکسی-۲-پروپانول؛ ۲-متوکسی-۱-متیل اتانول؛ پروپیلن گلیکول متیل اتر
پروپیلن گلیکول	۱،۲- پروپان دی آل
پروپیلک آلدهید	پروپانال؛ پروپیل آلدهید؛ متیل استالدهید؛ پروپالدهید؛ پروپیونالدهید
پروپیونالدهید	پروپانال؛ پروپیل آلدهید؛ متیل استالدهید؛ پروپالدهید؛ پروپیلک آلدهید
پروسیک اسید	هیدروسیانیک اسید؛ هیدروژن سیانید ؛ فورمونتریل
پروفس	Phosphorodithioic acid, O-ethyl S,S-dipropyl ester
پنتانال	n-پنتانال؛ والرالدهید؛ والرال؛ آمیل آلدهید؛ والریک آلدهید؛ والریک اسید آلدهید؛ بوتیل فرمال
پیریدین	آزین؛ آزابتن
پیرین	بنزو[def]نانتین
تترا- هیدروبنزن	سیکلوهگزان
تترافین	۱،۲-بنزآنتراسین؛ بنز[a] آنتراسین ؛ بنزو[b]نانتین
تتراکلراید کربن	تتراکلرومتان
تتراکلرومتان	تتراکلراید کربن
تتراهیدروفوران	دی اتیلن اکساید؛ THF
ترمولیت	آکتنولیت؛ فرو آکتنولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ الیاف آزبست؛ ترمولیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی

تری برمومتان	برموفرم
تری کلرومتان	کلروفرم
تولوئن	متیل بنزن
تیمت	فُرات Phosphorodithioic acid, O,O-diethyl S- [(ethylthio)methyl] ester
جوهر چوب	متیل الکل؛ الکل چوب؛ کرینول؛ نفت چوب؛ متانول
جوهر گوگرد	سولفوریک اسید
دوده استیلنی	دوده؛ کربن آمورف؛ دوده کوره؛ دوده چراغ
دوده چراغ	دوده؛ کربن آمورف؛ دوده کوره؛ دوده استیلنی
دوده کوره	دوده؛ کربن آمورف؛ دوده استیلنی؛ دوده چراغ
دوده	دوده استیلنی؛ کربن آمورف؛ دوده کوره؛ دوده چراغ
دورسبان	کلرپیرفوز Phosphorothioic acid, O,O-diethyl O-(3,5,6- trichloro-2-pyridinyl) ester
n-n دی اتامین	دی اتیل آمین؛ n-اتیل اتانامین؛ DEA
دی اتیل آمین	n-n دی اتامین؛ n-اتیل اتانامین؛ DEA
دی اتیلن اتر	۱، ۴-دی اتیلن دی اکسید؛ دی اکسان
دی اتیلن اکساید	تتراهیدروفوران؛ THF
۱، ۴-دی اتیلن دی اکسید	۱، ۴-دی اتیلن دی اکسید؛ دی اکسان
دی اکسان	۱، ۴-دی اتیلن دی اکسید؛ دی اتیلن اتر
کربن دی اکسید	کربنیک اسید، یخ خشک
دی اکسید نیتروژن	پراکسید نیتروژن؛ تتراکسید نیتروژن
دی آمید	دی آمین؛ هیدرازین
دی آمین	هیدرازین؛ دی آمید

دی تیوکربنیـک انیدرید	کربن دی سولفید
دی سیستون	دیسولفوتون Phosphorodithioic acid, O,O-diethyl S-[2-(ethylthio)ethyl] ester
دی فیل متان- ۴،۴- دی ایزوسیانات	MDI؛ ۴،۴-متیلن دی فیل ایزوسیانات؛ متیلن بیس فیل ایزوسیانات
۱،۲-دی کلرواتان	اتیلن دی کلراید
۴-۱-دی کلروبنزن	پارا-دی کلرو بنزن
۱،۲-دی کلروبنزن	اورتو-دی کلروبنزن
۳،۳-دی کلروبنزیدین	۳،۳-دی کلرو[۱،۱-بی فیل]-۴،۴-دی آمین
دی کلرومتان	متیلن کلراید؛ متیلن دی کلراید
دی متیل آمین	n-متیل متانامین؛ DMA
دی متیل آمینو بنزن	۲،۴-دی متیل آنیلین؛ ۲،۴-زایلیدین
۲،۴-دی متیل آنیلین	۲،۴-زایلیدین؛ دی متیل آمینو بنزن
دی متیل بنزن	پارا-زایلین
۱،۳-دی متیل بوتیل استات	استیک اسید-۴-متیل-۲-پنتانول استر؛ متیل ایزو آمیل استات؛ sec-هگزیل استات
دی متیل نیتروزامین	n-نیتروزودی متیل آمین؛ n-متیل-n-نیتروزومتانامین؛ DMN؛ DMNA
دiazینون	اسپکتراسید Phosphorothioic acid, O,O-diethyl O-[6-methyl-2-(1-methylethyl)-4-pyrimidinyl] ester
دیسولفوتون	دی سیستون

Phosphorodithioic acid, O,O-diethyl S-[2-(ethylthio)ethyl] ester	
فونوفوس Ethyl phosphonodithioic acid, O-ethyl S-phenyl ester Phosphonodithioic acid, ethyl-, O-ethyl S-phenyl ester	دیفونات
بیدرین Phosphoric acid, 3-(dimethylamino)-1-methyl-3-oxo-1-propenyl dimethyl ester Phosphoric acid, dimethyl ester, ester with cis-3-hydroxy-N,N-dimethylcrotonamide	دیکروتوفوز
۲،۴-دی متیل آنیلین؛ دی متیل آمینو بنزن	۲،۴-زایلیدین
آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ الیاف آزبست؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ سرپنتین آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	سرپنتین
۲-اتوکسی اتیل استات؛ استیک اسید اتیلن گلیکول مونو اتیل اتر	سلوسلو استات
بی کربنات کلسیم؛ سنگ مرمر	سنگ آهک
سنگ آهک؛ بی کربنات کلسیم	سنگ مرمر
هیدروکسید سدیم	سود سوز آور
جوهر گوگرد	سولفوریک اسید
2[[4-chloro-6-(ethylamino)-1,3,5-triazin-2-yl]amino]-2-methylpropionitrile	سیانازین
متیل سیاناید؛ استونیتریل؛ ACN	سیانومتان
مالاتیون [(Dimethoxyphosphinothioyl)thio]butanedioic acid diethyl ester Succinic acid, mercapto-, diethyl ester, S-ester with O,O-dimethylphosphorodithioate	سیتیون
بنزول؛ بنزن	سیکلو هگزاترین

سیکلو هگزان	هگزاهیدرو بنزن
سیکلو هگزانول	هگزالین؛ هیدرالین؛ هیدروکسی سیکلو هگزان؛ آنول
سیکلو هگزانون	سیکلو هگزیل کتون
سیکلو هگزیل کتون	سیکلو هگزانون
سیمازین	6-Chloro-N,N'-diethyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine
شیشه الیافی	آکتنولیت؛ فرو آکتنولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ کروزیلولیت؛ ترمولیت؛ شیشه الیافی آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ الیاف آزیست
فُرات	تیمت Phosphorodithioic acid, O,O-diethyl S-[(ethylthio)methyl] ester
فرمالدهید	متانال؛ فرمالین؛ متیلن اکساید
فرمالین	متانال؛ فرمالدهید؛ متیلن اکساید
فُسدرین	مورینفوس 3-[(Dimethoxyphosphinyl)oxy]-2-butenic acid, methyl ester Crotonic acid, 3-hydroxy-, methyl ester dimethyl phosphate
فسفریک اسید	ارتوفسفریک اسید، متافسفریک اسید
فلوئورانتین	بنزو[<i>jk</i>]فلوئورین؛ ایدریل
فلوئورین	اورتو-بی فیلن متان
فنامیفوس	نماکور (1-Methylethyl)phosphoramidic acid, ethyl-3-methyl-4-(methylthio)phenyl ester Phosphoramidic acid, isopropyl-4-(methylthio)-m-tolyl ethyl ester
فنول	کربولیک اسید؛ هیدروکسی بنزن
فنیل آمین	بنزن آمین؛ آمینوبنزن؛ آنیلین

مونوفنیل کلراید؛ کلروبنزن	فنیل کلراید
۲-فورآلدهید؛ فورفورال	۲-فورال کربوکسآلدهید
فورفورال؛ ۲-فوران کربوکسآلدهید	۲-فورآلدهید
۲-فورآلدهید؛ ۲-فوران کربوکسآلدهید	فورفورال
۲-فوریل کرینول؛ ۲- (هیدروکسی متیل) فوران؛ ۲- فوریل متانول	فورفوریل الکل
هیدروسیانیک اسید؛ پروسیک اسید؛ هیدروژن سیاناید	فورمونیتریل
فورفوریل الکل؛ ۲- (هیدروکسی متیل) فوران؛ ۲- فوریل متانول	۲- فوریل کرینول
۲- فوریل کرینول؛ ۲- (هیدروکسی متیل) فوران؛ فورفوریل الکل	۲- فوریل متانول
دیفونات Ethyl phosphonodithioic acid, O-ethyl S-phenyl ester Phosphonodithioic acid, ethyl-, O-ethyl S-phenyl ester	فونوفوس
دوده؛ دوده استیلنی؛ دوده کوره؛ دوده چراغ	کربن آمورف
دی تیوکرینیک انیدرید	کربن دی سولفید
کربن دی اکسید، یخ خشک	کربنیک اسید
کربن اکسید؛ مونوکسید کربن؛ گاز دودکش	کربنیک اکسید
فتول؛ هیدروکسی بنزن	کربولیک اسید
متیل الکل؛ الکل چوب؛ متانول؛ نفت چوب؛ جوهر چوب	کرینول
آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ کریزوتایل؛ سرپنتین؛ الیاف آزبست؛ ترمولیت؛ کروزیدولیت آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	کروزیدولیت
آکتینولیت؛ فرو آکتینولیت؛ آموزیت؛ آنتوفیلیت؛ الیاف آزبست؛ سرپنتین؛ کروزیدولیت؛ ترمولیت؛ کریزوتایل آمفیبول؛ الیاف سرامیک نسوز؛ شیشه الیافی	کریزوتایل

کریسین	۱،۲-بنزوفنانترین؛ بنزو[a]فنانترین
کلرپیرفوز	دورسبان Phosphorothioic acid, O,O-diethyl O-(3,5,6-trichloro-2-pyridinyl) ester
۴-کلرو نیتروبنزن	۱-کلرو-۴-نیتروبنزن؛ ۴-نیتروکلروبنزن؛ PNCB؛ PCNB
۱-کلرو-۴-نیتروبنزن	۴-کلرو نیتروبنزن؛ ۴-نیتروکلروبنزن؛ PNCB؛ PCNB
کلرواتیلن	وینیل کلراید
کلروبنزن	مونوکلروبنزن؛ فنیل کلراید
α-کلروتولون	بنزن(کلرومتیل)؛ بنزیل کلراید
کلروفرم	تری کلرومتان
کومن	ایزوپروپیل بنزن
گوتیون	آزینفوز متیل Phosphorodithioic acid, O,O-dimethyl S-[(4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3(4H)-yl)methyl] ester
لپارگیلیک اسید	۱،۷-هپتان دی کربوکسیلیک اسید، nonanedionic acid آزلایک اسید
مالاتیون	سیتیون [(Dimethoxyphosphinothioyl)thio]butanedioic acid diethyl ester Succinic acid, mercapto-, diethyl ester, S-ester with O,O-dimethylphosphorodithioate
مانیتور	Phosphoramidothioic acid, O,S-dimethyl ester
متاسفریک اسید	فسفریک اسید، ارتوفسفریک اسید
متامیدوفوس	مانیتور؛ Phosphoramidothioic acid, O,S-dimethyl ester
متان اتیول	متیل مرکاپتان؛ مرکاپتومتان؛ متیل سولفیدرات
متانال	فرمالدهید؛ فرمالین؛ متیلن اکساید

متیل الکل؛ الکل چوب؛ کرینول؛ نفت چوب؛ جوهر چوب	متانول
هیدروژن کربوکسیلیک اسید؛ اسیدفرمیک	متانویک اسید
متیل سلوسلو؛ اتیلن گلیکول مونو متیل اتر؛ EGME	۲-متوکسی اتانول
۱-متوکسی-۲-پروپانول؛ پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر؛ پروپیلن گلیکول متیل اتر	۲-متوکسی-۱-متیل اتانول
پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر؛ ۲-متوکسی-۱-متیل اتانول؛ پروپیلن گلیکول متیل اتر	۱-متوکسی-۲-پروپانول
پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر استات؛ پروپیلن گلیکول متیل اتر استات	۱-متوکسی-۲-پروپیل استات
2-Chloro-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-N-(2-methoxy-1-methylethyl)acetamide	متولاکلور
ایزو بوتیل الکل؛ ایزوپروپیل کرینول؛ IBA	۲-متیل-۱-پروپانول
پروپانال؛ پروپیل آلدهید؛ پروپیونالدهید؛ پروپالدهید؛ پروپیلک آلدهید	متیل استالدهید
متانول؛ الکل چوب؛ کرینول؛ نفت چوب؛ جوهر چوب	متیل الکل
۲-مگزانون؛ MBK	متیل ان-بوتیل کتون
استیک اسید-۴-متیل-۲-پنتانول استر؛ ۱،۳-دی متیل بوتیل استات؛ sec-هگزیل استات	متیل ایزو آمیل استات
MIBK؛ هگزون؛ ایزوپروپیل استون؛ ۴-متیل-۲-پنتانول	متیل ایزوبوتیل کتون
تولون	متیل بنزن
پاراتیون متیل	متیل پاراتیون
Phosphorothioic acid, O,O-dimethyl O-(4-nitrophenyl) ester	متیل سلوسلو
۲-متوکسی اتانول؛ اتیلن گلیکول مونو متیل اتر؛ EGME	متیل سولفیدرات
متان اتیل؛ مرکاپتومتان؛ متیل مرکاپتان	

استونیتریل ؛ سیانو متان؛ ACN	متیل سیاناید
هگزاایدرومتیل فنول؛ هگزاایدروکرزول	متیل سیکلو هگزانول
ارتو-کرزول	۲-متیل فنول
دی متیل آمین؛ DMA	n-متیل متانامین
متان اتیول؛ مرکاپتومتان؛ متیل سولفیدرات	متیل مرکاپتان
ارتومتیل نیتروبنزن؛ ارتو-نیتروتولون؛ ۲-نیتروتولون	۲-متیل نیتروبنزن
ایزوآمیل الکل ؛ ایزو بوتیل کرینول؛ ایزوپنتیل الکل	۳-متیل-۱-بوتانول
MIBK؛ متیل ایزوبوتیل کتون ؛ ایزوپروپیل استون؛ هگزون	۴-متیل-۲-پنتانول
اتیل آمیل کتون	۳-متیل-۳-هپتانول
n-نیتروزودی متیل آمین ؛ دی متیل نیتروزامین؛ DMNA ؛DMN	n-متیل-n- نیتروزومتانامین
متانال؛ فرمالین؛ فرمالدهید	متیلن اکساید
MDI ؛ دی فیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات؛ ۴،۴-متیلن دی فیل ایزوسیانات	متیلن بیس فیل ایزوسیانات
MDI ؛ دی فیل متان-۴،۴- دی ایزوسیانات؛ متیلن بیس فیل ایزوسیانات	۴و۴-متیلن دی فیل ایزوسیانات
دی کلرومتان؛ متیلن کلراید	متیلن دی کلراید
دی کلرومتان؛ متیلن دی کلراید	متیلن کلراید
اتیل مرکاپتان ؛ اتان اتیول؛ اتیل سولفیدرات	مرکاپتواتان
متان اتیول؛ متیل مرکاپتان؛ متیل سولفیدرات	مرکاپتومتان
آزودرین Phosphoric acid, dimethyl [1-methyl-3-(methylamino)-3-oxo-1-propenyl] ester Phosphoric acid, dimethyl ester, ester with (E)-3-hydroxy-N-methylcrotonamide	مونوکروتوفوس

کربن اکسید؛ کربنیک اکسید؛ گاز دودکش	کربن مونو اکسید
نیتریک اکساید	مونو اکسید نیتروژن
فُسدرین 3-[(Dimethoxyphosphinyl)oxy]-2-butenic acid, methyl ester Crotonic acid, 3-hydroxy-, methyl ester dimethyl phosphate	مونیفوس
نفت سفید	نفت چراغ
متیل الکل؛ الکل چوب؛ کریینول؛ متانول؛ جوهر چوب	نفت چوب
Petroleum distillates mixture	نفت خام
نفت چراغ	نفت سفید
نفتن	نفتالین
نفتالین	نفتن
فنامیفوس (1-Methylethyl)phosphoramidic acid, ethyl-3-methyl-4-(methylthio)phenyl ester Phosphoramidic acid, isopropyl-4-(methylthio)-m-tolyl ethyl ester	نِماکور
نیتروبنزول؛ روغن میربن	نیتروبنزن
نیتروبنزن؛ روغن میربن	نیتروبنزول
ارتومتیل نیتروبنزن؛ ۲-متیل نیتروبنزن؛ ارتو-نیتروتولون	۲-نیتروتولون
۴-نیتروزوپینولیدین؛ N-NPyr؛ NPyr؛ PYRNA	n-نیتروزوپیرولیدین
n-نیتروزوپیرولیدین؛ N-NPyr؛ NPyr؛ PYRNA	۱-n-نیتروزوپینولیدین
n-متیل-n-نیتروزومتانامین؛ دی متیل نیتروزامین؛ DMNA؛ DMN	n-نیتروزودی متیل آمین
n-نیتروزومورفولین؛ NMOR؛ MORNA	۴-نیتروزومورفولین

۴- نیتروزومورفولین؛ NMOR؛ MORNA	n-نیتروزومورفولین
۱- کلرو-۴-نیتروبنزن؛ ۴-کلرو نیتروبنزن؛ PCNB؛ PNCB	۴- نیترو کلرو بنزن
aqua fortis	نیتریک اسید
مونوکسید نیتروژن	نیتریک اکساید
n-والرال؛ پنتانال؛ والرالدهید؛ آمیل آلدهید؛ والریک آلدهید؛ والریک اسید آلدهید؛ بوتیل فرمال	والرال
n-والرالدهید؛ پنتانال؛ والرال؛ آمیل آلدهید؛ والریک آلدهید؛ والریک اسید آلدهید؛ بوتیل فرمال	والرالدهید
n-والریک آلدهید؛ پنتانال؛ والرال؛ آمیل آلدهید؛ والرالدهید؛ والریک اسید آلدهید؛ بوتیل فرمال	والریک آلدهید
استیک اسید وینیل استر؛ استیک اسید اتیل استر؛ وینیل A مونومر؛ اتیلن اتانوات؛ ۱-استوکسی اتیلن؛ اتیل استات؛ وینیل استات	وینیل اتانوات
استیک اسید وینیل استر؛ استیک اسید اتیل استر؛ وینیل A مونومر؛ اتیلن اتانوات؛ ۱-استوکسی اتیلن؛ اتیل استات؛ وینیل اتانوات	وینیل استات
استایرن	وینیل بنزن
۲-پروپن نیتریل؛ آکریلونیتریل؛ AN	وینیل سیاناید
۲-پروپن -۱-آل؛ ۲-پروپنول؛ آلایل الکل	وینیل کریبنول
کلرواتیلن	وینیل کلراید
۱،۷-هپتان دی nonanedionic acid ، آزلایک اسید ، لپارگیلیک اسید	۱،۷-هپتان دی کربوکسیلیک اسید
اتیل بوتیل کتون	۳-هپتانول
سیکلو هگزانول ؛ هیدرالین؛ هیدروکسی سیکلو هگزان؛ آنول	هگزالین
متیل ان-بوتیل کتون؛ MBK	۲-هگزانون
سیکلو هگزان	هگزاهیدرو بنزن
هگزاهیدرو متیل فنول؛ متیل سیکلو هگزانول	هگزاهیدرو کرزول

هگزاهیدرومتیل فنول	متیل سیکلو هگزانول ؛ هگزاهیدرو کرزول
هگزون	MIBK؛ متیل ایزوبوتیل کتون ؛ ایزوپروپیل استون؛ ۴-متیل-۲-پنتانول
sec-هگزیل استات	استیک اسید-۴-متیل-۲-پنتانول استر؛ ۱،۳-دی متیل بوتیل استات؛ متیل ایزو آمیل استات
هیدرازین	دی آمین؛ دی آمید
هیدرالین	هگزالین؛ سیکلو هگزانول ؛ هیدروکسی سیکلو هگزان؛ آنول
هیدرو برمیک اسید	هیدروژن برماید
هیدروژن آرسنید	آرسین؛ آرسنیک تری هیدرید
هیدروژن برماید	هیدرو برمیک اسید
هیدروژن سولفید	هیدروژن سولفورده شده؛ هیدروسولفوریک اسید؛ گاز کبدی؛ stink damp
هیدروژن سیانید	هیدروسیانیک اسید؛ پروسیک اسید؛ فورمونیتریل
هیدروژن فلوراید	هیدرو فلوریک اسید
هیدروکسیلیک اسید	اسیدفرمیک؛ متانوئیک اسید
هیدروژن کلراید	هیدرو کلریک اسید
هیدروسولفوریک اسید	هیدروژن سولفورده شده؛ هیدروژن سولفید؛ گاز کبدی؛ stink damp
هیدروسیانیک اسید	هیدروژن سیانید؛ پروسیک اسید؛ فورمونیتریل
هیدروفلوئوریک اسید	هیدروژن فلوراید
هیدروکسی بنزن	کربولیک اسید؛ فنول
هیدروکسی سیکلو هگزان	هگزالین؛ هیدرالین؛ هیدروکسی سیکلو هگزان ؛ آنول
۲- (هیدروکسی) ۲- فوریل کرینول؛ فورفوریل الکل ؛ ۲- فوریل متانول	

متیل) فوران	
هیدروکسید سدیم	سود سوزآور
هیدروکسید کلسیم	آهک هیدراته
هیدروکلریک اسید	هیدروژن کلراید

پیوست ب- الزامی
معرفی مواد شیمیایی و کاربردهای صنعتی آنها

نام ماده	کاربردهای صنعتی
اتان اتیول	مورد استفاده در سوخت جت ، دارو و افزودنی های خوراک دام
۱،۲- اتان دی ال	صنعت پلاستیک ، به عنوان ضد یخ در استفاده از سیستمهای خنک کننده خودرو
اتانال	در تولید برخی از رایحه و طعم دهنده ها ، آفت کش ها ، رنگ ها ، لاستیک مصنوعی، مواد ضد عفونی کننده، در مواد شیمیایی عکاسی
اتانول	صنعت ضد یخ سازی، عطرسازی، رنگسازی، مشروبات الکلی
اتیل استات	در ساخت چسب، رنگ ، فیلم ، پارچه
اتوپروپ	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
n- اتیل اتانامین	تولید لاستیک ، رزین ، رنگ و دارو
اتیل الکل	صنعت ضد یخ سازی، عطرسازی، رنگسازی، مشروبات الکلی
اتیل آکریلات	صنعت لاستیک و پلاستیک
اتیل آلدهید	در تولید برخی از رایحه و طعم دهنده ها ، آفت کش ها ، رنگ ها ، لاستیک مصنوعی، مواد ضد عفونی کننده، در مواد شیمیایی عکاسی
اتیل بنزن	صنایع پتروشیمی
اتیل بوتیل کتون	صنایع شیمیایی ، و تولید کنندگان لوازم آرایشی و رایحه
اتیل پاراتیون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
اتیل سولفیدرات	مورد استفاده در سوخت جت ، دارو و افزودنی های خوراک دام
اتیل مرکاپتان	مورد استفاده در سوخت جت ، دارو و افزودنی های خوراک دام
اتیلن دی کلراید	پاک کننده رنگ
اتیلن گلیکول مونو	مورد استفاده در تهیه لاستیک ، رنگ و رزین

متیل اتر	
اتیلن گلیکول	صنعت پلاستیک، به عنوان ضدیخ در استفاده از سیستمهای خنک کننده خودرو
ایتیون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
ارتو-تولوئیدین	صنایع رنگسازی، پزشکی قانونی
ارتوفسفریک اسید	صنایع غذایی، مواد پاک کننده، پزشکی، کشاورزی
ارتومتیل نیتروبنزن	صنعت کشاورزی و عکاسی
ارتو-نیترو تولوئن	صنعت کشاورزی و عکاسی
آرسنیک	در تهیه سموم کشاورزی و حشره کشهای مختلف، ساخت مواد آتش بازی و ترقه
آزابنزن	داروسازی، مورد استفاده در رنگ ها، چسب ها و به عنوان کمک رنگرزی برای منسوجات
آزودرین	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
آزین	داروسازی، مورد استفاده در رنگ ها، چسب ها و به عنوان کمک رنگرزی برای منسوجات
آزینفومتیل	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
اسپکتراسید	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
استالدهید	در تولید برخی از رایحه و طعم دهنده ها، آفت کش ها، رنگ ها، لاستیک مصنوعی، مواد ضد عفونی کننده، در مواد شیمیایی عکاسی
استایرن	صنعت نفت و پتروشیمی، آب و فاضلاب، ساختمان سازی و عایق های حرارتی و رطوبتی
استرانسیوم	ساختشیشه تلوزیونهای رنگی، تولید رنگ در آتش بازی
استو نیتریل	در ساخت دارو، عطر، تولیدات لاستیک، آفت کش ها
۱-استوکسی اتیلن	در ساخت چسب، رنگ، فیلم، پارچه
استون	صنعت پلاستیک، داروسازی، پزشکی و لوازم آرایشی و بهداشتی

استیک اسید اتنیل استر	در ساخت چسب، رنگ، فیلم، پارچه
استیک اسید وینیل استر	در ساخت چسب، رنگ، فیلم، پارچه
استیک اسید-۱- پنتانول استر	تولید طعم دهنده، عطر، تولید پنی سیلین و در ساخت فیلم عکاسی، چاپ و رنگ پارچه
استیک آلدهید	در تولید برخی از رایحه و طعم دهنده ها، آفت کش ها، رنگ ها، لاستیک مصنوعی، مواد ضد عفونی کننده، در مواد شیمیایی عکاسی
استیل آلدهید	در تولید برخی از رایحه و طعم دهنده ها، آفت کش ها، رنگ ها، لاستیک مصنوعی، مواد ضد عفونی کننده، در مواد شیمیایی عکاسی
اسید فرمیک	دامداری به منظور جلوگیری از فاسد شدن غذای دام، صنعت خوشبو کننده ها
آکریلونیتریل	ساخت لاستیک و الیاف
اکسامیل	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
آلدیکرب	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
الکل چوب	صنعت ضد یخ سازی
آلومنیوم	حمل و نقل، بسته بندی، ساختمان
الیاف سرامیک نسوز	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله های سیمانی و قطعات پوشش سقفی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذها، نسوز
آمونیاک	صنعت کود شیمیایی و پلاستیک سازی، در تهیه مواد منفجره
آنتیموان	صنایع نیمه هادی و در تولید دیود ها، موج یابهای مادون قرمز
آنول	صنعت پلیمر
اورتو-بی فنیلن متان	صنعت پلاستیک، دندان پزشکی
ایدریل	صنعت رنگ سازی و دارو سازی

ایزو بوتیل الکل	در صنایع غذایی به عنوان عامل طعم دهنده، در پلاستیک، لاستیک، افزودنی بنزین، برای کاهش یخ زدگی کاربراتور
ایزو بوتیل کرینول	محصولات دارویی
ایزو آمیل الکل	محصولات دارویی
ایزو پروپیل استون	ساخت رنگ ها، لاستیک، مواد دارویی، مواد شیمیایی و ماشین آلات
ایزو پروپیل الکل	به عنوان دارو جهت تمیز کردن پوست قبل از عمل جراحی
ایزو پروپیل کرینول	در صنایع غذایی به عنوان عامل طعم دهنده، در پلاستیک، لاستیک، افزودنی بنزین، برای کاهش یخ زدگی کاربراتور
ایزو پنتیل الکل	محصولات دارویی
آرتازین	در صنعت کشاورزی به عنوان حشره کش
آزبست	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله های سیمانی و قطعات پوششی سقفی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذهای نسوز
آکتینولیت	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله های سیمانی و قطعات پوششی سقفی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذهای نسوز
آلاکلور	در صنعت کشاورزی به عنوان حشره کش
آموزیت	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله های سیمانی و قطعات پوششی سقفی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذهای نسوز
n-آمیل استات	تولید طعم دهنده، عطر، تولید پنی سلین و در ساخت فیلم عکاسی، چاپ و رنگ پارچه
آمینوبنزن	صنایع رنگ سازی، صنعت لاستیک، داروسازی
۲-آمینو تولوئن	صنایع رنگ سازی، علم پزشکی قانونی
آنتوفیلیت	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله های سیمانی و قطعات پوششی سقفی،

عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال درمنسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذهای نسوز	
صنایع رنگسازی، صنعت لاستیک، داروسازی	آنیلین
صنعت نفت و گاز در تهیه گل حفاری، نقاشی، آجرسازی، کاشی سازی، شیشه سازی و پلاستیک سازی	باریم
صنعت غذایی	برلیوم
صنعت الکترونیک	برموفرم
صنایع رنگسازی، صنعت لاستیک، داروسازی	بنزن آمین
تولید رنگ های خاص و محصولات دارویی ، عطر و طعم	بنزن کلرومتیل
صنایع شیمیایی	بنزن
صنعت رنگ، پلاستیک ، آفت کش ها، مواد منفجره	بنزو[ghi]پیرلین
صنعت رنگسازی	بنزو[a]پیرن
صنعت رنگسازی و داروسازی	بنزو[k]فلوئورین
صنعت رنگسازی	بنزو[a]فنانترین
صنعت رنگسازی	۵،۴-بنزوپیرن
صنعت رنگسازی	۳،۴-بنزوپیرن
صنعت رنگ، پلاستیک ، آفت کش ها، مواد منفجره	۱،۲-بنزوپیرلین
صنعت رنگسازی	بنزو[def]فنانترین
صنعت رنگسازی	۱،۲-بنزو فنانترین
صنایع شیمیایی	بنزول
درمانی بیماری های گال و شپش	بنزیدین
تولید رنگ های خاص و محصولات دارویی ، عطر و طعم	بنزیل کلراید
صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش	بنومیل
صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش	بیدرین
صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش	پاراتیون

پارا-دی آمینودی فنیل	در درمان بیماری های گال و شپش
پارا-زایلین	صنایع چاپ، لاستیکو چرم
پروپالدهید	صنایع شیمیایی در تولید پلاستیک
۱،۲- پروپان دی ال	صنایع غذایی، در لوازم آرایشی و بهداشتی، به عنوان ضد یخ
پروپانال	صنایع شیمیایی ، تولید پلاستیک
۲- پروپانون	صنعت پلاستیک، داروسازی، پزشکی و لوازم آرایشی و بهداشتی
۲- پروپن نیتریل	ساخت لاستیک و الیاف
۲- پروپنونیک اسید اتیل استر	صنعت لاستیک و پلاستیک
پروپوکسور	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
پروپیل آلدهید	صنایع شیمیایی ، تولید پلاستیک
پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر استات	صنعت رنگ سازی
پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر	صنعت رنگ سازی
پروپیلن گلیکول	صنایع غذایی، لوازم آرایشی و بهداشتی، به عنوان ضد یخ
پروپیلک آلدهید	صنایع شیمیایی ، تولید پلاستیک
پروپونالدهید	صنایع شیمیایی ، تولید پلاستیک
پروفام	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
پروفسوس	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
پیریدین	داروسازی، مورد استفاده در رنگ ها ، چسب ها و به عنوان کمک رنگرزی برای منسوجات
پیرین	صنعت رنگسازی
تالیوم	سلولهای نوری

تتراکلراید کربن	ساخت کپسولهای آتش نشانی
تتراکلرومتان	ساخت کپسولهای آتش نشانی
تتراهیدروفلوران	صنعت داروسازی
ترمولیت	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله‌های سیمانی و قطعات پوشش‌سیسقی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس‌ها، کاغذهای نسوز
تری برمومتان	صنعت الکترونیک
تری کلرومتان	صنعت داروسازی، تولید رنگ‌ها و آفت کش‌ها
تلوریوم	تولید آهن و فولاد ضد زنگ؛ عامل رنگ کننده در سرامیک و شیشه
تولون	صنایع رنگ و رزین
تولون-۲،۴- دی ایزوسیانات	صنعت خودرو و مبلمان
تیتانیوم	هواپیماها، موشک‌ها، ماشین‌های نساجی، وسایل شیمیایی، وسایل جراحی، وسایل غذایی
تیمت	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
تیوبن کرب	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
جوهر چوب	صنعت ضد یخ سازی
جوهر گوگرد	تولید کود شیمیایی، استخراج فلزات و پالایشگاه‌های نفت
n-دکان	در صنعت لاستیک و کاغذ
دوده استیلنی	در محصولات لاستیکی، رنگ‌دانه‌ها و جوهر چاپگرها
دوده چراغ	در محصولات لاستیکی، رنگ‌دانه‌ها و جوهر چاپگرها
دوده کوره	در محصولات لاستیکی، رنگ‌دانه‌ها و جوهر چاپگرها
دوده	در محصولات لاستیکی، رنگ‌دانه‌ها و جوهر چاپگرها
دورسبان	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
n-n-دی اتامین	تولید لاستیک، رزین، رنگ و دارو

دی اتیل آمین	تولید لاستیک، رزین، رنگ و دارو
دی اتیلن اتر	استفاده در رنگ، لاک، چسب، لوازم آرایشی
دی اتیلن اکساید	صنعت داروسازی
۱، ۴-دی اتیلن دی اکسید	استفاده در رنگ، لاک، چسب، لوازم آرایشی
دی اُکسان	استفاده در رنگ، لاک، چسب، لوازم آرایشی
دی اکسید گوگرد	به عنوان سرد کننده، ضد عفونی کننده، رنگ بر در تکنولوژی مواد غذایی و در صنایع نساجی و کاغذ سازی
دی آمید	سوخت موشکوفرآورده های تنباکو، ساخت بسیاری از داروها و عکسبرداری
دی آمین	سوخت موشکوفرآورده های تنباکو، ساخت بسیاری از داروها و عکسبرداری
دی پروپیلن گلیکول مونومتیل اتر	صنعت رنگ سازی
دی تیو کربنیک انیدرید	صنعت شیمیایی، فیبرهای ابریشمی مصنوعی
دی سیستون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
۱، ۲-دی کلرواتان	پاک کننده رنگ
دی کلرومتان	صنعت رنگ، چسب و داروسازی
دی متیل آمین	صنعت ابریشم مصنوعی و نایلون
دی متیل آمینو بنزن	تولید آفت کش ها، رنگ مو و مواد شیمیایی دیگر
۲، ۴-دی متیل آنیلین	تولید آفت کش ها، رنگ مو و مواد شیمیایی دیگر
دی متیل بنزن	صنایع چاپ، لاستیکو چرم
دی متیل نیتروز آمین	تولید سوخت راکت، محصولات زیبایی و آرایش و پاک کننده

دیازینون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
دیسولفوتون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
دیفونات	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
دیگروتوفوز	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
دیورون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
روغن میربن	صنعت داروسازی، به عنوان عطر برای صابون ها و لوازم آرایشی
روی	صنعت خودرو سازی، آבקاریفلزها
۲،۴-زایلیدین	تولید آفت کش ها، رنگ مو و مواد شیمیایی دیگر
سرب	در باتریهای اسید سرب، در اجزای الکترونیکی، روکش کابل، مهمات، در شیشه CTR ها، سرامیک
سرپنتین	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله های سیمانی و قطعات پوشش سقفی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذهای نسوز
سلنیوم	در صنعت الکترونیک، عکاسی
سود سوز آور	در تولید مواد شیمیایی، ابریشم مصنوعی، خمیر کاغذ و کاغذ، در تولید رنگ، آلومینیوم، مواد پتروشیمی و پارچه، صابون و مواد شوینده
سولفوریک اسید	تولید کود شیمیایی، استخراج فلزات و پالایشگاه های نفت
سیانازین	در صنعت کشاورزی به عنوان حشره کش
سیانومتان	در ساخت دارو، عطر، تولیدات لاستیک، آفت کش ها
سیتیون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
سیکلو هگزاترین	صنایع شیمیایی
سیکلو هگزانول	صنعت پلیمر
سیکلو هگزانون	صنایع رنگساز، صنعت لاستیک، صنعت سرامیک، صنعت نساجی، مواد شوینده و پلاستیک
سیکلو هگزیل کتون	صنایع رنگساز، صنعت لاستیک، صنعت سرامیک، صنعت نساجی، مواد

شوینده و پلاستیک	
سیمازین	در صنعت کشاورزی به عنوان حشره کش
شیشه الیافی	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله‌های سیمانی و قطعات پوششیستقی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذهای نسوز
فُرات	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
فرمالدهید	صنایع چسب سازی
فرمالین	صنایع چسب سازی
فرمیک اسید	دامداری به منظور جلوگیری از فاسد شدن غذای دام، صنعت خوشبوکننده‌ها
فُسدین	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
فسفر	پزشکی، کشاورزی و تولیدات کشاورزی، مواد شوینده و خمیر دندان
فسفریک اسید	صنایع غذایی، مواد پاک کننده، پزشکی، کشاورزی
فلوئورانتین	صنعت رنگسازی و داروسازی
فلوئورین	صنعت پلاستیک، دندانپزشکی
فنامیفوس	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
فنانترین	در سنتز رنگ، مواد منفجره
فنول	مورد استفاده در نایلون، شوینده ها، افزودنی‌های بنزین، آسپرین، رنگها، علف کشها، نرم کننده ها، روغن‌های روان کننده، قارچ کشها
فنیل آمین	صنایع رنگسازی، صنعت لاستیک، داروسازی
فنیل کلراید	صنایع رنگرزی، صنعت پزشکی
۲-فوران کربوکسالدئید	در صنعت نفت در تصفیه روغن روان کننده، در تولید علف کش
۲-فورآلدئید	در صنعت نفت در تصفیه روغن روان کننده، در تولید علف کش
فورفورال	در صنعت نفت در تصفیه روغن روان کننده، در تولید علف کش

فورفوریل الکل	در پرتاب موشک به عنوان سوخت، صنعت ریخته گری و چسب
فورمتانات	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
۲- فوریل متانول	در پرتاب موشک به عنوان سوخت، صنعت ریخته گری و چسب
فونوفوس	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
قلع	شیشه سازی، لحیم کاری
کاپتان	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
کادمیوم	صنایع باتری سازی
کارباریل	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
کاربندازیم	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
کامفور	آتش بازی و دارو سازی، به عنوان دافع حشرات، و مومیایی
کبالت	پرتو درمانی (رادیوتراپی)، رادیوگرافی صنعتی به منظور تشخیص عیوب ساختاری قطعات فلزات
کربن آمورف	در محصولات لاستیکی، رنگ دانه ها و جوهر چاپگرها
کربن دی سولفید	صنعت شیمیایی، فیبرهای ابریشمی مصنوعی
کربوفوران	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
کربولیک اسید	مورد استفاده در نایلون، شوینده ها، افزودنی های بنزین، آسپرین، رنگها، علف کشها، نرم کننده ها، روغن های روان کننده، قارچ کشها
کربینول	صنعت ضد یخ سازی
کروزیدولیت	عامل عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله های سیمانی و قطعات پوشش سقفی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذهای نسوز
کروم	متالوژی برای مقاوم کردن در مقابل پوسیدگی
کریزوتایل	عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله های سیمانی و قطعات پوشش سقفی، عامل افزایش دهنده نقطه اشتعال در منسوجات و محصولات کاغذی، لباس ها، کاغذهای نسوز

کریسین	صنعت رنگسازی
کلر پروفام	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
کلر پیرفوز	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
کلر واتیلن	لوله و بطری پی وی سی
کلروبنزن	صنایع رنگرزی، صنعت پزشکی
α -کلروتولونن	تولید رنگ های خاص و محصولات دارویی، عطر و طعم
کلروفرم	صنعت داروسازی، تولید رنگ ها و آفت کش ها
گو تیون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
لانتانیوم	صنعت سینما برای روشنایی و پیش تابی استودیو
لیتیوم	در انتقال حرارت، در ساختشیشه سرامیک، در فضاپیماها وزیر دریائی
مالاتیون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
مانیتور	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
متاسفربیک اسید	صنایع غذایی، مواد پاک کننده، پزشکی، کشاورزی
متامیدوفوس	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
متان اتیول	مورد استفاده در سوخت جت، دارو و افزودنی های خوراک دام
متانال	صنایع چسب سازی
متانول	صنعت ضد یخ سازی
۲-متوکسی اتانول	مورد استفاده در تهیه لاستیک، رنگ و رزین
۲-متوکسی-۱-متیل اتانول	صنعت رنگ سازی
۱-متوکسی-۲-پروپانول	صنعت رنگ سازی
۱-متوکسی-۲-پروپیل استات	صنعت رنگ سازی
متولاکلور	در صنعت کشاورزی به عنوان حشره کش

متومیل	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
۲-متیل ۱- پروپانول	در صنایع غذایی به عنوان عامل طعم دهنده، در پلاستیک ، لاستیک،افزودنی بنزین ، برای کاهش یخ زدگی کاربراتور
متیل استالدهید	صنایع شیمیایی در تولید پلاستیک
متیل الکل	صنعت ضد یخ سازی
متیل ان-بوتیل کتون	سنتز داروها و آفتکشها
متیل ایزوبوتیل کتون	ساخت رنگ ها ، لاستیک ، مواد دارویی ، مواد شیمیایی و ماشین آلات
متیل بنزن	صنایع رنگ ورزین
متیل پاراتیون	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
متیل سلوسُلو	مورد استفاده در تهیه لاستیک ، رنگ و رزین
متیل سولفیدرات	مورد استفاده در سوخت جت ، دارو و افزودنی های خوراک دام
متیل سیاناید	در ساخت دارو ، عطر ، تولیدات لاستیک ، آفت کش ها
n-متیل متانامین	صنعت ابریشم مصنوعی و نایلون
متیل مرکپتان	مورد استفاده در سوخت جت ، دارو و افزودنی های خوراک دام
۲-متیل نیتروبنزن	صنعت کشاورزی و عکاسی
۴-متیل-۲-پنتانول	ساخت رنگ ها ، لاستیک ، مواد دارویی ، مواد شیمیایی و ماشین آلات
n-متیل-نیتروزامین	تولید سوخت راکت، محصولات زیبایی و آرایش و پاک کننده
متیلن اکساید	صنایع چسب سازی
متیلن دی کلراید	صنعت رنگ، چسب و داروسازی
متیلن کلراید	صنعت رنگ، چسب و داروسازی
متیوکرپ	صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش
مرکپتواتان	مورد استفاده در سوخت جت ، دارو و افزودنی های خوراک دام

مورد استفاده در سوخت جت ، دارو و افزودنی های خوراک دام	مرکاپتومتان
ساخت سیم ولوله ، دستگیره های درب و سایر وسایل منزل	مس
تولید آهن و فولاد	منگنز
داروسازی، کاربردهای شیمیایی، پزشکی	منیزیم
در صنعت بنزین بعنوان کاتالیزور، هواپیما و موشک	مولیبدن
صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش	مونوکروتوفوس
داروسازی، در تقویت سوخت خودرو	مونوکسید نیتروژن
صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش	مونوفوس
صنعت ضد یخ سازی	نفت چوب
ساخت پلاستیک و رنگ، گندزدایوحشره کشی، جلوگیری ازبید زدنفرش و پارچه های پشمی	نفتالین
ساخت پلاستیک و رنگ، گندزدایوحشره کشی، جلوگیری ازبید زدنفرش و پارچه های پشمی	نفتن
صنایع الکترونیک، ساختسکه،جواهرات، کارد و چنگال و در صنایعی عکاسیو ساختآینه	نقره
صنعت کشاورزی به عنوان آفت کش	نیماکور
صنعت داروسازی، به عنوان عطر برای صابون ها و لوازم آرایشی	نیتروبنزن
صنعت داروسازی، به عنوان عطر برای صابون ها و لوازم آرایشی	نیتروبنزول
صنعت کشاورزی و عکاسی	۲-نیتروتولون
تولید سوخت راکت، محصولات زیبایی و آرایشی و پاک کننده	n-نیتروزودی متیل آمین
تولید کود، صنایع پلاستیک سازی	نیتریک اسید
داروسازی، در تقویت سوخت خودرو	نیتریک اکساید
پزشکی؛ رنگ شیشه	وانادیم
در ساخت چسب، رنگ، فیلم، پارچه	وینیل اتانوات

در ساخت چسب، رنگ، فیلم، پارچه	وینیل استات
صنعت نفت و پتروشیمی، آب و فاضلاب، ساختمان سازی و عایق های حرارتی و رطوبتی	وینیل بنزن
ساخت لاستیک و الیاف	وینیل سیاناید
لوله و بطری پی وی سی	وینیل کلراید
صنایع شیمیایی، و تولید کنندگان لوازم آرایشی و رایحه	۳-هپتانون
صنعت پلیمر	هگزالین
سنتز داروها و آفتکشها	۲-هگزانون
ساخت رنگ ها، لاستیک، مواد دارویی، مواد شیمیایی و ماشین آلات	هگزون
سوخت موشکوفرآورده های تنباکو، ساخت بسیاری اذداروها و عکسبرداری	هیدرازین
صنعت پلیمر	هیدرالین
پزشکی	هیدرو برمیک اسید
پزشکی	هیدروژن برماید
تولید گوگرد	هیدروژن سولفید
تولید کود و رنگ مورد استفاده در آبکاری الکتریکی، صنایع عکاسی، نساجی و لاستیک	هیدروژن فلوراید
تولید کود و رنگ مورد استفاده در آبکاری الکتریکی، صنایع عکاسی، نساجی و لاستیک	هیدروژن کلراید
تولید گوگرد	هیدروسولفوریک اسید
تولید کود و رنگ مورد استفاده در آبکاری الکتریکی، صنایع عکاسی، نساجی و لاستیک	هیدروفلوئوریک اسید
مورد استفاده در نایلون، شوینده ها، افزودنی های بنزین، آسپرین، رنگها، علف کشها، نرم کننده ها، روغن های روان کننده، قارچ کشها	هیدروکسی بنزن

صنعت پلیمر	هیدروکسی سیکلو هگزان
در پرتاب موشک به عنوان سوخت، صنعت ریخته گری و چسب	۲- (هیدروکسی متیل) فوران
در تولید مواد شیمیایی، ابریشم مصنوعی، خمیر کاغذ و کاغذ، در تولید رنگ، آلومینیوم، مواد پتروشیمی و پارچه، صابون و مواد شوینده	هیدروکسید سدیم
تولید کود و رنگ مورد استفاده در آبکاری الکتریکی، صنایع عکاسی، نساجی و لاستیک	هیدروکلریک اسید

پیوست پ- الزامی
اسامی متداول و تجاری مواد شیمیایی

فرمول	نام شیمیایی	نام متداول
CH ₃ OH	Methanol, methyl alcohol	Alcohol, wood
C ₂ H ₅ OH	Ethanol or ethyl alcohol	Alcohol, grain
	2-propanol, propyl alcohol, isopropyl alcohol	Alcohol, rubbing
	Ethyl alcohol	Alcohol
	Sodium bicarbonate	Alka Seltzer
	Potassium aluminum sulfate dodecahydrate	Alum
Al ₂ O ₃	Aluminum oxide	Alumina
	Fused alumina	Alundum
	Ethylene glycol	Antifreeze
	Aluminum chlorohydrate	Antipersperant

$\text{HNO}_3 + \text{HCl}$	1:3 mixture of nitric and hydrochloric acids	Aqua regia
	Acetyl salicylic acid	Aspirin
NaHCO_3	Sodium hydrogen carbonate	Baking soda
	Sodium bicarbonate	Baking powder
	Amyl acetate	Banana oil
	Barium oxide	Baryta
	Barium sulfate	Barytes
	Sulfuric acid	Battery acid
	Hydrated aluminum oxide	Bauxite
	Benzene	Benzol
NaClO	Sodium hypochlorite	Bleach (laundry)
	Calcium chloride hypochlorite	Bleaching powder
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Copper (II) sulfate	Blue vitrol
$\text{CuSO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Copper II sulfate pentahydrate	Bluestone
	Boric acid	Boracic acid
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Sodium tetraborate decahydrate	Borax

	Alloy of copper and zine	Brass
S	Sulfur	Brimstone
	Alloy of copper and tin	Bronze
	Zinc carbonate	Calamine
	Calcium carbonate	Calcite
	Calcium hexametaphosphate	Calgon
	Mercurous chloride	Calomel
	Phenol	Carbolic acid
CCl ₄	Tetrachloromethane	Carbon tetrachloride
	Silicon carbide	Carborundum
	Sodium hydroxide	Caustic soda
	Calcium carbonate	Chalk
	Sodium nitrate	Chile saltpeter
CHCl ₃	Trichloromethane	Chloroform
	Hypochlorus acid	Chlorox
	Lead chromate	Chrome yellow
HgS	Mercury II sulfide	Cinnabar

اسامی متداول و تجاری مواد شیمیائی

فرمول	نام شیمیایی	نام متداول
	Carbonic acid	Club soda
	Hydrated ferrous sulfate	Copperas
	Mercuric chloride	Corrosive sublimate
$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	Potassium hydrogen tartrate	Cream of tartar
	Dichlorodiphenyltrichloroethane	DDT
	Glucose	Dextrose
c	Carbon	Diamond
$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	Calcium magnesium carbonate	Dolomite
	Sodium hydroxide	Drano
	Sodium hydroxide	Easy-off oven cleaner
	Calcium carbonate	Egg shells
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Magnesium sulfate heptahydrate	Epsom salts
	Ethyl ether	Ether
	Phenolphthalein	Ex-lax
	Ammonium nitrate	Fertilizer component

	Satannous fluoride	Flurostan
	Iron Pyrites	Fool's gold
	40% solution of formaldehyde	Formalin
CCl_2F_2	Dichlorodifluoromethane	Freon (refrigerant)
	Zinc sulfide	Galena
PbS	Lead II sulfide	Galena
	Hydrated sodium sulfate	Glauber's salt
	Glycerol	Glycerine
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Ethanol or ethyl alcohol	Grain alcohol
C	Carbon	Graphite
	Hydrated ferrous sulfate	Green vitriol
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Calcium sulfate dihydrate	Gypsum
	Deuterium oxide	Heavy water
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Sodium thiosulfate pentahydrate	Hypo
	Calcium chloride	Lce bite
	Mixture of glucose and fructose	Invert sugar
N_2O	Dinitrogen oxide	Laughing gas
	Fructose	Levulose
	Calcium oxide	Lime

CaO	Calcium oxide	Limestone
CaCO ₃	Calcium carbonate	Liquid paper
	Titanium dioxide	
	Potassium chloride	Lite salt
	Lead monoxide	Litharge
	Mixture of zinc sulfide and barium sulfate	Lithopone
	Potassium sulfide	Liver of sulfur
	Liquid oxygen	LOX
	Silver nitrate	Lunar caustic

اسامی متداول و تجاری مواد شیمیایی

فرمول	نام شیمیایی	نام متداول
NaOH	Sodium hydroxide	Lye
	Magnesium oxide	Magnesia
CaCO ₃	Calcium carbonate	Marble
	Partially saturated fatty acide	Margarine
	Methane	Marsh gas
CH ₃ COC ₂ H ₅	Methyl ethyl ketone	MEK
	Hydrated sodium ammonium hydrogen phosphate	Microcosmic salt
	Lactose	Milk sugar
Mg(OH) ₂	Magnesium hydroxide	Milk of magnesia
	Calcium hydroxide	Milk of lime
	Hydrated ferrous ammonium sulfate	Mohr's salt
	Naphthalene	Moth balls
	Sodium hydrogen glutamate	Msg

HCl	Hydrochloric acid	Muriatic acid
	Aspartame	Nutrasweet
	Benzaldehyde	Oil of bitter almonds
H ₂ SO ₄	Sulfuric acid (conc.)	Oil of vitriol
	Nitrobenzene	Oil of mirbane
	Concentrated sulfuric acid	Oil of vitriol
	Methyl salicylate	Oil of winter green
	Fuming sulfuric acid	Oleum
	Double salt of copper acetate and copper arsenite	Paris green
	Carbonic acid	Perier
	Alloy of tin, antimony, copper, and lead	Pewter
	Carbonyl chloride	Phosgene
	Sodium thiosulfate	Photographic hypo
	Trinitrophenol	Picric acid
	Calcium hydroxide	Plaster

$\text{CaSO}_4 \cdot (1/2)\text{H}_2\text{O}$	Calcium sulfate hemihydrate	Plaster of Paris
K_2CO_3	Potassium carbonate	Potash
	Ferric ferrocyanide	Prussian blue
FeS_2	Iron disulfide	Pyrite (fool's gold)
SiO_2	Silicon dioxide	Quartz
	Calcium oxide	Quicklime
Hg	Mercury	Quicksilver
	Potassium sodium tartrate	Rochelle salt
	Dihydroxyaluminum sodium carbonate	Roloids
	Ferric oxide	Rouge
	2-propanol, propyl alcohol, isopropyl alcohol	Rubbing alcohol
NH_4Cl	Ammonium chloride	Sal ammoniac
	Hydrated sodium carbonate	Sal soda

اسامی متداول و تجاری مواد شیمیایی

فرمول	نام شیمیایی	نام متداول
	Ammonium chloride	Sal ammoniac
NaCl	Sodium chloride	Salt, table
	Potassium chloride	Salt, lite
KNO ₃	Potassium nitrate	Saltpeter
SiO ₂	Silicon dioxide	Sand
	Sodium bisulfate	Sani-flush
	Poly-1,1-dichloroethylene	Saran wrap
	Silicon dioxide	Silica
Ca(OH) ₂	Calcium hydroxide	Slaked lime
	Ammonium carbonate	Smelling salts
	Sodium carbonate	Soda ash (washing soda)
	Alloy of in and antimony	Solder
	Sucrose	Sugar
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Sucrose	Sugar, table
	Hydrated lead acetate	Sugar of lead

	Para-aminobenzoic acid	Sun-tan lotion
	A polymer of tetrafluoroethy lene	Teflon
	Trinitrotoluene	TNT
	Toluene	Toluol
Na_3PO_4	(Tri) Sodium Phosphate	TSP
	Calcium carbonate	Tums
	Ferrous ferricyanide	Turnbull's blue
	Acetominophen	Tylenol
	Acetic acid, ethanoic acid	Vinegar
	Ascorbic acid	Vitamin C
$\text{NaCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Sodium carbonate decahydrate	Washing soda
	Hydrated sodium carbonate	Washing soda
	Barium hydroxide	Water softener
	Basic lead carbonate	White lead
	Ammonia	Windex
CH_3OH	Methyl alcohol, methanol	Wood alcohol
	Zinc sulfide	Zinc blend

پایش آلاینده ها در محیط کار

هنگامی احتمال مواجهه یک کارگر با مواد خطرناک وجود دارد، لازم است ارزشیابی پتانسیل مواجهه با مواد خطرناک و مضر از طریق پایش یا نمونه برداری و تعیین میزان مواجهه با آلاینده های هوا برد انجام گیرد. برنامه مورد نیاز شامل سه مرحله بشرح زیر می باشد:

- یک بررسی به روش Walk-through
- نمونه برداری از هوا جهت ارزشیابی امکان مواجهه بیش از حد مجاز
- پایش محیط کار از طریق روشهای معتبر تا مشخص شود آیا کارگر با آلاینده های مواجهه ای بیش از ۵۰٪ حد مجاز تماس دارد یا خیر.

پیوست ت- الزامی

تبدیل ppm و mg/m^3

$$\text{mg/m}^3 = \frac{\text{(وزن ملکولی ماده بر حسب گرم) (مقدار بر حسب ppm)}}{۲۴/۴۵}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{(۲۴/۴۵) (مقدار بر حسب } \text{mg/m}^3 \text{)}}{\text{وزن ملکولی ماده بر حسب گرم}}$$

پیوست ث- الزامی

تصحیح مقادیر میانگین زمانی (Time-weighted Average: TWA) برای

شیفت های کاری بیش از ۸ ساعت

در صورتیکه مدت انجام کار بیش از ۸ ساعت در شبانه روز (۲۴ ساعت) باشد با مقادیر TWA

توصیه شده را مطابق جدول زیر اصلاح نمایید:

فاکتور تصحیح مقادیر TLV- TWA

فاکتور	مدت انجام کار (ساعت)
۰/۷	بیش از ۸ ساعت بوده اما بیش از ۱۰ ساعت نمی باشد.
۰/۵	بیش از ۱۰ ساعت بوده اما بیش از ۱۲ ساعت نمی باشد
۰/۲۵	بیش از ۱۲ ساعت بوده اما بیش از ۱۴ ساعت نمی باشد
۰/۱	بیش از ۱۶ ساعت

پیوست ج- الزامی

محاسبه حد مواجهه (Exposure limit: EL) مخلوط حلال ها

روش ذکر شده در زیر صرفاً برای حلال های هیدروکربنی با پایه نفتی که حاوی هیدروکربن های آلیفاتیک اشباع (الکان ها و سیکلوالکان ها) و هیدروکربن های آروماتیک با اتمهای کربن ۵ تا ۱۵ و نقطه جوش بین 35°C و 329°C کاربرد دارد. این روش برای سوخته های نفتی، روغن های روان کننده یا حلال ها یا مخلوط حلالها که برای آنها حد مواجهه (EL) تعریف شده است (نظیر بنزن، n-هگزان یا متیل نفتالن) کاربرد ندارد.

محاسبه EL مخلوط حلال ها با استفاده از فرمول زیر صورت می گیرد:

$$OEL_{solv\ mix} = \frac{1}{\frac{\text{کسر جرمی مایع گروه } n}{\text{مقدار راهنما برای گروه } n} + \dots + \frac{\text{کسر جرمی مایع گروه } a}{\text{مقدار راهنما برای گروه } a}}$$

^۱: اگر ترکیب بخار بطور معنی داری متفاوت از ترکیب جرمی مایع باشد، لازم است کسر جرمی بخار در فرمول

مقدار راهنما	تعداد اتم های کربن	گروه هیدروکربن
1800	C5-C6	Normal and branched chain alkanes
1200	C7-C8	
1200	C9-C15	
1800	C5-C6	Cycloalkanes
800	C7-C8	
800	C9-C15	
500	C7-C8	Aromatics
500	C9-C15	

مقادیر EL مخلوط حلال ها باید بشکل زیر گرد شود:

- در صورتیکه $100 \text{ mg/m}^3 < \text{EL}_{\text{Solv mix}}$ باشد به نزدیکترین مقدار 25 mg/m^3 گرد شود.
- در صورتیکه $100 - 600 \text{ mg/m}^3 = \text{EL}_{\text{Solv mix}}$ باشد، به نزدیکترین مقدار 50 mg/m^3 گرد شود.
- در صورتیکه $600 \text{ mg/m}^3 < \text{EL}_{\text{Solv mix}}$ باشد، به نزدیکترین مقدار 200 mg/m^3 گرد شود.
- **مثال :** برگه داده های ایمنی مواد (MSDS) یک حلال ، ترکیب زیر را مطابق جدول (۲) نشان

می دهد.

EL مخلوط را محاسبه کنید.

جدول ۲- ترکیب تشکیل دهنده یک حلال براساس MSDS

اجزاء	درصد ترکیب اجزاء	مقدار (mg/m ³)
C7-C8 alkanes	45%	1200
C9-C10 alkanes	40%	1200
C7-C8 aromatics	9%	500
Toluene	6%	75 (EL)
Benzene	<1%	Not applicable

$$EL = \frac{1}{\frac{. / 45}{200} + \frac{. / 40}{1200} + \frac{. / 0.9}{500} + \frac{. / 0.6}{75}}$$

$$EL = \frac{1}{. / 0.0169}$$

$$EL = 592 \text{ mg} / \text{m}^3$$

$$EL = 600 \text{ mg} / \text{m}^3 \text{ پس از گرد کردن}$$

پیوست چ - الزامی

گونه های مختلف چوب که بعنوان آلرژن شناخته شده اند.

نام گونه چوب	نام متداول
	Softwood
Thuja plicata	Western red cedar
Sequoia sempervirens	California redwood
Cedra libani	Cedar of Lebanon
Thuja occidentalis	Eastern white cedar
	Hardwood
Quercus robur	Oak, European
Fagus spp.	Beech
	Ash
Fraxinus americanum	
	Tropical wood
Pouteri	Abirucana
Triplochiton scleroxylon	African maple
Microberlinia	African zebra
Myrocarpus fastigiatus	Cabreuva
Juglans olanchana	Central American Walnut
Dalbergia retusa	Cocabolla
Tanganyika aningre	Common name unavailable
Diospyros crassiflora	Ebony, African

<i>Chlorophora excelsa</i>	Iroko or Kambala
<i>Caesalpineia echinata</i>	Fenambouk
<i>Pterocarpus angolensis</i>	Kejaat
<i>Nesorgordonia papaverifera</i>	Kobite
<i>Khaya</i> spp.	Mahogany, African
<i>Tieghemella hecklii</i>	Makore
Species name unavailable	Quillaja bark
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Pau Marfim
<i>Gonystylus bancanus</i>	Ramin

مراجع

1. www.cds.gov/niosh/docs/2003-154/method-ihtml
Niosh manual of analytical methods
2. www.worksafebc.com
Guide lines part 5-contorolling exposure
3. www.translationdirectory.com
Common and trade names of chemical

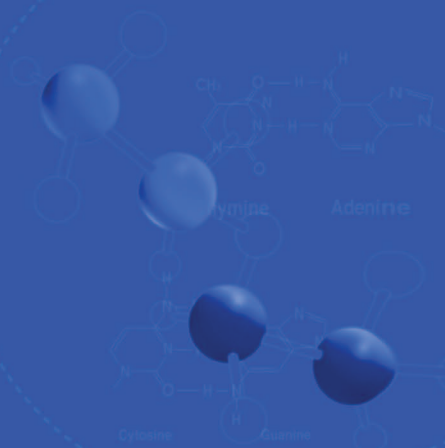


Tehran University of Medical Sciences
Institute for Environmental Research



Islamic Republic of Iran
Ministry of Health and Medical Education
Environmental and Occupational Health Center

A Guide to Recognition and Evaluation of Chemical Agents in the Work Environment



2050202- 0908- 1

Autumn 2012