

به نام خدا

شیمی تجزیه عملی

مؤلفان :

آیلین حاجی محمدی

امیر علی چمن

با نظارت:

دکتر سید محمد اسماعیل محبوبی ربانی

دکتر مریم بیاناتی

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران - ۱۴۰۵)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

Chaponashr.ir



chaponashr.ir



ren-journals.com



سرشناسه: حاجی محمدی، آیلین، ۱۳۸۵
عنوان و نام پدیدآورگان: شیمی تجزیه عملی / مولفان: آیلین حاجی محمدی، امیرعلی چمن
مشخصات نشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۵.
مشخصات ظاهری: ۱۰۳ ص.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۵۵۳-۱
شناسه افزوده: چمن، امیرعلی، ۱۳۸۵
وضعیت فهرست نویسی: فیفا
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: شیمی تجزیه عملی
رده بندی کنگره: TP ۹۸۳
رده بندی دیویی: ۶۶۸/۵۵
شماره کتابشناسی ملی: ۸۹۶۳۲۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیفا

نام کتاب: شیمی تجزیه عملی
مولفان: آیلین حاجی محمدی - امیرعلی چمن
ناشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد: الهام غفاری
ناظران علمی: دکتر سید محمد اسماعیل محبوبی ربانی - دکتر مریم بیاناتی
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۵
چاپ: زبرجد
قیمت: ۱۸۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان:
<https://chaponashr.ir/ketabresan>
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۵۵۳-۱
تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir



chaponashr.ir



www.gonemans.com



فهرست

پوشش مناسب:	۷
حفاظت از چشم ها	۷
حفاظت از دست ها	۸
ممنوعیت های غذایی و آشامیدنی	۸
مواد سمی و سرطان زا	۱۰
ثبت داده ها	۱۱
مبانی و پیش نیاز های لازم برای آزمایشگاه شیمی تجزیه	۲۵
تیتراسیون	۲۵
تیتراسیون منگانونمتری غیرمستقیم:	۵۲
تیتراسیون یدومتری مستقیم	۵۸
تیتراسیون یدومتری غیر مستقیم	۶۳
تیتراسیون آرژانتومتری موهر	۶۹
تیتراسیون آرژانتومتری ولهارد	۷۸
تیتراسیون کمپلکسومتری مستقیم	۸۳

Error! Bookmark .. تیتراسیون کمپلکسومتری غیرمستقیم: ..
not defined.

تیتراسیون گراویمتری ۹۶

این کتابچه برای آزمایشگاه شیمی تجزیه نوشته شده است و امید است برای مشتاقان علم و دانش و افرادی که با وجود خود در این آزمایشگاه آزمایش انجام میدهند، موثر و مفید باشد.

باشد که روزهایی بهتر و پراز علم و دانش برای همه ما ایرانیان باشد.

آزمایشگاه شیمی تجزیه محیطی است که روازنه با اسیدهای غلیظ، بازهای سوزاننده، حلالهای آلی فرار و مواد سمی سر و کار دارید. برخلاف آزمایشگاههای عمومی که البته رعایت قوانین و مقررات در آن آزمایشگاهها نیز حائز اهمیت است؛ در آزمایشگاه شیمی تجزیه ایمنی و دقت دو بال پرواز شما هستند. یک اشتباه کوچک مثل نریختن اسید در ظرف مخصوص یا فراموش کردن عینک ایمنی میتواند عواقب جبران ناپذیری را داشته باشد.

قانون طلایی: اگر در موردی شک دارید، پرسید و انجام ندهید.

قبل از هر کار راهنمای آزمایش را مطالعه کرده و از استاد یا تکنسین راهنما سوال پرسید.

(۱) مقررات ایمنی فردی

پوشش مناسب:

روپوش سفید: حتما قبل از ورود به آزمایشگاه باید روپوش سفید را پوشید؛ روپوش باید کاملا دکمه دار باشد و آستینهایی مناسب و نه چندان بلند داشته باشد تا از پوست دست و تنه در برابر پاشش مواد محافظت کند. روپوشهای کثیف و یا سوراخ را دور بیندازید.

فلسفه رنگ سفید روپوش نیز این هست که پاشیدن مواد بر روی روپوش به طور واضح و مشخصی نمایان باشد و بتوانید سریع آن را تشخیص دهید.

کفش ایمنی: هرگز با صندل، دمپایی، یا کفشهای پارچه ای وارد آزمایشگاه نشوید.

از کفشهای چرمی یا ضخیم با رویه بسته استفاده نمایید تا در صورت ریختن اسید پاهایتان سالم بماند.

موی سر: اگر موی بلندی دارید؛ حتما آن را ببندید و زیر روپوش قرار دهید تا در شعله یا مواد شیمیایی گرفتار نشود.

زیرو آلات: انگشتر، دستبند، ساعت مچی را خارج کنید. این اشیاء نه تنها آلوده میشوند، بلکه در صورت تماس با مواد خورنده بین پوست و فلز گیر کرده و سوختگی شدیدی ایجاد میکنند.

حفاظت از چشم ها

عینک ایمنی (safty goggles): استفاده از آن الزامی غیر قابل چشم پوشی است. عینکهای معمولی یا لنزهای تماسی جایگزین عینک ایمنی نمیشوند. اگر لنز دارید حتما عینک ایمنی روی آن بزنید؛ در صورت پاشش ماده؛ لنز میتواند به قرنیه بچسبد و آسیب جدی ایجاد کند.

دستگاه شست و شوی چشم: قبل از شروع کار محل دقیق دستگاه شست و شوی چشم و * طریقه استفاده از آن را یاد بگیرید. اگر ماده ای به چشم شما پاشید، ظرف ۱۰ ثانیه باید چشم را با آب فراوان (حداقل ۱۵ دقیقه) بشوید و همزمان به اورژانس اطلاع دهید.

حفاظت از دست ها

دستکش نیتریلی (Nitrile gloves): برای کار با اسیدها، بازها، حلال های آلی، حتما از دستکش نیتریلی استفاده کنید (دستکش لاتکس در برابر حلال ها مقاوم نیست). دستکش ها را هنگام خروج از آزمایشگاه خارج کنید تا آلودگی منتقل نشود.

شستن دست ها: حتی اگر دستکش داشتید، پس از اتمام کار و قبل از خروج از آزمایشگاه، دست های خود را با آب و صابون کاملا بشوید. هرگز با دست آلوده به صورت یا چشم یا دهان خود نزنید.

ممنوعیت های غذایی و آشامیدنی

خوردن و آشامیدن و جویدن آدامس در آزمایشگاه ممنوع است چون ممکن است مواد سمی یا سرطان زا به طور ناخواسته وارد دهان شما شوند.

حتی بطری آب معدنی خود را نیز به داخل آزمایشگاه نیاورید؛ ذرات معلق در هوا میتوانند روی دهانه بطری شما بنشینند و شما را مسموم کنند.

از گذاشتن خودکار و مداد در دهان نیز جدا خودداری بفرمایید.

۲) مقررات کار با مواد شیمیایی

برچسب زنی و شناسایی مواد:

هرگز به بوی یک ماده اعتماد نکنید تا تشخیص دهید چیست! بسیاری از مواد سمی بدون بو هستند یا بوی

آنها میتواند برای شما گول زننده باشد.

قبل از استفاده از هر ماده برچسب روی ظرف را با دقت بخوانید و به این موارد دقت کنید.

نام شیمیایی دقیق

غلظت (درصد یا مولاریته)

تاریخ انقضا

علائم هشدار (سمی، خورنده، آتش زا، سرطان زا)

هرگز ماده شیمیایی را از ظرف بدون برچسب بردارید! اگر برچسب پاره شد، سریعاً یک برچسب جدید بنویسید و بچسبانید.

نحوه برداشت و انتقال مواد

هنگام برداشت ماده از ظرف اصلی، درپوش را روی میز نگذارید. درپوش را با دست گرفته و بلافاصله پس از برداشت، درب را ببندید تا ماده جذب رطوبت هوا نشود یا بخار سمی منتشر نشود.

هرگز مواد اضافی را به ظروف اصلی بازنگردانید. ممکن است آلوده شده باشند، مقدار اضافی را دور بریزید.

(در ظرف مخصوص پسماند)

برای برداشت مایعات همیشه از پیپت یا استوانه مخصوص استفاده کنید. هرگز از ظرف اصلی مستقیماً روی ترازو یا بشر نریزید (کنترل حجم ندارید و ممکن است بیش از حد بریزید)

کار با اسید ها (خطرناک ترین مواد)

قانون طلایی اسید ها: همیشه اسید را به آب اضافه کنید نه آب را به اسید* باز

(ریختن آب روی اسید باعث جوشش ناگهانی و پاشش خطرناک میشود)

عبارت معروف always add acid to water

هنگام رقیق سازی اسید غلیظ، حتماً از بشر مقاوم به حرارت (پیرکس*) در حمام آب یخ استفاده کنید؛ زیرا واکنش بسیار گرمازا است.

اسید ها را در محلی با تهویه مناسب (هود) مخلوط کنید.

در صورت ریختن اسید روی پوست، بلافاصله با آب فراوان بشویید (حداقل ۱۵ دقیقه) سپس با محلول

بیکربنات سدیم رقیق خنثی کنید و به پزشک مراجعه بفرمایید.+

کار با حلال های آلی (قابل اشتعال و سمی) حلال هایی مانند استون، اتانول، متانول، اتر، هگزان، بسیار فرار و آتشزا هستند.

این مواد را نزدیک شعله، جرقه، یا وسایل گرمایشی استفاده نکنید!

در هود شیمیایی؛ fume Hood کار کنید تا بخارات سمی تنفس نشوند.

ظروف حاوی حلال های آلی را همیشه در بسته نگه دارید.

در صورت آتشوزی از کپسول CO_2 یا پودر خشک استفاده کنید و هرگز آب نریزید! چون حلال روی آب شناور شده و آتش را گسترش میدهد.

مواد سمی و سرطان زا

موادی مانند بنزن، کلروفرم، فرمالدهید و برخی ترکیبات فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، آرسنیک) جز مواد سرطان زا یا سمی مزمن هستند.

کار با این مواد فقط در هود و با دستکش و ماسک مناسب انجام شود.

ضایعات این مواد را در ظروف مخصوص زباله های سمی بریزید، هرگز در سینک نریزید.

۳) مقرررات حین آزمایش

نظم و ترتیب میز کار: قبل از شروع تمام وسایل مورد نیاز را چیده و از سالم بودن آنها مطمئن شوید.

میز کار را تمیز و عاری از وسایل غیر ضروری نگه دارید.

محل کار خود را به سه قسمت تقسیم کنید:

منطقه تمیز (برای مواد اولیه)

منطقه کار (جایی که آزمایش انجام میشود)

منطقه آلوده (برای ظروف کثیف و پسماند ها)

برچسب زنی ظروف حین کار

هر ظرفی که حاوی محلول هست (حتی اگر آب مقطر باشد) باید برچسب داشته باشد که شامل:

نام ماده، غلظت، تاریخ تهیه، نام تهیه کننده می باشد.

ثبت داده ها

تمام اعداد و مشاهدات را بلافاصله در دفتر یادداشت مخصوص بنویسید. هرگز روی کاغذ سفید یا دستمال کاغذی ننویسید چون گم میشوند.

در دفتر یادداشت مخصوص با خودکار بنویسید نه با مداد چون زیاد پاک میشود.

۴) مقررات ایمنی پس از آزمایش

جمع آوری پسماند ها:

اسید ها و باز ها: در ظروف مجزا با برچسب مشخص بریزید و هرگز آنها را با هم مخلوط نکنید (واکنش شدید ایجاد میشود)

حلال های آلی: در ظروف مخصوص پسماند آلی بریزید.

مواد جامد سمی: در کیسه های مخصوص زباله های شیمیایی بریزید.

هرگز مواد شیمیایی را در چاهک (سینک) نریزید مگر اینکه استاد اجازه داده باشد.

شست و شوی ظروف:

بلافاصله پس از اتمام آزمایش، ظروف را بشویید. ماندن مواد در ظروف باعث چسبندگی و آلودگی آنها میشود.

روش شست و شو:

ظرف را با آب بشویی تا مواد درشت خارج شوند.

با آب مقطر یا دیونیزه سه بار آبکشی کنید.

در نهایت با مقدار کمی از حلالی که قرار است در آن بریزید (مثلا همان محلول تیترانت) یکبار آبکشی کنید.

ظروف را وارونه روی خشک کن قرار دهید.

تمیزکاری میز و محیط

میز کار را با دستمال کاغذی یا اسپری الکل تمیز کنید.

شیر گاز و آب را ببندید و وسایل برقی را خاموش کنید.

خروج از آزمایشگاه

قبل از خروج روپوش را درآورده و در جای مخصوص آویزان کنید (روپوش های آلوده را به خارج از آزمایشگاه ببرید)

دست ها را با آب و صابون به مدت حداقل سی ثانیه بشوید.

درب آزمایشگاه را محکم ببندید

۵) اقدامات ضروری (در صورت بروز حادثه)

آتشسوزی

تمام افراد را از آتش سوزی مطلع کرده .

اگر آتش کوچک است با کپسول CO_2 یا پودر خشک خاموش کنید.

اگر لباس شما آتش گرفت، ایستاده ندوید (چون آتش شعله ور تر میشود) روی زمین غلت بزنید یا از پتوی آتشنشانی استفاده کنید.

از پله ها خارج شوید و هرگز از آسانسور استفاده نکنید.

ریختن ماده شیمیایی روی پوست

بلافاصله لباس آلوده را خارج کنید

پوست را با آب فراوان حداقل ۱۵ دقیقه بشوید.

اگر اسید ریخته، پس از آبکشی از محلول بیکربات سدیم ۵٪ استفاده کنید.

اگر باز (قلی) ریخته، پس از آبکشی، از محلول اسید بوریک ۲٪ استفاده کنید.

سریعا به استاد و یا اورژانس اطلاع دهید.

استنشاق گاز سمی

فرد مصدوم را سریعا به هواز آزاد منتقل کنید.

اگر تنفس قطع شده: احیای قلبی ریوی، cpr را آماده کنید.

بریدگی یا شکستگی شیشه

زخم را با آب و صابون بشویید.

با پانسمان استریل بپوشانید و فشار دهید تا خونریزی قطع شود.

به پزشک مراجعه کنید.

تماس ماده با چشم

فورا به سمت دستگاه شست و شوی چشم بروید.

حداقل ۱۵ دقیقه چشم را با آب ولرم بشویید و پلکها را باز نگه دارید

با اورژانس تماس بگیرید و به پزشک مراجعه کنید.

قوانین بالا شاید به نظر زیاد برسند، اما بعد از یک هفته کار در آزمایشگاه، تبدیل به عادات روزانه شما میشوند. به یاد داشته باشید: هیچ آزمایشی به اندازه جان شما ارزشمند نیست! اگر احساس خطر کردید، کار را متوقف کرده و از راهنما کمک بخواهید

خطر	علائم هشدار (نماد)	توضیح خطر	مثال مواد یا شرایط
قابل اشتعال		مواد و موادی که به راحتی آتش می‌گیرند و ممکن است باعث آتش‌سوزی شوند.	اتانول، متانول، استون، اتر، بنزن، گاز پروپان
قابلیت انفجار		مواد منفجره یا موادی که در اثر گرما، ضربه، اصطکاک یا شعله ممکن است منفجر شوند.	نیترات آمونیوم، آزیدها، پراکسیدهای آلی، نیتروکلوسیرین
اکسید کننده		مواد اکسیدکننده که ممکن است باعث تشدید آتش‌سوزی یا انفجار در تماس با مواد قابل اشتعال شوند.	پرمنگنات پتاسیم، نیترات‌ها، کلرات پتاسیم، پراکسید هیدروژن (غلظت بالا)
گاز تحت فشار		گازهایی که تحت فشار قرار دارند و در صورت گرم شدن ممکن است منفجر شوند.	کپسول گاز، CO ₂ ، نیتروژن، هیدروژن، اکسیژن
خورنده		مواد شیمیایی که باعث سوختگی پوست، آسیب شدید به چشم یا خوردگی فلزات می‌شوند.	اسیدکلریدریک، اسیدسولفوریک، سدیم هیدروکسید، آمونیاک
سمی (حاد)		مواد سمی که در مقادیر کم می‌توانند باعث مسمومیت شدید یا مرگ در اثر بلع، استنشاق یا تماس پوستی شوند.	سیانیدها، آرسنیک، جیوه، سرب، کوانترن، متانول
خطر سلامت (مزمن)		موادی که ممکن است باعث سرطان، حساسیت تنفسی، آسیب به اندام‌ها یا جهش ژنتیکی شوند.	بنزن، فرمالدهید، فیبر آسبست، کلروفرم، ترکیبات نیکل
تحریک‌کننده / مضر		موادی که باعث تحریک پوست، چشم، دستگاه تنفسی یا ناراحتی و زردی خفیف می‌شوند.	استون، آمونیاک رقیق، پراکسید هیدروژن رقیق، سولفات‌ها
خطر برای محیط زیست		موادی که برای موجودات زنده آبی خطرناک هستند و اثرات زیان‌بار طولانی مدت بر محیط زیست دارند.	نمک‌های سنگین (مثل مس، سرب)، آفت‌کش‌ها، ترکیبات آلی کلردار
خطر زیستی		عوامل زیستی مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها یا سموم زیستی که می‌توانند باعث بیماری یا عفونت شوند.	باکتری‌ها، ویروس‌ها، خون، بافت‌های آلوده، سموم بیولوژیکی



نکات ایمنی مهم

- قبل از کار با هر ماده، برچسب آن را بخوانید و علائم هشدار را بشناسید.
- از تجهیزات حفاظت فردی مناسب (دستکش، عینک، روپوش) استفاده کنید.
- مواد شیمیایی را در ظروف برسته و دور از منابع گرما و شعله نگهداری کنید.
- در صورت نشت یا تماس، فوراً به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید.



آشنایی با وسایل آزمایشگاهی

بشر (Beaker)

معمول ترین ظروف در آزمایشگاه هست. وسیله ای است که برای گرم کردن و مخلوط کردن و حرارت دادن مواد شیمیایی از آن استفاده میشود.

اگرچه که وسیله دقیق برای اندازه گیری حجم نیستند اما در آزمایشگاه دارای اندازه های مختلفی و به صورت درجه بندی شده هستند.