



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۰۳۷

چاپ اول

فروردین ۱۳۹۲

INSO

16037

1st. Edition

Apr.2013

نفت خام و فراورده های نفتی جامد یا مایع -
تعیین دانسیته یا دانسیته نسبی -
روشهای پیکنومتر با درپوش موئین دار و
پیکنومتر با دو لوله موئین مدرج

**Crude petroleum and liquid or solid
petroleum products-Determination of
density or relative density-Capillary
stoppered pyknometer and graduated
bicapillary pyknometer methods**

ICS: 75.080

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« نفت خام و فراورده های نفتی جامد یا مایع - تعیین دانسیته یا دانسیته نسبی - روشهای

پیکنومتر با درپوش موئین دار و پیکنومتر با دو لوله موئین مدرج »

سمت و/ یا نمایندگی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

رئیس:

مظفری ، مجید
(دکتری شیمی معدنی)

دبیر:

کارشناس اداره کل استاندارد استان سمنان

نوروزی ، رضا
(فوق لیسانس شیمی فیزیک)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس آزمایشگاه تجزیه دانشگاه صنعتی شاهرود

برنجی ، زینب
(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

مدیر کنترل کیفیت شرکت سیمان شاهرود

حسینی ، بهروز
(لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان سمنان

خواجه ، حمیرا
(لیسانس مهندسی شیمی)

مدیر تحقیق و توسعه شرکت کندر

ربانی ، علی
(فوق لیسانس شیمی آلی)

مسئول آزمایشگاه پارک علم و فناوری استان سمنان(شاهرود)

ساعدی ، فرشته
(فوق لیسانس شیمی)

مدیر کنترل کیفیت شرکت ایزوگام ابولفضل محمدی

محمدی ، محمد
(لیسانس شیمی - فوق لیسانس صنایع)

مدیر کنترل کیفیت شرکت ادب منش

نامجو ، نجمه خاتون
(فوق لیسانس شیمی فیزیک)

رئیس بخش مهندسی فراورده های شرکت پخش فراورده های نفتی منطقه شاهرود (استان سمنان)

نوروزی ، محمد
(لیسانس مهندسی شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اساس روش
۳	۵ وسایل لازم
۶	۶ آماده سازی پیکنومتر
۸	۷ کالیبراسیون پیکنومتر
۹	۸ روش کار برای پیکنومترهای دارای درپوش مویین
۱۱	۹ روش کار برای پیکنومترهای دو لوله مویین مدرج
۱۲	۱۰ محاسبات
۱۸	۱۱ دقت
۱۹	۱۲ گزارش آزمون

پیش‌گفتار

استاندارد " نفت خام و فراورده های نفتی جامد یا مایع-تعیین دانسیته یا دانسیته نسبی-روشهای پیکنومتر با درپوش مویین دار و پیکنومتر با دو لوله مویین مدرج " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در نهصد و نودمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۱/۰۹/۲۵ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 3838: 2004 Crude petroleum and liquid or solid petroleum products-
Determination of density or relative density-Capillary stoppered pyknometer and
graduated bicapillary pyknometer methods

نفت خام و فراورده های نفتی جامد یا مایع - تعیین دانسیته یا دانسیته نسبی - روشهای پیکنومتر با درپوش موئین دار و پیکنومتر با دو لوله موئین مدرج

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ارائه روشهایی برای تعیین دانسیته یا دانسیته نسبی نفت خام و فراورده های نفتی به شکل مایع می باشد.

۱-۲ روش پیکنومتر درپوش موئین دار برای اندازه گیری دانسیته جامدات استفاده شده و همچنین می تواند برای فراورده های قطران ذغال سنگ شامل قیر راه سازی، روغن و قیر قطران و یا مخلوطی از اینها با فراورده های نفتی استفاده شود. این روش برای تعیین دانسیته یا دانسیته نسبی مایعات بشدت فرار دارای فشار بخار رید^۱ بزرگتر از ۵۰ کیلو پاسکال مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۵۴۳۹ یا دارای نقطه جوش اولیه کمتر از ۴۰ درجه سلسیوس مناسب نیست.

۱-۳ روش پیکنومتر دو لوله موئین مدرج برای اندازه گیری درست دانسیته یا دانسیته نسبی کلیه مواد بویژه هنگامی که مقدار نمونه کم باشد به استثناء محصولات با گرانروی بالا توصیه می شود. این روش برای مایعات داری فشار بخار رید ۱۳۰ کیلو پاسکال و کمتر مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۵۴۳۹ و دارای ویسکوزیته کینماتیک کمتر از ۵۰ میلی متر مربع بر ثانیه (۵۰ سانتی استوک) در دمای آزمون محدود شده است.

هشدار: اقدامات ایمنی برای تعیین دانسیته یا دانسیته نسبی مایعات بشدت فرار مشخص شده است و باید در حین آزمون توسط آزمایش کننده رعایت گردد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع شده است . بدین ترتیب آن مقررات، جزئی از این استاندارد محسوب می شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران ۱۳۵۰ : دماسنج های ساقه بلند بی غلاف برای سنجشهای دقیق

۲-۲ استاندارد ملی ایران ۵۴۳۹ : فراورده های نفتی-اندازه گیری فشار بخار فراورده های نفتی(روش رید)

۳-۲ استاندارد ملی ایران ۷۲۵۹ : شیشه آلات آزمایشگاهی- دانسیته نسبی سنج ها(پیکنومترها)

۴-۲ استاندارد ملی ایران ۱۱۲۹۲ : فراورده های نفتی مایع و گازهای مایع شده- اندازه گیری-شرایط مرجع استاندارد

۲-۵ استاندارد ملی ایران ۸۵۷۵ : گرانروی دینامیک و دانسیته نسبی مایعات بوسیله ویسکومتر استابینگر(و محاسبه گرانروی سینماتیک) - روش آزمون

2-5 ISO 91-1: Petroleum measurement tables-Part 1: Tables based on reference temperatures of 15°C and 60 °f.

2-6 ISO 91-2: Petroleum measurement tables-Part 1: Tables based on reference temperatures of 20°C .

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات تعاریف زیر به کار می رود:

۱-۳

دانسیته

جرم حجم معینی از یک ماده در دمای مشخص را دانسیته گویند.

یادآوری - هنگام گزارش دانسیته ضروری است واحد دانسیته استفاده شده همراه با دما بطور واضح بیان شده باشد. برای مثال کیلوگرم بر متر مکعب یا گرم بر میلی لیتر در دمای t درجه سلسیوس.

۲-۳

جرم ظاهری در هوا

مقدار بدست آمده از توزین یک جسم در هوا بوسیله مقایسه با جرم های استاندارد بدون در نظر گرفتن تاثیر رانش هوا بر روی جرم های استاندارد یا جسم وزن شده.

۳-۳

دانسیته ظاهری

مقدار دانسیته اندازه گیری شده توسط پیکنومتر از جنس سودا-آهک^۱ در دمای آزمونی متفاوت از دمای کالیبراسیون تجهیزات ، بدون اصلاح انبساط یا انقباض دمایی شیشه می باشد که باید توسط جداول 53B، 53A و 53D، یا 59B، 59A و 59D ارجاع داده شده در استاندارد ISO 91 تصحیح شود.

۴-۳

دانسیته نسبی

نسبت جرم یک حجم از یک ماده در دمای t_1 به جرم همان حجم از ماده دیگر در دمای t_2 . دماهای t_1 و t_2 می توانند یکسان باشد. در این استاندارد منظور از ماده دیگر بعنوان مثال آب می باشد. لذا دانسیته نسبی (دانسیته نسبی) ، نسبت دانسیته ماده در دمای t_1 به دانسیته آب در دمای t_2 می باشد.

یادآوری - هنگام گزارش دانسیته نسبی ، ضروری است که دماهای t_1 و t_2 بیان شوند. در استاندارد ISO 91-1 جداولی برای تبدیل به دانسیته نسبی در دمای 60/60 درجه فارنهایت ارجاع داده شده است. اگر لازم باشد که نتایج در دمای مرجع دیگری گزارش شود، اندازه گیری باید در آن دما انجام شود.

گرانروی دینامیک (η)

نسبت بین تنش برشی اعمال شده و آهنگ برشی یک مایع را گرانروی دینامیک گویند. گرانروی دینامیک در بعضی مواقع ضریب گرانروی دینامیک، یا بطور ساده تر، گرانروی نامیده می شود. بنابراین گرانروی دینامیک مقیاسی از مقاومت در برابر جاری شدن یا تغییر شکل یک مایع تحت تاثیر نیروهای برشی خارجی می باشد.

گرانروی کینماتیک (ν)

نسبت گرانروی دینامیک (η) به دانسیته نسبی (ρ) در مورد یک مایع را گرانروی کینماتیک گویند. برای حرکت مایع در اثر گرانش، تحت فشار هیدرواستاتیک معین، فشار رانش یک مایع با دانسیته نسبی آن (ρ) متناسب است. بنابراین گرانروی کینماتیک (ν) مقیاسی از مقاومت مایع در برابر جاری شدن در اثر گرانش می باشد.

۴ اساس آزمون**۱-۴ روش پیکنومتر درپوش مویین دار**

جرم حجم های مساوی از نمونه و آب مقایسه می شوند. یکسان بودن حجم ها بوسیله پر کردن پیکنومتر تا سر ریز شدن و قرار دادن آن در حمام دمای آزمون تا رسیدن به تعادل دمایی حاصل می شود. محاسبه (بند ۱۰) شامل اصلاح تاثیرات انبساط دمایی شیشه و رانش هوا می باشد.

۲-۴ روش پیکنومتر دو لوله مویین مدرج

لوله های مدرج پیکنومتر با آب کالیبره می شوند. بدین صورت که جرم ظاهری آب موجود در پیکنومتر در درجات (حجمهای) مختلف اندازه گیری و یک نمودار تهیه می شود. مایع نمونه به درون پیکنومتر خشک شده ریخته شده و بعد از رسیدن به دمای تعادلی آزمون، سطوح مایع یادداشت شده و پیکنومتر وزن می شود. جرم ظاهری حجم معادل آب از نمودار خوانده شده و دانسیته یا دانسیته نسبی نمونه محاسبه می شود و با اصلاحات بیان شده در بند ۴-۱ گزارش می شود.

۵ وسایل لازم

۱-۵ پیکنومتر با درپوش مویین دار: یکی از سه نوع نشان داده شده در شکل ۱ (به بند ۸-۱-۱ مراجعه شود)

۱-۱-۵ پیکنومترها باید با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۵۹ مطابقت کنند.

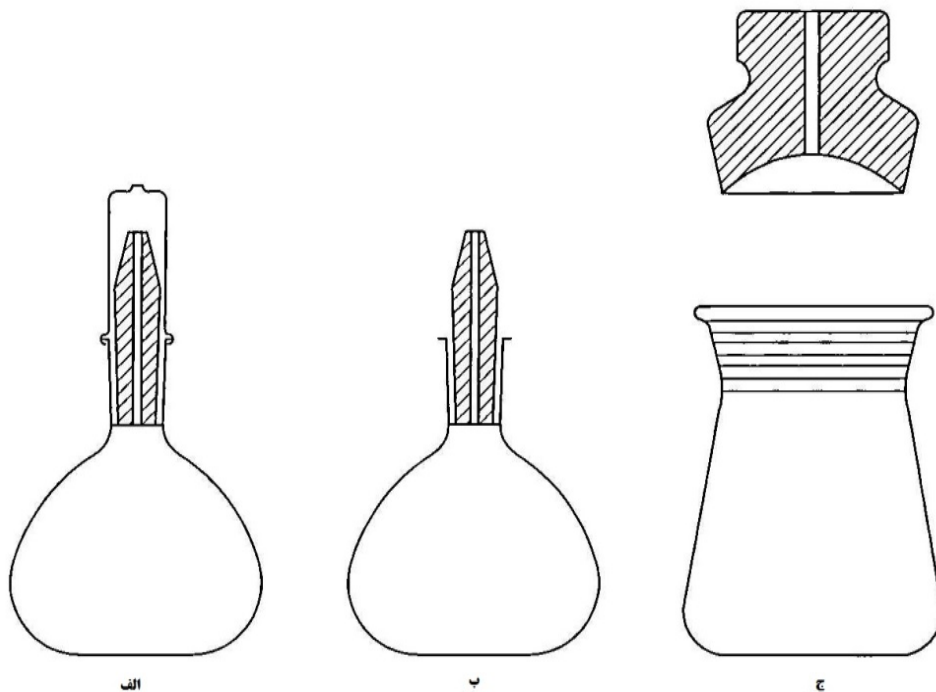
فرم "واردن"^۱ (نوع الف) در شکل ۱ برای تمام نمونه ها به جز مایعات دارای گرانروی بالا یا محصولات جامد توصیه شده است و بهتر است همیشه برای محصولات فرار استفاده شود. کلاهدک شیشه ای یا "واردن"

انبساط و اتلاف حرارتی را بطور عمده کاهش داده و از این نوع پیکنومتر ها هنگامی که دمای آزمون پایین تر از دمای آزمایشگاه است می توان استفاده کرد.

۵-۱-۲ پیکنومتر فرم ب نشان داده شده در شکل ۱ شناخته شده بعنوان نوع "گای - لوساک" ^۱ برای مایعات غیر فرار به استثناء نمونه های دارای گرانی بسیار بالا مناسب می باشد.

۵-۱-۳ پیکنومتر دهان گشاد (هوبارد) ^۲ فرم ج نشان داده شده در شکل ۱ برای مایعات دارای گرانی بسیار بالا و جامدات استفاده می شود.

۵-۱-۴ با توجه به اینکه پیکنومتر های نوع ب و ج نشان داده شده در شکل ۱ "واردن" یا محفظه انبساطی ندارند بعلت کاهش جرم نمونه در اثر انبساط درون لوله موئین هنگام توزین نمونه ، این نوع پیکنومترها در دمای آزمون بسیار کمتر از دمای آزمایشگاه نمی توانند استفاده شوند.



شکل ۱- پیکنومترهای با درپوش موئین دار

۵-۲ پیکنومتر با دو لوله موئین مدرج: ظرفیت ۱ میلی لیتر تا ۱۰ میلی لیتر ، مطابق با ابعاد داده شده در شکل ۲ و مشخصات داده شده در جدول ۱ ساخته شده از شیشه بورو سیلیکات یا سودا-آهک ، بازپخت شده بعد از ساخت و دارای جرم کلی حداکثر ۳۰ گرم. هر پیکنومتر مطابق با الزامات پیکنومتر "لیپکین" ^۳ مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۵۹ می تواند استفاده شود.

1 - Gay-Lussac
2 - Hubbard
3 - Lipkin

جدول ۱- مشخصات پیکنومتر با دو لوله مویین مدرج

۱۰	۵	۲	۱	ظرفیت اسمی - میلی لیتر
±۱	±۰/۵	±۰/۳	±۰/۲	اختلاف بین ظرفیت واقعی و ظرفیت اسمی (میلی لیتر)- حداکثر
۳۰				جرم(گرم)- حداکثر
۱۷۵+۵				ارتفاع کلی(A) (میلی متر)
۴۰				ارتفاع بالای درجه(B) (میلی لیتر)- حداقل
۵				ارتفاع از حباب تا درجه(C) (میلی لیتر)-حداقل
۲۸±۲				فاصله بین مرکز لوله های عمودی(D) (میلی متر)
۶				قطر خارجی لوله ها(F) (میلی متر)
۱±۰/۱				قطر داخلی لوله ها(G) (میلی متر)
۴۰				ارتفاع از ته حباب تا خط درجه صفر(H) (میلی متر)
۲۵	۲۰	۱۴	۱۱	قطر خارجی حباب(J) (میلی متر)

۳-۵ حمام آب دمای ثابت: باید دارای عمق بیشتر از ارتفاع پیکنومتر ،قادر به ثابت نگهداشتن در محدوده ۰/۰۵ درجه سلسیوس(۰/۱ درجه فارنهایت) از دمای مورد نظر باشد.

۴-۵ دماسنج حمام STL/0.1/-5/+25 (به درجه سلسیوس): که مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۰ می باشد. همچنین سایر دماسنج های غوطه وری کامل دارای محدوده مناسب و دارای درستی معادل یا بیشتر می توانند استفاده شوند.

یادآوری - برای تعیین دانسیته نسبی در ۶۰/۶۰ درجه فارنهایت ،یک دماسنج فارنهایت دارای محدوده درجه بندی مناسب با زینه ۰/۲ درجه فارنهایت یا دماسنج با درجات سلسیوس در ۱۵/۵۶ درجه سلسیوس می تواند استفاده شود.

۵-۵ گیره پیکنومتر (اختیاری)

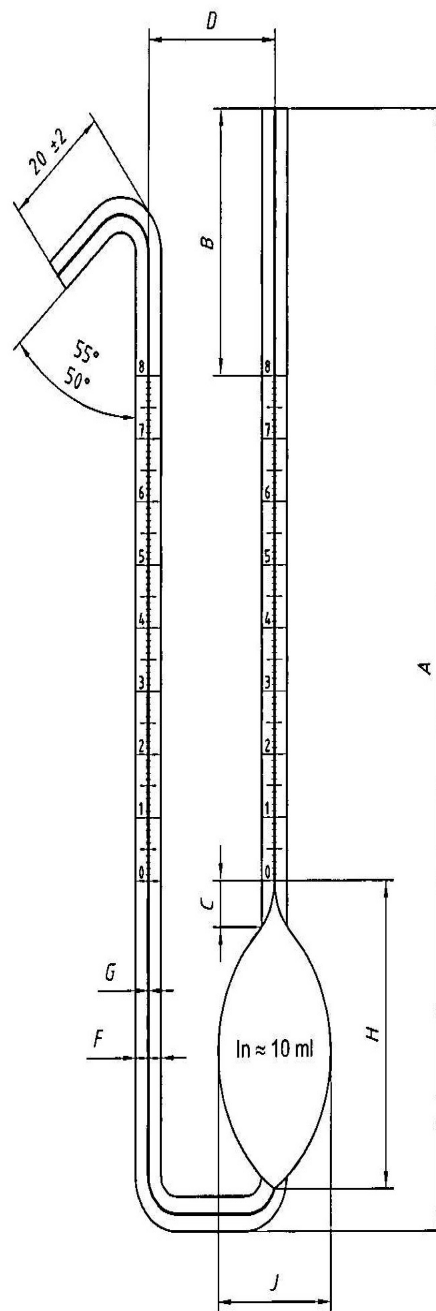
وسيله ای است برای نگهداشتن پیکنومتر بطور عمودی و در عمق صحیح در حمام با دمای ثابت که باید از جنس فلز مناسب غیر قابل خوردگی در حمام آب ساخته شده باشد.

یک طرح مناسب از گیره پیکنومترهای با دو لوله مویین مدرج در شکل ۳ نشان داده شده است. گیره های چند پیکومتر می توانند به راحتی در حمام آب با استفاده از میله فلزی قائم الزاویه زنگ نزن دارای طول کافی جهت قرار گرفتن در وسط لبه حمام محکم شوند. یک سری از سوراخها با قطر کافی جهت قرار گرفتن میله گیره پیکنومتر به قطر ۶/۵ میلیمتر در یک میله ۴۵ میلیمتری جداگانه مته کاری شده است. هر میله بوسیله قفل شدن میله بین مهره ۶ گوش و مهره بالدار و واشر در سوراخ محکم می شود.

۶-۵ ترازو

با قابلیت توزین با دقت ۰/۱ میلی گرم.

ابعاد بر حسب میلی متر است



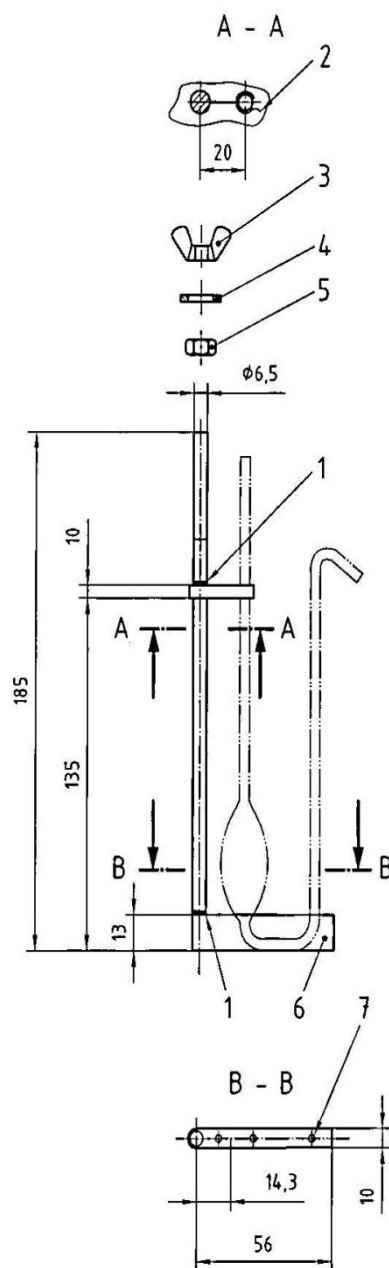
شکل ۲ - پیکنومترهای با دو لوله مویین مدرج (نوع لیپکین)

۶ آماده سازی پیکنومتر

پیکنومتر و درپوش را بطور کامل با مایع شوینده تمیز کرده ، با آب مقطر شستشو داده و سپس با یک حلال فرار محلول در آب نظیر استن شسته و خشک کنید. مطمئن شوید که تمام اثرات رطوبت از بین رفته و اگر ضروری است از جریان هوای تصفیه شده جهت خشک کردن استفاده کنید. هر زمان که پیکنومتر کالیبره شده است یا مایع نمی تواند بصورت پاک و تمیز از دیواره های داخلی پیکنومتر یا قسمت مویین درپوش عبور کند باید مطابق روش فوق تمیز شود. بطور معمول پیکنومتر می تواند در فواصل اندازه گیریها بوسیله

شستشو با یک حلال نفتی سبک نظیر اتر نفت^۱ ۴۰/۶۰ درجه سلسیوس و متعاقب آن مکش هوا تمیز و خشک شود.

ابعاد بر حسب میلی متر است



راهنما

- | | | | |
|---|---|---|---|
| ۱ | لغیم | ۴ | واشر |
| ۲ | گیره فنری، ۰/۳۴ میلیمتر
ورق فلزی (برنجی) | ۵ | مهره شش گوش |
| ۳ | مهره گوش دار (خروسکی) | ۶ | سینی ورق فلزی (برنج)، ضخامت ورق ۰/۳۱۵ میلیمتر |
| | | ۷ | ۳ سوراخ، قطر ۳ میلیمتر |

شکل ۳ - یک طرح مناسب برای گیره پیکنومتر با دو لوله موئین مدرج

یادآوری - اگر مایع شوینده فعال در سطح پاک کنندگی کافی ندارد، محلول تمیز کننده سولفوکرومیک اسید می تواند استفاده شود

احتیاط: سولفوکرومیک اسید سمی است، سلامتی را می تواند به خطر بیندازد، بعنوان یک سرطان زای شناخته شده دارای ترکیبات کروم (VI)، بشدت خورنده و در صورت تماس با مواد آلی فوق العاده خطرناک است. هنگام استفاده از محلول تمیز کننده سولفوکرومیک اسید، پوشیدن عینک محافظ چشم و لباس محافظ ضروری است. هرگز برای پر کردن پی پت با محلول تمیز کننده از مکش با دهان استفاده نکنید. بعد از استفاده محلول تمیز کننده را درون فاضلاب نریخته، بلکه آن را با دقت زیاد بعلت حضور اسید سولفوریک غلیظ خنثی کرده و آن را مطابق با روش استاندارد پسابهای مواد سمی آزمایشگاهی دفع کنید. (کروم برای محیط زیست بسیار خطرناک است).

۷ کالیبراسیون پیکنومتر

۱-۷ هم دما سازی - بعد از خشک کردن، اجازه دهید تا پیکنومتر به دمای اتاق برسد. هر الکتریسیته ساکن که ممکن است روی آن ایجاد شده باشد را برطرف کرده و آن را با دقت 0.1 میلی گرم وزن کنید. اگر بدنه ترازو به یک وسیله محو کننده بار الکتریکی ساکن مجهز نشده باشد (سیم اتصال به زمین)، بارهای الکتریکی ساکن ممکن است بوسیله جریان هوا (نفس کشیدن) روی پیکنومتر پراکنده شوند. لذا مطمئن شوید که پیکنومتر قبل از ثبت جرم به جرم ثابت رسیده باشد. برای دستیابی به حداکثر درستی، تمام توزین ها بایستی در یک گستره دمایی 5 درجه سلسیوس انجام شود تا اختلاف در دانسیته هوا محدود گردد.

۲-۷ پیکنومتر با درپوش موئین دار

۱-۲-۷ پیکنومتر را با آب مقطر تازه جوشیده پر کرده و به آرامی تا زیر دمای انتخاب شده مرجع سرد کنید و درپوش را محکم ببندید. مراقبت کنید که هیچ گونه حباب هوا وارد نشود. پیکنومتر را تا گردن در حمام با دمای ثابت غوطه ور کرده و برای مدت حداقل 1 ساعت در دمای مورد نظر (15.00 ± 0.05) درجه سلسیوس یا (20.00 ± 0.05) درجه سلسیوس یا (60.00 ± 0.1) درجه فارنهایت نگهدارید.

۲-۲-۷ هنگامی که پیکنومتر و محتویات آن به دمای حمام رسیدند، بالای درپوش را بگونه ای خشک کرده که منحنی آب در موئین همسطح با بالای درپوش شود. احتیاط در هنگام این کار ضروری است چون عمل موئینگی پارچه می تواند مواد درون درپوش را بیرون بکشد. کلاهک شیشه ای "واردن" را بطور محکم روی درپوش قرار دهید. (اگر پیکنومتر از این نوع است).

۳-۲-۷ پیکنومتر را از حمام بیرون آورید. اگر پیکنومتر از نوع "واردن" نیست، پیکنومتر و محتویات آن را به آرامی تا زیر دمای حمام سرد کنید.

۴-۲-۷ سطح خارجی پیکنومتر را بوسیله مالش یک پارچه تمیز عاری از پرز خشک و هر گونه الکتریسته ساکن را پراکنده سازید و آن را با دقت 0.1 میلی گرم وزن کنید.

۵-۲-۷ اختلاف بین جرمهای ظاهری در هوای پیکنومتر پر و خالی میزان آب معادل در دمای انتخاب شده مرجع را می دهد.

۳-۷ پیکنومتر با دو لوله موین مدرج

۳-۷-۱ پیکنومتر را با آب مقطر تازه جوشیده سرد شده تا رسیدن به بالای درجات لوله های موین پر کنید. پر کردن با قرار دادن نوک لوله خمیده پیکنومتر درون مایع در حالیکه پیکنومتر را عمودی نگه داشته اید به آسانی حاصل می شود. بنابر این اجازه دهید مایع تا بالای خمیدگی موین بوسیله خاصیت (جاذبه) موینگی کشیده شود. پیکنومتر را بوسیله سیفون کردن (مکش) پر کنید. پیکنومتر را درون حمام با دمای ثابت قرار داده بگونه ای که تمام مایع درون پیکنومتر زیر سطح مایع حمام قرار گیرد. دمای حمام را در دمای مورد نظر $(15/0 \pm 0/05)$ درجه سلسیوس یا $(20/0 \pm 0/05)$ درجه سلسیوس یا $(60/0 \pm 0/1)$ درجه فارنهایت نگهدارید. پیکنومتر را بمدت ۲۰ دقیقه درون حمام نگهداشته و سپس نزدیکترین زینه به سطح مایع در هر لوله را بخوانید.

۳-۷-۲ پیکنومتر را از حمام برداشته، اجازه دهید آب سطح خارجی پایین بریزد. پیکنومتر را می توان درون استن داخل یک بشر فرو برد تا به خشک شدن کمک کند. آن را بوسیله مالش یک پارچه عاری از پرز تمیز، خشک کنید. اجازه دهید تا به دمای اتاق رسیده، هر گونه الکتریسته ساکن را پراکنده ساخته و آن را با دقت ۰/۱ میلی گرم وزن کنید.

۳-۷-۳ اختلاف بین جرمهای ظاهری در هوای پیکنومتر پر و خالی، میزان جرم آب محتوی در دمای آزمون مطابق با جمع دو درجه خوانده شده را می دهد. بوسیله کم کردن مقادیر متوالی از آب اندازه گیری را تکرار کنید بگونه ای که حداقل سه سری از زوجهای قرائت به همراه جرمهای ظاهری در هوای مربوطه، و با مقادیر سطوح مختلف آب درون لوله های مدرج بدست آید. یک زوج از این قرائت ها باید بالای انتهای درجات و دیگری پایین تر از انتهای درجات باشد. نمودار جمع درجات خوانده شده روی لوله های پیکنومتر را در مقابل جرمهای ظاهری رسم کنید. نقاط بهتر است روی خط راستی قرار گیرند که جرم آب محتوی پیکنومتر را در هر ترکیبی از درجات مقیاس می دهد. اگر نقاط، پراکندگی بیشتر از دو زینه روی هر سمت خط مستقیم رسم شده از میان صف نقاط را نشان دهند و آزمونهای بعدی آن را اصلاح نکند پیکنومتر را بعنوان معیوب کنار بگذارید.

۴-۷ سایر دماهای مرجع

اگر در نظر است که دانسیته نسبی نسبت به آب در چند دما غیر از ۶۰ درجه فارنهایت اندازه گیری شود یا دانسیته در دمایی غیر از ۱۵ درجه سلسیوس یا ۲۰ درجه سلسیوس اندازه گیری شود پیکنومتر را در دمای دلخواه کالیبره کنید.

۵-۷ کالیبراسیون مجدد

پیکنومترها را در فواصل زمانی تعیین شده در اثر تجربه مجددا کالیبره کنید. توصیه می شود که پیکنومترهای جدید سالی یکبار و بعد از آن بسته به بزرگی تغییرات ملاحظه شده در نتایج مجددا کالیبره شوند.

۸ روش کار برای پیکنومترهای با درپوش موین دار

۱-۸ روش برای مایعات

۸-۱-۱ نوع مناسبی از پیکنومتر را با توجه به نمونه مورد آزمون انتخاب کنید. اندازه های ۲۵ میلی لیتری و ۵۰ میلی لیتری معمولاً مناسبترین می باشند.

۸-۱-۲ پیکنومتر تمیز و خشک کالیبره شده را وزن کرده و اگر لازم است هر گونه الکتروسیسته ساکن را پراکنده سازید (به پاراگراف های دوم و سوم بند ۷-۱ مراجعه فرمایید). توصیه می شود پیکنومترهای ۲۵ میلی لیتری یا بزرگتر با دقت ۰/۵ میلی گرم و پیکنومترهای با ظرفیت کمتر را با دقت ۰/۱ میلی گرم وزن کنید.

۸-۱-۳ پیکنومتر را با نمونه آزمونی پر کرده و اگر لازم است برای کمک کردن به پر کردن و جداسازی حبابهای هوا نمونه و پیکنومتر را گرم کنید. بوسیله غوطه وری تا گردن در حمام با دمای ثابت (به یادآوری بند ۱۰-۲-۳ مراجعه شود) پیکنومتر و محتویات آن را به دمای آزمون t_1 برسانید (به بند ۱۰-۱ مراجعه شود). پیکنومتر بمدت ۲۰ دقیقه به منظور پایدار سازی دما و اجازه دادن به حبابهای هوا برای آمدن به سطح نمونه در حمام غوطه بماند. اگر بعد از این مدت سطح مایع هنوز تغییر می کند پیکنومتر را تا زمانی که سطح مایع پایدار شود در حمام نگهدارید.

یادآوری - برای مخلوطی از محصولات ضروری است مطمئن شوید که دمای آزمون با دمای گزارش نهایی یکسان است مگر در مواردیکه مقدار تقریبی قابل پذیرش است و ترکیب حجمی مخلوط و ضرایب تصحیح اجزاء مخلوط معلوم باشد.

۸-۱-۴ هنگامی که دما ثابت است درپوش موئین را بطور محکم در جای خود قرار داده تا آن هم به دمای آزمون برسد، در حالیکه دقت نمایید تا از گیر افتادن حبابهای هوا در زیر درپوش اجتناب شود. مطمئن شوید که هیچ حباب هوایی در مایع گیر نیفتاده و باید زمان کافی به حبابهای هوا برای آمدن به سطح قبل از وارد کردن درپوش داده شود.

مایع اضافی را از بالای درپوش پاک کرده بگونه ای که تقعر مایع درون موئین همتراز با بالای درپوش شود. کلاهک شیشه ای "واردن" را روی درپوش بگذارید. (اگر پیکنومتر از این نوع است).

۸-۱-۵ پیکنومتر را از حمام برداشته و اگر از نوع "واردن" نیست به آرامی تا زیر دمای t_1 سرد کنید. اگر دمای آزمون بالاتر از دمای محیط است پیکنومتر و محتویات آن را تا دمای اتاق سرد کنید.

۸-۱-۶ تمام قطرات نمونه و آب را از سطح خارجی پیکنومتر بوسیله یک پارچه تمیز عاری از پرز پاک کرده، هرگونه الکتروسیسته ساکن را پراکنده ساخته و آن را با دقت بیان شده در بند ۸-۱-۲ وزن کنید.

۸-۲ روش کار برای نمونه های جامد یا نیمه جامد

۸-۲-۱ پیکنومتر نوع دهان گشاد (نوع ج نشان داده شده در شکل ۱) تمیز و خشک کالیبره شده را با دقت ۰/۵ میلی گرم وزن کنید. برای مواد قیری فقط باید از نوع دهان گشاد استفاده شود.

۸-۲-۲ مقداری مناسب از نمونه را به شکل قطعات کوچک و تا حد امکان بطور منظم به منظور کاهش احتمال گیر افتادن حبابهای هوا وارد پیکنومتر کنید. راه دیگر ریختن نمونه ذوب شده به درون پیکنومتر گرم شده همراه با دقت کردن جهت اجتناب از ورود حبابهای هوا می باشد.

۸-۲-۳ پیکنومتر و محتویات آن را به دمای اتاق رسانده و با دقت ۰/۵ میلی گرم وزن کنید.

۸-۲-۴ پیکنومتر را با آب مقطر تازه جوشیده سرد پر کرده و تمام حبابهای هوا را از بین ببرید. برای سهولت خروج حبابها می توان از یک سیم استفاده کرد.

پیکنومتر و محتویات آن را بوسیله غوطه وری تا گردن در حمام با دمای ثابت به دمای آزمون t_1 برسانید. پیکنومتر به منظور پایدار سازی دما و اجازه یافتن حبابهای هوا برای آمدن به سطح بمدت ۲۰ دقیقه غوطه ور بماند. اگر بعد از این مدت سطح مایع هنوز در حال تغییر است ، پیکنومتر را تا زمان پایدار شدن سطح مایع در حمام نگهدارید.

۸-۲-۵ هنگامی که دما ثابت شد درپوش مویین دار را بطور محکم در جای خود قرار داده تا آن هم به دمای آزمون برسد، دقت نمایید از گیر افتادن حبابهای هوا زیر درپوش اجتناب شود. آب اضافی را از بالای درپوش پاک کرده بگونه ای که تفرع مایع درون مویین همتراز با بالای درپوش شود.

۸-۲-۶ پیکنومتر را از حمام برداشته و به آرامی تا زیر دمای t_2 سرد کنید. اگر دمای آزمون بالاتر از دمای محیط است پیکنومتر و محتویات آن را تا دمای اتاق سرد کنید.

۸-۲-۷ سطح خارجی پیکنومتر را بوسیله یک پارچه تمیز عاری از پرز پاک کرده، هرگونه الکتروسیسته ساکن را پراکنده ساخته و آن را با دقت ۰/۵ میلی گرم وزن کنید.

۹ روش کار برای پیکنومترهای با دولوله مویین مدرج

۹-۱ پیکنومتر تمیز و خشک کالیبره شده را با دقت ۰/۱ میلی گرم وزن کرده و اگر لازم است هر گونه الکتروسیسته ساکن را پراکنده سازید(به پاراگراف دوم و سوم بند ۷-۱ مراجعه فرمایید).

۹-۲ پیکنومتر را با نمونه در دمای آزمون به روش بیان شده در بند ۷-۳-۱ پر کرده بگونه ای که سطوح مایع در بخشهای مدرج لوله های مویین قرار گیرد.(به یاد آوری مراجعه شود). اگر دمای آزمون پایین تر از دمای آزمایشگاه است بهتر است قرائت های مقیاس کوچک به منظور به حداقل رساندن هر گونه اتلافی ناشی از تبخیر نمونه در هنگام توزین در نظر گرفته شود. پیکنومتر و محتویات آن را بوسیله غوطه ور سازی بمدت ۲۰ دقیقه در حمام با دمای ثابت مشخص شده در بند ۷-۳-۱ به دمای آزمون t_1 (به بند ۱۰-۱ مراجعه شود) برسانید و قرائت هایی از سطوح مایع در دو لوله مدرج داشته باشید. در مورد نمونه های دارای گرانروی بالاتر نباید هیچ قرائتی انجام شود مگر اینکه زمان کافی برای زهکشی نمونه بعد از هر تکان دادن پیکنومتر در نظر گرفته شود. زمان ۲۰ دقیقه ای غوطه وری برای پیکنومتر که در این مدت تکان نخورده باشد معمولا کافی است.

یادآوری - برای مخلوط فراورده های نفتی و محصولات غیر نفتی ضروری است که مطمئن شوید دمای آزمون با دمای گزارش نهایی یکسان است مگر در مواقعی که مقدار تقریبی قابل قبول است و ترکیب حجمی مخلوط و ضرایب تصحیح اجزاء مخلوط معلوم می باشد.

۹-۳ پیکنومتر را از حمام آب برداشته و اجازه دهید آب سطح خارجی آن پایین بریزد. می توان پیکنومتر را در بشر استن فرو برد تا به خشک کردن کمک کند. آن را با پارچه تمیز و خشک عاری از پرز پاک کنید. اجازه دهید به دمای اتاق رسیده و هرگونه الکتروسیسته ساکن را پراکنده ساخته و آن را با دقت ۰/۱ میلی گرم وزن کنید.

۴-۹ هنگام کار با نمونه های با فراریت بالا که شامل اجزایی با نقطه جوش کمتر از ۲۰ درجه سلسیوس هستند، یا کار بر روی نمونه ای که اتلاف محسوسی ناشی از تبخیر در هنگام اندازه گیری دارد، پیکنومتر و نمونه را قبل از پر کردن تا دمای بین ۰ تا ۵ درجه سلسیوس سرد کنید. اگر نقطه شبنم آنقدر بالاست که موجب میعان رطوبت در پیکنومتر در هنگام عمل سرد کردن می شود، یک لوله خشک کننده به لوله پیکنومتر به منظور اجتناب از این کار وصل کنید. در مورد نمونه هایی از این نوع ضروری است پر کردن پیکنومتر را به منظور بدست آوردن یک قرائت مقیاس کوچک محدود کرده تا اتلاف ناشی از تبخیر به حداقل برسد. اگر طول کلی مخزن پر نشده، بیش از ۱۰ سانتیمتر باشد سرعت انتشار آنقدر کم است که حتی ترکیبات بشدت فراری نظیر ایزوپنتان اتلاف تبخیری بسیار کم در هنگام اندازه گیری دارند.

۱۰ محاسبات

۱-۱۰ نمادها

نمادهای زیر در محاسبات استفاده می شوند:

t_r دمای مرجع بعنوان مثال ۱۵ درجه سلسیوس مطابق استاندارد مربوطه (به بند ۱۰-۲-۱ مراجعه شود)
 t_c دمایی که در آن پیکنومتر با پر کردن آب کالیبره شده است. (به بند ۱۰-۲-۲ مراجعه شود)
 t_t دمایی که در آن پیکنومتر با مایع تحت آزمون پر می شود. (به بند ۱۰-۲-۳ مراجعه شود)
 m_0 جرم ظاهری در هوای پیکنومتر خالی به گرم
 m_c جرم ظاهری در هوای پیکنومتر پر شده با آب در دمای کالیبراسیون بر حسب گرم
 m_t جرم ظاهری در هوای پیکنومتر پر شده با مایع مورد آزمون در دمای t_t بر حسب گرم
 m_1 جرم ظاهری در هوای پیکنومتر بعلاوه نمونه نمونه جامد یا نیمه جامد بر حسب گرم
 m_2 جرم ظاهری در هوای پیکنومتر بعلاوه نمونه پر شده با آب در دمای t_t بر حسب گرم
 C تصحیح خاصیت رانش هوا به کیلوگرم بر متر مکعب (به جدول ۲ مراجعه شود). (به پاراگراف سوم بند ۱-۷ مراجعه شود)

ρ_c دانسیته آب به کیلوگرم بر متر مکعب در دمای کالیبراسیون t_c (به جدول ۳ مراجعه شود)
 α_1 ضریب انبساط حجمی شیشه بروسیلیکات (به بند ۱۰-۳-۲ مراجعه شود)
 α_2 ضریب انبساط حجمی شیشه اکسید کلسیم-بی کربنات سدیم (به بند ۱۰-۳-۳ مراجعه شود)
 ρ_t دانسیته نمونه در دمای آزمون t_t بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب
 ρ_r دانسیته نمونه در هر دمای مرجع بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب
 ρ_{15} دانسیته نمونه در دمای مرجع ۱۵ درجه سلسیوس بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب
 ρ_{20} دانسیته نمونه در دمای مرجع ۲۰ درجه سلسیوس بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب
 ρ_t^1 دانسیته مشاهده شده در دمای آزمون t_t اندازه گیری شده با تجهیزات شیشه سودا-آهک کالیبره شده در دمای مرجع t_r بعنوان مثال ۱۵ درجه سلسیوس یا ۲۰ درجه سلسیوس بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب.
 دانسیته مشاهده شده اصلاح نشده برای انبساط شیشه برای استفاده از جدول ارجاع داده شده در استاندارد ISO 91 مورد نیاز می باشد.

یادآوری - این محاسبات بر مبنای دانسیته به واحد کیلوگرم بر مترمکعب شده است، اگر دانسیته بصورت گرم بر میلی لیتر مورد نظر می باشد نتیجه باید بر ۱۰۰۰ تقسیم شود. (به بند ۱۲ مراجعه شود)

d_t دانسیته نسبی در دمای آزمون t_t

d_T دانسیته نسبی در دمای مرجع T

d_{60} دانسیته نسبی در دمای مرجع ۶۰ درجه فارنهایت

d_t^1 دانسیته نسبی مشاهده شده در دمای آزمون t_t اندازه گیری شده با تجهیزات شیشه از جنس سودا- آهک کالیبره شده در دمای مرجع T بعنوان مثال ۶۰ درجه فارنهایت . دانسیته نسبی مشاهده شده اصلاح نشده برای انبساط شیشه برای استفاده از جدول ارجاع داده شده در استاندارد ISO 91 مورد نیاز می باشد.

۱-۲-۱۰ دماهای مرجع، کالیبراسیون و آزمون

۱-۲-۱۰ دمای مرجع استاندارد برای خرید و فروش داخلی نفت و فراورده های آن ۱۵ درجه سلسیوس می باشد اما دماهای مرجع دیگر هم ممکن است برای اندازه شناسی قانونی یا سایر اهداف خاص مورد نیاز باشد.

۱-۲-۲-۱۰ پیکنومتر می تواند در هر دمای مناسب کالیبره شده و این دما می تواند یا دمای مرجع یا دمای آزمون یکسان (مطابق) باشد. (به پاراگراف سوم بند ۷-۱ مراجعه شود)

جدول ۲- تصحیح خاصیت رانش هوا

تصحیح C kg/m^3	$\frac{m_1 - m_0}{m_c - m_0}$	تصحیح C kg/m^3	$\frac{m_1 - m_2}{m_c - m_2}$
۰/۲۴	۰/۸۰	۰/۴۸	۰/۶۰
۰/۲۳	۰/۸۱	۰/۴۷	۰/۶۱
۰/۲۲	۰/۸۲	۰/۴۶	۰/۶۲
۰/۲۰	۰/۸۳	۰/۴۴	۰/۶۳
۰/۱۹	۰/۸۴	۰/۴۳	۰/۶۴
۰/۱۸	۰/۸۵	۰/۴۲	۰/۶۵
۰/۱۷	۰/۸۶	۰/۴۱	۰/۶۶
۰/۱۶	۰/۸۷	۰/۴۰	۰/۶۷
۰/۱۴	۰/۸۸	۰/۳۸	۰/۶۸
۰/۱۳	۰/۸۹	۰/۳۷	۰/۶۹
۰/۱۲	۰/۹۰	۰/۳۶	۰/۷۰
۰/۱۱	۰/۹۱	۰/۳۵	۰/۷۱
۰/۱۰	۰/۹۲	۰/۳۴	۰/۷۲
۰/۰۸	۰/۹۳	۰/۳۲	۰/۷۳
۰/۰۷	۰/۹۴	۰/۳۱	۰/۷۴
۰/۰۶	۰/۹۵	۰/۳۰	۰/۷۵
۰/۰۵	۰/۹۶	۰/۲۹	۰/۷۶
۰/۰۴	۰/۹۷	۰/۲۸	۰/۷۷
۰/۰۲	۰/۹۸	۰/۲۶	۰/۷۸
۰/۰۱	۰/۹۹	۰/۲۵	۰/۷۹

این تصحیح‌ها برای دانسیته استاندارد هوا $1/222$ کیلوگرم بر متر مکعب در $15/56$ درجه سلسیوس در فشار $101/325$ کیلوپاسکال محاسبه شده‌اند و برای مقادیر دانسیته هوای بین $1/1$ کیلوگرم بر متر مکعب و $1/3$ کیلوگرم بر متر مکعب کاربرد دارند.

به بند ۱۰-۱ برای تشخیص نمادها مراجعه فرمایید.

۱۰-۲-۳ برای اهداف کیفی دمای آزمون معمولاً مطابق با دمای مرجع مورد نیاز انتخاب می‌شود. برای اهداف کمی مربوط به محاسبه جرم یا جرم ظاهری در هوای یک مقدار داده شده از روغن، بهتر است دانسیته یا دانسیته نسبی در محدوده ۳ درجه سلسیوس از دمایی که در آن حجم روغن به روش انتخابی استاتیک یا دینامیک اندازه‌گیری می‌شود تعیین شود. به هر حال برای به حداقل رساندن اتلاف برشهای سبک نمونه‌های خیلی فرار اگر فشار بخار رید از مقادیر زیر تجاوز کند، آزمون در دمای ۱۵ درجه سلسیوس یا پایین‌تر انجام شود:

الف- برای پیکنومتر با درپوش موئین دار : ۱۰ کیلو پاسکال

ب- برای پیکنومتر با دو لوله موئین : ۵۰ کیلو پاسکال

۱۰-۳ تصحیح انبساط حجمی پیکنومتر

۱۰-۳-۱ کلیات

محاسبه دانسیته یا دانسیته نسبی بر اساس اندازه‌گیریهای انجام شده در دمای t_h متفاوت از دمای t_c که در آن پیکنومتر کالیبره شده است بدلیل انبساط حجمی شیشه‌ای که پیکنومتر از آن ساخته شده است به یک تصحیح نیاز دارد.

اگر محاسبات بر مبنای جداول تصحیح دانسیته یا دانسیته نسبی ارجاع داده شده یا معین شده در استاندارد

ISO 91 باشد یک تصحیح مشابه مورد نیاز می‌باشد. (به بند ۱۰-۳-۴ مراجعه شود)

۱۰-۳-۲ پیکنومترهای ساخته شده از شیشه بوروسیلیکات

۱۰-۳-۲-۱ مشخص شده است که ضرایب انبساط حجمی شیشه بوروسیلیکات بسته به مواد اولیه شیشه بوده و در یکی از طبقات دارای ضرایب انبساط حجمی بترتیب 10×10^{-6} ، 14×10^{-6} و 19×10^{-6} بر درجه سلسیوس می‌باشد.

یادآوری - در تولیدات فعلی، پیکنومترهای ساخته شده از شیشه بوروسیلیکات معمولاً ضریب انبساط حجمی 10×10^{-6} بر درجه سلسیوس دارند.

۱۰-۳-۲-۲ هنگام استفاده از پیکنومتر بوروسیلیکات، برای تعیین حداکثر درستی :

الف- مطمئن شوید $t_h = t_c$ یا

ب- از یک پیکنومتر دارای ضریب انبساط حجمی مشخص استفاده کنید.

در غیر اینصورت زمانی که یک دقت پایین‌تر قابل قبول است استفاده از ضریب 10×10^{-6} بر درجه سلسیوس توصیه شده است.

۱۰-۳-۳ پیکنومترهای ساخته شده از شیشه اکسید کلسیم-بی کربنات سدیم

برای پیکنومترهای ساخته شده از شیشه اکسید کلسیم- بی کربنات سدیم ضریب انبساط حجمی می تواند $(25 \pm 2) \times 10^{-6}$ بر درجه سلسیوس فرض شود.

۱۰-۳-۴ جداول اندازه گیری مواد نفتی در استاندارد ISO 91

۱۰-۳-۴-۱ در استاندارد ISO 91 جداول جداگانه ای برای نفت خام، فراورده های تصفیه شده معمولی و روغنهای روان کننده بترتیب با حروف A، B و D تهیه شده است. بعنوان مثال از جداول 53A، 53B و 53D یا جداول 59A، 59B، یا 59D می توان نام برد. جدول تصحیح مطابق با ماده مورد آزمون باید استفاده شود.

۱۰-۳-۴-۲ جداول ذیل در استاندارد ISO 91 فقط مربوط به اندازه گیری نفت و فراورده های نفتی می باشند. چون برای محصولات غیر نفتی در محاسبه ρ_T یا d_T معمولاً ضروری است $t_f = t_r$ باشد لذا از این جداول نباید استفاده شود.

جدول ۵۳ تصحیح دانسیته مشاهده شده به دانسیته در ۱۵ درجه سلسیوس

جدول ۵۹ تصحیح دانسیته مشاهده شده به دانسیته در ۲۰ درجه سلسیوس

جدول ۲۳ تصحیح دانسیته نسبی مشاهده شده به دانسیته نسبی در ۶۰ درجه فارنهایت

جدول ۵۴ تصحیح حجم به ۱۵ درجه سلسیوس بر حسب دانسیته در ۱۵ درجه سلسیوس

جدول ۶۰ تصحیح حجم به ۲۰ درجه سلسیوس بر حسب دانسیته در ۲۰ درجه سلسیوس

جدول ۲۴ تصحیح حجم به ۶۰ درجه فارنهایت بر حسب دانسیته نسبی در ۶۰ درجه فارنهایت

۱۰-۳-۴-۳ جداول ۵۳، ۵۹ و ۲۳ دانسیته یا دانسیته های نسبی تعیین شده در تجهیزات شیشه ای کالیبره شده در دمای t_c بر حسب درجه سلسیوس (جداول ۵۳ و ۵۹) یا درجه فارنهایت (جدول ۲۳) را نشان می دهند.

جداول شامل یک تصحیح برای انبساط تجهیزات شیشه ای استفاده شده (فرض شده که شیشه اکسید کلسیم- بی کربنات سدیم باشد) برای جاییکه مقدار متداول $(25 \pm 2) \times 10^{-6}$ به کار می رود می باشد. ۱۰-۳-۴-۴ هنگام استفاده از جداول ۵۳، ۵۹ یا ۲۳ بوسیله نتایج حاصل از پیکنومترهای ساخته شده از شیشه بوروسیلیکات، یک اصلاح برای اختلاف بین ضرایب انبساط حجمی شیشه بوروسیلیکات و مقدار متداول ثبت شده در جداول برای شیشه اکسید کلسیم- بی کربنات سدیم مورد نیاز است.

۱۰-۳-۴-۵ اگر پیکنومتر مورد استفاده از شیشه اکسید کلسیم- بی کربنات سدیم باشد هیچ تصحیحی برای استفاده از مقادیر داده شده در جداول ۵۳، ۵۹ یا ۲۳ در t_c مساوی ۱۵ درجه سلسیوس یا ۲۰ درجه سلسیوس یا ۶۰ درجه فارنهایت لازم نمی باشد.

اگر t_c مشابه دمای مرجع t_r نباشد در جاهاییکه جداول مورد استفاده تهیه شده اند یک تصحیح برای انبساط پیکنومتر در محدوده دمایی t_c تا t_r نیاز می باشد.

یادآوری - راه حل دیگر استفاده از جداول تصحیح حجمی مربوطه ۵۴، ۶۰ یا ۲۴ می تواند باشد. این جداول هیچ تصحیحی را برای انبساط شیشه در نظر نگرفته اند اما در نظر گرفتن دانسیته در دمای مرجع مناسب الزامی می باشد. در نتیجه با توجه

اینکه استفاده از این جداول نیاز به محاسبات تکراری خسته کننده دارد، استفاده از این روش توصیه نشده و در بندهای ۴-۱۰ و ۵-۱۰ مطرح نمی شود.

۴-۱۰ محاسبه دانسیته یک مایع

۱-۴-۱۰ دانسیته در هر دما t_t

۱-۱-۴-۱۰ هنگامی که $t_t = t_c$

$$\rho_t = \frac{(m_c - m_0)\rho_c}{(m_c - m_0)} + C$$

۲-۱-۴-۱۰ هنگامی که $t_t \neq t_c$

$$\rho_t = \left[\frac{(m_c - m_0)\rho_c}{(m_c - m_0)} + C \right] \left[\frac{1}{1 - \alpha^1 (t_c - t_t)} \right]$$

که در آن $\alpha^1 = \alpha_1$ یا α_2 بر اساس پیکنومتر مورد استفاده

۲-۴-۱۰ دانسیته در دمای مرجع t_r

۱-۲-۴-۱۰ هنگامی که $t_t = t_c = t_r$

$$\rho_t = \frac{(m_c - m_0)\rho_c}{(m_c - m_0)} + C$$

۲-۲-۴-۱۰ هنگامی که $t_t = t_c \neq t_r$ و (t_r مساوی ۱۵ یا ۲۰ درجه سلسیوس)

دانسیته تعیین شده در دمای آزمون t_t مطابق بند ۱-۱-۴-۱۰ دانسیته صحیح در t_t می باشد. بنابر این نتیجه حاصل باید برای بدست آوردن دانسیته ظاهری در t_t با استفاده از تجهیزات شیشه اکسید کلسیم- بی کربنات سدیم کالیبره شده در t_r قبل از استفاده از جداول ۵۳ یا ۵۹ ارجاع داده شده در استاندارد ISO 91 تصحیح شود. صرفه نظر از جنس شیشه ای که پیکنومتر از آن ساخته شده است این تصحیح الزامی است. بعنوان مثال در جداول ۵۳ یا ۵۹ با جاگذاری ρ_t^1 و دمای t_t بترتیب ρ_{15} یا ρ_{20} بدست می آید. درجاییکه ضروری است درون یابی کنید. در این حالت:

$$\rho_t^1 = \left[\frac{(m_c - m_0)\rho_c}{(m_c - m_0)} + C \right] [1 + (25 \times 10^{-6})(t_r - t_t)]$$

۳-۲-۴-۱۰ هنگامی که $t_c = t_r \neq t_t$ و (t_r مساوی ۱۵ یا ۲۰ درجه سلسیوس)

الف- پیکنومترهای ساخته شده از شیشه اکسید کلسیم- بی کربنات سدیم

باید مستقیماً با داشتن ρ_t^1 در مقابل t_t از جداول ۵۳ یا ۵۹ استفاده شده و ρ_{15} یا ρ_{20} مربوطه استخراج گردد. در صورت نیاز به درون یابی اینکار انجام شود. در این حالت:

$$\rho_t^1 = \frac{(m_c - m_0)\rho_c}{(m_c - m_0)} + C$$

ب- پیکنومترهای ساخته شده از شیشه بورو سیلیکات

باید با داشتن ρ_t^1 تطبیق داده شده برای اختلاف انبساط شیشه پیکنومتر در مقابل t_t از جداول ۵۳ یا ۵۹ استفاده شده و ρ_{15} یا ρ_{20} مربوطه استخراج گردد. در صورت نیاز به درون یابی اینکار انجام شود. در این حالت:

$$\rho_t^1 = \left[\frac{(m_t - m_0)\rho_s}{(m_s - m_0)} + C \right] [1 + (\alpha_2 - \alpha_1)(t_r - t_t)]$$

عبارتهای مرتبه دوم در مواقعی که مهم نیست صرفه نظر می شوند.

۱۰-۴-۲-۴ هنگامی که $t_t \neq t_c \neq t_r$

دانسیته تعیین شده در دمای آزمون t_t مطابق بند ۱۰-۴-۱-۲ دانسیته صحیح در t_t می باشد بنابر این نتیجه حاصل باید برای بدست آوردن دانسیته ظاهری در t_t با استفاده از تجهیزات شیشه اکسید کلسیم- بی کربنات سدیم کالیبره شده در t_r قبل از استفاده از جداول ۵۳ یا ۵۹ ارجاع داده شده در استاندارد ISO 91 تصحیح شود. صرفه نظر از جنس شیشه ای که پیکنومتر از آن ساخته شده است این تصحیح الزامی است. بعنوان مثال در جداول ۵۳ یا ۵۹ با جاگذاری ρ_t^1 و دمای t_t بترتیب ρ_{15} یا ρ_{20} بدست می آید. درجاییکه ضروری است درون یابی کنید. عبارت برای ρ_t^1 می تواند همانطور که در زیر آمده دوباره مرتب شود با صرفه نظر کردن از عبارتهای مرتبه دوم در جاهاییکه مهم نیستند.

الف- پیکنومترهای ساخته شده از شیشه اکسید کلسیم- بی کربنات سدیم

$$\rho_t^1 = \left[\frac{(m_t - m_0)\rho_s}{(m_s - m_0)} + C \right] [1 + \alpha_2(t_r - t_t)]$$

ب- پیکنومترهای ساخته شده از شیشه بورو سیلیکات

$$\rho_t^1 = \left[\frac{(m_t - m_0)\rho_s}{(m_s - m_0)} + C \right] [1 + \alpha_1 t_r + \alpha_2 t_t - (\alpha_1 + \alpha_2)t_0]$$

۱۰-۴-۲-۵ هنگامی که $t_r = t_t \neq t_c$

مشابه بند ۱۰-۴-۱-۲ عمل کنید.

۱۰-۴-۳ گرد کردن محاسبات

تمام محاسبات را تا ۵ رقم معنی دار برای مقادیر کمتر از ۱۰۰۰/۰۰ یا ۱/۰۰۰۰ و ۶ رقم معنی دار برای مقادیر ۱۰۰۰/۰۰ یا ۱/۰۰۰۰ و بالاتر بسته به واحدهای مورد استفاده برای دانسیته یا تعیین دانسیته نسبی انجام دهید.

۱۰-۵-۱ محاسبه دانسیته نسبی یک مایع

۱۰-۵-۱ مطابق تعریف، مقادیر مناسب d_t ، d_t^1 و d_r می توانند بوسیله تقسیم کردن مقادیر مربوطه دانسیته بدست آمده در بندهای ۱۰-۴-۱ و ۱۰-۴-۲ به دانسیته آب دارای واحد مشابه در دمای مرجع مورد نیاز بدست آید. (به یاد آوری بند ۱۰-۵-۳ مراجعه شود)

۱۰-۵-۲ هنگام تصحیح دانسیته نسبی در دمای ۶۰ درجه فارنهایت برای نفت و فراورده های نفتی لازم است در دمای مرجع ۶۰ درجه فارنهایت از جدول ۲۳ ارجاع داده شده در استاندارد *ISO 91-1* استفاده کنید. (به بندهای ۱۰-۴-۲، ۱۰-۴-۳ و ۱۰-۴-۴ مراجعه شود)

t_c و t_r به درجه فارنهایت و ضرایب انبساط حجمی α_1 و α_2 بهتر است که بصورت "بر درجه فارنهایت" بیان شوند. برای α_2 مقدار 14×10^{-6} بر درجه فارنهایت می تواند بکار برده شود.

۱۰-۵-۳ تمام محاسبات را تا ۵ رقم اعشار انجام دهید.

یادآوری - اگر مقدار دانسیته بصورت گرم بر میلی لیتر بیان شده است ضروری است که مقادیر جدول ۳ بر ۱۰۰۰ تقسیم شوند.

۱۰-۶ محاسبه دانسیته یا دانسیته نسبی یک جامد یا نیمه جامد

هنگام استفاده از روش توصیف شده در بند ۸-۲ عبارت ذیل

$$\frac{(m_1 - m_0)}{(m_c - m_0 - m_2 + m_1)}$$

باید در محاسبات بند ۱۰-۴ جایگزین عبارت $\frac{(m_1 - m_2)}{(m_c - m_2)}$ شود.

جداول ۲۳، ۵۳ و ۵۹ فقط برای فراورده های نفتی کاربرد داشته و برای اصلاح دانسیته یا دانسیته نسبی محصولات قیر نباید استفاده شود.

۱۱ دقت

۱۱-۱ روش پیکنومتر با درپوش مویین دار

۱۱-۱-۱ کلیات

دقت روش بر اساس انجام خوب آزمون ارزیابی می شود نه از تجزیه آماری نتایج آزمون بین آزمایشگاهی که در بندهای ۱۱-۱-۲ تا ۱۱-۱-۴ داده شده است.

۱۱-۱-۲ تکرار پذیری

اختلاف بین دو نتیجه آزمون بدست آمده بوسیله یک آزمون کننده توسط تجهیزات یکسان تحت شرایط ثابت کاری روی مواد آزمون یکسان، در یک دوره زمانی طولانی، در شرایط کاربرد عادی و صحیح این روش آزمون، فقط یکبار در بیست آزمون می تواند از مقدار زیر بیشتر شود:

۰/۶ کیلوگرم بر متر مکعب یا ۰/۰۰۰۶ گرم بر میلی لیتر یا ۰/۰۰۰۶ برای دانسیته نسبی

۱۱-۱-۳ تجدید پذیری

اختلاف بین دو نتیجه مستقل و منفرد بدست آمده بوسیله آزمایش کننده های مختلف، در آزمایشگاههای مختلف، روی مواد آزمون بطور اسمی یکسان، در زمان طولانی، در شرایط کاربرد عادی و صحیح این روش آزمون، فقط یکبار در بیست آزمون می تواند از مقدار زیر بیشتر شود:

۰/۶ کیلوگرم بر متر مکعب یا ۰/۰۰۰۶ گرم بر میلی لیتر یا ۰/۰۰۰۶ برای دانسیته نسبی

۱۱-۱-۴ مواد فرار و مواد دارای گرانش بسیار بالا

برای مواد فرار یا مواد دارای گرانشی بسیار بالا یا مواد جامد (به بند ۸-۲ مراجعه شود) غیر از چسب مایع قیری هیچ اطلاعاتی جهت سنجش دقت موجود نیست (به یاد آوری مراجعه شود).

یادآوری - اطلاعات سنجش دقت برای چسب های مایع قیری عنوان شده در بندهای ۱۱-۲ و ۱۱-۳ بصورت زیر می باشد:

تکرار پذیری: ۳ کیلوگرم بر متر مکعب، یا ۰/۰۰۳ گرم بر میلی لیتر یا ۰/۰۰۳ برای دانسیته نسبی

تجدید پذیری: ۵ کیلوگرم بر متر مکعب، یا ۰/۰۰۵ گرم بر میلی لیتر یا ۰/۰۰۵ برای دانسیته نسبی

۱۱-۲ روش پیکنومتر با دو لوله مویین مدرج

لازم است کاربر این استاندارد قابلیت کاربرد این روش را برای هر رده از نمونه ها تعیین کند.

۱۱-۲-۱ کلیات

دقت این روش بر اساس بررسی آماری نتایج آزمون بین آزمایشگاهی با استفاده از پیکنومتر ۵ میلی لیتری در بندهای ۱۱-۲-۲ و ۱۱-۲-۳ داده شده است. این روش منحصر به دو محدوده ۷۷۷/۰ تا ۸۹۲/۰ و ۰/۷۷۷۰ تا ۰/۸۹۲۰ نبوده اما اطلاعات سنجش دقت خارج از این محدوده در دسترس نیست. هنگام استفاده از پیکنومتر بزرگتر بهتر است دقت قابل حصول معادل یا بهتر از اطلاعات دقت داده شده در بندهای ۱۱-۲-۲ و ۱۱-۲-۳ باشد.

۱۱-۲-۲ تکرار پذیری

اختلاف بین دو نتیجه آزمون بدست آمده بوسیله یک آزمون کننده توسط تجهیزات یکسان تحت شرایط ثابت کاری روی مواد آزمون یکسان، در یک دوره زمانی طولانی، در شرایط کاربرد عادی و صحیح این روش آزمون، فقط یکبار در بیست آزمون می تواند از مقدار زیر بیشتر شود:

محدوده ۷۷۷/۰ تا ۸۹۲/۰ کیلوگرم بر متر مکعب: ۰/۷ کیلوگرم بر متر مکعب برای دانسیته

محدوده ۰/۷۷۷۰ تا ۰/۸۹۲۰: ۰/۰۰۰۷ گرم بر میلی لیتر برای دانسیته یا ۰/۰۰۰۷ برای دانسیته نسبی

۱۱-۲-۳ تجدید پذیری

اختلاف بین دو نتیجه مستقل و منفرد بدست آمده بوسیله آزمایش کننده های مختلف، در آزمایشگاههای مختلف، روی مواد آزمون بطور اسمی یکسان، در زمان طولانی، در شرایط کاربرد عادی و صحیح این روش آزمون، فقط یکبار در بیست آزمون می تواند از مقدار زیر بیشتر شود:

محدوده ۷۷۷/۰ کیلوگرم بر متر مکعب تا ۸۹۲/۰ کیلوگرم بر متر مکعب: ۱/۰ کیلوگرم بر متر مکعب برای دانسیته

محدوده ۰/۷۷۷۰ تا ۰/۸۹۲۰: ۰/۰۰۱۰ گرم بر میلی لیتر برای دانسیته یا ۰/۰۰۱۰ برای دانسیته نسبی

۱۲ گزارش آزمون

گزارش های آزمون را بصورت دانسیته با دقت ۰/۱ کیلوگرم بر متر مکعب یا ۰/۰۰۰۱ گرم بر میلی لیتر و یا بصورت دانسیته نسبی با دقت ۰/۰۰۰۱ بیان نمایید. بعلاوه گزارش آزمون باید دارای اطلاعات زیر باشد:

الف - مشخص کردن ویژگی اندازه گیری شده (دانسیته است یا دانسیته نسبی) (چگالی)

ب- اگر دانسیته است واحد و دما گزارش شود (به بند ۳-۱ مراجعه شود)
ج- اگر دانسیته نسبی است دمای t_1 و t_2 (به بند ۳-۴ مراجعه شود) ذکر شود.

د- روش آزمون مورد استفاده برای اندازه گیری

ر- ذکر شماره استاندارد ملی

اگر دانسیته گزارش شده بر اساس دانسیته مشاهده شده و با استفاده از جدول ارجاع داده شده در ۱۰-۳-۴ اصلاح شده است، باید دمای مرجع و عنوان جدول استفاده شده گزارش شود.

جدول ۳- دانسیته آب عاری از هوا بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب در مقابل درجه حرارت بر حسب درجه

سلسیوس در مقیاس دمای بین المللی ۱۹۹۰ (معادله پترسون و موریس)^۱

°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	Air correction
1	999,901 2	999,906 1	999,910 8	999,915 3	999,919 6	999,923 7	999,927 7	999,931 6	999,935 2	999,938 7	-0,004 5
2	999,942 0	999,945 1	999,948 1	999,950 9	999,953 6	999,956 0	999,958 3	999,960 5	999,962 5	999,964 3	-0,004 3
3	999,965 9	999,967 4	999,968 8	999,969 9	999,970 9	999,971 8	999,972 4	999,973 0	999,973 3	999,973 5	-0,004 2
4	999,973 6	999,973 5	999,973 2	999,972 8	999,972 2	999,971 4	999,970 5	999,969 5	999,968 3	999,966 9	-0,004 1
5	999,965 4	999,963 7	999,961 9	999,959 9	999,957 8	999,955 5	999,953 0	999,950 4	999,947 7	999,944 8	-0,004 0
6	999,941 8	999,938 6	999,935 2	999,931 7	999,928 1	999,924 3	999,920 4	999,916 3	999,912 1	999,907 7	-0,003 9
7	999,903 2	999,898 5	999,893 7	999,888 8	999,883 7	999,878 4	999,873 0	999,867 5	999,861 8	999,856 0	-0,003 8
8	999,850 0	999,843 9	999,837 7	999,831 3	999,824 8	999,818 1	999,811 3	999,804 4	999,797 3	999,790 1	-0,003 7
9	999,782 7	999,775 3	999,767 6	999,759 9	999,751 9	999,743 9	999,735 7	999,727 4	999,719 0	999,710 4	-0,003 6
10	999,701 7	999,692 8	999,683 8	999,674 7	999,665 4	999,656 1	999,646 5	999,636 9	999,627 1	999,617 2	-0,003 5
11	999,607 2	999,597 0	999,586 7	999,576 2	999,565 7	999,555 0	999,544 2	999,533 2	999,522 1	999,510 9	-0,003 4
12	999,499 6	999,488 1	999,476 5	999,464 8	999,453 0	999,441 0	999,428 9	999,416 7	999,404 3	999,391 9	-0,003 3
13	999,379 3	999,366 5	999,353 7	999,340 7	999,327 6	999,314 4	999,301 1	999,287 6	999,274 0	999,260 3	-0,003 2
14	999,246 5	999,232 6	999,218 5	999,204 3	999,190 0	999,175 6	999,161 1	999,146 4	999,131 6	999,116 7	-0,003 1
15	999,101 7	999,086 5	999,071 3	999,055 9	999,040 4	999,024 8	999,009 1	998,993 2	998,977 3	998,961 2	-0,003 0
16	998,945 0	998,928 7	998,912 3	998,895 8	998,879 1	998,862 4	998,845 5	998,828 5	998,811 4	998,794 2	-0,002 9
17	998,776 8	998,759 4	998,741 8	998,724 2	998,706 4	998,688 5	998,670 5	998,652 4	998,634 2	998,615 8	-0,002 8
18	998,597 4	998,578 8	998,560 2	998,541 4	998,522 5	998,503 5	998,484 4	998,465 2	998,445 9	998,426 5	-0,002 7
19	998,406 9	998,387 3	998,367 5	998,347 7	998,327 7	998,307 6	998,287 5	998,267 2	998,246 8	998,226 3	-0,002 5
20	998,205 7	998,185 0	998,164 2	998,143 3	998,122 2	998,101 1	998,079 9	998,058 6	998,037 1	998,015 6	-0,002 4
21	997,993 9	997,972 2	997,950 3	997,928 4	997,906 3	997,884 2	997,861 9	997,839 6	997,817 1	997,794 5	-0,002 3
22	997,771 9	997,749 1	997,726 2	997,703 3	997,680 2	997,657 0	997,633 8	997,610 4	997,587 0	997,563 4	-0,002 2
23	997,539 7	997,516 0	997,492 1	997,468 1	997,444 1	997,419 9	997,395 7	997,371 3	997,346 9	997,322 3	-0,002 1
24	997,297 7	997,272 9	997,248 1	997,223 2	997,198 1	997,173 0	997,147 8	997,122 5	997,097 1	997,071 5	-0,002 0
25	997,045 9	997,020 2	996,994 4	996,968 6	996,942 6	996,916 5	996,890 3	996,864 1	996,837 7	996,811 2	-0,001 9
26	996,784 7	996,758 1	996,731 3	996,704 5	996,677 6	996,650 6	996,623 5	996,596 3	996,569 0	996,541 6	-0,001 8
27	996,514 1	996,486 5	996,458 9	996,431 1	996,403 3	996,375 4	996,347 4	996,319 2	996,291 0	996,262 7	-0,001 7
28	996,234 4	996,205 9	996,177 3	996,148 7	996,119 9	996,091 1	996,062 2	996,033 2	996,004 1	995,974 9	-0,001 6
29	995,945 6	995,916 3	995,886 8	995,857 3	995,827 6	995,797 9	995,768 1	995,738 2	995,708 2	995,678 2	-0,001 5
30	995,648 0	995,617 8	995,587 4	995,557 0	995,526 5	995,495 9	995,465 3	995,434 5	995,403 7	995,372 7	-0,001 4
31	995,341 7	995,310 6	995,279 4	995,248 2	995,216 8	995,185 3	995,153 8	995,122 2	995,090 5	995,058 7	-0,001 3
32	995,026 9	994,994 9	994,962 9	994,930 7	994,898 5	994,866 3	994,833 9	994,801 4	994,768 9	994,736 3	-0,001 2
33	994,703 6	994,670 8	994,637 9	994,605 0	994,571 9	994,538 8	994,505 6	994,472 3	994,439 0	994,405 5	-0,001 1
34	994,372 0	994,338 4	994,304 7	994,270 9	994,237 1	994,203 1	994,169 1	994,135 0	994,100 8	994,066 6	-0,001 0
35	994,032 2	993,997 8	993,963 3	993,928 7	993,894 1	993,859 3	993,824 5	993,789 6	993,754 6	993,719 6	-0,000 8
36	993,684 4	993,649 2	993,613 9	993,578 5	993,543 1	993,507 5	993,471 9	993,436 2	993,400 4	993,364 6	-0,000 7
37	993,328 7	993,292 7	993,256 6	993,220 4	993,184 2	993,147 8	993,111 5	993,075 0	993,038 4	993,001 8	-0,000 6
38	992,965 1	992,928 3	992,891 4	992,854 5	992,817 5	992,780 4	992,743 2	992,706 0	992,668 7	992,631 3	-0,000 5
39	992,593 8	992,556 3	992,518 6	992,480 9	992,443 1	992,405 3	992,367 4	992,329 4	992,291 3	992,253 1	-0,000 4
40	992,214 9										-0,000 4

یادآوری ۱- مقادیر دانسیته آب بر اساس کار پترسون و موریس بنا نهاده شده و بصورت دانسیته در مقیاس دمای ITS-90

بیان شده است.^۲

یادآوری ۲- مقادیر اصلاح دانسیته برای آب اشباع از هوا بر اساس معادله بینگل بدست آمده است.^۳

1 - Patterson & Morris

2 - Metrologia, 31, pp.277-288, 1994

3 - Metrologia, 19, pp.57-59, 1983