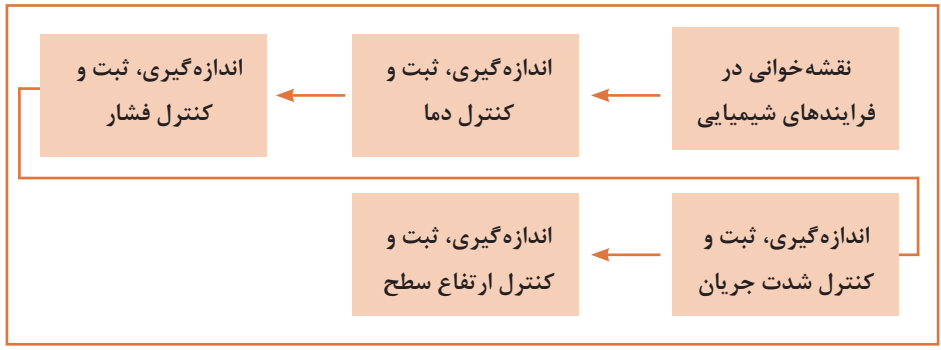
راهبردهای یاددهی ــ یادگیری

سازمان‌دهی محتوی ــ درس کنترل فرایندهای شیمیایی

درس کنترل فرایندهای شیمیایی در قالب پودمان‌های مستقل و تکالیف کاری مستقل تعریف می‌شود که عبارت‌اند از: نقشه‌خوانی در صنایع شیمیایی ـ اندازه‌گیری، ثبت و کنترل دما ـ اندازه‌گیری، ثبت و کنترل فشار ـ اندازه‌گیری، ثبت و کنترل شدت جریان ـ اندازه‌گیری، ثبت و کنترل ارتفاع سطح

مسیر یادگیری درس کنترل فرایندهای شیمیایی



دستورالعمل اجرایی تدریس

کتاب راهنمای هنرآموز شامل مواردی مانند مطرح نمودن سؤال، بحث گروهی، نمایش فیلم آموزش، نمایش فیلم رعایت نکات ایمنی، انجام کار عملی و... می‌باشد. در این قسمت سعی شده برای تدریس این موارد دستورالعمل کمی تهیه گردد و در هر قسمت از متن کتاب که به آنها اشاره شده، روش تدریس به دستورالعمل مربوطه ارجاع داده شود و از تکرار موارد جلوگیری به عمل آید.

دستورالعمل‌های مربوطه عبارت‌اند از:

۱ دستورالعمل فیلم آموزشی
۲ دستورالعمل نحوه کار عملی در کارگاه
۳ دستورالعمل پرسش و پاسخ
۴ دستورالعمل رعایت نکات ایمنی
۵ ...

دستورالعمل نمایش فیلم آموزشی موجود در متن کتاب

ابتدا هنرآموز فیلم آموزشی طبق متن کتاب را در کلاس نمایش می‌دهد. پس از اتمام فیلم از هنرجویان می‌خواهد نظرات و برداشت‌های خود را از فیلم نمایش داده شده در کلاس ارائه نمایند.

هنرآموز پس از شنیدن نظرات هنرجویان در صورت وجود اشکال، با نمایش مجدد قسمت‌هایی از فیلم، بحث گروهی به کمک هنرجویان و ارائه توضیحات نسبت به برطرف نمودن اشکالات اقدام می‌کند.

در ادامه هنرآموز مجدداً فیلم را نمایش داده و پس از هر قسمت مشخص از فیلم بسته به تشخیص خود، فیلم را متوقف کرده و توضیحات کامل و جامع را در ارتباط با آن قسمت فیلم ارائه می‌دهد. سپس نمایش فیلم را از نقطه توقف مجدد شروع کرده و در صورت نیاز در هر قسمت بنابر تشخیص خود فیلم را متوقف کرده و توضیحات لازم را ارائه می‌دهد. این‌کار را آنقدر ادامه داده تا فیلم به پایان برسد. سپس از هنرجویان می‌خواهد نتیجه‌گیری خود را از فیلم نمایش داده شده در قالب گزارش یا چند سطر به هنرآموز ارائه دهند.

هنرآموز پس از بررسی نتیجه‌گیری‌های ارائه شده در صورت وجود اشکال

به کمک بحث گروهی با تعامل هنرجویان و ارائه توضیحات تکمیلی نسبت به رفع اشکال اقدام می‌نماید.

دستورالعمل اجرایی برای کار عملی

ابتدا هنرآموز ابزار، تجهیزات و مواد مصرفی مربوط به کار عملی را به‌صورت عینی به هنرجویان معرفی نموده و سپس به‌صورت عملی مراحل انجام کار را مطابق با موارد ذکر شده در کتاب به همراه روش صحیح انجام کار عملی با ابزار و تجهیزات در حضور هنرجویان با ذکر توضیحات و نکات ایمنی مربوط به هر مرحله انجام می‌دهد. پس از نمایش عملی انجام کار، هنرجویان را به چند گروه تقسیم کرده و از هر گروه می‌خواهد به‌طور مجزا کار مشابه با نمایش عملی را انجام داده و نتیجه را به هنرآموز ارائه دهند. سپس از هر گروه می‌خواهد کار گروه‌های دیگر را که به پایان رسانیده‌اند، مجدداً انجام داده و نتیجه را به هنرآموز ارائه دهند، به‌طوری‌که در پایان، تمام گروه‌ها، همه کارها را حداقل یکبار به‌صورت عملی انجام داده و نتیجه را به هنرآموز ارائه دهند. هنرآموز پس از بررسی کارهای هر گروه، در صورت وجود اشکال با ارائه توضیحات و ذکر علت و روش جلوگیری از بروز اشکال هنرجویان را در مسیر صحیح هدایت می‌کند.

دستورالعمل اجرایی پرسش و پاسخ

در قسمت‌هایی از کتاب درسی که شامل سؤال می‌باشند، هنرآموز سؤالات را در کلاس مطرح نموده و از هنرجویان می‌خواهد نظرات و پاسخ‌های خود را در کلاس ارائه دهند. سپس به‌صورت بحث گروهی با تعامل هنرجویان پاسخ‌های ارائه شده را مورد نقد و بررسی قرار داده و موارد ناصحیح را مشخص و با ارائه توضیحات تکمیلی و یا بحث گروهی با کمک هنرجویان نسبت به رفع اشکال اقدام می‌نماید.

دستورالعمل رعایت نکات ایمنی و بهداشتی

در ابتدای هر جلسه کار عملی، هنرآموز رعایت نکات ایمنی و بهداشتی مربوط به آن کار عملی را بیان می‌کند. سپس از هنرجویان می‌خواهد به‌صورت گروهی دلایل موارد و نکات ایمنی و بهداشتی را مشخص کرده و ارائه نمایند. در صورت وجود اشکال، هنرآموز با ارائه توضیحات و ذکر دلایل

نسبت به رفع اشکال اقدام می‌نماید.

دستورالعمل گزارش کارگاه

پس از انجام هر جلسه کارگاه، هنرآموز از هنرجویان می‌خواهد، گزارش کار انجام شده را تهیه و به هنرآموز ارائه دهند.

نحوه ارزشیابی هنرجویان

شاخص‌های ارزشیابی پیشرفت تحصیلی در برنامه‌های درسی جدید به شرح زیر است:

۱ در نظر گرفتن مشاهده عملکرد هنرجو
۲ در نظر گرفتن پرسش شفاهی، کتبی ـ عملکردی
۳ ارزشیابی تکوینی
۴ ارزشیابی پایانی
۵ در نظر گرفتن مسایل اخلاقی و انسانی در ارزشیابی
۶ توجه به اصل انصاف و عدالت در ارزشیابی
۷ مقایسه هر هنرجو با خود
۸ تناسب ارزشیابی با تجارب یادگیری تعیین شده
۹ مشارکت دادن هنرجویان در ارزشیابی
۱۰ استفاده از روش‌های متنوع ارزشیابی، متناسب با اهداف و تجارب یادگیری

نحوه ارزشیابی درس «کنترل فرایندهای شیمیایی» ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شیوه ارزشیابی هر پودمان در پایان آن پودمان آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است.

در ارزشیابی پایانی هر فصل

- شایستگی‌های فنی مراحل انجام کار در نظر گرفته شود.
- به شایستگی‌های غیرفنی نظیر: مدیریت زمان، مدیریت مواد و تجهیزات، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری و... توجه شود.
- درمورد رعایت موارد ایمنی لازم است که هنرجویان به رعایت نکات ایمنی در هر قسمت از کار ملزم شوند.
- در تمامی مراحل کار توجه به حفظ محیط زیست و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی سرلوحه کار قرار گرفته و به آن توجه ویژه شود.

ارزشیابی شایستگی.....

شرح کار:

استاندارد عملکرد:

شاخص‌ها:

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط:

ابزار و تجهیزات:

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲	
میانگین نمرات			*

* **حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.**

بودجه بندی زمانی و مکانی درس کنترل فرایندهای شیمیایی

ردیف	پودمان	محتوای قابل ارائه	زمان		نحوه ارائه	مکان
			نظری	عملی		
اول	نقشه‌خوانی در صنایع شیمیایی	تشخیص نقشه‌های فرآیندی	۶	۹	کتاب درسی تصویر ـ پوستر فیلم	✓ کلاس ✓ کارگاه
		به‌کارگیری نمودارجعبه‌ای فرآیند (BFD)	۸	۱۲		
		به‌کارگیری نمودار جریان‌های فرایند (PFD)	۲	۳		
		رسم نقشه‌های فرایندی به کمک نرم افزار	۸	۱۲		
دوم	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل دما	به‌کارگیری مفاهیم و محاسبات در اندازه‌گیری دما	۸	۱۲	کتاب درسی تصویر ـ پوستر فیلم	✓ کلاس ✓ کارگاه
		انجام روش‌های اندازه‌گیری دما	۸	۱۲		
		کالیبراسیون دماسنج	۴	۶		
		کنترل دما	۴	۶		
سوم	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل فشار	به‌کارگیری مفاهیم و محاسبات در اندازه‌گیری فشار	۱۲	۱۸	کتاب درسی تصویر ـ پوستر فیلم	✓ کلاس ✓ کارگاه
		انجام روش‌های اندازه‌گیری فشار	۸	۱۲		
		کنترل فشار	۴	۶		
چهارم	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل شدت جریان	به‌کارگیری مفاهیم و محاسبات در اندازه‌گیری دبی	۸	۱۲	کتاب درسی تصویر ـ پوستر فیلم	✓ کلاس ✓ کارگاه
		اندازه‌گیری دبی جریان مایعات	۸	۱۲		
		اندازه‌گیری دبی جریان گازها	۴	۶		
		کنترل دبی جریان	۴	۶		
پنجم	اندازه‌گیری، ثبت و کنترل ارتفاع سطح	به‌کارگیری مفاهیم و محاسبات در اندازه‌گیری ارتفاع سطح سیال	۶	۹	کتاب درسی تصویر ـ پوستر فیلم	✓ کلاس ✓ کارگاه
		اندازه‌گیری ارتفاع سطح سیال	۱۲	۱۸		
		کنترل ارتفاع سطح یک مخزن	۶	۹		

پودمان اول

نقشه‌خوانی در صنایع شیمیایی

مقدمه

در این پودمان هنرجویان با مراحل طراحی فرایندهای شیمیایی، انواع نمودارهای فرایندی و شیوه ترسیم آنها آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به‌صورت تدریس تئوری و عملی پیش‌بینی شده است. در ابتدا مطالب تئوری مربوط به انواع نمودارهای جعبه‌ای جریان (BFD)، جریان فرایندی (PFD)، لوله‌کشی و ابزار دقیق (P&ID) و جانمایی تجهیزات و همچنین معرفی و آموزش نرم‌افزار ویزیو ارائه شده است. سپس به فراخور امکانات و تجهیزات موجود در هنرستان‌ها، فعالیت‌های عملی ساده و قابل اجرا برای ترسیم انواع نمودارها آورده شده است. همچنین در این پودمان استفاده هم‌زمان از فیلم‌های آموزشی با مطالب درسی پیش‌بینی گردیده است.

اغلب فعالیت‌های این پودمان به‌صورت گروهی در نظر گرفته شده است. بنابراین لازم است که هنرآموزان گرامی با تقسیم‌بندی هنرجویان کلاس به گروه‌های مختلف ۳ تا ۴ نفره و با نظارت و هدایت دقیق گروه‌های هنرجویان به‌طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرامی توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محوله، پیروی از قوانین کارگاهی، و...)، کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام کارها و وظایف محوله و...) و مستندسازی (گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی و...) توجه ویژه داشته باشند.

مرحله ۱: به‌کارگیری نمودار جعبه‌ای فرایند

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۱: معرفی کلی نقشه‌های فرایندی و نام انواع آن

راهنمایی: ابتدا اهمیت نقشه‌خوانی در صنعت بیان شده، سپس انواع نقشه‌های فرایندی بیان شود.

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۲: شرح مشخصات نمودار جعبه‌ای با کمک مثال

راهنمایی: با توجه به شکل ۳ نمودار جعبه‌ای یک پالایشگاه به‌طور کلی برای هنرجویان شرح داده شود.

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۳: شرح یک نمونه فرایند با استفاده از نمودار

راهنمایی: با توجه به شکل شماره ۵ نمودار جعبه‌ای فرایند تبدیل کاتالیزگری را همراه با مقادیر جریان‌های فرآیندی شرح داده و موازنه جرم ساده را برای آن انجام دهد.

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۴: یادآوری موازنه کلی جرم با ذکر مثال

راهنمایی: در ابتدا با توجه به شکل‌های ۶ و ۷ نمودار جعبه‌ای فرایند تبدیل کاتالیزگری را همراه با مقادیر جریان‌های فرایندی شرح داده، و موازنه جرم را برای تعیین جریان‌های مجهول به‌کار رود.

فعالیت عملی ۱

یادآوری موازنه کلی جرم با ذکر مثال و انجام فعالیت‌های پیش‌بینی شده با همکاری دوستان خود، نمودار جعبه‌ای فرایند دو آزمایش تهیه مواد آزمایشگاهی که در کتاب «عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی» اشاره شده است را رسم نمایید.

راهنمایی: از هنرجویان خواسته شود که با توجه به فعالیت‌های عملی سال گذشته خود (تهیه صابون، آب مقطر و...) دو نمونه آزمایش مورد علاقه خود را انتخاب کرده و هر مرحله را به عنوان یک جعبه در نظر گرفته و برای آزمایش مربوطه نمودار جعبه‌ای ساده‌ای رسم کنند.

پرسش ۱

سولفوریک اسید از واکنش تری اکسید گوگرد (SO_3) با آب تولید می‌گردد.

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

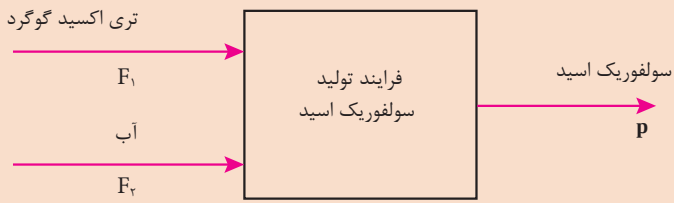
در یک کارخانه ۱۰۰۰ کیلوگرم سولفوریک اسید تولید شده است. اگر مقدار تری اکسید گوگرد مصرف شده، ۸۱۶ کیلوگرم باشد، مطلوب است:

الف) رسم نمودار جعبه‌ای فرایند تولید سولفوریک اسید

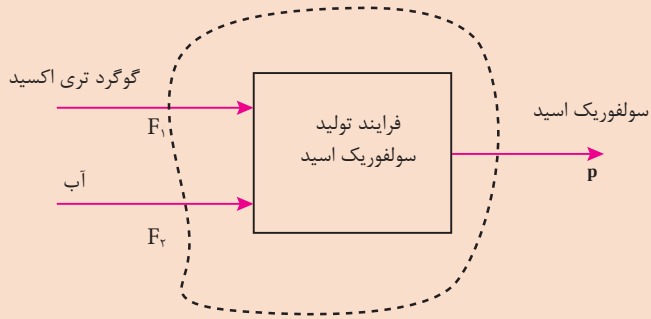
ب) موازنه جرم این فرایند

پاسخ:

الف) نمودار جعبه‌ای فرایند تولید سولفوریک اسید به‌صورت زیر می‌باشد:



ب) برای انجام موازنهٔ جرم، می‌بایست در ابتدا یک سامانه برای فرایند انتخاب نمود. موازنه جرم مطابق سامانه انتخاب شده (سامانه خط‌چین)، عبارت است از:



بر اساس موازنه، جرم کل ورودی برابر است با جرم کل خروجی لذا:

جرم کل ورودی به سامانه = $F_1 + F_2$

جرم کل خروجی از سامانه = P

بنابراین:

$F_1+F_2 = P \longrightarrow ۸۱۶ + F_2 = ۱۰۰۰ \longrightarrow F_2 = ۱۰۰۰ - ۸۱۶ = ۱۸۴\ kg$

پرسش ۲

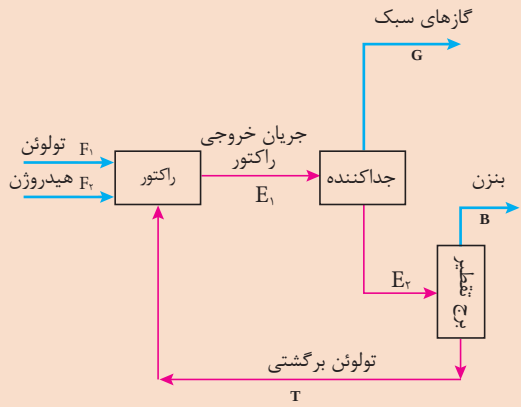
بنزن از واکنش هیدروژناسیون تولوئن به‌صورت زیر به دست می‌آید.

$C_7H_8 + H_2 \longrightarrow C_6H_6 + CH_4$

نمودار جعبه‌ای این فرایند در شکل ۸ نشان داده شده است. مطلوب است:

الف) شرح این نمودار

ب) موازنه جرم پیرامون این فرایند مطابق با داده‌های مندرج در جدول ۳ و تعیین مقادیر جریان‌های E_1 و تولوئن برگشتی (T)



شکل ۸ــ نمودار جعبه‌ای فرایند تولید بنزن

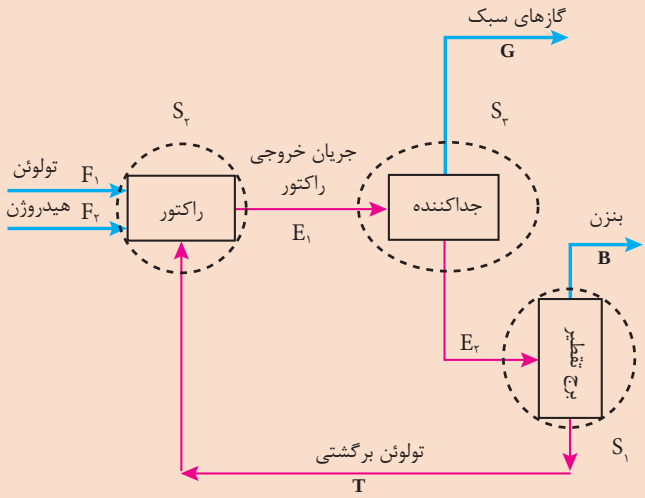
جدول ۳ــ مقادیر جریان‌های فرایند تبدیل کاتالیزگری

نام جریان	میزان دبی جرمی (کیلو گرم بر ساعت)
F_1	۱۰۰۰۰
F_2	۸۲۰
E_2	۸۹۶۰
G	۲۶۱۰
B	۸۲۱۰
T	؟
E_1	؟

پاسخ:

الف) برای تولید بنزن از تولوئن مطابق واکنش اشاره شده، باید تولوئن و هیدروژن در بخش واکنش که شامل یک راکتور می‌باشد با هم واکنش دهند. در این فرایند در ابتدا هیدروژن و تولوئن با هم وارد راکتور می‌شوند و واکنش بین آنها اتفاق می‌افتد. سپس محصولات خروجی از راکتور (بنزن و متان) وارد یک جداکننده می‌شوند. محصولات سبک و یا همان گازهای سبک از بالای جداکننده خارج می‌شوند و محصولات پایین برج نیز وارد یک برج تقطیر می‌شوند. محصول بالای برج تقطیر به عنوان محصول اصلی این فرایند یعنی بنزن از برج خارج می‌شود و محصول پایین برج نیز که شامل تولوئن می‌باشد نیز مجدداً به راکتور برگشت داده می‌شود.

ب) برای انجام موازنه جرم، می‌بایست در ابتدا سامانه‌هایی مطابق شکل ۹ برای فرایند انتخاب نمود.



شکل ۹ـ سامانه‌های انتخاب شده جهت موازنه جرم

موازنه جرم مطابق سامانه ۱ ($S_۱$) انتخاب شده (سامانه خط چین) عبارت است از:

بر اساس موازنه، جرم کل ورودی برابر است با جرم کل خروجی لذا:

جرم کل ورودی به سامانه = $E_۲$ =۸۹۶۰ kg

جرم کل خروجی از سامانه = T+ B= ?

چون:

جرم کل خروجی از سامانه = جرم کل ورودی به سامانه

بنابراین:

$E_2 = T+B \longrightarrow ۸۹۶۰ = T+ ۸۲۱۰ \longrightarrow T= ۷۵۰ \text{ kg}$

موازنه جرم مطابق سامانه ۲ (S_2) انتخاب شده (سامانه خط چین) عبارت است از:

بر اساس موازنه، جرم کل ورودی برابر است با جرم کل خروجی لذا:

جرم کل ورودی به سامانه = $F_1 + F_2 + T$

جرم کل خروجی از سامانه = $E_1 = ?$

چون:

جرم کل خروجی از سامانه = جرم کل ورودی به سامانه

بنابراین:

$F_1 + F_2 + T = E_1 \longrightarrow ۱۰۰۰۰+۸۲۰+۷۵۰ = E_1 \longrightarrow E_1 = ۱۱۵۷۰ \text{ kg}$

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۵: رسم نمودار جعبه‌ای با توجه به شرح فرایند با ذکر مثال

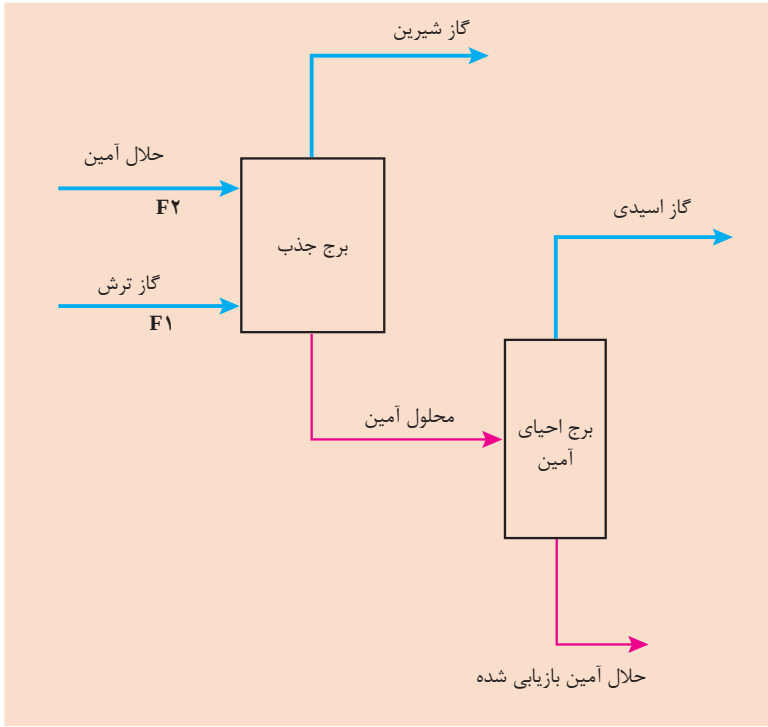
پرسش ۳

گاز ترش به نوعی از گاز طبیعی گفته می‌شود که شامل مقدار اندکی هیدروژن سولفید (H_2S) است. برای مصرف گاز طبیعی می‌بایست این گاز شیرین گردد یعنی هیدروژن سولفید موجود در آن حذف گردد.

شیرین‌سازی گاز ترش در یک برج جذب با استفاده از حلال آمین انجام می‌شود. به‌طوری‌که حلال آمین از بالا و گاز ترش از پایین وارد برج می‌شوند. محصول بالای برج جذب، گاز شیرین است که برای مصرف از فرایند خارج می‌شود. محصول پایین برج جذب، محلول آمینی است که مقداری هیدروژن سولفید دارد. لذا محصول پایین برج جذب به برج تقطیر احیای آمین فرستاده می‌شود. محصول بالای این برج تقطیر شامل گازهای سبکی است که هیدروژن سولفید نیز دارد که آن را گازهای اسیدی می‌نامند. محصول پایین برج تقطیر نیز حلال آمین احیا شده و عاری از هیدروژن سولفید می‌باشد.

مطلوب است: رسم نمودار جعبه‌ای فرایند شیرین‌سازی گاز طبیعی ترش

پاسخ: با توجه به شرح فرایند اشاره شده، نمودار جعبه‌ای این فرایند مطابق شکل صفحه بعد می‌باشد.



پرسش ۴

نمودار جعبه‌ای ساده شده یک پالایشگاه در شکل شماره ۳ نشان داده شده است. با توجه به شکل مراحل عملیات در پالایشگاه را شرح دهید.

پاسخ: نفت به‌صورت خام یا فراوری نشده خیلی مفید نیست و به‌صورتی که از دل زمین بیرون آمده کاربرد چندانی ندارد. نفت به خاطر دارا بودن هیدروکربن‌هایی با وزن‌های مختلف مانند پارافین، آروماتیک‌ها، نفتا و غیره بسیار مفید می‌باشد لذا در عملیات پالایش نفت خام ترکیبات هیدروکربنی مختلف، توسط برج تقطیر از هم جدا می‌گردند.

معمولاً پالایشگاه‌های بزرگ توانایی پالایش هزاران بشکه نفت خام در روز را دارا می‌باشند. به دلیل ظرفیت بالای مورد نیاز، بسیاری از پالایشگاه‌ها به‌صورت دائم برای مدت طولانی از چندین ماه تا چندین سال به‌طور مداوم کار می‌کنند. در عملیات شست‌وشو قبل از آنکه نفت خام به واحد جداسازی تقطیر اتمسفریک منتقل گردد، نمک از نفت جدا می‌گردد. سپس در واحد

تقطیر اتمسفریک محصولات سبک تا سنگین از بالای برج تا پایین شامل نفتا، بنزین، سوخت جت، گازوئیل سبک و گازوئیل سنگین از یکدیگر جدا می‌شوند. محصول انتهایی برج تقطیر اتمسفریک نیز وارد برج تقطیر در خلأ گشته و مشابه برج تقطیر اتمسفریک، محصولات سبک تا سنگین آن از بالا تا پایین برج از یکدیگر جدا می‌شوند.
احتمال وجود ترکیبات گوگردی در نفتا وجود دارد که می‌بایست قبل از مصرف این ماده، ترکیبات گوگردی آن حذف گردند که گوگردزدایی از محصول سبک نفتا در فرایند گوگردزدایی صورت می‌گیرد. نفتای گوگردگیری شده وارد فرایند تبدیل کاتالیزگری شده و بنزین تولید می‌گردد. البته در فرایند گوگردزدایی نیز بنزین تولید می‌شود که هر دو محصول بنزین تولیدی در فرایندهای گوگرد زدایی و تبدیل کاتالیزگری با هم مخلوط می‌شوند و به عنوان بنزین برای مصرف عرضه می‌گردد.

فعالیت عملی ۲

با توجه به فیلم‌های آموزشی صنایع مختلف شیمیایی که دیده‌اید، نمودارهای جعبه‌ای هر کدام را رسم کنید. هر گروه هنرجویان دو نمودار را رسم کند.

راهنمایی: ابتدا یکی از فیلم‌های صنایع شیمیایی برای هنرجویان نمایش داده شود. پس از اطمینان از فهم کامل فرایند انتخاب شده، از هنرجویان خواسته شود که به‌طور گروهی نمودار جعبه‌ای فرایند مشاهده شده را رسم کنند.
در صورت داشتن زمان کافی، این کار با مشاهده فیلم مربوط به فرایند دیگری تکرار شود.

مرحله ۲: به‌کارگیری نمودار جریان‌های فرایند (PFD)

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۶: معرفی نمودار جریان‌های فرایند، با رسم علامت‌ها و جدول‌های مربوط به آن
راهنمایی: ابتدا اجزای اصلی نمودار جریان‌های فرایند توضیح داده شده، و سپس قواعد تهیه نمودار جریان فرایند بیان شود.

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۷: معرفی علامت‌های اختصاری و نماد تجهیزات در صنایع با استفاده از جدول

انواع شکل و نماد تجهیزات که در نمودار جریان فرایند به‌کار می‌رود مانند:

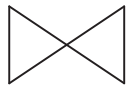
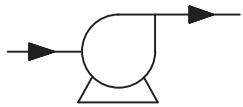
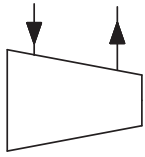
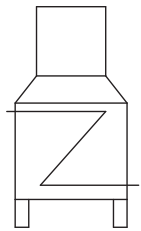
- نماد تجهیزات:
- نماد ابزار کنترلی:
- نماد جریان‌های سیال

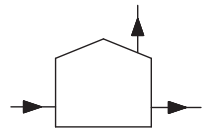
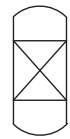
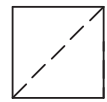
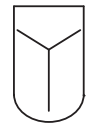
ترسیم و نماد استاندارد تجهیزات فرایندی آموزش داده شود.

پرسش ۵

جدول ۱۱ را کامل کنید.

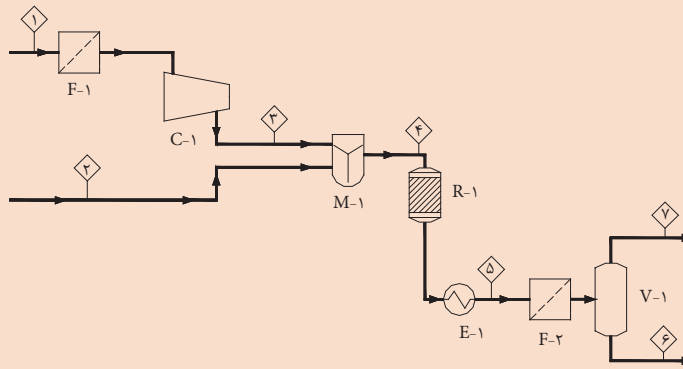
پاسخ:

ردیف	نام تجهیز	نماد
۱	شیر	
۲	پمپ	
۳	کمپرسور	
۴	مبدل پوسته و لوله	
۵	کوره	

۶	مخزن	
۷	جداکننده دو فازی	
۸	برج‌های پر شده و راکتورهای کاتالیزگری	
۱۰	صافی	
۱۱	همزن	

پرسش ۶

با توجه به نمادهای متداول در رسم نمودار جریان فرایند، تجهیزات به‌کار رفته در نمودار جریان فرایند شکل ۱۹ مطلوب است:



شکل ۱۹ــ نمودار جریان فرایند

الف) نام تجهیزات موجود در نمودار جریان فرایند با توجه به نمادهای نشان داده شده در جدول ۱۲
ب) تکمیل نام جریان‌های موجود در جدول ۱۳
ج) شرح فرایند
پاسخ: الف)

جدول ۱۲ــ تجهیزات موجود در نمودار جریان فرایند

ردیف	نماد	نام تجهیز
۱	F_۱	صافی شماره ۱
۲	C_۱	کمپرسور شماره ۱
۳	M_۱	مخلوط‌کن شماره ۱
۴	R_۱	راکتور شماره ۱
۶	E_۱	مبدل حرارتی شماره ۱
۷	F_۲	صافی شماره ۲
۸	V_۱	جداکننده شماره ۱

ب)

جدول ۱۳ــ نام جریان‌های موجود در نمودار جریان فرایند

ردیف	شرح جریان	نام جریان
۱	جریان ورودی به صافی شماره ۱	۱
۲	جریان ورودی به صافی شماره ۲	۵
۳	جریان خروجی از مبدل حرارتی شماره ۱	۵
۴	جریان‌های ورودی به همزن	۱ و ۲
۶	جریان گاز خروجی از جداکننده شماره ۱	۷

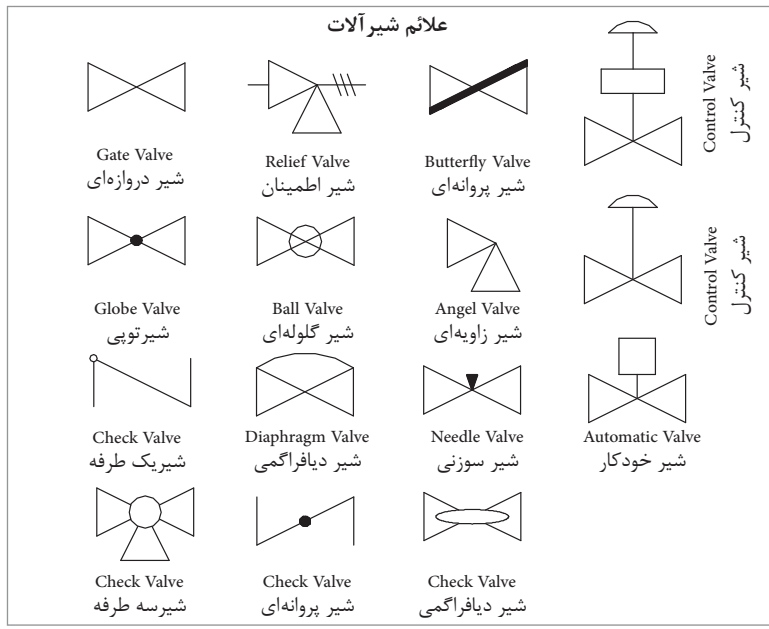
۷	جریان ورودی به راکتور شماره ۱	۴
۸	جریان خروجی از کمپرسور شماره ۱	۳
۹	جریان مایع خروجی از جداکننده شماره ۱	۶

ج) بر اساس نمودار جریان فرایند ارائه شده، جریان شماره ۱ از صافی شماره ۱ عبور کرده و فشار توسط کمپرسور شماره ۱ افزایش می‌یابد. جریان شماره ۲ با جریان خروجی از کمپرسور با هم مخلوط شده و وارد راکتور شماره ۱ می‌گردد. جریان خروجی از راکتور ابتدا از مبدل حرارتی شماره ۱ عبور کرده سپس از صافی شماره ۲ نیز عبور می‌نماید.

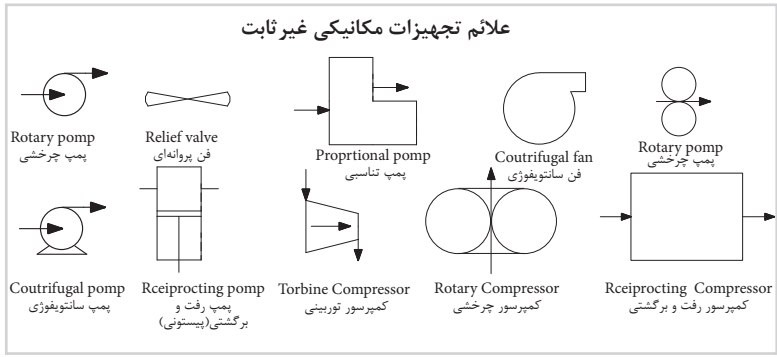
در انتها جریان خروجی از صافی شماره ۲، وارد جداکننده شماره ۱ شده و محصول مایع از پایین جداکننده با شماره ۶ و محصول گازی از بالای جداکننده با شماره ۷ خارج می‌شوند.

بیشتر بدانید

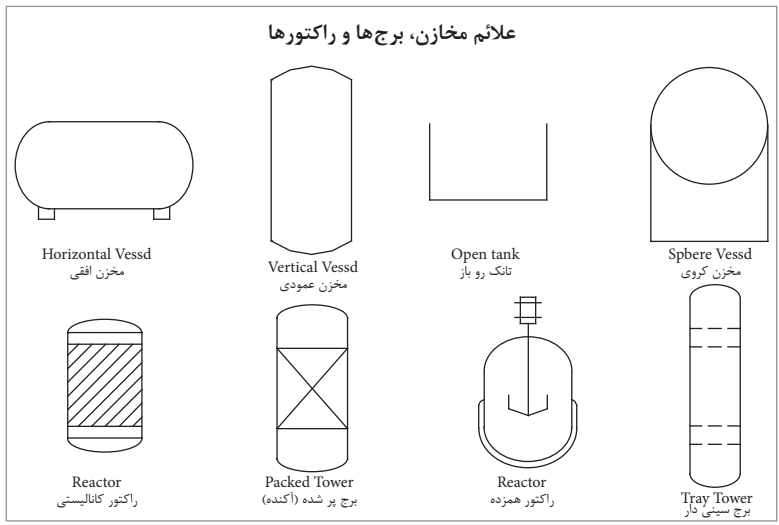
استاندارد ترسیم و نماد تعدادی از تجهیزات فرایندی در شکل‌های زیر ارائه شده است.



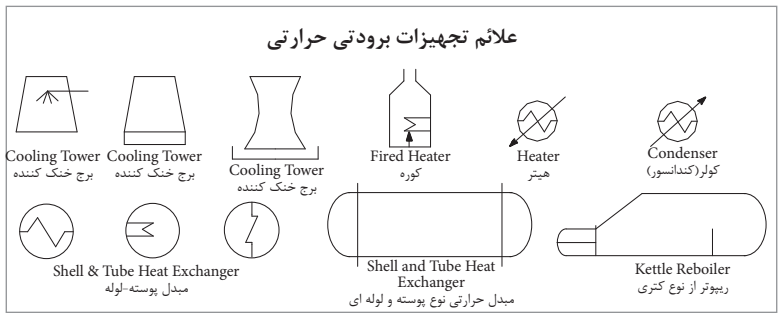
شکل الف) نشان شیرآلات



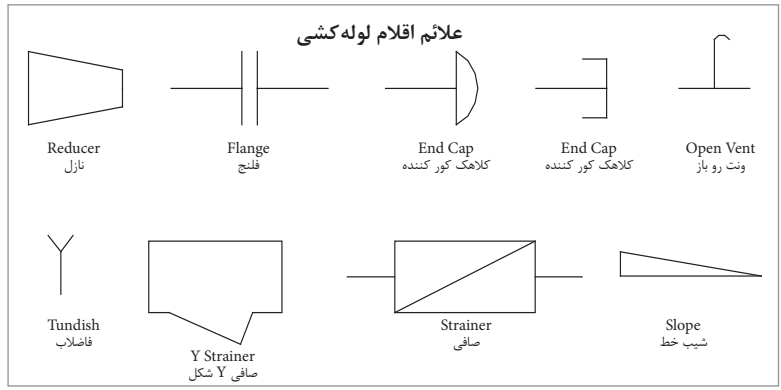
شکل ب) نشان تجهیزات دوار



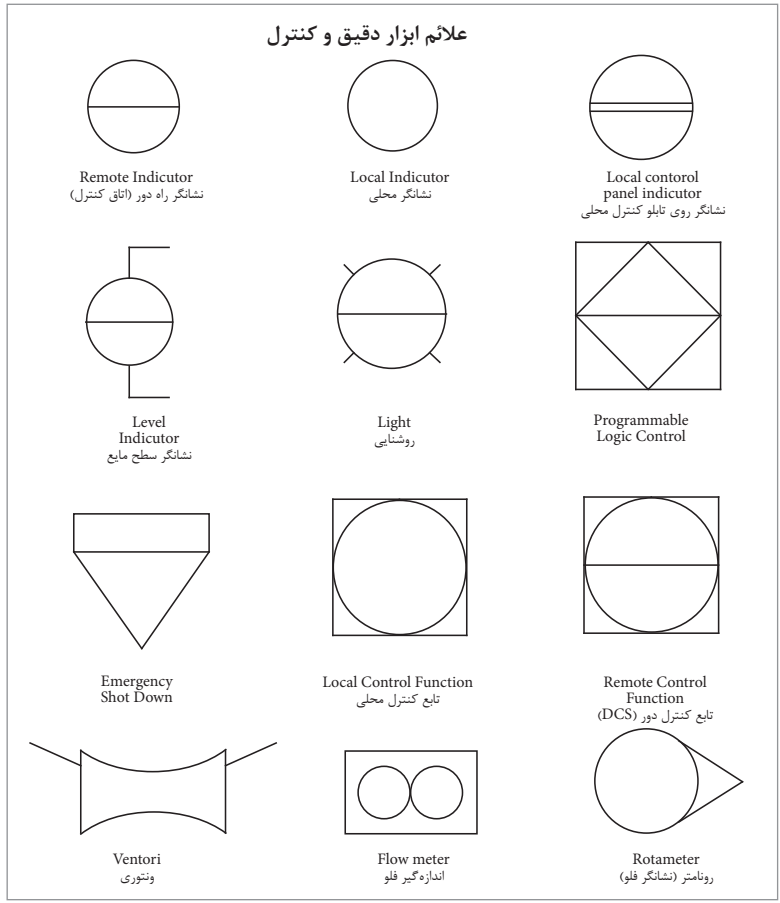
شکل پ) نشان مخازن، راکتور و برج



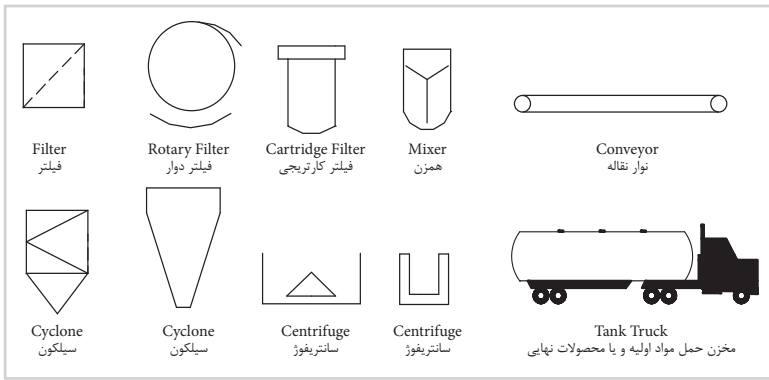
شکل ت) نشان تجهیزات گرمایشی و سرمایشی



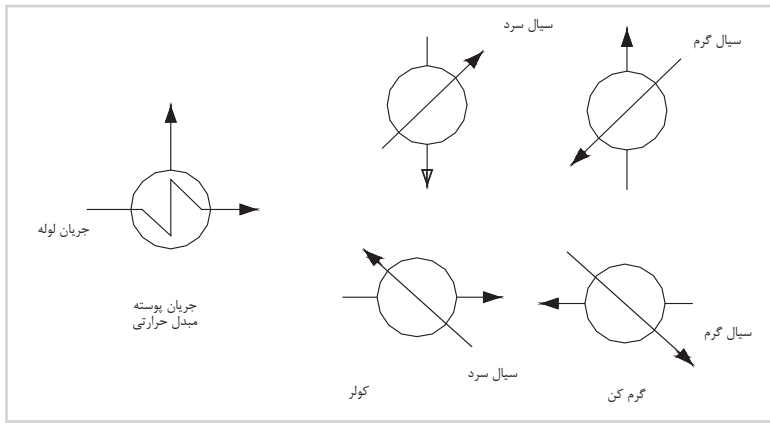
شکل ث) نشان لوله‌کشی



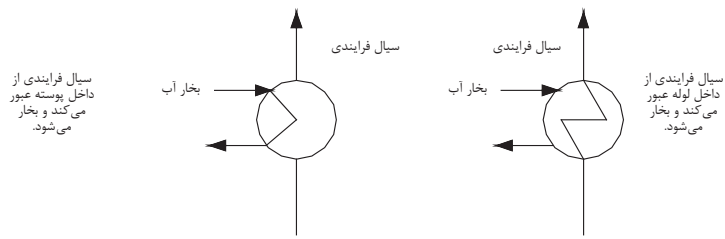
شکل ج) نشان ابزار دقیق



شکل چ) نشان تجهیزات متفرقه



نشانه‌های انواع مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله



نشانه‌های انواع جوش آورنده‌ها (Reboilers) از نوع پوسته و لوله

شکل ح) نشان مبدل و جوش‌آور

شکل خ) نشان کنترلی

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۸: خواندن نمودار و نوشتن شرح فرایند با ذکر مثال

پرسش ۷

نیتریک اسید از واکنش اکسیداسیون آمونیاک مطابق واکنش‌های زیر تولید می‌گردد.

(۱) $۴NH_۳ + ۵O_۲ \longrightarrow ۴NO + ۶H_۲O$

(۲) $۲NO + O_۲ \longrightarrow ۲NO_۲$

(۳) $۲NO_۲ \longrightarrow N_۲O_۴$

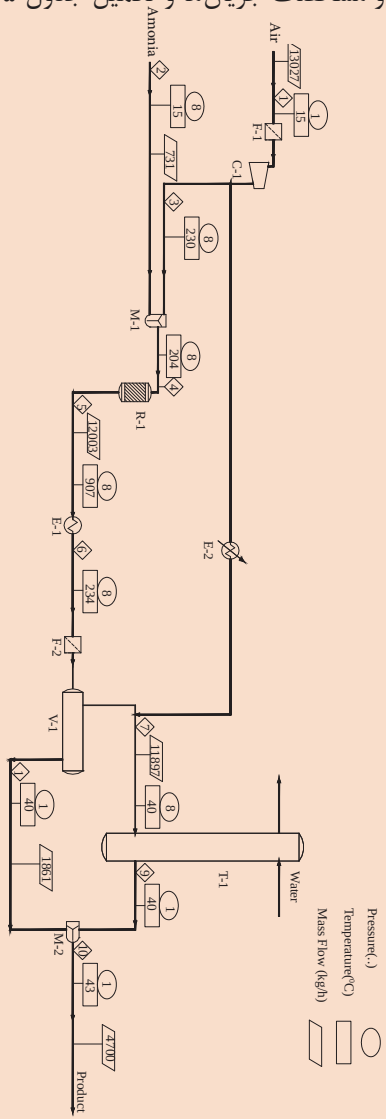
(۴) $۳NO_۲ + H_۲O \longrightarrow ۲HNO_۳ + NO$

نمودار جریان فرایند واحد تولید نیتریک اسید در شکل ۲۲ نشان داده شده است. مطلوب است:

الف) شرح فرایند

ب) تعیین اسامی‌تجهیزات و تکمیل جدول ۱۴

ج) تعیین اسامی‌و مشخصات جریان‌ها و تکمیل جدول ۱۵



شکل ۲۲ـ نمودار جریان فرایند تولید نیتریک اسید

پاسخ:

الف) شرح فرایند:

فرایند اکسایش آمونیاک با هوا (فشار ۱ بار) انجام می‌گردد. ناخالصی هوا پس از عبور از صافی (F-۱) گرفته شده و فشار آن توسط کمپرسور (C-۱) تا ۸ بار افزایش می‌یابد. بخشی از هوای فشرده شده با آمونیاک مخلوط شده و وارد راکتور (R-۱) می‌گردد. دمای جریان محصول خروجی از راکتور پس از عبور از مبدل حرارتی پوسته‌ـلوله (E-۱) تا ۲۳۰ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد و از صافی (F-۲) عبور می‌کند.

جریان خروجی از صافی وارد ظرف جداکننده (V-۱) می‌شود و جریان گازهای خروجی از جداکننده به همراه بخشی از جریان خروجی از کمپرسور که توسط کولر(E-۲) خنک شده، وارد برج جذب (T-۱) می‌گردند. در این برج از آب به عنوان حلال استفاده می‌گردد. محصول گاز تولیدی در برج جذب از بالای برج خارج گردیده و محصول مایع اسیدی برج جذب نیز از پایین برج خارج شده و با محصول مایع خروجی از جداکننده مخلوط می‌گردد و به عنوان محصول نیتریک اسید به بازار عرضه می‌گردد.

ب)

جدول ۱۴ـ اسامی تجهیزات نمودار جریان فرایند

ردیف	نام تجهیز	عنوان تجهیز
۱	فیلتر هوای ورودی	F-۱
۲	برج جذب	T-۱
۳	مخلوط‌کن هوا و آمونیاک	M-۱
۴	کمپرسور هوای ورودی	C-۱
۵	راکتور واکنش	R-۱
۶	جدا کننده محصول راکتور	V-۱
۷	مبدل حرارتی	E-۱

ج) تعیین اسامی و مشخصات جریان‌ها و تکمیل جدول ۱۵

جدول ۱۵ـ اسامی جریان‌های نمودار جریان فرایند

ردیف	شرح جریان	شمارهٔ جریان	دما (سلسیوس)	فشار (بار)	دبی (کیلوگرم بر ساعت)
۱	هوای ورودی	۱	۱۵	۱	۱۳۰۲۷
۲	جریان ورودی به راکتور	۴	۲۰۴	۸	-
۳	آمونیاک ورودی	۲	۱۵	۸	۷۳۱
۴	جریان ورودی به صافی دوم	۶	۲۳۴	۸	۱۲۰۰۳
۵	جریان ورودی به برج جذب	۷	۴۰	۸	۱۱۸۹۷
۶	جریان خروجی از راکتور	۵	۹۰۷	۸	۱۲۰۰۳
۷	جریان مایع خروجی از جداکننده	۸	۴۰	۱	۱۸۶۱
۸	جریان مایع خروجی از برج جذب	۹	۴۰	۱	
۹	محصول فرایند	۱۰	۴۳	۱	۴۷۰۰
۱۰	هوای ورودی به کمپرسور	۱	۱۵	۱	۱۳۰۲۷

پرسش ۸

فرایند گوگردزدایی از مواد نفتی مانند نفتا، نفت سفید و گازوئیل توسط هیدروژن در پالایشگاه‌های نفت مطابق واکنش زیر انجام می‌شود.

$$R\text{-}S + H_2 \longrightarrow R + H_2S$$

منظور از R - SH ترکیبات نفتی گوگرددار است.

نمودار جریان فرایند این واکنش (بدون در نظر گرفتن تجهیزات کنترلی) در شکل ۲۳ نشان داده شده است. شرح فرایند گوگردزدایی نفتا به‌صورت زیر می‌باشد.

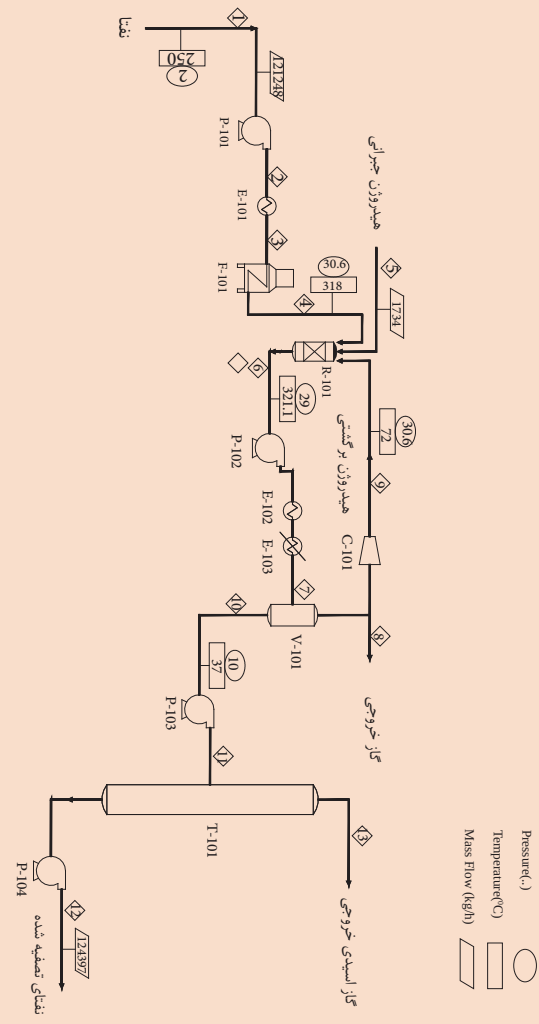
خوراک نفتا (جریان شماره ۱) در دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس و فشار ۲ بار و با دبی ۱۲۴۸۴۸ کیلوگرم بر ساعت توسط پمپ (P-۱۰۱) منتقل شده (جریان شماره ۲) و وارد مبدل (E-۱۰۱) می‌گردد. جریان خروجی از مبدل (جریان شماره ۳) وارد کوره (F-۱۰۱) شده به گونه‌ای که دما و فشار جریان خروجی کوره (جریان شماره ۴) به ترتیب به ۳۱۸ درجه سلسیوس و ۳۰/۶ بار افزایش می‌یابد.

جریان گرم شده خروجی از کوره، وارد راکتور (R-۱۰۱) می‌شود تا با استفاده از هیدروژن واکنش‌های گوگردزدایی انجام شود. برای تأمین هیدروژن مورد نیاز راکتور از یک جریان هیدروژن جبرانی (جریان شماره ۵) با دبی ۱۷۳۴ کیلوگرم بر ساعت استفاده می‌شود. جریان خروجی از راکتور می‌یابد. برای خنک کردن محصول خروجی از راکتور که در دمای ۳۲۱/۱ درجه سلسیوس و فشار ۲۹ بار قرار دارد و توسط پمپ (P-۱۰۲) انتقال یافته از یک مبدل حرارتی (E-۱۰۲) و کولر (E-۱۰۳) استفاده می‌گردد.

جهت جداسازی گازهای سبک از جریان خنک شده خروجی از کولر (E-۱۰۳)، جریان خروجی از کولر (E-۱۰۳) با شماره جریان ۷ وارد جداکننده (V-۱۰۱) می‌شود. جریان گاز خروجی از جداکننده که عمدتاً شامل گاز هیدروژن است به دو بخش تقسیم می‌شود. بخشی از آن به‌عنوان گاز خروجی با شماره ۸ از فرایند خارج می‌شود و بخش دیگر آن ابتدا وارد کمپرسور (C-۱۰۱) شده تا فشار جریان خروجی از کمپرسور (جریان شماره ۹) به ۳۰/۶ بار افزایش یابد و سپس به عنوان جریان هیدروژن برگشتی به راکتور برگشت داده می‌شود. به دلیل تراکم گاز در کمپرسور، دمای جریان هیدروژن برگشتی به ۷۲ درجه سلسیوس می‌رسد. جریان مایع خروجی از جداکننده (V-۱۰۱) به شماره جریان ۱۰، که در دمای ۳۷ درجه سلسیوس و فشار ۱۰ بار قرار دارد، توسط پمپ (P-۱۰۳) به برج تقطیر (T-۱۰۱) جداکننده گازهای اسیدی (گازهای حاوی هیدروژن سولفید) انتقال می‌یابد. جریانی که وارد برج شده (جریان شماره ۱۱) به دو محصول با نام‌های، محصول بالای برج (جریان شماره ۱۳)

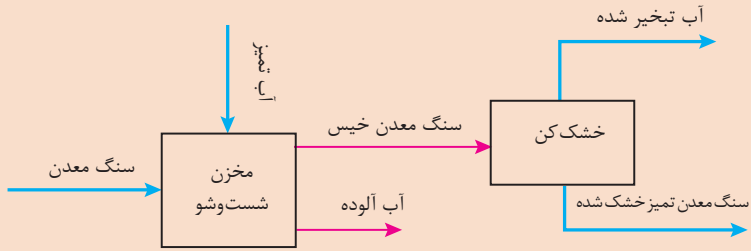
که حاوی گازهای سبک و هیدروژن سولفید است و محصول پایین برج (جریان شماره ۱۲) که همان نفتای گوگردزدایی شده یا به عبارتی نفتای تصفیه شده است، تبدیل می‌شود. محصول مایع پایین برج (جریان شماره ۱۲) نیز توسط پمپ (P-۱۰۴) به مخازن نگهداری نفتا انتقال می‌یابد. مطلوب است:
تکمیل نمودار جریان فرایند (شماره جریان، نام جریان، دما، فشار و دبی) با استفاده از شرح فرایند گفته شده.

پاسخ:

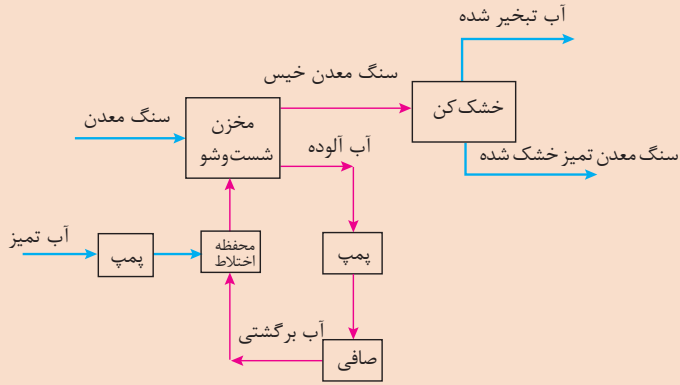


پرسش ۹

سنگ معدن خام در کارخانجات پس از مرحله شست‌وشو با آب و تمیز شدن به مرحله استخراج شیمیایی فرستاده می‌شود. نمودار جعبه‌ای و جریان این فرایند در شکل‌های ۲۵ و ۲۶ نشان داده شده است.



شکل ۲۵ـ فرایند شست‌وشوی سنگ معدن خام



شکل ۲۶ـ نمودار جریان فرایند شست‌وشوی سنگ معدن خام

مطلوب است:

الف) شرح فرایند شست‌وشوی سنگ معدن خام براساس نمودارهای جعبه‌ای و جریان فرایند

ب) رسم نمودار جریان فرایند بر اساس شکل‌های استاندارد

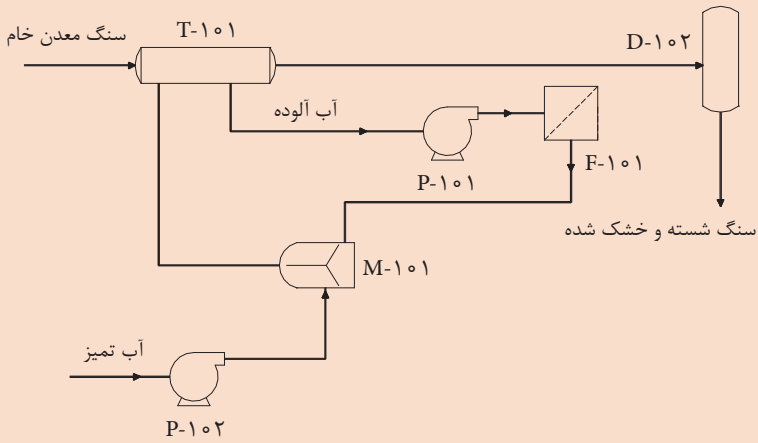
پاسخ:

الف) شرح فرایند بر اساس نمودار جعبه فرایند: سنگ معدن خام در ابتدا در مخزن شست‌وشو با آب تمیز شسته می‌شود تا آلودگی‌هایی که با سنگ معدن وجود دارد از سطح آن جدا گردد. سپس با توجه به اینکه سنگ خیس می‌شود می‌بایست توسط هوای گرم در خشک‌کن، سنگ را خشک نمود.

شرح فرایند بر اساس نمودار جریان فرایند: سنگ معدن خام در ابتدا در

مخزن شست‌وشو با آب تمیز شسته می‌شود تا آلودگی‌هایی که با سنگ معدن وجود دارد از سطح آن جدا گردد. سپس با توجه به اینکه سنگ خیس می‌شود می‌بایست توسط هوای گرم در خشک‌کن، سنگ را خشک نمود. البته با توجه به مصرف بالای آب، نمی‌توان مدام از آب تمیز استفاده نمود لذا پس از مرحله شست‌وشو و انتقال سنگ خیس به خشک‌کن، می‌بایست آب آلوده را تمیز نمود و مجدداً استفاده کرد. بنابراین آب آلوده از مخزن توسط پمپ وارد صافی می‌گردد و آب تمیز خروجی از صافی با آب تمیز ورودی مخلوط شده و مجدداً به مخزن شست‌وشو منتقل می‌گردد.

ب)

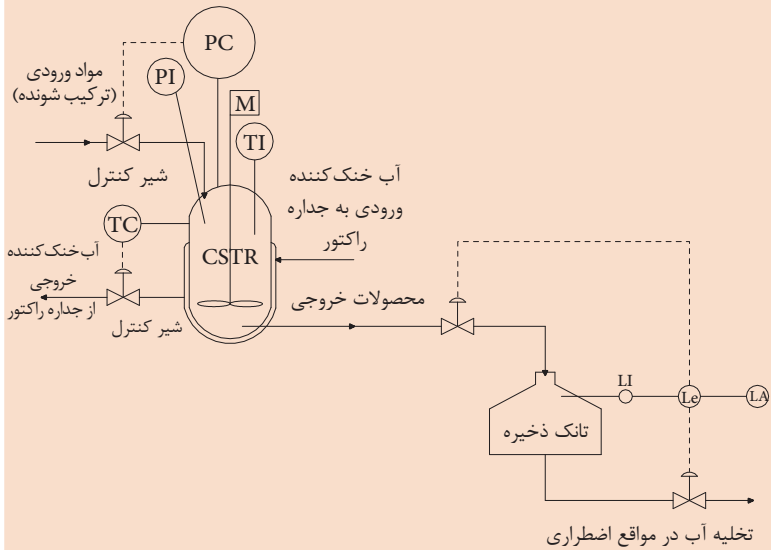


مرحله ۳: به‌کارگیری نمودار لوله‌کشی و ابزار دقیق (P&ID) و نقشه جانمایی تجهیزات

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۹: توضیح نمودار لوله‌کشی و ابزار دقیق با مثال

پرسش ۱۰

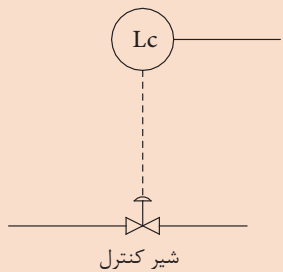
فرایندهای کنترلی ارائه شده در نمودار لوله‌کشی و ابزار دقیق شکل ۳۰ را شرح دهید.



شکل ۳۰ـ سامانه کنترل راکتور مخزنی در نمودار لوله‌کشی و ابزار دقیق

پاسخ:

در شکل ۳۰ تانک ذخیره‌ای نشان داده شده است که محصولات خروجی از راکتور اشاره شده در مثال ۴، درون آن جمع‌آوری می‌گردد. تانک ذخیره دارای یک سامانه کنترل سطح (ارتفاع) مطابق شکل ۳۱ می‌باشد.



شکل ۳۱ـ سامانه کنترل سطح در نمودار لوله‌کشی و ابزار دقیق

میزان ارتفاع محصولات داخل راکتور توسط نشانگر سطح (LI)، نشان داده می‌شود. در این سامانهٔ کنترلی هم کنترل‌کنندهٔ سطح و همچنین زنگ هشدار سطح وجود دارد که کنترل‌کنندهٔ سطح در بالاترین نقطهٔ مخزن واقع شده است.

خط توپر متصل به LC نشان می‌دهد که کنترل‌کنندهٔ سطح (LC)، ارتفاع محصولات درون تانک ذخیره را اندازه‌گیری می‌کند. خط‌چین متصل به LC نشان می‌دهد که کنترل‌کنندهٔ سطح، به شیری که بر روی جریان خروجی تانک نصب شده است، دستور مناسب را جهت کنترل ارتفاع محصولات در تانک ذخیره می‌دهد.

اگر تانک ذخیره از محصولات پر شد، محصولات از مخزن سرریز می‌کنند برای اینکه چنین اتفاقی نیفتد، هنگامی‌که سطح مواد در مخزن به حد مورد نظر رسید یعنی ظرفیت مخزن تکمیل شد، کنترل‌کنندهٔ سطح به شیر کنترل موجود در پایین مخزن در محل خروجی مخزن دستور باز شدن می‌دهد، لذا با باز شدن شیر خروجی مخزن محصولات، مقداری از محتویات مخزن کاسته می‌شود و سطح پایین می‌آید و در این حال کنترل‌کنندهٔ سطح به شیر کنترل دستور می‌دهد که بسته شود. ضمناً یک سامانهٔ زنگ هشدار نیز نصب شده است و در هنگامی‌که سطح (ارتفاع) مایع و محصولات موجود در مخزن به حد بالایی رسید، کنترل‌کنندهٔ سطح (LC) به این سامانه دستور می‌دهد و زنگ هشدار به صدا در می‌آید. البته چون سامانهٔ‌کنترلی سطح و شیر کنترل وجود دارد، معمولاً این زنگ هشدار به صدا در نخواهد آمد.

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۱۰: ترسیم یک نمودار ساده از نمودار لوله‌کشی و ابزار دقیق (P&ID) با نمایش فیلم یک فرایند شیمیایی

فعالیت عملی ۳

با توجه به فیلم‌های آموزشی صنایع مختلف، نمودارهای لوله‌کشی و ابزار دقیق هر کدام را رسم کنید. هر گروه دانش‌آموزی دو نمودار را رسم نماید.

راهنمایی: ابتدا یکی از فیلم‌های صنایع شیمیایی برای هنرجویان نمایش داده شود. پس از اطمینان از فهم کامل فرایند انتخاب شده، از هنرجویان خواسته شود که به‌طور گروهی نمودار لوله‌کشی و ابزار دقیق مشاهده شده را رسم کنند.

در صورت داشتن زمان کافی این کار با مشاهده فیلم مربوط به فرایند دیگری تکرار شود.

فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۱۱: مشخصات کلی نقشه جانمایی تجهیزات

راهنمایی: مشخصات کلی نقشه جانمایی توضیح داده شود.

مرحله ۴: به‌کارگیری نرم‌افزار برای رسم نقشه‌های فرایندی

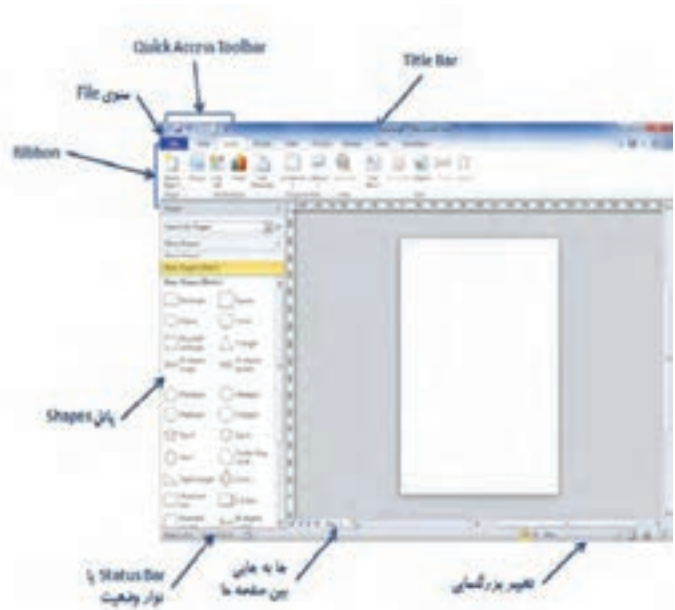
فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته ۱۲: استفاده از نرم افزار (Visio) به‌صورت عملی

آشنایی مقدماتی با نرم‌افزار

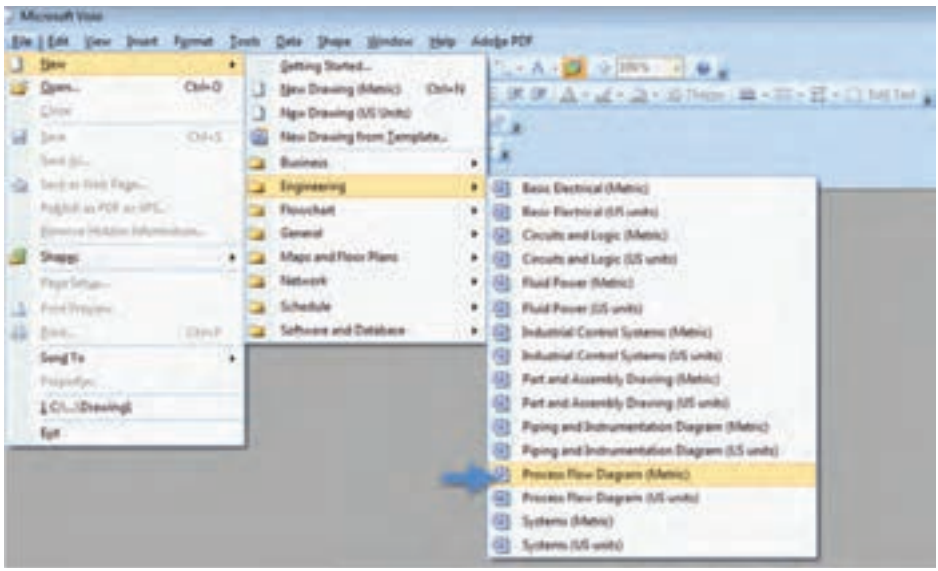
برای اجرای نرم‌افزار بر روی دکمه Start کلیک کنید.

- منوی فرعی All Programs را باز کنید.
- منوی فرعی Microsoft Office را باز کنید.
- بر روی گزینه Microsoft Office Visio کلیک کنید.

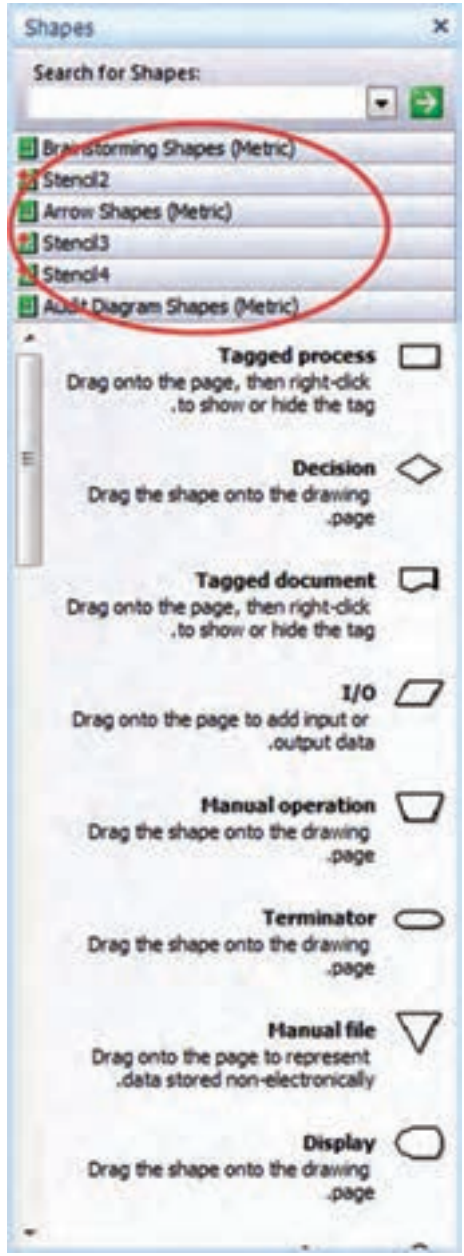
در شکل زیر بخش‌های مختلف محیط نرم‌افزار ویزیو ۲۰۱۰ معرفی شده‌اند.



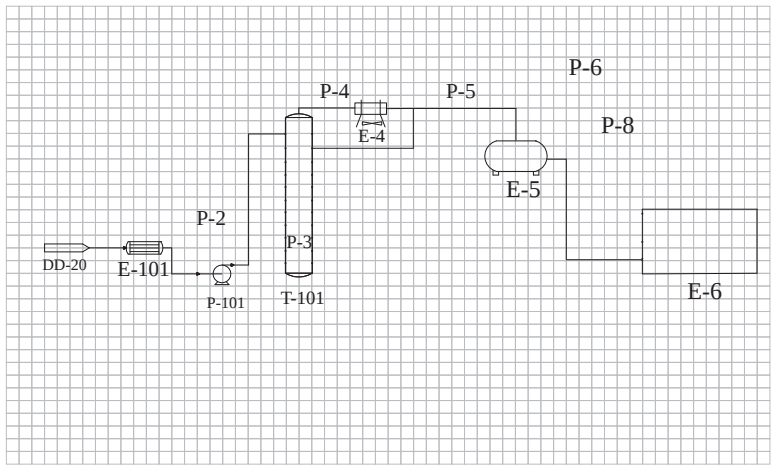
مراحل زیر را انجام دهید و یک فایل جدید مربوط به PFD با واحد متریک انتخاب کنید.



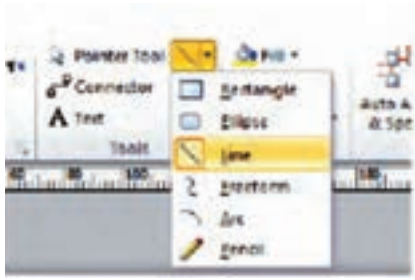
صفحه باز شده آن، اغلب تجهیزات فرایندی را مشخص نموده که با انتخاب آن و درگ کردن می‌توان به نقشه خود اضافه نمود.



با دانستن و آشنایی با فرایند مورد نظر جانمایی و اتصال تجهیزات از طریق PIPELINE مورد نظر (مسیر اصلی یا جانبی) مشخص می‌شود.



برای رسم ارتباط بین دو شکل، می‌توانید از ابزار Line در گروه Tools از روبان Home استفاده کنید.



روش دیگر استفاده از ابزار Connector می‌باشد. (نوع اتصال این ابزار با Line تفاوت دارد و همچنین جهت‌دار نیز می‌باشد) که با آن می‌توانید از هر یک از نقاط اتصال پیرامون شکل اول به هر یک از نقاط شکل دوم درگ کنید. (Point to Point Connector)

نوع دیگر استفاده از ابزار Connector این است که نشانه‌گر را روی مرکز شکل اول برده و به سمت مرکز شکل دوم درگ کنید. ارتباط ایجاد شده در این روش هوشمند بوده و در صورت جابه‌جایی شکل‌ها، از نقاط صحیح‌تری از پیرامون شکل برای برقراری ارتباط استفاده می‌کند. (Shape to Shape Connector)

نکته

بعد از انتخاب Connector رسم شده می‌توانید با درگ کردن نقاط ابتدا و انتهای آن به محل دلخواه از شکل، نوع آن را تغییر دهید.

- برای برقراری ارتباط بین دو شکل، شکل دوم را به سمت شکل اول برده و با ظاهر شدن چهار فلش در چهار طرف شکل اول، با جابه‌جایی شکل دوم به سمت جهتی که می‌خواهید ارتباط برقرار شود، بعد از پررنگ شدن فلش شکل دوم را رها کنید.
- برای برقراری ارتباط بین دو شکل، بعد از رسم شکل اول شکل دوم را از شابلن انتخاب کنید و سپس نشانه‌گر را روی شکل اول برده و با ظاهر شدن چهار فلش چهار طرف شکل، روی فلشی که می‌خواهید شکل دوم در آن جهت ظاهر شود کلیک کنید.
- برای برقراری ارتباط بین دو شکل، نشانه‌گر را روی شکل اول برده و با ظاهر شدن چهار فلش در چهار طرف شکل، روی فلشی که می‌خواهید شکل دوم در آن جهت ظاهر شود کلیک کرده و به سمت نقطه اتصال دلخواه از شکل دوم حرکت کنید.

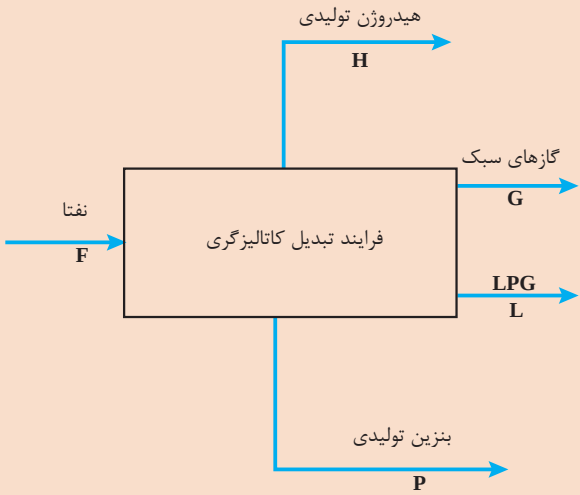
می‌توانید بعد از برقراری ارتباط بین دو شکل، شکل سوم را به روی خط ارتباط بین دو شکل بکشید تا به‌طور خودکار بین دو شکل درج شود.

- برای نوشتن بر روی یک Connector می‌توانید ابتدا آن را انتخاب کرده و سپس شروع به نوشتن کنید. در این حالت متن نوشته شده به‌طور خودکار در وسط خط Connector ظاهر می‌شود.

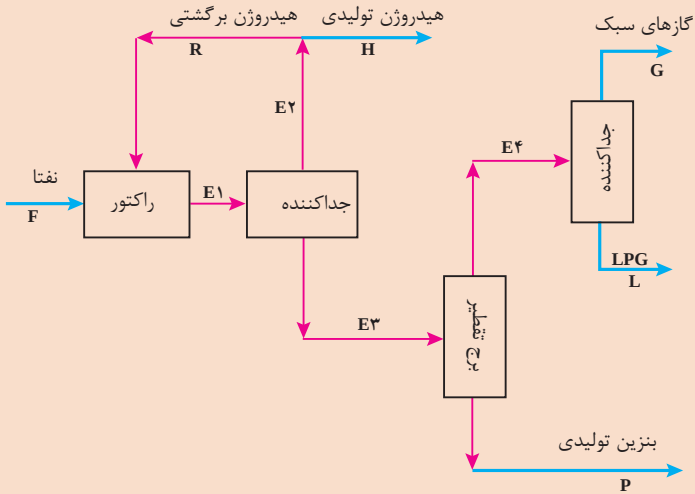
فعالیت عملی

۱ نمودار جعبه‌ای مثال‌های ۱ و ۲ را با استفاده از نرم‌افزار ویزیو رسم نمایید.

راهنمایی: نمودار جعبه‌ای مثال ۱

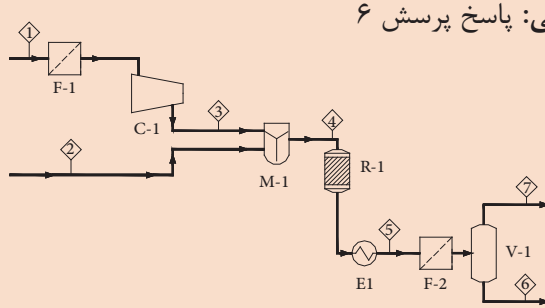


نمودار جعبه‌ای مثال ۲

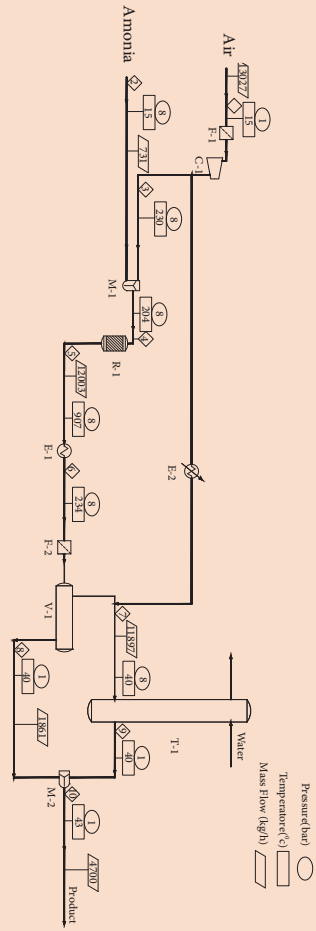


۲ نمودار جریان فرایندی پرسش۶، ۷ و ۸ را با استفاده از نرم‌افزار ویزیو رسم کنید.

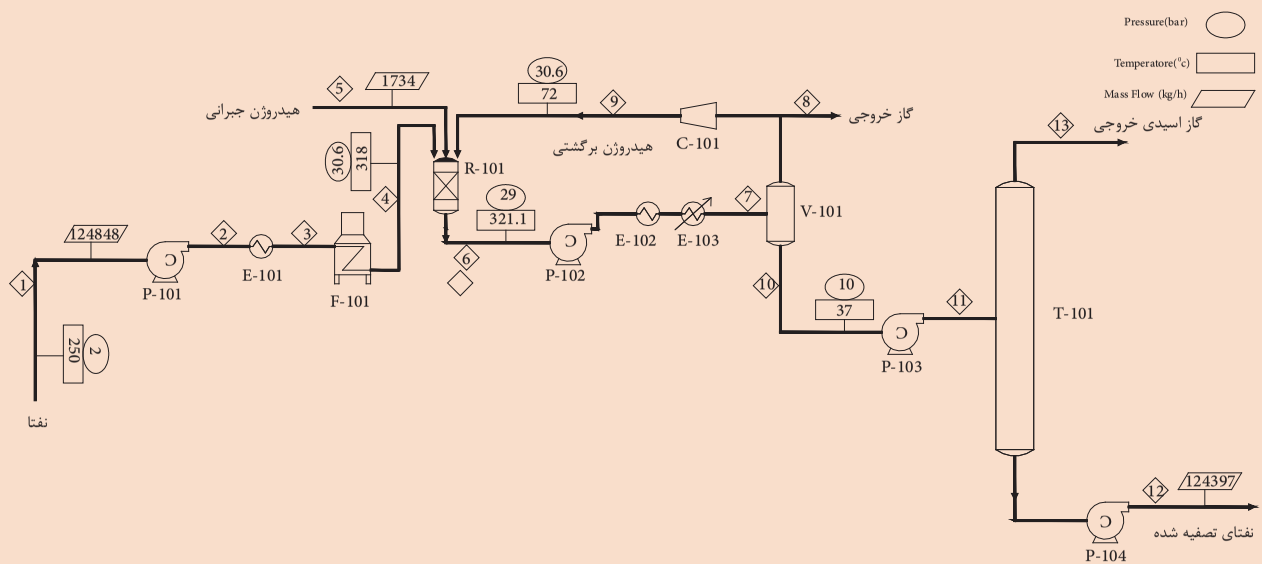
راهنمایی: پاسخ پرسش ۶



پاسخ پرسش ۷:



پاسخ پرسش ۸:


Pressure(bar)
Temperatore(°c)
Mass Flow (kg/h)
هیدروژن جبرانی
1734
5
30.6
72
9
هیدروژن برگشتی
C-101
8
گاز خروجی
13
گاز اسیدی خروجی
30.6
318
4
R-101
29
321.1
7
V-101
124848
1
2
E-101
3
F-101
6
P-102
E-102
E-103
10
10
37
11
T-101
P-103
250
2
نفتا
P-101
12
124397
نفتای تصفیه شده
P-104

پودمان دوم

اندازه‌گیری ، ثبت و کنترل دما

مقدمه

در این پودمان هنرجویان با مفاهیم و محاسبات، روش‌های اندازه‌گیری دما، کالیبراسیون دماسنج‌ها و کنترل دما آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس تئوری و عملی پیش‌بینی شده است. در ابتدا مطالب تئوری مربوط به دما، یکاها، روابط بین آنها، انواع روش‌های اندازه‌گیری دما و دماسنج‌های مختلف، مزایا و معایب هر کدام، چگونگی تنظیم دقیق وسایل اندازه‌گیری و کنترل فرایندها ارائه شده است. سپس به فراخور امکانات و تجهیزات موجود در هنرستان‌ها، فعالیت‌های عملی ساده و قابل اجرا آورده شده است. همچنین در این پودمان استفاده هم‌زمان از فیلم‌های آموزشی با مطالب درسی پیش‌بینی گردیده است. با توجه به اینکه بازدید از مراکز صنعتی مرتبط با هر دستگاه و فرایند، تأثیر به‌سزایی در امر یادگیری دارد، از هنرآموزان گرامی درخواست می‌گردد که در این راستا نیز بازدیدهای خواسته شده را جامهٔ عمل بپوشانند.

اغلب فعالیت‌های این پودمان به صورت گروهی در نظر گرفته شده است. بنابراین لازم است که هنرآموزان محترم با تقسیم‌بندی هنرجویان کلاس به گروه‌های مختلف ۳ تا ۴ نفره و با نظارت و هدایت دقیق گروه‌های دانش‌آموزی به‌طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرامی‌توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محوله، پیروی از قوانین کارگاهی، و . . .)، کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی انجام کارها و وظایف محوله، . . .) و مستندسازی (گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی و . . .) توجه ویژه داشته باشند.

مرحله ۱: به کارگیری مفاهیم و محاسبات دما

فعالیت ساخت‌یافته ۱: بیان مفهوم دما با کمک تصویر و آزمایش

آزمایش:

پاسخ: پس از اینکه هر دو دست را در ظرف آب معمولی وارد می‌کنید، دستی که در آب سرد بوده، احساس گرمی و دستی که در آب گرم بوده، احساس سردی می‌کند. در صورتی‌که دمای آب ظرف یکی می‌باشد.

تحقیق کنید

بررسی نمایید در فرهنگ لغات فارسی کلمه دما به چه معنی می‌باشد؟

راهنمایی: دما در فرهنگ لغت‌نامه دهخدا، دم و نفس، در فرهنگ فارسی معین به مفهوم اندازه گرمی و یا سردی یک جسم و در فرهنگ فارسی عمید درجه حرارت معنی شده است.

۱ــ دما

پرسش

با توجه به آزمایش انجام شده در ابتدای این بخش، آیا برای اندازه‌گیری دما می‌توان از حس لامسه استفاده نمود؟ چرا؟

پاسخ: خیر، به دلایل زیر:

- حس لامسه، دما را به طور نسبی اندازه‌گیری می‌کند و عدد مشخصی را نشان نمی‌دهد.
- حس لامسه دارای خطا می‌باشد.
- برای دماهای بالا و خیلی پایین نمی‌توان از حس لامسه استفاده نمود.

فعالیت ساخت‌یافته ۲: بیان واحد دما در سامانه‌های مختلف

تحقیق کنید

همان‌طور که بیان شد در اندازه‌گیری دما با مقیاس سلسیوس از دمای ذوب یخ و دمای جوش آب خالص در فشار اتمسفریک استفاده می‌شود.

- اگر ناخالصی در آب وجود داشته باشد، دمای ذوب و جوش آب چه تغییری می‌کند؟

• اگر فشار هوا اتمسفریک نباشد، دمای ذوب و جوش آب چه تغییری می‌کند؟

راهنمایی: وجود ناخالصی در آب، دمای ذوب را پایین‌تر و دمای جوش را بالاتر می‌برد. به همین دلیل در زمستان‌های سرد، بر روی جاده‌های یخ‌زده مخلوط خاک و نمک می‌پاشند، تا یخ‌ها ذوب شوند.

افزایش فشار محیط، دمای ذوب را پایین‌تر و دمای جوش را بالاتر می‌برد.

پرسش

با توجه به شکل و جدول ارائه شده به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف) دماسنج داده شده در شکل ۶ براساس چه مقیاسی درجه‌بندی شده است؟

ب) جدول زیر را با این دماسنج به طور تقریبی کامل کنید.

شکل ۶ــ مقایسه دماهای سلسیوس و فارنهایت

دما (درجه سلسیوس)	۴۰ـ	۵	۳۰	۵۰
دما (درجه فارنهایت)	۴۰ـ	۴۰	۸۶	۱۲۰

راهنمایی: الف) مقیاس سلسیوس
ب) با کمک یک خط‌کش دمای معین در مقیاس سلسیوس را با مقیاس فارنهایت مقایسه کرده و دمای تقریبی در مقیاس دوم را به‌دست آورند.

فعالیت ساخت‌یافته ۳: تبدیل یکای دمایی در سامانه‌های مختلف با ذکر مثال و تمرین

پرسش

با توجه به رابطه بین دمای سلسیوس و فارنهایت، معین کنید در چه دمایی، مقدار دما برحسب سلسیوس و فارنهایت با هم برابرند؟
پاسخ: با توجه به رابطه دمای سلسیوس و فارنهایت:

$$T(^\circ F) = T(^\circ C) \times ۱/۸ + ۳۲$$

باید در رابطه فوق به جای دمای فارنهایت، دمای سلسیوس قرار داد.

$$T(^\circ C) = T(^\circ C) \times ۱/۸ + ۳۲ \rightarrow T(^\circ C) - T(^\circ C) \times ۱/۸ = ۳۲$$
$$-۰/۸\, T(^\circ C) = ۳۲ \rightarrow T(°C) = \frac{۳۲}{-۰/۸} = -۴۰(°C)$$

بنابراین دمای ۴۰- درجه سلسیوس معادل دمای ۴۰- درجه فارنهایت است.

پرسش

۱ دمای خشک شدن رنگ بر پایه رزین اکریلیک، ۵۳۷ درجه رانکین می‌باشد. دمای خشک شدن رنگ را برحسب سلسیوس، فارنهایت و کلوین به‌دست آورید.
پاسخ: با توجه به رابطه دمای رانکین و فارنهایت:

$$T(^\circ R) = T(^\circ F) + ۴۶۰$$

حال با توجه به رابطه فوق، دما برحسب فارنهایت تعیین می‌گردد.

$$T(^\circ F) = T(^\circ R) - ۴۶۰ \rightarrow T(^\circ F) = ۵۳۷ - ۴۶۰ = ۷۷\ ^\circ F$$

با توجه به رابطه فارنهایت و سلسیوس:

$$T(^\circ F) = T(^\circ C) \times ۱/۸ + ۳۲ \rightarrow T(^\circ C) = \frac{T(°F) - ۳۲}{۱/۸} \rightarrow$$
$$T(°C) = \frac{۷۷ - ۳۲}{۱/۸} = ۲۵°C$$

با توجه به رابطه سلسیوس و کلوین:

$T(^\circ C) = T(K) - ۲۷۳ \rightarrow T(K) = ۲۵ + ۲۷۳ = ۲۹۸ K$

۲ پاستوریزه کردن شیر، فرایندی است که شیر را خالص می‌کند و باعث دوام و تازگی آن می‌شود. در عمل پاستوریزه کردن، شیر ابتدا به دمای ۳۴۵ درجه کلوین رسیده و در مدت ۱۶ ثانیه گرم شده و سپس تا دمای ۴ درجه سلسیوس به سرعت سرد می‌شود.

مطلوب است:

الف) دمای پاستوریزاسیون برحسب سلسیوس، فارنهایت و رانکین

ب) دمای سرد شدن شیر برحسب کلوین، فارنهایت و رانکین

پاسخ:

الف) دمای پاستوریزاسیون برحسب مقیاس‌های مختلف دما برابر است با:

$T(K) = T(^\circ C) + ۲۷۳ \rightarrow T(^\circ C) = T(K) - ۲۷۳ = ۳۴۵ - ۲۷۳ = ۷۲^\circ C$

$T(^\circ F) = T(^\circ C) \times ۱/۸ + ۳۲ \rightarrow T(^\circ F) = ۷۲ \times ۱/۸ + ۳۲ = ۱۶۱/۶ (^\circ F)$

$T(^\circ R) = T(^\circ F) + ۴۶۰ \rightarrow T(^\circ R) = ۱۶۱/۶ + ۴۶۰ = ۶۲۱/۶ (^\circ R)$

ب) دمای سرد کردن شیر نیز برحسب مقیاس‌های مختلف دما برابر است با:

$T(K) = T(^\circ C) + ۲۷۳ \rightarrow T(K) = ۴ + ۲۷۳ = ۲۷۷ (K)$

$T(^\circ F) = T(^\circ C) \times ۱/۸ + ۳۲ \rightarrow T(^\circ F) = ۴ \times ۱/۸ + ۳۲ = ۳۹/۲ (^\circ F)$

$T(^\circ R) = T(^\circ F) + ۴۶۰ \rightarrow T(^\circ R) = ۳۹/۲ + ۴۶۰ = ۴۹۹/۲ (^\circ R)$

۳ لاستیک کلروپرن به‌عنوان لاستیک مصنوعی برای اولین بار توسط شرکت آمریکایی دوپانت در سال ۱۹۳۱ تولید گردید. این لاستیک به روش پلیمریزاسیون امولسیونی در دمای ۱۰۰ درجه فارنهایت در مجاورت گوگرد تهیه می‌شود. مطلوب است دمای پلیمریزاسیون برحسب سلسیوس، کلوین و رانکین.

پاسخ: دمای پلیمریزاسیون برحسب مقیاس‌های مختلف دما برابر است با:

$$T(^\circ F) = T(^\circ C) \times ۱/۸ + ۳۲ \rightarrow T(^\circ C) = \frac{T(^\circ F) - ۳۲}{۱/۸}$$

$$\rightarrow T(C) = \frac{۱۰۰ - ۴۲}{۱/۸} = ۴۶/۶۶ C$$

$T(K) = T(^\circ C) + ۲۷۳ \rightarrow T(K) = ۳۷/۷۷ + ۲۷۳ = ۳۱۰/۷۷ (K)$

$T(^\circ R) = T(^\circ F) + ۴۶۰ \rightarrow T(^\circ R) = ۱۰۰ + ۴۶۰ = ۵۶۰^\circ R$

مرحله ۲: کار با انواع دماسنج‌ها

۲ـ دماسنج

فعالیت ساخت یافته ۴: ساخت دماسنج ساده در کارگاه به صورت عملی

فیلم

ساخت یک دماسنج ساده

فعالیت عملی ۱

ساخت یک دماسنج ساده

راهنمایی: پس از نمایش فیلم تهیه دماسنج ساده، با استفاده از وسایل معرفی شده در کارگاه یک دماسنج بسازند. هدف از این فعالیت آشنایی با اساس کار دماسنج‌ها می‌باشد.

پرسش

با توجه به فعالیت عملی انجام یافته، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) دماسنج ساخته شده براساس چه مقیاسی دما را اندازه‌گیری می‌کند؟

ب) چگونه می‌توان دقت این دماسنج را بالا برد؟

پ) آیا می‌توان از این دماسنج جهت اندازه‌گیری دمای فریزر استفاده کرد؟ چرا؟ برای این منظور چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟

ت) به کمک این دماسنج، دمای هوا را در ساعات مختلف اندازه‌گیری نمایید. آیا نتایج به‌دست آمده یکسان‌اند؟ آیا اگر فرد دیگری چنین دماسنجی بسازد، دمایی که دماسنج او از یخ در حال ذوب نشان می‌دهد. با دماسنج شما برابر خواهد بود؟

پاسخ:

الف) اگر از آب در مخزن استفاده شود و فاصله بین دو نقطه ذوب و جوش را ۰ تا ۱۰۰ انتخاب کنیم، مقیاس سلسیوس خواهد بود.

ب) برای بالا بردن دقت دماسنج، بهتر است نی به‌کار رفته در ظرف نازک‌تر باشد.

پ) خیر، چون دمای فریزر کمتر از صفر درجه سلسیوس است و در این ظرف از آب استفاده شده است لذا در دمای صفر و پایین‌تر یخ می‌زند. برای تعیین دمای فریزر باید به‌جای آب از الکل استفاده نمود.

ت) با توجه به تغییر دمای هوا در طول شبانه‌روز، دمای هوای ثبت شده برای ساعات مختلف نیز متفاوت خواهد بود. اگر شرایط محیطی و مکان ساخت دماسنج یکسان باشد قاعدتاً نباید فرق داشته باشد.

فعالیت ساخت‌یافته ۵: معرفی دماسنج و انواع آن (انبساطی، پرشده، ترموکوپل، مقاومتی، دوفلزی، ترموستات) باکمک تصویر، نمودار و نمایش فیلم

پرسش

چرا ضخامت مخزن مایع در دماسنج الکلی، نازک است؟
پاسخ: برای اینکه دمای مایع درون دماسنج به راحتی به دمای نمونه برسد.

پرسش

چرا دماسنج خالی از هوا می‌باشد؟
پاسخ: اگر هوا وجود داشته باشد مانع بالا آمدن مایع درون لوله دماسنج می‌شود.

پرسش

با استفاده از جدول ۱ گستره اندازه‌گیری دما را در دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی تعیین کنید.
پاسخ: با توجه به نقاط انجماد و جوش جیوه و الکل گستره اندازه‌گیری دما

پرسش

در این دو دماسنج برحسب سلسیوس عبارت است از:
دماسنج الکلی: دامنه پایین: ۱۱۴/۱-
دامنه بالا: ۷۸/۳۸
دماسنج جیوه‌ای: دامنه پایین: ۳۸/۷-
دامنه بالا: ۳۵۶/۷

پرسش

آیا با استفاده از دماسنج جیوه‌ای می‌توان دمای قطب جنوب که به ۵۰- درجه سلسیوس می‌رسد را اندازه‌گیری کرد؟
پاسخ: خیر، چون در شرایط معمولی، کمترین مقدار اندازه‌گیری دما توسط دماسنج جیوه‌ای ۳۸/۷- درجه سلسیوس است.

پرسش

اگر هدف اندازه‌گیری فقط نقطه جوش و یا نقطه ذوب مواد موجود در جدول ۲ باشد، کدام دماسنج (الکلی یا جیوه‌ای) را برای اندازه‌گیری آن پیشنهاد می‌دهید؟
پاسخ:

جدول ۲ـ نقطه جوش و یا نقطه ذوب مواد مختلف

ردیف	ماده	موضوع	مقدار(°C)	انتخاب دماسنج
۱	استیک اسید	دمای جوش	۱۱۸	جیوه‌ای
۲	سیکلوهگزان	دمای جوش	۸۰/۷۴	الکلی ـ جیوه‌ای
۳	کلروفرم	نقطه ذوب	۶۳/۵ـ	الکلی
۴	استون	نقطه ذوب	۹۵ـ	الکلی