مصاحبه حضوری شرکت های تابع وزارت نفت و نیروگاه

ویژه شرکتهای نفت،گاز،پتروشیمی،پخش،پالایش،نیروگاه و...

قابل استفاده برای رشته های:مهندسی شیمی(کلیه گرایش ها)

کاردانی شیمی،صنایع شیمیایی و عملیات پتروشیمی

فهرست

راهنمای شرایط مصاحبه حضوری..... ۷

مبانی پمپ ها..... ۱۳

اطلاعاتی در مورد سیالات..... ۲۳

انتقال حرارت و مبدل های حرارتی..... ۲۹

ترمودینامیک و قانون های اصلی..... ۳۷

برج ها جداسازی و پدیده انتقال ۴۹

پدیده های کنترلی..... ۵۷

طراحی راکتور ها..... ۶۵

کمپرسورها..... ۶۹

انواع مخازن..... ۷۳

خوردگی..... ۷۷

اطلاعات متفرقه..... ۸۳

پرسش ها و پاسخ ها..... ۸۹

بخش روانشناسی..... ۱۱۹

فصل اول:

راهنمای

مصاحبه

حضوری

راهنمایی‌های هنگام مصاحبه

در این بخش به بررسی میزان اهمیت پارامترها موثر در مصاحبه حضوری و توضیح موارد وابسته به آن به اختصار خواهیم پرداخت در زیر جدولی تدوین شده است که نمره هر پارامترمصاحبه به همراه نمره مربوط در آن آمده است. این جدول در اغلب موارد مصاحبه به این صورت تقسیم بندی می‌شود.

پارامتر مصاحبه	حداکثر نمره اکتسابی
نمره آزمون کتبی برگزار شده	۱۰۰ نمره
نمره دروس اختصاصی	۴۰ نمره
نمره آشنایی با کامپیوتر	۲۰ نمره
نمره آشنایی با زبان خارجی	۱۵ نمره
نمره ارتباط دروس تخصصی با نفت	۱۵ نمره
نمره روانشناسی فردی	۱۵ نمره

* نمره آزمون کتبی مربوط به همان آزمونی است که جهت ارزیابی. افراد قبل از مصاحبه بعمل می‌آید. این نمره دو کاربردی دارد ابتدا این آزمون عامل قبولی مرحله اول استخدامی فرد است و نیز در مصاحبه نمره همان آزمون به عنوان یک پارامتر موثر در مصاحبه حضوری استفاده می‌شود. توجه داشته باشید احتمال دارد شما جزء افراد قبولی در آزمون باشید اما به هنگام برگزاری مصاحبه حضوری با توجه به پاسخ

گویی مناسب به سایر پارامترها به دلیل کم بودن نمره آزمون کتبی شما نسبت به فرد دیگر شما در بخش مصاحبه مردود اعلام گردید پس

پاسخ گویی دقیق به سوالات آزمون کتبی در بخش مصاحبه حضوری نیز می‌تواند بسیار به شما کمک کند.

* منظور از دروس اختصاصی دروسی است که شما در دوران تحصیل گذارانده‌اید و همچنین اثراتی از آن در صنعت با مکانی که به عنوان شغل آینده‌ی شما خواهد بود وجود دارد. به عنوان مثال اگر در صنایع مرتبط با نفت در حال مصاحبه باشید درس انتقال حرارت به عنوان دروسی اختصاصی شما خواهد بود. فرد مصاحبه کننده از کلیات این درس از شما سوالاتی خواهد پرسید تا میزان فراگیری این درس را در دوران تحصیل شما بسنجد به همین ترتیب در مورد دروسی دیگر نیز سوالاتی خواهد پرسید و در انتها بسته به پاسخ گویی شما نمره‌های این پارامتر را خواهد داد.

* در مصاحبه‌های چند سال گذشته پارامتر آشنایی با کامپیوتر به مصاحبه حضوری اضافه گردیده است استفاده زیاد از کامپیوتر در بخش‌های صنعتی دلیل اصلی این امر است. در این بخش نیز فرد مصاحبه کننده سوالاتی پایه‌ای کامپیوتر همانند ویندوز، ورد، اکسل، پاور پوینت و... از شما خواهد پرسید تا میزان آشنایی با این موارد را ارزیابی کند توصیه می‌شود متقاضیان عزیز در مورد کلیات مباحث بیان شده اطلاعاتی از کتاب‌های موجود در بازار جمع آوری و مطالعه نمایند. در این بخش در صورت آشنایی فرد با نرم افزارهای تخصصی شیمی مانند Hysis, Aspen و یا Piping از فرد در این زمینه سوال خواهد شد و اغلب به جای سوالات عمومی کامپیوتر، فرد مورد سنجش نرم افزارهای تخصصی قرار می‌گیرد.

* در پارامتر آشنایی با زبان انگلیسی معمولا از فرد خواسته خواهد شد خود را به زبان انگلیسی معرفی کند و درباره تحصیلات و گذشته خود به زبان لاتین صحبت نماید برای این امر شما می‌توانید متنی را از قبل آماده و مطالعه نمائید تا هنگام مصاحبه آمادگی کامل را داشته باشید. در قسمت دوم این پارامتر نیز گاهی از شما خواسته می‌شود قسمتی از یک متن تخصصی مهندسی شیمی را خوانده و ترجمه کنید. و در نهایت نمره این پارامتر از میانگین دو قسمت به شما تعلق خواهد گرفت.

* پارامتر ارتباط با صنعت: در مورد این پارامتر در انتهای کتاب سوالاتی جهت آشنایی مطرح شده است اما این بخش دارای قوانین خاصی نیست و به فرد مصاحبه کننده بستگی دارد اما اغلب از دوران کار آموزی فرد سوالاتی پرسیده خواهد شد که در صورت ارتباط به صنعت مورد نظر آنان به این بخش نمره بالایی تعلق خواهد گرفت به عنوان مثال اگر شما دوران کار آموزی را در پالایشگاه گذرانده‌اید این امر در مورد استخدامی‌های مرتبط با شرکت‌های تابع وزارت نفت به شما کمک فراوانی خواهد کرد. پس قبل از حضور در مصاحبه دوران کارآموزی را مطالعه نمایید. گاهی نیز سوالاتی همانند نمونه‌های ارائه شده در پایان کتا ب خواهد بود که به میزان آشنایی عمومی و دقت شما بستگی دارد برخی موارد نیز فرد مصاحبه کننده این بخش را همزمان با دروس تخصصی از شما خواهد پرسید و هر دو مورد را در یک زمان نمره دهی خواهد کرد.

* بخش روان شناسی: در این بخش معمولا یک تعداد سوال روان شناسی به شما خواهند داد که با بلی و خیر یا توضیح مختصر به آن پاسخ می‌دهید و نیز چند سوال شفاهی نیز از شما پرسیده می‌شود که اغلب در مورد خود، خانواده ، گذشته و محل

زندگی شما می‌باشد. در این قسمت میزان تست روانی شما سنجیده می‌شود.برای آشنایی بیشتر در پایان کتاب نمونه هایی از این سوالات آمده است.

یکی از مباحثی که در هنگام مصاحبه حضوری حائظ اهمیت است پوشش ظاهری شماست. هنگامی مصاحبه حضوری سعی کنید با ظاهری آراسته و ساده ظاهر شوید. موها و لباس پوششی شما، مناسب و متناسب با عرف اجتماعی جامعه باشد. پوشیدن لباس‌های مرتب و در عین حال ساده، موهایی کوتاه (برای آقایان) و آرایش مناسب (برای بانوان) به شما کمک خواهد کرد تا از لحاظ ظاهری مناسب جلوه کنید. سعی کنید ساده و در عین حال قدرت‌مند ظاهر شوید.

* نکته قابل ذکر دیگر اینکه در آزمون‌های استخدامی رسمی شرکت‌های دولتی معمولا سوالاتی دینی و مذهبی نیز پرسیده و به عنوان یک پارامتر مد نظر گرفته می‌شود اما معمولا در آزمون‌هایی که نیروهای قراردادی- قراردادی معین و پیمانی جذب می‌شوند این امر و نیز تحقیق محلی هنگامی رسمی شدن فرد صورت خواهد گرفت. که اغلب نیروها جذب شده در سالهای اخیر به صورت قراردادی بوده است.

* نکته مهم دیگر در مورد مصاحبه حضوری اینکه در صورت گذراندن دوره‌های خاص مانند دوره‌های زبان، کامپیوتر، دوره‌های تخصصی و یا تالیف و موارد مشابه در زمان مصاحبه با اسناد و مدارک حضور یابید و با اطمینان صحبت کنید. برای فرد مصاحبه گیرنده ملاک مدارک شماست. و نیز هنگام پاسخ گویی به سوالات دارای اعتماد به نفس و اطمینان باشد. یکی از مواردی که مصاحبه کنندگان انجام می-دهند، شک اندازی در شماست تا میزان قدرت تصمیم گیری شما را بسنجد، هنگام پاسخ به سوال اگر از شما پرسیده شد آیا مطمئن هستید با تسلط و اطمینان پاسخ دهید، دائما پاسخ خود را تغییر ندهید و در پاسخ داده شده به فکر فرو نروید.

فصل دوم:

مبانی پمپها

مباحث فصل:

تعریف پمپ

دسته بندی پمپ

اجزا پمپ

منحنی پمپ

راندمان پمپ

تاثیر مواد بر پمپ

NPSH

کاویتاسیون

و...

مبانی پمپ

* **تعریف پمپ:** به ماشین‌هایی اطلاق می‌شود که از آنها برای جابه‌جایی سیالات تراکم ناپذیر مانند مایعات استفاده می‌شود.

* **هدف استفاده از پمپ‌ها:** افزایش انرژی پتانسیل یا همان فشار سیالات (تراکم ناپذیر) به جهت انتقال از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر.

دسته‌بندی پمپ‌ها :

الف) جابه‌جایی مثبت:

۱) تناوبی: ۱- انگشتی ۲- اتصال مستقیم ۳- پیستونی ۴- دیافراگمی

۲) دورانی(Rotary): ۱- دنده‌ایی ۲- گوشواره‌ایی ۳- تیغه‌ایی ۴- حلزونی ۵- پیستونی

ب) گریز از مرکز:

۱- پیچکی ۲- افشانه‌ایی ۳- تور بینی ۴- جریان مختلط ۵- جریان محوری

* پمپ جابه‌جایی مثبت: در این پمپ‌ها مقدار معین مایع در لای دو قطعه گیر انداخته شده و سپس با جابه‌جایی قطعات مایع مورد نیاز با فشار پمپ‌ها لقی بین قطعات متحرک و پوسته بسیار کم است. این نوع پمپ تنها در موارد خاص در صنعت استفاده می‌شوند.

* **پمپ تناوبی:** از این نوع پمپ هنگامی که فشار خروجی بالا مد نظر باشد استفاده می‌شود

* **پمپ‌های دورانی:** از این نوع پمپ برای جابه‌جایی سیالات با ویسکوزیته بالا استفاده می‌شود

* **پمپ‌های گریز از مرکز**: این پمپ‌ها جزء ماشین‌های جنبشی بوده زیرا در اثر حرکت دورانی پروانه انرژی جنبشی (سرعت) به طور عمده بالا می‌رود و انرژی پتانسیل (فشار) نیز به مقدار جزئی افزایش می‌یابد و در نهایت قیمت عمده انرژی جنبشی در یک مجرای گشاد به نام حلزونی به انرژی پتانسیل تبدیل می‌گردد.

* پمپ‌های گریز از مرکز یا همان پمپ‌های سانترفیوژ به شدت به دبی وابسته بوده و با آن تغییر می‌کند به همین جهت می‌توان آنها را در ظرفیت متفاوت تولید کرد ولی پمپ‌های جابه‌جایی مثبت معمولا در فشار ثابت کار می‌کنند.

* پمپ‌های گریز از مرکز به دلیل تنوع ظرفیتی بسیار در صنعت پرکار بردترین پمپ‌ها شناخته می‌شوند.

* اجرای پمپ‌های گریز از مرکز:

۱- پروانه (Impeller)

۲- پوسته (Casing)

۳- آب‌بندی (Sealing system)

۴- یاتاقان (Searing)

۵- شافت (Shaft)

*** از پمپ‌های گریز از مرکز برای دبی بالا و ارتفاع کم تا زیاد و از پمپ‌های جابه‌جایی مثبت برای فشار بالا و دبی کم استفاده می‌شود.**

* **دبی (Flow Rate)** مقدار حجمی از مایع که در واحد زمان توسط یک پمپ جابه‌جا می‌شود را دبی گویند. در پمپ‌ها دبی به عنوان ظرفیتی پمپ نیز یاد می‌شود و معمولا با Q نشان می‌دهند.

* **ارتفاع (Head) پمپ‌ها**: معمولا به جای استفاده از اصطلاح فشار سازندگان پمپ از ارتفاع یا هد برای بیان خاصیت پمپ استفاده می‌کنند. و بنابه تعریف در صورت ثابت بودن قطر و سرعت دوران پروانه پمپ، مقدار انرژی که به واحد وزن مایع داده می‌شود را به عنوان هد پمپ می‌شناسد. این خاصیت ثابت و مستقل از وزن مخصوص است.

* **منحنی پمپ‌ها:** برای مشخص کردن خواص پمپ مورد نظر خریدار از منحنی پمپ استفاده می‌شود و ویژگی‌های پمپ نظیر توان مصرفی، هد، راندمان و NPSH از این طریق مشخص خواهد شد. این منحنی در پمپ‌های گریز از مرکز و دورانی برحسب دبی ارتفاع و در پمپ‌های تناوبی بر حسب دبی- زمان بوده و از طرف شرکت سازنده ارائه می‌شود.

* **راندمان پمپ،** نسبت دبی واقعی به دبی کل پمپ

انواع جریان در پروانه پمپ گریز از مرکز: ۱- جریان شعاعی (Radial flow) ۲- جریان محوری (Axial flow) ۳- جریان مختلط (Mixed flow)

* برای بالا بردن ارتفاع یا همان فشار پمپ ودر صورتی که دبی زیاد مد نظـر نباشـد پمپ‌ها ر به صورت چند مرحله‌ایی می‌سازند.

* **پمپ پیچکی:** متداولترین نوع پمپ‌های گریز زا مرکز است که در آنها مـایع از طریق چشمه و به صورت محوری وارد پروانه شـده و بـه صـورت شـعاعی بـه داخـل پوسته رانده می‌شود. طوری طراحی شـده کـه مجـرای گشـاد شـونده دارد و باعـث تبدیل انرژی جنبشی به انرژی فشاری می‌شود.

* برخی از پمپ دارای دو ورودی (Suction) هستند کـه ایـن امـر باعـث کـاهش سرعت ورود مایع به دورن چشمه پمپ می‌شود که نهایتا باعث کاهش NPSH مـی-گردد.

* در نحوه اتصال پمپ به الکترو موتور معمولا از روش کوپل کـردن الکتروموتـور بـه پمپ یا از تسمه برای اتصال ایـن دو بخـش اسـتفاده مـی‌شـود و معمـولا از اتصـال مستقیم الکترو موتور و پمپ خودداری می‌کنند دلیل این کار این است که تعمیرات پمپ یا الکتروموتور بدون بـاز کـردن دیگـری بـه راحتـی صـورت پـذیرد. از اتصـال مستقیم پمپها برای مایعات با دمای کمتر از ۱۰۰ درجه اسـتفاده مـی‌شـود. (توجـه داشته باشید پمپ‌ها در صنعت عموما از نوع کوپلینگ می‌باشد).

* **پمپ‌های توربینی:** در این نوع پمپ‌ها روش اعمال انـرژی بـه مـایع بـا سـایر پمپ‌های گریز از مرکز متفاوت است به این صورت که به جای الکترو موتور، تـوربین اعمال انرژی را انجام می‌دهد. پروانه‌های این پمپ دارای لقی کم است و راندمان آنها با پمپ گریز از مرکز متفاوت است به طوری که در دبی کم، فشار زیادی تولید مـی-کنند به همین دلیل در جایی که دبی کم ارتفـاع (فشـار) زیـاد مـدنظر باشـد قابـل استفاده است. به دلیل کم بودن لقی پروانه و فاصله کم پروانه و فاصله کـم پوسـته و

پروانه، از این نوع پمپ‌ها برای مایعات دارای خاصیت خورندگی و دارای ذرات جامد استفاده نمی‌شود.

* **پمپ‌های جریان محوری (ملخی):** در این نوع پمپ‌ها مایع به موازات محور پمپ به داخل پمپ و پروانه جریان می‌یابد و بردار سرعت در جهت محو است. به همین دلیل این پمپ‌ها بیشتر برای افزایش دبی استفاده می‌شود افزایش ارتفاع (فشار) در آنها زیاد نمی‌باشد.

*** نکته مهم این است که پمپ‌های شعاعی برای ارتفاع (فشار) زیاد و دبی کم کاربرد دارد ولی پمپ‌های محوری برای دبی بالا و ارتفاع (هد) کم کاربرد دارد.**

* **پمپ جریان مختلط:** این نوع پمپ برگرفته از در پمپ ملخی و پیچیدگی است و دارای دبی مناسب و ارتفاع مناسب است و معمولا برای چاههای عمیق کاربرد دارد.

*** تاثیر خواص برپمپاژ**

۱- **تاثیر وزن مخصوص**: اگر وزن مخصوص مایع در حال انتقال مغایر وزن مخصوص آب باشد (باقی خواص و مشخصات ثابت) فقط توان مصرفی پمپ تغییر می‌کند. (بالا بودن وزن توان بیشتر و پایین بودن وزن مخصوص آب توان کمتر مصرف می‌کند.)

۲- **تاثیر ویسکوزیته**: از آنجا که منحنی (دبی- ارتفاع) پمپ‌ها مستقل از ویسکوزیته می‌باشد عملا تغییر ویسکوزیته نباید تاثیری بر پمپ داشته باشد ولی در

عمل به دلیل وجود پدیده اصطکاک دیسکی و اصطکاک مـایع تغییـرات ویسـکوزیته مایع با آب باعث تغییر می‌گردد. به عبارتی یکی از عوامـل متفـاوت بـودن اطلاعـات پمپ با شـرایط کـارکرد پمـپ (تفـاوت حالـت تئـوری و عملـی) بـه دلیـل تفـاوت ویسکوزیته می‌باشد.

۳- **حضور هوا یا سایر گازها همراه مایع پمپاژ:** حضور حتی مقـدار کمـی گـاز یـا هوا همراه مایع (حتی کمتر از یک درصد) به طور شدید روی منحنـی دبـی- ارتفـاع پمپ‌های گریز از مرکز تاثیر می‌گذارد و یک پدیده نامطلوب است و حتی وجود گـاز حدود ۶ درصد می‌توان جریان مایع را قطع نماید.

۴- **تاثیر مواد جامد برعملکرد پمپ گریز از مرکز**: وجود ذرات جامـد بـر ارتفـاع قابل دسترسی و راندمان پمپ تاثیر نامطلوب می‌گذارد و باعث کاهش آنها مـی‌شـود برای اصلاح این امر در موارد اجباری در منحنی مشخصه پمپ دو ضریب را تعریف و تصحیح می‌نمایند الف) HR (نسبت ارتفاع): نسبت ارتفاع برای ماده حاوی جامد بـه ارتفاع برای آب ب)ER (نسبت راندمان): نسبت راندمان برای ماده حاوی جامد به راندمان برای آب.

* **پدیده کاویتاسیون:** هرگاه فشار مـایع در ورودی پمـپ از فشـار بخـار کمتـر شود (در اثر کاهش فشار) ذرات حباب درون پروانه و پوسته ایجاد و ترکیده می‌شـود و انرژی حاصل از آنها باعث خرابی در پروانه و دیگر قطعات پمپ می‌شود. انرژی آزاد شده از حباب‌ها همان انرژی نهان تبخیر مایع می‌باشد.

جهت جلوگیری از این پدیده ابتدا لازم است با NPSH (ارتفاع مثبـت مکـش) آشـنا شوید.

* **NPSH**:حداقل ارتفاع لازم در قسمت مکش پمپ می‌باشد تا از تولید حباب (رسیدن به فشار بخار) در پمپ جلوگیری شودا به عبارتی برای جلوگیری از پدیده کاویتاسیون در پمپ NPSH پمپ همیشه از میزان حداقل بیشتر باشد.

NPSH تابع عوامل زیادی از جمله فشار جو، خواص فیزیکی مایع در حال پمپ شدن قطر لوله، پروانه، درجه حرارت و ... می‌باشد که میزان آن توسط جداول و نمودارهایی توسط شرکت سازنده پمپ ارائه می‌شود.

* بنابه قرارداد شروع پدیده کاویتاسیون هنگامی است که NPSH در حدی نزول کند که باعث کاهش ارتفاع کل پمپ به میزان ۳ درصد گردد.

* **علائم بروز پدیده کاویتاسیون در پمپ‌ها**: ۱- تشکیل حباب در پروانه و پوسته ۲- ایجاد سروصدا ۳- افزایش لرزش ۴- کاهش ارتفاع و دبی و راندمان ۵- کاهش فشار در قسمت خروجی ۶- لرزش فشار سنج‌های نصب شده در قسمت خروجی و ورودی پمپ

* **عوامل مقابله با کاویتاسیون:** از نظر تئوری کافی است که مقدارNPSHA (NPSH در ورودی پمپ) از NPSHR (NPSH در خروجی پمپ) بیشتر باشد و در اغلب موارد توصیه می‌شود NPSHA ۵/. متر از NPSHR بیشتر باشد به عبارتی به طور عملی سه راه برای این کار وجود دارد ۱- افزایش NPSHA: باید ارتفاع مکش در ورودی پمپ را زیاد کرد برای این کار می‌توان در صورت وجود منبع اعمال فشار به منبع صورت داد و یا مایع را سرد کرد زیرا فشار بخار تابع دما می‌باشد.

۲- کاهش NPSHR: که برای این عمل از دو ورودی به پمپ استفاده کرد و یا پمپ بزرگتر استفاده کرد.

۳- افزایش مقاومت مکانیکی قطعات پمپ

* **عوامل موثر در انتخاب یک پمپ**: ۱- head ۲- ظرفیت ۳- نـوع مـایع ۴- افت لوله‌ها ۵- هزینه و صرفه اقتصادی

فصل سوم:

سیالات

مباحث فصل:

تعریف سیال

انواع سیال

تنش

ویسکوزیته

ضربه قوچ

دبی

وسایل اندازه گیری دبی

و...

* **سیال**: ماده‌ای که تحت تنش برشی هر چند کم دائما تغییر شکل می‌دهد.

* **قانون لزجیت نیوتن**: این قانون بیانگر رابطه خطی بین تنش برشی و گرادیان سرعت است و تابع فشار می‌باشد که به صورت $T = -\mu \frac{du}{dy}$:μ ویسکوزیته دینامیکی

$\frac{du}{dy}$ =گرادیان

* **سیال نیوتنی:** سیالی که در آن بین تنش برشی و گرادیان سرعت رابطه خطی وجود دارد به عبارت ساده سیال نیوتنی سیال به ویسکوزیته ثابت است.

* **سیال غیر نیوتنی**: سیالی که از قانون لزجیت نیوتن پیروی نمی‌کند و گردایان سرعت و تنش برشی رابطه غیر خطی دارد.

* به دلیل وجود نیروی کشش سطحی، فشار داخلی قطره و حباب وجت استوانه از فشار بیرون بیشتر است $\Delta P = \frac{2\delta}{r}$ جت استوانه $\Delta P = \frac{4\delta}{r}$ قطره

δ: کشش سطحی $\Delta P = \frac{4\delta}{r}$ حباب

* **مدل الاستیسیته یا مدل بالک**

$$E_V \frac{\frac{dp}{dv}}{v} = \frac{dp}{\frac{dp}{p}} \rightarrow E_V \frac{\Delta p}{\frac{\Delta v}{v}}$$

***ویسکویته در مایعات $\mu\downarrow$ =T↑و در گازها $\mu\uparrow$ =T↑**

* سرعت صوت در گازها < مایعات < جامدات می‌باشد.

* **قانون پاسکال**: فشار در هر نقطه از یک سیال ساکن در کلیه جهات یکسان بوده و مستقل از جهت است.

$P_X = P_y = P_z = P$

*توجه به این نکته ضروری است که وقتی یک فشار سنج در صنعت فشاری را برابر صفر نشان می‌دهد این فشار در اصل برابر فشار جو (حدود ۱ بار) می‌باشد زیرا فشار سنج‌ها فشار نسبی را نشان می‌دهد.

* **نیروی شناوری:** نیروی است که سیال ساکن به جسم غوطه‌ور یا شناور وارد می‌کند یا نیروی برآیند وارده از سیال اطراف جسم به آن است.

* **جریان دائمی پایا یا استدی استید**: جریانی که مشخصات آن در هر نقطه در طی زمان تغییر نکند به عبارتی تمام مشتقات زمانی آن برابر صفر است.

$$\frac{\partial v}{\partial t} = 0\ , \qquad \frac{\partial p}{\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial t}{\partial t} = 0$$

* **جریان یکنواخت:** جریانی که در آن هر لحظه بردار سرعت در امتداد خط جریان در کلیه نقاط یکسان باشد به عبارتی $\frac{\partial v}{\partial s} = 0$ است.

* اگر در عمل پمپاژ در پمپ جریان پمپاژ تغییر کند جریان از دائمی به غیر دائمی تبدیل می‌شود.

* **ضربه قوچ:** این پدیده زمانی رخ می‌دهد که به طور ناگهانی شیری بسته شود. در این حالت در بالا دست جریان فشار ناگهان بالا می‌رود و موج فشاری پدید می‌آید و در خلاف جهت جریان حرکت می‌کند، در پایین دست نیز موج کاهش فشار

ایجاد می‌شود که در جهت جریان می‌باشد. این دو موج فشاری در نهایت منجر به کاهش سرعت جریان می‌شود و در تقابل با یکدیگر ضربه ایجاد می‌کنند.

* **عدد رینولدز (Re)**: معیاری برای تشخیص آرام یا آشفته بودن جریان

در لوله $R_e=\frac{PVD}{\mu}$ = $\frac{\text{نیروی اینرسی}}{\text{نیروی لرجیت}}$ =R_e در صفحه $R_e=\frac{PVL}{\mu}$

* معادله پیوستگی:

$P_1A_1V_1= P_2A_2V_2$

$$\frac{\partial v_x}{\partial x}+\frac{\partial v_y}{\partial y}+\frac{\partial v_z}{\partial z}=0$$

* **دبی حجمی(Q):** حجم گذرنده سیال از یک مقطع در واحد زمان $Q=AV$

* **دبی جرمی (m^0):** جرم سیال گذرنده از یک مقطع در واحد زمان $m^0=\rho$

$Q=\rho AV$

* **معادله برنولی:** این معادله در محاسبه توان و هر پمپ کاربرد دارد و بیانگر انرژی مکانیکی در امتداد یک خط جریان است و در واقع تعادل انرژی در نقاط مختلف یک خط جریان دائم می‌باشد و انرژی‌های آن به سه دسته پتانسیل، جنبشی و فشاری تقسیم می‌شود.

$$\frac{P}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}+Z=Cte$$

$\frac{V^2}{2g}$: انرژی جنبشی

$\frac{P}{\gamma}$: انرژی فشاری و Z : ارتفاع (انرژی پتانسیل)

* **شرایط معادله برنولی:** ۱- جریان غیر لزج (بدون اصطکاک) ۲- جریان پایدار ۳- سیال تراکم ناپذیر.

* **توان پمپ:** $P = \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}}$

* **معادله دارسی و یسباخ** $h= f\frac{L}{d}\frac{V^2}{2g}$

* وسایل اندازه‌گیری دبی حجمی سیالات

۱- **اریفیس**: وسیله‌ای جهت اندازه‌گیری دبی و به صورت صفحه‌ایی است که از وسط سوراخ شده است و در آن با پدیده انبساط سطح همراه هستیم.

۲- **ونتوری**: در لوله کاربرد دارد و مکانیزم آن به این صورت است که با ایجاد یک گلوگاه، سرعت را افزایش و فشار کاهش می‌یابد و این تغییرات فشار با یک مانومتر قابل اندازه‌گیری است.

۳- **نازل**: به صورت یک شیپوره همگرا در عدد ماخ($M=\frac{V}{C}$) کمتر از یک کاربرد دارد.

۴- **روتامتر**: روتامتر حتما به صورت عمومی نصب می‌شود و تحت نیروهای تعادلی کار می‌کند. عیب روتامتر این است که در دمای خاص درجه بندی شده است و اگر اختلاف دما زیاد باشد دچار خطا می‌شود.

۵- **سرریز**: برای اندازه‌گیری دبی در کانالهای روباز استفاده می‌شود.

* **جریان آرام**: جریانی است که در آن سیال به صورت لایه به لایه حرکت می‌کند و هر لایه به سیالات آرامی بر لایه مجاور خود می‌لغزد محدوده‌ی این جریان در لوله‌ها برابر $R_e= 2300$ و در صفحه برابر: $R_e= 2\times10^5$ می‌باشد.

* جریان درهم: در این جریان ذرات سیال در هم حرکت می‌کنند و تبادل اندازه حرکت به دلیل حرکات متقاطع است و محدودی آن در لوله بالای R_e=2400 و در صفحه بالای 2×10^5است

* **افت‌هایی که در لوله و طی یک مسیر انجام می‌گیرند**: ۱- افت ناشی از انقباض ناگهانی ۲- افت ناشی از انبساط ناگهانی ۳- افت‌های فرعی مانند افت در زانو، در شیرها، و در خمیدگی‌ها ۴- افت به واسطه اتصالات.

* **سرعت حد**: سرعت جسم در حالتی که نیروهای رو به بالا [شناوری و کششی(دراگ)] و نیروی رو به پایین (وزن) با هم برابر و در حال تعادل می‌باشد و در این حالت شتاب برابر صفر است.

* **فشار مطلق**: به مجموع فشار اتمسفر و فشار گیج گویند.

$$P_{abs}= P_{atm}+ P_g$$

* **فشار گیج:** فشار یک سیستم بسته را فشار گیج گویند.

* **فشار اتمسفر**: فشار در محیط را فشار اتمسفر گویند.

* **فشار نسبی**: تفاضل فشار گیج و اتمسفری را فشار نسبی گویند.

فصل چهارم:

حرارت و مبدلها

مباحث فصل:

انواع انتقال حرارت

قوانین حرارت

فینها

انواع مبدل

روش محاسبات مبدل

جریانهای مبدل

مواد عبوری از تیوب و شل

و...

* **تفاوت انتقال حرارت و ترمودینامیک:** در ترمودینامیک حالات تعادل (مثلا تعادل دمایی) را بررسی حرارت می‌کنیم حال در انتقال حرارت حالت عدم تعادل را فرا می‌گیریم.

* **مکانیزم‌ها یا انواع انتقال حرارت**: ۱- هدایتی (conduction) ۲- جابه‌جایی (convection) ۳- تشعشعی (Radiation) .

انتقال حرارت هدایتی: عامل انتقال هدایتی که معمولا در جامدات بررسی می‌شود انتقال به وسیله‌ی ملکول‌ها یا در فلزات توسط الکترونهای آزاد است. این مکانیسم توسط قانون فوریه محاسبه می‌گردد.

K: ضریب هدایتی است که جنس و شرایط دیوار $q= -KA\frac{dt}{dx}$ بستگی دارد.

* علامت منفی این قانون بیانگر این مطلب است که شارحرارتی همواره در جهت کاهش دما می‌باشد.

*** انتقال حرارت یک بعدی در سه سیستم موجود**

۱- سیستم کارتزین (مکعبی) $\frac{\partial^2 t}{dx^2} = 0$ یا $\frac{d^2 t}{dx^2} = 0$

۲- سیستم استوانه‌ایی $\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{dt}{dr}\right) = 0$

۳- سیستم کروی $\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{dt}{dr}\right) = 0$

* توجه داشته باشید افزایش قطر یک عایق همیشه نمی‌تواند انتقال حرارت را کاهش دهد و این امر تا میزان شعاع بحرانی صادق است.

محاسبه شعاع بحرانی در استوانه در کره $r_c = \frac{k}{h} = \frac{2k}{h}$

* **انتقال جابه‌جایی**: عامل این نوع انتقال حرارت دو عامل حرکت تصادفی ملکولی و حرکت توده‌ای می‌باشد.

* روش جابه‌جایی توسط رابطه($q= hA(T_w- T\infty$) به دست می‌آید که در آن h ضریب جابه‌جایی است که تابع خواص حرارتی (K,Q,T) و خواص حرکتی (R_e, P_r) و... است.

* انواع انتقال حرارت جابه‌جایی:

۱- روش آزاد (توسط حرکت طبیعی سیال (یا هوا)

۲- روش اجباری (توسط عامل محرک سیال (استفاده ار فن‌های هوایی)

* **انتقال حرارت تشعشعی**: در مواردی محاسبه می‌شود که دما بسیار بالا باشد مانند دمای خورشید یا در صنعت دمای قسمت پایین کوره‌ها.

* حرارت تشعشعی با توان چهارم دمای مطلق رابطه مستقیم دارد و از فرمول

$q=\epsilon\delta A(T_s^4 - T_{sur}^4)$-بدست می‌آید که در آن δ ضریب استفان بولترمن است که برابر $5/6 \times 10^{-8}$ و ϵ ضریب جذب است که بین ۰ تا ۱ متغییر است.

* پره‌ها یا فن‌ها را در صنعت برای بالا بردن سطح انتقال حرارت استفاده می‌کنند و در آنها دو عاملی اصلی انتقال حرارت هدایتی و جابه‌جایی در آنها وجود دارد. اما عاملی اصلی روش جابه‌جایی است. مانند رادیاتورها، فن‌های هوایی و شوفاژهای.

* توجه داشته باشید هر چه h در پره‌ها کمتر باشد راندمان پره افزایش می‌یابد به همین دلیل در مواردی که در یک مبدل گاز مایع وجود دارد در یک سمت و مایع در سمت دیگر است فین‌ها را در سمت گاز (که h کمتری دارد) قرار می‌دهند.

* پره‌ها را معمولا نازک می‌سازند برای سطح مقطع پره به محیط پره بزرگتر باشد، ضریب تاثیر پره کم می‌شود.

***مبدل با جریان موازی**: این مبدل‌ها به مبدل‌هایP.F معروف هستند و جریان سرد و گرم در یک جهت عبور می‌کنند.

* **مبدل با جریان ناهمسو**: در این مبدل‌ها جریان سرد و گرم در جهت مخالف هم جریان دارد که باعث می‌شود در شرایط یکسان انتقال حرارت در این مبدل بیشتر از جریان موازی باشد.

* **مبدل جریان متقاطع**: در آنها یک جریان در جهت عمود جریان دیگر است و کاربرد چندانی ندارد.

* **روش‌های محاسبات مبدل**: ۱- روش LMTD ۲- روش NTU. که از روش NTu زمانی استفاده می‌شود که دماهای خروجی مبدل مشخص نباشد.

* **ضریب فولینگ**: مبدل پس از مدتی در اثر رسوب گیری دچار کاهش راندمان می‌شود یا در اثر خوردگی راندمان مبدل کاهش می‌یابد این کاهش به دلیل ضریب کلی انتقال حرارت است (u). اختلاف این دو حالت راندمان را ضریب فولینگ گویند.

$$R_f = \frac{1}{u_{\text{کثیف}}} - \frac{1}{u_{\text{تمیز}}}$$

*** بیشترین میزان انتقال در حالت معیان و جوششی است و دلیل آن هم وجود گرمای نهان است که در زمان تغییر فاز از مایع به بخار یا عکس صورت می‌گیرد.**

* **مبدل‌های حرارتی** (HEAT EX Chengers): دستگاههایی هستند که کارشان انتقال حرارت از یک مایع یا گاز به مایع یا گاز دیگر است و این انتقال توسط جداره یا لوله‌های فلزی از یکدیگر جدا شده‌اند.

* انواع مبدل حرارتی به طور فهرست وار:

۱-بویلرها ۲- سوپرهیترها ۳- پیش گرم کن‌ها یا اکونومانیزرها ۴- ری بویلیرها یا جوشاننده‌ها ۵- هیترها ۶- تبخیر کننده‌های ۷- کولرها ۸- کاند نسرها (چگالندها) ۹- چلیرها ۱۰- برج‌های خنک کننده

* بویلرها: دیگهای بخاری که برای تهیه بخار آب بکار می‌روند.

* سوپرهیترها: برای خشک کردن و تهیه بخار فوق اشباع استفاده می‌شوند.

* پیش گرم کن (اکونومایزر): برای گرم کردن آب تغذیه دیگ بخار به وسیله گازهای گرمی که از یک دیگ بخار به طرف دودکش حرکت می‌کنند، به کار می‌رود و معمولا درجه حرارت را به حدود $450^{o}c$ می‌رسانند این ابزار در کوره‌ها نیز استفاده می‌شوند.

* هیترها: مبدلی که فقط درجه حرارت را تغییر می‌دهد بدون آنکه تغییر در سیال ایجاد شود.

* تبخیرکننده: مبدلی که باعث تبدیل مایع به بخار می‌شود (تغییر فاز ایجاد می-کند)

* کولر: مبدلی است که باعث کاهش درجه حرارت و خنک کردن سیال شده بدون اینکه حالت سیال عوض شود.

* کندانسور: فرضیه این مبدل تبدیل بخارات حاصل از عمل تفکیک به مایع و همچنین جهت صرفه‌جویی در آب تغذیه دیگ بخار می‌شود.

* چیلر: بوسیله مایع پروپال باعث سرد کردن مواد گرم می‌شود.

* برج‌های خنک کننده: تشکیل شده از قطعات چوبی یا بتونی که از بالا به پایین آب و از پایین به بالا هوا جریان می‌یابد و باعث سرد شدن آب می‌شود.

* **اجزاء اصلی مبدل:** ۱- پوسته(shell) ۲- لوله (tube) ۳- پکینگ‌ها ۴- بافل‌ها

پکینگ: مجموعه قطعاتی که جهت جلوگیری از نشتی در مبدل استفاده می‌شود.

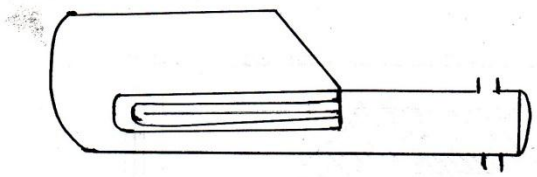
بافل: به تیغه‌های موجود در بین لوله‌ها گویند که به دو دلیل استفاده می‌شوند ۱- افزایش زمان عبور سیال با ایجاد مسیر به صورت سینوسی ۲- جهت افزایش استحکام لوله‌ها در مبدل.

نکته: با اینکه معمولا تیوب با لوله‌ها با یک نام استفاده می‌شوند اما تفاوت اصلی آنها این است که تیوب‌ها را با قطر خارجی اندازه گیری می‌کنند ولی لوله‌ها را تا قطر ۱۲ با قطر اسمی اندازه می‌گیرند.

* **مبدل با تیوب u شکل**: در این مبدل‌ها تیوب‌ها به صورت u در داخل پوسته قرار گرفته است. و سیال در داخل آن عبور می‌کند. از آنجا که این مدل

مبدل دارای تیوب مستقل است می‌تواند هر تیوب در یک دمای خاص باشد و در مواردی کاربرد دارد که اختلاف درجه حرارت زیاد باشد. از آنجا که تمیز کاری این تیوب‌ها سخت است نباید سیال کثیف را از داخل آن عبور داد.

* **مبدل نوع کتری**(kettle type): این نوع مبدل جزء ری بویلرها می‌باشد. ساختمان این مبدل‌ها به صورت افزایش می‌باشد (مانند شکل زیر) و هدف در آنها تبدیل مایع به بخار و خروج بخار از آنها ست. دلیل افزایش بودن این مبدل همین تبدیل مایع به بخار می‌باشد زیرا هنگام تبدیل مایع و بخار فضای بیشتری مورد نیاز



است.

* موادی که از درون تیوب‌ها می‌گذرانند:

۱- به طوری کلی مواد کثیف را از داخل تیوبها عبور می‌دهند. زیرا تمیز کردن آنها آسانتر است، مشروط به اینکه تیوب‌ها u شکل نباشند.

۲- سیالات دارای فشار زیاد را وارد تیوب‌ها می‌کنند.

۳- آب و مواد خورنده را معمولا از تیوب‌ها می‌گذرانند زیرا تیوب‌های مقاوم خوردگی نسبتا ارزان و رسوبات حاصل از آب به راحتی از تیوب‌ها جدا می‌شوند.

* موادی که از داخل پوسته می‌گذرانند:

۱- وقتی سیال کثیف و تمیز کردن آن در تیوب‌ها سخت باشد مانند تیوب **u** شـکل سیال را از پوسته می‌گذرانند.

۲- معمولا سیالات با حجم زیاد مانند بخارات را از پوسته عبور می‌دهند.

۳- مواد با ویسکوزیته‌ی بالا از پوسته می‌گذرانند زیرا به وسیله بافل‌هـا مـی‌تـوان در آن اغتشاش زیادی ایجاد کرد.

فصل پنجم:

ترمودینامیک

مباحث فصل:

قانونهای ترمودینامیک

قوانین گازها

معادله واندروالس

دما و فشار بحرانی

انواع سیستم

آنتالپی

انتروپی

سیکل های گرمایی و تبرید

اختناق

کار و فرایند های خاص

نقطه سه گانه ودرجه آزادی

و...

*** قانون‌ها:**

۱- **قانون بویل:** قانون بویل رابطه بین فشار و حجم گازها می‌باشد و طبق آن در دما و تعداد مول‌های ثابت فشار گاز ایدال با حجم نسبت عکس دارد.

$V\alpha\frac{1}{p}$ $P_1V_1= P_2V_2$

۲- **قانون شارل- گیلوساک**: این قانون در دو حالت بررسی می‌شود.

الف) در فشار ثابت: در این حالت در فشار و تعداد مول ثابت، حجم یک گاز با دمای آن رابطه مستقیم دارد.

ب) در حجم ثابت: در حجم و تعداد مول ثابت، فشار با دما نسبت مستقیم دارد.

۳- **قانون دالتون:** مخلوطی از گازهای ایدال از قانون دالتون پیروی می‌کنند که مطابق آن جزء فشاری که توسط هر جزء مخلوط تولید می‌شود، مستقل از دیگر اجزاء مخلوط است و هر جزء از قانون گاز ایدال پیروی می‌کند. نتیجه این قانون می‌رساند $PV= nRT$ که PV در آن فشار جزئی است.

۵- **قانون بلک:** این قانون بیانگر این است که در تعادل دمایی، دمای تمام مواد برابر است.

*** معادله حالت واندروالس:** $[P+\frac{an^2}{V^2}]\ [V-nb] = nRT$

عیب این معادله این است که اثر نیروهای دافعه در نظر گرفته نشده و اعداد a و b ثابت در نظر گرفته می‌شوند.

* **دمای بویل**: دمایی است که در آن یک گاز حقیقی رفتار یک گاز ایـدل را پیـدا می‌کند.

* **دمای نقصانی**(TR): برای یک گاز واقعی، نسبت بین دمای گاز به دمای بحرانی آن را، دمای کاهش یافته یا نقصانی گویند. $T_R = \frac{T}{T_c}$

* **دمای بحرانی**(TC): برای هر گاز درجه حرارتی وجود دارد که اگر آن گاز داغتر از آن دما باشد، تحت اثر فشار نمی‌توان آن را به مایع تبدیل کرد.

* **فشار بحرانی**(P_c): فشار لازم جهت میعان یک گاز در دمای بحرانی‌اش.

* اصل حالات متناظر: هر گاز در دما و فشار نقصانی یه یک حجـم نقصـانی یکسـان خواهد داشت.

قوانین ترمودینامیک:

۱- **قانون صفرم ترمودینامیک**: مطابق این قانون اگـر سیسـتم‌هـای B و A و همچنین Cو Aدر تعادل گرمایی باشند، آنگاه CوB نیز در تعادل گرمایی هستند. بـه عبارتی این قانون تعادل دما می‌باشد.

۲- **قانون اول ترمودینامیک**: این قانون همان قانون بقای جرم است و ارتبـاط بین گاز و گرما را بیان می‌کند و طبق آن انرژی تحت هـر متغیـری ثابـت مـی‌مانـد.

$$du = dq + dw$$

۳- **قانون دوم ترمودینامیک**: در این قانون به دنبال ملاکی برای انجام خود به خودی واکنش‌ها هستیم طبق این قانون هیچ ماشینی یا سیستمی وجود نـدارد کـه ۱۰۰٪ گرما را به کار تبدیل کند. و به دو بیان کلازیوس و کلوین ارائه می‌شود.

۴- **قانون سوم ترمودینامیک**: این قانون به بیان آنتروپی می‌پردازد و در اصل بیان می‌کند که در صفر مطلق (یا فرمانی که دما به حداقل برسد) آنتروپی (S) کاهش می‌یابد و در صفر مطلق آنتروپی صفر می‌شود و این ممکن نمی‌شود.

انواع سیستم ترمودینامیکی

۱- **سیستم بسته:** انرژی را با محیط پیرامون خود تبادل می‌کند. اما جرم (ماده) را خیر، بنابراین انرژی مکانیکی از چنین سیستمی استخراج می‌شود.

۲- **سیستم باز**: اگر بین سیستم و محیط تبادل ماده و گرما (انرژی) صورت گیرد، سیستم باز است.

۳- **سیستم ایزوله (منزوی):** سیستمی بسته است که با محیط تبادل انرژی (گرمایی) و ماده (جرم) نداشته باشد. بنابراین از آهن هیچگونه جرم یا انرژی عبور نمی‌کند.

۴- **سیستم آدیاباتیک (بی‌درو):** سیستمی که با محیط تبادل گرمایی (انرژی)ندارد اما تبادل جرم دارد.

* **آنتالپی:** یکی از توابع مهم ترمودینامیکی می‌باشد که وابسطه به نقطه است و به مسیر فرآیند بستگی ندارد. به عبارتی آنتالپی بیان دیگری از انرژی داخلی جسم است. اما به طور دقیق می‌توان گفت آنتالپی انرژِ ی لازم برای انجام واکنش است و رابطه آن به صورت $H=U+PV$ تعریف می‌شود.

* **ظرفیت گرمایی(CV)**: مقدار انرژی گرمایی که طی یک فرآیند به ماده داده می‌شود تا دمای آن یک واحد افزایش یابد.

* ظرفیت گرمایی آب مایع از یخ و بخار بیشتر است زیرا آب ظرفیت نهان تبخیر خود را حفظ می‌کند.

* دلیل اعتدال آب و هوا به صورت طبیعی به بالا بودن ظرفیت گرمایی آب مایع نسبت به ظرفیت گرمایی یخ و بخار است.

* **ضریب اتمسیته(γ)**: رابطه بین cp (ظرفیت گرمایی در فشار ثابت) و cv (ظرفیت گرمایی در حجم ثابت) را بیان می‌کند و همیشه بزرگتر از یک است.

* **آنتروپی**(Δs): یک خاصیت ترمودینامیکی است که تابع مقدار است و به مسیر فرآیند بستگی ندارد. و بیان گر بی‌نظمی ماده‌ای است که در حالت بررسی است و هر چه بی‌نظمی بیشتر باشد آنترو پی بیشتر است. آنتروپی جامد< آنتروپی مایع< آنتروپی گاز.

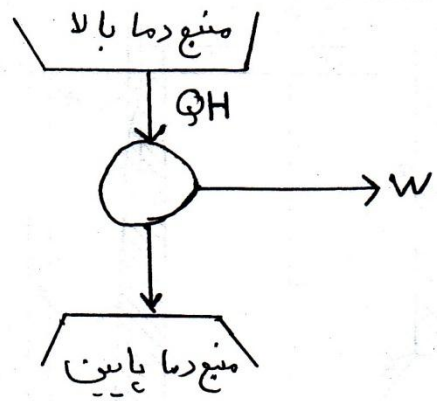
* یک فرآیند در صورتی فایل انجام است که $\Delta S \geq 0$ باشد وΔS کل هیچ گاه منفی خواهد شد (محیط) ΔS + (سیستم) ΔS = ΔS_T

* توجه داشته باشید فرآیند ایزوتروپیک فرآیندی است که در آن آنتروپی ثابت است

«سیکل‌های توان و تبرید»

* **به طوری کلی در یک سیستم توانی (قدرتی)**: ماده‌ایی از منبع دمایی بالا به منبع دمای پایین نزول می‌کند و انرژی کاهش دما در آن به صورت کار مورد

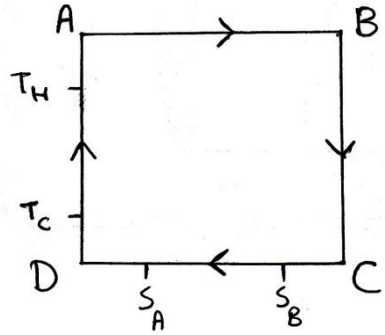
استفاده قرار می‌گیرد (مانند توربین‌ها)



انواع سیکل‌های ترمودینامیکی

۱- سیکل رانکین: ساده‌ترین سیکل بخار می‌باشدکه در نیروگاهها استفاده می‌شود.

۲- سیکل کارنو: یک چرخه بازگشت پذیر است که بیشترین کارایی را دارد: این سیکل از چهار فرآیند باز برگشت پذیر درست شده است که دو تا از آنها هم دما و



دو تای دیگر آدیاباتیک است.

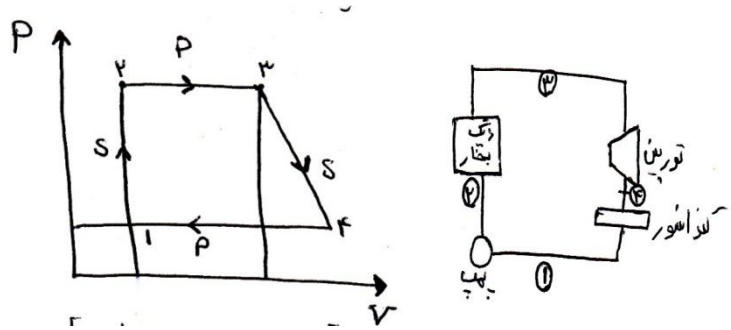
الف) **فرآیند هم دما:** گاز در مسیر AB در دمای ثابت T_H گرمای QH را از چشمه گرم می‌گیرد و به طور هم دما منبسط می‌شود.

ب) **فرآیند آدیاباتیک:** در مسیر BC ماده به صورت آدیاباتیک تا دمای T_c می‌رسد.

ج) فرآیند هم دما (۲): در مسیر CD گاز کامل به صورت هم دما در دمای T_cبا دادن QC به چشمه سرد متراکم می‌شود.

د) فرآیند آدیاباتیک: که در مسیرDA کاری به صورت آدیاباتیک متراکم شده و دمایش به T_H می‌رسد.

چرخه رانکین: این مدل برای نیروگاه بخار ساده بیان می‌شود و از دو فرآیند فشار ثابت و دو فرآیند آدیاباتیک برگشت پذیر تشکیل شده است.



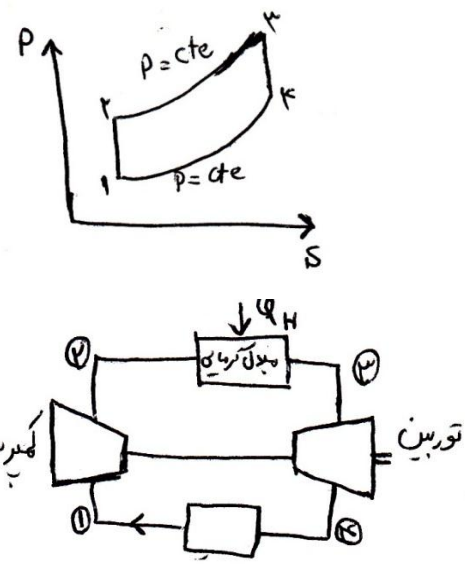
۱-۲ فرآیند پمپ کردن آدیاناتیک برگشت پذیر=S_1)(S_2 [حالت ۲ مایع اشباع]

۲-۳ انتقال گرمای فشار ثابت در دیگ بخار (افزایش آنتروپی (s))

۳-۴ انبساط آدیاباتیک برگشتذیر در توربین =S_3)(S_4[حالت ۳ بخار اشباع یا فوق داغ]

۱-۴ انتقال گرمای فشار ثابت در چگالنده (کندانسور) [کاهش آنتروپی]

چرخه برایتون: این چرخه برای توربین‌های گازی کاربرد دارد و شامل دو فرآیند فشار ثابت و دو فرآیند آنتروپی ثابت است. اگر این تشکیل همراه با سیال عامل به کار رود که کندانس می‌شود آن را سیکل رانکین می‌نامیم و اگر همراه با سیال گازی تک فاز به کار رود آن را برایتون گویند.



چرخه اتو: سیکل اتو سیکل ایدال برای موتورهای احتراق داخلی و دارای جرقه است و شامل دو فرآیند حجم ثابت و دو فرآیند آنتروپی ثابت است.

چرخه دیزل: این چرخه سیکل ایدالی برای موتورهای تراکمی قابل اشتعال است شامل یک فرآیند حجم ثابت، یک فرآیند فشار ثابت ودو فرآیند آنتروپی ثابت است.

* **چرخه تبرید**: یک چرخه با فرآیندی عکس فرآیند سیکل قدرت (توانی) می-باشد.

* **پدیده اختناق ژول- تامسون**: این فرآیند یک فرآیند کاهش فشار است که در یک مسیر سریع و کوچک مانند یک شیر نیمه باز اتفاق می‌افتد و به دلیل سریع بدون دارای فرضیات زیر است.

۱- فرآیند آدیاباتیک است ***(Q=0)*** چون سطح بسیار کوچک ***Rate*** حررات در نظر گرفته نمی‌شود.

۲- ***W=0*** است زیرا کاری انجام نمی‌شود.

۳- انرژی جنبشی صفر است.

* توجه داشته باشید نتیجه فرضیات بالا نشان دهنده این مطلب است که فرآیند ژول- تامسون آنتالپی ***(h)*** ثابت است و رابطه‌ی آن برابر

$$\mu_i = [\frac{\partial T}{\partial p}]_h$$

* در اغلب موارد استفاده از این فرآیند در صنعت، به دلیل کاهش دماست به عبارتی با کاهش فشار، دما کاهش یابد.

* ژول تامسون در مورد گاز ایدال صفر است.

* **نقطه حباب**: اگر به محلول مایع حرارت دهیم، اولین نقطه‌ایی که حباب در آن ظاهر شود نقطه حباب ***(Bubble Point)*** گویند و در آن $0 \sum y_{0_1} =$ است.

* **نقطه شبنم:** هرگاه بخارفوق داغی را سرد کنیم اولین قطره مایع که تشکیل شود آن نقطه دمایی نقطه شبنم ***(Dew Point)*** است. ودر آن ترکیب فاز بخار هنوز تغییر نکرده است و در آن $\sum x_i = 1$ است.

* کار برگشت پذیر همیشه بیشتر از کار برگشت ناپذیر است زیرا عواملی چون اصطکاک در کار برگشت ناپذیر میزان تبدیل میزان تبدیل کار را می‌کند.

* **فرآیند ایزومتر** (حجم ثابت): یک فرآیند برگشت پذیر که در آن حجم برای گاز ایدال ثابت خواهد بود و طبق آن انتقال گرما برابر انرژی درونی است.

$$Q\text{-}W = \Delta u \; at \; V = cte \; \rightarrow Q = \Delta u$$

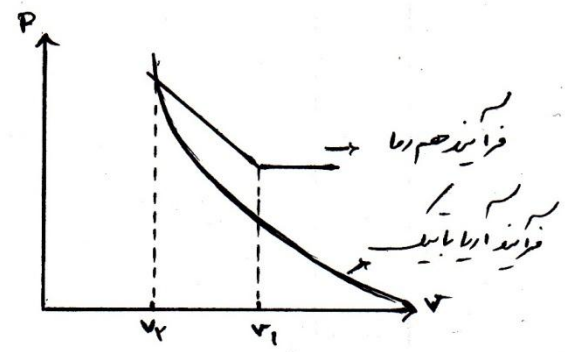
یعنی کار در این فرآیند صورت نمی‌گیرد.

* **فرآیند ایزوبار** (فشار ثابت): در طی این فرآیند برگشت پذیر فشار ثابت خواهد بود و طبق آن $Q=\Delta H$ (گرما برابر تغییرات آنتالپی) خواهد بود.

* **فرآیند هم دما** (ایزوترم): طی این فرآیند برای گاز آرمانی دما تغییر نخواهد کرد و میزان گرما برابر خواهد بود با میزان کار انجام شده $Q=W$

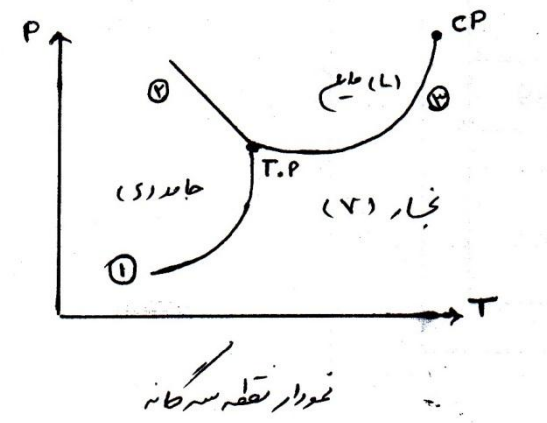
* **فرآیند آدیاباتیک (بی دررو):** طی این فرآیند گرما (Q) برابر صفر خواهد شد در نتیجه $Q\text{-}W = \Delta u \; at \; Q = cte \; \rightarrow \Delta u = -W$

* توجه داشته باشید کار انجام شده توسط فرآیند دما ثابت (ایزوترم) بیشتر از کار انجام شده در فرآیند آدیاباتیک می‌باشد (به نمودار توجه کنید)



* نقطه سه گانه ***(Triple point)***: نقطه‌ایی که تعادل بین سه فاز مستقل (مایع، جامد و گاز) در آن وجود دارد. و نمودار آن به شکل زیر است.

نمودرا نقطه سه گانه:



خط ۱ خط تصعید

خط ۲ خط ذوب فاز جامد

خط ۳ خط تبخیر

C.P: نقطه بحرانی

T.P: نقطه سه گانه

فرآیندهای انجام شده در طی فرآیندهای مختلف آن: ۱- تصعید ۲- ذوب ۳- تبخیر ۴- انجماد ۵- میعان

* درجه آزادی: درجه آزادی تعداد متغییرهای سیستم بوده که به طور دلخواه قابل انتخاب می‌باشد. متغییرها *P,Ty,X* هستند. مثلا اگر درجه آزادی برابر یک باشد بدین معنی است که یکی از متغییرهای *Y,X,P,T* را به دلخواه انتخاب کرد.

: رابطه درجه آزادی *F:C-P+2_r-S*

F: درجه آزادی

C: تعداد اجزاء

R: تعداد واکنش‌های شیمیایی مستقل

S: تعداد محدودیتهای سیستم

* نکات مهم در محاسبه درجه آزادی: ۱- تمام گازهای یک فاز محسوب می‌شوند ۲- هر جزء جامد یک فاز محسوب می‌شود ۳ مایعات غیر قابل امتزاج هر کدام یک فاز و امتزاج پذیر همگی یک فاز هستند ۴ آزئوتروپ یک محدودیت است زیرا در این نقطه *X=y* است.

فصل ششم:

انتقال جرم

مباحث فصل

قانون فیک

برج های سینی دار

مخازن مولد حباب

برج تقطیر

انواع سینی

جذب و دفع

آزئوتروپ

و...

* **قانون فیک *(Fick)*:** $J_A = -D_{AB}\frac{\partial C_A}{JZ}$

این قانون بیان کننده‌ی شار جرم می‌باشد و علامت منفی نشان دهنده نفوذ در جهت کاهش غلظت است.

* **علت استفاده از مخازن مولد حباب در برج‌ها**: این دستگاهها جریان گاز را به صورت حباب در می‌آورند و هدف آنها ایجاد سطح تماس دو فاز و هم زدن دو فاز است.

* **انواع سینی‌ها در برج تقطیر سینی‌دار**: ۱- سینی مشبک ۲- سینی کلاهکی *(cap)* ۳- سینی دریچه‌ای ۴- سینی لیند *(Linde)*

۱- مشبک: این سینی‌ها قدیمی اما ارزان قیمت هستند و به دلیل ارزانی کار برد فراوانی دارند و عوامل موثر در طی آنها، قطر برج- عمق مناسب و سطح فعال و منافذ آنهاست.

۲- کلاهکی: کم کاربرد هستند زیرا هزینه آنها دو برابر مشبک است و معمولا برای ایجاد زمان لازم در تماس مایع گاز استفاده می‌شوند.

۳- دریچه‌ایی: دارای شکافهای قابل تنظیم است و بازده آنها با لیند مشبک *6mm* برابر است.

۴- لیند: آنها به سینی پرشده نیز معروفند در آنها جریان قابل تغییر جهت است و تولید کف در آنها یکنواخت است.

* **برج‌های پرشده (آکنه):** برج‌های پرکاربرد بعد از برج‌های سینی‌دار می‌باشد و پرکن‌های آنها باید ۴ خصوصیت داشته باشند.

۱- سطح تماس بالا ۲- از نظر شیمیایی بی‌اثر ۳- ارزان ۴- مقاوم و محکم باشد

* پرکن‌ها بر دو نوع منظم و نامنظم موجود است که معمولا نوع منظم آنها کاربرد دارد.

پرکن منظم معمولا افت کمی دارد ولی هزینه چیدن در آنها بالاست.

انواع پرکن:۱- راشینگ ۲- لیبنگ ۳- پال ۴- زمینی ۵- IMTP

مقایسه برج سینی‌دار و پر شده: ۱- افت فشار که معمولا در تقطیر در خلاء اهمیت دارد در برج پر شده کمتر است ۲- ماندگی گاز در برج پرشده کمتر است که این امر در تقطیر ناپیوسته اهمیت دارد. ۳- نسبت مایع به گاز اگر در تقطیر کم باشد بهتر است از سینی‌دار استفاده شود ۴- سرد کردن مایع در برج سینی‌درا بسیار راحت‌تر است ۵- در برج سینی‌دار می‌توان از جریانهای جانبی استفاده کرد ۶- تمیز کردن برج‌های سینی‌درا راحتر است.

* در مواردی که مواد معلق در خوراک است هیچ یک از برج‌های سینی‌دار و آکنه کاربرد ندارد و باید از برج‌های همزمان‌دار یا و نتوری تک مرحله‌ایی استفاد کرد.

* اساس عملیات تقطیر اختلاف دمای جوش اجزاء تقطیراست.

* عیب اصلی تقطیر این است که فازها دارای انتخاب پذیری بالا نیستند: به عبارتی فاز دوم از فاز اول حاصل می‌شود.

* توجه داشته باشید در تقطیر نقطه جوش وجود ندارد و دمای جوش مطرح است که از نقطه حباب تا شبنم گسترده است.

* **انواع تقطیر**: ۱- تقطیر ناگهانی ۲- تقطیر جزء جزء ۳- تقطیر دیفرانسیلی

* **علت استفاده از جریان برگشتی (رفلاکس):** بالا بردن خلوص که با جذب اجزاء غیر فرار خوراک که به قسمت بالای برج رسیده‌اند و بازگشت آن به برج باعث خلوص محصول می‌شود البته معمولا جریان برگشتی باعث خنک شدن بالای برج نیز می‌شود.

* وقتی برگشتی بی‌نهایت باشد تمام محصولات بالای برج برگشت داده می‌شود، خوارک متوقف شده ظرفیت حرارتی کندانسور و ری بویلر بالا می‌رود و به بی‌نهایت نزدیک می‌شود.

* مقدار برگشتی نرمال معمولا ۲/۵ تا ۱/۲ برابر حداقل برگشتی است.

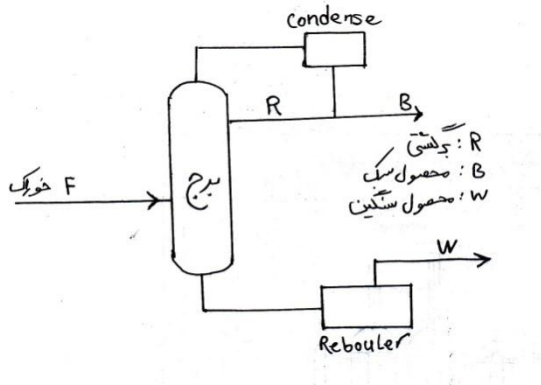
* وقتی میزان برگشتی بی‌نهایت باشد تعداد سینی‌ها حداقل است و برعکس.

*تقطیر مخلوط‌های دارای آزئوتوروپ به طور معمولا ممکن نیست و معمولا از روشی استخراجی برای آنها استفاده می‌شود.

* تقطیر مواد حساس به دما معمولا از تقطیر در فشار پایین استفاده می‌شود.

* تمام بخارات موجود در برج تقطیر در دمای شبنم و تمام مایعات آن در دمای حباب (جوش) هستند.

* نمای کلی از یک برج تقطیر به صورت تئوری

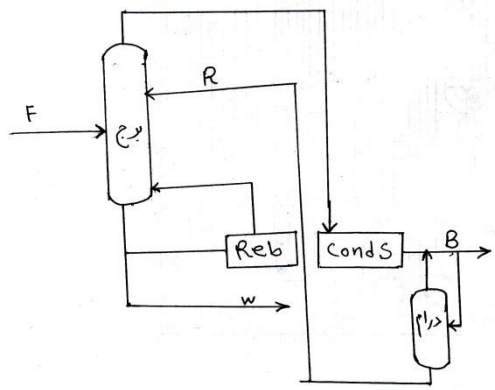


R : برگشتی

B : محصول سبک (بالای برج)

W : محصول سنگین

* نمای صنعتی برج تقطیر:



* همانطور که در شکل پیداست در صنعت سیستم کنداسنور را بر روی زمین نصب می‌کنند زیرا هزینه نصب چنین تجهیز بزرگی در ارتفاع بالا بسیار زیاد است.

* نصب یک درام در قبل از برگشتی لازم است زیرا تنها مایعات را از ته درام به برج برگردانند و از ورود بخار به برج از طریق برگشتی جلوگیری شود.

* **جذب سطحی:** انتقال فاز گاز به جامد صورت گیرد و سازندگان فاز گاز با مقادیر متفاوت بر روی جامد جذب می‌شود.

* **دفع سطحی:** انتقال فاز جامد به گاز صورت گیرد فرآیند خشک کردن یا دفع سطحی گویند

* روش شناور سازی یک روش جداسازی مکانیکی است و روش جداسازی شیمیایی که مربوط انتقال جرم باشد صورت نمی‌گیرد.

* تبدیل مستقیم جامد به بخار را تصعید گویند.

* مقایسه پدیده‌های انتقال جرم و حرارت تنها در انتقال جرم بالا صورت می‌گیرد.

* توجه داشته باشید در برج‌های سینی‌دار قسمت پایین برج دمای بالاتر از قسمت بالای برج است زیرا جوش آور در قسمت پایین است

* **سرعت حد:** سرعتی است که در آن نیروی غوطه‌ور سازی با نیروی مقاوم وارد بر سطح برابر می‌شود.

***آزئوتروپ:** آزئوتروپ به مخلوط‌هایی می‌گویند که دارای یک دمای جوش است. و به اصطلاح هم جوش گویند و در تقطیر مخلوط‌های آزئوتروپی جداسازی نمی-شوند.

* **روش‌های محاسبات تقطیر:** ۱- مک کیپ که یک روش پرکاربرد اما نسبی است ۲- روش پا نجوان- ساواریت که روش طولانی اما دقیق است و برای حل آن داده‌های آنتالپی لازم است.

* در برج تقطیر اگر برگشتی سرد باشد (سردتر از قسمت بالای برج) در نتیجه مایع برگشتی مقداری از بخارات بالای برج را خنک کرده و عملا برگشتی بیشتر می‌شود. جداسازی کاملتر صورت می‌گیرد.

فصل هفتم:

کنترل فرایند

این فصل ویژه داوطلبین کارشناسی و بالاتر می باشد

مباحث فصل:

فرآیند های کنترلی

تعریف پاسخ ها

OFF SET

کنترل کننده انتگرالی

کنترل کننده تناسبی

کنترل کننده های ترکیبی

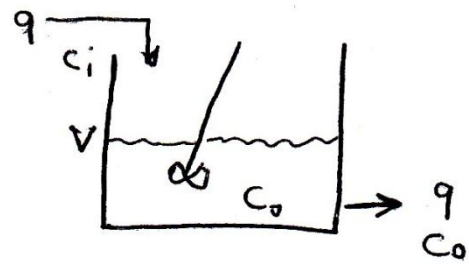
آزمون روت

پایداری نایکوئیست

و...

فرآیندهای ساده کنترلی

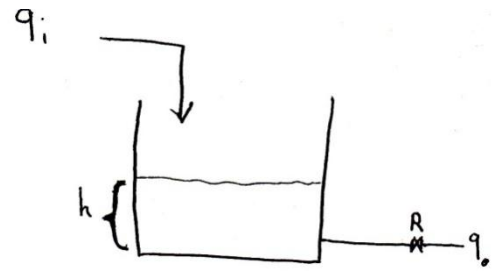
۱- **سیستم اختلاط:** این سیستم ساده‌ترین فرآیند کنترلی را دارد و به صورت ظرفی است که دو ماده را با هم مخلوط می‌کند (نمک و آب) و دارای یک همزن است. وجود همزن در آن باعث می‌شود غلظت در ظرف ثابت باشد (نمونه راکتورهای همزن‌دار)



روابط مهم مربوط به این فرآیند: $R=\frac{1}{q}$: مقاومت

$T=\frac{V}{q}$: ثابت زمانی

۲- **سیستم سطح مایع**: این سیستم دارای مخزنی است که هنگامی که سطح مایع از حد مشخصی بالاتر می‌رود خروجی آن باز و سطح مایع کنترل می‌گردد.



فرمول‌های مربوط به آن :

$R=\frac{h}{q}$: مقاومت

RA *(T):* : ثابت زمانی

۳- سیستم دما سنج جیوه‌ایی: سیستم دما سنج جیوه‌ای حساس بـه دمـا مـی‌باشـد. دارای حبابی است که در صورت بالا رفتن دما جیوه موجود در آن انبساط پیدا کرده و بالا می‌رود در صورت کاهش دما عکس این عمل اتفاق می‌افتد.

$R=\frac{1}{hA}$: مقاومت

$\frac{mc}{hA}$ *(T):* : ثابت زمانی

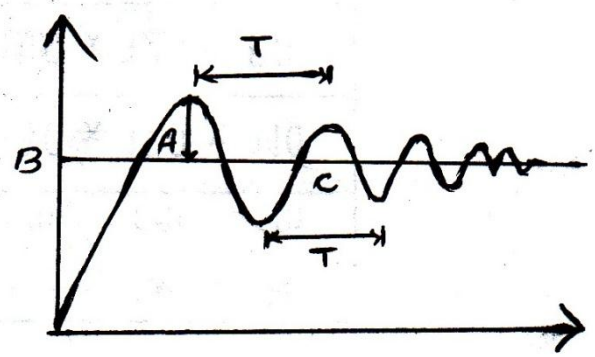
* تعارف مربوط به پاسخ سینوسی:

۱- **فرارفت** *(overshoot)* : نشان دهنده این است که پاسخ در نهایـت چـه قـدر می‌تواند از مقدار نهایی تجاوز کند و بیشترین تجاوز مربوط به نوسـان اول اسـت. بـا توجه به شکل فرارفت برابر است با نسبت $os = \frac{A}{B}$

۲- **نسبت فروکش** *(Decay Ratio)*: نسبت فروکش برابر نسبت انحراف دو نوسان متوالی از مقدار نهایی است و مطابق شکل برابر نسبت $\frac{C}{A}$ است اما می‌توان گفت برابر با توان دوم فرارفت است **فروکش= $(OS)^2$**

۳- **زمان خیز** *(Rise time)*: زمان لازم برای اینکه پاسخ برای اولین بار به مقدار نهایی خود برسد.

۴- **زمان پاسخ** : در سیستم‌های نوسانی(درجه ۲) برعکس سیستم‌های ساده درجه اول پاسخ هیچ‌گاه دقیقا به میزان نهایی خود نخواهد رسید و به فاصله ٪۵ $\pm$ از میزان پاسخ زمان پاسخ گویند.



* انواع کنترل کننده‌ها

۱- **کنترل کننده *on- off***: این کنترل کننده شامل دو وضعیت خاموش و روشن است این کنترل کننده‌ها ساختار نسبتا ساده و ارزان هستند و وظیفه آنها قطع یا وصل یک جریان است.

۲-**کنترل کننده ی تناسبی *p*** : در این نوع کنترل کننده‌ها فشار خروجی منتاسب با خطای ورودی است $P(t) = K_c \in (t)$

P(t): خروجی

K_c: بهره (ثابت تناسب)

$\in$: خطا

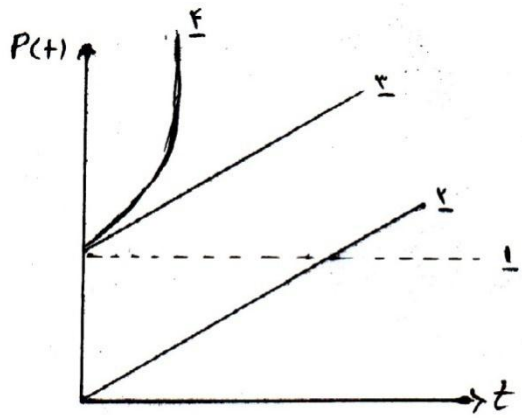
۳- **کنترل کننده انتگرالی *(I)***: در آن خروجی کنترل کننده $P_{(t)}$با آهنگی متناسب با انتگرال خطا $\in_{(t)}$ تغییر می‌کند.

۴- **کنترل کننده تناسبی انتگرالی *(PI)***: فشار خروجی از این کنترل کننده‌ها به طور خطی و متناسب با مجموع خطا و انتگرال خطا ست و شامل هر دو نوع کنترل کننده قبل است.

۵- **کنترل کننده نتاسبی – مشتقی *(PD)*** : فشار خروجی این کنترل کننده به طور خطی و متناسب با مجموع خطا و مشتق خطا است.

۶- **کنترل کننده تناسبی- انتگرالی مشتقی *(PID)*** : فشار خروجی آن از هر سه نوع کنترل کننده استفاده می‌کند و با کمترین خطا عمل می‌نماید.

❋ نمودار کنترل کننده‌ها



۱) کنترل کننده تناسبی *(P)*

۲) کنترل کننده انتگرالی*(I)*

۳) کنترل کننده تناسبی- مشتقی *(PD)*

۴) کنترل کننده تناسبی – مشتقی- انتگرال *(PID)*

* ***off set*** **(خطای حالت پایدار):** ممکن است متغییر مورد کنترل کننده نتواند متغییر را دقیقا به میزان مقرر برساند و در نهایت متغییر با میزان فاصله مقرری حاصل شود. این میزان انحراف از مقدار اصلی را ***off set*** گویند

$$off\ set = R_{(t\to\infty)} - C_{(t\to\infty)}$$

R(t): مقدار مقرر ***(set point)***

$C_{(t)}$: مقداری که متغییر در نهایت باید به آن برسد.

* کنترل کننده تناسبی هیچ‌گاه ما را به میزان مقرر نمی‌رساند و همراه میزانی ***off set*** دارد. اما با افزایش K_c (بهره کنترل) می‌توان ***off set*** را کاهش داد

* کنترل تناسبی – انتگرالی ***(PI)*** : همواره میزان ***off set*** صفر است و در ضمن یک سیستم سریع نیز می‌باشد

* فرآیندها به دو دسته ۱سریع (***Level*** ، فشار، فلو ***(Flow)*** ۲ فرآیندهای کند (دما) تقسیم می‌شود. برای فرآیندهای کند از کنترله ***PID*** که سریع است استفاده می‌شود و برای کنترل کننده‌های سریع از کنترل کننده‌های کندتر استفاده می‌شود.

* **روش‌های تعیین کننده پایداری سیستم کنترل**: ۱- **روش روت** ***(Routh)*** : شرط پایدار بودن سیستم‌ها در این آزمون مثبت بودن تمام اعداد در ستون اول این تست است و به ازاء هر تغییر علامت (مثبت و منفی) تعداد ناپایداری سیستم بدست می‌آید.

۲- **پایداری نایکوئیست**: این روش یک روش دقیق و زمانبر است اما ریشه‌ها را در جهت موهومی نشان می‌دهد.

فصل هشتم:

راکتورها

تقسیم بندی واکنش ها

انواع واکنش

درجه واکنش

انواع راکتور

تفاوت راکتور ها

تعریف راکتور پیوسته

زمانه نیمه عمر واکنش

و...

* **تقسیم بندی واکنش‌ها:** ۱- واکنش‌های هموژن: که در آنها تنها یک فاز موجود است و پارامترهای موثر در آن دما، فشار و غلظت می‌باشد.

۲- واکنش‌های هتروژن: در آنها بیش از یک فاز وجود دارد مانند واکنش‌های کاتالیزوری که فاز کاتالیست از فاز مواد جدا است.

* **انواع واکنش**:۱- سری $A \rightarrow B \rightarrow C$

۲- موازی $A \rightarrow B, A \rightarrow C$ *(parallel)*

۳- جانبی , $A \rightarrow B$ اصلی

$C \rightarrow D$ جانبی

۴- واکنش مخلوط $A+B \rightarrow C$ $C+B \rightarrow D$

* **واکنش ابتدایی و غیر ابتدایی**: ۱ ابتدایی: واکنشی که در یک مرحله صورت می‌گیرد و رابطه بین معادله شیمایی و معادله سرعت وجود دارد.

رابطه سرعت $r_A = KCA^2CB$ معادله شیمیایی $2A+B \rightarrow R$

*۲ غیر ابتدایی: واکنشی که بیش از یک مرحله برای انجام واکنش نیاز دارد و رابطه‌ایی مستقیم بین معادله شیمیایی و معادله سرعت وجود ندارد.

* **ملکولاریته**: تعداد مولکولهایی که در مرحله تعیین سرعت واکنش دخالت دارند.

* **درجه واکنش**: عبارتند است از: مجموع توانهایی موجود در عبارت سرعت واکنش به عنوان مثال $2A+B \rightarrow R$ که درجه کلی آن ۳ ملکولاریته ۳ درجه نسبت به A برابر ۲ ودرجه نسبت به B برابر ۱ است.

انواع راکتور

۱- **راکتور ناپیوسته**: در این نوع راکتورها ابتدا مواد وارد ظرف راکتور می‌شود پس واکنش صورت می‌گیرد و در نهایت محصول از ظرفیت تخلیه می‌شود. این نوع راکتورها معمولا دارای تفسیر ساده و در دما و حجم ثابت استفاده می‌شوند. قابلیت انعطاف بالا دارند و بهای ساخت آنها اندک است ولی هزینه کارگری آنها بالا و تمیز کردن آنها سخت است.

* **راکتورهای نیمه پیوسته *(semibatch)*** : این راکتور در صنعت نفت کاربرد چندانی ندارد و بیشتر برای داروسازی کاربرد دارد.

* **راکتورپیوسته *(continuous)*** : بیشترین مورد استفاده از راکتورها در صنعت از این نوع می‌باشد و به دو صورت ***mixed flow, plug flow*** می‌باشد که در جریان ***plug*** اختلاط وجود ندارد و زمان اقامت برای تمام اجزاء سیال یکسان است.

* **موارد استفاده از راکتور نوع *Mixed*** : ۱- مواردی که نیاز به پایین نگه داشتن غلظت ماده اولیه باشد ۲- مواردی که نیاز به اضافه کردن جسم بی‌اثر به خوراک باشد ۳- برای بدست آوردن میزان تبدیل بالا

* **موارد استفاده از راکتور *batch* یا *plug***: این دو راکتور تقریبا از یک کاربرد برخوردار هستند: ۱- غلظت بالای مواد اولیه مورد نیاز باشد ۲- نیاز به میزان تبدیل پایین ۳- فشار بالا در سیستم باشد.

* **تعریف زمان برش شدن *(space time)*** در راکتورهای *plug*: این مقیاس جهت اندازه‌گیری سرعت تحول در راکتور می‌باشد و به تعریف عبارت است از زمان لازم جهت انجام تغییرات مورد نظر در خوراک به میزان حجم راکتور

* **سرعت پر شدن *(space velocity)***: عبارت است از چند برابر حجم راکتور از خوراک در واحد زمان مورد عمل قرار گیرد. به عنوان مثال سرعت پرشدن $2hr^{-1}$ یعنی ساعت ۲ برابر حجم راکتور از خوراک در شرایط معلوم وارد راکتور می‌شود و زمان پرشدن ۲ دقیقه بدین معنی که یک حجم از راکتور ۲ دقیقه زمان فرآیند دارد.

* **زمان نیمه عمر واکنش**: مدت زمانی که غلظت ترکیت شونده به نصف مقدار اولیه خود برسد به عنوان مثلا برای واکنش درجه اول برابر $t_{1/2} = \frac{ln2}{K}$ می باشد.

* **واکنش‌های اتوکاتالیزوری**: واکنش‌هایی که در آن یکی از محصولات واکنش به صورت کاتالیزور عمل می‌کند. در طول واکنش تعداد کل مولهای A و R

فصل نهم:

کمپرسورها

مباحث فصل:

تعریف کمپرسور

توان

انواع درجه حرارت

دسته بندی کمپرسور

عوامل انتخاب کمپرسور

انواع کمپرسور

پدیده سرج

و...

* کمپرسور به ماشینی اطلاق می‌شود که برای افزایش فشار سیالات تراکم پذیر (گازها و بخارات) استفاده می‌شود به عبارتی یک کمپرسور همانند یک پمپ است با این تفاوت که برای سیالات تراکم پذیر استفاده می‌شود ودر شاخه علم مکانیک سیالات قرار دارد.

* **توان:** کار انجام شده در واحد زمان را توان گویند و برابر $P=\frac{w}{t}$ می‌باشد و برای کمپر سور نیز توان از اهمیت بالایی برخوردار است.

* در کمپرسورها دما از اهمیت بالایی برخوردار است و تا حد امکان باید ثابت نگه داشته شود.

* **انواع درجه حرارت**: ۱- سانتیگراد (سیلسوس): مقیاس اندازه گیری در سیستم *SI* است و مبنای صفر آن آب و یخ می‌باشد (c^o).

۲- فار نهایت: مقیاس اندازه‌گیری در سیستم انگلیسی و آمریکایی می‌باشد و هر ۱۰۰ درجه سانتیگراد ۲۱۲ درجه فاز نهایت می‌باشد (F^o).

۳- دمای مطلق کلوین: بنابه قرارداد دمای 273^oc- را صفر مطلق یا کلوین در سیستم *SI* گویند.

۴- دمای مطلق رنکین: مبنای دمای مطلق در سیستم انگلیسی می‌باشد و برابر - 460^oF است. در دمای مطلق اجسام هیچگونه جنبشی ندارند.

* **روابط دمایی:**

$F = 1/8^oc + 32$

$K= 273 + ^oc$

$R= 460 + ^oF$

دسته بندی کمپرسورها: ۱- کمپرسورهای گریز از مرکز ۲- کمپرسورهای جابه‌جایی مثبت.

* **کمپرسورهای جابه‌جایی مثبت**: در این کمپرسورها همواره مقدار معینی از گاز بین دو قطعه به تله انداخته می‌شودو با کاهش حجم محفظه، فشار گاز افزایش می‌یابد و دو نوع دورانی ***(Rotary)*** و تناوبی دارد.

* **کمپرسورهای گریز ا ز مرکز**: این کمپرسورها دارای جریان پیوسته است و در آن ابتدا انرژی جنبشی گاز مورد تراکم افزایش داده می‌شود و سپس بخش اعظمی از انرژی جنبشی آن در یک مجرای گشاد شونده بنام حلزونی به انرژی پتانسیل (فشار) تبدیل می‌شود.

* کمپرسورهای دورانی از نظر رفتاری جزء کمپرسورهای جابه‌جایی مثبت است ولی از نظر نیروهای وارد همانند کمپرسورهای رفت و برگشتی است زیرا پره‌ی آن در حال چرخش است.

* **عوامل موثر در انتخاب کمپرسورها:**

۱- فشار و دبی مورد نظر ۲- حساسیت به روغن

۳- بهای انرژی ۴- خواص فیزیکی گاز مورد تراکم

۵- قیمت اولیه ۶- حداکثر درجه حرارت

* **کمپرسورهای تناوبی**: این کمپرسورها قدیمی‌ترین کمپرسورها هستند و همانند سیلندر ماشین کار می‌کند و دارای یک پیستون و سیلندر است که گاز وارد سپس در محفظه محبوس متراکم و سپس خارج می شود.

* کمپرسورهای جابه‌جایی مثبت معمولا برای تولید فشار بالا دبی کم مورد استفاده قرار می‌گیرد و کمپرسورهای گریز از مرکز برای معمولا برای فشار متوسط و دبی بالا کاربرد دارد. و هزینه اولیه آنها بیشتر است.

* **پدیده سرج** (موجدار شدن) در کمپرسورهای گریز از مرکز:

هرگاه میزان دبی ورودی به کمپرسور از حد مشخصی کمتر شود و فشار قسمت خروجی از ورودی بیشتر شود باعث می‌شود پروانه کمپرسور به لرزه بی‌افتد کمپرسور به شدت ایجاد سرو صدا کند که این امر باعث می‌شود پروانه و کیس کمپرسور خراب شود. جهت جلوگیری از این امر معمولا یک لوله از خروجی به ورودی وصل می‌کنند و در مواقع ایجاد سرج مقدرای گاز خروجی را به ورودی می-دهند تا کمبود فشار جبران شود

فصل دهم:

مخازن نگهداری

مباحث فصل:

انواع مخازن

کاربرد مخازن

سقف مخازن

سفق شناور

مخازن سرد

علائم مخازن

حفاظت خوردگی

و...

* به طور کلی مخازن به دو دسته بزرگ مخازن روباز و مخازن بسته تقسیم بندی می‌شوند مخازن روباز اغلب حوضچه‌ها و کانال‌هایی ثابت هستند که ساختار ساده دارند و معمولا برای آب و پساپ مورد استفاده قرار می‌گیرند ولی مخازن بسته دارای کاربرد و تنوع فراوان هستند که اغلب برای نگهداری مواد شیمیایی کاربرد دارند.

*** انواع مخازن بسته:**

۱- مخازن استوانه‌ای:

الف) مخازن باسقف شناور ب) مخازن با سقف ثابت ج) مخازن سرد

۲- مخازن کروی

* **مخازن کروی**: مخازنی هستند که برای نگهداری مواد با فشار بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساختار کروی آنها باعث می‌شوند که فشار به طور یکنواخت در تمام جهات پخش شود و از اعمال فشاربیش از حد به یک نقطه جلوگیری می‌شود.

* وجود سایبان بالای مخازن کروی به دلیل جلوگیری از تاثیر اختلاف دما در شب و روز بر روی مخزن است.

* **مخازن استوانه‌ایی سقف شناور** دارای دو نوع: ۱- سقف ثابت و سقف شناور همزمان ۲- سقف شناور تنها هستند که نوع دو سقف شناور بر روی مایع قرار دارد و یک سقف ثابت برای اطمینان بالا بروی سر مخزن نصب شده است در صورتی که در نوع تک سقفی سقف شناور وظیفه سقف اصلی مخزن را به عهده دارد.

* سقف‌های شناور به دو صورت پن و پانتن ساخته می‌شود. سقف پن با مایع بالا و پایین می‌شود و دارای تعادل حساسی است و با کوچکترین سوراخی در سقف تعادل

به هم می‌خورد. در نوع پانتن سعی شده با استفاده از مواد فوم مانندی سقف دارای تعادل بیشتری گردد که در صورت سوراخ شدن تعادل حفظ گردد.

* انواع سقف مخازن : ۱- سقف گنبدی ۲- سقف مخروطی ۳- سقف نیم کره

* توجه داشته باشید هر چه فشار مخزن بالا رود سقف مخزن به سمت کروی شدن پیش خواهد رفت.

* در سقف مخازن بزرگ برای جلوگیری شدن از مچاله شدن وسط سقف برای آنها ساپورتهایی جهت محکم سازی استفاده می‌شود که حکم اسکلت بندی را برای سقف ایفا می‌کنند.

* **مخازن سرد**: این مخازن برای نگهداری مواد با دمای پایین کاربرد دارد و برای جلوگیری از انتقال حرارت آنها با محیط آنها را دو جداره می‌سازند و بین دو جداره مخزن از مواد عایق مانند پرلیت یا فوم استفاده می‌شود تا از انتقال حرارت مواد سرد به محیط جلوگیری شود.

* مخازن سرد را معمولا بر روی زمین نصب نمی‌کنند و اغلب در یک ارتفاع مشخص نصب می‌شوند تا از یخ زدگی کف مخزن جلوگیری بعمل آید.

* در اطراف مخازن کروی و استوانه‌ایی همواره رینگ‌های آتش نشان نصب است. وظیفه این رینگ‌ها پاشش آب به سطح مخزن در صورت آتش سوزی اطراف مخزن است تا بتوان مخزن را خنک نگه داشت و از آتش سوزی آن جلوگیری به عمل آید.

* مخازن مایع را معمولا در یک حوضچه نصب می‌کنند تا در صورت نشستی مخزن مایع در حوضچه جمع شود مخازن دیگر سرایت نکند.

* علائم نصب شده روی مخازن: تماتی مخازن دارای علائم رنگی ویژه شرایط مواد داخل مخزن هستند که از سه رنگ زرد (میزان واکنش پذیری مواد داخلی مخزن)، آبی (میزان سلامت مواد داخل مخزن) و قرمز (میزان آتش پذیری یا انفجار مواد داخلی مخزن) و در داخل هر رنگ اعدادی بین ۰ تا ۴ نوشته شده است که بیان کننده‌ی میزان حساسیت هر مورد است و هر چه اعداد بیشتر باشد مواد خطر ناکتر هستند. به عبارتی عدد صفر نشان‌گر عدم خطر و عدد چهار نهایت خطر می‌باشد.

* **شیر های اطمینان (*psv*):** اگر فشار مخازن بیش از حد بالا رود این شیرها عمل می‌کنند و فشار اضافه را از مخزن تخلیه می‌کنند و از انفجار مخزن جلوگیری می‌کنند.

* هر مخزن دارای یک کابل ارت هستند که وظیفه‌ی آنها انتقال الکتریسته ساکن به زمین است تا از آتش سوزی ناشی از الکتریسته جلوگیری شود.

* برای جلوگیری از خوردگی مخازن از سیستم کاتدی استفاده می‌شود و در این سیستم از یک فلز واکنش پذیرتر استفاده می‌شود که به جای بدنه مخزن خورده (اکسید) شود و از خوردگی مخزن جلوگیری شود.

فصل یازدهم:

خوردگی

مباحث فصل:

انواع خوردگی

خوردگی بین دانه ایی

خوردگی تنشی

خوردگی حفره‌ای

خوردگی شیاری

خوردگی گالوانیک

فولاد

فولاد ضد زنگ

فولاد گالوانیزه

و...

خوردگی : بطور کلی بصورت از بین رفتن مواد به علت واکنش با محیط تعریف می‌شود.

خوردگی دارای انواع متفاوتی می‌باشد که می‌توان آن‌ها را با توجه به شکل منطقه خورده شده به دو دسته کلی تقسیم نمود:

- خوردگی یکنواخت
- خوردگی موضعی

انواع خوردگی:

۱- خوردگی بین‌دانه‌ای

۲- خوردگی تنشی

۳- خوردگی حفره‌ای

۴- خوردگی شیاری

۵- خوردگی گالوانیک

خوردگی بین‌دانه‌ای

خوردگی بین‌دانه‌ای (*Intergranular corrosion*) گونه‌ای از خوردگی‌ست که در مرزدانه رخ می‌دهد.

سازوکار:این خوردگی تنها در برخی فلزها مانند فولاد زنگ‌نزن دیده می‌شود. فولاد زنگ‌نزن دارای کروم است که به آن ویژگی رویینگی می‌دهد. اگر بدلیلی (مانند عملیات گرمایی بین ۴۵۰ تا ۸۲۵ درجه سانتی‌گراد که باعث رسوب ایجاد کاربید کروم و فازهای ترد سیگما در مرزدانه می‌شود) مقدار کروم کمتر از ۱۲٪شود،فولادرویینگی‌اش را از دست می‌دهد و خوردگی می‌تواند در مرزدانه‌های آن بصورت ایجاد و گسترش ترک رخ دهد. به چنین فولادی فولاد زنگ‌نزن حساس‌شده گفته می‌شود.

خوردگی تنشی

خوردگی تنشی (*Stress corrosion cracking*) شکست یک ماده بدلیل تاثیر همزمان خوردگی و تنش کششی کمتر از تنش نامی ماده است.

خوردگی حفره‌ای

خوردگی حفره‌ای: (*Pitting corrosion*) نوعی خوردگی موضعی می‌باشد که باعث ایجاد حفره‌های کوچک در فلزات می‌شود. عامل این پدیده نرسیدن اکسیژن به بخش کوچکی از سطح می‌باشد. در این شرایط، این بخش نقش آند را بازی می‌کند و بخشی که دارای اکسیژن بالا است نقش کاتد را ایفا می‌کند که حاصل آن ایجاد خوردگی گالوانیک می‌باشد.

خوردگی حفره‌ای یکی از عوامل اصلی خرابی چرخ‌دنده‌ها است.

خوردگی شیاری

خوردگی شیاری (*Crevice corrosion*): گونه‌ای از خوردگی‌ست که واکنش آندی آن درون شیاری در سطح که تماس چندانی با بیرون ندارد رخ می‌دهد. شیار می‌تواند جای وصل‌شدن دو قطعه مانند پیچ یا واشر، درز و هرگونه جایی که الکترولیت بتواند در آن راکد بماند است.

خوردگی گالوانیک

خوردگی گالوانیک (*Galvanic corrosion*): به خوردگی در اثر وجود اختلاف پتانسیل الکتریکی بین فلزات در ارتباط با یکدیگر گفته می‌شود. اختلاف پتانسیل باعث شارش الکترونها بین این دو فلز می‌شود. در این حالت فلز دارای پتانسیل تعادلی کمتر، آند پیل الکتروشیمیایی را تشکیل داده و خورده می‌شود. فلز آند خورده نمی‌شود و یا خوردگی آن بسیار کم می‌شود.

فولاد: اصطلاح *فولاد* برای آلیاژهایآهن که بین ۰۲۵/۰ تا حدود ۲ درصد کربن دارند بکار می‌رود فولادهای آلیاژی غالبا با فلزهای دیگری نیز همراهند. خواص فولاد به درصد کربن موجود در آن، عملیات حرارتی انجام شده بر روی آن و فلزهای آلیاژ دهنده موجود در آن بستگی دارد.

کاربرد انواع مختلف فولاد

از فولادی که تا ۰٫۲درصدکربن دارد،برای ساختن سیم، لوله و ورق فولاد استفاده می‌شود. فولاد متوسط ۰٫۲تا۰٫۶درصدکربن داردوآنرابرای ساختن ریل، دیگ بخار و قطعات

ساختمانی بکار می‌برند. فولادی که ۰٫۶تا۱٫۵درصدکربن دارد،سخت است وازآن برای ساختن ابزارآلات،فنر و کارد و چنگال استفاده می‌شود.

ناخالصی‌های آهن و تولید فولاد:آهنی که از کوره بلند خارج می‌شود، چدن نامیده می‌شود که دارای مقادیری کربن، گوگرد، فسفر، سیلیسیم، منگنز و ناخالصی‌های دیگر است. در تولید فولاد دو هدف دنبال می‌شود:

- سوزاندن ناخالصی‌های چدن
- افزودن مقادیر معین از مواد آلیاژ دهنده به آهن

فولاد ضدزنگ

فولاد زنگ‌نزن (***Stainless Steel***): به فولادهای با مقدار عناصر آلیاژی بالا گفته می‌شود که توانایی مقاومت به خوردگی در اتمسفرهای خورنده و دماهای بالا را داشته باشند. فولادهای ضدزنگ معمولی حاوی حداقل ۱۰ درصد کروم هستند که عامل اصلی مقاومت به خوردگی آنهاست.

فولاد گالوانیزه

فولاد گالوانیزه (***Galvanized Steel***): به فولادگالوانیزه شده توسط روی گفته می‌شود.

فصل دوازدهم:

اطلاعات متفرقه

مباحث فصل:

مبحث شیرهای صنعتی

انواع شیر صنعتی

شیرهای اطمینان

انواع بخار صنعتی

تست های آب

آبهای موجود در صنعت

COD

BOD

TOC

و...

شیرهای صنعتی

انواع شیرها: ۱- **دروازه‌ایی *(Gate valve)***: متداول‌ترین و پرکاربردترین شیرهای صنعتی است و هدف آنها قطع و وصل جریان است.

۲- **شیرهای کروی*(GLoB valve)***: پرکار بردترین شیرهای تنظیم جریان است که قابلیت کم یا زیاد کردن جریان را دارند.

۳- **شیرهایی یک طرفه *(Check VALVE)***: این شیرها همانطور که از نامشان پیداست اجازه عبور جریان را تنها از یک طرف می‌دهند.

۴- **شیرهای اطمینان *(Safity Valve)***: این شیرها معمولا جهت بالابردن شرایط اطمینان صنعتی کاربرد دارد به این طریق که اغلب به فشار یا دمای خاصی حساس هستند و هنگام بالا رفتن بیش از فشار و دما عمل کرده و باعث تخلیه مواد می‌شوند.

۵- شیرهای دیافراگمی

۶- شیرهای پروانه‌ایی و... که کم کاربرد هستند.

بخارهای معمول مورد استفاده در صنعت:

۱- **بخار *VHP***: (بخار فوق داغ فشار بالا): این بخار دارای فشار حدود *100bar* و دمای آن حدودا $500c^o$ می‌باشد به عنوان نیرو محرکه کمپرسورهای بسیار بزرگ استفاده می‌شود.

۲- **بخار *HP*** (بخار داغ با فشار زیاد): این بخار در صنعت بسیار پرکاربرد می‌باشد و به عنوان نیروی محرکه ژنراتورها، پمپ‌ها و کمپرسورها استفاده می‌شو. دارای فشار ۴۰ بار و دمای $380C^o$ می‌باشد.

۳- **بخار *MP***(بخار فشار متوسط): حدود فشار ۱۵ بار و دمای ۱۷۰ درجه می‌باشد و به عنوان نیرو محرکه توربین‌ها و در ری‌بویلرها کاربرد دارد.

۴- **بخار *LP***(بخار فشار پایین): حدود ۳ تا ۵ بار فشار و $120- 150C^o$ دما دارد. یکی از کاربردهای این بخار در صنعت برای گرم کردن لوله‌هایی که سیال در آن جریان ندارد و نباید سرد شوند استفاده می‌شوند.

تست‌های آب:

۱) *PH* : تعیین میزان اسیدی یا بازی بودن آب که یک مقدار مشخص دارد.

۲) هدایت: *(E.c)* میزان رسانش یا هدایت که برای هر نوع آب مشخص است.

۳) *TOS*: این تست میزان کل جامدات حل شده در آب را بیان می‌کند و با هدایت ارتباط دارد.

ضریب × هدایت = *TDS*

۴) *TSS*: این مشخصه میزان کل جامدات معلق در آب را نشان می‌دهد. و برحسب *PPM* بیان می‌شود $Tss=\frac{\text{وزن اضافی مانده باقی املاح در آب } (mg)}{\text{حجم نمونه برحسب لیتر } (lit)}$

۵) *TS*: این مشخصه بیان می‌کند که میزان کل جامدات (جامدات معلق و جامدات حل شده) را بیان می‌کند.

۶) تست *TOC*: بیان کننده کل کربن آلی موجود در آب است.

۷) تست *TOD*: بیان کننده کل اکسیژن مورد نیاز در آب است.

۸) تست *BOD*: این تشت یک تست بیولوژیکی است و میزان اکسیژن مصرفی توسط موجودات زنده در آب را بیان می‌کند.

۹) تست *DO*: تست سنجشی تشخیص اکسیژن در آب است.

۱۰) تست *COD*: این تست میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی را بیان می‌کند.

* آب‌های موجود در صنعت

۱- آب خام: که معمولا از طریق دریا یا از طریق حوضچه‌ها و رودخانه برای تصفیه وارد صنعت می‌شود.

۲- آب زلال: این آب مورد تصفیه از مراحل اولیه تصفیه کننده‌ها.

۳- آب *RO*: این آب تمام ذرات و یونهای آن توسط رزین‌های آینونی و کاتیونی گرفته شده و تنها دارای میزان کمی گاز به صورت حل شده می‌باشد و آب خروجی از اسمز معکوس می‌باشد.

۴- آب *DM*: آب اصلی مورد استفاده در صنعت برای تبدیل به بخارات مختلف و نیز آب مورد استفاده در سیستم‌های حساس به رسوب این نوع آب می‌باشد. این آب، آب بدون یون و بدون گاز است که همان آب *RO* است که توسط هیدازین گازهای حل شده آن (مانند اکسیژن) گرفته شده است.

۵- آب آتش نشانی: این آب در حجم بالا در قسمت‌های مختلف صنعت موجود است و تصفیه چندانی در آن صورت نمی‌گیرد و برای خاموش کـردن آتـش و شستشـوی زمین از آن استفاده می‌شود.

۶-آب شرب: این آب جهت مصرف کارکنـان اسـتفاده مـی‌شـود و در حـد نیازهـای مصرف انسان تصفیه می‌گردد (مثلا در تنظیم *PH* بین ۸/۲ – ۶/۸).

فصل سیزدهم:

پرسش و

پاسخ

۱- پمپ‌ها برای انتقال گازها کاربرد دارند؟

پاسخ: خیر پمپ‌ها دستگاههای انتقال مثبت سیالات تراکم تاپذیرند و گازها سیالاتی هستند تراکم پذیر و برای انتقال آنها از کمپرسور استفاده می‌شود که باعث افزایش فشار می‌گردد.

۲- پمپ‌های تولید جریان یکنواخت چه پمپ‌هایی هستند؟

پاسخ: پمپ‌های سانترفیوژی معمولا جریان یکنواخت خارج می‌کنند زیرا بطور پیوسته کار می‌کنند.

۳- موارد استفاده از پمپ رفت و برگشتی چیست؟

پاسخ: این پمپ‌های برای مواردی که فشار بالا و دبی کم مورد نیاز باشند کاربرد دارند.

۴- موارد استفاده پمپ سانترفیوژی چیست؟

این پمپ‌ها برای دبی بالا و ارتفاع کم تا زیاد کاربرد دارند و دارای تنوع بسیار زیادی می‌باشند به همین دلیل پرکاربردترین پمپ‌های صنعتی هستند.

۵- روی بدنه پمپی اشاره شده است هد *(head)* برابر *10m* این امر بیان چه چیزی می‌باشد؟

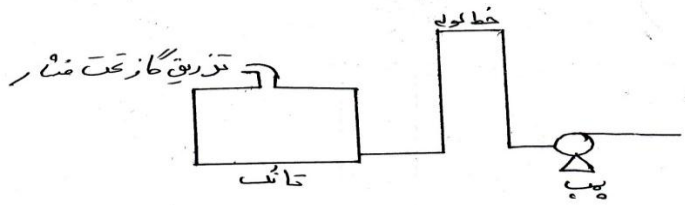
پاسخ: هد پمپ برابر میزان ارتفاعی است که پمپ می‌تواند سیال را تا آنجا برساند به عبارتی هد را می‌توان همان فشار تولیدی پمپ در نظر گرفت و در انتخاب نوع پمپ مورد استفاده است.

۶- چرا برخی از پمپ‌ها از دو طرف دارای دو ورودی هستند؟

پاسخ: این نوع پمپ‌ها معمولا بزرگ و دارای ورودی زیادی هستند با در نظر گـرفتن دو ورودی سرعت ورود مایع به چشمه پمپ کاهش می‌یابد و باعث می‌شـود ***NPSH*** نیز کاهش پیدا کند.

۷- پمپی را داریم که *NPSH* مورد نیاز برای آن تامین نیست چه پیشـنهادی برای تامین *NPSH* آن دارید؟

پاسخ: یک راه بالا بردن سطح مایع قبل از پمپ است راه دوم ارتفـاع دادن مخـزن از زمین در صورت امکان سومین راه افزایش فشار در تانک و استفاده از لولـه‌ایـی بلنـد بـــــــرای تـــــــامین ***NPSH*** مطـــــــابق شـــــــکل اســـــــت.



و نهایتا تعویض پمپ

۸- اگر مقدار اندکی گاز همراه مایع پمپاژ در پمپ گریز از مرکـز باشـد چـه اتفاقی رخ می‌دهد؟

پاسخ: حضور حتی اندکی گاز باعث ایجاد سرو صدا در پمپ می‌شـود و حتـی امکـان دارد جریان مایع را قطع کند.

۹- *NPSH* چیست؟

پاسخ: حداقل ارتفاع لازم در مکش پمپ است تا از تولید حباب و نهایتا ایجاد پدیـده کاویتاسیون جلوگیری شود و به عواملی مانند دما و فشار جو و پروانه بستگی دارد.

۱۰- کاریتاسیون چیست؟

پاسخ: هرگاه فشار مایع در ورودی پمپ از فشار بخار مایع کمتر شود در پمپ ذرات حباب به وجود می‌آید که در پروانه و پوسته به دلیل سرعت بالا می‌ترکند و انرژی حاصل از آنها باعث خرابی پروانه و نهایتا پمپ می‌شود که با ایجاد سر و صدا و لرزش همراه است.

۱۱- ساده‌ترین راه پیشنهادی شما برای رفع کاریتاسیون هنگام رخ دادن چیست؟

پاسخ: افزایش ارتفاع در ورودی یا همان *NPSH* ورودی ۲- بستن کمی شیر خروجی جهت کاهش *NPSH* خروجی.

۱۲- دلیل شکل کروی قطرات و یا حباب‌های چه پدیده‌ایی است؟

پاسخ: پدیده کشش سطحی که باعث می‌شود یک سوزن نیز بر روی آب بماند. پدیده کشش سطحی در اثر بهم پیوستگی ملکولهای آب در سطح به وجود می‌آید.

۱۳- فشار چیست و انواع فشار را بگوئید؟

پاسخ: فشار برابر نسبت نیروی عمودی بر سطح و شامل فشار اتمسفری، فشار مطلق و فشار نسبی(فشار گیج) است.

۱۴- دستگاههای اندازه‌گیری فشار را نام ببرید؟

پاسخ: ۱- دستگاه فشار گیج بوردن: که بسیار در صنعت کاربرد دارد و از یک لوله خمیده توخالی و یک فنر درست شده است.

۲- بارامتر: دستگاه اندازه‌گیری فشار محیط است و از یک ظرف جیوه و لوله تشکیل شده است.

۳- مانومترها: وسیله اندازه‌گیری اختلاف فشار بین دو نقطه است.

۴- میکرومانومتر: دستگاههای اندازه‌گیری فشارهای پایین است.

۱۵- نیروی بیونسی چیست؟

پاسخ: همان نیروی شناوری را گویند و نیروی برآینده وارد از طرف یک سیال ساکن بر جسمی که داخل آن فرو رفته یا شناور باشد را گویند.

۱۶- هیدرومتر را توضیح دهید؟

پاسخ: هیدرومتر دستگاه سنجش چگالی مایعات است و به صورت یک کره دارای لوله است که درون آن جیوه قرار دارد و در درون ظرف مایع مورد نظر قرار داده و درجه روی آن نشان دهنده چگالی مایع مورد نظر است.

۱۷- نازل را توضیح دهید و جریان سیال داخل نازل چگونه است؟

پاسخ: نازل شیپوره همگراست که برای عدد ماخ کمتر از یک کاربرد دارد و جریان سیال در آن غیر یکنواخت است زیرا دبی آن ثابت و سطح مقطع متغیر دارد پس جریان در آن پایدار و غیر یکنواخت است.

۱۸- معادله برنولی بین دو نقطه درجه شرایطی صدق می‌کند؟

پاسخ: سیال غیر قابل تراکم و غیر ویسکوز باشد.

۱۹- فرض کنید که انتهای یک شیلنگ آب را فشار دهید طوری که سطح مقطع کم شود. وضعیت دبی و سرعت چگونه خواهد شد؟

پاسخ: سرعت فوران افزایش می‌یابد و دبی ثابت است در صورتی که سطح مقطع کم می‌شود.

۲۰- در چه صورتی می‌توان از معادله برنولی بین دو نقطه استفاده کرد؟

پاسخ: سیال غیر لزج باشد که از شرایط معادله برنولی می‌باشد.

۲۱- سرعت حد چیست و درجه حالتی ثابت است؟

پاسخ: سرعت حد سرعتی که در آن نیروی شناوری و کششی با نیروی وزن برابر و در حال تعادل باشد و در سیستم سانترفیوژی برای ذره کروی ثابت است.

۲۲- در صورتی که عمال کاویتاسیون در پمپ رخ دهد بر روی ورودی و خروجی پمپ چه اتفاق می‌افتد؟

پاسخ: دبی و هد کاهش می‌یابد.

۲۳- سری موازی بستن پمپ‌هابه چه خاطر است؟

پاسخ: سری بستن پمپ‌ها برای داشتن هد ثابت و افزایش دبی و موازی بستن برای داشتن دبی ثابت و هد بالاست.

۲۴- ویسکوزیته چیست؟ تابعیت اصلی چه عواملی است؟

پاسخ: ویسکوزیته یا گرانروی میزان مقاومت سیال در برابر جاری شدن است و تابع اصلی دما و فشار می‌باشد به این صورت که افزایش دما ویسکوزیته مایعات را کم و ویسکوزیته گازها را زیاد می‌کند. توجه داشته باشد اغلب فشار تاثیری بر ویسکوزیته ندارد بجز مایعات آن هم در فشار بالا پس عاملی اصلی دما می‌باشد.

۲۵-تفاوت جریان دائمی *(Stady)* و جریان یک نواخت چیست؟

پاسخ: جریان دائمی جریان است که در هر نقطه طی زمان مشتقات برابر صفر است به عبارتی در جریان ***Stady*** مشتقات در طی زمان صفر است یا تغییراتی در طی زمان نداریم ولی در جریان یکنواخت بردار سرعت در هر لحظه نسبت به کلیه نقاط (مکان) ثابت است.

۲۶- منشور فشار چیست؟

پاسخ: حجمی به شکل منظور است که قاعده آن همان سطح می‌باشد و ارتفاع آن از قاعده در هر نقطه برابر ***yh*** می‌باشد را گویند.

۲۷- عدد رینولدز دارای چه واحدی است و نسبت کدام عبارت می‌باشد؟

پاسخ: عدد رینولدز بدون بعد است. و نسبت اینرسی به لزجیت است.

***28*- قانون *های* در پدیده‌ی انتقال را بیان کنید؟**

پاسخ: پدیده‌های انتقال شامل حرارت، سیالات و جرم می‌باشد و قانون‌های آنها که تشابه زیادی هم به هم دارند برابرند با

۱- حرارت: قانون فوریه و برابر $q= -KA \frac{dT}{dX}$

۲- سیالات: قانون لزجیت نیوتن $T=\mu - \frac{du}{dy}$

۳- جرم: قانون اول فیک: $J_A=\frac{\partial c_A}{\partial z}$

۲۹- انتقال حرارت تشعشعی درجه مواردی اهمیت پیدا می‌کند و آیا می‌توانند مثالی برای آن بیان کنید؟

پاسخ: انتقال حرارت از نوع تشعشعی همیشه بین اجسام در حال انتقال حرارت وجود دارد اما تنها در مواردی که دما بسیار بالا باشد اهمیت می‌یابد. به عنوان مثال

در خورشید یا در کوره‌های صنعتی که دما بالا می‌باشد عامل اصلی انتقال حرارت می‌باشد.

۳۰- آیا برای جلوگیری از انتقال حرارت عایق کاری بیشتر می‌تواند مفید باشد؟

پاسخ: عایق کاری برای جلوگیری از انتقال حرارت مناسب است اما افزایش عایق تا حد شعاع بحرانی از اتلاف حرارت جلوگیری می‌کند و بعد از آن خود عاملی برای انتقال حرارت می‌گردد و هزینه را بالا می‌برد، برای محاسبه‌ی میزان ضخامت عایق کاری در استوانه از فرمول $r_c=\frac{K}{h}$ و در کره $r_c=\frac{2K}{h}$ استفاده می‌شود.

۳۱- به نظر شما عامل اصلی انتقال حرارت در کولرها یا در فن‌ها چه نوع انتقال است؟

پاسخ: انتقال حرارت در فن‌ها و کولرها از نوع جابه‌جایی می‌باشد که معمولا جابه‌جایی نوع اجباری است. البته توجه داشته باشید انتقال حرارت تنها در گرم کردن نیست و گاهی خنک کردن می‌توند دلیل اصلی استفاده از روش‌های انتقال حرارت باشد.

۳۲- فرق انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد و اجباری چیست؟

پاسخ: در انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد حرکت طبیعی سیال به واسطه اختلاف دما باعث جابه‌جایی می‌شود ولی در جابه‌جایی اجباری یک عامل محرک به حرکت سیال کمک می‌کند و این امر به دلیل کم بودن میزان جابه‌جایی در حالت آزاد است.

۳۳- ضریب نفوذ حرارتی(α)چیست؟

پاسخ: ضریب نفوذ حرارت یا ضریب پخش حرارت یک خاصیت مهم حرارتی است که نشان دهنده سرعت پخش یا نفوذ یا انتشار گرما در توده جسم است و هر چه بزرگتر باشد گرما سریعتر در جسم پخش می‌شود و فرمول آن $\propto = \frac{K}{\rho cp}$

۳۴- میزان ثابت انتقال حرارت *(k)* در سه حالت مایع، جامد و گاز چگونه است.

پاسخ: میزان k تقریبا به این ترتیب است.

گاز < مایعات < جسم جامد < اجسام جامد فلزی

۳۵- دلیل استفاده از فین‌ها چیست؟

پاسخ: فین یا پره در صنعت معمولا نازک و دارای سطح زیادی است و عملا جهت بالا بردن سطح انتقال حرارت و در نتیجه افزایش میزان انتقال حرارت استفاده می‌شوند.

۳۶- به نظر شما دلیل استفاده از توان چهار در محاسبه انتقال حرارت تشعشعی چیست؟

پاسخ: توان چهارم در معادله بولتزمن نشان دهنده تاثیر زیاد دما بر انتقال حرارت از این نوع می‌باشد.

$$q = \epsilon \delta A \, (T_s^4 - T_{sur}^4)$$

۳۷- در پره‌ها چه نوع انتقال حرارتی صورت می‌گیرد؟

پاسخ: انتقال حرارت هدایتی (به واسطه افزایش سطح) و انتقال حرارت جابه‌جایی به میزان کمتر (به واسطه افزایش مسیر جریان سیال)

۳۸- به نظر شما در یک مبدل *kettle type* که در آن تغییر فاز رخ می‌دهد پره را در قسمت بخار نصب می‌کند یا در قسمت مایع؟

پاسخ: مبدل کتل مبدلی است که دارای حجم بالا و برای تبدیل مایع به بخار استفاده می‌شود.

پره در صورت نیاز اگر در این مبدل استفاده شود درقسمت گاز قرار می‌گیرد زیرا هر چه ضریب جابه‌جایی *(h)* پره کمتر باشد راندمان بیشتر است و همانطور که گفته شد *h* در گازها کمتر از مایعات است.

۳۹- چرا معمولا پره‌ها را نازک و بلند می‌سازند؟

پاسخ: زیرا با این کار سطح مقطع زیاد می‌شود (به عبارتی *k* ضریب هدایت حرارتی زیاد می‌شود) و نیز محیط پره بزرگتر شود در نتیجه کارایی پره بهتر می‌شود.

۴۰- چند نوع جریان در مبدل داریم و کدام بهتر است؟

پاسخ: ۳ نوع جریان مستقیم (موازی)، جریان متقابل، جریان متقاطع جریان متقابل بهتر است زیرا نسبت به نوع دیگر انتقال حرارت در شرایط یکسان در این نوع جریان بیشتر است.

۴۱- ضریب فولینگ در مبدل به چه منظور بیان می‌شود؟

پاسخ: ضریب فولینگ بیان می‌کند که کاهش انتقال حرارت در اثر رسوب گیری مبدل یا در اثر خوردگی مبدل چه میزان می‌باشد که این کاهش در اثر کاهش ضریب انتقال حرارت کلی است و به صورت بیان می‌شود.

$$R_f = \frac{1}{u_{\text{کثیف}}} - \frac{1}{u_{\text{تمیز}}}$$

۴۲- چند نوع مبدل غیر صنعتی و چند مبدل صنعتی را مثال بزنید.

پاسخ: مبدل غیر صنعتی مانند رادیاتور خودرو، شوفاژ، بخاری و کولر و...

مبدل صنعتی: مانند بویلر، دیگ بخار، هیتر، کندانسور، کولر، چیلر و...

۴۳- مبدل کندانسور چه نوع مبدلی است و تفاوت آن با سایر مبدل‌ها در چه می-دانید؟

پاسخ: کندانسور مبدلی است که جهت سرد سازی برج تقطیر استفاده می‌شود و معمولا نوع شل و تیوپ است و بخارات بالای برج در این مبدل سرد و اشباع درآمده و برگشت یا به عنوان محصول ذخیره می‌شود. تفاوت این مبدل تنها می‌تواند بخار به اشباع (مایع) باشد که این مبدل را مجزا قرار می‌دهد

۴۴- آیا برج‌های خنک کننده آب می‌تواند جزء مبدل‌ها دسته بندی شوند دلیل خود را بیان کنید؟

پاسخ: بلی، درست است در این نوع مبدل از تماس دو مایع استفاده نمی‌شود اما برج‌های خنک کننده دارای قطعات چوبی یا بتونی هستند که آب از بالا به پایین جریان می‌یابد و در تماس با هوا خنک می‌شود به همین طریق انتقال حرارت صورت می‌گیرد

۴۵- از بافل‌ها در مبدل‌ها به چه دلیل استفاده می‌کنند؟

پاسخ: دلیل اصلی استفاده از آنها افزایش میزان انتقال حرارت به موجب افزایش مسیر جریان و افزایش زمان تماس است. به این صورت که بافل باعث می‌شود جریان به صورت سینوسی در مبدل عبور کند و باعث می‌شود زمان بیشتری سیال در مبدل بماند و دلیل دیگر آن افزایش مقاومت مکانیکی لوله‌ها و بدنه مبدل می‌باشد.

۴۶- مبدل‌های نوع کتری چه نوع مبدلی هستند؟

پاسخ: این مبدل‌ها از نوع شل و تیوپ می‌باشد که در آنها تغییر فاز صورت می‌گیرد و از نظر ظاهری دارای شکل افزایشی می‌باشد. در این مبدل‌ها همیشه باید سعی شود تا سطح تیوپ‌ها را توسط مایع پوشانده شود.

۴۷- عیب مبدل‌های u شکل که انتهای آنها معمولا بسته است چیست؟

پاسخ: این مبدل‌ها به دلیل اینکه نمی‌توان در آنها جت آب زد همیشه مشکل تمیزکاری دارند و همین عامل مقداری کاربرد آنها را کم کرده است.

۴۸- در مبدل از آب دریا که حاوی ذرات است جهت خنک کاری استفاده می‌شود به نظر شما سیال آب را از کدام قسمت مبدل عبور دهیم؟

پاسخ: معمولا سیالات دارای ذرات را از تیوب‌های عبور می‌دهند زیرا تمیز کاری آنها ساده است اما اگر مبدل مورد استفاده u شکل باشد از پوسته عبور می‌دهیم.

۴۹- اگر آب اسیدی را مجبور باشیم از مبدل شل و تیوب عبور دهیم چه راهی برای کمترین میزان خسارت پیشنهاد می‌کنید؟

پاسخ: در صورت امکان ابتدا PH آب اسیدی را به حالت خنثی نزدیک می‌کنیم در صورت عدم امکان سعی می‌کنیم آب اسیدی را از تیوب‌ها عبور دهیم زیرا تیوب‌ها مقاومتر از پوسته در مقابل خوردگی هستند همچنین قیمت انها ارزانتر است.

۵۰- در مورد یک روغن که قرار است در یک مبدل گرم یا خنک شود چه پیشنهادی دارید؟

پاسخ: مواد ویسکوز را از پوسته عبور می‌دهیم زیرا به وسیله‌ی بافل‌ها می‌توان در آن اغتشاش زیادی ایجاد کرد.

۱۵- شیرهای ژول- تامسون در صنعت چه کاربردی دارند و چه خواص ترمودینامیکی در آن ثابت می‌ماند؟

پاسخ: شیرهای *(Valve)* ژول- تامسون جهت کاهش دما کاربرد دارند با انبساط و کاهش فشار همراه هستند، این فرآیند آنتالپی ثابت است و در مورد گاز ایدال برابر صفر است.

۵۲- وقتی ضریب ژول- تامسون یک شیر مثبت باشد. شرایط گاز خروجی چگونه است؟

پاسخ: در شیرهای ژول- تامسون وقتی ضریب مثبت است یعنی هم فشار و هم دما در معادله کاهش یافته است پس شرایط گاز برابر با کاهش یافتن دما به واسطه کاهش فشار است. واگر منفی باشد این شرایط عکس خواهد شد.

۵۳- در حالت ایدال یک گاز برای فشار ثابت درمحیط انتقال حرارت با چه خواصی برابر است؟

پاسخ: فرآیند فشار ثابت در یک سیستم بسته برابر تغییر انتالپی است زیرا در فرآیند فشار ثابت کاری صورت نمی‌گیرد $\Delta H = W$

۵۴- هر یک از قوانین ترمودینامیک به چه چیزی مربوط می‌شود؟

پاسخ: قانون صفر ترمودینامیک مربوط به تعادل دماها، قانون اول ترمودینامیک مربوط به بقای جرم، قانون دوم ترمودینامیک مربوط به کار و تبدیل نشدن صد در صد گرما به کار این یا همان ماشین‌های گرمایی، قانون سوم ترمودینامیک بیان‌گر بی‌نظمی یا همان آنتروپی می‌باشد.

۵۵- علم ترمودینامیک درباره چه چیزی مطالعه می‌کند؟

پاسخ: در مورد تبادل و تعادل انرژی‌ها و مطالعه‌ی کمیت‌های فیزیکی مختلف بحث می‌کند

۵۶- در سیستم ایزوله چه نوع انتقال‌هایی صورت نمی‌گیرد و چه انتقال-هایی صورت می‌گیرد ؟

پاسخ انتقال جرم و انرژی صورت نمی‌گیرد و در کل در سیستم ایزوله هیچ انتقالی نباید صورت گیرد.

۵۷- یک نمونه سیستم باز در خانه مورد استفاده می‌شود نام ببرید که در صنعت نیز مورد استفاده می‌شود؟

پاسخ: سیستم آب در آب گرمکن

۵۸- وقتی کار در یک سیستم آدیاباتیک انجام می‌شود دما چه تغییری می‌کند؟

پاسخ: دما کاهش می‌یابد زیرا در آن $Q=0$ است در نتیجه $\Delta u = -w$ و از آنجا که $U_2 - U_1 = -W$ و در صورت انجام کار $U_1 > U_2$ است پس $T_1 > T_2$ است (توجه کنید درپاسخ به اینگونه سوالات سعی کنید جواب خود را با دلیل ارائه دهید)

۵۹- ساده‌ترین تعریف از آنتروپی چیست و در چه صورتی آنتروپی یک سیستم زیاد می‌شود؟

پاسخ: آنتروپی به معنای بی‌نظمی در سیستم است و تنها در فرآیند غیر قابل برگشت ویا حرارت دادن بالا می‌رود.

۶۰- در صفر مطلق کدام خواص ترمودینامیکی به صفر میل می‌کند؟

پاسخ: آنتروپی با توجه به قانون سوم ترمودینامیک در صفر مطلق آنتروپی (بی‌نظمی) به صفر نزدیک می‌شود.

۶۱- هنگام عبور جریان دائمی و آدیاباتیک از یک شیر *(Valve)* آنتروپی و آنتالپی چه تغییری می‌کنند؟

پاسخ: آنتالپی طبق رابطه ژول – تامسون ثابت می‌ماند ولی آنتروپی به دلیل برگشت ناپذیری زیاد می‌شود.

۶۲- در سیکل رانکین بیشترین کار برگشت ناپذیری مربوط به کدام دستگاه سیکل است؟

پاسخ: مربوط به دیگ بخار و به طور کلی سیکل از دستگاههای پمپ، توربین دیگ بخار درست شده است.

۶۳- کدام سیکل دو فرآیند حجم ثابت و دو فرآیند آنتروپی ثابت است؟

پاسخ: سیکل اتو که برای موتورهای احتراق داخلی و جرقه‌ایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶۴- در طی فرآیند تبخیر چه کمیت ثابت می‌ماند؟

پاسخ: دما و فشار ثابت است و در نتیجه انرژی گیبس برابر صفر است.

۶۵- در صورتی که سیستمی که آزئوتروپ (هم جوشی) وجود داشته باشد مشکل جداسازی آن چیست؟

عملا تقطیر غیر ممکن می‌شود زیرا اساس تقطیر تفاوت محدوده‌ی جوش است. و درجه آزادی سیستم آزئوتروپی بیشتر است.

۶۶- از سیکل کار نو چه می‌دانید؟

پاسخ: یک چرخه بازگشت پذیر با بیشترین کارایی است که دو فرآیند هم دما و دو فرآیند آدیاباتیک برگشت پذیر دارد.

۶۷- قانون‌های انتقال جرم را بگوئید.

پاسخ: ۱- قانون اول فیک: بیان کننده این است نفوذ ملکولی با اختلاف غلظت رابطه مستقیم و بافاصله نسبت عکس دارد. $J_A=\frac{\partial C_A}{\partial Z}$

۲- قانون دوم فیک: رابطه نفوذ با فرض نبود واکنش شیمیایی و نبود حرکت توده را می-توان قانون دوم فیک بیان کرد $[-\Delta J_A = \frac{\partial C_A}{\partial t}]$ و بیان کننده ناپایدار است.

۶۸- نفوذ در گازهای و مایعات تابع چه عواملی است ؟

پاسخ: نفوذ در گازها تایع فشار و دما در مایعات تابع غلظت حل شونده است.

۶۹- سرعت حد برج‌های تقطیر چیست؟

پاسخ: سرعتی که در آن نیروی غوطه‌وری با نیروی مقاوم بر حباب (در برج تقطیر) برابر می‌شود.

۷۰- پدیده ماندگی در برج‌های چیست؟

پاسخ: ماندگی عبارت است از جزء حجمی مخلوط گاز- مایع موجود در مخزن که توسط فاز گاز اشغال می‌شود مجموع ماندگی برای گاز و مایع برابر یک است و نسبت‌های زیر حاصل می‌شود.

$$\text{ماندگی گاز} = \frac{\text{گاز حبابهای حجم}}{\text{کل حجم}}$$

$$\text{ماندگی مایع} = \frac{\text{مایع حجم}}{\text{کل حجم}}$$

۷۱- پدیده طغیان در برج سینی‌دار چیست؟

پاسخ: وقتی اختلاف فشار بین دو سینی زیاد باشد، سطحی مایعی که یک سینی با فشار کمتر طی می‌کند وارد سینی دیگری با فشار بالاتر می‌شود و در محل سینی بالایی ریزش بیش از حد خواهد شد. پدیده طغیان د راثر فشار زیاد برج حاصل می‌شود و با تنظیم فشار قابل کنترل است.

۷۲- پدیده *Weeping* (چکه کردن) چیست؟

پاسخ: در صورتیکه شدت گاز کم باشد. قسمت اعظم مایع از منافذ صفحه به پایین چکه می‌کند و لذا جریان کاملی از مایع در سراسر سینی وجود نخواهد داشت این پدیده *Weeping* است.

۷۳- در صورتی که نیاز به جریان جانبی در برج دارید برج سینی دار را ترجیح می‌دهید یا برج‌های پرشده؟

پاسخ: برج‌های سینی‌دار زیرا از برج‌های پرشده نمی‌توان جریان جانبی گرفت اما جریان جانبی در برج‌های سینی‌درا از هر سینی امکان پذیر است.

۷۴- در تقطیر در خلاء استفاده از چه نوع برج مناسب‌تر است؟

پاسخ: برج‌های پکینک یا پرشده زیرا افت فشار در آنها کم است.

۷۵- کدامیک پدیده‌های جذب و دفع در برج تقطیر وجود دارد؟

هر دو در برج تقطیر وجود دارد و از عوامل مهم جداسازی است زیرا در برج یک قسمت جذب و دیگری دفع است. (پایین محل خوراک دفع و بالای دفع و بالای آن جذب است)

۷۶- عایق بندی برج‌های جذب گاز بازده و تعداد سینی تاثیر دارد؟

پاسخ: عایق‌بندی بر تعداد سینی تقریبا بی‌اثر است اما بازده جذب را کاهش می‌دهد. زیرا فرآیند جذب گرمازاست و با عایق بندی، حرارت آزاد شده ناشی از فرآیند جذب نمی‌تواند جابه‌جا شود و منجر به افزایش دمای سیستم می‌شود که این امر باعث کاهش جذب می‌شود.

۷۷- در روش بدست آوردن تعداد سینی‌های حداقل برج تقطیر دما و ترکیب خوراک تاثیری بر تعداد سینی‌ها دارد؟

پاسخ: خیر تعداد سینی‌ها بر اساس برگشتی بدست می‌آیند.

۷۸- افت فشار در کدام سینی در برج تقطیر بیشتر است؟

پاسخ: سینی‌های کلاهکی و به طور کلی افت فشار به صورت زیر است پرشده < مشبک < دریچه‌ای < کلاهکی

۷۹- مزیت اصلی سینی دریچه‌ای چیست؟

پاسخ: در این سینی‌ها پدیده ***Weeping*** رخ نمی‌دهد و مزیت سینی‌های لینـد نیـز قابـل تنظیم و دارای کف یکنواخت بودن است.

۸۰- وقتی میزان برگشتی بسیار بالا باشد چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ: با این کار عملا تمام محصولات بالای برج به برج بر می‌گردد و ظرفیت یا بار حرارتی کندا نسور و و ری بویلر بالا می‌رود. مقدار برگشتی معمولا ۲/۵ – ۱/۲ برابر حداقل است.

۸۱- محل نصب کنداسور در صنعت معمولا در چه قسمت است؟

پاسخ: معمولا در سطح زمین اسـت و دارای یـک آب گیـر (درام) اسـت زیـرا نصـب چنـین تجهیز بزرگی در ارتفاع بالا بسیار هزینه بر است و برای جبران ارتفاع معمـولا از یـک پمـپ استفاده می‌شود.

۸۲- مفهوم ترکیب آزئوتروپ چیست؟

پاسخ: آزئوتروپ به معنای هم جوشی است و مخلوط‌های دارای یک دمای جوش را مخلـوط آزئوتروپ می‌گویند که در صورت وجود جداسازی این مخلوط‌ها با تقطیر تقریبا غیر ممکـن است.

۸۳- یک فرآیند کنترلی ساده را نام ببرید و نحوه کنترل آن چگونه است؟

پاسخ: سیستم کنترل سطح (لول) یک مخزن مایع: نحوه کنترل به ایـن صـورت کـه وقتـی سطح مایع از حدی بیشتر شد یک شیر ***(R)*** در خروجی مخزن باز و مایع تخلیه می‌شـود و وقتی به سطح مشخص ***(H)*** رسید دوباره بسته می‌شود.

۸۴- کنترل فرآیند به چه دلیل بر روی سیستم صورت می‌گیرد؟

پاسخ: سیستم کنترلی در یک سیکل فرآیندی بـه جهـت بـالا بـردن رانـدمان و بـالا بـردن اطمینان و حتی در مواردی صرفه‌جویی در هزینه (به واسطه کم کردن نیز و زمان) صـورت می‌گیرد.

۸۵- در پاسخ سیستم کنترلی به صورت سینوسی چه مواردی اهمیت دارد؟

پاسخ: فرارفـت *(0vershoot)* ۲- فـروکش *(Decay Ratio)* ۳- زمـان خیـر *(Rise time)* ۴- زمان پاسخ

۸۶- چند نمونه سیستم کنترل را نام ببرید؟

پاسخ: سیستم اختلاط مواد (شامل یک مخزن و همزن)

سیستم سطح مایع (شامل مخزن و یک لوله سنج)

سیستم دما سنج جیوه‌ایی (شامل جیوه حساس به دما و حباب شیشه‌ای)

۸۷- آیا بین نسبت فرارفت و فروکش در پاسخ سینوسی سیستم کنترلی ارتباطی وجود دارد؟

پاسخ: بلی، فروکش برابر فرارفت به توان ۲ می‌باشد $(os)^2$= فروکش

۸۸- چند نوع کنترل کننده نام ببرید؟

پاسخ: ۱- کنترل کننده *on- oof* ۲- کنترل کننده تناسبی *(P)*

۳- کنترل کننده انتگرالی *(I)* ۴- کنترل کننده تناسبی- انتگرالی *(PI)*

۵- کنترل کننده تناسبی- مشتقی *(PD)* ۶- کنترل کننده تناسبی – مشتقی- انتگرالی

۸۹- کنترل کننده *on- oof* درچه مواقعی استفاده می‌گردد؟

پاسخ: این کنترل کننده‌ها هنگامی که جریانی را تنها بخواهند قطع یا وصل کنند استفاده می‌شود.

۹۰- ایراد اصلی سیستم‌های مشتقی چیست؟

پاسخ: سیستم مشتقی همیشه دارای ***off set*** است و هیچگاه به مقدار مقرر نمی‌رسد.

۹۱- *off set* چیست؟

پاسخ: میزان اختلاف (انحراف) بین مقدار مقرر ***(set point)*** و مقداری که سیستم در نهایت باید به آن برسد را گویند.

۹۲- مزیت اصلی سیستم مشتقی کدام است؟

پاسخ: این سیستم دارای سرعت بالایی است و سریع به جواب می‌رسد.

۹۳- کنترل کننده *PID* معمولا در چه مواردی کاربرد دارد؟

پاسخ: در مواردی که کنترل دقیق (بدون ***off set***) و در عین حال سریع نیاز باشد کاربرد دارد. سیستم‌هایی مانند دما سیستم‌های کندی هستند و باید از ***PID*** برای کنترل آنها استفاده کرد.

۹۴- کدام کنترل کننده‌ها دارای *off set* صفر است؟

پاسخ: کنترل انتگرالی ***(I)*** ۲- کنترل انتگرالی- مشتقی- تناسبی ***(PID)*** ۳- کنترل تناسبی- انتگرالی ***(PI)***

۹۵- سیستم را در آزمون روت در چه شرایطی پایدار می‌گوییم؟

پاسخ: در شرایطی که تمام اعداد در ستون اول آزمون مثبت باشد در صورتی که منفی بود به ازاء هر تغییر علامت سیستم ناپایدار می‌شود و اگر عدد صفر در ستون مشاهده شد سیستم در مرز پایداری است.

۹۶- روش‌های معمول تعیین کننده پایداری سیستم‌های کنترلی کدام است؟

پاسخ: الف- آزمون روت که پرکاربرد است و فقط پایداری و ناپایداری را به ما می‌دهد ۲- آزمون نایکوئیست: روش دقیق زمانبر ولی علاوه بر پایداری ریشه‌ها موهومی را نیز نشان می‌دهد.

۹۷- از انواع واکنش شیمیایی واکنش سری را نام ببرید؟

پاسخ: واکنش‌های سری یا پشت سرهم که مواد اولیه به محصول تبدیل می‌شود و محصول مواد اولیه واکنش بعدی خواهد بود. $A \rightarrow B \rightarrow C$

۹۸- واکنش موازی چه نوع واکنشی است؟

پاسخ: واکنش موازی این واکنش‌ها از یک ماده اولیه مشترک چند محصول یا واکنش ایجاد می‌شود $A \rightarrow B,\ A \rightarrow C$

۹۹- انواع واکنش شیمیایی را نام ببرید؟

پاسخ: واکنش‌های: ۱- سری (پشت سرهم) ۲- واکنش موازی ***(paraller)*** ۳- واکنش جانبی ۴- واکنش مخلوط

***100*- دو نوع از انواع واکنش شیمیایی را به طور کلی و ساده توضیح دهید؟**

پاسخ: از آنجا که واکنش سری و موازی در بالا توضیح داده شده است واکنش‌های دیگر را بیان می‌کنیم.

۱- واکش جانبی: این واکنش‌ها به ای صورت است که در کنار واکنش اصلی که هدف تولید می‌باشد به دلیل مختلف تولید محصول دیگری که از نظر شرایطی به محصول اصلی نزدیک است صورت می‌گیرد. اصلی $A \rightarrow B$، فرعی $C \rightarrow D$ که در این موارد اغلب محصول اصلی را جدا می‌کنند و در طی فرآیند سعی می‌شود با اصلاح شرایط واکنشی از تولید واکنش فرعی (نامطلوب) جلوگیری شود.

2) واکنش مخلوط: این واکنش ترکیبی از واکنش‌های قبل می‌باشد و کنترل شرایط در این واکنش‌ها مشکل است. $A+B\rightarrow C$ $C+B\rightarrow D$

101- فرق راکتورهای پیوسته و غیر پیوسته چیست؟

پاسخ: راکتورهای پیوسته از یک طرف مواد اولیه دارد و از طرف دیگر محصول خارج می‌شود و در آن زمان اقامت برای همه‌ی اجزاء یکسان است. در صورتی که راکتورهای ناپیوسته: مواد اولیه وارد ظرف واکنش می‌شود، بعد تبدیل به محصول می‌شوند، سپس محصول خارج می‌شود و دوباره مواد اولیه وارد محیط واکنش می‌شود. این راکتورها برعکس پیوسته انعطاف بالایی دارند و هزینه ساخت آنها کم است ولی هزینه تعمیر و نگهداری از راکتورهای ناپیوسته برخلاف پیوسته بالا می‌باشد.

۱۰۲- انواع راکتور و پرکاربردترین راکتور صنعتی را بیان کنید؟

پاسخ: ۱- راکتور ناپیوسته ۲- راکتور نیم پیوسته ۳- راکتور پیوسته که پرکاربردترین راکتور صنعتی راکتور پیوسته است زیرا دارای خروجی پیوسته می‌باشد و میزان تولید در آن بالا است.

۱۰۳- انواع راکتور پیوسته را نام ببرید؟

پاسخ: راکتور *Plug flow* ۲- راکتور *Mix flow*

۱۰۴- اگر در یک واکنش شیمیایی نیاز باشد یک جسم بی‌اثر خوراک اضافه شود چه نوع راکتوری را پیشنهاد می‌کنید؟

پاسخ: راکتور پیوسته از نوع *Mix flow* زیرا این راکتور در مواردی که غلظت پایین مواد اولیه مورد نیاز و جسم بی‌اثر وجود دارد و یا میزان تبدیل بالا مد نظر باشد استفاده می‌شود.

۱۰۵- زمان نیمه عمر واکنش چیست؟

پاسخ: مدت زمانی که طول می‌کشد که غلظت ترکیب شونده بـه نصـف مقـدار اولیـه خـود برسد.

۱۰۶- محیط واکنش در راکتور به چه اطلاق می‌شود؟

پاسخ: محیط واکنش به قسمتی از راکتور اطلاق می‌شود که مواد اولیـه در آن بـه محصـول تبدیل می‌شود.

۱۰۷- فرق واکنش کاتالیزوزی با اتوکاتالیزوری در چیست؟

پاسخ: در واکنش کاتالیزوری، که ماده‌ایی که به عنوان کاتالیزور اسـتفاده مـی‌شـود در طـی فرآیند استفاده نمی‌شود و در انتهای واکـنش از محصـول جـدا مـی‌شـود ولـی در واکـنش اتوکاتالیزوری یکی از محصولات واکنش نقشی کاتالیزور ایفا می‌کند و در پایـان قابـل جـدا شدن نیست

۱۰۸- واکنش درجه اول چگونه قابل شناسایی‌اید؟

پاسخ: ۱- از طریق معادله شیمیایی ۲- از طریق ابعاد سرعت کـه بـرای واکـنش درجـه اول برابر $\frac{Lit}{Sec}$ است ۳- از طریق زمان نمیه عمر ۴- از طریق روش ترسیمی

۱۱۰- درجه واکنش از روی معادله چگونه قابل شناسایی است؟

پاسخ: درجه واکنش برابر مجموع توانهای موجود در عبارت سـرعت واکـنش اسـت و بـه دو صورت درجه کلی (مجموع تمام اعداد استوکیومتری مواد اولیه) و درجه نسبت بـه یکـی از مواد واکنش دهنده بیان می‌شود.

۱۱۱- در صورت موجود نبودن معادله چگونه می‌توان درجه واکنش را شناخت؟

پاسخ: از طریق ابعاد سرعت که به صورت $^{1-n}$(غلظت) $^{-1}$(زمان) است برای درجه صـفر ابعـاد $\frac{mol}{lit.s}$ ، درجه ۱ $\frac{Lit}{S}$، درجه ۲. $\frac{Lit}{mel.s}$ درجه۳ $\frac{Lit^2}{mol.s}$ و...

۱۱۲- انرژی اکتیواسیون (فعال سازی) را تعریف کنید؟

پاسخ: حداقل انرژی لازم برای شروع واکنش را گویند و یک حالت بسیار ناپایدار است. و هر چه انرژی فعال سازی بیشتر باشد تعداد برخوردها موثر بیشتر است. و تابع مستقیم دماست.

۱۱۳- دو تئوری مربوط به سینتیک شیمیایی موجود در بحث راکتور را بیان کنید؟

پاسخ: ۱- تئوری برخورد: بیان می‌کند که برای انجام واکنش باید بین ذرات واکنش دهنده برخورد صورت گیرد و این برخوردها باید به اندازه- در جهت مناسب و دارای انرژی مناسب باشد.

۲- نظریه حالت گذار: این نریه در مورد میزان حداقل انرژی برای انجام واکنش (کمپلکس فعال) است و هیچ شرایطی به مراحل واکنش نداشته و هر دو مرحله سهیم است.

۱۱۴- واکنش رادیکالی را توضیح دهید؟

پاسخ: واکنش‌های پشت سر هم و زنجیره‌ایی اتفاق می‌افتد را گویند.

۱۱۵- آیا استفاده از کاتالیزو تعداد برخورد مواد واکنش دهنده و تبدیل به محصول تاثیر می‌گذارد یا بر انرژی فعال سازی؟ چگونه؟

پاسخ: کاتالیزور انرژی فعال سازی را کاهش می‌دهد و مسیر رسیدن به محصول را کوتاه می‌کند بر تعداد برخوردها بی‌اثر است.

۱۱۶- قانون رائولت چیست؟

پاسخ: رابطه‌ای که فشار جزئی یکی از اجزاء سازنده در فاز بخار را به جزء مولی همان سازنده در فاز مایع ارتباط می‌دهد

۱۱۷- قانون هنری را بیان کنید؟

پاسخ: این قانون رابطه‌ی بین فشار جزئی گاز در فاز گاز و جزء مولی گاز در فاز مایع در حالت تعادل را بیان می‌کند.

۱۱۸- قانون فاز کیبس را بیان کنید.

پاسخ: این قانون رابطه‌ای که تا استفاده از درجات آزادی، متغییرهای شدتی سیستم را بر حسب تعداد فازها و تعداد اجزاء سازنده بیان می‌کند.

۱۱۹- تفاوت کمپرسور و پمپ چیست؟

پاسخ: کمپرسور مخصوص افزایش فشار سیالات تراکم پذیر مانند گازها و بخارها استفاده می‌شود ولی پمپ‌های ویژه افزایش فشار سیالات تراکم ناپذیر (مایعات) می‌باشد.

۱۲۰- در صورتی که کمپرسور رفت و برگشتی در صنعت مشاهده گردید مشخصاتی به ذهن شما می‌رسد؟

پاسخ: این کمپرسورها معمولا دارای فشار خروجی بالا هستند و اگر به دبی خروجی از آن بنگریم خروجی آن پایین است.

۱۲۱- فرآیند کمپرسور از نظر ترمودینامیکی چه نوع فرآیندی دارد؟

پاسخ: فرآیند ترمودینامیکی کمپرسور فرآیند دما ثابت همراه با افزایش است.

۱۲۲- دمای صفر مطلق کلوین برحسب سانتی گراد چقدر است؟

پاسخ: این دما برحسب سانتی گراد ۲۷۳- درجه می‌باشد

۱۲۳- دمایی را مثال بزنید که میزان درجه سانتی گراد و فار نهایت با هم برابر باشد.

پاسخ: دمای -40^oc .

$$-40^oC \rightarrow F= 1.8C + 32$$

$$F= 1.8 \times (-40) + 32 = -40$$

۱۲۴- کمپرسورهای تناوبی جزء کدام کمپرسورهای می‌باشد.

پاسخ: این کمپرسورها در اثر جزء کمپرسورهای جابه‌جایی مثبت است اما آنها از نظر انرژی شبیه کمپرسورهای گریز از مرکز است.

۱۲۵- برای جداسازی اجزاء یک گاز به افزایش فشار نسبی حدود چند بار نیاز دارید و حجم تولیدی شما بالا و چندین تن در ساعت است برای این کار چه تجهیزی مناسب است؟

پاسخ: به دلیل اینکه افزایش فشار گاز مدنظر است، تجهیز مورد استفاده کمپرسو است. و به دلیل اینکه فشار متوسط و حجم بالا مدنظر است بهتر است از کمپرسورهای گریز از مرکز استفاده شود.

۱۲۶- برای جلوگیری برای پدیده سرج چه عملی انجام می‌دهند؟

پاسخ: معمولا یک لاین (لوله) با یک شیر از خروجی کمپرسور به ورودی وصل می‌کنند و در صورت کاهش فشار ورودی از کمبود فشار را از خروجی جبران می‌کند.

۱۲۷- داغ‌ترین بخار موجود در صنعت چیست؟

پاسخ: بخار فوق داغ فشار بالا ***(VHP)*** که فشار حدود ۱۰۰ بار و دمای بالای 500^oC می‌باشد.

۱۲۸- انواع بخارهای صنعتی را نام ببرید؟

پاسخ: ۱- ***VHP*** (بخار فوق داغ فشار بالا)

۲- ***HP*** (بخار داغ با فشار زیاد)

۳- ***MP*** (بخار فشار متوسط)

۴- بخار ***LP*** (بخار فشار پایین)

۵- بخار ***LD*** (بخار فشار پایین در حد ***LP*** و دما پایین‌تر از ***LP***)

۱۲۹- مثالی از شیرهای اطمینان *(Saifty)* در خانه نام ببرید؟

پاسخ: شیرهایی که بر روی آب گرمکن خانگی نصب می‌شود. که هم به دما و هم بـه فشـار حساس هستند.

۱۳۰- فرق شیرهای یک طرفه و شیرهای دروازه‌ایی چیست؟

پاسخ: شیرهای یک طرفه تنها در یک جهت جریان را عبور می‌دهد و اجازه عبور جریـان را در جهت مخالف نمی‌دهد ولی شیرهای دروازه‌ایی جریان را قطع یا وصل می‌کند.

۱۳۱- تست *PH* در چه جهت در صنعت انجام می‌شود؟

پاسخ: این تست برای تعیین میزان اسیدی یا بازی بودن مایعات استفاده می‌شود.

۱۳۲- چهار تست که در مورد آب صورت می‌گیرد را نام ببرید؟

پاسخ: ۱- تست *TDS*: (میزان کل جامدات حل شده در آب)

۲- تست *TSS*: (میزان اکسیژن مورد نیاز آب)

۳- تست *TOD*: (میزان اکسیژن مورد نیاز آب)

۴- تست *BOD*: (تست بیولوژیکی آب)

۱۳۳- ترتیب تصفیه آب در صنعت را بگویید؟

پاسخ:

آب *DM*← آب *RO*← آب زلال ← آب خام

۱۳۴- چرا معمولا صنایع مرتبط با نفت (پتروشیمی، گاز، نفت) را در نزدیکی دریـا می‌سازند؟

پاسخ: بدلیل اینکه معمولا این صنایع آب زیادی جهت خنک سازی دستگاهها نیاز دارنـد و نیز از جهتی اغلب راهای صادرات محصولات از طریق راههای آبی است.

۱۳۵- تفاوت آب *DM* و آب *RO* چیست؟

پاسخ: آب *DM* همان آب *RO* است که اکسیژن و یونهای آن را گرفته‌اند.

سری سوالات ارتباط علم با کاربرد.

* این سوالات معمولا در مصاحبه دارای نمره خاصی است و با نام کاربردی بودن دروس مطرح می‌شوند. این سوالات گستره‌ی فروانی دارد ولی معمولا به کاربرد دروس تخصصی در زندگی روزمره مطرح می‌گردد. این سوالات صرفا جهت آشنایی شما با نحوه پرسش‌ها مطرح شده است.

۱۳۶- فرض کنید لوله‌ایی در صنعت حاوی بخار داغ است ساده‌ترین راه برای اینکه متوجه شوید داغی لوله در چه حدی است چیست؟ (هیچ امکاناتی در دست ندارید).

پاسخ: مقداری آب به روی لوله می‌پاشیم در صورتی که آب بلافاصله تبخیر شد متوجه می‌شویم دما بالای صد درجه می‌باشد و از تماس دست با آن جلوگیری می‌کنیم. (مربوط به مبحث حرارت)

۱۳۷- چرا در تابستان در منزل دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای ما گرم تر از دمای ۲۰ درجه در زمستان بنظر می‌رسد؟ (مربوط به مبحث حرارت)

پاسخ: زیرا در تابستان انرژی خورشیدی و دیگر انرژی‌های گرم بیرون به داخل منتقل می‌شود احساس گرما بیشتر است و برعکس در زمستان هوای بیرون سردتر است و داخل انتقال می‌یابد.

۱۳۸- چرا معمولا در زمستان دهانه‌ی کولر را با روزنامه پلمپ می‌کنند؟ (مربوط به مبحث حرارت)

پاسخ: زیرا هنگام کار کردن شوفاژ، بخاری، یا شومینه هوای گرم به دلیل سبکتر بودن به سمت بالا حرکت می‌کند و امکان خروج از طریق دهانه کولر را دارد به همین دلیل دهانه کولر را می‌بندیم.

۱۳۹- در مواردی اضطراری که مجبور شوید با دست داغ بودن یا نبودن جسمی را بسنجید چگونه دست را نزدیک می‌کنید؟ (مربوط به مبحث حرارت)

پاسخ: ابتدا سعی می‌کنیم دست را کمی خیس کرده و قطراتی آب به جسم بپاشیم و در صورت زیاد راغ بودن مشخص می‌شود و اگر مجبور به تماس مستقیم است شدیم کف دست را به جسم نمی‌زنیم از پشت دست استفاده می‌کنیم زیرا دست قابل جدا شدن از جسم باشد.

۱۴۰- پمپ‌های موجود در خانه را چگونه از آب پر می‌کنند و چرا؟ (مربوط به مبحث سیالات)

پاسخ: معمولا از نقطه‌ایی مشخص پر از آب می‌کنند و هوا را از سمت دیگر خارج می‌کنند زیرا هم هواگیری در پمپ انجام شود و هم ***NPSH*** را تامین کنند.

۱۴۱- می‌دانید چگونه می‌توان فهمید که لوله‌ی بخاری باز است و دچار گرفتگی نشده است؟ ارتباط این موضوع با مسائل صنعتی چه می‌توانند باشد. (مربوط به مبحث حرارت)

پاسخ: ساده‌ترین کار این است که اگر لوله‌ی بخاری داغ است نشان دهنده باز بودن لوله‌ی بخاری داغ است نشان دهنده باز بودن لوله‌ی بخاری است. در صنعت نیز یک راه مشخص کردن باز بودن مسیرهایی که بخار یا گاز داغ همین امر است. زیرا اگر مسیر توسط جسمی یا شیری بسته باشد لوله داغ نخواهد شد.

۱۴۲- علت سرخ (قرمز) سوختن بخاری‌های گازی چه می‌تواند باشد؟ و ارتباط صنعتی آن را می‌دانید؟ (مربوط به مبحث حرارت)

پاسخ: کمبود اکسیژن عامل سرخ سوختن شعله‌ی آتش است که می‌تواند نشان از گرفتگی لوله‌ی بخاری باشد در صنعت نیز کروه‌ها و بویلرها دارای مسیرهای تنظیم هوا (اکسیژن) هستند که برای تنظیم شعله‌ی آنها استفاده می‌شود.

۱۴۳- آیا باز بودن درب بخچال باعث خنک کردن مکان می‌شود؟ این موضوع با کدام دروس تخصصی ارتباط دارد؟

پاسخ: خیر زیرا باز بودن درب از طرفی باعث بیرون آمدن سرما از یخچال می‌شود اما از طرفی از پشت یخچال گرمای گرفته شده از مسیر دوباره توسط رادیاتورها به محیط باز گردانده می‌شود و این موضوع با علم ترمودینامیک قابل اثبات است زیرا یخچال یک سیکل بسته همانند سیکل‌های ترمودینامیکی است.

فصل چهاردهم:

تست های

روانشناسی

در این بخش دسته ای از سوالات روانشناسی ارائه شده است برای این سوالات پاسخ صحیح یا غلط وجود ندارد زمان پاسخ گویی به این سوالات اغلب محدود در نظر گرفته می شود. به سوالات آنگونه که فکر میکنید و با صراحت پاسخ دهید.

توجه داشته باشید در دسته سوالاتی که با شما ارائه می شود اغلب سوالات تکراری مشاهده می شود تا با بررسی آنها متوجه شوند آیا شما نظر صریح خود را بیان کردید یا اینکه قصد تمارض را داشته باشید. دقت کنید به دو سوال شبیه به هم یک پاسخ دهید.

۱- قبول دارید که رعایت شدید قواعد تعیین شده غالبا به یک نتیجه خوب منتهی نمی شود.

۱- بلی ۲- خیر

۲-معتقد هستید که بهترین تصمیم آن است که به سادگی بتوان آن را تغییر داد.

۱- بلی ۲- خیر

۳- اغلب کارها را با عجله انجام می دهید.

۱- بلی ۲- خیر

۴-از محدود شدن به وسیله ی قید و بندها دوری میکنید.

۱- بلی ۲- خیر

۵- برایتان فرآیند جست و جو برای راه حل یک مساله مهم تر از حل مساله است.

۱- بلی ۲- خیر

۶- یک اشتیاق به ماجراجویی در وجودتان است.

۱- بلی ۲- خیر

۷- فکر می کنید که هر چیز در جهان نسبی است.

۱- بلی ۲- خیر

۸- رعایت زمان تعیین شده برای انجام کار از یک اهمیت نسبی برخوردار است و نه یک اهمیت نسبی برخوردار است و نه یک اهمیت مطلق.

۱- بلی ۲- خیر

۹- تمایل دارید که بیشتر اتکا به عمل کردن سریع داشته باشید تا یک برنامه ریزی محتاطانه.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰- یاد دادن به دیگران را دوست دارید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱-به خوبی میدانید که چون از هر یک از دقایق وقتتان استفاده کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲- تقریبا هرگز در قرار ملاقات هایتان تاخیر نمی کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳- با عادت های خود سازگار هستید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۴- از این که اشیا را منظم کنید و در جای خود قرار دهید لذت می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۵- دوست دارید کنترل کنید که چگونه امور پیشرفت می کنند؟

۱- بلی ۲- خیر

۱۶- معمولا کارهایتان را از قبل برنامه ریزی می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۷- قبول مسئولیت جزئی از طبیعت شما است.

۱- بلی ۲- خیر

۱۸- تمام تلاشتان را برای به موقع انجام دادن یک تکلیف به کار می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۹- در جریان یک مباحثه تلاش میکنید که به توافق متقابل برسید.

۱- بلی ۲- خیر

۲۰- احساس می کنید که دنیا روی محبت بنا شده است.

۱- بلی ۲- خیر

۲۱- اعمالتان غالبا تحت تاثیر عواطف شما است.

۱- بلی ۲- خیر

۲۲- به سادگی با دلواپسی های افراد دیگر احساس همدردی می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۲۳- هنگام تماشای سریال های خانوادگی از تلوزیون مجذوب آنها می شوید.

۱- بلی ۲- خیر

۲۴- مشتاقانه در موضوعاتی که موجب برانگیختن همدردی شما می شود وارد می شوید.

۱- بلی ۲- خیر

۲۵- به سادگی به مردم کمک می کنید بدون این که انتظار جبران داشته باشید.

۱- بلی ۲- خیر

۲۶- به سادگی تحت تاثیر هیجانات شدید قرار میگیرید.

۱- بلی ۲- خیر

۲۷- تمایل به همدردی با دیگران دارید.

۱- بلی ۲- خیر

۲۸- روش علمی را به عنوان بهترین روش در نظر میگیرید.

۱- بلی ۲- خیر

۲۹- سعی دارید بر روی اصولی که به آنها اعتقاد دارید ثابت قدم باشید.

۱- بلی ۲- خیر

۳۰- تمایل دارید که بدون غرض عمل کنید حتی اگر روابط خوب شما با دیگران به خطر بیفتد.

۱- بلی ۲- خیر

۳۱- وجود انتقاد بی غرضانه در هر فعالیتی مفید است.

۱- بلی ۲- خیر

۳۲- فکر می کنید که تقریبا هر چیزی می تواند مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

۱- بلی ۲- خیر

۳۳- برای عدالت بیشتر از شفقت ارزش قایلید.

۱- بلی ۲- خیر

۳۴- به استدلال بیشتر از احساس اعتماد دارید.

۱- بلی ۲- خیر

۳۵- به سختی می توان شما را هیجان زده یا اعصبانی کرد.

۱- بلی ۲- خیر

۳۶- در بیان احساسات خود دچار مشکل می شوید.

۱- بلی ۲- خیر

۳۷- علاقمند هستید که بدانید چیزها چگونه کار می کنند.

۱- بلی ۲- خیر

۳۸- بیشتر علاقمند به آزمایش کردن هستید تا این که از روش های شناخته شده ی موجود استفاده کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۳۹- برایتان دشوار است به فعالیتی که توجه مدام شما را طلب می کند دست بزنید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۰- به سادگی اصول نظری جدید را درک می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۱- بیشتر علاقمند به ایده های تا جزئیاتی که به آنها واقعیت می بخشید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۲- به سادگی روش های مختلفی را که باعث بهبود وقایع می شود درک می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۳- اغلب وقت خود را به تفکر در مورد چگونگی بهبود امور صرف می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۴- همواره در جست و جوی فرصت ها هستید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۵- به راحتی اصولی را که در ورای پیشامدهای خاص هستید تشخیص می دهید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۶- راحت تر خواهید بود که بیشتر از روش های مرسوم و معمول استفاده کنید تا جست و جو برای یک روش جدید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۷- وقتی که یک موقعیت را بررسی می کنید بیشتر به واقعیات اهمیت می دهید تا به امکان وقوع یک رشته از رویدادها.

۱- بلی ۲- خیر

۴۸- وقتی که یک مساله را حل می کنید استفاده از روش های معمول را به جست و جو برای یک روش جدید ترجیح می دهید.

۱- بلی ۲- خیر

۴۹- برایتان مهم است که هر چیزی را با دستان خود امتحان کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۵۰- درک ایده ی یک « تصمیم تقریبی » برایتان دشوار است.

۱- بلی ۲- خیر

۵۱- میز تحریرتان، وسایل کارتان، و ... معمولا پاکیزه و منظم است.

۱- بلی ۲- خیر

۵۲- بیشتر ترجیح می دهید که به طور مستقیم عمل نمایید تا بر روی انتخاب های گوناگون تامل کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۵۳- بیشتر تمایل دارید که به تجارب خود متکی باشید تا استفاده از جایگزین های مبتنی بر نظریه های موجود.

۱- بلی ۲- خیر

۵۴- به طور معمول مشغله های فعلی تان بیشتر شما را نگران می سازد تا برنامه های آینده.

۱- بلی ۲- خیر

۵۵- صحبت کردن با صدای بلند برایتان دشوار است.

۱- بلی ۲- خیر

۵۶- ترجیح می دهید که خود را از سر و صدای محیط بیرون جدا سازید.

۱- بلی ۲- خیر

۵۷- اغلب جایتان به گوشه ی مجلس نزدیک تر است تا به مرکز آن.

۱- بلی ۲- خیر

۵۸- ارتباط با یک گروه کوچک را بر ارتباط با تعداد زیادی از افراد ترجیح می دهید.

۱- بلی ۲- خیر

۵۹- بیشتر یک شنونده هستید یا یک گوینده.

۱- بلی ۲- خیر

۶۰- شما قادرید که خود را از شلوغی روزمره رها سازید.

۱- بلی ۲- خیر

۶۱- ترجیح می دهید که اوقات فراغت خود را به تنهایی بگذرانید و یا در دایره ی محدودی از دوستان و یا در محیط آرام خانوادگی داشته باشید.

۱- بلی ۲- خیر

۶۲- بعد از یک معاشرت طولانی احساس می کنید که به دور شدن و تنها بودن دارید.

۱- بلی ۲- خیر

۶۳- از به تنهایی قدم زدن لذت می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۶۴- از این که در مرکز حوادثی باشید که افراد دیگر در آن مستقیما شرکت می کنند لذت می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۶۵- از داشتن دایره ی وسیعی از آشنایی ها لذت می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۶۶- برای شما آسان است که در موقعیت های اجتماعی ارتباط برقرار سازید.

۱- بلی ۲- خیر

۶۷- اغلب اولین فردی هستید که به رویدادهای ناگهانی واکنش نشان می دهند مثل وقتی که تلفن زنگ می زند یا یک سوال غیر منتظره پرسیده می شود.

۱- بلی ۲- خیر

۶۸- هر چه بیشتر با مردم صحبت می کنید احساس بهتری خواهید داشت.

۱- بلی ۲- خیر

۶۹- بحث های گروهی رودررو به شما انگیزه و انرژی می دهد.

۱- بلی ۲- خیر

۷۰- اوقات فراغت خود را به صورت فعال با گروهی از افراد در کارهای اجتماعی صرف می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۷۱- در محل کار خود به سرعت جذب زندگی آن محیط می شوید.

۱- بلی ۲- خیر

۷۲- در جای شلوغ احساس آرامش میکنید.

۱- بلی ۲- خیر

۷۳- وقتی از مشکلات فرد دیگری اطلاع پیدا میکنم به سرعت راه حل های متفاوت به ذهنم خطور می کند.

۱- بلی ۲- خیر

۷۴- وقتی ناراحت میشوم قادر نیستم با دقت آن مساله ای که مرا ناراحت کرده است شناسایی کنم.

۱- بلی ۲- خیر

۷۵- من کارهایی انجام میدهم که مردم از من انتظار دارند حتی اگر موافق آنها نباشم.

۱- بلی ۲- خیر

۷۶- وقتی چیزی را خراب میکنم یا وقتی اوضاع برایم به هم میریزد به خودم حرف های سرزنش کننده میزنم.

۱- بلی ۲- خیر

۷۷- برای چیزهایی که حتی دیگران به آن فکر نمی کنند نگران می شوم.

۱- بلی ۲- خیر

۷۸- لازم است تا زمانی که شخصی را واقعا نشناخته ایم با او سرد و بی تفاوت برخورد کنیم.

۱- بلی ۲- خیر

۷۹- گفتن چیزهایی مثل (دوستت دارم) برایم مشکل است حتی موقعی که این احساس را می کنم.

۱- بلی ۲- خیر

۸۰- وقتی با کسی که اعصبانی است مواجه می شوم دست و پای خود را گم می کنم.

۱- بلی ۲- خیر

۸۱- اگر کسی در نظر من لایق و شایسته جلوه کند از او تقدیر می کنم.

۱- بلی ۲- خیر

۸۲- اگر چه ممکن است چیزهایی برای اصلاح شدن در من وجود داشته باشد ولی خودم را آن طوری که هستم دوست دارم.

۱- بلی ۲- خیر

۸۳- تمام تلاشتان را برای به موقع انجام دادن یک تکلیف به کار می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۸۴- قبول مسئوولیت جزئی از طبیعت شما است.

۱- بلی ۲- خیر

۸۵- معمولا کارهایتان را از قبل برنامه ریزی می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۸۶- دوست دارید کنترل کنید که چگونه امور پیشرفت می کنند.

۱- بلی ۲- خیر

۸۷- از این که اشیا را منظم کنید و در جای خود قرار دهید لذت می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۸۸- با عادت های خود سازگار هستید.

۱- بلی ۲- خیر

۸۹- تقریبا هرگز در قرار ملاقات هایتان تاخیر نمی کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۹۰- به خوبی می دانید چگونه از هر یک از دقایق وقتتان استفاده کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۹۱- یاد دادن به دیگران را دوست دارید.

۱- بلی ۲- خیر

۹۲- تمایل دارید که بیشتر اتکا به عمل کردن سریع داشته باشید تا یک برنامه ریزی محتاطانه.

۱- بلی ۲- خیر

۹۳- رعایت زمان تعیین شده برای انجام از یک اهمیت نسبی برخوردار است و نه یک اهمیت مطلق.

۱- بلی ۲- خیر

۹۴- فکر می کنید که هر چیز در جهان نسبی است.

۱- بلی ۲- خیر

۹۵- یک اشتیاق به ماجراجویی در وجودتان است.

۱- بلی ۲- خیر

۹۶- برایتان فرآیند جست و جو برای راه حل یک مساله مهم تر از حل مساله است.

۱- بلی ۲- خیر

۹۷- از محدود شدن به وسیله قید و بندها دوری کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۹۸-اغلب کارها را با عجله انجام می دهید.

۱- بلی ۲- خیر

۹۹- معتقد هستید که بهترین تصمیم آن است که به سادگی بتوان آن را تغییر داد.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۰- قبول دارید که رعایت شدید قواعد تعیین شده غالباً به یک نتیجه ی خوب منتهی نمی شود.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۱- در جای شلوغ احساس آرامش می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۲- در محل کار جدید به سرعت جذب زندگی اجتماعی آن محیط می شوید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۳- اوقات فراغت خود به صورت فعال یا گروهی از افراد در کارهای اجتماعی صرف می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۴- بحث های گروهی رودرو به شماره انگیزه و انرژی می دهد.

۱- بلی ۲- خیر

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۵- هرچه بیشتر با مردم صحبت می کنید احساس بهتری خواهید داشت.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۶- اغلب اولین فردی هستید که به رویدادهای ناگهانی واکنش نشان می دهند. مثل وقتی که تلفن زنگ می زند، یا یه سوال غیرمنتظره پرسیده می شود.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۷- برای شما آسان است که در موقعیت های اجتماعی ارتباط برقرار سازید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۸- از داشتن دایره ی وسیعی از آشنایی ها لذت می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۰۹- از اینکه در مرکز حوادثی باشید که افراد دیگر در آن مستقیماً شرکت می کنند ، لذت می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۰- از به تنهایی قدم زدن لذت می برید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۱- بعد از یک معاشرت طولانی احساس می کنید که نیاز به دور شدن و تنها بودن دارید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۲- ترجیح می دهید که اوقات فراغ خود را به تنهایی بگذرانید و یا در دایره ی محدودی از دوستان و یا در محیط آرام خانوادگی آرامش داشته باشید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۳- شما قادرید که خود را از شلوغی روزمره رها سازید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۴- بیشتر یک شنونده هستید یا گوینده

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۵- ارتباط با یک گروه کوچک را بر ارتباط با تعداد زیادی از افراد ترجیح می دهید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۶- اغلب جایتان به گوشه ی مجلس نزدیک تر است تا به مرکز آن.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۷- ترجیح می دهید که خود را از سروصدای محیط بیرون جدا سازید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۸- صحبت کردن با صدای بلند برایتان دشوار است.

۱- بلی ۲- خیر

۱۱۹- به طور معمول ، مشغله های فعلی تان بیشتر شما را نگران می سازد تا برنامه های آینده.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۰- بیشتر تمایل دارید که به تجارب خود متکی باشید تا استفاده از جایگزین های مبتنی بر نظریه های موجود.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۱- بیشتر ترجیح می دهید که به طور مستقیم عمل نمایید تا بر روی انتخاب های گوناگون تامل کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۲- میز تحریرتان ، وسایل کارتان و ... معمولاً پاکیزه و منظم است.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۳- درک ایده ی یک «تصمیم تقریبی» برایتان دشوار است.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۴- برایتان مهم است که هر چیزی را با دستان خود امتحان کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۵- وقتی یک مساله را حل می کنید، استفاده از روش های معمول را به جستجو برای یک روش جدید ترجیح می دهید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۶- وقتی که یک موقعیت را بررسی می کنید، بیشتر به واقعیات اهمیت می دهید تا به امکان وقوع یک رشته از رویدادها.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۷- راحت تر خواهید بود که بیشتر از روش های مرسوم و معمول استفاده کنید تا جستجو برای یک روش جدید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۸- به راحتی اصولی را در ورای پیشامدهای خاص هسند، تشخیص می دهید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۲۹- همواره در جستجوی فرصت ها هستید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۰- اغلب وقت خود را به تفکر در مورد چگونگی بهبود امور صرف می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۱- به سادگی روش های مختلفی را که باعث بهبود وقایع می شود درک می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۲- بیشتر علاقمند به ایده های کلی هستید تا جزئیاتی که به آنها واقعیت می بخشید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۳- به سادگی اصول نظری جدید را درک می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۴- برایتان دشوار است به فعالیتی که توجه ی مدام شما را طلب می کند دست بزنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۵- بیشتر علاقمند به آزمایش کردن هستید تا اینکه از روش های شناخته ی شده ی موجود استفاده کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۶- علاقمند هستید که بدانید چیزها چگونه کار می کنید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۷- در بیان احساسات خود دچار مشکل می شوید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۸- به سختی می توان شما را هیجان زده یا عصبانی کرد.

۱- بلی ۲- خیر

۱۳۹- به استدلال بیشتر از احساس اعتماد دارید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۴۰- برای عدالت بیشتر از شفقت ارزش قائلید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۴۱- فکر می کنید که تقریباً هر چیزی می تواند مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

۱- بلی ۲- خیر

۱۴۲- وجود انتقاد بیغرضانه در هر فعالیتی مفید است.

۱- بلی ۲- خیر

۱۴۳- تمایل دارید که بدون غرض عمل کنید حتی اگر روابط خوب شما با دیگران به خطر بیفتد.

۱- بلی ۲- خیر

۱۴۴- سعی دارید بر روی اصولی که به آنها اعتقاد دارید، ثابت قدم باشید.

۱- بلی ۲- خیر

۱۴۵- روش علمی را به عنوان بهترین روش در نظر می گیرید.

۱- بلی ۲- خیر