

دما (درجه حرارت)

کلیات

پس از پایان آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود بتواند :

- ۱- گرما را توضیح دهد.
- ۲- نظریه جنبشی مولکولی را توضیح دهد.
- ۳- دما را توضیح دهد.
- ۴- اندازه‌گیری دما را توضیح دهد.
- ۵- نمودار دما - گرما را برای آب شرح دهد.
- ۶- بخار اشباع و مایع اشباع را شرح دهد.
- ۷- نمودار دما - حجم آب را توضیح دهد.
- ۸- فشار را تعریف کند.
- ۹- فشار اتمسفر - فشار نسبی و فشار مطلق را توضیح دهد.

۱- کلیات

۱-۱- گرما (حرارت)

سوراخ کاری تولید می‌شد و آبی که برای خنک کردن مته‌ها به کار برده می‌شد توجه او را جلب کرد و این حقیقت را برای تامسون روشن کرد که گرما هنگامی تولید می‌شود که روی مته‌ها کار مکانیکی انجام شود. این نتیجه‌گیری نقطه‌ای برای اشتباه بودن نظریه کالریک بود. آزمایش‌های دیگری که پژوهشگران بعدی مانند ژول^۱، فارادای^۲ و ماکسول^۳ انجام دادند نظریه تامسون را تأیید کرد. مفهوم پیشین از گرما به عنوان سیالی مرموز منسوخ شد و ایده نوبی از گرما به عنوان انرژی حرکت مولکولی پذیرفته شد این مفهوم را اغلب فرضیه جنبشی - مولکولی می‌نامند.

فلاسفه زمان باستان بر این باور بودند که گرما سیالی نادیدنی است که از جسم گرم به سوی جسم سرد می‌رود و از کالری (معادل لاتین گرما) برای معرفی این سیال به کار برده می‌شد. آزمایش‌های تامسون^۱ (۱۸۱۴-۱۷۵۳) ثابت کرد که گرما در واقع انرژی حرکتی مولکول‌هاست.

تامسون در حدود سال ۱۷۹۵ در یک کارخانه نظامی کار می‌کرد. سوراخ کاری توپ‌های برنجی یکی از کارهایی بود که زیر نظر او انجام می‌گرفت. گرمای خیلی زیادی که در هنگام

۱- Sir Benjamin Thompson (۱۷۵۳-۱۸۱۴)

۲- Michael faraday (۱۷۹۱-۱۸۶۷)

۲- Jam Prescott joule (۱۸۱۸-۱۸۸۹)

۴- James Maxwell (۱۸۳۱-۱۸۷۹)

۱-۲- مولکول‌ها و گرما

می‌کنیم انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل مولکول‌های آن افزایش می‌یابد. طبق نظریه «جنبشی مولکولی» گرما مجموع انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی مولکول‌هاست. واحد اندازه‌گیری گرما در سیستم SI، ژول^۱ است.

طبق نظریه جنبشی - مولکولی همه اجسام از ذرات ریزی به نام مولکول تشکیل شده‌اند چون مولکول‌های اجسام حرکت می‌کنند «انرژی جنبشی» دارند و به سبب وضع و حالتی که نسبت به یکدیگر دارند «انرژی پتانسیل» نیز دارند. وقتی جسمی را گرم

بیشتر بدانیم

کیلو کالری، کالری^۲ (cal) و بی تی یو^۳ (Btu) واحدهای دیگری هستند که در اندازه‌گیری مقدار گرما به کار می‌روند.

$$1 \text{ Cal} = 4186 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 252 \text{ Cal}$$

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ Cal}$$

$$1 \text{ kcal} = 3/97 \text{ Btu} \approx 4 \text{ Btu}^*$$

۱-۳- دما (درجه حرارت)

به‌طور کامل بسته و عایق باشد کبریتی روشن کنید و سپس دماسنج نصب شده در اتاق را به دقت تحت نظر بگیرید با وجود اینکه دمای شعله کبریت بالای 1000°C می‌باشد نمی‌توانید مقدار گرمایی را که هوای اتاق را گرم می‌کند اندازه بگیرید. سپس اجازه دهید یک شمش فولادی به وزن 300 kg و دمای 200°C داخل همان اتاق بیاوریم در مدت زمان کمتری دیگر نیازی به دماسنج جهت گرفتن دمای اضافه شده به هوای اتاق از طریق شمش فولادی را نداریم و آشکارا افزایش دمای اتاق احساس می‌شود. گرچه دمای شعله کبریت خیلی بیشتر از شمش فولادی می‌باشد اما شمش فولادی گرمای خیلی بیشتری داشته و دمای اتاق را بالا می‌برد. (شکل ۱-۱)

وقتی به جسمی گرما می‌دهیم سرعت مولکول‌ها و انرژی داخلی آن افزایش می‌یابد. این افزایش به صورت افزایش دما متجلی می‌شود. برعکس با گرفتن گرما (انرژی) از جسم، سرعت مولکول‌ها و دمای جسم کاهش می‌یابد.

دما را نباید با گرما که شکلی از انرژی است اشتباه کرد. دما میزان سرعت حرکت مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد. در حالی که گرما نه تنها نشان دهنده میزان سرعت حرکت مولکول‌هاست بلکه تعیین‌کننده تعداد مولکول‌هایی است که تحت تأثیر آن قرار گرفته‌اند. مثلاً یک قاشق مسی (100 گرمی) که تا 800 درجه سلسیوس گرم شده است به اندازه یک شمش مسی 5 کیلوگرمی که تا 200 درجه سلسیوس گرم شده است گرما ندارد ولی از آن گرم‌تر است و یا فرض کنید اتاقی که نشست‌اید

۱- Joule

۲- Calorie

۳- British Thermal Unit (B.t.u)

* یک Btu تقریباً برابر گرمایی است که از سوختن یک چوب کبریت آزاد می‌شود.



شکل ۱-۱- شعله کبریت دمای بیشتری را از شمش فولادی دارد با وجود این شمش فولادی گرمای بیشتری را در وجود خود نگه داشته و هوای اتاق را بیشتر گرم خواهد کرد.

۱-۳-۱- اندازه گیری دما: وسیله اندازه گیری دما، عقربه ای و الکترونیکی را نشان می دهد. دماسنج است. شکل ۱-۲- انواع دماسنج های با ساقه شیشه ای،



ج) دماسنج الکترونیکی



الف) دماسنج با ساقه شیشه ای



ب) دماسنج عقربه ای

شکل ۱-۲

بر حسب درجه کلوین خواهد بود:

$$K = 273 + ^\circ C$$

$$K = 273 + 100 = 373$$

مثال: کمترین دمای ممکن K است.

این مقدار برابر چند درجه سلسیوس است؟

$$K = 273 + ^\circ C$$

$$0 = 273 + ^\circ C \rightarrow ^\circ C = -273$$

واحد سنجش دما در سیستم SI کلوین (K) است. درجه

سلسیوس واحد دیگری است که در اندازه گیری دما متداول است.

دمای اندازه گیری شده با درجه کلوین 273 عدد بزرگ تر از دمای

درجه سلسیوس است.

$$K = C + 273$$

مثال: دمای جوش آب $100^\circ C$ است. دمای جوش آب

بیشتر بدانیم

واحد متداول دیگر در اندازه‌گیری دما درجه فارنهایت (°F) است. برای تبدیل دمای فارنهایت به سلسیوس و برعکس از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$\frac{F - 32}{180} = \frac{C}{100}$$

مثال: دمای جوش آب بر حسب درجه فارنهایت خواهد بود:

$$\frac{F - 32}{180} = \frac{100}{100}$$

$$100(F - 32) = 100 \times 180$$

$$100F - 3200 = 18000$$

$$100F = 21200$$

$$F = 212$$

از فرمول‌های زیر نیز می‌توان برای تبدیل درجه سلسیوس به فارنهایت و برعکس استفاده کرد.

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

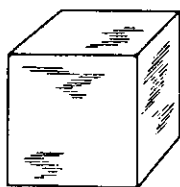
۱-۴- سه حالت ماده

در دماهای بالاتر از 100°C به گاز یا بخار تبدیل می‌شود. به همین ترتیب سرب معمولاً جامد است ولی در 327°C مایع و در 1621°C بخار می‌شود. دی‌اکسید کربن معمولاً به صورت گاز است ولی در دمای 6°C مایع و در دمای 79°C جامد (یخ خشک) می‌شود.

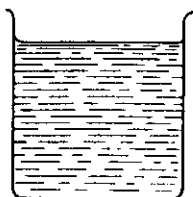
در شکل ۱-۳ سه حالت جامد، مایع و گاز مربوط به آب را ملاحظه می‌کنید.

در دماها و فشارهای معمولی، مواد به سه حالت دیده می‌شوند. به صورت جامد مانند فلز، چوب؛ به صورت مایع مانند آب، الکل و بنزین و به صورت گاز مانند اکسیژن - ازن، دی‌اکسید کربن.

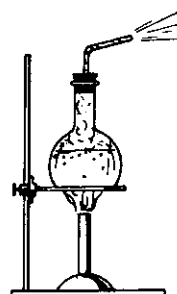
ما از روی عادت فکر می‌کنیم که آب همیشه مایع است ولی ما می‌دانیم که در دمای زیر 100°C آب جامد (یخ) می‌شود یا



یخ (جامد)
 0°C و پایین‌تر



آب (مایع)
 0°C تا 100°C



بخار آب داغ (بخار)
 100°C و بالاتر

شکل ۱-۳- سه حالت ماده (آب)

نمی‌شوند. در مورد مایعات قانون پاسکال دارای اهمیت است طبق این قانون فشار وارد بر یک نقطه از مایع عیناً به تمام نقاط آن وارد می‌شود.

آب در دمای اتاق و فشار جو به حالت مایع است در این حالت مولکول‌های آب به قدر کافی از هم دور هستند که بر روی هم بلغزند و شکل ظرف را به خود بگیرند ولی از هم جدا

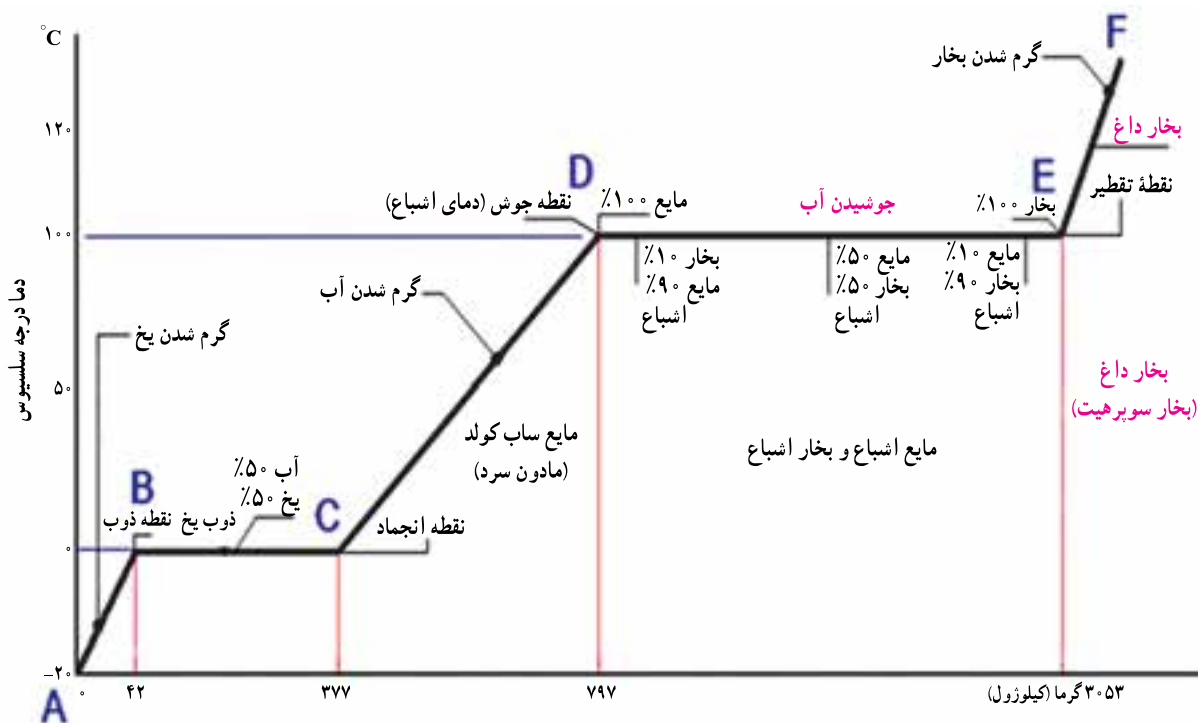
بیشتر شود میزان ارتعاش بیشتر می‌شود، از آن جایی که آب ماده متداولی است و تغییر حالت آن در فشار جو و دماهای معمولی روزمره صورت می‌گیرد از آب به عنوان مثال برای بررسی تغییر حالت استفاده می‌کنیم.

۵-۱- نمودار دما-گرما (T-H) برای آب

یک کیلوگرم یخ با دمای 2°C - در ظرفی که دماسنجی داخل آن است آماده می‌کنیم. ظرف را توسط شعله‌ای گرم می‌کنیم و تغییرات حاصل بر روی دمای آب در حالت‌های مختلف بر روی نموداری که محور افقی آن بر حسب kJ (کیلو ژول) و محور عمودی آن بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) مدرج شده است درج می‌نماییم. نموداری مطابق شکل ۴-۱ به دست می‌آید.

اگر در فشار جو به آب گرما داده شود تا دما به 100°C برسد آب می‌جوشد و بخار آب تشکیل می‌شود و تغییر حالت از مایع به گاز صورت می‌گیرد. بخار آب همان حالت گازی آب است. در حالت گازی مولکول‌ها از هم دورند و نیروی بین مولکولی خیلی کم است. مولکول‌ها می‌توانند آزادانه در هر جهتی حرکت نمایند و به همدیگر برخورد نمایند برعکس مایعات که تراکم‌پذیر نیستند و گازها تراکم‌پذیر می‌باشند.

اگر آب را سرد کنیم تا دمای آن به 0°C برسد تشکیل یخ آغاز می‌شود. در حالت یخ آب به صورت جامد است. جسم جامد حالتی از ماده است که بدون اتکا به چیزی شکل و وضعیت خود را حفظ می‌کند. مولکول‌ها در یک جا ثابت هستند و دائماً در حال ارتعاش می‌باشند. دامنه ارتعاش آن‌ها به میزان دما بستگی دارد هر چه دما کمتر باشد ارتعاش مولکول کمتر است و اگر دما



شکل ۴-۱- نمودار دما-گرما

نقطه A نشان‌دهنده یک کیلوگرم یخ 2°C - در ابتدای آزمایش است. با گرم شدن ظرف دمای یخ افزایش پیدا می‌کند تا در نقطه B دمای یخ به 0°C می‌رسد خط مورب AB افزایش در نقطه B با دمای 0°C یخ شروع به ذوب شدن می‌نماید.

در این مرحله گرمایی که به یخ داده شده است برابر ۴۲ کیلوژول است. در نقطه B با دمای 0°C یخ شروع به ذوب شدن می‌نماید.

— **نقطه جوش**^۲: دمایی را که در آن هر مایعی در فشار ثابت معینی به جوش می‌آید، نقطه جوش می‌نامند. نقطه جوش آب در فشار اتمسفر برابر با 100°C است. نقطه جوش هر مایع به فشار وارد بر سطح آن بستگی دارد. افزایش فشار وارد بر سطح مایع سبب بالا رفتن نقطه جوش می‌شود.

— **گرمای محسوس**^۳: به گرمایی که سبب بالا رفتن دمای جسم شود گرمای محسوس گویند. در نمودار ۴-۱ گرمای داده شده به یخ از نقطه A تا B (42kJ) و گرمای داده شده به آب از نقطه C تا D (42kJ) را گرمای محسوس گویند زیرا موجب بالا رفتن دمای یخ از 0°C تا 20°C و بالا رفتن دمای آب از 0°C تا 100°C شده است.

— **گرمای نهان**^۴: به گرمایی که در دمای ثابت به یک جسم داده می‌شود تا سبب تغییر حالت آن جسم شود گرمای نهان گفته می‌شود و به صورت گرمای نهان ذوب و گرمای نهان تبخیر وجود دارد. در نمودار ۳-۱ 335kJ گرمایی که از نقطه B تا C به آب داده می‌شود گرمای نهان ذوب آب و 2256kJ گرمایی که از نقطه D تا E در حین جوش به آب داده شده است گرمای نهان تبخیر می‌باشد.

۶-۱- بخار اشباع و مایع اشباع

یک کیلوگرم آب در داخل سیلندر و پیستون نشان داده شده در شکل ۵-۱ را در نظر می‌گیریم. فرض می‌کنیم پیستون و وزنه روی آن فشار یک اتمسفر را در سیلندر برقرار نمایند و دمای اولیه آب 20°C باشد. با انتقال گرما به آب دمای آن بالا می‌رود و حجم نیز کمی افزایش می‌یابد (فشار ثابت است). این حالت در شکل ۵-۱ الف نشان داده شده است.

با ادامه گرمادهی وقتی دمای آب به 100°C می‌رسد تغییری در حالت (فاز) مشاهده می‌شود که در شکل ۵-۱ ب نشان داده شده است یعنی مقداری از مایع به بخار تبدیل می‌شود. در طول این فرایند دما ثابت باقی می‌ماند ولی حجم به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

با ادامه گرمادهی به ظرف زمانی می‌رسد که تمام آب مایع به

گرم کردن ظرف ادامه دارد ملاحظه می‌شود که درجه دماسنج روی 100°C ثابت مانده و تغییری نمی‌کند ولی به تدریج به میزان آب اضافه می‌شود و از مقدار یخ کاسته می‌گردد. معلوم می‌شود که گرمای داده شده صرف تبدیل یخ به آب شده است. خط افقی دما ثابت BC ذوب شدن یخ در دمای 100°C را نشان می‌دهد. در نقطه C آخرین ذره یخ آب می‌شود. در فاصله نقطه B تا نقطه C، $335\text{kJ} = 42 - 377$ گرما به یخ داده شده است.

پس از تمام شدن فرآیند ذوب یخ مشاهده می‌کنیم که دما افزایش پیدا می‌کند. هر چه بر میزان گرمای داده شده افزوده می‌شود، میزان دمای آن نیز افزایش می‌یابد. تا در نقطه D دما به 100°C می‌رسد و آب به جوش می‌آید. خط مورب CD افزایش دمای آب از 100°C تا 100°C را نشان می‌دهد. در این مرحله $420\text{kJ} = 377 - 797$ گرما به آب داده شده است.

از نقطه D که آب به جوش می‌آید باز هم ملاحظه می‌شود که با افزایش گرما دما ثابت می‌ماند این فرآیند تا نقطه E که آخرین ذره مایع به بخار تبدیل می‌شود ادامه دارد در این مرحله $2256\text{kJ} = 797 - 3053$ گرما به آب اضافه شده است. خط EF نشان می‌دهد اگر بخار تولیدی در ظرف بسته باشد و عمل گرمادهی ادامه یابد دمای بخار بالاتر خواهد رفت.

با توجه به نمودار مذکور به تعاریف زیر می‌پردازیم.

— **نقطه ذوب**^۱: نقطه ذوب عبارت از دمایی است که هر جسم جامد در فشار معینی در آن دما به مایع تبدیل می‌شود. نقطه ذوب آب (یخ) در فشار اتمسفر برابر 100°C است. افزایش فشار وارد بر جسم به جز در چند مورد سبب بالا رفتن نقطه ذوب آن می‌شود. در بعضی از مواد مانند یخ افزایش فشار سبب کاهش نقطه ذوب می‌شود.

— **گرمای نهان ذوب**: گرمای نهان ذوب یک جسم جامد برابر است با مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از آن جسم جامد در نقطه ذوب بدهیم تا در همان دما به مایع تبدیل شود. گرمای نهان ذوب برابر با گرمایی است که در نمودار در فاصله نقطه B تا نقطه C به آب داده شد که برابر $\frac{335\text{kJ}}{\text{kg}}$ می‌باشد.

۱- Melting point

۳- Sensible Heat

۲- Boiling point

۴- Latent Heat



شکل ۱-۵- بخار اشباع و فشار اشباع

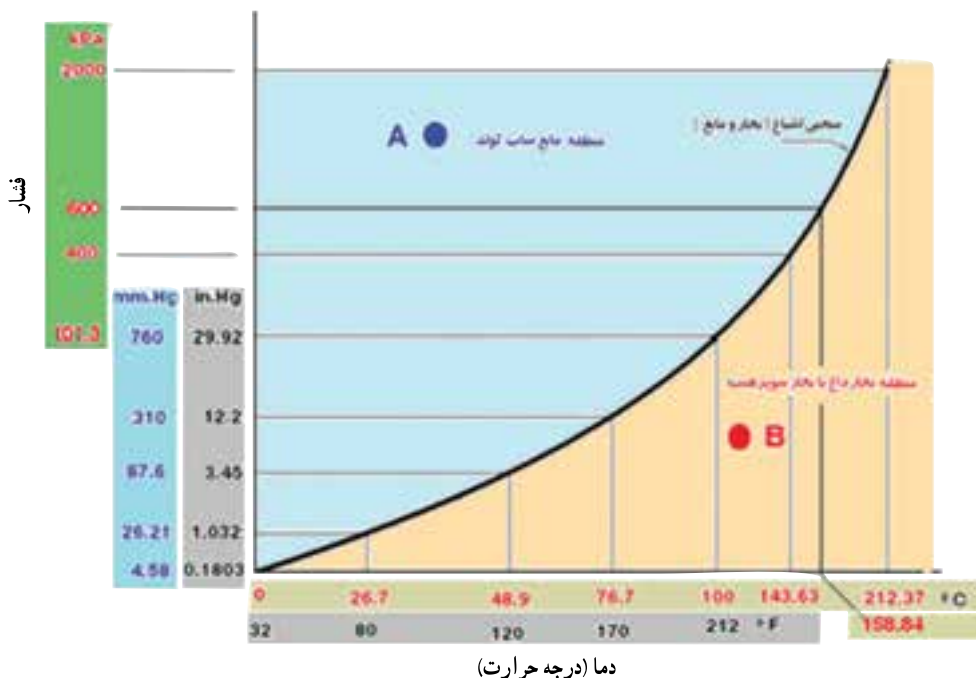
بخار آب تبدیل می شود این حالت در شکل ۱-۵- پ نشان داده شده است. هرگونه افزایش گرما به این ظرف موجب بالا رفتن دمای بخار آب می شود.

در یک فشار معین عبارت «دمای اشباع» نشان دهنده دمایی است که عمل جوش در آن اتفاق می افتد. فشار مربوط به دمای اشباع را فشار اشباع می نامند. بنابراین برای آب دمای جوش 100°C دمای اشباع در فشار یک اتمسفر است و فشار یک اتمسفر فشار اشباع در دمای 100°C می باشد. برای هر ماده خالص رابطه معینی بین فشار اشباع و دمای اشباع وجود دارد. که نمونه ای از آن در منحنی «فشار - دما» در شکل ۱-۶- نشان

داده شده است. این منحنی رابطه فشار با دمای اشباع برای آب را نشان می دهد. چنانچه ماده ای به صورت مایع در دما و فشار اشباع وجود داشته باشد «مایع اشباع» نامیده می شود. اگر دمای مایعی کمتر از دمای اشباع در یک فشار معین باشد مایع «بیش سرد» یا «ساب کول» خوانده می شود (نقطه A).

هرگاه ماده به صورت بخار در فشار اشباع وجود داشته باشد به آن «بخار اشباع» گویند. و اگر بخار در دمایی بالاتر از دمای اشباع باشد، «بخار بیش گرم» یا «بخار داغ» یا «بخار سوپرهیت» نامیده می شود (نقطه B).

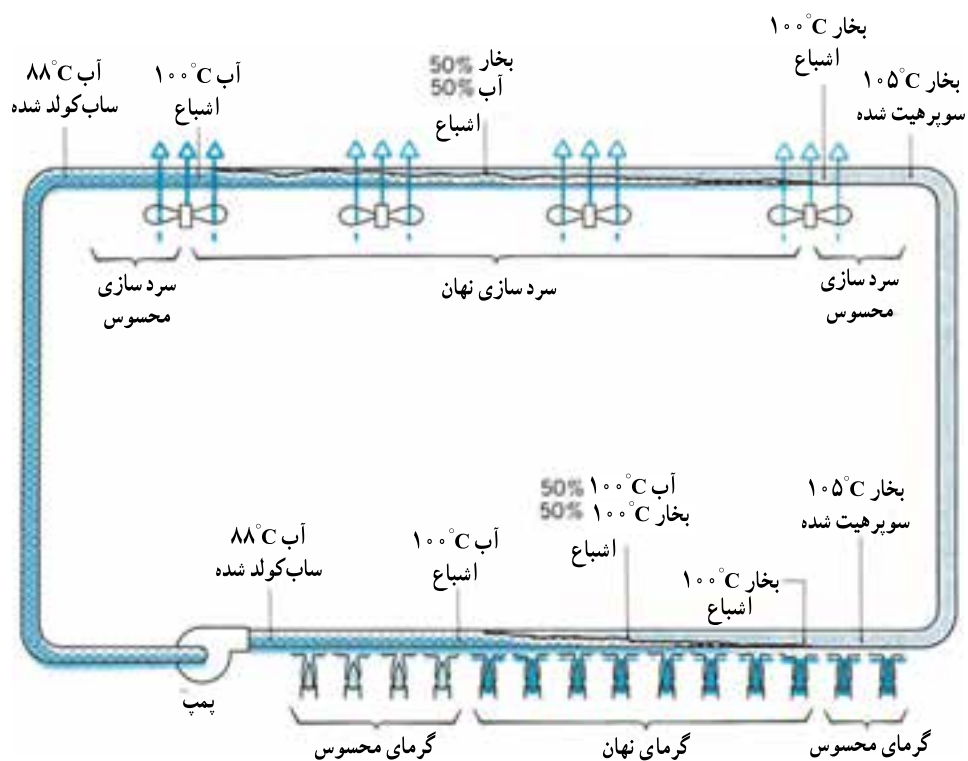
در یک فشار معین عبارت «دمای اشباع» نشان دهنده دمایی است که عمل جوش در آن اتفاق می افتد. فشار مربوط به دمای اشباع را فشار اشباع می نامند. بنابراین برای آب دمای جوش 100°C دمای اشباع در فشار یک اتمسفر است و فشار یک اتمسفر فشار اشباع در دمای 100°C می باشد. برای هر ماده خالص رابطه معینی بین فشار اشباع و دمای اشباع وجود دارد. که نمونه ای از آن در منحنی «فشار - دما» در شکل ۱-۶- نشان



شکل ۱-۶- منحنی - فشار - دما برای آب

به بخار شود افزایش گرما باعث افزایش دمای بخار تا 105°C می‌شود (گرمای محسوس) و بخار سوپرهیت حاصل می‌شود. و اگر در قسمت‌های بعدی با استفاده از فن‌های سردکننده اقدام به گرفتن گرما از سیستم نماییم، ابتدا بخار سوپرهیت گرمای خود را از دست می‌دهد (گرمای محسوس) و به دمای اشباع 100°C می‌رسد. با ادامه عمل گرماگیری بخار اشباع تبدیل به مایع اشباع می‌شود (گرمای نهان) و در نهایت مایع ساب کولد با دمای 88°C به دست می‌آید که وارد پمپ می‌گردد.

مثال: شکل ۱-۷ مفاهیم دمای اشباع، ساب کولد شدن و سوپرهیت شدن به یکدیگر گره می‌زند. سیستم بسته‌ای در نظر بگیرید که تمام قسمت‌های آن به طور تقریب در فشار اتمسفریک نگه داشته شده باشد. آب خروجی از پمپ دارای دمای 88°C است که در شرایط ساب کولد قرار دارد. با افزودن گرما دمای آب تا 100°C بالا می‌رود (گرمای محسوس). اگر به گرما دادن ادامه دهیم دما در 100°C (دمای اشباع) ثابت می‌ماند در حالی که آب به بخار تبدیل می‌شود. گرمای داده شده به آب در این مرحله از نوع گرمای نهان است. وقتی تمام آب به جوش آمده و تبدیل



شکل ۱-۷- سیال (آب) با گرفتن و پس دادن گرما می‌تواند بجوشد یا تقطیر شود.

پرسش: در شکل ۸-۱ حالت بخار و مایع را مشخص کنید.

الف

0 psi

14.7 psia

15°C

ب

0 psi

14.7 psia

15°C

0 psi

14.7 psia

15°C

ج

0 psi

14.7 psia

15°C

د

- مایع اشباع
- مایع ساب کولد
- بخار اشباع
- بخار سوپر هیت

- مایع ساب کولد
- مایع اشباع
- بخار اشباع
- بخار سوپر هیت

- بخار سوپر هیت
- بخار اشباع
- مایع اشباع
- مایع ساب کولد

- مایع اشباع
- بخار اشباع
- مایع ساب کولد
- بخار سوپر هیت

شکل ۸-۱

همان طور که در شکل ۹-۱ ملاحظه می کنید دو بلوک A و B دارای وزن یکسان می باشند اما فشاری که از طرف بلوک A بر سطح میز وارد می شود بسیار کمتر از فشاری است که از طرف بلوک B بر روی سطح میز وارد می شود.

$$1 \text{ kg} = 10 \text{ N} \quad \text{فشار بلوک A:}$$

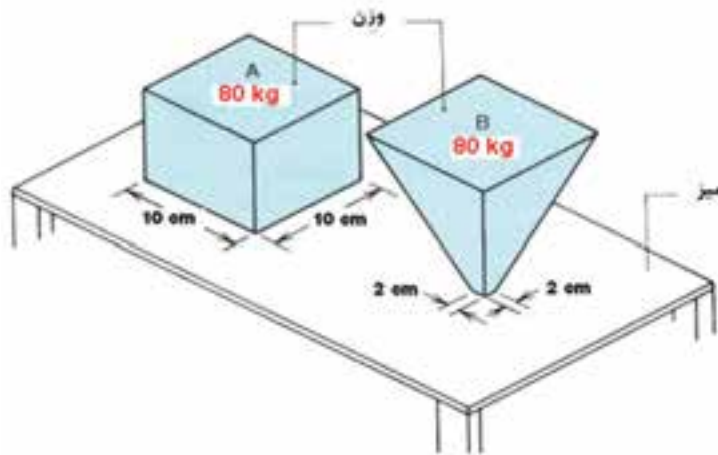
$$P = \frac{10}{0.1} = 100 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ kPa}$$

فشار بلوک B:

$$P = \frac{10}{0.05} = 200 \text{ N/m}^2 = 20 \text{ kPa}$$

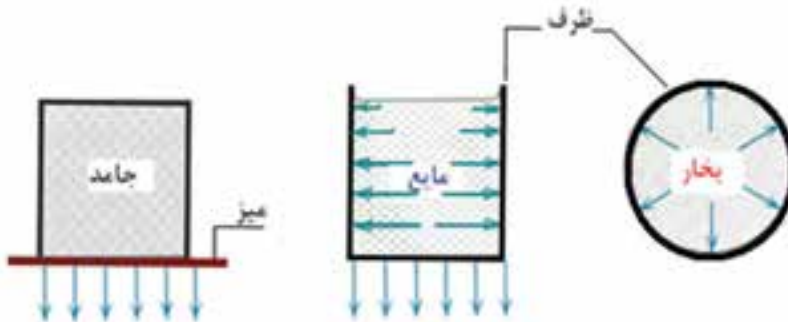
۱-۷- فشار

فشار عبارت است از مقدار نیروی وارد بر سطح $p = \frac{F}{A}$. در این رابطه اگر نیرو (F) بر حسب نیوتن و سطح (A) بر حسب متر مربع باشد فشار (P) بر حسب N/m^2 یا پاسکال (Pa) خواهد شد. در رابطه فوق هر چه نیرو بزرگ تر شود و مساحت کوچک تر گردد فشار حاصل بیش تر و بیش تر خواهد بود. فرو کردن پونز بر سطح یک چوب به راحتی انجام می شود زیرا مساحت نوک پونز بسیار کم و فشار حاصل بسیار زیاد است.



شکل ۹-۱- هر بلوک نیرویی معادل ۸۰ کیلوگرم روی میز وارد می‌کند. بلوک A فشاری بر ۸۰ Kpa به وجود می‌آورد در حالی که بلوک B فشار برابر ۲۰۰۰ Kpa را موجب می‌شود.

شکل ۱۰-۱- فشار را در سه حالت مختلف ماده نشان می‌دهد. در یک جسم جامد فشار فقط مستقیماً رو به پایین اعمال می‌شود. در مایعات فشار در سطح جانبی ظرف اعمال شده و مقدار آن بستگی به ارتفاع مایع دارد. در گازها در تمام سطوح به طور یکسان اعمال می‌شود.



شکل ۱۰-۱- فشارهای اعمالی برای جامدات، مایعات و بخار

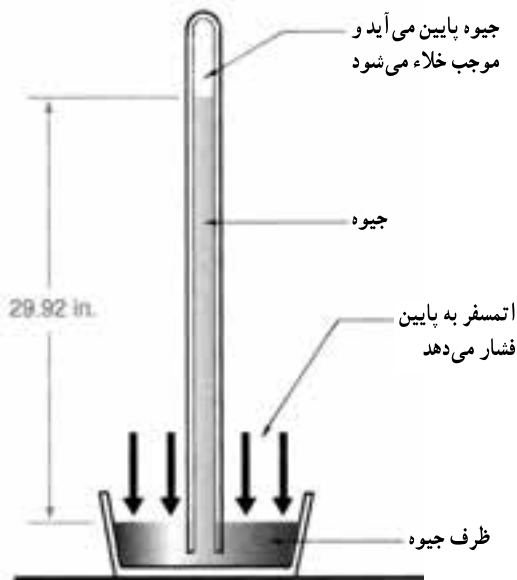


شکل ۱۱-۱- فشارسنج بوردون

۱-۷-۱- فشار نسبی: فشار نسبی یا فشار مانومتری فشاری است که فشارسنج نشان می‌دهد. فشارسنج‌ها فقط اختلاف فشار میان فشار واقعی سیال و فشار جو را اندازه می‌گیرند و طوری درجه‌بندی شده‌اند که در فشار جو، صفر را نشان می‌دهند بدین لحاظ خواندن فشار راحت‌تر می‌شود. برای اندازه‌گیری فشار نسبی از مانومتر یا فشارسنج بوردون استفاده می‌شود (شکل ۱۱-۱). فشار نسبی را با P_g نشان می‌دهند.

جو ثابت نبوده با ارتفاع تغییر می‌کند و با افزایش ارتفاع فشار جو کاهش می‌یابد.

فشار اتمسفر به وسیله بارومتر اندازه‌گیری می‌کنند و به همین جهت به آن فشار بارومتري نیز می‌گویند. (شکل ۱۳-۱) از آن جایی فشار هر محل با ارتفاع از سطح دریا تغییر می‌کند به آن فشار محلی نیز گویند.



شکل ۱۳-۱ بارومتر جیوه‌ای

۳-۷-۱ فشار مطلق: فشار کل یا واقعی یک سیال است. فشار مطلق مجموع فشار نسبی و فشار اتمسفر محلی است.

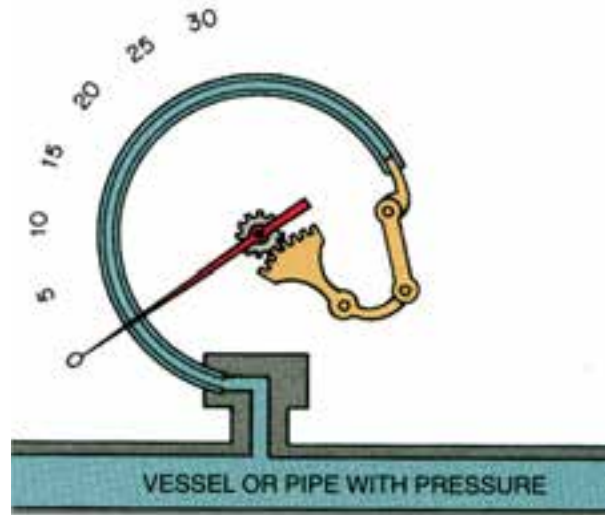
فشار نسبی + فشار اتمسفر = فشار مطلق

$$P_{ab} = P_b + P_g$$

در صورتی که فشار نسبی کمتر از فشار جو باشد آن را با علامت منفی نشان می‌دهند. رابطه بین فشار نسبی و فشار مطلق در شکل ۱۴-۱ آمده است.

شکل ۱۵-۱ بیان دیگری برای روشن شدن رابطه بین فشار نسبی و فشار مطلق است.

لوله بوردون لوله فلزی خمیده بیضی شکلی است که میزان خمیدگی آن بر اثر افزایش فشار سیال داخل لوله کمتر و بر اثر کاهش فشار بیشتر می‌شود هر تغییری در خمیدگی لوله از طریق دنده‌ها به عقربه منتقل می‌شود (شکل ۱۲-۱). جهت و مقدار حرکت عقربه به جهت و اندازه خمیدگی لوله بستگی دارد.



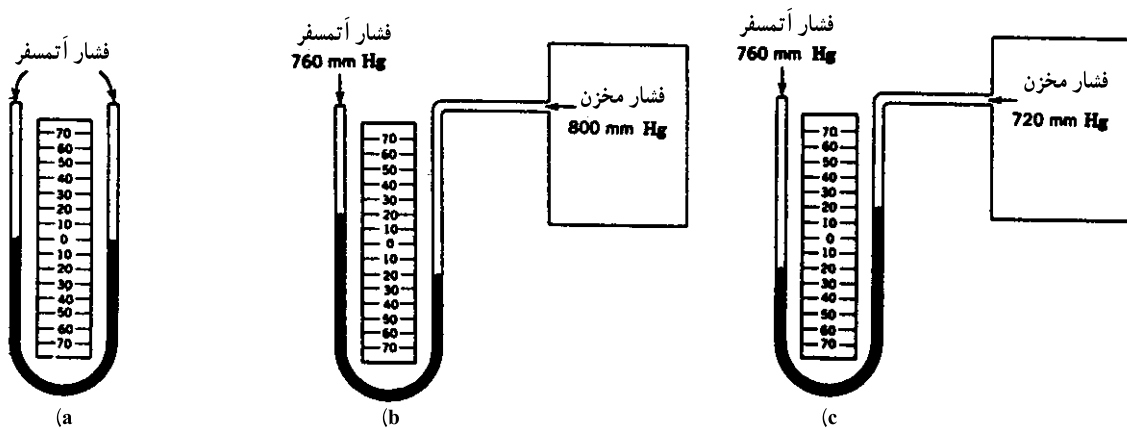
شکل ۱۲-۱ نمایش شماتیک مکانیزم فشارسنج بوردون

۲-۷-۱ فشار اتمسفر: اطراف کره زمین را پوششی

از هوا دربرگرفته است. چون هوا دارای جرم بوده و در معرض جاذبه است، فشاری اعمال می‌کند که فشار جو یا فشار اتمسفر نام دارد. ستونی از هوا را به سطح یک متر مربع در نظر بگیرید که از سطح زمین، همتراز سطح دریا تا حد بالای جو ادامه دارد. جرم این ستون هوا به اندازه‌ای است که نیروی جاذبه وارد بر آن در سطح دریا (سطح قاعده ستون) برابر 101325N می‌شود. چون کل این نیرو بر سطح 1m^2 وارد می‌شود فشار حاصل از جو در سطح دریا $101325\text{N}/\text{m}^2$ (نیوتن بر متر مربع) یا پاسکال (Pa) است. این همان مقدار فشار جو در سطح دریا است که گاهی فشار یک اتمسفر نیز گفته می‌شود. دقت کنید که فشار یک اتمسفر تقریباً برابر فشار یک بار (bar) است. فشار



شکل ۱۴-۱- نسبت بین فشار گیج و فشار مطلق



شکل ۱۵-۱- (a) فشار وارد (فشار اتمسفر) به دو سمت لوله برابر و سطح جیوه نیز در لوله برابر است. (b) نشان می‌دهد که فشار مخزن ۴۰ میلی‌متر جیوه از فشار اتمسفر بیشتر است. (c) نشان می‌دهد که فشار مخزن ۴۰ میلی‌متر جیوه از فشار اتمسفر (۷۶۰ mmHg) کمتر است.

و واحدهای فشار: واحد فشار در سیستم SI، پاسکال (Pa) یا نیوتن بر متر مربع N/m^2 است. واحد دیگر فشار بار (bar) است. یک بار معادل $100000 Pa$ است. فشار بر حسب ارتفاع ستون جیوه (cmHg، mmHg) و ارتفاع ستون آب (mwc) نیز سنجیده می‌شود. در سیستم انگلیسی معمولاً از واحدهای Psi (پوند بر اینچ مربع) و ارتفاع ستون جیوه (inHg) استفاده می‌کنند. Psi

نشانه فشار مانومتری و $Psia$ نشانه فشار مطلق است.

$$1 \text{ atm} = 1.013 \text{ bar} = 14.7 \text{ psi} = 760 \text{ mm.Hg}$$

$$= 29.92 \text{ in.Hg} = 1.033 \text{ m.w} = 101325 \text{ pa}$$

$$= 1.033 \text{ kg/cm}^2$$

و واحدهای فشار: واحد فشار در سیستم SI، پاسکال (Pa) یا نیوتن بر متر مربع N/m^2 است. واحد دیگر فشار بار (bar) است. یک بار معادل $100000 Pa$ است. فشار بر حسب ارتفاع ستون جیوه (cmHg، mmHg) و ارتفاع ستون آب (mwc) نیز سنجیده می‌شود. در سیستم انگلیسی معمولاً از واحدهای Psi (پوند بر اینچ مربع) و ارتفاع ستون جیوه (inHg) استفاده می‌کنند. Psi



۸-۱- پرسش و تمرین

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- با گرم کردن یک جسم کدام تغییر در مولکول‌های آن ایجاد می‌شود:
- الف) کاهش انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی
ب) افزایش انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی
ج) کاهش انرژی پتانسیل
د) کاهش انرژی جنبشی
- ۲- در تغییر بخار 100°C به بخار 110°C کدام فرآیند زیر انجام یافته است. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)
- الف) گرم کردن نهان
ب) گرم کردن محسوس
ج) گرم کردن نهان و محسوس
د) ساب کولد و سوپرهیت
- ۳- هنگام تغییر حالت یخ به آب کدام فرآیند زیر انجام می‌شود.
- الف) ساب کولد
ب) سوپرهیت
ج) گرم کردن محسوس
د) گرم کردن نهان
- ۴- مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم جامد در نقطه ذوب بدهیم تا به مایع در همان دما تبدیل شود
نامیده می‌شود (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)

الف) نقطه ذوب
ب) گرمای نهان ذوب

ج) گرمای محسوس
د) سوپرهیت

۵- به گرمایی که سبب بالا رفتن دمای جسم می‌شود چه می‌گویند.

الف) گرمای محسوس
ب) گرمای نهان

ج) گرمای فوق گرم
د) گرمای داغ

۶- در کدام حالت ماده، فشار در تمام سطوح به طور یکسان اعمال می‌شود.

الف) جامدات
ب) مایعات

ج) گازها
د) مایعات و گازها

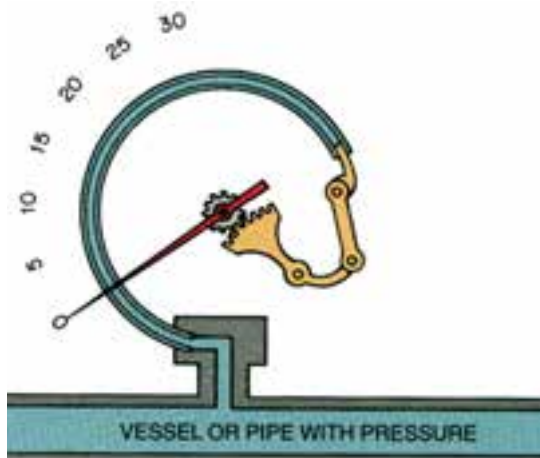
۷- شکل مقابل کدام وسیله اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

الف) فشارسنج عقربه‌ای

ب) بارومتر

ج) فشارسنج بوردون

د) دماسنج عقربه‌ای



پرسش‌های درست و نادرست

۸- واحد اندازه‌گیری گرما در سیستم SI ژول است.

درست نادرست

۹- در یک فشار معین عبارت دمای اشباع دمایی است که عمل تقطیر اتفاق می‌افتد. (امتحان نهایی شهریور ۹۱)

درست نادرست

۱۰- نقطه جوش هر مایع به فشار وارد بر سطح آن بستگی دارد.

درست نادرست

۱۱- هرگاه ماده‌ای به صورت بخار در فشار اشباع وجود داشته باشد بخار سوپرهیت گویند.

درست نادرست

۱۲- شکل مقابل حالت مایع سبک کولد را نشان می‌دهد.

درست نادرست

۱۳- مقدار نیروی وارد بر واحد سطح را فشار گویند.

درست نادرست

۱۴- برای اندازه‌گیری فشار محلی از مانومتر استفاده می‌شود.

درست نادرست



سئوالات کامل کردنی

۱۵- بر اساس نظریه جنبشی مولکولی، گرما مجموع و مولکول‌های یک جسم می‌باشد.

۱۶- دما میزان مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد.

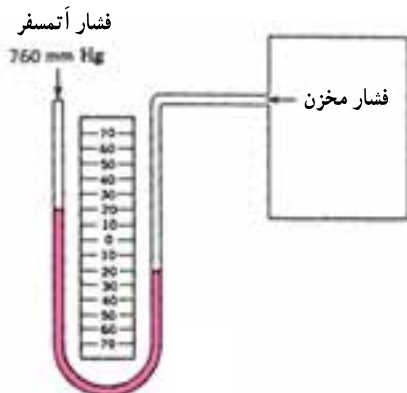
۱۷- ده درجه سلسیوس معادل درجه کلونین می‌باشد.

۱۸- اگر بخار در دمایی بالاتر از دمای اشباع باشد نامیده می‌شود.

۱۹- مقدار فشار در مایعات به بستگی دارد.

۲۰- در شکل روبه‌رو فشار مخزن برابر با

میلی متر جیوه است. (امتحان نهایی خرداد ۸۹)



واژه مناسب را در جای خالی بنویسید.

(بارومتر – دما – گرمای محسوس – بخار داغ – گرمای نهان – مانومتر – فشار – بخار اشباع)

۲۱- کلوبین واحد اندازه گیری می باشد.

۲۲- افزایش سبب بالارفتن نقطه جوش می شود.

۲۳- گرمایی که در دمای ثابت به یک جسم داده می شود تا سبب تغییر حالت آن جسم شود گفته می شود.

می شود.

۲۴- هرگاه ماده به صورت بخار در فشار اشباع وجود داشته باشد به آن گویند.

۲۵- برای اندازه گیری فشار نسبی از استفاده می شود.

پرسش های تشریحی

۲۶- گرما را بر اساس نظریه فلاسفه قدیم تعریف نمایید.

۲۷- تفاوت دما و گرما را شرح دهید.

۲۸- مایع اشباع را شرح دهید.

۲۹- بخار اشباع را شرح دهید.

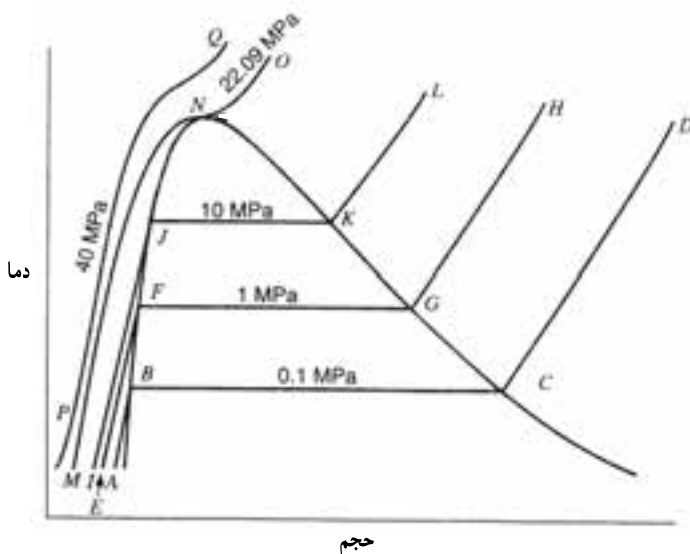
۳۰- مایع سبک کولد را تعریف کنید.

۳۱- بخار سوپر هیت را تعریف کنید.

۳۲- در نمودار دما – حجم شکل مقابل

خط مایع اشباع، خط بخار اشباع و نقطه بحرانی

را مشخص کنید.



۳۳- در صورتی که فشار محلی $14/7 \text{ Psi}$ و فشار سنج عدد 15 Psi را نشان دهد فشار مطلق را حساب نمایید.

۳۴- سه حالت ماده را شرح دهید.

۳۵- رابطه دمای اشباع و فشار اشباع را بیان کنید.

۳۶- منطقه مایع سبک کولد و بخار سوپر هیت را بر روی منحنی فشار – دما تعیین کنید.

۳۷- نمودار دما – گرما را ترسیم کرده و قسمت های مختلف نمودار را مشخص نمایید.