
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع

اصول طراحی کارخانجات و مهندسی صنایع غذایی

«مهندسی کشاورزی»

(علوم و صنایع غذایی)

مولفان: حسن خلیفه – نوشین نوشیروانی

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

تقدیم به:

پدران و مادران عزیزمان

پیشگفتار مولف

حمد و سپاس مخصوص خداوندی است که به ما توفیق تألیف این مجموعه را ارزانی داشت. یکی از مهم‌ترین بخش‌های سوالات آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی در هر سال، مربوط به مباحث اصول طراحی کارخانجات و مهندسی صنایع غذایی است. گستردگی و تنوع مطالب مرتبط با این مباحث از یکسو و کمبود و یا عدم وجود یک منبع جامع و کامل برای مطالعه از سویی دیگر، داوطلبان را با سردرگمی‌های مختلفی مواجه کرده است. در نتیجه بر آن شده‌ایم تا با استفاده از منابع روزآمد که در طراحی و انتخاب سوالات آزمون کارشناسی ارشد مورد استفاده قرار می‌گیرند، مجموعه‌ای تدوین گردد که داوطلبان گرامی با مطالعه دقیق آن به بهترین شکل ممکن با مفاهیم، ویژگی‌ها و کاربردهای مختلف مطالب این مباحث آشنا شده و امید آن باشد که آن‌ها را در پاسخ‌دهی به سوالات آزمون‌های کارشناسی ارشد یاری نماید.

در پایان مستدعی است برای پربارتر شدن این کتاب و رفع نواقص احتمالی، پیشنهادات و انتقادات سازنده خود را با ما در میان بگذارید.

با سپاس

حسن خلیفه – نوشین نوشیروانی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: آحاد و ابعاد و موازنه جرم و انرژی

الف) آحاد اصلی ۱۳
ب) آحاد اشتقاقی ۱۴
ج): آحاد متمم (تکمیلی) ۱۴
مساحت ۱۵
چگالی ۱۵
تخلخل ۱۶
وزن مخصوص ۱۶
غلظت ۱۶
مقدار رطوبت ۱۷
زاویه ریپوز و زاویه لغزش ۱۷
فشار ۱۸
بقای جرم ۱۹
بقای انرژی ۲۰
توان ۲۱
خلاصه فصل ۲۲
تستهای آخر فصل ۲۳
پاسخ تستهای آخر فصل ۲۶

فصل دوم: انتقال حرارت

۱- انتقال حرارت به روش هدایت (CONDUCTIVE HEAT TRANSFER): ۳۳
الف) انتقال حرارت به روش هدایت در دیواره ساده (SLAB) ۳۴
ب) انتقال حرارت به روش هدایت از سیستم چند لایه ۳۴
ج) انتقال حرارت از طریق هدایت در یک لوله استوانه‌ای ۳۵
د) انتقال حرارت از طریق هدایت در لوله مرکب ۳۶
۲) انتقال حرارت از طریق جابجایی (CONVECTION HEAT TRANSFER) ۳۶
سیال ۳۸
هوا ۳۸
جابجایی آزاد ۳۸
جابجایی اجباری ۳۸
آب ۳۸
جابجایی آزاد ۳۸
جابجایی اجباری ۳۸
آب در حال جوش ۳۸
بخار آب در حال چگالش یا کندانس ۳۸
تخمین ضریب انتقال حرارت از طریق جابجایی ۳۸
جابجایی آزاد ۳۸
ب) جابجایی اجباری ۳۹
انتقال حرارت در سطح دیواره ۴۱

نقش عایق درکاهش اتلاف حرارت از تجهیزات ۴۳
انتقال حرارت به روش تشعشع ۴۳
انتقال حرارت یکنواخت و غیر یکنواخت ۴۵
اهمیت مقاومت خارجی نسبت به مقاومت داخلی دربرابر انتقال حرارت ۴۶
سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی فرآورده‌های غذایی ۴۹
۱- مبدل حرارتی صفحه‌ای ۴۹
۲- مبدل حرارتی لوله‌ای ۵۰
۱- همسو (CO-CURRENT FLOW) ۵۰
۳- سیستم های جریان عرضی ۵۱
۳- مبدل حرارتی سطح تراش ۵۲
۴- مبدل حرارتی پوسته و لوله ۵۲
روشهای انتقال حرارت تماسی ۵۲
مبدل حرارتی پاشش دربخار (STEAM INFUSION) ۵۲
مبدل حرارتی تزریق بخار (STEAM INJECTION) ۵۳
۱- حرارت‌دهی توسط میکروویو (MICROWAVE HEATING) ۵۳
کاربردهای صنعتی میکروویو ۵۳
۲- گرم کردن مادون قرمز مواد غذایی (INFRA RED HEATING) ۵۳
۳- گرم کردن دی الکتریک (DIELECTRIC HEATING) ۵۴
۴- (OHMIC HEATING) ۵۴
اواپراتورها (EVAPORATORS) ۵۴
انواع اواپراتورها ۵۶
فرآوری حرارتی (THERMAL PROCESSING) ۵۷
رابطه بین سینتیک شیمیایی و پارامترهای فرآوری حرارتی ۵۹
خلاصه فصل ۶۰
تست‌های آخر فصل ۶۱
پاسخ تست‌های آخر فصل ۷۰

فصل سوم: مکانیک سیالات: (FLUID MECHANICS)

رئولوژی ۸۰
الف) سیالات نیوتنی ۸۱
ب) سیالات غیر نیوتنی ۸۱
ویسکوزیته ظاهری سیالات پاورلا ۸۵
ویسکوزیته ظاهری سیالات هرشل بالکلی ۸۵
۲- سیالات غیر نیوتنی وابسته به زمان ۸۵
جریان سیال درون لوله ۸۵
اصول جریان سیالات ۸۷
توان پمپ ۸۹
محاسبه افت انرژی حاصل از اصطکاک ۹۰
۲- افت فشار در شیرها و اتصالات ۹۰
پمپ و پمپاژ ۹۲
پدیدهٔ کاویتانسیون ۹۳
راه‌های مبارزه با کاویتاسیون ۹۴

نحوه انتخاب پمپ سانتریفوژ ۹۴
انواع پمپ‌ها ۹۶
انواع پمپ‌های جا به جایی مثبت ۹۶
قوانین آفینیته در پمپ‌ها ۹۸
اندازه‌گیری فشار ۹۸
اندازه گیری جریان ۹۹
خلاصه فصل ۱۰۱
تست‌های آخر فصل ۱۰۲
پاسخ تست‌های آخر فصل ۱۱۲

فصل چهارم: ترمودینامیک

تعاریف و مفاهیم پایه ۱۲۳
خواص ترمودینامیکی سیستم ۱۲۴
۱- قانون اول ترمودینامیک در فشار ثابت: (ایزوباریک) ۱۲۷
۲- قانون اول ترمودینامیک در فرآیندهای ایزوکوریک یا ایزومتریک ۱۲۷
۳- قانون اول ترمودینامیک درفرآیندهای هم دما (ایزوترمال) ۱۲۷
یخچال و پمپ حرارتی (REFRIGERATOR AND HEAT PUMP) ۱۲۸
سیکل کارنوت ۱۳۰
انتخاب مادهٔ سرمازا ۱۳۴
معادله حالت و قانون گاز کامل ۱۳۷
ضریب هدایت حرارتی (K) : (THERMAL CORDUCTIVITY) ۱۳۹
خلاصه فصل ۱۴۱
قوانین ترمودینامیک ۱۴۱
تستهای آخر فصل ۱۴۲
پاسخ تستهای آخر فصل ۱۴۷

فصل پنجم: رطوبت‌سنجی (PSYCHROMETRICS)

حجم مخصوص بخار آب ۱۵۱
خواص مخلوط‌های هوا – بخار آب ۱۵۲
قانون گیبس – دالتون ۱۵۲
۱- گرمایش یا سرمایش هوا ۱۵۴
۲- مخلوط کردن هوا ۱۵۵
۳- خشک کردن و مرطوب کردن ۱۵۵
۴- فرآیند اشباع آدیاباتیک (ADIABATIC SATURATION) (تبرید آدیاباتیک) ۱۵۵
خلاصه فصل ۱۵۷
تست‌های آخر فصل ۱۵۸
پاسخ تستهای آخر فصل ۱۶۰

فصل ششم: اصول طراحی کارخانجات

مطالعات قبل از اجرای طرح ۱۶۳
محاسبه کارآیی فیزیکی وکارآیی اقتصادی ۱۶۳
مطالعات محل احداث کارخانه ۱۶۴
مبانی طراحی کارخانه ۱۶۵
اهمیت طراحی کارخانه ۱۶۵

موارد کاربرد طراحی کارخانه ۱۶۶
استمرار کار طراحی کارخانه ۱۶۶
اهداف طراحی کارخانه ۱۶۷
خصوصیات یک طرح خوب ۱۶۷
ویژگی های محل کارخانه و احداث آن ۱۶۸
ویژگی‌های ساختمانی کارخانجات صنایع غذایی ۱۶۸
لوله‌ها، اتصالات و تأسیسات در کارخانجات صنایع غذایی ۱۷۲
طراحی سایر بخش‌های کارخانه ۱۷۴
طبقات فرضی در طراحی ساختمان کارخانه ۱۷۵
خصوصیات کلی دستگاه‌های مورد استفاده در کارخانجات صنایع غذایی ۱۷۶
دستگاه‌های مورد نیاز در خط تولید ۱۷۷
نحوه استقرار دستگاه‌ها در خط تولید (LAYOUT) ۱۷۷
الگوی جریان مواد ۱۷۸
نمودار فرآیند و علائم آن ۱۷۸
تعداد دستگاه‌های لازم در خط تولید ۱۷۹
تأمین نور در کارخانه ۱۸۰
تهویه در کارخانه ۱۸۲
تأمین آب در کارخانه ۱۸۴
تصفیه فاضلاب ۱۸۶
میزان تولید فاضلاب و مصرف آب در برخی کارخانجات صنایع غذایی ۱۸۶
تأمین انرژی حرارتی در کارخانه، بخار آب و آب داغ ۱۸۷
تولید بخار آب در دیگ بخار ۱۸۷
قسمت‌های مختلف دیگ بخار ۱۸۸
تعیین میزان بخار لازم برای کارخانه ۱۸۹
تأمین آب داغ در کارخانه ۱۹۲
تأمین برق در کارخانه ۱۹۲
سیم‌کشی ساختمان و خط تولید ۱۹۳
مواد مورد استفاده در ساخت دستگاه‌های صنایع غذایی ۱۹۴
خوردگی ۱۹۸
حمل و نقل ۲۰۰
نقاله‌ها ۲۰۱
توجیه اقتصادی پروژه ۲۰۴
بررسی‌های تولید ۲۰۵
خلاصه فصل ۲۰۷
تستهای آخر فصل ۲۱۲
پاسخ تستهای آخر فصل ۲۳۰

منابع و ماخذ ۲۴۳

فصل اول

آحاد و ابعاد و موازنه جرم و انرژی

عناوین اصلی

- ابعاد اصلی و فرعی
- آحاد اصلی، آحاد اشتقاقی، آحاد تکمیلی
- چگالی، چگالی ظاهری، چگالی ذره‌ای، چگالی واقعی
- رطوبت
- فشار
- بقای جرم و انرژی

فصل اول

آحاد و ابعاد و موازنه جرم و انرژی

ابعاد: هر مفهوم فیزیکی که قابل مشاهده یا اندازه‌گیری باشد مانند زمان، طول، حجم و ...، مشخصاً بوسیله ابعاد تعریف می‌شود. بزرگی مقداری یک بُعد با واحد بیان می‌شود مانند واحد طول که ممکن است برحسب متر و یا سانتی‌متر اندازه‌گیری شود.

به طور کلی ابعاد به ۲ دسته تقسیم می‌شوند:

۱- ابعاد اصلی مانند طول، دما، زمان، جرم و نیرو که یک مفهوم فیزیکی را بیان می‌کنند.

۲- ابعاد فرعی مانند حجم و سرعت که ترکیبی از ابعاد اصلی هستند.

باید همواره به این نکته دقت نمود که معادلات باید از نظر ابعادی موازنه باشند. یعنی اگر بُعد سمت چپ یک معادله «جرم» باشد، باید بُعد سمت راست آن نیز «جرم» باشد و در غیر اینصورت معادله نادرست خواهد بود. این موضوع روش مناسبی برای بررسی درستی معادلات است.

آحاد هندسی: متداول‌ترین سیستم‌ها برای اندازه‌گیری کمیتهای فیزیکی عبارتند از : سیستم انگلیسی، سیستم سانتی‌متر، گرم، ثانیه (cgs) و سیستم متر- کیلو گرم- ثانیه (mks).

به دلیل امکان به وجود آمدن برخی مشکلات به هنگام استفاده ازاین سیستم‌ها، براساس قراردادهای بین‌المللی، سیستم بین‌المللی آحاد یک سیستم SI مطرح گردیده است. آحاد SI شامل هفت واحد اصلی (پایه)، دو واحد متمم (تکمیلی) و یک دسته آحاد اشتقاقی است.

الف) آحاد اصلی

اساس سیستم SI که هفت واحد اصلی به شرح زیر است:

۱- واحد طول (متر).

۲- واحد جرم (کیلوگرم).

۳- واحد زمان (ثانیه).

۴- واحد جریان الکتریکی (آمپر).

۵- واحد دمای ترمودینامیک (کلوین).

۶- واحد مقدار ماده (مول).

۷- واحد شدت روشنایی (کاندلا).

ب) آحاد اشتقاقی

این آحاد ترکیبهای جبری آحاد اصلی‌اند که با استفاده از ضرب و تقسیم بیان می‌شوند. برخی از آحاد اشتقاقی رایج عبارتند از:

الف) آحاد اشتقاقی SI که برحسب آحاد اصلی بیان می‌شوند :

۱- واحد مساحت (مترمربع).

۲- واحد حجم (مترمکعب).

۳- واحد سرعت (متر بر ثانیه).

۴- واحد چگالی (کیلوگرم برمترمکعب).

۵- واحد غلظت (مول برمترمکعب).

ب) آحاد اشتقاقی که اسامی ویژه‌ای دارند:

۱- واحد بسامد (هرتز).

۲- واحد نیرو (نیوتن).

۳- واحد فشار و تنش (پاسکال).

۴- واحد انرژی، کار و مقدار گرما (ژول).

۵- واحد توان (وات).

۶- واحد پتانسیل الکتریکی (ولت).

۷- واحد مقاومت الکتریکی (اُهم).

۸- واحد دمای سلسیوس (درجهٔ سلسیوس).

۹- واحد فلوی روشنایی (لومن).

ج) آحاد اشتقاقی SI که توسط نامهای مخصوص بیان می‌شوند:

۱- واحد لزجت یا ویسکوزیته دینامیک (پاسکال ثانیه).

۲- واحد کشش سطحی (نیوتن برمتر).

۳- واحد ظرفیت گرمایی (ژول برکلوین).

۴- واحد گرمایی (وات برمتر کلوین).

ج): آحاد متمم (تکمیلی)

این آحاد شامل دو واحد کاملاً هندسی است: واحد زاویه مسطح (رادیان) و واحد زاویه فضایی (استرادیان).

مثال

واحدهای زیر را به واحدهای SI تبدیل نمایید.

۱- مقدار لزجت ۳۰cp به Pa.s

می‌دانیم $1cp = 10^{-3}\,Pa.s$

$$\frac{(30cp).(10^{-3}\,Pa.s)}{(1cp)} = 3\times10^{-3}\,Pa.s$$

۲- مقدار چگالی $۳۰\,lbm/ft^3$ **به** kg/m^3

می‌دانیم $1lbm = ۰/۴۵۳\ kg$ و $1ft = ۰/۳۰۴\ m$ ، بنابراین می‌توان گفت:

$$(۳۰\,lbm/ft^3)(۰/۴۵۳\,kg/lbm).(\frac{۱}{۰/۳۰۴}\,m/ft)^3 = ۴۸۰\,kg/m^3$$

مساحت

مساحت اندازه کمی یک سطح صاف یا منحنی است که به صورت حاصلضرب دو طول تعریف شده و درسیستم **SI** واحد آن مترمربع (m^2) است .

تعیین مساحت سطح ماده غذایی دربرخی از محاسبات فرآیند مانند محاسبه انتقال جرم و حرارت از سطح یک ماده غذایی ضروری است. به علاوه دربرخی روشهای فرآوری مواد غذایی باید نسبت سطح به حجم مشخص باشد مانند کنسرو کردن مواد غذایی که هرچه نسبت سطح به حجم بالاتر باشد، مرکز هندسی ظرف سریعتر گرم خواهد شد. کره بزرگترین نسبت سطح به حجم را دربین اشکال هندسی مختلف دارد.

چگالی

چگالی جرم واحد حجم است که واحد آن درسیستم **SI** kg/m^3 است . هرچه ماده‌ای آرایش مولکولی فشرده‌تری داشته باشد، چگالی آن بیشتر است.

به طورکلی در رابطه با مواد غذایی ۳ نوع چگالی وجود دارد:

۱- چگالی ظاهری (Bulk Density) یا : ρB بنابر تعریف نسبت جرم ذرات به فضای اشغال شده توسط آنهاست و به عبارتی دیگر چگالی ظاهری برابر است با :

$$\rho B = \frac{\text{جرم کل } M}{\text{حجم کل } V_T}$$

نکته: از چگالی ظاهری برای تعیین حجم سیلوها استفاده می‌شود.

چگالی ظاهری برخی از مواد غذایی عبارتست از: گندم $۷۷۰\,kg/m^3$، شیر خشک کامل $۳۲۰\,kg/m^3$

۲- چگالی ذره‌ای (Particle Density) یا ρP: حضور حفرات داخلی موجود در ذرات غذایی را توضیح می‌دهد. دراین حالت حجم کل برابر است با حجم ذره + حجم هوای غشایی $\rho P = \frac{M}{V_p + V_{ma}}$ درواقع هرگاه به عنوان مثال جرم یک عدد سیب را بر حجم آن تقسیم کنیم، چگالی ذره‌ای بدست می‌آید.

نکته: از چگالی ذره‌ای برای جداسازی ناخالصی‌ها از محصول استفاده می‌شود مانند جداسازی کاه و کُلَش از دانه گندم

۳- چگالی واقعی (True Density) . ρT **یا چگالی جامد** (SolidDensity) :ρS

نکته: همواره برای یک ماده مشخص $\rho B < \rho P < \rho T$.

نکته: همواره با افزایش دما، حجم مایعات و جامدات زیاد شده و چگالی آن‌ها کاهش می‌یابد.

چگالی واقعی برخی مواد غذایی عبارتست از : چربی $\frac{kg}{m^3}$ ۹۵۰-۹۰۰، نشاسته $\frac{kg}{m^3}$ ۱۵۰۰و آب $\frac{kg}{m^3}$ ۱۰۰۰.

تخلخل

تخلخل حجم اشغال نشده توسط ماده جامد است که نشان دهنده فضاهای خالی موجود در ماده غذایی است. به طور کلی ۲ نوع تخلخل وجود دارد:

تخلخل $\text{Porosity} = ۱ - \frac{\rho_B}{\rho_S}$

تخلخل بین ذره‌ای $\text{Voidage} = ۱ - \frac{\rho_B}{\rho_P}$

نکته: همواره Porosity بزرگتر از Voidage است.

مثال

Porosity یک کارتن برنج به ابعاد ۲×۱/۵×۱ فوت که وزن آن ۱۱۱ پوند است چقدر است؟

(فرض کنید Unit Density برنج برابر ۸۲/۱ پوند بر فوت مکعب است) **(سراسری-۸۵)**

$$\rho_B = \frac{M}{V_T} = \frac{۱۱۱}{۱ \times ۱/۵ \times ۲} = ۳۷ \, lbm/ft^3$$

$$\text{Porosity} = ۱ - \frac{\rho_B}{\rho_S} = ۱ - \frac{۳۷}{۸۲/۱} = ۰/۵۵ \text{ یا } ٪۵۵$$

وزن مخصوص (ثقل ویژه) یا Specific Grarity

اگر چگالی یک ماده مشخص را برچگالی آب درهمان دما تقسیم کنیم وزن مخصوص آن ماده بدست می‌آید.

وزن مخصوص عددی بدون بُعد است .

$$SG = \frac{\rho \text{ ماده}}{\rho \text{ آب در همان دما}}$$

غلظت

غلظت معیاری است از مقدار ماده‌ای که درواحد حجم وجود دارد. وقتی گفته می‌شود ماده‌ای ۱۰درصد پروتئین دارد یعنی درهر ۱۰۰ گرم از آن ماده، ۱۰ گرم پروتئین وجود دارد. به طورکلی غلظت برحسب وزن در واحد وزن یا وزن در واحد حجم بیان می‌شود. یکی از مفاهیم مرتبط با غلظت جزء. مولی یا کسر مولی است که عبارتست از نسبت تعداد مول‌های ماده به کل تعداد مول‌های موجود در سیستم. در نتیجه در محلولی که دارای سه جزء **A** و **B** و **C** با تعداد مول‌های n_A و n_B و n_C است، جزء مولی **A (XA)** برابر است با :

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C}$$

مقدار رطوبت

مقدار رطوبت مبیّن میزان آب موجود در یک نمونه مرطوب است . به طورکلی برای بیان مقدار رطوبت از دو صورت زیر استفاده می‌شود .

۱- مقدار رطوبت بر مبنای مرطوب ($\mathbf{Mc_{wb}}$) : میزان آب موجود در واحد جرم نمونه مرطوب است.

$$Mc_{wb} = \frac{\text{جرم رطوبت}}{\text{جرم نمونه مرطوب}} = \frac{\text{جرم رطوبت}}{\text{جرم رطوبت + جرم ماده خشک}}$$

۲- مقدار رطوبت برمبنای خشک ($\mathbf{Mc_{db}}$): میزان آب موجود در واحد جرم مواد جامد خشک نمونه است.

$$Mc_{db} = \frac{\text{جرم رطوبت}}{\text{جرم مواد جامد خشک}}$$

نکته: مقادیر $\mathbf{Mc_{wb}}$ بین صفر و ۱۰۰ و مقادیر $\mathbf{Mc_{db}}$ بین صفر و بی‌نهایت است .

نکته: بین $\mathbf{Mc_{wb}}$ و $\mathbf{Mc_{db}}$ روابط زیر وجود دارد:

$$\mathbf{Mc_{wb}} = \frac{\mathbf{Mc_{db}}}{\mathbf{1 - Mc_{db}}} \quad \mathbf{Mc_{db}} = \frac{\mathbf{Mc_{wb}}}{\mathbf{1 - Mc_{wb}}}$$

مثال

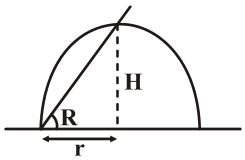
اگر محتوای رطوبت برمبنای مرطوب ماده‌ای ۸۰ درصد باشد، محتوای رطوبت برمبنای خشک این ماده چقدر است ؟

$$\mathbf{Mc_{db}} = \frac{\mathbf{Mc_{wb}}}{\mathbf{1 - Mc_{wb}}} = \frac{\mathbf{0/8}}{\mathbf{100/8}} = \mathbf{4} \text{ یا } \mathbf{\%400}$$

زاویه ریپوز و زاویه لغزش

زاویه ریپوز زاویه‌ای است که تل مواد با زاویهٔ افق تشکیل می‌دهد. مقدار این زاویه از ویژگی‌های ماده است. به عنوان مثال مقدار این زاویه برای توده نمک کم می‌باشد.

$$\text{زاویه ریپوز} \uparrow \quad tg\,R = \frac{H \nearrow}{r \searrow} \quad \text{ارتفاع توده}$$
$$\text{شعاع توده}$$

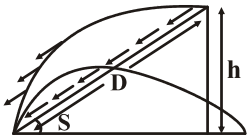


زاویه لغزش زاویه‌ای است که تل مواد در این زاویه ریزش خواهد کرد.

زاویه لغزش ← ارتفاعی که سطح بالا رفته

$$\sin S = \frac{h}{D}$$

← قطر توده



زاویه لغزش به خصوصیات ماده و زاویه ریپوز بستگی دارد. هرچه زاویه ریپوز کمتر باشد زاویه لغزش بیشتر است .

فشار

فشار نیروی عمودی وارد بر سطح است. در سیستم SI واحد فشار $\frac{N}{m^2}$ است که به آن پاسکال نیز می‌گویند.

بنا بر تعریف، فشار اتمسفری استاندارد؛ فشاری است که توسط ستونی از جیوه به ارتفاع ۷۶۰ میلیمتر ایجاد می‌شود که در سیستم‌های مختلف آحاد به صور زیر بیان می‌شود:

$$1atm = 14/69 \frac{lb}{in^2} = 1/01325\ bar = 101/325\ kpa = 10/3m\ H_2o$$

در مورد سیالات، معمولاً فشار برحسب ارتفاع یا هِد سیال بیان می‌شود. اگر سیالی با چگالی ρ و به ارتفاع h در تانکی وجود داشته باشد، فشار وارد برکف تانک برابر است با:

$$P = \rho gh$$

به طورکلی درمباحث مربوط به فشار ۲ اصطلاح وجود دارد:

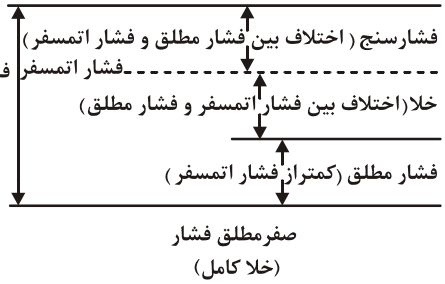
۱- **فشار فشارسنج (گِیج):** فشاری است که با فشار سنج اندازه‌گیری می‌شود و مبنای آن فشار اتمسفر محلی است.

۲- **فشار مطلق:** مبنای آن فشار صفر است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$P_{abs} = P_g + P_{atm}$ یا فشار اتمسفر + فشارِ فشارسنج = فشار مطلق

روابط بین عبارات و اصطلاحاتی که برای تعیین و تعریف فشار استفاده می‌شوند درشکل زیر آورده شده است.

فشارمطلق (بیشتراز فشار اتمسفر)



مثال

فشار مطلق در داخل یک دستگاه تبخیر، ۵۰ سانتی‌متر جیوه است. اگر فشار محیط برابر ۷۶ سانتی‌متر جیوه باشد، خلأ موجود در دستگاه چند کیلو پاسکال می‌باشد؟ با فرض این که $\Upsilon_{H_2o} = 9810\ \frac{N}{m^3}$ ، $SG_{Hg} = 13/6$ است ؟ **(سراسری- ۷۵)**

$$P_{abs} = P_{atm} - P_g = ۷۶ - ۵۰ = ۲۶cmHg$$

می‌دانیم که:

۷۶ cmHg ۱۰۱/۳Kpa

۲۶ cmHg x=۳۴/۶۵۵ Kpa

مثال

یک فشار سنج، مقدار فشار دریک دستگاه تقطیر درخلأ را معادل ۳ متر ستون آب نشان می‌دهد. مقدار فشار مطلق این دستگاه معادل چند Psi می‌باشد ؟ Patm = ۱۴/۷ Psi «سراسری-۸۰»

می‌دانیم که:

۱۰/۳ mH_2o ۱۴/۷Psi

$$P_{abs} = P_{atm} - P_g = ۱۴/۷ - ۴/۲۸ = ۱۰/۴۲Psi$$

۳ mH_2o x = ۴/۲۸Psi

بقای جرم

قانون بقای جرم را با استفاده از معادله زیر به صورت ریاضی می‌توان بیان کرد :

مصرف ماده در- تولید ماده در + ماده خروجی از – ماده ورودی از = تجمع ماده در

داخل مرز سیستم داخل مرزسیستم مرز سیستم مرز سیستم داخل مرز سیستم

به کمک موازنه ماده (جرم) می‌توان به ارزیابی کل عملیات تولید و ترکیبات مختلف جریان مواد اولیه و محصول، ضایعات و جریان محصولات جانبی پرداخت .

مثال

یک ماده غذایی مرطوب، ۴۰درصد آب دارد. پس از خشک کردن مشخص گردید که ۶۰٪ آب موجود خارج شده است . جرم آب خارج شده از هرکیلوگرم ماده غذایی مرطوب را یافته و ترکیب ماده غذایی خشک شده را مشخص نمایید.

مبنا را ۱ کیلوگرم فرض می‌کنیم. دراین صورت جرم آب در جریان ورودی برابر **kg** ۰/۴ می‌باشد و آب خارج شده طی خشک کردن برابر است با ۰/۴ × ۰/۶ = ۰/۲۴ کیلوگرم به ازای هرکیلو ماده غذایی مرطوب.

موازنه جرم برای آب : ۰/۴×۱ - ۰/۲۴ = ۰/۱۶ **Kg**

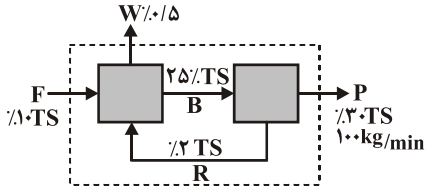
مواد جامد درجریان خروجی ۰/۶ = ۱ × ۰/۶ : موازنه جرم برای مواد جامد

لذا ماده غذایی خشک شده **kg** ۰/۱۶ آب و **kg** ۰/۶ مواد جامد دارد.

مثال

برای تغلیظ کل مواد جامد موجود در یک ماده غذایی مایع از ۱۰٪ به ۳۰٪ از یک سیستم جداسازی غشایی استفاده می‌شود. این تغلیظ در دو مرحله انجام می‌گیرد، درمرحله اول جریان مایعی با مواد جامد پایین و درمرحله بعدی ، محصول تغلیظ شده و

جریان مایعی با مواد جامد پایین حاصل می‌شود که به مرحله اول برگشت داده می‌شود. اگر جریان برگشتی TS ۲٪ ، جریان پساب TS ۰/۵٪ و جریان بین مراحل ۱و۲ TS۲۵٪ داشته باشد، مقدار جریان برگشتی را تعیین کنید. این فرآیند درهر دقیقه، ۱۰۰ kg محصول دارای TS ۳۰٪ تولید می‌کند.



(۱) برای کل سیستم: $F = P + W \;,\; F\times f = P\times P + W\times W \rightarrow (۰/۱)F = (۰/۳)\ln + (۰/۰۰۵)W$

(۲) برای مرحله اول: $F + R = W + B \;,\; F\times F + R\times R = W\times W + R\times R = F(۰/۱) + F(۰/۰۲) = W(۰/۵۰۰) + B(۰/۲۵)$

(۳) از مرحله ۱: $(\ln + w)(۰/۱) = ۳۰ + ۰/۰۰۵W \rightarrow W = ۲۱۰/۵\ \frac{kg}{min} \;,\; F = ۳۱۰/۵\ \frac{kg}{min}$

$$۳۱۰/۵ + R = ۲۱۰/۵ + B \rightarrow B = \ln + R$$

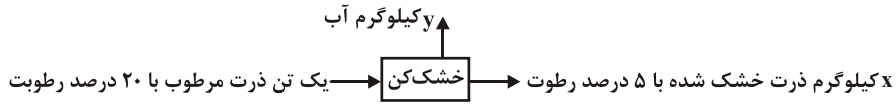
(۴) از مرحله ۲:

$$۳۱۰/۵(۰/۱) + ۰/۰۲R = ۲۱۰/۵(۰/۰۵۵)B \Rightarrow ۳۱/۰۵ + ۰/۰۲R = ۱/۰۵۲۵ + ۲۵ + ۰/۲۵R \rightarrow R = ۲۱/۷۳\ \frac{kg}{min}$$

مثال

یک تن ذرت در یک خشک‌کن با سرعت ثابت خشک شدن از رطوبت ۲۰ درصد به رطوبت ۵ درصد تبدیل می‌گردد. اگر میزان تبخیر دراین خشک کن ۱۵/۷۹ کیلوگرم آب در دقیقه باشد، زمان خشک کردن چند دقیقه طول خواهد کشید ؟

(سراسری – ۷۸)



موازنه جرم برای مواد جامد: $۱۰۰۰\times ۸۰ = ۰ + x\times ۹۵ \rightarrow x = ۸۴۲/۱kg$ ذرت خشک‌شده

موازنه جرم: $۱۰۰۰ = x + y \rightarrow y = ۱۰۰۰ - x = ۱۰۰۰ - ۸۴۲/۱ = ۱۵۷/۹kg$ آب خارج‌شده

$$t = \frac{۱۵۷/۹kg}{۱۵/۷۹\ kg/min} = ۱۰min$$

بقای انرژی

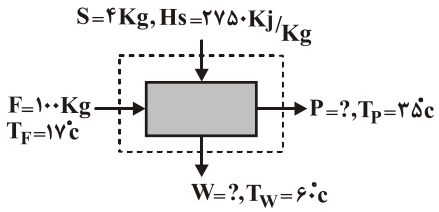
برای انجام موازنه انرژی استفاده از قانون اول ترمودینامیک (که مطابق آن انرژی یک سیستم مجزا ثابت باقی می‌ماند) مفید است. دراین جا نیز برای انجام موازنه انرژی همانند موازنه جرم عمل می‌شود. در نتیجه، با این فرض که درداخل سیستم هیچ انرژی‌ای تولید نمی‌شود، خواهیم داشت:

انرژی خروجی از مرز سیستم – انرژی ورودی از مرز سیستم = تجمع انرژی درداخل مرز سیستم

مثال

برای پوست‌گیری سیب‌زمینی در عملیاتی نیمه مداوم از بخار استفاده می‌شود. به ازای هر ۱۰۰kg سیب‌زمینی پوست گیری نشده ، ۴ kg بخار به کار می‌رود. سیب‌زمینی‌های پوست گیری نشده با دمای ۱۷°c وارد سیستم می‌شوند، و سیب‌زمینی‌های پوست گیری شده با دمای ۳۵°c سیستم را ترک می‌کنند. جریان ضایعات با دمای ۶۰°c از سیستم خارج می‌شود. گرمای ویژه

سیب‌زمینی‌های پوست‌گیری نشده، جریان ضایعات و سیب‌زمینی‌های پوست گیری شده به ترتیب ۳/۷ و ۴/۲ و ۳/۵ $\frac{kj}{kg^{\circ}.k}$ هستند. اگر محتوای حرارتی بخار (با در نظرگرفتن دمای مبنای $^{\circ}c$) $\frac{kj}{kg}$ ۲۷۵۰ باشد، مشخصات جریان پساب و سیب‌زمینی‌های پوست‌گیری شده حاصل از فرآیند را تعیین کنید.



مبنا را ۱۰۰ kg سیب‌زمینی پوست‌گیری نشده فرض می‌کنیم.

موازنه جرم: $F+S=W+P\rightarrow \ln=۴\rightarrow W=۱۰/۴-P$

موازنه انرژی: $F_{cp}(Tf-\circ)+SHS=W_{cp}(Tw-\circ)+P_{cp}(T_p-\circ)\rightarrow$

$$۱۰۰\times۳/۷\times۱۷+۴\times۲۷۵۰=W(۴/۲)(۶۰)+P(۳/۵)(۳۵)$$

$$W+۱۲۲۲/۵P\rightarrow ۱۷۲۹۰=۲۵۲(۱۰۴-P)+۱۲۲/۵P\rightarrow ۲۵۲P-۱۲۲/۵P=$$

$$۲۶۲۰۸-۱۷۲۹۰=۸۹۱۸\rightarrow P=۶۸/۸۷\ ,\ W=۳۵/۱۴$$

توان

طبق تعریف توان سرعت انجام کار است که واحد آن در سیستم SI وات است. درسیستم انگلیسی به جای وات از اسب بخار (hp) استفاده می‌شود.

نکته: ۱ اسب بخار برابر است با ۷۴۵ وات.

خلاصه فصل

۱- **ابعاد:** هر مفهوم فیزیکی قابل مشاهده یا اندازه گیری می‌باشد مانند زمان، طول، حجم و .....

۲- ابعاد دارای ۲ نوع می‌باشند:

الف) اصلی: یک مفهوم فیزیکی را بیان می‌کنند مانند طول، دما، زمان، جرم و نیرو

ب) فرعی: ترکیبی از ابعاد اصلی می‌باشند مانند حجم و سرعت

۳- آحاد SI شامل هفت واحد اصلی (پایه) دو واحد متمم (تکمیلی) و یک دسته آحاد اشتقاقی است.

۴- آحاد اصلی عبارتند از: واحد طول، جرم، زمان، جریان الکترونیکی، دمای ترمودینامیک، مقدار ماده و شدت روشنایی

۵- آحاد اشتقاقی عبارتند از: واحد مساحت، حجم، سرعت، چگالی، غلظت، بسامد، نیرو، فشار و ... .

۶- آحاد متمم عبارتند از: واحد زوایه مسطح و زاویه فضایی.

۷- **مساحت:** اندازه کمی یک سطح صاف یا منحنی است که به صورت حاصلضرب دو طول تعریف می‌شود و واحد آن در سیستم SI متر مربع است.

۸- **چگالی:** جرم واحد حجم است که واحد آن در سیستم SI کیلوگرم بر متر مکعب است.

۹- انواع چگالی عبارتند از: چگالی ظاهری، چگالی ذره‌ای و چگالی واقعی

۱۰- **تخلخل:** حجم اشغال نشده توسط ماده جامد است که نشان دهنده فضاهای خالی موجود در ماده غذایی است و ۲ نوع دارد : Voidage, Porosity(تخلخل بین ذره‌ای)

۱۱- **وزن مخصوص:** نسبت چگالی یک ماه مشخص به چگالی آب در همان دما

۱۲- **غلظت:** معیاری است از مقدار ماده‌ای که در واحد حجم وجود دارد.

۱۳- **جزء مولی یا کسر مولی:** نسبت تعداد مول‌های ماده به کل تعداد مول‌های موجود در سیستم

۱۴- رطوبت : مبین میزان آب موجود در یک نمونه مرطوب است و به دو شکل بیان می‌شود.

الف) مقدرا رطوبت بر مبنای مرطوب MC_{wb}

ب) مقدار رطوبت بر مبنای خشک MC_{wb}

۱۵-**زاویه ریپوز:** زاویه تل مواد با افق می‌باشد. $tgR = \frac{H}{r}$

۱۶- زاویه لغزش: زاویه‌ای است که تل مواد در این زاویه ریزش خواهد کرد. $\sin S = \frac{h}{D}$

۱۷- **فشار:** نیروی عمودی وارد بر سطح است و واحد آن در سیستم SI پاسکال می‌باشد.

۱۸- قانون بقای جرم:

مصرف ماده در- تولید ماده در + ماده خروجی از – ماده ورودی از = تجمع ماده در داخل مرز سیستم داخل مرزسیستم مرز سیستم مرز سیستم داخل مرز سیستم

۱۹- **قانون بقای انرژی:**

انرژی خروجی از مرز سیستم – انرژی ورودی از مرز سیستم= تجمع انرژی در داخل مرز سیستم

۲۰- توان: سرعت انجام کار است و واحد آن در سیستم SI وات است.

تستهای آخر فصل

۱- یکصد کیلوگرم شیر ۱۰ درصد ماده جامد را تا ۳۰درصد ماده جامد تغلیظ می‌کنیم. چند کیلوگرم شیر تغلیظ شده داریم و چندکیلوگرم آب ازشیر جدا شده است ؟ (سراسری-۷۴)

۱) حدود ۳۳ کیلوگرم شیر تغلیظ شده و ۶۶ کیلوگرم آب.
۲) حدود ۶۶ کیلوگرم شیر تغلیظ شده و ۳۳ کیلوگرم آب .
۳) حدود ۴۴ کیلوگرم شیر تغلیظ شده و ۵۶ کیلوگرم آب .
۴) حدود ۶۶ کیلوگرم شیر تغلیظ شده و ۴۰ کیلوگرم آب.

۲- کدام یک از تعاریف زیر صحیح است ؟ (سراسری-۷۴)

۱) جرم مخصوص حقیقی همان جرم مخصوص تراکم حجم است که جرم واحد حجم مواد را درشکل‌های مختلف بیان می‌کند.
۲) جرم مخصوص ظاهری عبارتست از جرم واحد حجم مواد دانه‌ای ، هنگامی که کلیه هوای آن خارج شده و تفاوت عمده‌ای با جرم مخصوص حقیقی نداشته باشد.
۳) میزان خلل و فرج یا Void بین دانه‌ها، عبارتست از حجم هوایی که آزادانه درفضاهای بین دانه‌ها وجود دارد به حجم کل دانه‌ها و هوا .
۴) میزان خلل و فرج یا Void همان مفهوم Porosity را دارد ودقیقاً عبارتست از حجم کل هوای بین دانه‌ها به حجم خالص دانه‌ها.

۳- اگر ۲۰۰ کیلوگرم شیربا ۴/۵ درصد چربی درهردقیقه وارد یک تانک شود و ۱۰۰کیلوگرم شیر بدون چربی درهر دقیقه به همان تانک اضافه شود، شیر خروجی دارای چنددرصد چربی است ؟ (سراسری-۷۵)

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۴/۵ ۴) ۶

۴- اگرجرم مخصوص ظاهری غله‌ای $\frac{kg}{m^3}$ ۶۰۰ وجرم مخصوص واقعی آن $\frac{kg}{m^3}$ ۸۰۰ باشد، میزان خلل و فرج یا Porosity آن چقدر است؟ (سراسری-۷۵)

۱) ۲۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۳ ۴) ۷۵

۵- اگر بخواهیم از مخلوط کردن دونوع گوشت کم چربی (۳درصد چربی) و پرچربی (۲۳درصد چربی)، گوشتی با ۱۰ درصد چربی تهیه کنیم، نسبت وزنی گوشت کم چربی به پرچربی چقدر باید باشد؟ (سراسری-۷۵)

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۴}{۷}$ ۴) $\frac{۱۳}{۷}$

۶- یک تن آب گوجه فرنگی که غلظت مواد جامد درآن ۱۰ درصد است به یک دستگاه تبخیروارد شده و ۵۰ درصد کل آب آن تبخیر می‌گردد. غلظت مواد جامد درمحصول چند درصد می‌باشد؟ (سراسری-۷۶)

۱) ۱۳/۱۵ ۲) ۱۵/۲۰ ۳) ۱۸/۱۸ ۴) ۲۰/۰۰

۷- ۲۰ گرم سود سوزآور (NaoH =۴۰) در ۹۰ گرم آب حل شده است. جزء مولی سود سوزآور دراین محلول چقدر است ؟ (سراسری-۷۶)

۱) $\frac{۱}{۱۱}$ ۲) $\frac{۲}{۱۱}$ ۳) $\frac{۴}{۱۱}$ ۴) $\frac{۵}{۱۱}$

۸- یک تن ذرت دریک خشک‌کن با سرعت ثابت خشک شدن از رطوبت ۲۰ درصد به رطوبت ۵ درصد تبدیل می‌گردد و میزان تبخیر دراین خشک‌کن، ۱۰/۵۳ کیلوگرم آب درهر دقیقه می‌باشد. زمان خشک شدن چند دقیقه است؟ (سراسری-۸۷)

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

۹- آب گوجه فرنگی بابریکس ۵ داخل سه تبخیر کننده موازی که ظرفیت آنها به ترتیب ۱ ، ۲ و ۳تن آب گوجه‌فرنگی درساعت است، هدایت می‌شود به گونه‌ای که بریکس محصول خروجی آنها به ترتیب به نسبت ۱ ، ۲ و ۳ می‌شود. اگر بریکس مخلوط نهایی خروجی از دستگاه ۲۴ باشد، مجموع تبخیرکننده‌ها درهر ساعت چند کیلوگرم آب را به بخار تبدیل می‌کنند؟ (سراسری-۸۰)

۱) ۱۲۵۰ ۲) ۲۲۵۰ ۳) ۳۷۵۰ ۴) ۴۷۵۰

۱۰- دریک کارخانه شیرپاستوریزه از شیری که دارای ۴/۵ درصد چربی است، شیر یک درصد چربی تولید می‌کنند. جهت تهیه یک تن شیرکم چربی، چند کیلوگرم چربی باید گرفته شود؟ (سراسری-۸۰)

۱) ۱۰/۸ ۲) ۱۲/۲۲ ۳) ۲۴/۴۴ ۴) ۳۶/۶۵

۱۱- دریک خشک کن دوار، ماده‌ای با ۸۰ درصد رطوبت وارد شده و با ۴۰ درصد رطوبت ازآن خارج می‌شود. اگر مقدار آب تبخیر شده ۱۰۰ کیلوگرم باشد، وزن خمیر ورودی به خشک کن چند کیلوگرم خواهد بود؟ (سراسری ۸۰)

۱) ۱۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳۵۰

۱۲- اگر جرم مخصوص متراکم دانه‌ای، ۵۰ درصد بیشتر از جرم مخصوص ظاهری آن باشد، خلل و فرج یا Voidage محصول چند درصد است؟ (سراسری-۸۰)

۱) ۳۰ ۲) ۳۳ ۳) ۵۰ ۴) ۸۰

۱۳- دو تن سس مایونز دارای ۶۰ درصد روغن تهیه کرده‌ایم، اگر بخواهیم که درصد روغن سس مذکور را به ۷۰ برسانیم، چند کیلو روغن باید به سس اضافه شود؟ (سراسری-۸۳)

۱) ۲۸۵/۸ ۲) ۳۳۳/۳ ۳) ۶۶۶/۶ ۴) ۱۷۱۴/۲

۱۴- یک فرمول غذایی از حل کردن سه نوع ماده غذایی درآب تولید می‌شود. اگر درصد ماده جامد این محصول ۳۰ درصد و درصد مواد اول و دوم به ترتیب ۵ و ۱۵ درصد باشد، برای تولید یک تن محصول چند کیلو از ماده سوم لازم است ؟ (سراسری-۸۳)

۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۲۰۰

۱۵- اگر یک ماده غذایی با رطوبت ۶۰ درصد را خشک کنیم تا حدی که وزن آن به نصف وزن اولیه آن کاهش یابد، درصد رطوبت ماده خشک شده برپایه وزن محصول (Wet base) و برپایه ماده خشک (Dry base) به ترتیب عبارتست از : (سراسری-۸۳)

۱) ۲۰ و ۲۵ درصد ۲) ۲۵ و ۲۰ درصد ۳) ۲۵ و ۵۰ درصد ۴) ۵۰ و ۲۵ درصد

۱۶- Porosity (درصد) و Bulk density (پوند برفوت مکعب) یک کارتن برنج به ابعاد ۲×۱/۵×۱ فوت که وزن آن ۱۱۱ پوند است به ترتیب چقدر است ؟ (فرض کنید unit density برنج برابر ۸۲/۱ پوند بر فوت مکعب است). (سراسری-۸۵)

۱) ۵۵ و ۳۷ ۲) ۳۷ و ۴۵ ۳) ۶۳ و ۳۷ ۴) ۴۵ و ۳۷

۱۷- اگر وزن تریک نمونه از ماده‌ای، ۱۰ گرم و وزن خشک همان نمونه ۴ گرم باشد، مقدار رطوبت آن براساس Wet base و dry base به ترتیب عبارتست از : (سراسری-۸۷)

۱) ۴۰ درصد و ۶۰ درصد ۲) ۶۰ درصد و ۹۰ درصد
۳) ۶۰ درصد و ۱۵۰ درصد ۴) ۱۵۰ درصد و ۶۰ درصد

۱۸- اگر ۵ کیلوگرم آبمیوهٔ با ۸ درصد ماده خشک را با ۷ کیلوگرم آبمیوه حاوی ۲۰ درصد ماده خشک مخلوط کرده و وارد اواپراتور نماییم، درصورتیکه ۵ کیلوگرم آب از مخلوط جدا شود، درصد ماده خشک و رطوبت محصول خروجی از اواپراتور چقدر است ؟

۱) ٪۲۵/۷ و ٪۷۴/۳ ۲) ٪۷۴/۳ و ٪۲۵/۷ ۳) ٪۱۸/۹ و ٪۸۱/۱ ۴) ٪۸۱/۱ و ٪۱۸/۹

۱۹- ماده غذایی با ۴۰۰ درصد محتوای رطوبت برمبنای خشک نصف محتوای آب اولیه خود را از دست می‌دهد. محتوای رطوبت برمبنای مرطوب دراین حالت کدام است ؟

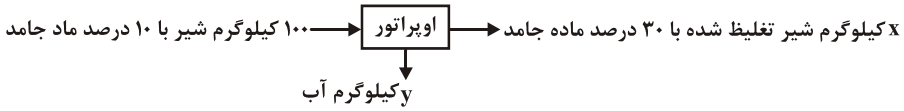
۱) ۵۰ درصد ۲) ۵۵ درصد ۳) ۶۶/۶ درصد ۴) ۴۵ درصد

۲۰- میزان خلأ موجود دریک دستگاه تبخیر cmHg ۲۶ و فشار اتمسفر درمنطقه cmHg ۷۶ است. فشار مطلق در درون دستگاه تبخیر، چند پاسکال است ؟ وزن مخصوص جیوه برابر ۱۳۶۰۰ است. (سراسری-۸۱)

۱) ۲۴۰۰ ۲) ۳۴۰۰ ۳) ۶۸۰۰ ۴) ۸۲۰۰

پاسخ تستهای آخر فصل

۱- گزینه«۱»



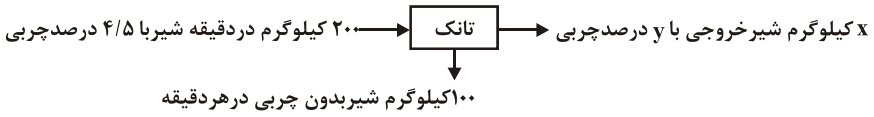
مقدار آب جدا شده از شیر $x+y=۱۰۰\rightarrow y=۱۰۰-x\rightarrow y=۱۰۰۰-۳۳/۳=۶۶۶/۷kg$:موازنه جرم

$۱۰۰\times۰/۱=x\times۰/۳y\times۰\rightarrow x=۳۳/۳kg$:موازنه مواد جامد

۲- گزینه«۴»

میزان خلل و فرج یا void همان مفهوم porosity را دارد و دقیقاً عبارتست از حجم کل هوای بین دانه‌ها به حجم خالص دانه‌ها.

۳- گزینه«۲»



شیر خروجی $\frac{kg}{min}$ $s=۱۰۰+۲۰۰=۳۰۰$:موازنه جرم

درصد چربی شیر خروجی $۳\rightarrow y=۳۰۰\times y=(۱۰۰\times۰)+(۲۰۰\times۴/۵)$:موازنه چربی

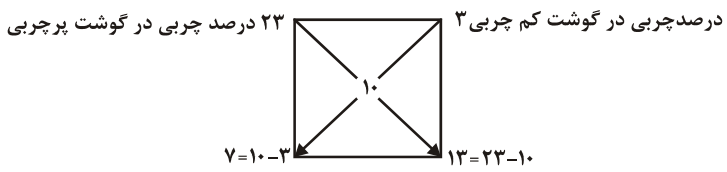
۴- گزینه«۲»

$$\%Porosity=\left(۱-\frac{L_B}{L_s}\right)\times۱۰۰=\left(۱-\frac{۶۰۰}{۸۰۰}\right)\times۱۰۰=٪۲۵$$

---

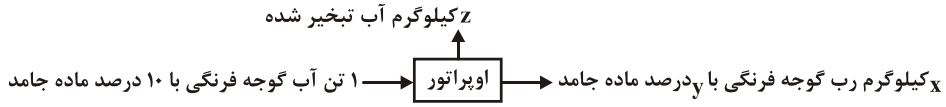
۵ - گزینه«۴»

برای حل این نوع سؤالات، بهتراست از مربع پیرسون استفاده شود.



در نتیجه نسبت وزنی گوشت کم چربی معادل $\frac{۱۳}{۷}$ می‌باشد.

۶- گزینه«۳»



مقدار رطوبت در آب گوجه‌فرنگی و $۱-۰/۱=۰/۹$ =درصد مواد جامد آب گوجه‌فرنگی $۱۰۰۰\times۰/۹=۹۰۰kg$

مقدار آب تبخیر شده $Z=۹۰۰\times\frac{۱}{۲}=۴۵۰kg$

موازنه جرم: $۱۰۰۰=X+Z\rightarrow X=۱۰۰۰-۴۵۰=۵۵۰kg$ مقدار محصول

موازنه مواد جامد: $۱۰۰۰\times۱۰=۵۵۰\times y\rightarrow y=۱۸/۱۸$ درصد مواد جامد در محصول

۷- گزینه«۱»

کسر مولی (جزء مولی) برابراست با نسبت تعداد مول‌های یک ماده به کل تعداد مول‌های موجود دریک سیستم

تعداد مول‌های آب برابر است با: $\frac{۹۰}{۱۸}=۵$

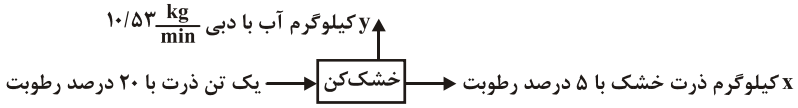
$$x_A=\frac{n_A}{n_A+n_B}$$

تعداد مول‌های سود سوزآور برابر است با: $\frac{۲۰}{۴۰}=۰/۵$

کسر مولی سود سوزآور $x_{NaOH}=\frac{۰/۵}{۰/۵+۵}=\frac{۱}{۱۱}$

---

۸ - گزینه«۴»



موازنه مواد جامد: $۱۰۰۰\times۸۰=X\times۹۵\rightarrow X=۸۴۲/۱kg$

موازنه جرم: $۱۰۰۰=X+Y\rightarrow Y=۱۰۰۰-۸۴۲/۱=۱۵۷/۹kg$

زمان خشک‌شدن ذرت $t=\frac{۱۵۷}{۱۰/۵۳}=\simeq۱۵$

۹- گزینه«۴»

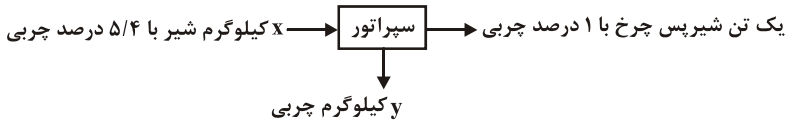
مقدار رب گوجه فرنگی: x، میزان آب خروجی: y

مقدار آب گوجه‌فرنگی ورودی $۱۰۰۰+۲۰۰۰+۳۰۰۰=۶۰۰۰\frac{kg}{h}$

موازنه بریکس: $۶۰۰۰\times۵=x\times۲۴\rightarrow x=۱۲۵۰\frac{kg}{h}$

موازنه جرم: $۶۰۰۰=x+y\rightarrow y=۶۰۰۰-۱۲۵۰=۴۷۵۰$

۱۰- گزینه«۴»



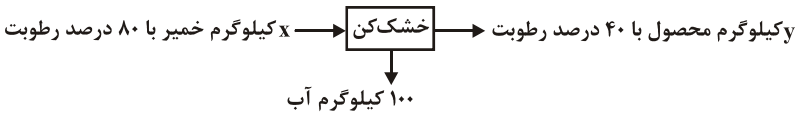
موازنه جرم: $x+y=1000$

$$\rightarrow y=36/65\,kg$$

موازنه چربی: $6000=x\times4/5+y\times100=1000\times1$

---

۱۱ - گزینه«۱»



موازنه جرم: $x=100+y$

$$\rightarrow x=150\,kg$$ وزن خمیر ورودی

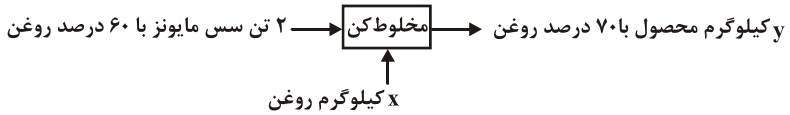
موازنه رطوبت: $x\times80=100\times100+y\times40$

۱۲- گزینه«۳»

$$\rho_P=\rho_B+(\frac{50}{100}\times\rho_B)=1/5\,\rho_B$$

$$\%Voidage=(1-\frac{\rho_B}{\rho_P})\times100=(1-\frac{\rho_B}{1/5\rho_B})\times100=(\frac{1/5-1}{1/5})\times100=\%33/3$$

۱۳- گزینه«۳»



موازنه جرم: $x+y=2000$

$$\rightarrow X=666/6\,Kg$$

موازنه روغن: $2000\times60=x\times100+y\times70$

---

۱۴ - گزینه«۲»

درصد ماده سوم ۱۰ درصد است و برای تولید یک تن محصول به ۱۰۰ کیلوگرم از آن نیاز است.

۱۵- گزینه«۱»

مقدار رطوبت اولیه ماده غذایی $=100-60=\%40$

مقدار رطوبت پس از خشک‌کردن $\frac{1}{2}\times40=20\rightarrow$ ۸۰٪ مقدار ماده خشک پس از خشک‌کردن

مقدار رطوبت ماده خشک بر پایه ماده خشک: $\frac{20}{80}\times100=\%25$