

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخورد و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

باین‌وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزماً مبرا از نقص و اشکال دانست. ازسوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدمی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

مهندس پیمان ابراهیمی ناغانی فارغ‌التحصیل مقطع کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک (گرایش تبدیل انرژی) در سال ۷۸ بوده و در حال حاضر در مقطع دکتری مهندسی مکانیک در حال تحصیل می‌باشد. ایشان با بیش از ۱۵ سال سابقه تدریس دانشگاهی هم‌اکنون عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی تهران و مدیریت دپارتمان تاسیسات و تهویه مطبوع آموزشگاه عالی نوین پارسیان بوده و در دوره‌های مختلف به تدریس دروس متعدد آمادگی آزمون نظام مهندسی (رشته تاسیسات مکانیکی) کلاسهای ارتقاء پایه نظام مهندسی در رشته مهندسی مکانیک، مشاوره، طراحی و نظارت در رشته تاسیسات مکانیکی از قبیل طراحی موتورخانه، طراحی استخر، سونا و جکوزی، طراحی HVAC مقدماتی و پیشرفته، طراحی سیستم‌های آبرسانی و فاضلاب و چیلر و برج‌های خنک کن و... فعالیت داشته‌اند. لازم به ذکر است که امکان برگزاری کلاسهای آموزشی جهت شرکتهای خصوصی و دولتی بصورت انفرادی و گروهی توسط ایشان نیز وجود دارد.

از آنجایی که هیچ اثری عاری از اشتباه و خطا نیست، از کلیه دوستان، همکاران گرامی، دانش پژوهان عزیز و فعالین حرفه تاسیسات تقاضا داریم تا چنانچه در مورد مندرجات کتاب، پیشنهاد یا نکته نظری دارند، به طور مستقیم و یا از طریق ناشر اعلام نموده تا در ویرایش‌های بعدی از تجربیات و نظرات سازنده شما استفاده نماییم.

Info@noavarpub.com

فهرست مطالب

۷	تهویه مطبوع
۲۰	سایکرومتریک
۳۷	پمپ
۴۲	شیرها
۴۶	فن‌ها
۵۹	منبع انبساط
۶۵	کندا نسبت
۶۸	چیلر و تبرید
۶۸	انواع چیلر
۸۰	سوالات متفرقه
۸۳	تست و آزمایش مربوط به مباحث ۱۴ و ۱۶ و ۱۷ مقررات ملی ساختمان
۹۱	الزامات، تعاریف، مقررات کلی (میحت شانزدهم)
۹۵	توزیع آب مصرفی در ساختمان (میحت شانزدهم)
۱۱۹	لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان (میحت شانزدهم)
۱۲۰	لوله‌کشی هواکش فاضلاب (میحت شانزدهم)
۱۴۰	لوازم بهداشتی (میحت شانزدهم)
۱۴۴	لوله‌کشی آب باران ساختمان (میحت شانزدهم)
۱۴۷	بست و تکیه گاه (میحت شانزدهم)
۱۴۹	الزامات، تعاریف، مقررات کلی (میحت چهاردهم)
۱۵۲	تمویض هوا (میحت چهاردهم)
۱۵۹	تخلیه هوا (میحت چهاردهم)
۱۶۶	کانال کشی (میحت چهاردهم)
۱۷۲	دیگ، آب گرم کن و مخزن آب گرم تحت فشار (میحت چهاردهم)
۱۷۹	تامین هوای احتراق (میحت چهاردهم)
۱۸۴	لوله‌کشی (میحت چهاردهم)
۱۹۳	دودکش (میحت چهاردهم)
۱۹۷	ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع (میحت چهاردهم)
۲۰۲	تبرید (میحت چهاردهم)
۲۰۷	لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان‌ها (میحت هفدهم)
۲۲۰	بخش دوم (گاز ۲ پوندی)
۲۳۱	صرفه‌جویی در مصرف انرژی (میحت نوزدهم)
۲۳۴	آسانسورها و پلکان برقی (میحت پانزدهم)
۲۳۵	تخلیه هوای چاه موتورخانه
۲۳۵	نحوه انتخاب پلکان برقی و پیاده رو متحرک
۲۳۲	ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا (میحت دوازدهم)
۲۵۲	سوالات پیشنهادی میحت دوازدهم مقررات ملی ساختمان
۲۵۵	قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان
۲۶۴	سوالات پیشنهادی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان
۳۲۰	نظامات اداری (میحت دوم)
۳۷۲	سوالات پیشنهادی میحت دوم نظام مقررات ملی ساختمان
۳۷۵	پدافند غیر عامل (میحت بیست و یکم)
۳۷۶	سوالات پیشنهادی میحت بیست و یکم - پدافند غیر عامل
۲۸۲	مراقبت و نگهداری از ساختمان‌ها (میحت بیست و دوم)
۲۸۳	جداول
۲۸۶	منابع و مأخذ

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی دی اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به‌صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به‌صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به‌طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هر گونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتالی، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذنین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی

نسخه غیراصل کتاب شرعاً حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق مراتب را از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید. و نیز به عنوان تشکر و قدردانی از کتب انتشارات نوآور هدیه دریافت نمایید.

تهویه مطبوع

۱- احساس مطبوعی که شخص از هوای محل می نماید بستگی به کدام یک از عوامل زیر دارد؟ (آذر ۱۳۷۷)
 (الف) دما (ب) رطوبت نسبی (ج) سرعت هوا (د) الف، ب و ج (هرسه مورد)
 گزینه (د) ASHRAE HANDBOOK, FUNDAMENTALS, CHAPTER ۸
 تجربه نشان داده است که راحتی انسان به چهار عامل یا ضریب که به نام ضرایب راحتی نامیده شده اند بستگی دارد که عبارتند از: (الف) دما (ب) رطوبت (ج) حرکت و سرعت هوا (د) تشعشع

۲- کل میزان حرارت حاصل از افراد در حالت استراحت، حدود چند $\frac{BTU}{hr}$ می باشد؟ (شهریور ۱۳۹۱) (آذر ۱۳۷۷)
 (الف) ۲۰۰ (ب) ۳۵۰ (ج) ۴۵۰ (د) ۶۰۰
 CHAPTER, ASHRAE HANDBOOK, FUNDAMENTALS, گزینه (ب) ت ۲۶
 دمای خشک طرح یک فضای معمولی در تابستان بین ۷۷ تا ۷۹ درجه فارنهایت در نظر گرفته می شود. با مراجعه به جدول گرمای محسوس و نهان دفع شده از بدن انسان در مراجع بحث تهویه مطبوع، میزان گرمای محسوس و نهان دفع شده از بدن فرد در حال استراحت در محدوده دمای فوق مجموعاً ۳۵۰ Btu/hr می باشد که معادل 102.6 W است.

۳- در اتاقی که به سمت شرق پنجره دارد معمولاً حداکثر بار سرمایی (PEAK) در چه ساعتی از شبانه روز اتفاق می افتد؟ (تیر ۱۳۷۸)

(الف) صبح (ب) ظهر (ج) بعداز ظهر (د) شب
 گزینه (الف) - راهنمای طراحی سیستم های تهویه مطبوع Carrier، بخش ۱، فصل ۴
 با استفاده از جداول از دمای حرارت حاصل از خورشید از طریق شیشه معمولی در نیمکره شمالی، حداکثر حرارت اکتسابی پنجره رو به شرق از خورشید در صبح اتفاق می افتد و با توجه به آنکه بار سرمایی خورشید بخش عمده بار سرمایی را تشکیل می دهد، حداکثر بار سرمایی در صبح اتفاق می افتد.

۴- در فضاهای داخلی ساختمان که هیچ جدار و پنجره خارجی ندارد بار گرمایی (زمستان) و بار سرمایی (تابستان) چه نسبتی با هم دارند؟ (بدون احتساب بار روشنایی و جمعیت) (تیر ۱۳۷۸)

(الف) با هم برابرند (ب) بار گرمایی صفر است
 (ج) بار گرمایی بیش تر است (د) بار سرمایی صفر است
 گزینه (الف) - در چنین حالتی هیچ گونه تبادل حرارتی با محیط خارج وجود ندارد بنابراین:
 بار گرمایی = صفر
 بار سرمایی = مجموع بار سرمایی ناشی از منابع تولید حرارت داخل فضا مانند حضور افراد، روشنایی، تجهیزات گرمزا و... از آن جا که در این تست از منابع تولید حرارت صرف نظر شده است، بنابراین بار سرمایی نیز صفر می باشد.

۵- چه سیستم هایی می توانند در فصل گرم و در فصل سرد دمای مورد نیاز فضاهای داخلی (بدون پنجره و جدار خارجی) را تامین کنند؟ (تیر ۱۳۷۸)

(الف) فن کویل دولوله ای (ب) هوارسانی (ج) فن کویل چهارلوله ای (د) ب و ج
 گزینه (ب) - بدون پنجره و جدار خارجی یعنی نیاز به تامین هوای تازه داریم، پس سیستم هوارسانی مناسب است

۶- مناسب ترین روش برای متعادل کردن (BALANCING) مقدار جریان آب فن کویل های متعدد یک ساختمان کدام است؟ (تیر ۱۳۷۸)

(الف) نصب شیر تعادل روی هر انشعاب
 (ب) لوله کشی برگشت معکوس (REVERSE RETURN)

(ج) نصب شیر جریان ثابت (CONSTANT FLOW) روی هر فن کویل

(د) الف و ب

گزینه (ب) - شیرهای متعادل کننده گران هستند، ولی لوله‌کشی معکوس از لحاظ اقتصادی به صرفه است.

۷ - کدام یک از سیستم‌های زیر صرفه‌جویی بیش‌تری در مصرف انرژی تأسیسات تهویه مطبوع ساختمان دارند؟ (تیر ۱۳۷۸)

(الف) فن کویل

(ج) هوارسانی با کویل باز گرم کن

گزینه (د).

ASHRAE HANDBOOK, SYSTEMS & EQUIPMENT, CHAPTER ۲

سیستم VAV دمای محیط داخل را توسط کنترل دمای Supply Air کنترل نمی‌کند بلکه توسط تغییر دبی حجمی Supply Air کنترل می‌کند و به این ترتیب در مصرف انرژی صرفه‌جویی زیادی صورت می‌گیرد.

۸ - در انتخاب ظرفیت دیگ آب گرم تأسیسات گرمایی علاوه بر بار گرمایی ساختمان چه بارهای دیگری باید اضافه شود؟ (تیر ۱۳۷۸)

(الف) اتلاف گرمایی لوله‌کشی

(ب) نشت

(ج) WARM-UP

(د) هر سه مورد

گزینه (د) - در انتخاب ظرفیت دیگ آب گرم علاوه بر بار گرمایی، باید بارهای ناشی از اتلاف گرمایی لوله‌کشی، نشت و پیش راه‌اندازی، (Warm-up) نیز اضافه شود.

۹ - اگر ضریب عبور از کنار (Bypass Factor) یک کویل دو ردیفه ۰.۴۵ باشد ضریب عبور از کنار کویل مشابه ۴ ردیفه چه خواهد شد؟ (تیر ۱۳۸۰)

(الف) ۰.۹

(ب) ۰.۶۷

(ج) ۰.۴

(د) ۰.۲

گزینه (د). روش اول: ضریب عبور از کنار (Bypass factor) نشان‌دهنده کسری از هوای عبوری از کویل است که بدون تبادل حرارتی از روی کویل می‌گذرد. به عنوان مثال $B.F. = ۰.۴۵$ به این مفهوم است که ۴۵٪ هوایی که از کویل عبور می‌کند با کویل تبادل حرارتی انجام نمی‌دهد.

کویل چهار ردیفه معادل دو کویل دو ردیفه متوالی عمل می‌کند بنابراین:

دبی حجمی هوای ورودی به کویل: Q_{in}

دبی حجمی هوای Bypass شده از دو ردیف اول: Q_{TB}

دبی حجمی هوای Bypass شده از کویل چهار ردیفه: Q_{TB}

$$Q_{\text{TB}} = ۰.۴۵ \times Q_{\text{in}}$$

$$Q_{\text{TB}} = ۰.۴۵ \times Q_{\text{TB}} = (۰.۴۵)^2 Q_{\text{in}} = ۰.۲ Q_{\text{in}}$$

روش دوم: با استفاده از رابطه‌ی زیر هم می‌توان بدست آورد:

$$B.F. = (B.F._1)^{\left(\frac{\text{Rows}_1}{\text{Rows}_2}\right)} = (۰.۴۵)^{\left(\frac{4}{2}\right)} = ۰.۲$$

۱۰ - در صورتیکه ضریب عبور کنار گذر هوا B. P. F از یک کویل یک ردیفه (لوله) ۰.۶۴ باشد، ضریب عبور کنار گذر برای کویل هشت ردیفه (لوله) به کدام عدد نزدیک‌تر است؟ (فروردین ۱۳۸۱)

(الف) ۰.۲۸

(ب) ۰.۴۳

(ج) ۰.۶۸

(د) ۰.۱۰۷

گزینه (الف)

ضریب عبور کنار گذر هوا (Bypass factor) (B.F.) نشان دهنده کسری از هوای عبوری از کویل است که بدون تبادل حرارتی از روی کویل می‌گذرد. به عنوان مثال $B.F. = ۰.۶۴$ به این مفهوم است که ۶۴٪ هوایی که از کویل عبور می‌کند با کویل تبادل حرارتی انجام نمی‌دهد. کویل هشت ردیفه (Rows_۲) معادل هشت کویل یک ردیفه (Rows_۱) متوالی عمل می‌کند. پس با توجه به رابطه‌ی زیر

$$(B.F._2) = (B.F._1)^{\left(\frac{\text{Rows}_1}{\text{Rows}_2}\right)} = (۰.۶۴)^{\left(\frac{8}{1}\right)} = (۰.۶۴)^8 = ۰.۲۸$$

نتیجه می‌شود.

۱۱ - در هوا رسان یک منطقه‌ای با کویل دوباره گرم کن (REHEAT) کنترل دمای فضا به ترتیب از زمستان تا تابستان به چه چیز فرمان می‌دهد؟ (فروردین ۱۳۸۱)

(الف) شیر کنترل کوئل گرم - شیر کنترل کوئل دوباره گرم

(ب) شیر کوئل گرم - شیر کنترل کوئل سرد

(ج) شیر کنترل کوئل دوباره گرم - شیر کنترل کوئل سرد

(د) شیر کنترل کوئل دوباره گرم کن (زمستان و تابستان)

گزینه (ج): نشریه ۱۷۲ سازمان برنامه و بودجه، صفحه ۲۰-۱۶

زمانی که دمای از نقطه تنظیم بالاتر رود، کنترلر یک سیگنال افزایش به شیر آب کوئل سرد می‌فرستد و شیر شروع به باز شدن می‌کند. زمانی که دمای هوای اتاق کمتر از نقطه تنظیم شود، کنترلر یک سیگنال کاهش به شیر کوئل دوباره گرم کن می‌فرستد و شیر شروع به باز شدن می‌کند.

۱۲ - محل مناسب برای نصب حسگر (sensor) دما یا ترموستات اتاقی در کجا می‌باشد؟ (فروردین ۱۳۸۱) (خرداد ۱۳۸۲)

(الف) روی دیوار داخلی و دور از تابش خورشید

(ب) کنار پنجره و در معرض تابش خورشید

گزینه (الف) (بر اساس بند ۱۴-۲-۳ میحت چهاردهم ویرایش ۱۳۸۰) در ویرایش جدید حذف شده است

۱۳ - در جریان نصب تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع و در پایان کار نصب باید عملیات آزمایش، تنظیم و متعادل‌سازی (TESTING, ADJUSTING AND BALANCING) که آن را «TAB» می‌گویند، انجام نشود مهمترین سیستم‌هایی که در این عملیات مورد نظر است کدام است؟ (فروردین ۱۳۸۱) (خرداد ۱۳۸۲)

(الف) تنظیم دستگاه‌های مرکزی

(ب) تنظیم جریان آب سرد کننده و گرم کننده

(ج) تنظیم جریان هوا در سیستم‌های هوارسانی

(د) ب و ج هر دو

گزینه (د) - نشریه ۱۷۲ سازمان برنامه و بودجه، فصل‌های ۱۷ تا ۲۴
عملیات آزمایش، تنظیم و متعادل سازی (Testing, Adjusting and Balancing) که اختصاراً آن را TAB گویند، در سیستم هوارسانی (Air Volume System) شامل تنظیم جریان هوا می‌شود و در سیستم‌های آبی (Water System) شامل تنظیم شیرهای متعادل کننده می‌شود.

۱۴ - گرمای ویژه آب در سیستم واحدهای IP (بی تو یو بر پوند بر یک درجه فارنهایت)، و در سیستم واحدهای SI (کیلوژول بر کیلوگرم بر درجه سانتی‌گراد) چقدر است؟ (به ترتیب از راست) (اسفند ۱۳۸۲)

(الف) ۱/۵ - ۴/۶۸ (ب) ۱ - ۴/۱۹ (ج) ۱/۲ - ۴/۲۸ (د) ۰/۸ - ۳/۸۵

گزینه (ب) کتاب اصول تبرید ترجمه مهندس اصغر حاج سقطی (چاپ دهم) صفحه ۳۳

۱۵ - گرمای ویژه هوا در سیستم واحدهای IP (بی تو یو بر پوند بر یک درجه فارنهایت) و در سیستم‌های واحدهای SI (کیلوژول بر کیلوگرم بر درجه سانتی‌گراد) چقدر است؟ (به ترتیب از راست) (اسفند ۱۳۸۲)

(الف) ۰/۱۵ - ۰/۸۲ (ب) ۰/۲۱ - ۰/۹۲ (ج) ۰/۲۴ - ۱ (د) ۱/۳ - ۰/۲۸

گزینه (ج) کتاب اصول تبرید ترجمه مهندس اصغر حاج سقطی (چاپ دهم) صفحه ۳۳

گرمای ویژه هوا $1 \text{ kg} \cdot \text{kg} \cdot \text{C}^\circ$ و $1 \text{ Btu} / \text{lb} \cdot \text{F}^\circ$

۱۶ - کدام گزینه برای فشار و دمای بحرانی گاز صحیح است؟ (بهار ۱۳۸۳)

(الف) دمای بحرانی دمایی است که در آن گاز مستقل از فشار به مایع تبدیل می‌شود و فشار متناظر این دما، را فشار بحرانی می‌نامند.

(ب) دمای بحرانی، دمایی است که بالاتر از آن تبدیل گاز به مایع، مستقل از فشار ممکن نیست و فشار بحرانی، فشاری است که گاز در دمای بحرانی به مایع تبدیل می‌شود.

(ج) دمای بحرانی، دمایی است که پایین‌تر از آن تبدیل گاز به مایع، مستقل از فشار ممکن نیست فشار بحرانی، فشاری است که گاز در دمای بحرانی به مایع تبدیل می‌شود.

(د) هیچ‌کدام

گزینه (ب)

۱۷ - در یک مجموعه مسکونی دمای آب گرم مصرفی در موتورخانه ۶۵ درجه سانتی‌گراد و قطر لوله اصلی توزیع آب گرم مصرفی ۴ اینچ می‌باشد. طول کل لوله برگشت آب گرم مصرفی ۲۰۰ متر و طول لوله رفت آبگرم مصرفی که دارای سیستم برگشت می‌باشد جمعاً ۶۰۰ متر است. اگر افت حرارتی آب در لوله‌ها بطور متوسط ۳۰ وات در هر متر طول لوله باشد، برای اینکه دمای آب در لوله رفت کمتر از ۶۰ درجه سانتی‌گراد نباشد. گذر آب پمپ برگشت دست‌کم چه میزان باید باشد.

(فقط یک دستگاه میمپ موردنظر است) (بهمن ۱۳۸۳)

(الف) ۳۲ لیتر در دقیقه (ب) ۵۲ لیتر در دقیقه (ج) ۷۲ لیتر در دقیقه (د) ۹۲ لیتر در دقیقه

$$Q = MCAT$$

$$\Delta T = 5^{\circ}\text{C} \quad P = 4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \quad Q = 30 \times 6000 = 180000 \text{ W} = 18 \text{ KW}$$

$$18 = M \times 4,186 \times 5 \rightarrow M = 0,86 \frac{1}{\text{s}} \times \frac{1}{\frac{1}{60}} = 51,6 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$$

گزینۀ (ب) -

۱۸- دما و اختلاف دمای ایتیمم در تأسیسات گرمایی و گرمایی به ترتیب عبارتند از: (بهمن ۱۳۸۳)

(الف) ۰,۴۴، ۱۸۰، ۲۰ درجه فارنهایت (ب) ۰,۴۰، ۱۵، ۱۸۵، ۲۵ درجه فارنهایت

(ج) ۰,۲۰۰، ۱۵، ۳۰ درجه فارنهایت (د) ۰,۴۴، ۱۵، ۱۸۵، ۲۵ درجه فارنهایت

گزینۀ (الف)

تأسیسات گرمایی: اختلاف دما ۲۰ تا ۲۰۰ درجه فارنهایت

تأسیسات سرمایی: اختلاف دما ۱۰ تا ۱۵ درجه فارنهایت خروجی از چیلر ۴۴

۱۹- ظرفیت مشعل دیگ گرمایی در ارتفاع بالاتر از سطح دریا و بیش‌تر از ۲۰۰۰ فوت: (آذر ۱۳۸۴)

(الف) تفاوتی نمی‌کند. (ب) ۴ درصد به ازای هر ۱۰۰۰ فوت کم می‌شود.

(ج) ۳ درصد به ازای هر ۱۰۰۰ فوت کم می‌شود. (د) ۵ درصد به ازای هر ۱۰۰۰ فوت کم می‌شود.

گزینۀ (ب) - تا ارتفاع ۲۰۰۰ ft، به ازای هر ۱۰۰۰ ft، راندمان مشعل کاهش می‌یابد از ارتفاع ۲۰۰۰ ft به بالا، به ازای هر ۱۰۰۰ ft، از راندمان مشعل کاهش می‌یابد.

۲۰- عمق آب هوابند سیفون تخلیه آب تقطیر شده روی کویل سرد دستگاه‌های هوارسان حداقل چه مقدار باید باشد؟ (آذر ۱۳۸۴)

(الف) ۱۳ اینچ (ب) ۲ اینچ (ج) ۴ اینچ (د) ۶ اینچ

گزینۀ (ب)

۲۱- خلاصه ۱۰ اینچ جیوه برابر است با: (آذر ۱۳۸۴)

(الف) ۹/۸ Psig (ب) ۹/۸ Psia (ج) ۰/۹ Psia (د) ۰/۹ Psig

گزینۀ (ب)

$$14,7 \text{ Psi} = 29,92 \text{ in Hg}$$

$$29,92 - 10 = 19,92 \text{ in Hg}$$

$$19,92 \text{ in Hg} = -4,9 \text{ psig} = 9,8 \text{ psia}$$

خلاصه ۱۰ اینچ جیوه، یعنی از فشار جو کمتر است

از پیوست ۵ نشریه ۱۷۲ صفحه ۵۱ داریم:

۲۲- تعریف کالری چیست؟ (شهریور ۱۳۸۶)

(الف) مقدار گرمایی که دمای یک گرم آب ۱۴ درجه سانتیگراد را یک درجه سانتیگراد افزایش دهد.

(ب) مقدار گرمایی که دمای یک گرم هوای ۱۴ درجه سانتیگراد را یک درجه سانتیگراد افزایش دهد.

(ج) مقدار گرمایی که دمای یک کیلوگرم هوا را یک درجه سانتیگراد افزایش دهد.

(د) مقدار گرمایی که دمای یک کیلوگرم آب را یک درجه سانتیگراد افزایش دهد.

گزینۀ (الف) - یک کالری عبارتست از مقدار گرمای لازم برای اینکه یک گرم آب ۱۴ درجه سانتیگراد به ۱۵ سانتیگراد تبدیل شود.

۲۳- در شکل III فشار در نقاط ۱ و ۲ عبارتست از: (شهریور ۱۳۸۶)

$$P_1 = 6,8 \text{ psia}, P_2 = 10,4 \text{ psia} \text{ (الف)}$$

$$P_1 = 8,6 \text{ psia}, P_2 = 4,3 \text{ psia} \text{ (ب)}$$

$$P_1 = P_2 = 4,3 \text{ psia} \text{ (ج)}$$

(د) قابل محاسبه نیست.

گزینۀ (الف)



۲۴- PH مناسب آب در گردش، برای تأسیسات گرمایی چه مقدار است؟ (شهریور ۱۳۸۶)

(الف) ۸/۵ - ۷ (ب) کمتر از ۷ (ج) ۱۱ - ۷ (د) بزرگتر از ۱۰

گزینہ (الف) - فاکتور PH مقدار اسیدی یا قلیایی بودن آب را نشان می‌دهد. مقدار PH مناسب ۶٫۲ تا ۷٫۲ تعیین گردیده است.

- ۲۵- مقدار هوای رفت در یک سیستم هوارسانی ۵۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه و مقدار هوای تازه ۱۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه است. در این سیستم: (شهریور ۱۳۸۶)
- (الف) مقدار تعویضی هوا، ۲۰ درصد است.
- (ب) مقدار جابجانی هوا، ۵۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه است.
- (ج) مقداری هوای تخلیه ۴۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه است.
- (د) موارد (الف) و (ب)
- گزینہ (د)

هوای رفت = هوای جا به جا شده (۵۰۰۰) همچنین ۲۰٪ هوای تازه داریم (۱۰۰۰) پس از این رو:

$$\frac{1000}{5000} = 20\%$$

- ۲۶- بار گرمایی و سرمایی و نیز حداقل هوای تازه مورد نیاز یک آموزشگاه شامل ۳ اتاق توسط یک دستگاه هوارسان جبران می‌شود هوای برگشتی از اتاق‌ها با مقدار لازم هوای تازه مخلوط شده و بعد از عبور از دستگاه هوارسان به فضاها ارسال می‌شود. اگر هوای رفت مورد نیاز هر اتاق ۲۰۰۰ CFM باشد و حداقل هوای تازه مورد نیاز هر اتاق به ترتیب ۸۰۰، ۲۰۰، ۲۰۰ فوت در دقیقه باشد نسبت هوای تازه به کل هوای ورودی به دستگاه دست کم چقدر باید باشد تا حداقل هوای تازه مورد نیاز هر سه اتاق تأمین گردد؟ (اسفند ۱۳۸۷)

- (الف) ۲۰ درصد (ب) ۲۵ درصد (ج) ۳۰ درصد (د) ۴۰ درصد
- گزینہ (الف) کل هوای رفت به اتاق‌ها
- کل هوای تازه مورد نیاز برای ۳ اتاق
- نسبت هوای تازه به کل هوای رفت

- ۲۷- مزیت و عیب استفاده از سیستم هوارسانی یک منطقه‌ای با کویل دوباره گرمکن (Single zone+Reheat) به ترتیب چیست؟ (آذر ۱۳۹۲) (خرداد ۱۳۸۲) (شهریور ۱۳۸۶)

- (الف) کنترل مناسب دما- عدم امکان کنترل رطوبت (ب) کنترل مناسب دما و رطوبت- مصرف بالای انرژی
- (ج) کنترل مناسب دما و رطوبت- سر و صدای زیاد (د) مصرف پایین انرژی- کنترل نامناسب رطوبت
- گزینہ (ب) به منظور کنترل دقیق رطوبت نسبی هوا و استفاده از کویل دوباره گرم کن به شرط بازیافت انرژی گرمایی (heat recovery) مجاز است

- ۲۸- در کدام یک از سیستم‌های زیر امکان کنترل هم زمان دما و رطوبت نسبی چند فضای مختلف که با یک هوارسان تهیه می‌شوند وجود دارد؟ (اسفند ۱۳۹۱) (آذر ۱۳۹۰) (اسفند ۱۳۸۷) (تیر ۱۳۷۸)

- (الف) هوارسان یک منطقه‌ای با کویل دوباره گرمکن (ب) ایرواشر با کویل دوباره گرمکن
- (ج) هوارسان چند منطقه‌ای (د) سیستم کولر آبی و رادیاتور
- گزینہ (الف) ت راهنمای طراحی سیستم‌های تهویه مطبوع Carrier، صفحه ۲۳۹، بخش ۱، فصل ۸
- در سیستم کنترل گرمایش مجدد با جایگزینی بار مصنوعی به جای مقدار کاهش بارهای محسوس، امکان کنترل دمای خشک و رطوبت میسر می‌گردد.

- ۲۹- در عبور هوا با سرعت ثابت از یک کویل در پروسه‌های رطوبت زنی با آب روی کویل (WATER SPRAY) و بدون رطوبت زنی کدام گزینه در مورد ضریب کنار گذر (BY PASS) کویل صحیح است؟ (شهریور ۱۳۸۶)
- (الف) ضریب در حالت رطوبت زنی بیشتر است. (ب) ضریب در حالت رطوبت زنی کمتر است.
- (ج) با توجه به سرعت ثابت تفاوتی ندارد. (د) هیچکدام

گزینہ (ب) با رطوبت زنی مقدار حرارت دریافتی از کویل بیشتر شده و از طرفی با افزایش سطح مفید کویل مقدار انتقال حرارت، شاهد کاهش ضریب کنار گذر خواهیم شد.

- ۳۰- دمای طرفین یک دیوار به مساحت ۱۰۰ مترمربع برابر است با $t_1 = -1^{\circ}\text{C}$ و $t_2 = 23^{\circ}\text{C}$ اگر ضریب تعادل گرمایی

دیوار $U = 1.2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ باشد تلفات گرمایی دیوار برابر است با: (اسفند ۱۳۸۷)

الف) $Q = 2880 \text{ W/m}^2$ (ب) $Q = 2640 \text{ W}$ (ج) $Q = 2880 \text{ W}$ (د) $Q = 2640 \text{ W/m}^2$ (گزینه ج)

$$q = U.A.(T_r - T_i) = 1.2 \times 100 \times (23 - (-1)) = 2880 \text{ W}$$

۳۱ - کل بار گرمایی ساختمان برای انتخاب دستگاه‌های مرکزی، مجموع تلفات حرارتی از جدارهای خارجی، نفوذ هوا و انرژی مورد نیاز برای تأمین آب گرم مصرفی است. اگر به جای استفاده از مخازن دو جداره یا کویلی، برای تأمین آب گرم مصرفی، از مبدل صفحه‌ای بدون مخزن ذخیره که فضای کمتری اشغال می‌کند استفاده شود، کل بار گرمایی ساختمان: (خرداد ۱۳۸۹)

الف) کاهش می‌یابد. (ب) تغییر نمی‌کند
ج) افزایش می‌یابد. (د) در ساختمان‌های بزرگ کاهش می‌یابد.
گزینه ج) در مبدلهای صفحه‌ای با توجه به اینکه مخزن ذخیره ندارند لذا نیاز به ذخیره آب با دمای بالا نیست لذا بار حرارتی ساختمان افزایش می‌یابد

۳۲ - در یک چیلر آب خنک، میزان حرارت جذب شده توسط اواپراتور ۶۶۱۸۰۰۰ بی‌تی‌یو بر ساعت است. در صورتی که دمای آب ورودی و خروجی برج خنک‌کن به ترتیب ۹۸ و ۷۵ درجه فارنهایت باشد، میزان دبی آب برج خنک‌کن چند گالن در دقیقه است؟ ضریب عملکرد چیلر ۴۰ است.

الف) ۷۱۹ (ب) ۵۰۴ (ج) ۵۷۵ (د) ۸۴۷
دبی آب برج خنک برای دفع گرمای رسیده به کندانسور چیلر استفاده می‌شود. گرمای رسیده به کندانسور ترکیبی از حرارت جذب شده در اواپراتور و کار لازم برای چیلر است.

$$Q_{\text{cond}} = Q_{\text{evap}} + W, \quad W = \frac{Q_{\text{evap}}}{\text{COP}}$$

$$W = \frac{6618000}{4} = 1654500 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

$$Q_{\text{cond}} = 6618000 + 1654500 = 8272500 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

$$\text{gpm} = \frac{Q \left(\frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \right)}{500 \times \Delta T_{\text{(OF)}}} = \frac{8272500}{500 \times (98 - 75)} = 719 \text{ gpm}$$

دبی آب برج خنک‌کن از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:
گزینه الف)

۳۳ - برای جبران 75000 BTU/h بار گرمایی یک سالن با دمای داخل ۷۰ درجه فارنهایت، در شرایط استاندارد دست‌کم چه مقدار هوا با دمای ۹۰ درجه فارنهایت باید به این سالن داده شود؟ (اسفند ۱۳۸۹)
الف) ۳۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه (ب) ۳۵۰۰ فوت مکعب در دقیقه
ج) ۳۷۵۰ فوت مکعب در دقیقه (د) ۴۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه
گزینه ب)

$$Q \left(\frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \right) = m (\text{cfm}) \times c_p \times \Delta T \rightarrow m = \frac{Q}{C \Delta T} = \frac{75000}{1.08 \times 20} \rightarrow m = 3472 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} \text{ (cfm)}$$

۳۴ - کویل سرمایی با ابعاد 48×72 اینچ مربع مقروض است. هوا با دمای ۱۰۰ درجه فارنهایت از این کویل سرمایی عبور کرده و تا دمای ۶۰ درجه فارنهایت سرد می‌شود. اگر سرعت عبور هوا از کویل ۴۵۰ fpm باشد، میزان بار سرمایی کل این کویل چند تن تبرید است؟ (نسبت گرمایی محسوس کویل ۰.۸۷ و محل نصب دستگاه در شهر بوشهر است). (مرداد ۱۳۹۴)

الف) ۴۸/۳ (ب) ۳۸/۷ (ج) ۴۴/۷ (د) ۵۶/۴

ابتدا دبی حجمی عبوری از روی کویل را محاسبه می‌کنیم.

$$V^{(\text{cfm})} = \text{fpm} \times \text{ft}^2; \quad V^{(\text{cfm})} = 450 \times \left(\frac{72}{12} \times \frac{48}{12} \right) = 10800 \text{ cfm}$$

$$Q \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} = 1.08 \times \text{cfm} \times \Delta T = 1.08 \times 10800 \times (100 - 60) = 466560 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

$$\frac{BTU}{SH(T.R)} = \frac{hr}{12000} = 28.88 \quad SHF = \frac{SH}{SH + LH} = 0.87$$

$$\frac{SH}{SHF} = \frac{28.88}{0.87} = 33.2 T.R$$

بار سرمایی کل

گزینه (ج)

۲۵- در سیستم لوله کشی آب سردکننده (Chilled Water) یک ساختمان، جریان آب سرد برگشتی از فون کویل ها با گذر ۵۰ gpm و دمای ۴۸ درجه فارنهایت با جریان آب سرد برگشتی از هوارسان ها با گذر ۸۰ gpm و دمای ۵۵ درجه فارنهایت مخلوط شده و سپس وارد یک چیلر می شوند. در صورتی که دمای آب سرد خروجی از این چیلر ۴۵ درجه فارنهایت باشد، بار چیلر چند تن تبرید می باشد؟ (مرداد ۱۳۹۴)

الف) ۴۶ تن (ب) ۳۶ تن (ج) ۴۰ تن (د) ۳۴ تن



$$T_{mix} = \frac{50 \times 48 + 80 \times 55}{130} = 52.3^\circ F$$

$$Q(T.R) = \frac{gpm \times \Delta T \times 500}{12000} = \frac{130 \times (52.3 - 45) \times 500}{12000} = 39.6 T.R$$

گزینه (الف)

۳۶- دماهای حباب خشک هوای ورودی و خروجی یک کویل سرمایی به ترتیب ۸۰ و ۵۵ درجه فارنهایت است. در صورتی که ضریب میان بر (BF) این کویل ۰.۱۵ باشد، دمای نقطه شبنم دستگاه مربوط به این کویل چه مقدار می باشد؟ (کویل مذکور رطوبت گیری نیز انجام می دهد). (بهمن ۹۴)

الف) ۴۸ درجه فارنهایت (ب) ۵۶ درجه فارنهایت (ج) ۵۱ درجه فارنهایت (د) ۵۴ درجه فارنهایت

$$t_{ldb} = t_{adp} + BF(t_{adb} - t_{adp})$$

$$t_{adp} = \text{نقطه شبنم دستگاه}$$

$$t_{ldb} = \text{دمای خشک خروجی}$$

$$t_{adp} = \text{دمای خشک ورودی}$$

$$\Rightarrow 55 = t_{adp} + 0.15(80 - t_{adp}) \Rightarrow t_{adp} = 50.6 \approx 51^\circ F$$

۳۷- برای پاسخ گویی به بار سرمایی یک ساختمان در شهری با دماهای حباب خشک و مرطوب طرح خارج ۱۰۰ و ۶۵ درجه فارنهایت از یک سیستم تبخیری کولر آبی با راندمان اشباع ۸۰٪ استفاده شده است. در صورتی که دمای طرح داخل ۷۸ درجه فارنهایت، بار سرمایی محسوس اتاق ۵۰۰۰۰ بی تی یو در ساعت و ضریب اصلاح چگالی هوا در این شهر ۰.۸ باشد، مقدار هوای مورد نیاز برای پاسخ گویی به بار محسوس این فضا چه مقدار می باشد؟ (بهمن ۹۴)

الف) ۹۴۵ cfm (ب) ۱۰۷۱ cfm (ج) ۷۱۵ cfm (د) ۴۵۴۵ cfm

امکان دما از حباب خشک تا حباب تر ۳۵ F است و سرمایش تا دمای حباب تر فقط در حالت راندمان ۱۰۰٪ اتفاق می افتد. با توجه به راندمان ۸۰٪ اشباع، دمای خروجی به میزان $F = 35 \times 0.8 = 28^\circ F$ از دمای حباب خشک کاهش می یابد.

$$T_{out} = 100 - 0.8 \times 35 = 72^\circ F$$

$$Q = 1.08 \times cfm \times \Delta T(^{\circ}F) \times \lambda$$

$$50000 = 1.08 \times cfm \times (78 - 72) \times 0.8 \rightarrow cfm = 9645$$

گزینه (الف)