پوهنځی طب بلخ

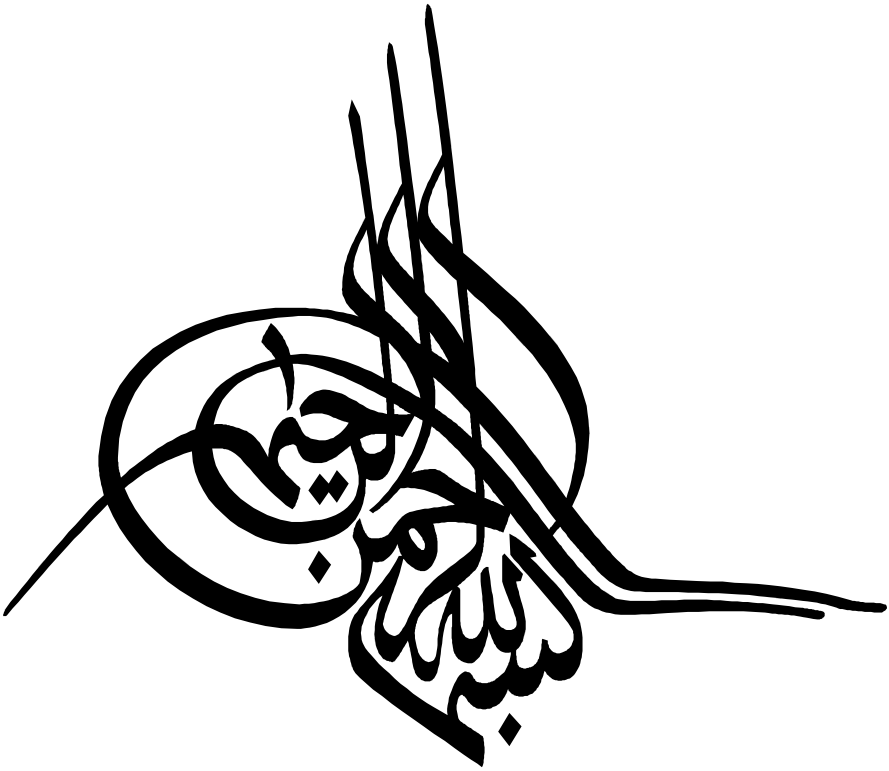
فزیک طبی

(بخش حرارت)

همراه با سی دی

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

۱۳۹۱



فزیک طبی

(بخش حرارت)

مؤلف: پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

1391

اسم کتاب	فزیک طبی (بخش حرارت)
مؤلف	پوهاند میر محمد ظاهر حیدری
ناشر	پوهنځی طب بلخ
ویب سایت	www.ba.edu.af
تاریخ نشر	1391
چاپ	مطبعه افغانستان تایمز، کابل
داونلود	www.ecampus-afghanistan.org
تیراژ	1000

کتاب هذا توسط موسسه همکاری های اکادمیک آلمان (DAAD) از بودیجه وزارت خارجه فدرالی آلمان تمویل شده است.
امور اداری و تخنیکی کتاب توسط موسسه افغانیک انجام یافته است.
مسؤلیت محتوا و نوشتن کتاب مربوط نویسنده و پوهنځی مربوطه میباشد. ارگان های کمک کننده و تطبیق کننده مسؤل نمی باشند.

اگر میخواهید که کتابهای تدریسی شما چاپ گردد، با ما به تماس شوید:
داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی، کابل
تیلفون دفتر 0756014640
ایمیل wardak@afghanic.org

آی اس بی ان 978- 123456789

تمام حقوق نشر و چاپ همرای نویسنده محفوظ است

پیام
وزارت تحصیلات عالی

در جریان تاریخ بشریت کتاب برای کسب علم و دانش نقش عمده را بازی کرده و جز اساسی پروسه درسی بوده که در ارتقای کیفیت تحصیلات دارای ارزش خاص میباشد.از اینرو باید با در نظر داشت ستندردها و معیارهای شناخته شده جهانی و ضروریات جوامع کتب و مواد درسی جدید برای محصلین آماده و چا پ گردد.

از اساتید محترم موسسات تحصیلات عالی کشور قلبا اظهار سپاس و قدردانی مینمایم که با تقبل زحمات در جریان سالهای متمادی با تالیف و ترجمه کتب ممد درسی دین ملی خود را ادا نموده اند و از سایر اساتید و دانشمندان گرانقدر نیز صمیمانه تقاضا مینمایم که دررشته های مربوطه خود کتب و سایر مواد درسی را تهیه نمایند تا بعد از چاپ در دسترس محصلین گرامی قرار داده شوند.

وزارت تحصیلات عالی وظیفه خود میداند تا جهت ارتقای سطح دانش محصلین عزیز کتب و مواد درسی جدید و معیاری را آماده نماید.

در اخیر از وزارت خارجه کشور آلمان ، موسسه DAAD، سایر ادارات و اشخاصیکه زمینه چاپ کتب طبی اساتید محترم پوهنځی های طب کشور را مهیا ساخته اند صمیمانه تشکر مینمایم و امیدوارم که این کار سودمند ادامه یافته و به سایر بخش ها نیز گسترش یابد.

بااحترام

پوهاند دوکتور عبیدالله عبید
وزیر تحصیلات عالی
کابل ۱۳۹۱

چاپ کتب درسی برای پروگرام بهبود پوهنځی های طب

استادان گرامی و محصلین عزیز!

کمبود ونبود کتب درسی در پوهنتون های افغانستان از مشکلات عمده به شمار میرود. محصلین و استادان با مشکلات زیاد روبرو میباشند، آنها اکثرا به معلومات جدید دسترسی نداشته و از کتاب ها و چپتر های استفاده مینمایند که کهنه بوده و در بازار به کیفیت پایین فوتوکاپی میگردد.

برای رفع این مشکلات در دو سال گذشته ما چاپ کتب درسی پوهنځی های طب پوهنتون ها ی کشور را آغاز نمودیم وتا اکنون ۶۰ عنوان کتب درسی را چاپ نموده و به تمام پوهنځی های طب افغانستان ارسال نموده ایم. این در حالی است که پلان ستراتیژیک وزارت تحصیلات عالی (۲۰۱۰ – ۲۰۱۴) کشور بیان می دارد:

« برای ارتقای سطح تدریس، آموزش و آماده سازی معلومات جدید، دقیق وعلمی برای محصلان، باید برای نوشتن و نشر کتب علمی به زبان های دری و پشتو زمینه مساعد گردد. برای ریفورم در نصاب تعلیمی ترجمه از کتب و مجلات انگلیسی به دری و پشتو حتمی و لازمی میباشد. بدون امکانات فوق ناممکن است تا محصلان و استادان در تمامی بخش ها به پیشرفت های مدرن و معلومات جدید زود تر دسترسی بیابند.»

استادان و محصلین پوهنځی های طب با مشکلات زیاد مواجه اند. تدریس به میتود کهنه ،عدم دسترسی به معلومات و مواد جدید درسی و استفاده از کتب و چپتر های که به کیفیت بسیار پایین در بازار دریافت میگردد از جمله مشکلات عمده در این راستا میباشد. باید آن عده از کتاب هاییکه توسط استادان تحریر گردیده اند جمع آوری و چاپ گردند. با درنظرداشت حالت بحرانی کشور جنگ زده ما به دوکتوران ماهر و ورزیده نیاز داریم تا بتوانند در بهبود و ارتقای تحصیلات طبی و صحت عامه در کشور سهم فعال بگیرند. از اینرو باید توجه زیادتر برای پوهنځی های طب جلب گردد.

تا به حال ما به تعداد 60 عنوان کتب مختلف طبی برای پوهنځی های طب ننگرهار، خوست ، هرات ، کندهار ، بلخ هرات و کابل را چاپ نموده ایم و پروسه چاپ 50 عنوان دیگر جریان دارد که یک نمونه آن همین کتابی است که فعلا در دسترس شما قرار دارد. قابل یاد آوری است که تمام کتب چاپ شده مذکور بصورت مجانی برای پوهنځی های طب کشور توزیع گردیده اند.

به اثر درخواست وزارت محترم تحصیلات عالی، پوهنتون ها، استادن محترم ومحصلین عزیز در آینده می خواهیم این پروگرام را به بخش های غیر طبی (ساینس ، انجنیری ، زراعت و سایر بخش ها) و پوهنځی های دیگر هم توسعه دهیم و کتب مورد نیاز پوهنتون ها و پوهنځی های مختلف را چاپ نماییم.

از آنجاییکه چاپ نمودن کتب درسی یک پروژه پروگرام ما بوده، بخش های کاری دیگر ما بطور خلاصه قرار ذیل اند :

1. چاپ کتب درسی طبی

کتابی که در اختیار شما است، نمونه از فعالیت های ما میباشد. ما میخواهیم که این روند را ادامه دهیم تا بتوانیم در زمینه تهیه کتب درسی با پوهنتون های کشور همکاری نماییم و دوران چپتر و لکچرنوت را خاتمه دهیم و نیاز است تا برای موسسات تحصیلات عالی کشورسالانه به تعداد 100 عنوان کتاب درسی چاپ گردد.

۲. تدریس با میتود جدید و وسایل پیشرفته

در جریان سال ۲۰۱۰ توانستیم در تمام صنوف درسی پوهنځی های طب بلخ، هرات، ننگرهار، خوست و کندهار پروجیکتورها را نصب نماییم. برای ایجاد محیط مناسب درسی باید تلاش گردد که اطاق های درسی و کنفرانس و لابراتوارها مجهز به مولتی میدیا، پروجکتور و سایر وسایل سمعی و بصری گردند.

۳. ارزیابی ضروریات

وضعیت فعلی (مشکلات موجوده و چالش های آینده) پوهنځی های طب باید بررسی گردد و به اساس آن به شکل منظم پروژه های اداری، اکادمیک و انکشافی به راه انداخته شود.

۴. کتابخانه های مسلکی

باید در تمام مضامین مهم و مسلکی کتب به معیارهای بین المللی به زبان انگلیسی خریداری و به دسترس کتابخانه های پوهنځی های طب قرار داده شود.

۵. لابراتوارها
در پوهنځی های طب کشور باید در بخش های مختلف لابراتوارهای فعال وجود داشته باشد.

۶. شفاخانه های کدری
هر پوهنځی طب کشور باید دارای شفاخانه کدری باشد و یا در یک شفاخانه شرایط برای ترینینگ عملی محصلین طب آماده گردد.

۷. پلان ستراتیژیک
بسیار مفید خواهد بود که هر پوهنځی طب در چوکات پلان ستراتیژیک پوهنتون مربوطه خود دارای یک پلان ستراتیژیک پوهنځی باشد.

از تمام استادان محترم خواهشمندیم که در بخش های مسلکی خویش کتب جدید تحریر، ترجمه و یا هم لکچرنوت ها و چپتر های خود را ایدیت و آماده چاپ نمایند. بعدا در اختیار ما قرار دهند، تا به کیفیت عالی چاپ و به شکل مجانی به دسترس پوهنځی های مربوطه، استادان و محصلین قرار داده شود.
همچنان در مورد نکات ذکر شده پیشنهادات و نظریات خود را به آدرس ما شریک ساخته تا بتوانیم مشترکاً در این راستا قدم های مؤثرتر را برداریم.
ازمحصلین عزیز نیز خواهشمندیم که در امور ذکر شده با ما و استادان محترم همکاری نمایند.

از وزارت محترم خارجه آلمان ومؤسسه DAAD (همکاری های اکادمیک آلمان) اظهار سپاس و امتنان مینماییم که تاالکنون چاپ 90 عنوان کتب طبی درسی را به عهده گرفته که از آن جمله پروسه چاپ 50 عنوان آن جریان دارد.
از پوهنځی طب پوهنتون ماینز آلمان (Mainz/Germany) و استاد پوهنځی مذکور دوکتور زلمی توریال ، Dieter Hampel و موسسه افغانیک نیز تشکر میکنیم که در امور اداری و تخنیکی چاپ کتب با ما همکاری نمودند.

بطور خاص از دفاتر جی آی زیت (GIZ) و CIM (Center for International Migration and Development) یا مرکز برای پناهنده گی بین المللی و انکشاف که برای من امکانات کاری در طی دو سال گذشته در افغانستان را مهیا ساخته است نیز اظهار سپاس و امتنان مینمایم.

از دانشمند محترم پوهاند دوکتور عبیدالله عبید وزیر تحصیلات عالی ،محترم پوهنوال محمد عثمان بابری معین علمی وزارت، محترم پوهندوی دوکتور گل حسن ولیزی معین اداری و مالی، روسای محترم پوهنتون ها، پوهنځی های طب و استادان گرامی تشکر مینماییم که پروسه چاپ کتب درسی را تشویق وحمایت نمودند.
همچنان از همکاران محترم دفترهرکدام دوکتور محمد یوسف مبارک، عبدالمنیر رحمانزی، احمد فهیم حبیبی ، سبحان الله و همت الله نیز تشکر مینمایم که در قسمت چاپ نمودن کتب همکاری نمودند.

داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی
کابل، نومبر سال ۲۰۱۲ م

نمبر تیلیفون دفتر: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل آدرس: wardak@afghanic.org
textbooks@afghanic.org

پیشگفتار

خداوند بزرگ و توانا برمن توفیق عنایت فرمود تا درهمین مقطع زمان که درهمه عرصه های زنده گی تحولات شگرف درحال پیشرفت وانکشاف است به تجدید نظر کتاب فزیک طبی بخش حرارت اقبال یافتم.

مضمون فزیک طبی بخش حرارت که جز پروگرام درسی پوهنحی های طب افغانستان بوده و در سیستم کریدت در 16 ساعت لکچرو 32 ساعت کار عملی که جمعاً 4 کریدت میشود تدریس میگرددد. تالیف کتاب و شمولیت مواد جدید از زمره مسوولیت های کادر های علمی شمرده میشود تا در ساحه امکانات در تحقق این هدف مصمم و هدف مند تلاش بعمل آید.

در محدوده زمان با رعایت اهداف پیداگوژیکی وتسلسل موضوعات این کتاب ترتیب و در ختم کتاب جدول ثابت ها با معرفی دانشمندان که در روشنایی دست آوردهای علمی، تحقیقات واختراعات شان درفزیک حرارت تجلی یافته وافتخارات شان جاویدان است آماده گردیده است. امید وارم تا از مطالعه آن محصلان عزیز بقدر نیاز شان کسب فیض نمایند.

بـــــــــا احترا م

پوهاند میر محمد ظاهر حیـــــــــــدری

استاد فزیک پوهنحی طب پوهنتون بلخ

مراحل دیداکتیکی در تالیف کتاب

انجام تمام فعالیتها ی اکادمیک مستلزم به یک نیاز سنجی دقیق بر مبنای پیرفت های معاصر با طرح پلان و بر نامه ویژه ای می باشد . تالیف

کتاب،کار های علمی و تحقیقی برای رسیدن به یک هدف معین نیز شامل فعالیتهای اکادمیک می باشد.

فزیک طبی حرارت که جز پروگرام درسی پوهنحی های طب و ستوماتولوژی می باشد و در سیستم کریدت در 16 ساعت لکچرو 16 ساعت کار عملی که جمعاً 4 کریدت در یک سمستر تدریس میگردد.

هدف:

درتالیف کتاب فزیک طبی بخش حرارت این اهداف شامل میباشد:

-شمولیت پیشرفتهای مهم در شناخت پدیده های وپژوهش های جدید فزیک طبی در برنامه درسی.

-ضرورت دیپارتمنت فزیک به کتاب درسی.

-آشنا ساختن محصلان به دست آورد های علمی و تحقیقی در ابعاد مختلف حرارت و کار برد آن در طب.

ویژه گی ها:

-ارتباط و پیوستگی فزیک طبی بخش حرارت باسایر علوم .

-قابل فهم وساده بودن بر نامه درسی و پاسخگوی نیازمندی محصلان در محدوده زمان.

-بیان مفاهیم و قوانین در مثال ها غرض کسب مهارت جدید در جهت استفاده مستقلانه از آنها.

- داشتن تمرینات بمنظور تحکیم دانش و کسب مهارت.

-توضیح مفاهیم و پدیده ها در بدن به اساس نیاز و کار برد آن در طب.

-اتکاء به دانش محصل در سطح لسانس ومسلک طبابت شده و بیشتر به موضوعات که دانستن ان برای طب ضروری می باشد تعقیب و از ثبوت فارمول و مسایل مغلق انصراف بعمل امده است.

مواد درسی:

مواد درسی در تهیه کتاب درسی، کتابها، انترنت و نتایج تحقیقات دانشمندان.

مواد درسی که برای آموزش وتحکیم آموزش در توضیح پدیده ها شامل است از قبیل سامان لابراتواری و وسایل تشخیصه .

روش تدریس:

در تدریس موضوعات درسی نظر به خصو صیات موضوع و دسترسی به امکانات نیاز به روشهای مختلف را در زمینه دارد، که باید استفاده شود، از قبیل میتود لکچر، مناقشه، کار عملی و توضیح. بیشتر به روش فعال بودن محصل تاکید میشود.

مدت تدریس :

محتوای کتاب به اساس ضرورت وبا سلامت کریولوم درسی برای یک سمستر در16 ساعت درسی 50 دقیقه ای آماده گردیده است تا استادان با رعایت زمان تدریس دریک سمستر عملی کنند .در هفته هشتم امتحان 20 فیصد در نظر گرفته شده است .

توصیه :

محصلان عزیزم! آرزویم موفقیت شما است. هر کاری که در ساحه توانم انجام میدهم فقط در جهت حصول رضایت شما و ادای مسؤلیت در تجلی حیات و غنامندی مسلکی تان است.

امید وارم با تقدیم این کتاب که ثمره کار اکادمیک ام می باشد در قلب تان برای خود جا ی داشته باشم.

ارزومندم که برای غنای بیشتر و شمولیت دیدگاه تان در توضیح پدیده ها مستقلانه باندیشید تا در توضیح و شناخت پدیده تفکر تان را با قوانین فزیک برابری داد ه بتوانید.

اگر ما نمی توانیم کاری بکنم که باران ببارد ،
اما می توانیم زمین را برای بارش باران آماده سازیم

فهرست مطالب

پیشگفتار .....الف
فهرست مطالب ..... ب
مـقد مــه.....1

فصـل اول
ماهیت حرارت

1-1 نظریات در مورد حرارت.....3
2-1 تیوری حـرکی مـــــالیکولی.....6
3-1 حـالـت هـــای مـــاده 8
4-1 آثار حرارت 11
5-1 منـابع حرارت ..... .12
6-1 تاریخچه حرارت درطبابت 14

فصل دوم
درجه حرارت و مقیاس های اندازه گیری ان

1-2 درجه حرارت 18
2-2 ترما متر.....21
3-2 ساختمان ترمامتر.....21
4-2 مقیاس هاي درجه حرارت 22
5-2 رابط بین مقیاسات درجه حرارت.....25
6-2 ترمامتر الكهولي 28
7-2 ترمامترطبي 29
8-2 مقتضیات استفاده از ترمامتر طبي 30
9-2 ترمیستور.....31
10-2کوپل ترمو الکتریک 33
11-2 ترمو پیل 35
12-2 نقش درجه حرارت بدن انسان 37
مســـــایل 43

فصــل سوم
مقدار حرارت و اندازه گیري آن

3 - 1 تعریف مقدار حرارت.....46
3 - 2 تعیین مقدار حرارت 47
3 - 3 حرارت مخصوصه.....48

3 - 4 واحدات مقدار حرارت و حرارت مخصوصه 49
3 - 5 نقش حرارت مخصوصه آب در بدن انسان 50
3 - 6 تعادل حرارتي.....51.
3 - 7 كالوري متر 55
3 - 8 ارزش حرارتي غذا 57
مســـــايل 60

فصل چهـــارم

انتقال حرارت

4 - 1 علل انتقال حرارت 63
4 - 2 انتقال حرارت بطريقه هدايت 63
4 - 3 انتقال حرارت بطريقه كنوكشن 68
4-4 انتقال حرارت به طريقه تشعشع 69
4-5 مشخصات شعاعات حرارتي 70
4-6 قوانين جذب تشعشع 72
4-7 جسم سياه و تشعشع 73
4-8 قانون ستيفان - بولتزمن 75
4-9 كاربرد انتقال حرارت در بدن انسان 77
مســـــايل 84

فصل پنجم

انبساط حرارتي اجسام

5-1 انبساط اجسام 86
5-2 انبساط جامدات 86
5-3 انبساط خطي 87
5-4)انبساط سطحي 88
5-5)انبساط حجمي 88
5 - 6 تاثير حرارت دركثافت اجسام 89
5-7 علت انبساط غير طبيعي آب 91
5-8 انبساط گازات 93
5-9 مقتضيات استفاده وكار برد انبساط اجسام 99
مســـايل 101

فصل ششم

قوانين گازات و كاربرد آن در وجود انسان

6-1 ماهيت گازات 103
6 - 2 گازات ايديال 104

6 - 3 پارامتر هاي حالت گازات 105
6 - 4 قوانين اساسي گازات ايديال 105
6-5 - قانون گي لوساک.....106
6-6 - قانون شارل 107
6-6 تطبيق قانون گازات در وجود انسان 109
(6 - 7) عمليه تنفس 112
6 - 8 گازات حقيقي 114
6-9 قانون دالتن..... 115
6 - 10 کاربرد قانون دالتن در عمليه تنفس 116
6- 11 قانون گراهام و انتشار گازات 118
مســـايـل 122

فصل هفتم

تاثيرات حرارت و حوادث حرارتي

7 - 1 تغيير حالت.....126
7 - 2 ذوبان و انجماد 126
7 - 3 تبخير 128
7 - 4 اثرات تبخير بر بدن انسان 131
7 - 5 غليان يا جوش.....133
7 - 6 نقط ميعان 135
7 - 7 تسريع فعاليت کيمياوي 137
7 - 8 ايجاد تفاوت پوتنسيل 137
7 - 10 کاهش لزوجيت مايعات 138
7 - 11 نشر ترمويونيک.....138
7 - 12 اثرات حرارتي شعاع 138
7 - 13 اثرات فزيولوژيکي حرارت 140
7 - 14 حرارت زده گي 143
7 - 15 سرما زده گي 145
مســـايل 146

فصل هشتم

قوانين ترمو ديناميک

8-1 تعريف تر موديناميک 148
(8-2) اصطلاحات ترموديناميکي 148
8-3 تحول يا انتقال 150
8-4 انرژي ، حرارت وکار 155

8 - 5 قانون اول ترموديناميک 160
8-6 نتايج قانون اول ترموديناميک.....162
8 - 7 سکل کارنو 163
8 - 8 انتروپي 164
8 - 9 انتلپـــي 166
8 - 10 ثمره علمي و صنعتي ماشين ها 167
8 - 11 قانون دوم ترموديناميک 170
8 - 12 کاربرد قوانين ترموديناميک 172
مســـايل 174

فصل نهم

استفاده از حرارت در تشخيص و تداوي

9 - 1 آخذه هاي تشخيصي حرارت و سردي 176
9 - 2 تشخيص افزايش درجه حرارت 177
9 - 3 استفاده از حرارت در تشخيص 179
9 - 4 کار برد حرارت در تداوي 180
9 - 5 دياترمي ماورأي صوت 183
9 - 6 کار برد سرما در طبابت 184
9 - 7 ترموگرافي طبي 186
9-8 استفاده از سرما در جراحي 187
9-9 هيپوترمي 189
9-10 مقتضيات استفاده از سرما 190
مســـايل 191

فصل دهم

وسايل ترموگرافي

10-1 دستگاه کوپر 193
10 -2 سکانر حرارتي 194
10-3 دتکتور هاي حساس به نور 197
10-4 ايواپروگراف 197
مسايل 198
اصطلاحات 200
معرفي دانشمندان علم حرارت 215
جدول های ضميمه 224
مـآخـــــذ .....

ختم

مـقد مــه

انسان ها برای ادامه زنده گی به محیطی به حرارت مناسب نیاز دارند ودر حرارت های معیین قادر به انجام فعالیت های حیاتی اند . امروز حرارت مطلوب برای زنده گی را $21\ ^0C$ که از نظری سایر شرایط اقلیمی چون رطوبت50% وجریان هوا با سرعت 10 m/sهمراه باشد ، میدانند . اگر حرارت محیط ازحد مشخص بیشتر شود به انسان ها احساس گرمی واگر ازحد معیین کمتر باشد احساس سردی رخ میدهد . این دو احساس نامطلوب که شخص را ازحالت رفاه حرارتی خارج میسازد ، منشاً برای بسیاری فعالیت های بدنی وذهنی وی شده وتوجه به این دو پدیده مینماید.

از نظر علم طبابت حرارت مطلوب برای کاروفعالیت های بدنی مختلف بسته به نوع فعالیت بررسی شده است .

در جهان معاصر پیشرفت لازم در مراقبت های صحی برای کنترول حرارت اقدامات مناسب و چشم گیر صورت گرفته که بیانگر پیوستگی علم فزیک حرارت درطبابت میباشد .

امروز بااستفاده از تکتیک های مختلف و پیگیری مناسب وگسترده از علم فزیک ، علم طب درضمن کسب سهولت ها به دست آورد های عظیم نایل گردیده است .

موضوع حرارت به دلیل نیاز انسان ومحسوس بودن آن مورد توجه و تحقیق دانشمندان قرار گرفته که این خود به ارزشمندی تدریس این علم گواه است .

کتاب فزیک حرارت که برای محصلان سال اول دانشکده طب تالیف گردیده، شامل 10. فصل بوده وهرفصل قوانین اساسی ، کاربرد طبی حل مثالهای نمونه ، وتمرینات برای کار های مستقلانه راحاوی میباشد .

در ترتیب این کتاب با رعایت تسلسل مطالب بادر نظر داشت درک ونیاز محصلان وپیوسته گی با سایرعلوم سعی به عمل آمده وبه قابلیت ها وکسب مهارتهای مسلکی توجه گردیده است .

امیدوار هستم که این کتاب برای محصلان دانشکده طب ودست درکاران عرصه خدمات صحی ارزشمند بوده باشد .

فصـل اول

ماهیت حرارت

1-1 نظریات در مورد حرارت

انسانها ازگذشته های دور در برابر این سوال که حرارت چیست ؟ قرار گرفته اند و در هرزمان علما با دسترسی به امکانات وشرایط به نحوی به آن پاسخ ارایهً و نظریات شان مطرح بوده است .

چنانچه یونانی های قدیم مانند دیموکریتوس[1] جسم جامد را مرکب از ذراتی در حال نوسان میدانست . پس از چندین قرن افکار بشرمتوجه خواص ماده و حوادث حرارتی گردید ونظریه حرکی براساس تجربه بمیان آمدو بیکن[2] موضوع مشاهده را در تعریف حرارت شامل و چنین بیان کرد. ما مشاهده میکنیم که حرارت عبارت ازحرکت شدیدی اجزای داخل جسم است ودر کتاب اورگانون نو[3] نوشت ، حرارت ازلحاظ ماهیت خودچیزی جزحرکت نیست . لومونوسیف در سال 1745 گفته بود که حرارت عبارت ازحرکت ذرات داخلی ماده است(9,19)

لاوازیه[4] ازحرارت نام برد و جمیزبلاک[5] این عنصر را کالوریک[6] نامید . علما به این عقیده بودند که حرارت یک سیالی بدون وزن وغیرمریی بوده آن را کالوریک نامیدند .

---

[1] **Democritus**
[2] **Bacan**
[3] **(10)** ارگانو نو اصطلاح یونانی است به معنی پژوهش علمی یا تفکر علمی
[4] **Laroisier**
[5] **James Black**

تامدت زیاد برای توضیح حرارت وجود یک شی مادی بنام کالوریک درهر جسم لازمی فرض می شد . گفته می شد، کالوریک میتواند به جسمی وارد واز آن خارخ شود ، آن جسم را گرم ویا سرد سازد .وقتی که ذغال میسوزد یکمقدار کالوریک تولید مینماید . انتقال کالوریک به جسم دیگر باعث گرمی آن میشود . به اساس نظر به کالوریک بسیاری از پدیده ها مانند انتقال حرارت از طریق هدایت ، اختلاط مواد در ترمامیتر را میتوان توضیح کرد. اما مفهوم حرارت به عنوان ماده که مقدار آن ثابت باقی بماند بیان شده نتوانست . در او اخیر قرن هجده تجاربی انجام گردید که تشریح آن بوسیله کالورک امکان نداشت .

بالاخره عموماً دریافتند که حرارت ماده نیست بلکه نوعی از انرژی است . اولین مدرک قـــاطع مبنی براینکه حرارت نمیتواند ماده باشد توسط ینجامیـــن تـــــامسن[7] امریکـالی که بعـــــدها کـــــــــنت ریمفورد با واریـــــا[8] لقب گرفت اراهً شد . ریمفورد درمقـــــــاله اش مینویسد . من معتقدم که کنجکاوی در مورد هر انچه در جریان عادی زنده گی هـــتی بر حسب تصادف یا در گشت وگذار های بی هدف پیش میآید غالباً بیشتر از تمام تفـــکرات جدی فلاسفه در اوقاتی که صریحا بمطالعه بپردازند ،ما را به تر دید های مفید و طرحهای معقول برای تحقیق و پیشرفت رهنمون شده است، طور تصادفی بوده که من به انجام آزمایش های که میخواهم درمورد شان

---

[6] **Caloric**
[7] **Benjamin Thompson**
[8] **Count Rumford of Bovaria**

گذارش دهم کشیده شدم . در اخیر قرن هجدهم متخصص نظامی وسانیس دادن معروف ریمفورد موقعی به این کشف نایل شد که جریان برمه کاری رامشاهده میکرد .درهنگام سوراخ نمودن استوانه فلزی توسط برمه بجوش آمدن آب را بدون آتش مشاهده نمود . برای سرد نگهداشتن برمه یک مقدار آبی را که دراستوانه انداخته شده بود در نتیجه حرکت برمه در اثر اصطکاک حاصله بوجود آمده، سبب جوش آمدن آب گردید. در حالی که منبع حرارت وجود نداشت. ریمفورد دربرابر این سوال قرار گرفت ودریافت که کار انجام شده ازطریق اصطکاک به حرارت تبدیل شده است ، یعنی میتوان در اثر اصطکاک بالاثر کار میخانیکی ، حرارت حاصل نمود (12.11.4).

ژول ژیمز[9] برمبنای این عقیده خویش که حرارت یک نوع انرژی بوده و به حرکت ذرات ماده مربوط میباشد . بعد از تجارب دقیق نشان داد که همیشه یکمقدار انرژی میخانیکی سبب تولید یکمقدار انرژی حرارتی میگردد .

تجارب ریمقورد و ژول نشان داد که انرژی میخانیکی وحرارت باهم معادل اند وحرارت یک شکل انرژی است .

مطالعات بعدی روی حرارت توسط بولتزمن[10] در آلمان ، جمیز کلارک ماکسویل[11] در انگلستان وگیپس[12] در امریکا صورت گزفته ودر

---

9 James prescalt jouls
10 Luding Boltzman
11 Jemes cleark Maxwell
12 Jemes Willaro Gibbs

نتیجه تیوری حرکی مالیکولی ماده وماهیت حرارت کامـــلاً مشخص شـــــــــد (4.11.12).

2-1 تیوری حـرکی مـــالیکولی

تیوری حرکی مالیکولی ماده توضیحی است برای شناخت ساختمان و حالت ماده ، حرارت و سایر ویژه گی های ماده مانند انبساط، انقباض و تغییر ماده . این تیوری که بسیاری پدیده های طبیعت و قوانین حاکم بر ماده را تعبیر و تفسیر میکند به اساس فرضیه ها وواقعیت های زیر استوار است .

- هر ماده از تعداد زیادی ذرات کوچک بنام مالیکول تشکیل شده است، تعداد مالیکول ها بسته به نوع گازات شامل یک یا چند اتم میباشد .
- مالیکول ها مستقیل از همدیگر قرار دارند .
- مالیکولها همیشه در حال حرکت بوده و از قوانین نیوتن پیروی میکنند .
- هنگام بر خورد، مالیکول ها بر همدیگر قوه وارد میکنند .
- حرارت مستقیل از انرژی میخانیکی مالیکول های نیست.

اکنون می بینیم که مساله مالیکول ها چه ربطی به موضوع حرارت دارد . وقتی که جسم حرارت داده میشود ویا به آن ضربه وارد میگردد،حرکت مالیکول های جسم سریع تر میشود. این نوع حرکت را بنام حرکت هیجانی حرارتی یاد میکنند . در اثراین نوع حرکت ، مالیکولها باهم تصادم کرده ، این تصادمات باعث گرم شدن مالیکول های مجاور میگردد. مالیکول های جسم گرم نسبت به جسم سرد سریع تر حرکت میکنند. مالیکولهای که سریع

ترحرکت میکنند فاصله آنها از یکدیگر زیادتر اند . این انتشار و پراگنده گی سبب انبساط حجم میشوند . وقتیکه مالیکول ها باهم نزدیک شود قوه جذب مالیکولی بیشتر میگرد(15,11)

بناءً ماهیت حرارت رانظریه حرکی مالیکولی توضیح میدارد . به استناد نظریات ومطالب ارائه شده میتوان گفت که ماده از مالیکول ها تشکیل یافته که همیشه درحال حرکت اند . در جریان این حرکت دایمی برهم قوه وارد میکنند که این قوه منشاً برقی داشته سبب پیدایش انرژی پوتنسیل هرذره میشود .مسلم است که مالیکول های درحال حرکت دارای انرژی اند که مقدار آن مستقیماً به سرعت مالیکول مربوط است .

اگر قطعه داغ مسی را به عنوان یک سیستم وظرف آب سرد را سیستم دیگری فرض کنیم می بینم که در ابتداً هیچ یک از سیستم هاهادی حرارت نیستند(البته هادی انرژی هستند) هنگامی که قطعه مس را در داخل آب قرار میدهیم ، هردو به تعادل حرارتی می پردازند ، حرارت از مس به آب منتقل میشود تا تعادل حرارتی برقرار شود . ازاین به بعد انتقال حرارتی نخواهیم داشت ، زیرا اختلاف حرارتی وجود ندارد . در انتهای عملیه هیچ یک از سیستم ها هادی حرارت نخواهند بود درین حالت تمام پارامتر هابرای مدت طولانی ثابت می ماند . همچنین میتوان نتیجه گیری کرد که حرارت تنها در سرحد دو سیستم قابل تشخیص است و بصورت انرژی انتقال یافته ازسرحد دوسیستم تعریف میشود. ((19, 29

بادرنظرداشت ماهیت حرارت وتیوری حرکی مالیکولی ،حرارت شکل از انرژی است که مربوط به حرکت مالیکول ها میباشد .

بر طبق موارد فوق حرارت عبارت است از:

- حرارت یک حادثه فزیکی است که دراثر انجام یک کار میخانیکی ویا عملیه کیمیاوی تولید میشود ونوعی از انرژی است .
- حرارت عبارت ازحرکت ذرات نامرئی جسم است .
- حرارت عبارت از انرژی حرکی مالیکولهاست (11،20).

1- 3 حالت هـای مـــاده

مواد موجود در جهان که از مالیکول ها تشکیل شده در حرکت دایمی قرار دارند . فاصله بین مالیکولها وابسته به انرژی داخلی وقوه جاذبه مالیکولی وحرارت وفشار مؤثر برآنهاست. همین عوامل سبب میشود که اجسام در طبعیت به حالت های جامد،مایع و گاز (علاوه بران دو حالت دیگر، پلازما وحالت هسته ای) وجود دارند . هر شرایطیکه ماده دران قرار دارد اگر تغییر نماید ، ممکن است ماده ازیک حالت به حالت دیگر تغییرکند .

- حالت جامد :

دراجسام جامد هرمالیکول بحول وضع تعادل دارای حرکت اهتزازی بوده ازیک جای به جای دیگر انتقال نمیکنند . بناءً الی عمل قوه خارجی قوی ، شکل وحجم ثابت دارند .

- حالت مایع :

هرگاه جسم جامدی راحرارت بدهیم ، انرژی داخلی مالیکول، سرعت ودامنه حرکت اهتزازی آنها افزایش یافته وبه حالتی میرسد که قادر به حرکت انتقالی میگردند. دراینصورت جسم تغییر شکل نموده به مایع تبدیل میگردد. درحالت مایع حجم ثابت وشکل آن تابع شکل ظرف میباشد.

- حالت گاز:

حالتی ماده که شکل وحجم آن ثابت نباشد گاز نامیده میشوند. درگازات انرژی حرکی مالیکول ها بسیار زیاد است ، به طوریکه اگر عوامل خارجی وجود نداشته باشد ، مالیکول ها میتواند همدیگر راترک کنند . گازات معمولاً بیرنگ بوده سرعت پخش شان درمحیط های مختلف، متفاوت بوده وتابع حرارت وکثافت آنها میباشـــــــــــد .

حالت پلازما

اگر حرارت یک ماده به 4000یا $5000C^0$ درجه برسد ، مالیکولهای ماده بصورت اتم های مجزا ظاهرمیشوند .اگر درجه حرارت بازهم افزایش یابد تصادم مالیکولها بیکدیگر بیشترو روابط الکترونی باهسته مرکزی ضعیف میگردد .درنتیجه الکترون ها وهسته درتمام حجم ماده به آزادی وبدون بستگی بیکدیگرحرکت می نماید . این حالت ماده را پلازما مینامند به عبارت ساده پلازما گاز ایونایزشده اســــــــــــت .

- **حالت هسته ای :**

در فضا ستاره های شناخته شده اند ،که کثافت آنها میلیون ها چند کثافت اجسام زمینی است.

مطالعات مربوط به ساختمان اتمی این مواد باکثافت بسیارزیاد که حالت پنجممی ماده را بیان میکند بنام حالت هسته ای یاحالت نیوترونی مینامند . درین حالت الکترون های همه اتمها در اثر فشار بسیارزیاد درهسته اتمهای خود فرو رفته اند ، بطوریکه ازپیوند الکترونها ، پروتون ها ونیوترون ها بوجود آمده اندکه فاصله بین انها وجود ندارد . کثافت مواد در حالت هسته ای برای اتمهای که کثافت انها متوسط اند تقریباً $2.2.9.10^{17}\ Kg/m^3$ است که این مقدارچندین برابر کثافت سرب (Pb)میباشد . (9و11و15).

1-4 آثار حرارت

هنگامیکه یک جسم حرارت دریافت میکند، تغییراتی درماده ظاهر میگردد که وابسته به نوع ماده بوده و متفاوت میباشد . این تغییرات عبارتند از:

- تغییر درجه حرارت .

وقتی که یک جسم حرارت میگیرد، درجه حرارت آن افزایش و اگر حرارت می بازد، درجه حرارت آن کاهش میبابد . اما وقتی که جسم تغییر حالت میدهد درجه حرارت آن ثابت می ماند حرارتیکه جسم میگرد سبب افزایش انرژی مالیکول ها ی جسم میشود .

- تغییرحالت :

حرارت میتواند جسم جامد را به مایع ومایع رابه گاز تغییرحالت دهد . هم چنان با گرفتن حرارت ازجسم ،گاز به مایع ومایع به جامد تغیر حالت مینماید .

- انقباض وانسباط :

در اثر گرفتن حرارت یک جسم تغییر طول ، سطح و حجم می نمایدوسبب تغییرخصوصیات فزیکی آن میگردد.مثلا : حرارت باعث تغییر مقاومت برقی ،درجه سختی و کثافت فلزات میگرددکه در آینده مورد بحث قرار خواهد گرفت.

- تغییر کیمیاوی:

هنگامیکه یکمقدار شکر را در یک بیکر انداخته و انرا بالای منبع حرارت قرار داده حرارت دهیم در نتیجه بخار آب آزاد شده و کاربن در سطح تحتانی بیکر به شکل مجزا قرار میگرد .

- تغییر رنگ :

مواد در اثر گرفتن حرارت امواج پخش مینمایندو این امواج ممکن است با لای چشم اثر کرده سبب رویت آن گردد،یعنی رنگ هر ماده جامد مربوط به موجی است که ماده آن را منعکس میسازد .

- تبدیل حرارت به انواع انرژی:

انرژ ی حرارتی را میتوان به انواع دیگر انرژی تبدیل کرد. چنانچه در کوپل ترموالکتریک که در فصل های آینده مورد بحث قرار میگیرد، این اثر عملا دیده میشود.

5-1 منابع حرارت

دو نوع منبع حرارت وجود داردکه قابل شناسایی اند .

الف -منابع طبیعی :

منابع که بدون دخالت انسان هادر طبیعت وجود داشته و تمام اجسام حیه از آن مستفید میگردند ، مانندآفتاب که از انرژ ی حرارتی آن تمام موجودات روی زمین بقدر نیاز استفاده می نمایند. هر سانتی متر مربع از سطح زمین در هر دقیقه در حدود 2Cal انرژی حرارتی در یافت میکنند .(1،14).

حصه داخلی زمین نیز یک منبع حرارت گفته میشود ، زیرا تپه های که از اثر آتشفشان ها تشکیل ویا چشمه های آب گرم که از زمین خارج میشود ، شواهدی اندکه نشان میدهد ، حصه داخلی زمین دارای حرارت زیاد است .

ب - منابع غیر طبیعی :

منابع که دراثر دخالت انسان ها حرارت تولید می نماید منابع غیر طبیعی اند که عبارتند از:

- تعاملات کیمیاوی .

مثلاً: حرارتی که ازسوختن تیل، ذغال سنگ ، چوب وغیره تولید میشود .

- انرژی میخانیکی .

انرژی که در اثر کار میخانیکی تولید میگردد یک منبع غیر طبیعی حرارت است . مانند انرژی میخانیکی درتجربه ریمفورد و ژول وکاریکه برای ازبین بردن اصطکاک انجام میشود به شکل حرارت ظاهر میگردد .

- انرژی هســـتوی .

یک منبع بزرگ انرژی بوده ،در بمبارد هسته وکوره های هستوی ، تجزیه هسته های عناصر سنگین صورت گرفته ، انرژی و حرارت تولید میگردد گه قابل استفاده اند .

- انرژی برقی .

یک منبع بسیار مهم در شرایط معاصر برای تولید حرارت، برق است. چنانچه با عبور جریان از آلات برقی از قبیل اوتو، منقل ، داش، آبگرمی ،چراغ ها وغیره حرارت تولید میشود که بیشتر حرارت را بشر ازهمین طریق بدست میآور (8و11و4) .

6-1 تاریخچه حرارت درطبابت

هزاران سال است که حرارت وسردی به مقاصد مختلف درساحه طب مستعمـــل اســـــــت .

چنانچه گالن[13] طبیب باســـتانی استفاده از آب وروغن گرم را در تداوی بعضـــــــی امــراض تجویز میکرد . استفاده ازمواد سرد را در جراحات، طبیب قدیمی هیپوکرتیز نـــــیز توصیــه می نمود . در طی سالها به ارزش تداوی

13 Gallen

توسط سردی وگرمی وکاربرد آن درطب اخـــتلاف نظر های زیاد وجود داشت .

بدون درک ومعلومات علمی به تیوری استفاده از گرمی وسردی، انسانها برای جـلوگیری از تورم محل تصادم وجود به اشیا و وارد شدن ضربه ویا قوه به قسمتی از بدن ، از تربند با یخ وآب سرد استفاده میکردند . همچنان مریضان درحالت شاک که حرارت بدن شـــان سقوط مینمود با گرم نگهداشتن بهبود می بخشیدند . که این خود سابقه تاریخی وقدامت شناخت ازحرارت (گرمی وسردی)را گواه است .

هزاران سال قبل دانسته شده بود که حمام گرم تأثیر درمانی دارد. در اوسط سـال های 1800 خواص مسکن بودن حرارت تا اندازه ای درک شده بود ودو اثرمهم آن واضـح گردیده ، یکی افزایش درمتا بولزم وجود ودیگری کشاده شدن عروق وافزایش جـــــریان خـون که برای حجرات آسیب دیده سودمند است . اولین کوشش های موقعیت آمیز ثبت شـــده در سـرد کردن هوا برای تهویه مطبوع درسال 1240صورت گرفت . جان گوری[14] طبیب فلوریدائی سعی میکرد مریضان مبتلا به ملاریا را باسرد کردن هوای اتاق تســـــکین دهد . که پس از موفقیت گوری هوای مایع درسال 1908 هلیوم (He)مایع تولـید شد . گذشت زمان وپیشرفت های سریع درتمام بخش های علوم وساحات مختلفه فزیک استفاده از گرمی وسردی رادرطب وسعت

2 John Gorrie

بخشید. طبیبان در بخش های مختلفه چون جلدی ، داخله ، جراحـــی ، ستوماتولوژی، رادیولوژی وغیره از سیر تکاملی این علم بی نیاز نمی باشند که در فصل های بعدی پیشرفت های آن در این زمینه توضیح میشود .

مســـــایـل

1- ازنظر بیکن حرارت از لحاظ ماهیت خود چیست ؟

2- کالوریک چیست وتاکدام زمان این نظریه قابل قبول بود ؟

3- در اثر انتقال کالوریک بیک جسم ، دران چه تغییر میآید ؟

4- نظریه حریکی مالیکولی به اساس کدام فرضیه ها استوار است ؟

5- امروز درمورد حرارت کدام نظریه معتبر است ؟

6- منشاً قوه جذب ودفع مالیکول ها از کدام نوع قوه ها است ؟

7- قوه جذب ویادفع مالیکولی ازکدام نوع قوه است چرا ؟

8- آیا قوه بین مالیکول ها جاذبه ویا هسته وی اند ؟

9- ماهیت حرارت درچه استوار است ؟

10- اگردو مالیکول به فاصله کمتراز $2.10^{-10}m$ قرار گیرند قوه بین شان چه نوع است ؟

11- انرژی داخلی چیست وچگونه تغیر میکند ؟

12- حرکت براونی چه نوع حرکت راگویند ؟

13- نظریه برنولی توسط کی مورد آزمایش قرار گرفت

14- حالت ماده به کدام عوامل مربوط است ؟

15- مشخصات جسم جامد ، مایع وگاز چیست ؟

16- اثر حرارت براجسام را چگونه معرفی مینماید ؟

17- منابع طبیعی وغیر طبیعی حرارت ازهم چه فرق دارند وکدام ها اند ؟

18- پلازما به کدام حالت ماده اطلاق میگردد؟

19- به اساس تیوری حرکی مالیکولی حرارت چطورتعریف میگردد؟

20- هرگاه دو جسم که دارای انرژی داخلی متفاوت اند ودر مجاورت هم قرار گیرند ، درآنها چه تغییر رخ میدهد ؟

فصل دوم

درجه حرارت و مقیاس های اندازه گیری ان

2-1 درجه حرارت

واژه حرارت و درجه حرارت بستگی نزدیک باهم دارند اما یکی نیستند درجه حرارت کیفیت و یا کمیت نسبی ویک ویژه گی است که به انرژی متوسط مالیکولها مربوط ولی بیان دقیق آن دشوار است و حرارت شکل انرژی است . بیشتر از همه توضیح درجه حرارت به شکل احساس گرمی و سردی در اثر لمس یک جسم بیان می گردد. عملاً مشاهده مینمایم که اگر جسم داغ و جسم سرد در تماس همدیگر قرار گیرند، جسم داغ سرد شده و جسم سرد گرم میشود. اگر این عملیه ادامه یابد مسلم است که اندازه گرمی و سردی هر دو جسم یکسان میشود. دو احساس متفاوت ما معرف دو پدیده واقعی اند که به استناد تجارب یومیه و معلومات فوق ارائه گردید. بناٌ درجه حرارت را چنین تعریف میکنم

- درجه حرارت خاصیتی از جسم است که به انرژی حرکی اتمها و مالیکول های آن وابسته است.
- درجه حرارت معیار کمی گرمی وسردی است (27.20.1) .
- اندازه گرمی وسردی اجسام را در جه حرارت مینامند.
- درجه حرارت عبارت از عاملی است که تعادل حرارتی یک دستگاه را با دستگاه دیگر مشخص می سازد.

- درجه حرارت عبارت از سمت جریان حرارت بین دو جسم با هم در تماس اند.
- درجه حرارت عبارت از اندازه نمودن تبادل انرژی حرکی مالیکول ها است(12).
- درجه حرارت یک جسم عددی است که صرفاً مشخص می کند که این جسم از جسم دیگر گرمتر است یا سردتر(12.4.1)

2-2 ترما متر[15]

درجه حرارت ، کمیتی مقایسه وی و نسبی است که درجه گرمی و سردی جسم را مشخص می کند. با لمس یک جسم وقتی آنرا گرمتر احساس میکنیم که درجه گرمی ان از درجه گرمی بدن بیشتر باشد در صورتیکه درجه گرمی جسم کمتر از درجه حرارت بدن باشد آن را سرد تر احساس می کنیم. درین نوع سنجس درجه حرارت امکان بروز خطا وجود دارد که در سال 1690 جان لاک[16] بی اعتباری این روش را ثابت ساخت.

برای سنجش دقیق کمترین درجه حرارت آله ها ساخته اند که به اساس اندازه گیری یکی از تغییرات فزیکی می باشد که ترما متر نامیده میشود. (31و12و4) .

ترمامتر یا میزان الحراره آله ایست که برای اندازه نمودن درجه حرارت اجسام بکار میرود.

[15] **Thermometer**
[16] **Jan Locke**

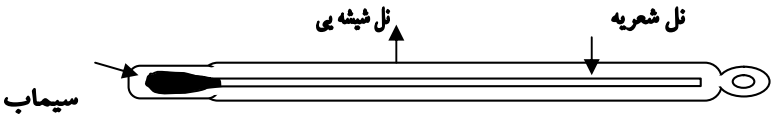
بسیاری از خواص فزیکی قابل پیمایش و جود دارند، مانند درک فریولوژیکی ما که به اثر در جه حرارت تغییر می نماید، آنها نیز تغییر میکند. بنابرین اساس کار هرترما متر بر پایه اندازه گیری یکی از تغییرات فزیکی است که متناسب با تغییر درجه حرارت تغییر در آن ظاهر می شود. این تغییر فزیکی می تواند انبساط ،انقباض، تغییر فشار درگازات، تغییر مقاومت برقی، تغییر رنگ اجسام و غیره باشد. چون این تغییرات طبق قانون مشخص صورت میگیرد، پس میتوان با استفاده ازاین خواص ترمامتر ساخت و باتعیین یک مقیاس، در جه حرارت اجسام را تعیین نموده. قابل تذکر است که و قتی ترمامتر در مجاورت یک جسم قرار میگیرد، پس از مدتی ترمامتر و جسم در حال تعادل حرارتی میرسند و ترمامتر این درجه حرارت رانشان میدهد.اولین ترمامترکه توسط گالیله اختراع شد، ترمامتر هوائی بود. اما بنابر اینکه انبساط هوابه افزایش هر درجه حرارت دقیق و یکنواخت نیست اید یال نمی باشد. ماده ایکه در ترمامترهای معمولی بکار برده میشود سیماب و الکول است که هر یک دارای مشخصات مخصوص بخود اند (2،12،4).

3-2 ساختمان ترمامتر

ترمامتر متشکل از یک نل شیشه ای به جدار ضخیم که در داخل آن نل شعریه (کپلری) با قطر یکنواخت به آن متصل است، می باشد. در قسمت تحتانی ،مخزنی برای قراردادن سیماب یا الکهول است. در هنگام ساختن ترمامتر سیمابی (یا الکهولی) نل شعریه را از سیماب پر نموده چند درجه بیشتر از حدی که

ترمامتر آماده اندازه گیری میگردد گرم میسازند. در اینصورت سیماب در نل بلند رفته و سرازیر میشود. پس از خروج هوا بطور کامل دهن نل شیشه ای مسدود میگردد. با سرد شدن ترمامتر سیماب در داخل نل سقوط نموده در مخزن جمع شده در نل خلا ایجاد می شود . سپس در نل نقاط مرجع یا نقاط ثابت علا مه گذاری میگردد.

هنگام قرار دادن ترمامتر در یخ و بخار آب به فشار 760 mmHg نقاط ذوب یخ و بخار آب دو محل بالا و پائین ستون سیماب در نل خواهد بود که نقاط مرجع ویا ثابت نامیده میشود که به آسانی میتوان فاصله بین این دو نقطه ثابت را به فاصله های مساوی تقسیم نمود. به این ترتیب یک ترمامتر تهیه میشود. شیمای ترمامتر در شکل (2-1) نشان داده شده است.



شکل (2-1) شیمای ترمامتر

2-4 مقیاس های درجه حرارت

قابل یاد آوری است که هر نوع انتخاب ماده و خاصیت ترمامتر ، همراه با رابطه مفروض بین خاصیت و درجه حرارت، منجر به یک مقیاس در جه حرارت

خاص می شود که اندازه گیری های آن الزاماً با اندازه گیری های حاصل از هر مقیاس درجه حرارت دیگر ی که مستقلاً تعریف شده است؛ توافق نخواهد داشت. این شفتگی ظاهری در تعریف درجه حرارت ، به تعقیب توافق جامعه علمی جهانی با استفاده از یک ماده خاص ترمامتر و یک خاصیت بخصوص ترمامتر و یک رابط تابعی بخصوص برطرف شده است.

بیشتر دو مقیاس برای اندازه گیری درجه حرارت بکار می رود، یکی فار نهایت[17] و دیگری سلیوس[18] است. درجه سلیوس قبلا بنام سانتی گرا د خوانده می شد ولی اکنون به افتخار سلیوس که این مقیاس راوضع نموده یاد می گردد. مقیاس فار نهایت بیشتر در دستگاه انگلیسی و سلیوس دردستگاهSI بکار می رود. تا سال 1954 هر دو این مقیاس به اساس دو نقطه مرجع، که هر دو به ساده گی دردسترس هستند، یعنی نقطه انجماد و تبخیرآب استوار بود.

درجه حرارت نقطه انجماد عبارت از درجه حرارت مخلوط آب و یخ که در فشار یک اتمسفردر تعادل هستند. درجه حرارت بخار، درجه حرارتی است که آب و بخار در فشار یک اتمسفر در تعادل میباشند.

مقیاس فار نهایت توسط فار نهایت اختراع شد به سمبول (^0F) نشان داده می شود. فارنهایت نقط ذوب یخ را 32 نقط غلیان آب را 212 فرض نموده فاصله بین این دو نقطه را به 180 حصه تقسیم و هر حصه رایک فارنهایت نامید.

---

17 . **Fahrenheit**

18 . Celsius

سلیوس در مقیاس مربوط نقط انجماد آب یخ، را صفرو نقطه غلیان آبرا 100 فرض نموده فاصله بین این دو نقطه را بۀ صد حصه تقسیم وهر حصه رایک سلیوس نامید که به سمبول ^0C نشان داده میشود .

کلوین [19] درمقایس مربوط -273.15^0C را صفر مطلق نامید چون این مقیاس توسط کلوین بمیان آمد به اسم وی مسمی بوده به سمبول K نشان داده می شود.

صفر مطلق: عبارت از سر د ترین نقط ایست که در این در جه حرارت، حرکت مالیکول های جسم به کلی متوقف (ساکن) میباشد. پائین تراز صفر مطلق وجود ندارد وتاکنون تمام تلاش های عملی برای رسیدن به صفر مطلق به موفقیت نه انجامیده است (22, 15, 11,4)

درجه رئومور20

دراین مقیاس درجه حرارت مانند سلیوس و فارنهایت نقاط مرجع نقط ذوب یخ و نقط جوش آب است ، به این تفاوت که ، دردرجه رئومورنقط ذوب یخ صفر و نقط جو ش آب 80 درجه میباشد. سمبول مقیاس رئوموربه R نشان داده می شود.

مقیاس رانکین

---

19 . Lord Kalvin

20. Reaumur scale

در این نوع مقیاس درجه بندی مانندرجه بندی حرارت مطلقه بوده با این تفاوت که فاصله بین نقاط مرجع بجای اینکه بدرجات سانتی گراد برابر باشد به فاصله درجات فارنهایت برابر است. به این ترتیب چون صفراین دونوع درجه بندی باهم منطبق اند بناً نقط ذوب یخ به جای 273 برابر به 492 درجه خواهدبود. سمبول این مقیاس به Raنشان داده میشود.

2 - 5 رابط بین مقیاسات درجه حرارت

الف: رابط بین مقیاس سانتی گراد و فارنهایت

بین درجه سانتی گراد (سلیوس) و فارنهایت یک رابط خطی موجود است. به اساس نقاط ثابت معادله خط مستقیم را در شرایط معین اینطور نوشته میتوانیم.

$$t\,°C = at\,°F + b \qquad \ldots\ldots (1\text{-}2)$$

$t°C$ درجه سانتی گراد، $t°F$ درجه فارنهایت، a ، b اعدادثابت اند.

چون $0°C = 32\,°F$

است رابط (1-2) را چنین میتوانیم بنویسِم

$$0 = a \cdot 32 + b \qquad \ldots\ldots (2\text{-}2)$$

همچنان

$$100 = a.\ 212 + b \quad \ldots\ldots (3\text{-}2)$$

از حل معادله(2-2) و (3-2) ثابت های a و b مساویست به b =

- 5/9 . 32

و a = 5/9

با وضع قیمت های a و b در معادلۀ (2-2) معادلات ذیل را نوشته میتوانیم.

$$t\ °C = 5/9\ (t\ °F - 32) \quad \ldots (4\text{-}2)$$
$$t\ °F = 9/5\ t\ °C + 32 \quad \ldots (5\text{-}2)$$

از معادله (2-4) تبدیل درجه فارنهایت به سانتی گراد و معادله(2-5) برای تبدیل سانتی گراد به فارنهایت استفاده میشود.

تغییر درجه حرارت از درجه سلیسوس به فارنهایت را می توان چنین نوشت :

$$\Delta F = 1.8\Delta C \quad \ldots\ (6\text{-}2)$$

ب: رابط بین مقیاس درجه سانتی گراد و کلوین.

بین این دو مقیاس نیز یک رابط خطی موجود است که با در نظر داشت نقاط ثابت شان نوشته میتوانیم.

$$tk = at°C + b \quad \ldots (7\text{-}2)$$

بعد از دریافت a , b بادر نظر داشت نقاط ثابت معادله (2-7) را چنین نوشته می کنیم.

) tk = t°C + 273 . . . (8-2

ج: - تبدیل درجه فارنهایت به کلوین.

به اساس معادله (2- 5) و معادله (2-8) نوشته مینمایم:

tk = 5/9 (t°F + 459, 4) . . (9-2)

و عکس آن یعنی تبدیل درجه فارنهایت به کلوبن.

38 . . . (10-2)،t°F = 9/5 tk - 253

د: تبدیل مقیاس درجه سانتی گراد به رئومور.

با استفاده از رابطه خطی بین در جه سانتی گراد و رئومورباردر نظر داشت نقاط ثابت نو شته میتوانیم.

R = 80/100 °C = 0,8 °C . . . (11-2)

و: رابط بین مقیاس سانتی گراد و رانکین

با در نظر داشت نقاط ثابت و استفاده از رابط خطی بین شان نوشته میتوانیم :

Ra=1.8°C …..,(12-2)

نقط مشخص	سانتی گرادC°	فارنهایت F°	کلوین K	رئومورR	رانکین Ra
غلیان آب	100	212	373	80	672
بدن انسان	37	98،6	310	29،6	558،6
انجماد آب	0	32	273	0	492
صفر مطلق	- 273	- 460	0	-218.4	0

جدول (2-1)

درجه حرارت نقاط مشخص به مقیاسات در درجه حرارت (10، 15)

2-6 ترمامتر الکهولی

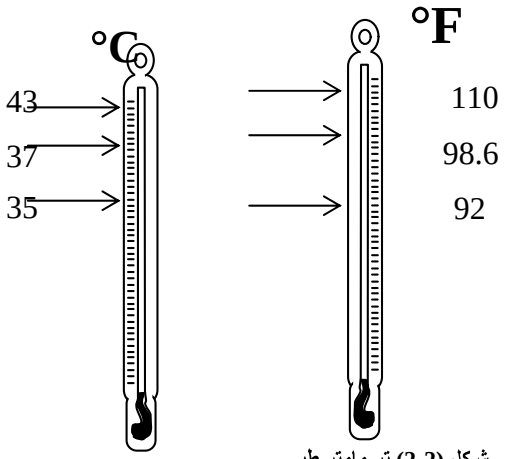
این ترمامتر هم مانند ترمامتر سیمابی بوده و تنها مخزن آن نسبت به ترمامتر سیمابی بزرگتر میباشد. الکهول را در ترمامترنگه میسازند تا خواندن در جات آن آسان ترشود. چون الکهول دیر تر منجمد میشود یعنی نقاط انجماد آن پائین (C°130-) است لذا برای تعیین در جات کم استعمال میگردد[21] (27.11.12)

[21]. در ترمامتر ها بر علاوه سیماب و الکهول از گلسرین، تولوین وسایر مایعات غیر عضوی میتوان استفاده نمود اما دقیقتر از همه سیماب و الکهول میباشد.

2 - 7 ترمامترطبی

ترمامتر طبی یک ترمامتر سیمابی بوده برای تعیین درجه حرارت بدن انسان استعمال میشودومعمولاً به مقیاس سانتی گراد و فارنهایت در جه بندی گردیده است. درجات آن بین 35°C تا 43°C و بدرجه فارنهایت بین92 °F تا 110°F میباشد.

نل شیشه ای این ترمامتر طوری ساخته شده که در بین مخزن نل شیشه ای خمیده گی دارد. طبق شکل (2-2).



شکل (2-2) تر مامتر طبی

علت موجودیت خمیده گی در مخزن آن اینست که در هنگام بیرون آوردن ترمامتر از دهن یا محل گذاشته شده ستون سیماب در محل خود باقی مانده فوراً پائین نرود.

در هنگام برگردانیدن سیماب در مخزن مجدداً ترمامتر را باید سخت تکان داد تا سیماب در مخزن برگردد.

ترمامتری طبی نظر به محل استفاده از هم فرق دارند که عباتند از :

- ترمامتری که درزیرزبان گذاشته میشود.

این ترمامتر از یک مخزن بلند و باریک ساخته شده و سیماب با سطح و سیع تماس میگیرد.

حرارت را با سرعت جذب مینماید.

- ترمامتری که در ریکتوم [22] گذاشته میشود.

این ترمامتر دارای مخزن کوتاه و جدار سخت بوده نسبت به ترمامتری که زیر زبان گذاشته میشود دیر تر حرارت را ثبت می کند(1 .14 ,19).

2-8 مقتضیات استفاده از ترمامتر طبی

ترمامتر یک و سیله مهم کلنیکی در طبابت بوده ؛ در کاربرد آن رعایت مقتضیات ذیل قابل اهمیت است.

مدتی که برای گذاشتن ترمامتر در محل معین (زیر زبان ، زیر بغل وریکتوم) لازم است مربوط به ساختمان و مشخصات ترمامتر بوده و حد اقل زمان قابل اطمنان برای طبیب دو دقیقه تعین گردیده است. باانهم هر نوع آن را باید با تجربه شخصی امتحان نمود.

[22] **Rectum**

در هنگام استفاده از ترمامتر، باید ترمامتر نظر به محل استفاده انتخاب شود. زیرا ترمامتری که در زیر زبان زیر بغل و یا ریکتوم گذاشته میشوند در جات متفاوت حرارت را نشان میدهند.

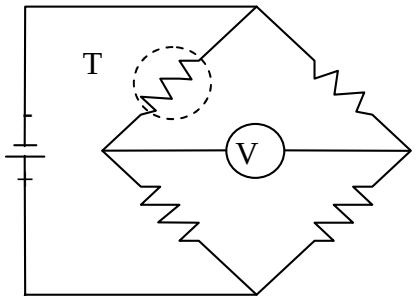
درجه حرارت بدن هر شخص باید نسبت به حالت طبیعی و سلامتی وی سنجیده شود. درجه حرارت اشخاص اندکی از هم فرق دارند هم چنان درجه حرارت بدن از صبح تا اوایل شب در جهت صعودی پیش میرود واین مقدارنظر به جنس و حالات مختلفه شخص تغییر میکند، و این تغییرات دراطفال زیادتر و در ز نان بیشتر از مردان است. هم چنان قبل از عادت ماهواردر زنان، مقاربت و حالات هیجانی درجه حرارت بدن از حالت طبیعی بالا میرود که باید در هنگام تعیین درجه حرارت بدن به شرایط فوق توجه بعمل آید. حد اواسط درجه حرارت نورمال بدن انسان 37° C یا 98.6 °F قبول و تعیین گردیده است) .14,17,12)

2-9 ترمیستور

در طبابت بر علاوه ترمامتر سیمابی از دو وسیله مهم دیگر که در مقا بل حرارت حساس اند استفاده میشود.

- ترمیستور
- تر موکوپل

تر میستوریک مقاومت برقی خاص است که مقدار آن با تغییر در جه حرارت به سرعت تغییر میکند، (5% /°C) . شکل (2-3) یک مدارپل ویستون را نشان میدهد که ترمیستور در یکی از شاخه های آن قرار دارد. در آغاز چهار مقاومت نشان داده شده مساوی بوده و جریان از داخل آن نمیگذرد.تغییر حرارت سبب می شود تا مقاومت تر میستورتغییر کند. در اثر این تغییر پل از تعادل خارج شده و تغییر نامساوی ولتاژ دو انجام باعث عبور جریان از داخل آن میشود و انحراف حاصله در عقربه ولت متر را میتوان به حسب درجه حرارت درجه بندی نمود.



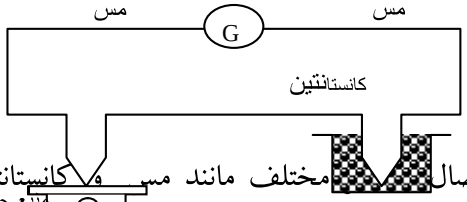
شکل 2-3 شیمای تر میستور

بنابر حساسیت ترمیستور، استفاده از آن در طبابت بسیار معمول است .تغییر در جه حرارت به اندازه 0,01 °C رابه آسانی میتوان با ترمیستور اندازه گرفت. از جانبی هم ترمیستور حجم کم داشته به درجه حرارت اطرافش تاثیر اندکی میگذارد ودر برابر تغییر درجه حرارت به سرعت عکس العمل نشان مید هد . گاهی ترمیستور را در داخل بینی مریض قرار میدهند تا با نشان دادن تغییر درجه

حرارت بین هوای سرد که تنفس میشود و هوای گرم که دو باره مسترد میگردد میزان تنفس را اندازه نمودکه این وسیله را نوموگراف[23] مینامند (26،12).

2-10کوپل ترمو الکتریک

مشاهدات روزانه نشان مید هد که انرژی برقی به سهولت به حرارت تبدیل شده میتواند اما عکس این عملیه، یعنی تولید انرژی برقی توسط حرارت تا حدی مشکل است. با انهم یگانه وسیله ای که میتوان از انرژی حرارتی برق حاصل نمود، عبارت از کوپل تر موالکتریک[24] است. یک کوپل ترمو الکتریک از دو فلز مختلف تشکیل شده که نقاط اتصال آن به درجه حرارت متفاوت نگهداشته میشود و یک گلو انومتر حساس طبق شکل(2-4) به آن و صل است.



شکل (2-4) شیمای کوپل ترموالکتریک

هر گاه نقاط اتصال مختلف مانند مس و کانستانتین به درجه حرارت متفاوت قرار گ د، یعن یک انجام نقاط اتصال د یخ (0^0C) وانجام دیگر نقاط اتصال بالا ر دوره یک

[23] **Pneumograph**

[24] **Thermo couple**

قوه محرکه برقی (emf)[25] بسیار خفیف بمشاهده میرسد این حادثه را ترموالکتریک و مجموع دو فلز را کوپل مینامند.

علت تولید قوه محرکه برقی در دوره اختلاف درجه حرارت نقاط اتصال(لحیم) شده میباشد که توسط گلوانومتر اندازه میگردد. از روی آن اختلاف درجه حرارت بین دو نقطه گرم و سرد مشخص میگردد. این نوع ترمامتر ها را میتوان تا درجه حرارت 258°C- بکار برد.

درکوپل ترموالکتریک مقدار قوه محرکه برقی را پس از اوقات معین برحسب اختلاف درجه حرارت نقاط اتصال دو فلز مختلف میتوان تعیین نمود.

اگر یک محل اتصال در آب جوش محل دیگر در یخ قرارداشته باشد قوه محرکه که تولید شده پس از اوقات معین زمان برحسب اختلاف درجه حرارت از رابط ذیل تعیین میگردد.

$$E(t) = at^2 + bt + c \qquad \ldots 13\text{-}2$$

c،b، a ضریب های ثابت درجه حرارت نقاط اتصال اند.

پس از تشخیص مقادیر مذکور میتوان مخنی $E = f(t)$ را رسم نمودو با استفاده از آن درجات مختلف حرارت را نظر به قوه محر که محاسبه کرد.

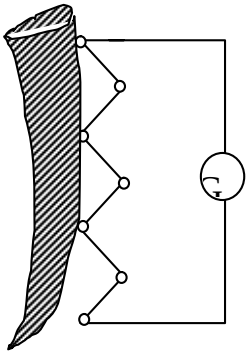
قابل تذکر است که کوپل تر مو الکتریک به اختلاف درجه حرارت100°C و ولتاژتولید شده 4V 00, 0 است. هکذا میتوان این وسیله راآنقدر کوچک ساخت که درجه حرارت هر حجره را جدا؛ جدا اندازه نمود .(11,12)

[25] . **Electro Motive Force**

11-2 ترمو پیل

هرگاه چند کوپل ترمو الکتریک بصورت مسلسل باهم وصل گردند, در اینصورت یک تر موپیل حاصل میشود که

به مقابل تغییرات جزئی درجه حرارت فوق العاده حساس میباشد.مطابق شکل (5-2) . توسط این طریقه میتوان اختلاف درجه حرارت را تا یک ملیونم حصه درجه سانتی گراد تعیین نمود.

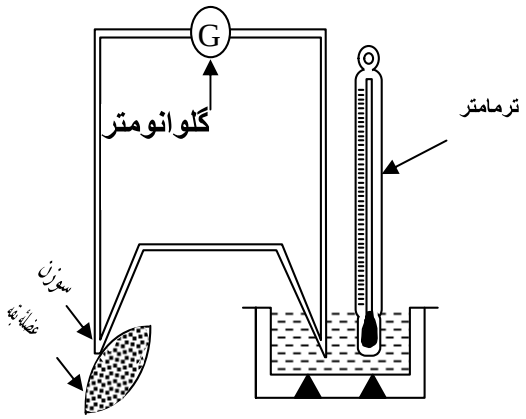


شکل (2-5) شیمای ترموپیل

ترموپیل درفزیولوژی برای مطالعه حرارت انساج حیه استعمال میشود. طور مثال برای تعیین درجه حرارت عضله بقه ای که تازه کشته شده باشد،عضله گرم آن را به تماس نقاط اتصال ترموپیل قرار داده حرارتیکه از عضله به نقاط اتصال ترمو پیل منقل میگردد توسط گلوانو متر که در مدار و صل است تعیین می شود.

هرگاه عضله به مقابل نقط اتصال کش شود گلوانو متر حرارت بیشتر را نشان میدهد. تولید حرارت توسط عضله بقه تحت شرایط مختلف هنگامیکه

عضله فعال ویا درحال استراحت است تحت مطالعه قرارداده میشود وبه اساس آن معلومات بهتری درباره ترکیب بدن موجود حیه حاصل میگردد . هم چنان از این خاصیت استفاده کرده ترمامتر الکتریکی ساخته اند که عبارت از یک سوزن بسیار نازک مرکب از درفلز مختلف الجنس بهم چسپیده و متصل بیک گلوانو متر حساس است . طبق شکل(2-6). وقتیکه این سوزن به زیر پوست بدن انسان ویا حیوان داخل گردد حرارت بدن سبب انحراف عقربه گلوانومتر میشود.هر قدر حرارت بدن بیشتر باشد انحراف عقربه گلو انو متر زیاد تر خواهد بود . به این ترتیب میتوان درجات مختلف حرارت بدن راتعیین کرد (12.1 3).



شکل (2-6) ترمامتر الکتریکی

12-2 نقش درجه حرارت بدن انسان

اندازه گیری حرارت بدن نشان میدهد که درجه حرارت سطح بدن بسته به عوامل فزیکی وتعاملات داخلی و دوران مواد دربدن و پوست بدن که جریان خون نزدیک پوست مهمترین آن میباشد. شرایط غیر عادی باعث تغییرات مهم درتغییر درجه حرارت بدن میگردد.

این تغییرات درجه حرارت بدن در مطابقت باشرایط محیط ، طبیب رادرتشخیص امراض کمک مینماید.

درجه حرارت طبیعی داخل بدن همیشه بطور تقریباً دقیق درمحدوده $\pm 0.6°C$ به استثنای حالاتیکه انسان دچار یک بیماری تب دار میباشد ثابت باقی می ماند.

درواقع یک شخص برهنه میتواند در معرض درجات $13°C$ تا $60°C$ درهوای خشک قرارگیرد وکماکان درجه حرارت داخل بدن خود را در حدتقریباً ثابت حفظ کند.

بنابرین آشکار است که میکانیزم های کنترول کننده درجه حرارت بدن نشان دهنده یک سیستم کنترولی یا طرح عالی اند. درجه حرارت سطح بدن بر خلاف درجه حرارت داخل بدن توأم با تغییردرجه حرارت تغییر می نماید.

هیچگونه رقم واحدی رانمی توان به عنوان درجه حرارت طبیعی بدن درنظر گرفت زیرا اندازه گیری درجه حرارت درتعدادی زیادی افراد طبیعی

درمحدوده 36 °C تا 37°C قراردارد. بطور اوسط حرارت نارمل بدن 37°C قبول گردیده است.درجه حرارت در ریکتوم 38 °C تا 39,7 °C میباشد.

درجه حرارت طبیعی متوسط درهنگام کارهای فزیکی ، تشوشات و غیره تغییر مینماید. وقتی که درجه حرارت بدن بیش از حد معین به اثر فعالیت شدید در بدن تولید میشود، درجه حرارت ریکتوم درحدود33,3تا 40°C میرسد ودرهنگام قرارگرفتن درهوای سرد درجه حرارت آن کمتر از 36. 7 °C می‌شود.هنگامیکه میزان تولید حرارت دربدن بیشتر از سرعت دفع آن باشد بدیهی است که حرارت دربدن تجمع یا فته و درجه حرارت بدن بالا میرود . برعکس بادفع حرارت بیشتر درجه حرارت بدن کاهش می یابد . این معلومات طبیب را در تشخیص تصادفی امراض مساعدت می نماید(1،17) .

به اساس مطالعات انجام یافته دراوسط سال 1950 معلوم گردیده است که اغلب سرطان های پستان را با درجه حرارت افزایش یافته همان ناحیه پوست می توان تشخیص داد. زیرا درجه همان ناحیه 1°C بیشتر از سایر قسمت های سالم بدن است. با اندازه گیری درجه حرارت بدن و مقایسه آن به حرارت نارمل و شرایط خاص، و وضع فزیکی و حالت های مشخص، طبیب میتواند در تشخیص مرض با اطمینان تصمیم بگیرد (12,18)

وضع انسان در برابر تغییر درجه حرارت حالت های خاص دارد، چنانچه در حرارت 18°C- 20°C و رطوبت 80-100 فیصد انسان احساس ناراحتی و خستگی می نماید.

در حرارت 24°C با رطوبت 60% کمترین حرکت سبب تعرق گردیده ناراحتی جسمی بوجود می آید. در رطوبت 80% و حرارت 24°C مانند رطوبت 40% و حرارت 30°C در شخص احساس ناراحتی شروع شده افزایش می یابد. حرکات تنفسی سریع و سطحی شده تعرق مشکل می گردد. به این قسم تغییرات درجه حرارت بدن اختلاطاات عصبی ، جلدی و سرانجام باعث اختلاطات عمومی در بدن میشود. اگر درجه حرارت بدن 5°C با لاتر از حد نارمل برسد احتمال مرگ خواهد بود .(8 .1 7).

مثال های حل شده

1. درجه حرارت بدن یک شخص سالم98.6°F است . اگر توسط ترمامتر سانتی گراد اندازه گردد، درجه حرارت بدن مریض مساویست به :

حل:

t= 98.6 °F

t=?°C

t°C= 5/9 (t°F -32)

= 5/9 (98.6-32)

= 5/9 (66.6) = 37

98.6°F=37°C

2. درجه حرارت اتاق 20°C است. اگر به ترمامتر فارنهایت اندازه گردد.درجه حرارت اتاق به فارنهایت مساویست به :

حل:

$t = 20\ ^\circ C$

$t = ?^\circ F$

$t^\circ F = 9/5\ t^\circ C + 32$

$= 9/5\ 20 + 32 = 68$

$20^\circ C = 68^\circ F$

3. یک داکتر حرارت بدن مریض را توسط ترمامتر سانتی گراد اندازه نموده گفت مریض 5 خط تب دارد,وقتی به ترمامتر فارنهایت اندازه نماید حرارت بدن مریض چنداست ؟

حل:

1=0,1 خط درجه حرارت

مریض $37.5^\circ C = 37 + 0.5$

$t^\circ F = 9/5\ t^\circ C + 32$

$t^\circ F = 9/5\ (37.5) + 32$

$= 99.5$

$37.5^\circ C = 99.5^\circ F$

$37\ ^\circ C = 98\ .\ 6\ ^\circ F$ درجه حرارت نورمل

$99\ .\ 5 - 98\ .\ 6 = 0\ .\ 9$ بناءً

به ترمامتر فارنهایت مریض 9 خط تب دارد.

4. درجه حرارت یک شخص سالم 37 °C است. به درجه حرارت کلوین مساویست به

$$tK = t°C + 273$$
$$= 37 + 273 = 310$$
$$37\ °C = 310\ K$$

5. مثال : 20 °F چند درجه کلوین است؟

$$tK = 5/9(t°F+459.4)$$

$$= 5/9(20+459.4)=5/9(479.4)$$

$$= 266.3$$

$$20°F= 266.3\ K$$

مســـــــایل

1.چرا حس لامسه برای تعیین درجه حرارت قابل اعتماد نیست؟

2. آیا میتوان درترمامتر به عوض سیماب و الکول ازآب استفاده نمود؟

3. اگر یک ترمامتر طبی داشته باشید، میتوانید درجه حرارت آب جوش راتعیین نمائید؟

4. درترمامتر طبی چرابین مخزن و نل شعریه خمیده گی مو جود است؟

5. چند نوع ترمامتر طبی رامی شناسید، کدام ها اند؟

6. حداقل زمان قابل اطمینان درتعیین درجه حرارت بدن چند است؟

7. علت تولید قوه محر که برقی دریک کوپل ترمو الکتریک چیست؟

8. کوپل ترمو الکتریک چیست؟

9. ترمامتر سیمابی دارای چه مشخصات اند؟

10. برای تعیین درجه حرارت 60 °F - کدام نوع ترمامتر سیمابی و یا الکولی بهتر است؟

ترمیستور چیست درطبابت از آن چگونه استفاده بعمل می آید؟

11. ترموپیل چیست درمورد ساحه استفاده آن درطب معلومات بد هید ؟

12. برای ساختن ترمامتر چراسیماب را درنل شیشه ای میرزند؟

13. چطور گفته میتوانید که بین درجه °F , °C یک رابط خطی مو جود است؟

14. درجه حرارت اتاق 20 °C است چند درجه فارنهایت میشود؟

15. نقط غلیان نایتروجن مایع $-196\ ^{\circ}C$ است. به درجه فارنهایت چند است؟

16. درجه حرارت بدن یک مریض $99,2\ ^{\circ}F$ است. گفته میشود که مریض 6 خط تب دارد، هرگاه به ترمامتر سانتی گرید درجه حرارت مریض اندازه گردد. مریض چند خط تب دارد؟

17. نقط غلیان اکسیجن مایع $-183\ ^{\circ}C$ است. به درجه کالوین چند است؟

18. اگر نقط غلیان ایتائیل الکهول $351\ k$ باشد. به درجه فارنهایت جند است؟

19. اگر نقط انجماد ایتائیل الکهول $-175\ ^{\circ}F$ باشد چند درجه کلوبن میشود؟

20. بکدام درجه حرارت، درجه فارنهایت و سانتی گراد مساوی اند؟

21. اگر درجه حرارت سانتی گراد نصف درجه فارنهایت باشد. قیمت عددی درجه سانتی گرید و فارنهایت چند است؟

22. توسط نرسی درجه حرارت بدن مریض ،1 خط بیشتر از $98,6\ ^{\circ}F$ تعیین گردیده است.مریض چند خط تب دارد . اگر به ترمامتر سانتی گرید تعیین نماید. درجه حرارت بدن مریض چندمیباشد ؟

23. دریک کوپل ترمو الکتریک یکی از نقاط اتصال دربین یخ و نقطه دیگر اتصال دربین آب به درجه حرارت t گذاشته شده است. اگر $b=0,2mv/deq$ و $a = 50.10^{4}$, باشد به درجه های حرارت $100\ ^{\circ}C$, ,

200 °C 400 °C , 500 °C قیمت های قوه محرکه برقی کوپل ترمو الکتریک رادریافت کرده، گراف قوه محرکه برقی E را تابع درجه حرارت رسم کنید؟

24. در کوپل ترموالکتریک به اختلاف 100 °C ولتاژ چند است؟

25. اگر دریک کوپل ترمو الکتریک رابط E = f (t) مو جود باشد.گراف معادله چه شکل رادارد؟

فصـــل سوم

مقدار حرارت و اندازه گیری آن

3 ـ 1 تعریف مقدار حرارت

هنگام مطالعه میتابولزم[26] بدن نه تنها درجه حرارت بدن برای طبیب مهم است، بلکه دانستن مقدار حرارت که بدن تولید مینماید نیز حایز اهمیت میباشد. میدانیم که مقدار حرارت به مجموع انرژی حرکی مالیکول های جسم بستگی دارد. مقدار حرارت که یک جسم میگیرد و یا میدهد نمیتوان آن را به ساده گی تعیین نمود. این مقدار حرارت تبادله شده از روی تغییر انرژی که آن بر ماده ظاهر میسازد اندازه گیری میشود. مثلاً اگر در یک بیکر مقدار معین آب انداخته بالای منبع حرارت قرار دهیم و درجه حرارت آن را توسط ترمامتر بعد از هر لحظهً زمان اندازه کنیم، دیده میشود که با گذشت زمان درجه حرارت آب بلند رفته آب بجوش می آید. بناً گفته میشود که آب یکمقدار حرارت را از منبع اخذ کرده است که این حادثه سبب بلند رفتن درجه حرارت آب و باعث تغییر حالت آن گردیده پس مقدار حرارت را چنین تعریف میکنیم:

- مقدار حرارت عبارت از عاملی است که سبب تغییر درجه حرارت اجسام و یا تغییر حالت آنها میگردد.
- مقدار حرارت عبارت از عاملی است که سبب افزایش یا کاهش مقدار انرژی داخلی یک جسم میشود.

3 ـ 2 تعیین مقدار حرارت

1- Metabolism

تعیین و یا اندازه گیری مقدار حرارتیکه یک جسم میگیرد و یـا از دسـت میدهـد مثل اندازه گیری درجه حرارت توسط ترمامتر ساده نیست، زیرا وسـیله ای بـدین منظور وجود ندارد که بکمک آن مقـدار حرارتـی را کـه مقـدار معینـی از مـاده میگیرد یا از دست میدهد بتوان مشخص کرد. بطور کلـی مقـدار حـرارت مبادلـه شده از روی آثاریکه بروی یک ماده ظاهر میسازد اندازه گیری میشود و این کار همیشه آسان نیست. بطور مثال مقدار حرارتی که ازسوختن مقـدار معینـی بنـزین تولید میشود، از روی افزایش درجه حرارت که به آب ایجـاد میگـردد مشـخص میشود (11، 15 ، 21،24)

هرگاه در دو بیکر یکنوع مایع بریزیم که درجه حرارت شان t_1 باشد در حالیکه مقدار مایع بیکر اول دو چند مایع بیکر دوم باشد. اگر این دو بیکر همزمان بالای عین منبع حرارت قرار داده شود بیکر اول دیرتر نسبت به بیکر دوم به درجه حرارت t_2 میرسد.

اگر کتله مایع را m و حرارت را به Q نشان بدهیم نوشته میتوانیم.

$$Q \sim m \ldots\ldots \quad (1-3)$$

$$Q \sim (t_2-t_1) \ldots\ldots\ldots (2-3)$$

اگر مایع شامل تجربه تغییـر کنـد مقـدار Q تغیـر مینمایـد.پـس بـا شـامل نمـودن ضریب ثابت Cروابط(3-1) و(3-2) را نوشته میتوانیم .

$$Q = mc(t_2-t_1) \ldots\ldots (3-3)$$

$$Q = mc\,\Delta t \qquad (4-3)$$

در معادله (3 ـ 4) ثابت C حرارت مخصوصه اجسام نامیده میشود. ثابت C این مفهوم را ارایه میدارد که مقدار حرارت مربوط به مشخصه جسم نیز میباشد.
معادله (3 ـ 4) این نتیجه را بیان میدارد که مقدار حرارتی را که یک جسم میگیرد یا میدهد مستقیماً متناسب به کتله جسم، تغییر درجه حرارت و حرارت مخصوصه جسم است.

3 ـ 3 حرارت مخصوصه

دو جسم که درجه حرارت شان یکسان است بطور کلی مقدار انرژی داخلی آنها در هرگرام متفاوت میباشد. بناًء حرارت مخصوصه یک ماده یکی از مشخصات ثابت همان ماده بوده، معرف حالت، ترکیب و ساختمان آن ماده است. تمام مواد موجود در طبیعت در برابر یک مقدار معین افزایش درجه حرارت، یکمقدار مساوی حرارت را جذب نمی کند. مثلاً یک گرام آب و یک گرام آهن بیک درجه معِین حرارت گرم شوند، آهن سریع تر به حرارت معین میرسد بناءً حرارت مخصوصه را چنین تعریف میکنیم.

- حرارت مخصوصه یک جسم عبارت از مقدار حرارتی است که درجه حرارت یک گرام آن جسم را یکدرجه سانتی گراد بلند ببرد.
- حرارت مخصوصه یک جسم عبارت از اندازه انرژی را گویند که ذریعهً مالیکول های یک گرام آن جسم گرفته میشود تا درجه حرارت آن یکدرجه تزاید نماید .حرارت مخصوصه اجسام درج جدول (الف) ضمیه است(.11. 12. 15. 18)

3 ـ 4 واحدات مقدار حرارت و حرارت مخصوصه

الف: واحدات مقدار حرارت:

- واحد مقدار حرارت در سیستم C.G.S کالوری[27] است. که کالوری کوچک نیز معرفی شده و به cal نشان داده میشود.

یک کالوری، مقدار حرارتیست که درجه حرارت یک گرام آب را از 14.5^0C به 5^0C،15 برساند.

- در سیستم M.K.S واحد مقدار حرارت کیلو کالوری (Kcal) یا کالوری بزرگ معرفی شده است که برابر است به

$$1Kcal = 10^3\ cal$$

یک کیلو کالوری، مقدار حرارتیست که درجه حرارت 1kg آب را از 5^0C،14 به 15.5^0C برساند.

- ترمی[28]:

ترمی مقدار حرارتیست که یک تن آب میگیرید و یا از دست میدهد تا یک درجه سانتی گراد گرم و یا سرد شود.

- بی . تی . یو[29] (B. T.U):

مقدار حرارتیست که یک پوند (Lb) آب میگیرد یا از دست میدهد تا درجه حرارت آن از 59.5F به 60،5F برسد. (32، 45. 6).

---

[27] **Calorie**

2- Thermy

2 - (B.T.U) British Thermal Unit

در سیستم بین المللی (SI) واحد انرژی ژول است بناءً یک کالوری مساوی است به:

$$1cal = 4.18\ joul$$

$$1Kcal = 3.968\ BTU$$

ب: احد حرارت مخصوصه:

حرارت مخصوصه به $cal/g.\ ^0C$ یا $BTU/Lb.\ ^0F$ اندازه میشود. (35، 27)

3 ـ 5 نقش حرارت مخصوصه آب در بدن انسان

حرارت مخصوصه آب $1cal/g\ ^0C$ است، یعنی یک کالوری درجه حرارت یک گرام آب را یک درجه سانتی گراد بلند می برد. درجه حرارت یک گرام آهن را 0.11 تقریباً نه درجه بلند میبرد. این خاصیت آب اهمیت حیاتی دارد. مثلاً اگر یک حیوان یا انسان به اثر دویدن یکمقدار حررت تولید نماید، چون حرارت مخصوصه آب (که در بدن فیصدی بیشتر دارد) زیاد است، درجه حرارت وجود بسیار بلند نرفته و باعث تب نمیگردد. این خاصیت آب در بحرها خیلی مهم است.زیرا اگر درجه حرارت ابحار به اثر شعاع آفتاب بلند میرفت حیات غیر ممکن میگردید (30، 17،12).

3 ـ 6 تعادل حرارتی

یک کمیت سکالری بنام درجه حرارت که خاصیتی است متعلق به تمام سیستم های ترمودینا میکی ،که برابری آن برای تعادل شرط لازمی و کافی است مورد

مطالعه قرار گرفت. مفهوم تعادل حرارتی از اندازه گیری درجه حرارتی اجسام توسط ترمامتر پیداست.

هرگاه دو جسم که دارای درجه حرارت مختلف اند و در یک سیستم مجزا [30] در کنار هم قرار گیرند، دیده میشود که تدریجاً حرارت از جسم گرم به جسم سرد منتقل میگردد این عملیه تا زمان ادامه می یابد که تعادل حرارتی بین شان بر قرار گردد.درین عملیه جسم سرد همان مقدار حرارت را میگیرد که جسم گرم همان مقدار حرارت را میدهد تا درجه حرارت شان مساوی و یا درحال تعادل حرارتی قرار گیرند. در تبادله مقدار حرارت بین دو جسم که با محیط مجاور تبادل حرارت نه نمایند اصول ذیل بر قرار است.

- اجسام گرم حرارت میدهند و اجسام سرد حرارت میگرند.
- مقدار حرارت که اجسام گرم میدهند برابر است به مقدار حرارت که اجسام سرد اخذ می کند.
- ـ درجه حرارت نهائی که آن را تعامل حرارتی یا درجه حرارت تعادل مینامند برای تمام اجسام مجاور هم یکسان خواهد بود، مشروط بر اینکه مواد باهم تعامل کیمیاوی نه نموده و تغییر حالت نه کنند.
- مقدار حرارتی که یک جسم میگیرد تا درجه حرارت آن از t_1 به t_2 برسد برابر است بمقدار حرارتی که همان جسم دو باره میدهد تا از درجه حرارت t_2 به t_1 بر گردد(3، 10.)

---

1. **Isoloted** سیستم راگویند که جسم تبادل حرارتی به محیط نداشته باشد . مقداری حرارتی راکه یک جسم میدهد جسم دیگر کاملاً اخذ نماید .

برای دریافت درجه حرارت تعادل، دو جسمی را که دارای کتله های m_1 و m_2 و حرارت مخصوصه C_1 و C_2 اند و درجه حرارت هر یک t_1،t_2 میباشد در نظر بگـریم.اگـر مقـدار حـرارت جسـم اولـی Q_1 و از جسـم دومـی Q_2 باشـد در اینصورت نوشته میتوانیم.

$$Q_1 = m_1 c_1 (\theta - t_1)$$

$$Q_2 = m_2 c_2 (t_2 - \theta)$$

$Q_1=Q_2$ مطابق اصل سوم

بناءً درجه حرارت تعادل (θ) را چنین دریافت میکنیم.

$$\theta = \frac{m_1 c_1 t_1}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \ldots.(3-3)$$

بصورت عموم نوشته میتوانیم

$$\theta = \frac{\sum_{2=1}^{n} m_1 c_1 t_1}{\sum_{2=1}^{n} m_1 c_1} \ldots(4-3)$$

حالات خصوصی:

1ـ اگر دو جسـم هـم جـنس ($C_1 = C_2$) و هـم وزن ($m_1 = m_2$) باشـد درجـه حرارت تعادل مساویست.

$$\theta = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad \ldots\ldots(5\text{-}3) \quad .$$

2ـ اگر دو جسم صرف هم جنس باشند، درجه حرارت تعادل مساویست به

$$\theta = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} \quad ...(6-3)$$

3ـ هرگاه دو جسم دارای کتله های مساوی باشند در اینصورت حرارت تعادل مساویست به

$$\theta = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2}{C_1 + C_2} \quad ... (7\text{-}3)$$

مثال1. 300 گرام آب که درجه حرارت آن 65^0C است با 800 گرام آب که درجه حرارت آن 10^0C است مخلوط میشود. درجه حرارت نهائی مخلوط با استفاده از فامول (3 ـ 6) مساویست به $m_1=300g.$ $m_2=800g$

$t_2=10^0C$

$C1=C2=1cal/g.c$

θ =?

$$\theta = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}$$

$$\theta = \frac{300.65 + 800.10}{300 + 800}$$

$$\theta = 25\ C$$

مثال 2.: 300 گرام آب 10^0C با 2kg سیماب 100^0C مخلوط گردیده است. در صورتیکه حرارت مخصوصه سیماب 0,03cal/gCباشد. درجه حرارت تعادل مساویست به

حل :

با استفاده از فارمول (3 ـ 3) داریم که

$m_1=mH_2o=300g$
$m_2=mHg=2000g$
$t_1=tH_2O=10^0C$
$t_2=tHg=100^0C$
$c_1=cH_2O=1cal/g^0C$
$c_2=cHg=0,03cal/g^0C$

$\theta = ?$

$$\theta = \frac{m_1c_1t_1 + m_2c_2t_2}{m_1c + m_2c_2}$$

$$\theta = \frac{300.1.10 + 2000.100.0,03}{300.1 + 2000.0,03}$$

$$\theta = 25^0 C$$

مثال 3. مقدار حرارت که 100g آب بدرجه حرارت 20^0C اخذ می کند تا درجه حرارت آن به 80^0C برسد مساویست به

حل:

m= 100g
$t_1=20^0C$

$t_2=80^0C$
$C=1Cal/g^0C$
$Q=?$
$Q= mC(t_2-t_1)$
$Q=100.1(80-20)$
$Q=100.60$
$Q=6000Cal=6kCal$

3 ـ 7 کالوری متر[31]

کالوری متر وسیله ایست که برای اندازه گیری مقدار حرارت، ثابت ماندن درجه حرارت یک یا چند ماده و نیز تعیین حرارت مخصوصه اجسام بکار میرود.

در سال 1892 ژیمس دیور[32] وسیله ای ساخت که بنام خودش یاد می شد. این ظرف از شیشه با فولاد بسیار نازک که زنگ نمی زد و ضایعات حرارت آن کم میباشد تشکیل شده و برای نگهداری مواد نوشیدنی گرم یا سرد بکار میرفت و با ظرفیت بیش از 100L ساخته شده اند.

کالوری متر به انواع مختلف ساخته میشود که داری مشخصات زیر است.

قبلاً کالوری متر هارا از ظروف برنجی به حجم $250cm^3$ تا $1000cm^3$ می ساختندکه این ظروف روی کنده چوپ یا پنبه ، داخل ظرف بزرگتری قرار میگیرد تا از انتقال حرارت در اثر هدایت جلوگیری شود. سطح خارجی ظروف بیرونی وسطح داخلی ظرف داخلی را صیقلی میکنند تا از انتقال حرارت در اثر

[1] **Colorimeter**
[32] **- Jams Dewar**

تشعشع جلوگیری شود. سرپوش عایقی دارای دو سوراخ میباشد، یک سوراخ برای میله شور دهنده و دومی برای ترما متر است طبق شکل (3 ـ 2).

اکنون بعوض کالوری متر برنجی از ظرف های دو جداره استفاده میکنند که سطوح داخلی و خارجی از جدار ها صیقلی و فضای بین این دو جدار (ظرف) خالی از هوا (خلا) میباشد. این نوع کالوری مترها دقیق تر اند و تبادل حرارت فقط بین موادیکه داخل آنها قرار دارد صورت میگرد. کالوری متر های دقیقتر از چندین ظرف فلزی صیقلی که در داخل هم قرار گیرند استفاده میکنند(29 ،19، . (12

3 ـ 8 ارزش حرارتی غذا

یک قسمت زیاد مواد غذائی که خورده میشود اوکسیدایز شده به انرژی حرارتی و انرژی کیمیاوی تبدیل میشود. غذا در وجود مانند مواد سوخت در ماشین سبب تولید احتراق میگردد. بنابرین بیولوجست ها اکثراً مواد غذای را به اساس اندازه

حرارت احتراق آن به کیلو کالوری فیصد گرام پیمایش می کنند. بدن انسان تقریباً دارای درجه حرارت $98.6\ ^0F$ (37^0C) میباشد.توسط عمل احتراق در بدن انسان در حال استراحت بطور متوسط روزانه 2500Kcal حرارت تولید میشود. و همین مقدار حرارت توسط عمل هدایت[33]، کنوکشن[34] ، تشعشع[35] و تبخیر[36] آب از طریق جلد و شش ها خارج میشود. بطور متوسط روزانه $600cm^3$ تا $800cm^3$ آب از راه جلد تبخیر میگردد و حرارت تلف شده از این طریق بالغ به 416kcal میباشد. این مقدار معادل 32% تمام حرارت تولیدی بدن در یک شبانه روز است. در موسم زمستان درجه حرارت محیط نسبتاً پائین میباشد، از ضیاع حرارت توسط پوشیدن لباس های ضخیم و پشمی جلوگیری میشود، در حالیکه در موسم تابستان چون درجه حرارت محیط تقریباً نزدیک بدرجه حرارت بدن است ضیاع حرارتی بسیار کم بوده و حتی با پوشیدن لباس نازک احساس گرمی میشود.

تجربه نشان میدهد ، مقدار انرژی که از احتراق مواد غذائی در وجود حاصل میشود معادل به مقدار حرارتیست که از احتراق همان مقدارمواد مذکور درکالوری متر تولیدمیشود. مقدار کالوری که به صورت متوسط وجود یک شخص بالغ روزانه ضرورت دارد 3000kcal است. این مقدار انرژی از مواد

1- Conduction
2- Convection
3- Radiation
4- evaporation

غدای تهیه میگردد. مقدار انرژی غذاهای انتخابی که ما میخوریم به حسب kcal/g در جدول (الف) ضمیمه نشان داده شده است.

اطفال نسبت به اشخاص بالغ به نسبت داشتن فعالیت جسمانی زیاد و نموبه کالوری بیشتر ضرورت دارد، یک پسر یازده ساله الی پانزده ساله بهمان اندازه کالوری ضرورت دارد، مثلیکه به کار های سنگین لازم است و برای اشخاص مسن کالوری کمتر نسبت به اشخاص جوان ضرورت است (12 ـ 27، 11).

مثال 1. فرض کنید یک شخص 75kg وزن دارد و یک غذائی معمولی که مقدار 2500kcal را به شکل حرارت آزاد میسازد مصرف میکند. اگر حرارت مخصوصه بدن $0.8cal/g^0C$ فرض شود و حرارت بدن ضایع نه شود. درجه حرارت بدن چقدر بلند میرود.

Q= 2500Kcal

$8Cal/g^0C$،C=0

m= 75kg

Δt= ?

$$Q= C.m\ \Delta t$$

$$\Delta t=Q/C.m$$

$$\Delta t= 2500000/0 \quad ،8.75=41، \quad 6^0C$$

مثال 2. در یک کالوری متر که ظرفیت حرارتی آن معادل حرارت 5000 گرام آب است، هرگاه یک توته نان سفید 50 گرامی در آن سوزانده شود، درجه حرارت آب از 25^0C به 51.6^0C بالا میرود. حرارت احتراق نان سفید به حسب Kcal/g مساویست

حل:

$C= 1Cal/g^0C$
$m=5000g$
$t_1= 25^0C$
$t_2=51, 6^0C$
$Q=?$
$S=?$

$Q= Cm(t2-t1)$
$Q= 1.5000(51,6-25)$
$Q= 133kCal$ ،

حرارت احتراق $S=Q/m$

$S= 133Kcal/50g=2 , 66Kcal/g$

مســـــایل

1. برای اینکه درجه حرارت 5 گرام شیشه از 20^0C به 85^0C برسد چه مقدار حرارت بمصرف میرسد. در صورتیکه حرارت مخصوصه شیشه $0.20cal/g^0C$ باشد؟
2. برای بلند بردن درجه حرارت $250cm^3$ آب از 10^0C به 30^0C چه مقدار حرارت داده شود؟ (حرارت مخصوصه آب $1cal/gC$)
3. در یک کالوری متر 860 گرام آب که درجه حرارت آن 15^0C است انداخته شده است. در این کالوری متر 200 گرام آب دیگر که درجه حرارت آن 96^0C میباشد انداخته میشود. در صورتیکه درجه حرارت

نهائی کالوری متر 30^0C باشد قیمت آب معادل کالوری متر چند است؟

4. در کالوری متریکه دارای 150 گرام آب بدرجه حرارت 19^0C است یک قطعه آهن به کتله 60 گرام بدرجه حرارت 100^0C انداخته میشود. اگر قیمت آب کالوری متر 28 گرام و درجه حرارت تعادل 22^0C باشد حرارت مخصوصه آهن چند است؟
5. یک پارچه مس به کتله 400 گرام بدرجه حرارت 2^0C مقدار 6kcal حرارت جذب می کند، معلوم کنید پارچه مس چقدر گرم شده است. در صورتیکه حرارت مخصوصه مس $0.092\ cal/g^0C$ می باشد؟
6. فرض کنید برای حرکت دادن هر 2.2kg وزن در مسافه 30cm در زمین هموار به 0.04cal نیاز است. اگر نرس که وزن آن 54.4kg است در حین انجام وظیفه 6400m قدم بزند چه مقدار انرژی مصرف میکند؟
7. اگر یک توته نان به شخصی به کتله 50kg و حرارت مخصوصه 0.8 Kcal/gC مقدار 100Kcal حرارت بدهد. اگر حرارت آزاد نشود درجه حرارت بدن اش چند درجه بلند میرود؟
8. طول یک سیم مسی 80cm و مساحت مقطع آن $0.5cm^2$ است. درجه حرارت این سیم 25^0C بوده و یک انجام آن برای سه دقیقه به آتش گذاشته میشود، طوریکه درجه حرارت آن به 95^0C میرسد مقدار حرارتیکه از بین این سیم عبور میکند چند است؟

10.هر گاه فرض شود که پیاده روی در روی سطح زمین در طی مسافتی هر 30cm در برابر هر 2,2Kg وزن بدن به 0.16 cal انرژی غذای نیازداشته باشد، شخص که 54.5kg وزن دارد، چقدر فاصله را بپیماید تا 5Kg .0شرینی (450cal) را از بدن بسوزاند؟

9. فرض کنید که یک شخص به وزن 80kg یک غذائی معمولی عادی 2500kcal که کاملاً به شکل حرارت آزاد می شود مصرف نماید. اگر حرارت مخصوصه بدن $0.8cal/g^0C$ فرض شود و حرارت از بدن هم خارج نگردد، درجه حرارت چقدر بالا خواهد رفت؟

10. هرگاه یک ظرف المونیمی 300گرامه دارای 400گرام آب بدرجه حرارت 20^0C داشته باشد. برای حرارت ظرف و آب تا درجه حرارت 100^0C چه مقدار انرژی حرارتی ضرورت خواهد بود؟

11.هرگاه برای بلند بردن درجه حرارت یک قطعه فلز 400 گرام به 20^0C مقدار 720cal انرژی حرارتی نیاز باشد. مطلوب است حرارت مخصوصه فلز و نوع فلز؟

12.یک کتله 100گرام فلزی با حرارت مخصوصه $0.2cal/g^0C$ دارای درجه حرارت 20^0C میباشد. اگر 100cal انرژی به آن افزود شود، درجه حرارت نهائی آن چقدر میشود؟

فصل چهـــارم

انتقال حرارت

4 ـ 1 علل انتقال حرارت

هر گاه یک انجام میله فلزی حرارت داده شود، انجام دیگر آن گرم میشود. وقتی یک ظرف پر از مایع حرارت داده شود مایع تمام ظرف گرم میشود. با روشن کردن بخاری هوای اتاق گرم میگردد. انتقال حرارت آفتاب بزمین از طریق فضا صورت میگیرد. بناءً برای انجام عملیه های فوق باید یک گراد یانت[37] حرارتی وجود داشته باشد تا حرارت از ناحیه با درجه حرارت بلند به ناحیه با درجه حرارت پائین انتقال نماید. انتقال حرارت از نقاط که فشار آن بیشتر است به نقاط که فشار آن کمتر است صورت میگرد. میزان انتقال انرژی حرارتی از جسم گرم به جسم سرد مربوط به اختلاف درجه حرارت بین دو جسم است. این انتقال انرژی داخلی ممکن است بطریقه های هدایت، کنوکشن و تشعشع صورت گیرد. (4.12.17)

4 ـ 2 انتقال حرارت بطریقه هدایت[38]

اگر یک انجام میله مسی بالای منبع حرارت گذاشته شود بعد از یک مدت زمان، انجام دیگر میله نیز گرم میشود. زیرا در اثر حرارت مالیکول های همان انجام میله که بالای منبع حرارت قرار دارد به اهتزاز شروع کرده انرژی حرارتی ازیک مالیکول به مالیکول های مجاور انتقال نموده باعث گرم شدن تمام میله

---

[37] **gradient**
[38] **condution**

میشود. از همین سبب ظرفیکه در آشپزخانه بالای منبع حرارت قرار داده میشود دارای دستگیر غیر فلزی اند که حرارت را کمتر انتقال میدهد.

پس ساده ترین عملیه انتقال حرارت که در آن انرژی حرارتی مستقیماً از داخل ماده عبور میکند هدایت است.

- هدایت عبارت است از انتقال حرارت از طریق ماده ساکن بر اثر تماس فزیکی که در آن تغییرات حرارت موجود باشد.
- هدایت را میتوان انتقال انرژی از مالیکول های پر انرژی به مالیکول های کم انرژی در یک ماده در اثر عمل ذات البنی شان تصور نمود.

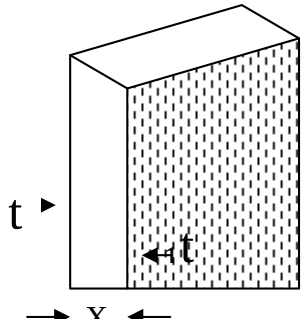
انتقال حرارت بطریقه هدایت در تمام اجسام یکسان نیست. مثلاً نقره، المونیم، آهن، سرب و غیره در یک وقت معیین بیک اندازه مساوی حرارت را انتقال داده نمیتواند. عموماً در فلزات حرارت بوسیله هدایت صورت میگرد. هر قدر قابلیت هدایت حرارتی یک جسم بیشتر باشد انتقال حرارت سریع تر صورت میگرد. قابلیت هدایت حرارتی در فلزات بیشتر از مایعات و از مایعات بیشتر از گازات است

(20،19). از خاصیت هدایت حرارتی در ساختن ترموز، یخچال استفاده بعمل می آید. در عمارات دیوار های منازل را طوری میسازند که بین شان خالی بوده و خالیگاه ها را از موادی که هادی ضعیف حرارت اند پر می سازند. در اینصورت در زمستان دیوار ها حرارت اتاق را حفظ میکند و در تابستان مانع ورود حرارت میشوند. طوریکه ذکر شد هوا هادی بسیار ضعیف حرارت است و هم چنان پارچه های پشمی نیز همین خاصیت را دارد. بوسیله این هادی ها

میتوان چیزهای گرم را به حال گرمی و چیز های سرد را به حال سردی اش قسماً نگهداشته و از ورود و خروج حرارت از جسم به محیط جلوگیری نمود . (19،12)

هنگام زمستان با پوشیدن لباس های عایق و پشمی از ضیاع حرارتی جلوگیری و بدن گرم نگهداشته میشود.

مشاهدات روزانه نشان میدهد که در موسم زمستان از یک اتاق گرم مقدار حرارت به وسیله هدایت از طریق شیشه کلکین ها بطرف خارج اتاق منتقل میشود. حرارتیکه به این طریق انتقال میکند مربوط است به مساحت مقطع شیشه، ضخامت آن، اختلاف درجه حرارت بین سطح داخلی و خارجی آن، وقت عبور جریان از یک سطح به سطح دیگر و ضریب هدایت حرارتی آن جسمی مطابق شکل (1 ـ 4)



شکل (4-1) شیمای عمل کانویکشن

مساحت سطح جسم A و ضخامت آن X، درجه حرارت یک سطح آن t_1 و سطح دیگر آن t_2 طوریکه $t_2>t_1$ باشد. اگرمدت زمان عبور جریان t و ضریب هدایت حرارتی K باشد، در صورتیکه t_1 و t_2 ثابت نگهداشته شود، مقدار

حرارت Q که از یک سطح به سطح دیگر عبور میکند از رابطه زیر بدست می آید.

$Q/t=K.\ A\ (t_2-t_1)/X$ ...(1 ـ 4)

در رابطه (4 ـ 1)، A به سانتی متر مربع، X به سانتی متر، t_2-t_1 به درجه سانتی گراد و t زمان به ثانیه اندازه میشود.

نسبت t_2-t_1/X را گرادیانت حرارتی مینامند.

از رابط (4 ـ 1)، قیمت K را چنین بدست می آوریم

$K= Q.X/A.\ (t_2-t_1).t$ ...(2 ـ 4)

با در نظر داشت رابطه (4 ـ 2) واحد ضریب هدایت حرارتی $(cal/cm.^{O}C.sec)$ میباشد.

اجسامی که ضریب هدایت حرارتی شان بلند تر است هادی بسیار خوب و اجسامی که ضریب هدایت حرارتی شان کم اند هادی ضعیف حرارتی گفته میشوند.

فلزات هادی بسیار خوب حرارت، غیر فلزات بدرجه دوم و گازات به استثنای هایدروجن ضعیف ترین هادی حرارت اند. ضریب هدایت حرارتی هایدروجن بزرگتر از غیر فلزات میباشد. ضریب هدایت حرارتی بعضی اجسام درج جدول (ب)ضمیمه میباشد.

مثال: در یک صنف مساحت هر شیشه کلکین های آن $450cm^2$ و ضخامت آن 5mm است. اگر درجه حرارت خارج صنف 15°C و از داخل صنف 25°C باشد. مقدار حرارت را که در مدت 10min از شیشه خارج میشود در

صورتیکه ضریب هدایت حرارتی شیشه 0. 0024cal/cm.C.sec است مساویست به .

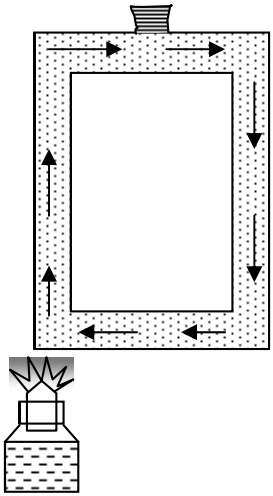
$A=450Cm^2$
$x=5mm=0.5Cm$
$t_1=150C$
$t_2=250C$
$t=10min$
$k= 0.0024\ cal/cm.0C.sec$
$Q=?$

$$Q=\frac{K\bullet A(t_2-t_1)t}{X}$$

$$Q=\frac{0.0024\bullet 450(25-15)600}{0.5}=12960Cal$$

4 ـ 3 انتقال حرارت بطریقه[39] کنوکشن[40]

هرگاه یک ظرف آب را بالای منبع حرارت قرار بدهیم، قسمتی از ظرف که به منبع نزدیک است در اثر جذب حرارت منسبط شده انرژی حرکی مالیکول های آن بیشتر و کثافت آن نسبت به سایر قسمت ها کمتر گردیده و بطرف بالا حرکت میکنند و جای آن را آب سرد میگیرد. حرارت در مایعات و گازات به این طریقه انتقال می نماید. این انتقال حرارت از را ه انتقال مالیکول ها را کنوکشن[41] مینامند.طبق شکل (4ـ 2).



شکل(4-2) شیماي مراحل کنویکشن

نمایش انتقال حرارت بطریقه کنوکشن بدو طریق صورت میگیرد.

الف. طبیعی:

---

[39]-- **Convection**

[40] - انتقال حرارت بین یک جسم ویک مایع درحال حرکت بادرجه حرارت مختلف را کنوکشن مینامند **[19]**

اگر حرکت سیال در اثر درجه حرارت که باعث تنقیص کثافت میشود، صورت گیرد ،کنوکشن طبیعی نامیده میشود.

ب. غیر طبیعی یا مصنوعی:

اگر حرکت توسط پمپه یاباد صورت گیرد آن را کنوکشن مصنوعی مینامند.

کنوکشن در مواردی صورت میگیرد که مالیکول بتوانند به آسانی جا بجا شده و مانع موجود نباشد. از همین سبب انتقال حرارت در مایعات و گازات بطریقه کنوکشن صورت میگیرد.

مواردی زیادی از انتقال حرارت بطریقه کنوکشن در زنده گی روز مره مشاهده میگردد. از جمله گرم نمودن اتاق در زمستان توسط بخاری. وقتی بخاری بداخل اتاق روشن گردد هوای مجاور آن گرم شده و سبب اهتزاز مالیکول ها گردیده تمام فضای اتاق گرم میشود. باد های کنار ابحار یا ساحل دریا ها در اثر اختلاف درجه حرارت زمین ، ساحل ودریا ایجاد میشود وسمت وزش آن ها درروز و شب تغییرمیکند .

4.4 انتقال حرارت به طریقه تشعشع[42]

انتقال حرارت به طریقه تشعشع از دو نوع دیگر انتقال حرارت متفاوت است، چنانچه در انتقال حرارت به طریقه هدایت انرژی داخلی از یک مالیکول به مالیکول دیگر منتقل میگردد، و در کنوکشن مالیکول های متحرک این وظیفه را به عهده دارند، که در هر دو نوع انتقال حرارت به نوع ماده نیاز است که

[42] . **Radition**

حرارت را حمل کنند و در غیر آن ناممکن است. ولی منشاً انرژی تشعشعی نور است و به محیط مادی نیاز ندارد و میتواند در خلا بهتر عبور کند.
اگر اشعه آفتاب در نظر گرفته شود، انرژی حرارتی آفتاب توسط عملیه هدایت یا کنوکشن به زمین نرسیده بلکه توسط امواج الکترومقناطیسی منتقل میگردد.
تشعشع حرارتی نوع انرژی است که از ماده ای با درجه حرارت معیین صادر میشود. این خاصیت مربوط جامدات نبوده، مایعات و گازات هم در یک درجه حرارت معیین از خود انرژی صادر میکنند. صدور انرژی(تشعشع) صرف نظر از شکل ماده به تغییر آرایش الکترون های اتم ها یا مالیکول های آن ماده مربوط میشود. انرژی تشعشعی توسط امواج الکترو مقناطیسی یا فوتون ها انتقال می یابد. امواج الکترو مقناطیسی به اشکال مختلف منتشر میگردد. مانند امواج رادیو، اشعه ماورای بنفش، اشعهX، اشعه گاما و اشعه مادون قرمز که یگانه فرق در ماهیت اصلی این امواج در طول موج شان است.
تشعشع حرارتی که توسط اشعه مادون قرمزانتقال میگردد وقتیکه به پارچه سنگ و یا اجسام دیگر می تابد مالیکول های آن به اهتزاز آمده باعث تولید حرارت میشود . از همین سبب است وقتیکه اشعه

آفتاب به وجود انسان برسد احساس گرمی می نماید. اشعه ما دون قرمز با طول موج کمتر از 1.5μ از جلد خارج میشود و قسمت جذب شده تولید حرارت می نماید. شیشه معمولی برای اشعه مادون قرمز بطول موج بلند بکلی غیر قابل نفوذ است. از این خاصیت اشعه برای حفاظت گلهای گلخانه از سردی زمستان

استفاده به عمل می آید. اشعه مرئی در روز از شیشه به خوبی عبور کرده، گلها را گرم میکند ولی اشعه غیر مرئی که شب از گلها خارج میشود به وسیله شیشه متوقف میگردد. تجربتاً دریافت شده است که سرعت امواج الکترومقناطیسی برابر به سرعت نور است. چون فاصله بین زمین و آفتاب $150x10^{6}km$ است، بنابران تشعشع آفتاب که سبب تولید حرارت میگردد تقریباً بیشتر از هشت دقیقه به زمین میرسد. موجودیت نور بدون تشعشع حرارتی هم امکان پذیر است. مانند نوریکه از کرم شب تاب (Fire Fly) عقربه و شماره های ساعت شب بین تولید میشود عبارت از نور بدون تشعشع حرارتی اند.(14، 12، 13).

5.4 مشخصات شعاعات حرارتی

میدانیم که تمام شعاع از قبیل اشعه گاما، اشعه X ، ماورأی بنفش، مادون قرمز از جمله امواج الکترومقناطیسی اند که فرق شان در طول موج شان میباشد. شعاع حرارتی از جنس شعاع نوری بوده و دارای عین مشخصات اند، جز اینکه شعاع حرارتی بالای چشم اثر نمی گذارند. بعضی مشخصات شعاع حرارتی عبارتند از:

- طول موج شان بین $8.10^{-5}cm$ تا $10^{-2}cm$ قرار دارد.
- شعاع حرارتی مانند نور در محیط شفاف متجانس به خط مستقیم منتشر میشود.
- شعاع حرارتی پس از برخورد بریک سطح صیقلی منعکس میگردد و قوانین انعکاس را تابعیت مینامند.
- هنگام عبور از دو محیط شفاف مختلف انکسار میکند.

- در اثر برخورد با بعضی اجسام جذب و به شکل انرژی حرارتی ظاهر میگردد.مقدار جذب آن به رنگ جسم و زاویه وارده بستگی دارد . (5، 28)

6.4 قوانین جذب تشعشع

شعاع مرئی مادون قرمز و ماوراًی بنفش از قوانین انعکاس، انکسار، جذب و قانون عکس مربع فاصله پیروی مینماید. هریکی از این قوانین ، جذب و تشعشع اند. هنگامیکه شعاع به سطح یک محیط جدید وارد میگردد، ممکن است به وسیله آن جذب شوند. تجارب مختلف نشان میدهد که در یک وقت معیین مقدار انرژی تشعشعی منتشر شده از یک محیط مربوط است به جنسیت محیط، درجه حرارت و زاویه برخورد آن ها به سطح. مواد مختلف انواع متفاوت شعاع را جذب کرده و متباقی را اجازه عبور میدهد . مقدار انرژی تشعشعی منتشره در یک ثانیه از واحد سطح را بنام قدرت انتشار[43] مینامند. وقتیکه تشعشع به جسم (محیط) میرسد مقدار از آن جذب شده و بدان منتقل و مقدار باقیمانده منعکس میگردد. نسبت مقدار انرژی جذب شده بر مجموع انرژی وارده بنام قابلیت جذب یاد میشود. اگر E_1 مجموع انرژی وارده، E_2 انرژی جذب شده و ϵ قابلیت جذب[44] باشد. رابطه بین شان عبارت است از:

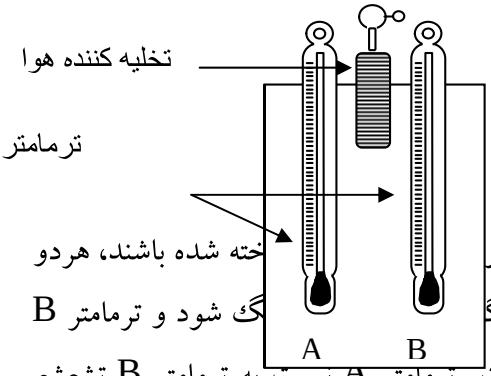
$$\epsilon = E2/E1 \qquad ....(3\text{-}4)$$

[43] **Emissive Power.**
[44] **Abserbtirity**

ϵ عددیست بدون واحد .(12)

7.4 جسم سیاه و تشعشع

تجربه نشان میدهد که اجسام سیاه تشعشع را بیشتر جذب و کمتر منعکس میسازد. بطور مثال اگر دو ترمامتر A وB در بین یک فلاسک که هوای آن تخلیه شده باشد تا عمل کنوکشن صورت نگیرد قرار شکل (3.4) مدنظر گرفته شود، پس ازآن هردو ترمامتر به مقابل اشعه آفتاب قرار داده شود. چون در بین فلاسک گاز(هوا) موجود نیست مخزن ترمامتر ها توسط تشعشع حرارت اخذ میکنند.



شکل (4-3) شیمای جذب تشعشع

هرگاه ترمامترها دارای ابعاد مساوی بو خته شده باشند، هردو به یک اندازه حرارت اخذ میکنند. اگ گ شود و ترمامتر B توسط نقره ملمع گردد، در اینصورت ترمامتر A نسبت به ترمامتر B تشعشع بیشتر جذب کرده و در نتیجه حرارت آن به سرعت بلند میرود. ترمامتر سیاه شده A تقریبا97 فیصد تشعشع وارده راجذب میکند، در حالیکه ترمامترB تقریباً 10 فیصد را جذب مینماید، هرگاه هر دو ترمامتر همزمان از فلاسک خارج و بداخل یخچال گردد، درجه حرارت ترمامتر A نسبت به ترمامتر B به سرعت

سقوط مینماید. از اینجا نتیجه میشود که اجسام تشعشع کننده خوب انتشار دهنده خوب هم هستند. همیشه مقدار تشعشع برابر به مقدار انتشار است. یا به عبارت دیگر یک جذب کننده ایدیال یک تشعشع کننده ایدیال است.بناءً نسبت مقدار تشعشع جذب به نسبت مقدار تشعشع منتشره در هریک از دو سطح که دارای درجه حرارت ثابت و جنسیت یکسان اند با هم مساوی اند. چون قابلیت جذب در مواد مختلف تغییر میکند، بناءً اجسامی که دارای رنگ سیاه اند جذب آنها نزدیک به واحد است، یعنی تقریباً تمام انرژی تشعشعی را جذب کرده انعکاس نمیدهد. از همین سبب اجسامیکه تمام انرژی تشعشعی را جذب کنند بنام جسم سیاه[45] یاد میشو.(2.12)

جسم سیاه یک سطح ایدیال با خواص ذیر اند:

- یک جسم سیاه بدون توجه به طول موج و جهت، تمام تشعشع وارده را جذب می نماید.
- در یک درجه حرارت و طول موج معیین هیچ سطحی نمیتواند بیش از جسم سیاه انرژی صادر نماید.
- هرچند تشعشع از جسم سیاه تابع طول موج و درجه حرارت است ولی مستقل از جهت میباشد یعنی جسم سیاه یک صادرکننده دیفوژ[46] به شمار میرود.

[45] **Black Body**
[46] **Diffuss**

اگرچه خواص بعضی از سطوح واقعی نزدیک به خواص جسم سیاه است ولی هیچ سطحی دقیقاً خواص جسم سیاه را ندارد.به جسم سیاه تقریباً نزدیک ترین جسم، حفره ای است که سطح داخلی آن در درجه حرارت یکنواخت قرار دارد. اگر تابش از یک روزنه(سوراخ) کوچک وارد حفره شود قبل از خارج شدن انعکاس های زیادی نموده تقریباً تمام تابش توسط حفره جذب شده مانند جسم سیاه میشود..(21)

8.4 قانون ستیفان[47] ـ بولتزمن[48]

اولین بار پیمایش انتقال حرارت به وسیله تشعشع در بین یک جسم و محوط آن توسط تندال[49] تجربتاً صورت گرفت. به اساس این تجربه ستیفان چنین نتیجه گرفت که مقدار حرارت تشعشعی یک جسم سیاه متناسب به توان چهارم درجه حرارت مطلقه آن است. این تجربه توسط بولتزسن نیز تائید گردید و بنام قانون ستیفان ـ بولتزمن یاد میگردد و توسط رابطه ذیل بیان میشود.

$$W= \epsilon \sigma T^4 \qquad \ldots\ldots\ldots(4\text{-}4)$$

W توان تشعشعی است که در سیستم SI واحد آن $(watt/m^2)$ بوده و مقدار انرژی است که در یک ثانیه از سطحی برابر $1m^2$ تشعشع میشود. T درجه حرارت مطلقه جسم،ϵ ضریب گسیل یا انتشار بوده به جنس ماده تشعشع

[47] **Stefan**
[48] **Boltzmann**
[49] **Tyndall**

بستگی دارد[50]. این ثابت بین صفر و یک تغییر مینماید. برای فلزات کاملاً صیقلی صفر و برای جسم سیاه مطلق یک است. ϵ ثابت ستیفان ـ بولتزمن میباشد که قیمت آن

مساوی است به :

$$\sigma = 5.68 \times 10^{-8} \text{ watt/m}^2.\text{K}^4$$

هر جسم در محیطی به حرارت T همان مقدار انرژی را جذب کرده میتواند که منتشر کرده بتواند. یعنی قانون جذب و تشعشع انرژی یکی است. جذب کننده کامل تشعشع کننده کامل نیز هست.(قانون کرشوف).

حرارتی که یک جسم در حرارت T_2 بالاثر تشعشع از دست میدهد وقتی در محیطی به حرارت یکنواخت T_1 قرار گیرد از رابطه ذیل بدست می آید.

$$Q/t = \epsilon . \sigma . A(T^4_2 - t^4_1) \qquad \ldots(5\text{-}4)$$

در معادله (4-5)، A مساحت سطح است(14،18 ، 30)

9.4 کاربرد انتقال حرارت در بدن انسان

حرارت بدن انسان نتیجه توازن میان انرژی حرارتی تولید شده و انرژی حرارتی تلف شده است. انرژی حرارتی تولید شده در بدن از احتراق مواد غذایی (میتابولیزم) در انساج است. بدن انرژی مورد نیاز را که در اثر اکسیدیشن غذا بدست می آید نمی تواند کاملاً مورد استفاده قرار دهد. بناءً انتقال آن به محیط مجاور ذریعه عملیه هدایت ، کنویکشن ، تشعشع ، تبخیر صورت میگیرد. بیشتر

[50] . برای یک تشعشع ایدیال $\epsilon=1$ است. این تشعشع ایدیال جذب کننده ایدیال نیز است که صدفیصد انرژی وارده را جذب میکند.

انتقال حرارت از طریق پوست بدن صورت میگیرد. شرایط اجرای این عملیه به تفاوت حرارت بدن و محیط مربوط است. معمولاً حرارت سطح بدن 4°C تا 5°C کمتر از حرارت داخل بدن است. مقدار حرارتی که از طریق پوست بدن به خارج انتقال میگردد به تفاوت درجه حرارت پوست بدن و محیط خارج بستگی دارد.

پوست بدن انسان، انساج تحت پوست به بویژه چربی موجود در انساج تحت پوست یک عایق حرارتی برای بدن هستند. چربی از این لحاظ اهمیت ویژه دارد که حرارت را نسبت به سایر انساج 1/3 چند سهل هدایت مینماید. در صورت عدم جریان خون از اعضای داخلی به پوست، خواص عایق بدن یک مرد تقریباً3/4 خواص عایقی یک دست لباس معمولی است و در خانمها این خاصیت عایقیت بیشتر میباشد.

تشعشع

اگر هوای که نزدیک به پوست است گرم شود، حرارت از این طریق تلف میگردد. تمام اجسام بجز آنهای که در حرارت صفر مطلق (-273°C) قرار دارند، مقدار حرارت خود را از طریق تشعشع گسیل مینماید. بدن انسان از طریق تشعشع از راه پوست مقدار حرارت را از دست میدهد. تحت شرایط عادی 60 فیصد اتلاف حرارت کل بدن از طریق تشعشع صورت میگیرد.

انتقال حرارت به وسیله تشعشع به معنی انتقال حرارت به شکل اشعه حرارتی مادون قرمز، یکی از امواج الکترو مقناطیسی است. طول موج بیشتر امواج

حرارتی مادون قرمز که از بدن تشعشع میشود 5تا μ 20 یعنی برابر طول موج نور مرئی است[51].

تمام اجسام در جهان که در حرارت صفر مطلق نباشند اشعه حرارتی از خود تشعشع می کنند. بناءً بدن انسان اشعه حرارتی را در تمام جهات تشعشع مینماید. اشعه حرارتی از دیوار و سایر اشیای اتاق بسوی بدن انسان تشعشع میشود، در صورتیکه درجه حرارت بدن از درجه حرارت محیط اطراف بیشتر باشد، مقدار حرارتی که بدن تشعشع میکند بیشتر از مقداری است که بدن از طریق تشعشع دریافت میکند.

کنوکشن

گرفتن حرارت از بدن توسط جریان هوا معمولاً بوسیله کنوکشن صورت میگیرد. در عمل بایستی حرارت نخست به هوا هدایت و سپس بوسیله جریان هوا از بدن دور شود. چون هوای که در مجاورت پوست بدن قرار دارد پس از گرم شدن به طرف بالا تمایل به صعود دارد. لذا همیشه مقدار کمی کنوکشن در اطراف بدن بوجود می آید.

بنابرین شخص برهنه که در اتاق مطبوع بدون حرکت زیاد هوا نشسته باشد کماکان در حدود 12 فیصد از حرارت خود را بوسیله کنوکشن هوا بدور از بدن انتقال میدهد. هنگامیکه بدن در معرض وزش باد قرار میگیرد قشری از هوا که بلافاصله در مجاورت پوست قرار دارد بسیار سریع تر از حال عادی تعویض

[51]- اکثریت مردم درکشور ما با استفاده از خاصیت میکروب کشی شعاع آفتاب ، ظروف شیشه ولباس های شان را در معرض تشعشع آفتاب قرار میدهند .

میشود و انتقال حرارت توسط کنوکشن نیز به همین نسبت افزایش می یابد. هرگاه بدن انسان در آب قرار داشته باشد چون حرارت مخصوصه آب چندین برابر حرارت مخصوصه هوا است، لذا هر واحد آبی که در مجاورت پوست قرار میگیرد میتواند مقدار بسیار زیادی حرارت را در مقایسه با هوا جذب نماید. علاوه بر آن قابلیت هدایت حرارت در آب زیادتر از هوا است.

هدایت

معمولاً یک مقدار کمی حرارت بوسیله هدایت مستقیم از سطح بدن به سایر اشیا انتقال می یابد. میدانیم که حرارت در حقیقت انرژی حرکی مالیکول ها است و مالیکول های که پوست بدن را تشکیل میدهد به طور مداوم در حال حرکت اهتزازی هستند. به این ترتیب حرکت اهتزازی مالیکول های پوست میتواند موجب افزایش سرعت مالیکول های هوای شود که مستقیماً با پوست بدن در تماس اند. به مجردیکه درجه حرارت هوای که در مجاورت پوست قرار دارد با درجه حرارت پوست برابر شود تبادله حرارت از بدن به هوا انجام نشده هدایت حرارت از بدن به هوا متوقف میگردد.

تبخیر

هنگامیکه آب از سطح بدن تبخیر میشود 0.58kcal حرارت از هر گرام آبی که تبخیر میشود از بدن دفع میگردد. آب بطور غیر محسوس از پوست و شش ها به اندازه 600ml در روز تبخیر میشود. این تبخیر موجب دفع مداوم حرارت به 12 تا 16kcal در ساعت میگردد. متاسفانه این تبخیر نامحسوس آب بطور مستقیم از طریق پوست و شش ها نمیتواند به منظور تنظیم درجه حرارت بدن ،

کنترول شود. هنگامیکه درجه حرارت محیط بیشتر از درجه حرارت پوست باشد، بدن مقدار حرارت را به وسیله تشعشع و هدایت از محیط کسب می کند. در تحت این شرایط میکانیزمی که بدن توسط آن میتواند حرارت را دفع کند سبب میشود که درجه حرارت بدن افزایش یابد. این موضوع در افرادی که مادرزاد فاقد غده عرق اند دیده میشود. این افراد میتوانند درجه حرارت سرد را بخوبی و به طور طبیعی تحمل کنند.

بر علاوه انتقال حرارت بدن از طریق هدایت و کنوکشن از راه پوست، در اثر تبخیر، عرق، گرم شدن هوا تنفسی توسط خون موجود در شش ها، ادرار، مواد غایطه نیز حرارت تلف میگردد20% کل حرارت بدن از طریق تبخیر و عرق صورت میگیرد.

درجه تعاملات بدن در حالت استراحت، یک منبع اساسی مناسب برای تولید حرارت بدن میباشد. این مقدار انرژی داخلی است که باید برای حفظ وظایف بدن مانند تنفس، ضربان قلب در هنگام استراحت تولید شود. برای یک مرد میان سال تغییرات حرارت از بدن که مربوط تعاملات اساسی است در حدود 4kcal/h در هر متر مربع از سطح میباشد. بنابر این برای شخصی به مساحت سطح در حدود $2m^2$ اندازه تغییر انرژی در حدود 90watt است.

اگر وسیله کافی برای انتقال انرژی اضافی به صورت حرارت از بدن وجود نمی داشت، حرارت بدن به سرعت بالا میرفت. میکانیزم های انتقال حرارت بدن باید به حد کافی قابل انعطاف باشد تا بتواند درجات نهایی فعالیت فوق را تنظیم کند.(2 ،17،34)

مثال1: حرارت پوست بدن یک شخص درحالت استراحت در حدود 34°C است. هرگاه شخص در اتاقی به حرارت یکنواخت 23°C برهنه باشد. در صورتی که مساحت کل پوست او $2m^2$ باشد اندازه تغییر حرارت مساویست به :

حل : از معادله (6.4) داریم که

$$Q/t= \epsilon . \sigma . A(T^4_2-t^4_1)$$

$$\epsilon = 0.97$$

$$\sigma = 5.67x10^{-8}\ W/m^2K^4$$

$$A = 2m^2$$

$$T_1 = 23°C=296K$$

$$T_1 = 34°C=307K$$

$$67.10^{-8}.2(307)^4-(296)^4، Q/t=0.97\ x5$$

$$Q/t=133Watt$$

مثال 2: با حفظ شرایط مثال 1، اگر بصورت نمونه تغییر حرارت بطریقه هدایت بررسی گردد. به فرض اینکه گردش هوا زیاد نیست و حرارت هوا در فاصله 5cm پوست همان حرارت 23°C محیط است.

$$)00057(cal/sec)/(cm.\ °C/cm، K=0$$

حل:)

$$X=5cm$$

$$A=^2m^2=2.10^4cm^2$$

$$T_2-T_1=11°C$$

$$Q/t=A.K(T2-T1)/d$$

$$Q/t=2.10.5.7.10-5.11/5$$

$$=10.5watts$$

مثال3: در یک صنف مساحت هر شیشه کلکین ها $450cm^2$ و ضخامت آن 5mm است. اگر درجه حرارت خارج صنف 15°C و از داخل صنف 25°C باشد مقدار حرارت را که در 10mm از یک شیشه انتقال می شود مساویست به:

.0024cal/cm. °C.sec،K=0

حل:

$A=450cm^2$

$X=5mm=0.5cm$

$T_1=15°C$

$T_2=25°C$

$t=10min=600sec$

$Q=K.A.t\ (t_2-t_1)/X$

5، $Q=0.0024.450.600(25-15)/0$

$Q=12960cal$

$Q=12.960kcal$

مثال 4: یکطرف یک ظرف مکعب آهنی به سطح مقطع $2cm^2$ با بخار آب و طرف دیگر با مقدار یخ در تماس است. مقدار یخ که پس از 10min ذوب میشود مساویست به

ضریب هدایت حرارتی	$K=0.2cal/cm.\ °C\ sec$
حرارت ذوب	$F=80cal/\ g$
مقطع سطح	$A=2\ cm^2$
ضخامت یا فاصله بین دو سطح	$X=L=\ =2cm\ \sqrt{a}$

تغییرات حرارت $\Delta t=t_2-t_1=100-0=100\ ^\circ C$

زمان انتقال حرارت $t=10\ min$

مقدار حرارت $Q=KxAt\ (t_2-t_1)/x$

$A=2\ cm^2$

مقدار یخ $m=Q/F=2400/80=300g$

مســـــایل

1ـ یک میله آهنی به ضریب هدایت حرارتی $0.2cal/cm.^0c.sec$ و مساحت مقطع $200cm^2$ موجود است معلوم کنید در مدت $5min$ چه مقدار حرارت بین دو نقطه آن که به فاصله $10cm$ از یکدیگر قرار دارند و اختلاف درجه حرارت شان $50°C$ است منتقل میشود؟

2ـ طول یک سیم مسی$80cm$ و مساحت مقطع آن $0.5cm^2$ است. درجه حرارت این سیم $25°C$ بوده و یک انجام آن برای $3min$ بالای آتش گرفته میشود طوریکه حرارت آن به $90°C$ میرسد. مقدار حرارتیکه از بین این دو سیم عبور میکند چند کالوری است؟

3ـ یک لوحه فلزی به مساحت $100cm^2$ و ضخامت $20mm$ مفروض است. اگر ضریب هدایت حرارتی لوحه $2.10^{-4}Cal/Cm$ و اختلاف درجه حرارت بین هردو سطح لوحه $100°C$ باشد. مقدار حرارتی که در یک شبانه روز از لوحه عبور می کند تعیین کنید؟

4ـ مساحت پوست یک شخص $2m^2$ ، قدرت تشعشع آن97% و حرارت آن $28°C$ است. این شخص در محیطی با حرارت یکنواخت $22°C$ در حال استراحت ،مطلوب است ؟

- اندازه انتقال حرارت تشعشع
- هرگاه حرارت پوست در اثر فعالیت زیاد به $36°C$ افزایش یابد اندازه انتقال حرارتی تشعشع را محاسبه کنید؟

5ـ حرارت تبخیر در حرارت بدن در حدود 580cal/g است، به جای این که در $100°C$، 540cal/g مورد نیاز باشد، بدن یک انسان معمولی در هر روز حدود 2000cal حرارت میدهد. اگر تمام این حرارت در اثر تبخیریا تعرق آزاد شود، در هر روز چه مقدار آب تبخیر میگردد.

6ـ شخصی با مساحت پوست $2m^2$ در اتاقی بحرارت $22°C$ برهنه است. فرض نمائید که حرارت نزدیک پوست در یک فاصله 50cm از پوست به $22°C$ کاهش یابد طوریکه 5cm هوا را بتوان بصورت دیواری در نظر گرفت که حرارت از آن نفوذ کند. مطلوب است.

- هرگاه حرارت پوست $28°C$ باشد. اندازه انتقال حرارت به watt چند است.
- هرگاه حرارت پوست $36°C$ باشد. اندازه تغییر حرارت به watt چند است.

7ـ انرژی که از بدن یک شخص در حال دویدن آزاد میشود باید به اندازه 200watt بیشتر از انرژی باشد که توسط هدایت کنوکشن و تشعشع آزاد

میشود. شخص چه مقدار عرق باید در هر ساعت از پوست تبخیر نماید تا این که اندازه سردی سازی حفظ شود؟

8ـ اندازه انتقال حرارت را برای شیشه های دروازه ای که مساحت $2m^2$ و ضخامت $2mm$ دارد به کالوری فی ثانیه محاسبه کنید. حرارت سطح خارجی شیشه $0°C$ و حرارت سطح داخلی آن $10°C$ است؟

فصل پنجم

انبساط حرارتی اجسام

5-1 انبساط اجسام

هنگامیکه یک جسم گرم میشود، مالیکول ها با شدت بیشتری به حرکت و ارتعاش آمده و از یک دیگر فاصله میگیرند و در نتیجه جسم منبسط میگردد .تنها آب از این حالت مستثنی است که بین صفر و 4 درجه سانتی گراد مترا کم میگردد.

میزان انبساط حاصل از افزایش مقدار معیین درجه حرارت بسته به مواد مختلف متفاوت بوده و با ضریب انبساط مشخص میشود. اثرات معمولی تغییر درجه حرارت باعث تغییر ابعاد و تغییر حالت مواد میگردد(12،14).

5-2 انبساط جامدات

تجارب روزانه نشان میدهد که اغلب اجسام جامد در اثر گرفتن حرارت منبسط میشوند و حجم آنها افزایش می یابد. بر عکس اگر درجه حرارت اجسام کم گردد حجم جسم تنقیص می یابد. حادثه انقباص و انبساط توسط نظریه مالیکولی تشریح میگردد. چنانچه قبلاً ذکر شد، در اثر ازدیاد درجه حرارت دامنه اهتزاز اتمها و مالیکول های آن افزایش یافته به مالیکول ها مجاور فشار وارد کرده همین حالت سبب میشود که مالیکول هاجای بیشتری را اشغال نماید. که در نتیجه حجم جسم افزایش می یابد و یا افزایش در هر یک از ابعاد جسم در اثر حرارت صورت میگیرد.

بصورت عموم انبساط در اجسام جامد به سه شکل صورت میگیرد که عبارت از انبساط خطی، انبساط سطحی و انبساط حجمی میباشد. (15، 19)

3-5 انبساط خطی

تجربه نشان میدهد که اگر میله فلزی را حرارت بدهیم طول آن افزایش می یابد ومیزان افزایش طول میله بدو عامل ، افزایش درجه حرارت وطول اولیه میله بستگی دارد .

اندازه انبساط واحد طول جسم، وقتی که در جه حرارت آن یکدرجه سانتی گراد افزایش یابد، قیمت ضریب انبساط خطی آن جسم جامدنامیده میشود . که به α نشان میدهیم . در جدول (ج) قیمت ضریب انبساط خطی متوسط بعضی اجسام ثبت شده است .

$$\alpha = \ell - \ell_\circ / \ell_\circ \Delta t \ \ldots\ldots\ (1\text{-}5)$$

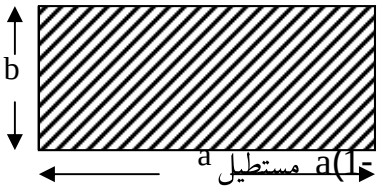
ضریب انبساط متوسط یک جسم جامد از رابطه زیر بدست می آید

$$\lambda = \frac{1}{l_0} \bullet \frac{l - l_0}{t_2 - t_1} = \frac{1}{l_0} \bullet \frac{\Delta l}{\Delta t} \ldots\ldots\ldots (2-5)$$

(4-5)انبساط سطحی

هر گاه یک صفحه فلزی مستطیل شکل را در نظر گرفته حرارت بدهیم ، صفحه در امتداد ابعاد (اضلاع) منبسط گردید ه در نتیجه سطح آن افزایش می یابد .

اگر سطح فلز را قبل از حرارت دادن (به درجه حرارت $t_\circ$)، $A_\circ$وبه درجه حرارت t ،Aبناميم ، با استفاده از ضريب انبساط سطحی جسم،(β) باتطبيق قوانين انبساط خطی بالای ابعاد مستطيل طبق شكل (5-1) نوشته ميتوانيم



شكل (5-1)a مستطيل

اگر $2\alpha = \beta$

$$A = A_\circ (1 + \beta \Delta t) \quad \ldots \quad (3\text{-}5)$$

(5-5) انبساط حجمی

هرگاه يک جسم سه بعدی را هر شكلی كه دارد حرارت دهيم ، بطور يكنواخت منبسط ميشود . فرضاً اگر جسم فلزی به شكل مكعب باشد وطول ابعاد آن به t_o درجه سانتی گراد L_o و به درجه حرارت t، L باشد با درنظر داشت قانون انبساط خطی ابعادمكعب طبق شكل (5-1) داريم كه .

$$L^3 = L_0{}^3 (1 + \alpha \Delta t)^3$$

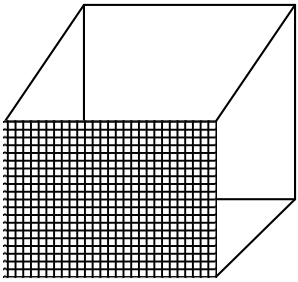
بعد از انكشاف معادله فوق با در نظر داشت اينكه α كوچک است و α^2نهايت كوچک ميباشد .پس

$$L^3 = L_0{}^3 (1 + 3\alpha \Delta t)$$

چون $V_0 = L_O^3$ و $V = L^3$ است.

$$V = V_0(1 + 3\alpha\Delta t)...(4-5)$$

اگر $\gamma = 3\alpha$ باشد $V = V_0(1 + \gamma\Delta t).$



شکل مکعب (5-1)

5 - 6 تاثیر حرارت درکثافت اجسام

مطابق قوانین انبساط که به اساس تجربه تائیدگردیده، هرگاه جسمی جامدی را حرارت بدهیم ، حجم آن افزایش می یابد . در نتیجه کثافت جسم کاهش می نماید . چون کتله(m)جسم ثابت است ، در حرارت t_0حجم جسم V_0 ، کثافت آن مساویست به

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}...(5-5)$$

در حرارت t حجم جسم V بوده کثافت . ρ مساویست به

$$\rho = \frac{m}{V}$$

چون

$$V = V_0(1 + \gamma\Delta t)$$

پس

$$\rho = \frac{m}{V_0(1+\gamma\Delta t)} \ldots (6-5)$$

از تقسیم رابطه (5-5) و(5-6) داریم که :

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{V_0}{V_{/0}(1+\gamma\Delta t)}$$

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1}{1+\gamma\Delta t} .$$

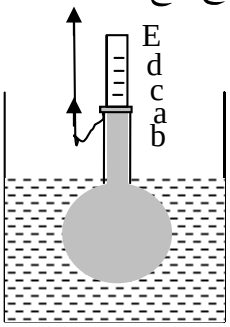
$$\rho = \rho_0(1+\alpha\Delta t) \ldots (7-5)$$

رابطه (5-7) ، رابطه کثافت با تغییر درجه حرارت را نشان میدهد .
(12، 13).

انبساط مایعات

بسیاری از مایعات دراثر گرم شدن منبسط میشوند ، ولی چون انبساط مایع با انبساط ظرف آن همراه است ، به آسانی نمی توان تغییر حجم مایع را در اثر حرارت اندازه گرفت ولازم است که تغییر حجم ظرف را در اندازه گیری ها نیز در نظر بگیریم . برای این منظور در یک بالون شیشه ای که نل شیشه از سوراخ کار کی که بدهن بالون گذاشته میشود میگذرد ، مقدار مایع(مثلاً نفت) میریزیم وسطح آنرا در نل شیشه ای نشانی می نماییم طبق شکل (5-2) اگر

بالون را داخل ظرف آب طبق شکل قرار داده حرارت بدهیـــم ،ملاحظه می شود که ابتدا سطح مایع به سرعـــت به پائین آمده پس از مدتی شروع به بالا رفتن می کند طبق شکل(5-2)، بطوریکه از سطح اولیه خود هم بالا میرود علت پایین رفتن سطح مایع دراول تجربه آن است که ظرف زود تر از مایع داخل آن گرم میشود ودر نتیجه حجم آن افزایش وسطح مایع در آن پائین می آید، ولی بعد از انکه مایع داخل ظر ف گرم شد شروع به انبساط مینماید . چون ضریب انبساط مایع از ضریب انبساط ظرف بیشتر است سطح مایع بالا تر از سطح اولیه می رود .



شکل(5-2) انبساط مایعات

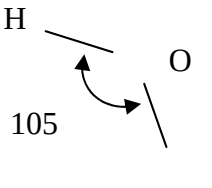
5-7 علت انبساط غیر طبیعی آب

علت انبساط غیرطبیعی آب مربوط به وضع مالیکولی آب در حالت جامد ومایع است . توضیح این پدیده به ساختمان مالیکولی آب واتمهای سازنده آن مربوط است .

هر مالیکول آب از دو اتم هایدروجن ویک اتم اکسیجن (H_2O) ترکیب شده است . هر اتم اکسیجن دارای 8 الکترون است . از ین تعداد 2 الکترون در مدار K و6 الکترون درمدار L قرار دارند.

هر اتم هایدروجن دارای یک الکترون است که در مدار K قرار دارد . زمانی یک اتم اکسیجن با دواتم هایدروجن ترکیب میشوند ،

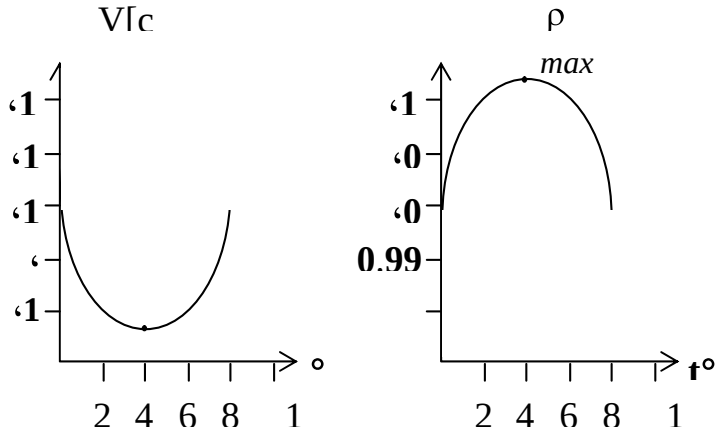
مالیکول قطبی آب را ایجاد میکنند
که در شکل دیده می توانید .
زاویه بین رابطه اکسیجن و
هایدروجن 105^0 است .



در مالیکول آب علاوه برانکه OوH برهم قوه وارد میکنند ، قوه برقی هم در اثر وجودهایدروجن موجود است که سبب میشود هر مالیکول آب با چهار مالیکول مجاور خود رابطه بر قرار سازد ویک شبکه بلوری را ترتیب دهد . در یخ مالیکول های آب کاملاً با همدیگر متصل اند وساختمان قفس مانندگسترده ای را درحجم یخ میسازند . وقتی یخ را حرارت دهیم ، درحرارت ذوب ،یخ به شبکه های کوچکتری شکسته میشود . اگر بتوان در لحظه کوتاه از این تبدیل عکس برداری کرد، درعکس به نظر میرسد که کوهی یخ شکسته می شود وهر قسمت میتواند بر قسمت دیگر بلغزد . وقتی حرارت را به تدریج افزایش دهیم ، حرارتیکه آب میگرد ، سبب شکسته شدن تر کیب بلوری وافزایش حرکت حرارتی میگردد. حرکت حرارتی بیشتر سبب افزایش حجم ماده می شود ، در صورتی که مالیکولهای شبکه بلوری در فاصله مشخص از هم قرار داشتند ، در حالت مایع به هم نزدیکتر اند وحجم کمتری را اشغال مینماید .
باید توجه داشت که در حرارت صفر درجه همه مالیکول های یخ از شبکه بلوری خارج نمی شوند ودر اثر افزایش حرارت ، به تدریج شبکیه بلوری شکسته میشود ومالیکولها بهم نزدیکتر میشوند وهمزمان حرکت مالیکول ها سبب افزایش حجم مایع میشود .

دوعامل کاهش وافزایش حجم سبب میشوندتا به درجه حرارت 4^0C، حجم آب به کمترین مقدارخود برسند واز آن پس باازدیاد حرکت مالیکولی ، پدیده عادی افزایش حجم آب مشاهد میشود.در هنگام سرد کردن آب تا حرارت 4^0Cحجم آب کاهش میابد ولی در فاصله 4^0C تا 0^0c به سبب تشکیل رابطه های هایدروجنی بین مالیکول ها وتشکیل شبکیه بلوری ، فاصله بین ما لیکول ها زیادتر ودر نتیجه حجم افزایش می یابد .

بدین شرح مختصراً میتوانیم بیان نماییم که اگر آب از 4^0Cتا 100^0Cحرارت داده شود حجم آن تزائید وکثافت آن کم میشود . هم چنین اگر آب از 4^0C تا 0^0C سرد گرد د حجم آن تزائید وکثافت آن کم میگردد. وقتیکه حرارت از صفر پائین تر میرودحجم آن نیز بزرگترشده میرود . در گراف شکل (5-3) دیده میشود .



شکل (5-3) گراف کثافت آب به تابع درجه حرارت .

از همین سبب است که درزمستان در شدت سرما ظروف شیشه ای پر از آب یخ بسته سبب شکستن وترکیدن نلهای آب وریدیترهای موتر میگردد . بنابرین آب در 4^0C کوچکترین حجم وبزرگترین کثافت را داراست . هم چنان در زمستان سطح آب حوض ها یا جهیل ها به اثر سرما یخ می بندد . بنا برآن آبیکه نزدیک به طبقه یخ قراردارد تدریجاً سرد شده کثافت آن زیادگردیده به طرف پایین میرود .هرگاه طبقه بالای بسیار سرد شودحجم آن بزرگ شده منحیث یک عایق باقی میماند، زیرا یخ وآب هادی ضعیف اند . بناءً طبقات پائین به شکل آب ودرجه حرارت آن به استثنای مناطق فوق العاده سرد همیشه 4^0C ثابت باقی می ماند . از همین سبب است که حیوانات آبی در زمستان دربین آب حیات بسر می برند (14،12،16)

8-5 انبساط گازات

گازات نیز در اثر حرارت منبسط میشوند ،مگر اینکه با افزایش فشار از انبساط آنها جلوگیری شود . در حالی که ضریب انبساط جامدات ومایعات مختلف با هم متفاوت اند ، ولی در فشار ثابت ضریب انبساط تمام گازات یکسان است . در فشار متعارفی $(760mmHg)$ وحرارت در حدود 0^0c تا 100^0C تمام گازات دربرابر افزایش یکدرجه حرارت $1/273$ یا $0،0366$ برابر حجمی که در 0^0c داشته است منقبض می شود . ضریب انبساط β برای هر یک درجه سانتی گراد ،برابر $\Delta V/V$ است .

اگر بجای اینکه فشار ثابت بماند حجم را ثابت نگهداریم ، تغییر فشار را با تغییر حرارت میتوان تعیین نمود . در اینحالت ضریب فشار گاز را به b نشان میدهند . این ضریب برابر تغییر نسبی فشار دربرابر تغییر یک درجه حرارت در حجم ثابت است واز رابطه زیر بدست می آید .

$$P = P_0(1 + b\Delta t) \quad \ldots \quad (8\text{-}5)$$

برای هر گاز بخصوص مقدار b تقریباً با β مساوی است .

در بحث های آینده سه پارامتر حرارت ، فشاروحجم وروابط بین شان توضیح خواهدشد . اکنون همین قدر کافیست بگوییم که نمی توان همزمان هر سه پارامتر را تغییر داد. همچنین حرارت کتله معینی از یک گازباوجود ثابت بودن حجم وفشار غیر ممکن است ، مگر اینکه حجم یا فشار تغییر کند ، این مطلب را میتوان در عبارت زیر خلاصه نمود .

- اگر فشار ثابت باشد ، حجم گاز متناسب با تغییر حرارت مطلق ، افزایش می یابد.

$$V = V_0(1 + \beta t)$$

اگر حجم گاز ثابت بماند ، فشار کتله معیین ازگازمتناسب باتغییر درجه حرارت مطلق افزایش میآبد.

$$P = P_0(1 + bt)$$

طرز کار زودپزها نمایشی از کاربرد این قانون است (12و24).

9-5 مقتضیات استفاده وکار برد انبساط اجسام

انبساط اجسام جامد دربرابر مقداریکسان حرارت مساوی نیست . انبساط حرارتی اجسام میتواند سبب عکس العمل های مخرب شود. چنانچه اگر یک ظرف شیشه ای را بالای منبع حرارت گذاشته حرارت دهیم خواهدکفید، زیرا قسمت تحتانی ظرف از قسمت بالای آن بیشتر منبسط شده وقوه بزرگتر تولید کرده می شکند. از همین سبب در لابرتوار ها از شیشه پایرکس (Pyrex) استفاده می شود زیرا نسبت به شیشه معمولی احتمال کفیدن آن کم است .

اگر اجسام جامد بیشتر از یکنوع ماده ساخته شود، میزان های مختلف انبساط حرارتی شان ممکن است عکس العمل های تولیدنماید . چنانچه در مورد بهتر ملمع کردن نقره وسیماب که دکتوران دندان برای پر کردن دندان استفاده میکنند، تحقیق قابل ملاحظه ای انجام شده است ،که باید ضریب انبساط حرارتی ماده پرکننده تقریباً برابر به ضریب انبساط حرارتی دندان باشد. در غیر اینصورت هر گاه دندان درمعرض حرارت کم ویا زیاد قرار گیردو یا در هنگام خوردن غذای گرم به اثر انبساط وانقباض عکس العمل های دردناک تولید می کند .

درزندگی روزمره مثال های زیادی از انبساط جامدات موجود است که به آن روبرو هستیم ، نمونه ای از آنها ترموستات که میله ای مرکب از امتزاج آهن وبرنج میباشد، ساخته شده است . اگر ضریب انبساط خطی آهن وبرنج یکسان باشد موقع گرم شدن بیک اندازه منبسط میشوند . چون ضریب انبساط خطی دو فلز متفاوت است ، انبساط نا مساوی خواهد بود.وهنگامی که این میله گرم

شود خم خواهد شد . این نوع ترموستات را میتوان برای قطع ووصل مداری که برای تنظیم دستگاه خاموش کننده کوره ها مورد استفاده قرار میگیرد بکار برد. برخی ترموستات ها که در اجاق های برقی بکار میروند ازیک میله تاب خورده مرکب از آهن وبرنج تشکیل شده اند، هنگامیکه حرارت اجاق افزایش یابد شکل میله تغییر می کند . زیرا انبساط برنج از آهن بیشتر است .

ترمامتر هاکه یک وسیله کلینیکی است به اساس قانون انبساط مایعات ساخته شده اند . با آنکه بسیاری از مایعات در برابر افزایش یک درجه انبساط نا مساوی دارند ، چنانچه انبساط الکهول در درجات بلنند نسبت به درجات پایین برای افزایش یکدرجه حرارت ، بیشتر است ، ازهمین سبب از الکهول در ساختن ترمامتر دقیق استفاده نمیشود . در ترمامتر طبی سیماب نسبت اینکه بین درجات 34،4 ،تا 43،3 درجه سانتی گراد در برابر افزایش یکدرجه حرارت انبساط تقریباًمساوی است ، ترجیع داده میشود .

هنگامیکه برای تسکین انبساط روده (نفخ) به ناحیه شکم حرارت داده میشود، حرارت گاز های موجود در روده افزایش می یابد ودر نتیجه حجم این گاز ها زیاد میشود . این افزایش حجم سبب کشیده گی عضلهً صاف روده ها میشود . خاصیت الستیکی وافزایش حرکات دوری روده ها سبب حرکت گاز ها وخروج آنها میشود . چنانچه در هنگام پرواز در ارتفاعات بلند فشار اتموسفیر کم می شود، حرارت بدن ثابت است ، حجم گازات روده زیادشده انبساط می نماید .

انبساط نا مساوی جامدات کار برد زیادی در طب پرستاری دارد . یکی از این کار برد ها جوشاندن سرنجهای شیشه ای همراه با سوزن متصل با آنها است . فلز دراثرجوشاندن بیشتر از شیشه منبسط میشود . ولی هر گاه سرنج را با سرعت سرد سازیم ، سوزن سریع ترمنقبض میشود . در نتیجه ممکن است سر شیشهً ای بدنه سرنج بشکند . اگر در ضمن جوشاندن، پیستون سرنج درداخل استوانه آن باقی بیماند ممکن است شیشه پستون بیشتر از شیشه استوانه سرنج منبسط شود ودرنتیجه سبب شکستن شیشه استوانه سرنج گردد. رعایت انبساط اجسام در موارد ذیل نیز قابل تاکیداست .

- ریل های راه آهن رابا فاصله معیین نصب میکنند تا انبساط آن در تابستان موجب کج شدن ریل نشود .
- درنل های آب گرم یا بخار آب گرم محل اتصال نل را خمیده میسازند تا انقباض وانبساط نل ها به آنها اثر کند وسبب شکستن نل ها نشود .
- سیم های تیلگراف را بین دو پایه کاملاً کشیده نصب نمی کنند تا آنکه انقباض سیم های تیلگراف درزمستان سسب قطع آن نشود.
- یک یادو طرف پل های فلزی را روی پایه ها اتکاً داده آنها را آزاد میگذارندتادر اثر تغییر درجه حرارت محیط انبساط وانقباض آنها پل خراب نشود .
- با استفاده از ضریب انبساط خطی کلیدهای اوتومات ساخته میشود(27،26،14)

مســـایل

1- یک سیم تیلفون که ازمس ساخته شده به 0^0Cحرارت ، طول آن یک کیلومتراست .اختلاف درجه حرارت در سرد ترین روزهای زمستان وگرم ترین روزهای تابستان 60^0Cاست اگر ضریب انبساط مس $\alpha = 16.10^{-6}/^0C$ ، اختلاف طول سیم تیلفون درروزهای مذکور چنداست ؟

2- در 0^0C حجم گلوله برنجی $90Cm^3$ است .اگر ضریب انبساط گلوله برنجی $19.10^{-6}/{}^0C$ باشد حجم گلوله مذکور در 100^0C چنداست ؟

3- یک صفحه مستطیل شکل از قلعی بدرجه حرارت 0^0C دارای ابعاد $5Cm$ و $2Cm$ است. اگر صفحه تا 100^0C حرارت داده شود مساحت صفحه چند سانتی مترمربع میباشد ؟

ضریب انبساط طولی قلعی $28.10^{-6}/{}^0C$ است .

4- یک ظرف شیشه ای به ظرفیت $360Cm^3$ در 10^0C کاملاً از الکهول پر است اگر درجه حرارت آن به 50^0C برسد الکهول منبسط شده میریزد .در صورتیکه ضریب انبساط حجمی الکهول $0.0012/{}^0C$ واز شیشه $0.000027/{}^0C$ باشد چقدر الکهول ریخته است ؟

5- کثافت یک میله آهنی در 25^0C, $7.9g/cm^3$ است کثافت آن به 110^0C چند است ؟

6- حجم یک مقدار مایع به 25^0C برابر به $45cm^3$ است . وقتیکه تا 60^0C حرارت داده میشود حجم آن به $45.55cm^3$ میرسد . ضریب انبساط حرارتی مایع چند است ؟

7- طول یک سیم مسی $70cm$ ودرجه حرارت اولی آن 25^0C است . اگر ضریب انبساط طولی مس $14.10^{-6}/{}^0C$ وتزاید طول $0,0588cm$ باشد . درجه حرارت دومی آن چند است ؟

8- قطر یک حلقه برنجی $30mm$ وقطر یک گلوله آهنی در عین حرارت $30,02mm$ میباشد معلوم کنید حداقل تغییر درجه حرارت را برای هردو گلوله

که از حلقه بگذرد ضریب انبساط طولی برنج $19.10^{-6}/^0C$ و آهن 1، $2.10^{-5}/^0C$ است ؟

9- طول یک میله مسی بدرجه حرارت 50^0C برابر است به $2.00166m$ و به حرارت 2000^0C برابر به $2,00\ 0664/^0C$ است طول این میله به درجه حرارت 0^0C و ضریب انبساط خطی مس مطلوب است ؟

10- دو تیغه مسی و آهنی را که به درجه حرارت 20^0C هم طول اند وطول هریک از آنها $10Cm$ بوده به یک دیگر لحیم گردیده است در سرد ترین روزهای زمستان در حرارت -20^0C ودر گرم ترین روزهای تابستان 40^0C میباشد اختلاف طول شان چند است ؟

فصل ششم

قوانین گازات و کاربرد آن در وجود انسان

6ـ 1 ماهیت گازات

ماهیت گازات توسط تیوری حرکی مالیکولی که در فصل اول توضیح گردیده است بیان میشود. تیوری حرکی مالیکولی گازا ت اولاً توسط دانیل برنرلی طرح شد. وی معتقد بود که مالیکول های یک گاز در ظرف همیشه در حال حرکت هستند، سرعت و جهت حرکت این مالیکول ها به نسبت تصادم بر یکدیگر جدا از ظرف در تغییر است ،که این مفکوره توسط براون سکاتلندی مورد آزمایش قرار گرفت.

گازات از دو دیدگاه مورد مطالعه قرار میگیرد.

- مکروسکوپی [52] کمیاتیکه به خواص کل سیستم مربوط بوده با عملیات تجربی قابل اندازه گیری اند مانند فشار، حجم،... شامل توضیح وضعیت عمومی مالیکول ها میباشد.
- مایکروسکوپی [53]: خواص این کمیات را نمیتوان با قوه ادراک مستقیماً احساس کنیم بلکه با روش های احصائیوی و قوانین ریاضی قابل بیان است، که شامل توضیح خصوصیات جداگانه هر مالیکول میباشد.

اندازه گازات خیلی کوچک بوده طوریکه هر مالیکول گرام از یک ماده شامل $6.02x10^{23}$ عدد مالیکول میباشد. حرکت مالیکول ها انتقالی و عمل متقابل بین

[52] **Macroscopic**
[53] **Microscopic**

اتمهای شان ضعیف است. دو مالیکول در جوار هم بر هم قوه وارد می کند که این قوه به فاصله بین شان مربوط بوده ممکن است جاذبه یا دافعه باشد. فاصله بین دو مالیکول در حدود 10^{-8}cm است، هرگاه به اثر قوه خارجی دو مالیکول باهم نزدیک شوند، قوه بین شان به شکل دافعه ظاهر میگردد، هر قدر این فاصله کوچکتر گردد مقدار قوه بزرگتر خواهدبود (21,4)

6 ـ 2 گازات ایدیال

دو نوع گاز مطرح بحث بوده که از نظر مایکروسکوپی و مکروسکوپی قابل توصیف اند، که عبارت از گازات ایدیال و گازات حقیقی میباشند.

گازات ایدیال از نظر مکروسکوپی دارای خواص ذیل اند:

- در بین مالیکول های این گاز قوه جذب مالیکول نهایت ضعیف است.
- مالیکول های این گاز آنقدر خورد اند که حجم شان نسبت به حجم گاز غیر قابل مقایسه اند.
- بین دو تصادم حرکت مالیکول ها مستقیم الخط اند.
- مالیکول های گاز مستقل از هم اند.
- زمان تصادمات نسبت به زمان حرکت خیلی کوچک میباشد.
- تصادم بین مالیکول ها و سطوح ظرف ارتجاعی (الستیکی) اند.
- تمام گازات دارای خواص مکروسکوپی یکسان اند.

6 ـ 3 پارامتر های حالت گازات

حالت یک گاز توسط سه پارامتر حجم، فشار و حرارت آن مشخص میگردد. این سه کمیت پارامتر های مشخصه گازات یاد میشود. تغییر یکی از این پارامترها باعث تغییر حالت یک گاز میگردد. در شرایط معین حجم، فشار و حرارت گاز تعیین شده میتواند و با تغییر شرایط ، گاز تغییر حالت مینماید. پارامتر حجم به v حرارت به T و فشار به P نشان داده میشود.

6 ـ 4 قوانین اساسی گازات ایدیال

در شرایط معین از لحاظ کمی بین سه پارامتر حالت گاز روابط ذیل موجود است

1ـ قانون بایل[54] ـ ماریوت[55]

در حرارت ثابت (T=cont) تغییرات حجم با تغییر فشار رابطه معکوس دارد. یعنی افزایش حجم باعث کاهش فشار میگردد.

این حقیقت تجربی را توسط رابطه طور زیر نشان داده میتوانیم.

$$PV=cont \quad \text{.....} 1\text{-}6$$

این پروسه را ایزوترم مینامند. در پروسه ایزوترم حاصل ضرب حجم و فشار ثابت است.

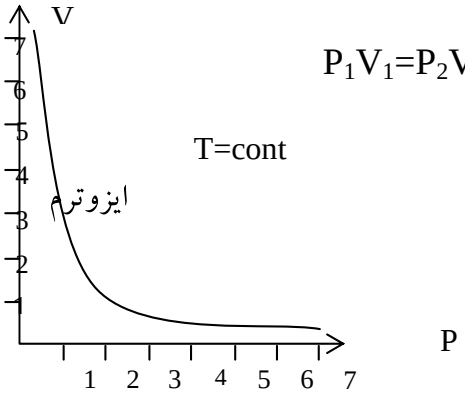
رابطه (6-1) که به اساس تجربه بدست آمده برای اولین بار توسط بایل در انگلستان و ماریوت در فرانسه بطور جداگانه تحقیق شد.

به اساس رابط (6 ـ 1) در شکل (6-1)گراف ان را ترسیم کرده میتوانیم .

---

[54] **Robert Boyel**
[55] **Marioth**

معادله (6 ـ 1) را در دو حالت گاز طور زیر نوشته میتوانیم:



شکل (6-1)گراف پروسه ایزوترم

2 ـ قانون گی لوساک

در یک گاز ایدیال در فشار ثابت(P=cont) تغییرات حجم مستقیماً متناسب به تغییرات درجه حرارت مطلقه گاز است. این پروسه ایزوبار نامیده میشود که توسط معادله زیر نشان داده میشود.

$$\frac{V}{T} = CONST.....(2-6)$$

معادله (6 ـ 2) را در دو حالت یک گاز چنین مینویسیم.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = ... CONST$$

3 ـ قانون شارل

در حجم ثابت تغییرات فشار یک گاز ایدیال مستقیماً متناسب به تغییرات حرارت مطلق است که توسط رابطه زیر نشان داده میشود.

$$\frac{P}{T} = CONST \quad ....(3-6)$$

این پروسه به نام پروسه ایزوکور نامیده میشود. در دو حالت یک گاز ایدیال رابط با لا را چنین می نویسیم.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = ... = CONST$$

6ـ5 قانون عمومی گازات

از مجموع روابط بایل ـ ماریوت گی لوساک و شارل برای یک مول گاز معادلهٔ قانون عمومی گازات را چنین نوشته میتوانیم.

$$\frac{PV}{T.} = CONST \quad .....(4-6)$$

با نشان دادن ثابت به R رابطه (6ـ4) مساویست به

$$\frac{PV}{T} = R .....(5-6)$$

برای n مول گاز معادله (6ـ5) را چنین نوشته میتوانیم:

$$\frac{PV}{T} = nR .....(6-6)$$

معادل(6ـ6) قانون عمومی گازات برای n مول گاز ایدیال است.

در شرایط متعارفی ، $T=273k$،$4L$،$V_0=22$،$P_0=1atm$ ، برای یک مول گاز از معادله (6ـ6) قیمت ثابت گازات R مساویست به

$$R = \frac{1atm \ .22,4l}{273 \ k} = 0,082 \ \frac{atm \ .l}{mol \ .k}$$

قیمت R در سیستم MKS مساویست به R=8.31j/mol.k

معادله (6 ـ 6) میتوانیم به شکل زیر بنویسیم:

$$PV=nRT$$

$$n= m/\mu$$

Mکتله گاز و μکتله مولی گاز است. هم چنان با در نظر داشت عدد اواگدررو[56]

$$n= N/N_A$$

N تعداد مالیکول های گاز و N_A عدد اواگدررو میباشد که قیمت آن مساویست به

$$N_A=6,02.10^{23}.$$

گازات ایدیال در شرایط معین از قوانین فوق پیروی میکند. اما حقیقت عینی نداشته ولی مفهوم ساده مفید داشته اما قرین به حقیقت است23 ،16، (19).

6.6 تطبیق قانون گازات در وجود انسان

1ـ قانون بایل ـ ماریوت

درجه حرارت نارمل بدن انسان در حدود 37^0C (98.6^0F) میباشد. اگر فرض شود که این درجه حرارت در تمام مراحل تنفسی ثابت است، قانون بایل ـ ماریوت در تمام مراحل تنفسی تشریح و تطبیق شده میتواند. چنانچه در حالت شهیق[57]، در اثر پائین آمدن حجاب حاجز از اثر انقباض جدار سینه، حجم قفسه

---

[56] **Avogadro**

قانون اوگدرو بیان میدارد که حجم های مساوی تمام گازات در تحت عین درجه حرارت وفشار عین تعداد مالیکول ها را داراست

[57] **Enspiration**، [2] **Expiration**

سینه زیاد شده، فشار در شش ها کاهش می یابد. در نتیجه هوای خارج که فشار آن از فشار هوای شش ها بیشتر است وارد شش ها میگردد. در مرحله ذفیر[58] .. چون حجاب حاجز منبسط میشود و به بالا بر میگردد، حجم قفسه کاهش یافته و این کاهش حجم توأم و با افزایش فشار داخل شش هاست. در این مرحله چون فشار هوای داخل شش ها از فشار هوای خارج بیشتر است، هوا از شش ها خارج میشو(17.)

در تمام این مراحل قانون بایل ـ ماریوت صادق است. یعنی این رابطه صدق می کند.

$$PV=cont$$

وقتیکه یک پرازیت به شکل ویروس ایدز[59] داخل میکانیزم خون گردد فعالیت نارمل بدن برهم خورده در نتیجه کریوات سرخ خون[60] و کریوات سفید[61] زیاد تلف گردیده عضو تولید کننده آن نمیتواند موازنه را حفظ نماید. پس در اینحالت غیر نارمل حجم خون تنقیص و فشار همزمان زیاد گردیده وظایف قلب را دشوار میسازد. این تزئید فشار باعث نفس تنگی[62] و غیره امراض میشود.

2 ـ قانون گی لوساک

---

[59] **AIDS**
[60] **Erythrocyte**
[61] **Leucyte**
[62] **Burdies Asthma**

فشار خون یک شخص در شرایط معین و حالت طبیعی شان در یک انتروال معین ثابت است (120/80mmHg) تغییر درجه حرارت محیط خواه ناخواه بالای درجه حرارت بدن انسان تاثیر دارد، بناءً ازدیاد درجه حرارت بدن باعث افزایش حجم خون میگردد.

در حالت شاک [63] که حرارت وجود پایین می آید لزوجیت خون افزایش یافته، حجم خون کم میگردد. در این حالت دقیق است که مریض گرم نگهداشته شود تا لزوجیت خون پایین و حجم خون افزایش یابد. با کسب حرارت حجم خون افزایش و به سهولت جریان مینماید. در مریضی که آب وجود کم میشود[64] مانند مریضی دیفتری این تغییر و تحول عملاً به ملاحظه میرسد، یعنی با کاهش درجه حرارت حجم تنقیص یافته و در مجموع این پروسه قانون گیلو ساک را در یک انتروال معیین فشار ثابت وتحت میکانیزم های مختلف در بدن حفظ میگردد. یعنی

$$V/T=Cont$$

قانون گیلوساک یک قانونمندی طبیعی محسوب شده میتواند. زیرا بین درجه حرارت و حجم ارتباط مستقیم وجود دارد.

3ـ قانون شارل

در تشریح این قانون در وجود انسان نقش واکسین[65] هاومیخانیکیت آن مهم و ارزنده است. واکسین ها که یک نوع پارازیت نیمه فعال اند که غرض آماده

---

[63] **Shock**
[64] **Dehydration**
[65] **Vaccine**

سازی بدن در مقابل حملات غیر مترقبه میکروب ها در بدن ذرق میگردد.وقتیکه واکسین داخل خون میشود مجادله را علیه کریوات سفید که حیثیت محافظ یا گارد را دارد شروع میکند. در اینجا اعصاب قلب را مجبور میسازد تا تعجیل پمپ خون را افزایش دهد، یعنی با مجادله میکروب آماده شود. در نتیجه فشار بالا رفته و با ازدیاد فشار حرارت بدن نیز بلند میرود. چنانچه عملاً مشاهده میکنیم که اطفال بعداز تطبیق واکسین تب شدید را میگذراند. در تمام این مراحل میکانیزم فعالیت بدن طوریست که

$$p/v=Cont$$

تحقق داشته نسبت فشار برحجم ثابت باقی می ماند.

(6 ـ 7) عملیه تنفس

در اثر عملیه تنفس فعالیت های عمده فزیولوژیکی در بدن صورت میگیرد. عملیه تنفس و دستگاه های که عملیه تنفس را کمک می کنند تا اندازه به قانون بایل ـ ماریوت و گیلوساک بستگی داشته و سایر قوانین گازات هم عملیه تنفس مصنوعی را تشریح و اساس میدهند. تنفس طبیعی بیشتر به اساس اختلاف فشار اتمسفیر هوای شش ها صورت میگیرد. بالا شدن یا تورم شش ها در اثر اختلاف فشار بین حجاب حاجز و شش ها میباشد. معمولاً فشار در حجاب حاجز کمتر از فشار اتمسفیر است (751-754mmHg). اگر هوا یا سایر گازها در اثر عمل جراحی وارد حجاب حاجز گردد حالتی بنام پینوموتارکس[66] (جمع شدن

[66] **Pneumotharax**

هوا در صدر) تولید میکند. پینوموتارکس سبب چسپیدن حجاب حاجز به پرده های شش ها و روی هم خوابیدن جدار حجاب حاجز میشود. در این حالت فشار هوای داخل حجاب حاجز از فشار هوای شش ها بیشتر است.

هنگامیکه تنفس عادی متوقف میشود برای برقراری دوباره آن از تنفس مصنوعی استفاده به عمل می آید که بر طبق قانون گازات و با در نظرداشت پارامتر های مشخصه آن این عمل با کم کردن و زیاد کردن متناوب فشار قفسه سینه انجام میشود. طوریکه هوا طور منظم وارد شش ها و از آن خارج میگردد.

یکی از طریقه های که مریض به اثر تنفس مصنوعی ناراحت نمیشود تنفس مصنوعی است که با استفاده از اثر قوه جاذبه صورت میگیرد. طوریکه مریض روی یک رافعه قرار داده شده و رافعه متناوباً بالا و پایین حرکت داده میشود.

دستگاه های که بصورت میخانیکی فشار قفسه سینه را افزایش و کاهش میدهد بنام ریسپیراتور[67] نامیده میشود.

وسایل تنظیم کننده فشار اکسیجن در بالون ها تا اندازه ای به اساس قانون بایل ـ ماریوت کار مینماید. این دستگاه ها عهده دار وظایف زیر اند:

- تقلیل فشار اکسیجن از فشار تقریبی بالون 150at به 1at .
- کنترول میزان جریان گاز اکسیجن

در عدم رعایت شرایط فوق هرگاه گاز اکسیجن در بالون که بافشار 150 اتمسفیر است بدون کنترول و تنظیم وارد شش ها گردد، شخص هلاک میگردد(2 ، 13، 17).

[67] **Respirator**

6 ـ 8 گازات حقیقی[68]

گازاتی که در طبیعت پیدا میشود از گازات ایدیال فرق دارند. مثلاً مالیکول های گازات دارای حجم معیین میباشد و قوه جاذبه بین مالیکول های گازات موجود است. گازات حقیقی تحت فشار بسیار کم قانون بایل ـ ماریوت را تعقیب مینماید. اگر فشار زیاد شود از قانون مذکور پیروی نمیکند زیرا گاز بمایع تبدیل میگردد. واقعیت مهمتر این است که گازات حقیقی معلومات درباره طبیعت قوه های بین مالیکولی و ساختار مالیکول های ماده را میدهد.

چون در اثر فشار مالیکول های گازات باهم نزدیک میشوند، لذا کمی حجم گاز به نسبت تناقص حجم فضای بین مالیکول ها میباشد. اگر حجم مالیکول ها b و حجم گاز v باشد، حجم فضای بین مالیکول ها (v-b) میباشد. لذا در معادله گازات حقیقی به عوض v، (v-b) نوشته میشود.

گازات از اتمها ساخته شده اند که دارای الکترون ها و پروتون ها میباشند. الکترون های مالیکول ها در حال حرکت اند، گاهی به یکطرف و گاهی به طرف دیگر مالیکول تعداد الکترون ها بیشترمیگردد. در نتیجه بعضی قسمت های مالیکول مثبت و بعضی قسمت های دیگر مالیکول منفی چارچ میشوند. قسمت مثبت یک مالیکول قسمت منفی مالیکول دیگر را جذب میکند (طبق قانون کولمب). این قوه جاذبه بین مالیکول ها را قوه و اندروالس[69] مینامند. این قوه

---

68 Real Gas
[69] J.D.Vander Waals

جاذبه مانند فشار خارجی مالیکول ها را با هم نزدیک میسازند که معکوساً متناسب به مربع حجم یعنی (a/v^2) میباشد. در اینجا a ثابت بوده قیمت آن برای هر گاز مختلف است. لذا در معادله عمومی گازات (6_6) اگر به عوض p،$p+a/v^2$ و به عوض v ، v-b بنویسیم معادله عمومی گازات حقیقی بدست می آید.

$$(P+a/v^2)\ (v-b) = nRT \quad ..... \quad (7_6)$$

معادله (7_6) معادله عمومی گازات حقیقی است. قیمت های ثابت b.a برای گازات مختلف درج جدول (ز)ضمیمه ها میباشد(6 و 10).

معادله واندر والس یک معادله تجربی است. زیرا مقادیر a و b توسط تجربه تعیین میگردد. باید دانست که این تصحیحات در معادله گازات ایدیال از ساده ترین نوع اند و در حالت های خاص عاری از کمبودی نیست. هیچ فارمول ساده و واحدی در دست نیست که در تحت هرگونه شرایط در مورد همه گازات عملی و بکار برده شود . (6، 11)

9_6 قانون دالتن

دالتن با مطالعات و اندازه گیری های حجم و فشارمخلوط گازات به این نتیجه رسید که، در حرارت ثابت و یکسان فشار مخلوط چند گاز حقیقی مساویست به حاصل جمع فشار قسمی هر یک از گازات مخلوط. فشار قسمی هر گاز، یعنی فشاریکه یک گاز به تنهایی به همه جدار ظرفیکه اشغال مینماید وارد میسازد.

قانون دالتن بر طبق تعریف فوق مساویست به

$$P=P_1+P_2+\ldots+P_n \qquad \ldots. (8\text{-}6)$$

$$p = \sum_{i=1}^{n} p_n$$

6 ـ 10 کاربرد قانون دالتن در عملیه تنفس

بر علاوه قانون بایل ـ ماریوت، گیلوساک و چارلس برای درک اصول فزیکی عملیه تنفس دانستن قوانین دالتن و هنری[70] ضروری است. هوای که تنفس میکنیم مخلوطی از گازات است. این گازات برعلاوه مقدار کمی از گازات بی اثر مشتمل است به20.96% کسیجن79%نایتروج0.04%.کاربن دای اکساید. تبادل گازات فوق به اساس قانون دالتن در بدن تشریح و بیان میگردد. هریک از گازات شامل هوای که تنفس میکنیم به اندازه فشار قسمی شان در خون حل میشوند.

فشار قسمی هریک از گازات طور ذیل تعیین میگرددد.

فشار قسمی اکسیجن $PO_2 = \frac{20,96}{100} \times 760 = 159,3 mmHg$

فشارقسمی نایتروجن $PN_2 = \frac{79}{100} \times 760 = 600,4 mmHg$

$$PCO_2 = \frac{0,04}{100} \times 760 = 0,3 mmHg$$

مجموع فشار قسمی طبق قانون دالتن نوشته میتوانیم .

1- قانون هنری **(Henry)** بیان میداردکه درحرارت ثابت مقدار گازی که در هرمایع معیین حل میشود، به فشار قسمی آن متناسب است .

فشار مجموعی $p = PO_2 + PN_2 + PCO_2$

$P = 150,3 + 600,4 + 0,3 = 760mmHg$

$P = 1atm$

هرگاه فیصدی گازات هواییکه تنفس میکنیم افزایش یا کاهش یابد فشار قسمی آن نیز تغییر نموده سبب برهم خوردن فعالیت های نارمل بدن شده و تغییر فشار نسبی گازات در خون سبب مرگ میگردد. یکی از عوامل مرض غوطه دران هم همین است. (7،9)

6ـ 11 قانون گراهام و انتشار گازات

انتشار[71] عبارت از تمایل مواد است که بصورت متشابه خود را در فضائیکه در اختیار دارد تقسیم نماید. اگر دو مرتبان که یکی از O_2 و دیگر از H_2 پر است دهن بدهن بگذاریم، بعداز یک مدت کوتاه هردو گاز بصورت متجانس در بین هردو مرتبان تقسیم میشوند. تمام گازات انتشار مینماید اما سرعت شان از هم فرق دارد. نظر به قانون گراهام سرعت نسبی انتشار گازات معکوساًمتناسب است به جذر مربع نسبت کثافت گازات مذکور. اگر کثافت گازها d_1 و d_2 و سرعت انتشار شان V_1 و V_2 باشد نوشته میتوانیم:

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} .....(9-6)$$

Diffusion - [71]

چون کثافت گازات مستقیماً متناسبت به وزن مالیکولی شان است. لذا معادله (6ـ9) را به شکل ذیل نوشته کرده میتوانیم:

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \ldots\ldots (10-6)$$

در معادله (6ـ10) M_1. وM_2 وزن مالیکولی گازها اند.

مثلاً کثافت اکسجن 16 برابر کثافت هایدروجن است. لذا سرعت انتشار هایدروجن چهار برابر اکسیجن است.

6ـ 12 اثرات خروج گازات محلل از مایعات خون

از جمله گازات شامل اتمسفیر، نایتروجن مسؤول اکثر عوارض در بدن میباشد. ضریب انحلالیت نایتروجن در نسج چربی پنج تاشش برابرآب است. در بدن شخص نارمل که 70kg وزن دارد تقریباً به مقدار $10^3 cm^3$ نایتروجن به حالت محلول در مایعات و نسج بدن، به خصوص نسج چربی و مغز وجود دارد. بعداز نایتروجن، اکسیجن و کاربن دای اکساید در تولید عوارض بدن موثر اند. در حال عادی این گازها در مایعات بدن تابع قوانین کلی حل شدن گازات در مایعات میباشد. بطور اجمالی متناسب به فشار گاز بر سطح مایعات است. هر قدر فشار کمتر گردد مقدار گاز هم کاهش می یابد. گازات منحل در مایعات بصورت حباب های کوچک در مایعات و نسج های چربی و مغز داخل شده و باعث بروز عوارض خواهند شد که بنام ایروامبولیسم[72] یاد میشود. این عوارض

[72] **Aeroembolism**

بیشتر در اندام پیلوت ها هنگام پرواز در ارتفاعات بیشتر از 7000m احساس میشود. در این حالت بدن پیلوت کرختی و مور مور پیدا کرده و در یکی از اندام های بدن اش سوزش و خارش روی پوست بیشتر در مجاورت مفاصل حس میگردد.

- اثر عصبی:

با لرزه شدید و سر درد آغاز شده ممکن است باعث فلج یک عضو و یا قسمتی از آن گردد. بدنبال آن عرق فراوان، استفراغ، پائین آمدن نبض و فشار میگردد.

- چشم:

ساحه دید چشم تغییر خورده، آنچه که برایش قابل دید بود، غیر قابل دید میشود.

- گوش:

در حالت عادی فشار هر دو طرف پرده گوش یکسان است. اگر گوش به علت عفونت ملتهب گردد، این فشار تغییر کرده، فشار داخل گوش افزایش و پرده گوش تحت فشار بطرف خارج قرارمیگرد.

- دندان:

در دندان ها که پوسیده باشد حباب های هوا با گازهای ناشی از تخمرات در آن وجود داشته انسباط می نماید و انسباط گازها سبب بیدار شدن عفونت های خفته در دندان میگردد.

- معده:

انبساط گاز ها در معده باعث تورم شکم گردیده، فشار حاصل روی حجاب حاجز، اعضای موجود در قفسه سینه را تحت فشار قرار داده باعث مشکلات تنفس میشود.

- کم شدن نسبی اکسیجن هوا

همانطوریکه قبلاً تذکر گردید فیصدی اکسیجن در هوا تقریباً 20.96% میباشد. گرچه این فیصدی در ارتفاعات بلند هم صادق است. اما تقلیل فشار اکسیجن همزمان با کم شدن فشار هوا سبب پائین آمدن مقدار اکسیجن مورد استفاده بدن میگردد. عوارض ناشی از آن از قبیل بلند رفتن سرعت تنفس ،تسریع ضربان قلب وبلند رفتن فشار خون میباشد. مقدار کریوات سرخ خون، هموگلوبین و صفحات دمویه افزایش می یابد. در صورت کمبود اکسیجن در خون ضربان قلب و هضم غذا بطی و ترشح ادرار افزایش می یابد.

(8،13،14،15، 19)

مثال 1: 15 لیتر گاز ایدیال را از حرارت 27^0Cبه 273^0C میرسانیم اگر فشار گاز در تمام پروسه ثابت بماند ، حجم گاز چند می باشد ؟

حل: $V_1=15L$

$T_1=27\ ^0C= 300K$

$T_2= 273^0C=546K$

$P=Cont$

$V_2=?$

$V_1/V_2=T_1/T_2$

$V_2=V_1x\ T_2/T_1=15x546/300$

$V_2=27.3L$

مثال 2: مرکبی به کتله 0.896 گرام متشکل از اکسیجن ونایتروجن است . در حرارت 28^0C وفشار 730 mmHg دارای حجم $524cm^3$ میباشد . کتله مولی گاز چند است ؟

$m=0.896g$

$V=524cm^3 = 0.524m^3$

$96atm،P=730mmHg=0$

$T=28^0C=301K$

$\mu=?$

$PV=nRT$

$n=PV/RT = 0.896x0524/0.082x310$

$n= 0.0204mol$

$\mu=m/n$

$،896/0،\mu=0$

$020=44g/mol$

مثال3: ذخیره ای از گاز به حجم 5Lدارای فشار 9at میباشد . اگر این ذخیره را با ذخیرهٔ به حجم 10Lوفشار داخلی 6at وصل کنیم در درجه حرارت ثابت فشار مجموعی هر دو ذخیره چند است ؟

حل:

$P_A=9atm$

$P_B=6atm$

$V_A=5L$

$V_B=10L$

P=?

$P_A x V_A = P_A` V_A`$

$P_A` = P_A x V_A / V_A + V_B$

$P_A` = 9x5/5+10 = 3atm$

$P_B V_B = P_B` V_B`$

$P_A` = P_B V_B / V_A + V_B$

$P_B` = 6x10/5+10 = 4atm$

$P = P_A` + P_B`$

$P = 3+4 = 7atm$

مســـایـــل

1. اگر طول یک اتاق 12m، عرض آن 5m، ارتفاع آن 10m باشد. در فشار 600mmHg و درجه حرارت 27°C مطلوب است وزن اتمی CO_2, N_2, O_2 داخل اتاق در صورتیکه اکسیجن% 20 ، نایتروجن% 79.8 و کاربن دای اکساید داخل اتاق % 0.2باشد؟
2. تحت فشار 752mmHg و حرارت 23°C یک مقدار گاز ایدیال 280ml حجم دارد. در کدام درجه حرارت این گاز تحت فشار 1atm یک لیتر حجم خواهد داشت؟
3. 3.62g از یک نوع گاز ایدیال تحت فشار 2atm، و 10°C، 22.4L حجم دارد. به کدام فشار 0.436g از این گاز در حرارت 25°C ، 300ml حجم خواهد داشت؟

4. کثافت گاز کاربن مونو اکساید (CO) را به گرام فی لیتر محاسبه کنید در حالیکه فشار بالای آن 740mmHg و حرارت آن 15°C است؟
5. یک گاز ایدیال در حرارت 120°C و فشار 873mmHg دارای حجم 0.746L است. مطلوب است.

الف. مقدار گاز به مول فی لیتر

ب . تعداد مالیکول های گاز

6. تحت شرایط گازات ایدیال وزن 1.4L اکسیجن به حرارت 0°C و فشار 10mmHg مطلوب است؟
7. یک مخلوط گازات مشتمل است بر 0.15g هایدروجن ، 0.34g نایتروجن و 0.79g امونیا (NH_4). فشاریکه آنها جمعاً تولید می کنند 1atm است. اگر درجه حرارت 27°C باشد مطلوب است.

الف. فیصدی مول هر گاز

ب. فشار قسمی هر یک از گازات

ج. حجم عمومی آنها

8. سرعت مالیکول های گاز اکسیحن در 25°C مطلوب است؟
9. یک مول ایتر (ether) به 300°C حرارت 741ml حجم دارد. فشار بالای آن در این حال چند است؟ (به اساس تجربهٔ لابراتوری فشار P=48.4atm است. چرا جواب شما از این عدد فرق دارد؟
10. 0.942g نایتروجن ترای اکساید تحت فشار 753mmHg و 0°C ، 241ml حجم دارد. وزن مالیکولی آن چند است.

11. مقدار R (ثابت گازات) در سیستم SI چند است؟
12. مطلوب است کتله هوای اتاقی به ابعاد 4m ، 5m،10m در حرارت 5°C. اگر حرارت اتاق به 25°C برسد چه مقدار از کتله هوای اتاق خارج میشود. در صورتیکه فشار هوای اتاق ثابت بماند. کثافت هوا در حرارت 0°C،1.39g/L است؟
13. 10L گاز را از حرارت 27°C به 273°C میرسانیم. اگر فشار گاز ثابت بماند حجمش چقدر خواهد شد؟
14. حجم 2.2g گاز CO_2 را تحت فشار 1520mmHg و حرارت 227°C حساب کنید.

592 (L^2atm/mol^2) ،a= 3

b= 0.04267(L/mol)
b= 0.03183 (L/mol)

فصل هفتم

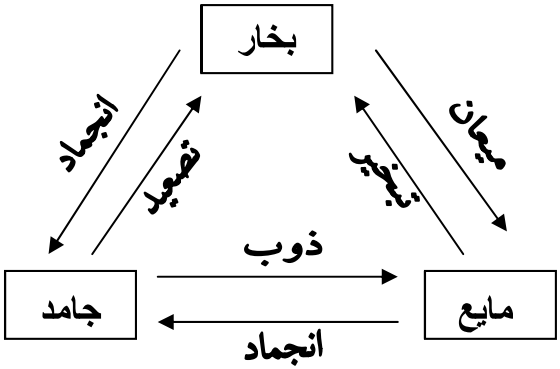
تاثیرات حرارت و حوادث حرارتی

7 ـ 1 تغییر حالت

حرارت ممکن است سبب تغییر وضع یک جسم جامد به مایع و مایع به گاز گردد. این تغییر وضع به دلیل افزایش حرکات مالیکول و تزئید فاصله بین مالیکول ها میباشد. مقدار قابل ملاحظه حرارت که برای ایجاد یک تغییر حالت فزیکی احتیاج میباشد، تغییر درجه حرارت نمیدهد.

برای توضیح حالت اجسام مبنی بر آنچه در بالا ذکر شد تعریفات ذیل اساس میباشد.

هنگامیکه مادۀ داخل یک جسم در تمام نقاط دارای یک ترکیب کیمیاوی و یک خواص فزیکی اند، جسم متجانس نامیده میشود، و یا گفته میشود که از یک فاز تشکیل شده است. یک جسم خالص میتواند در فاز جامد، مایع و گاز باشد. هر فاز در حدود معیین درجه حرارت و فشار اند . مثلاً: آب در فشار یک اتمسفیر بین صفر و 100 °C بصورت یک فاز مایع است. وقتی که یک جسم خالص از یک حالت فزیکی به حالت دیگر می آید گفته میشود که جسم تغییر حالت یا تغییر فاز نموده است. تغییر حالت اجسام شامل مراحل مختلف اند که طور جداگانه مطالعه میگردد شیمای آن در شکل (7 ـ 1) نشان داده شده است(4).



شکل (7-1) تغییر حالت اجسام در اثر تغییر درجهٔ حرارت

7 ـ 2 ذوبان و انجماد

ذوب: عبارت از تبدیل جسم جامد به مایع در اثر افزایش درجه حرارت میباشد که دو نوع اند.

- ذوب ساده: که مستقیماً از حالت جامد به مایع تبدیل میشود. مانند یخ.
- ذوب تدریجی: که در اینحالت جسم اولاً نرم شده بعد به تدریج شروع به ذوب شدن مینماید. مانند موم و روغن.

قوانین ذوب

هرگاه در ظرفیکه یک مقدار یخ است یک ترمامتر گذاشته شود و بعداً گرم گردد دیده میشود که اگر فشار 760mmHg باشد همینکه درجه حرارت به صفر میرسد، یخ شروع به ذوب شدن مینماید.

اگر گرم کردن ادامه یابد در تمام مدت ذوب درجه حرارت ثابت میماند تا اینکه تمام یخ ذوب گردد. پس معلوم میشود، حرارتی که جسم در هنگام ذوب اخذ

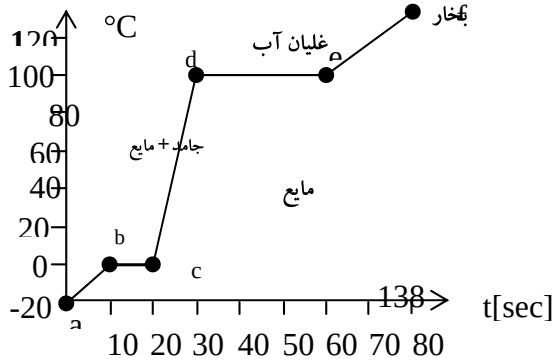
نموده صرف تبدیل جسم از حالت جامد به مایع شده است. برعلاوه آب همیشه در زیر یخ قرار میگیرد، یعنی ذوب با تغییر حجم همراه است. بناءً قوانین ذیل نتیجه میشود.

1-هرجسم در تحت فشار معیین بدرجه حرارت ثابت و معینی ذوب میشود، این درجه حرارت ثابت را نقطهٔ ذوب مینامند مثلاً یخ تحت فشار عادی همینکه درجه حرارت آن به 0^0C میرسد شروع به ذوب شدن می نماید.

2-در طول مدت ذوب درجه حرارت جسم ثابت باقیمانده تغییر نمی کند.

3-جسم جامد در اثنای ذوب شدن حرارت میگیرد. یعنی وقتیکه جسم جامد به نقطه ذوب میرسد، برای تغییر حالت یک مقدار حرارت میگیرد، بدون اینکه درجه حرارت اش تغییر کند. مثلاً یک گرام یخ 0^0C ، 80کالوری حرارت میگرد تا به آب صفر درجه ئی تبدیل شود.

4-تمام اجسام در موقع ذوب تغییر حجم میدهد و کثافت اش تغییر می کند.در گـــــراف (7 ـ 1) مرحله حرارت یخ را در مرحله های مختلف نشان میدهد. فرضاً یخ بدرجه حرارت ^0C 20- قراردارد با ازدیاد درجه حرارت به مراحل خط ab گراف یخ شکل جامد داشته و به 0^0C ذوبان شروع میشود. خط bc حالت ذوب را نشان میدهد.



شکل (7-1) گراف مراحل تغییر حالت یخ به بخار نظر به زمان

پس از صفر تا $100^0 C$ به شکل مایع است که خط cd حالت مایع را نشان میدهد. خط ed حالت غلیان و بالاخره خط ef تماماً آب به بخار تبدیل میگردد.

7 ـ 3 تبخیر[73]

تبخیر و حالت های مختلفه آن:

هرگاه در یک ظرف مقداری آب، الکهول و یا ایتر انداخته حرارت بدهیم دیده میشود که، مایع تدریجاً کم شده و پس از مدتی ناپدید میشود. در این عمل مایع به شکل جدید تبدیل شده در هوا منتشر گردیده. همین صورت جدید جسم را گاز مینامند، عمل تبدیل مایع به گاز را تبخیر میگویند. قبلاً ذکر شد که مالیکوهای هر جسم چه جامد و چه مایع حرکت حرارتی دارند. بعضی از این مالیکول ها ضمن حرکت از سطح جسم جدا میشوند(تبخیر سطحی) و آزادانه به هر طرف حرکت میکنند که همین عمل تبخیر است. واضح است هر قدر درجه حرارت جسم بالاتر و سطح آن بزرگتر باشد، جسم زودتر تبخیر میشود. از طرف دیگر بعضی مالیکول های که فرار کرده اند در اثر برخوردها با مالیکول های دیگر گاز و بخار اطراف دوباره وارد جسم میشوند. پس همیشه عده ای از

[73] **Vaporization**

مالیکول ها فرار میکنند و عده ای برمیگردند. هر قدر که جسم تبخیر میشود تعداد مالیکول های بخار در نزدیکی های سطح جسم زیاد گردیده و در نتیجه تعداد عده ای آنهائیکه بر میگردند نیز افزایش یافته به حالتی میرسد که تعداد هر دو با هم مساوی میشوند. از این بعد تبخیر ظاهراً متوقف میگردد (نه بخار میشود نه جسم جامد یا مایع کمتر). این نوع بخار، بخار مشبوع نامیده میشود.

بناءً تبخیر در حالات ذیل مورد مطالعه قرار داده میشود.(15.11.1)

- تبخیر درخلا

هر مایع در خلا تبخیر میشود و تبخیر در خلا آنی است. چون تبخیر در خلا به سرعت انجام میشود، موقعیکه فضا از بخار مشبوع شد (مایع و گاز در مجاورت یکدیگر بحال تعادل میآیند)، ظاهراً تبخیر پایان می یابد و فشار بخار مشبوع را فشار اعظمی بخار در همان درجه حرارت گویند.

- تبخیر در مجاورات یک گاز

تبخیر یک مایع در مجاورت یک گاز به تدریج صورت میگردد و در یک درجه حرارت معیین فشار اعظمی بخار اشباع شده یک مایع در یک گاز مساوی به فشار اعظمی بخار اشباع شده همان مایع در خلا است.

- تبخیر سطحی

اگر یک ظرف آب در اتاق گذاشته شود مشاهده میشود که بتدریج آب تبخیر شده سطح آن در ظرف پایین می آید. میدانیم که آب دریا و بحرها مرتباً بخار میشوند، این نوع تبخیر را که در اثر خارج شدن مالیکول ها از

سطح آزاد مایع صورت میگردد تبخیر سطحی مینامند. تبخیر سطحی وابسته به عوامل زیر اند:

- وسعت سطح آزاد مایع

هر قدر سطح آزاد مایع بزرگتر باشد، تبخیر سریع تر صورت میگردد. چنانچه اگر مقدار معیین آب در بشقاب مقابل شعاع آفتاب گذاشته شود، آب بشقاب زودتر بخار میگردد نسبت به اینکه در داخل گیلاس با سطح آزاد کمتر باشد.

- افزایش درجه حرارت

سرعت تبخیر سطحی در اثر تزئید درجه حرارت زیادتر میگردد. چنانچه اگر دو پارچه مرطوب هم جنس یکی به مقابل آفتاب و دیگری در سایه گذاشته شود. پارچه ایکه در مقابل شعاع آفتاب قرار دارد سریع تر خشک میشود.

- اثر رطوبت

هر قدر در فضای خارج بخار مایع کمتر باشد (رطوبت کم باشد) تبخیر مایع سریعتر انجام میگردد. اگر فشار بخار آب در هوا اعظمی باشد(هوای اشباع شده از رطوبت) دیگر آب تبخیر نمیشود، به همین دلیل است که عرق بدن در هوای مرطوب خشک نمیشود.

- اثر جریان هوا

جریان هوا، مالیکول های بخار را از سطح مایع دور می کند و باعث میشود که مالیکول های بعدی آزادانه از مایع خارج شوند. چنانچه پارچه تر در مقابل باد زود خشک میشود.

- اثر فشار هوا: هر قدر فشار هوا کمتر باشد مالیکول های مایع آسان تر میتواند از مایع خارج شوند.
- اثر جنس

سرعت تبخیر سطحی در مایعات مختلف، مختلف اند. چنانچه ایتر سریع تر از الکهول و الکهول سریعتر از آب بخار میشوند.

7 ـ 4 اثرات تبخیر بر بدن انسان

باید دانست که تبخیر ایجاد سردی می نماید. علت این سردی آن است که جسم هنگام تبخیر مقدار حرارت از اجسام مجاور خود میگیرد(حرارت تبخیر)، چنانچه پس از غسل کردن در جریان هوا و از تبخیر عرق بدن در تابستان احساس سردی میشود. هم چنین در اثر آب پاشی هوا معتدل میشود. دلیل آن است که تبخیر آب حرارت را از فضای اطراف خود جذب می کند و درجه حرارت پایین می آید. تبخیر آب یکی از عوامل بزرگ کنترول حرارت بدن انسان ها و حیوانات میباشد.

هرگاه یک کیلو کالوری حرارت ذریعه یک لیتر آب جذب شود، درجه حرارت آن یک درجه سانتی گراد بالا میرود. اگر دو گرام این آب بخار شود، درجه حرارت باقیمانده 998 گرام را به حرارت اولی اش پائین می آورد. هر

گاه یک گرام آب بخار شود 574 کالوری حرارت را جذب میکند. انسان ها به این طریق حرارت وجود خود را کنترول مینماید.

وقتیکه یک شخص مریض تب داشته و عرق کند، چون عرق از جلد انسان بخار میشود و حرارت را با خود میگیرد، لذا حرارت بدن انسان پایین می آید و در نتیجه تب مریض کم میشود.

انسان ها میتوانند بصورت مصنوعی حرارت بدن یک شخص تب دار را کم نماید، مثالاً اگر دستمال را مرطوب ساخته و بالای جلد مریض هموار شود، چون از سطح دستمال آب بخار میشود، حرارت بدن را جذب نموده تب مریض پایین میشود. هم چنان اگر یک طفل استفراغ کند و یا اسهال داشته باشد، چون در اثر اسهال و استفراغ طفل آب ضایع می کند، تبخیر آب از جلد طفل کم شده در نتیجه درجه حرارت بدن طفل بالا میرود اگر به طفل آب از طریق زرق تحت جلدی داده شود تب طفل از بین میرود.

7 ـ 5 غلیان یا جوش

در بین ظرفی کمی آب ریخته آن را حرارت میدهیم. با گذاشتن یک ترمامتر در ظرف مشاهده میشود که درجه حرارت بتدریج بالا میرود و ضمناً مقداری از آب به بخار تبدیل میگردد. وقتیکه ترمامتر $100^{\circ}C$ را نشان بدهد در این موقع حباب هائیکه قبلاً به جدار داخلی ظرف چسپیده بود با فشار بطرف بالا می آیند و به سطح مایع رسیده بالاخره وارد هوا میشوند. در این مرحله گفته میشود که

آب شروع به غلیان کرده است. بنابر این غلیان عبارت از تبخیر سریع یک مایع است که توسط حرارت صورت میگیرد.

1ـ قوانین غلیان

قوانین غلیان عبارتند از،

- هر مایع در تحت فشار معیین همیشه به یک درجه حرارت معیین و ثابت شروع به غلیان میکند که آن را نقطه غلیان می نامند. اگر مایع خالص نباشد در اینصورت درجه حرارت غلیان آن تغییر کرده و مربوط به غلظت مخلوط است.
- در تحت فشار ثابت در طول مدت جوشیدن درجه حرارت ثابت مانده تغییر نمیکند. شدت و کاهش گرم کردن تنها در سرعت تبخیر موثر است.
- یک مایع به درجه حرارتی بجوش می آید که فشار اعظمی بخارش در همان درجه حرارت با فشاریکه از خارج به مایع وارد میشود مساوی باشد. مثلاًفشاراعظمی بخار آب در $760mmHg,100°C$ است. بنابر این آب در فشار $760mmHg$به $100°C$ شروع به غلیان می کند.
- کم شدن فشار، نقطه غلیان را پایین می آورد. مثلاً: در بین یک فلاسک شیشه ای یک مقدار آب انداخته آن را به جوش آرید. بعداً دهن آن را مسدود کرده و درظرفی آن را سرچپه قرار دهید، اگر آب سرد بالای فلاسک بریزید، آب بداخل فلاسک دوباره به غلیان شروع میکند، زیرا در اثر سرد ساختن فلاسک بخار آب بداخل بالون متراکم شده و در

نتیجه فشار داخل فلاسک کم میشود، چون فشار کم شده نقطه غلیان پایین آمده بنابرین به درجه حرارت کمتر از 100°C که در فلاسک برقرار است آب توانسته غلیان نماید.

- ازدیاد فشار، نقطه غلیان را بالا میبرد. مثلاً: آب تحت فشار 660mmHg در 96°C و تحت فشار 760mmHg به 100°C شروع به غلیان می نماید.
- در صنعت از این خاصیت برای ساختن دیگ های بخار استفاده می کنند.
- تقریبا هر 27mmHg تنزیل فشار هوا، نقطه غلیان آب را یکدرجه پایین می آورد.

2 ـ عوامل تأخیر درجه حرارت غلیان

عواملیکه سبب تاخیر درجه حرارت غلیان میشوند عبارتند از،

- عمق مایع: برای اینکه یک حباب بخار بتواند از قعر ظرف به سطح مایع برسد باید فشار از مجموع فشار اتمسفیر و فشار مایع که بروی آن قرار دارد زیادتر باشد. بنابرین عمق مایع سبب ازدیاد نقطه غلیان میشود. مثلاً آب به ضخامت 37cm به 103°C می جوشد.
- حباب های گاز بداخل مایع

اگر آب را بجوشانیم و بگذاریم سرد شود و تکرار آن را بخواهیم بجوشانیم دیرتر بجوش می آید زیرا در اثر حرارت حباب های گاز به سطح مایع انتقال کرده یک مقدار حرارت را از دست میدهد.

- اثر مواد محلول در آب:

فشار بخار آب در اثر افزایش نمک پایین آمده نقطه جوش بالا میرود. مثلاً آب دریا در $103°C$ و آبیکه مقدار نمک بیشتر داشته میباشد در $108°C$ بجوش می آید.

اما بخارات آبی که از هرنوع آب خارج میشود درجه حرارت اش $100°C$ میباشد. بنابرین در تعیین درجه حرارت نباید ترماتر را در مایع فرو برد، بلکه باید در بخاریکه از آن حاصل میشود قرار داد.

7 ـ 6 نقط میعان[74]

قبلا ذکر شد که برای تبخیر مایع باید آن را حرارت داده یا فشاری را که آن مایع متحمل میشود کم کرد. از اینجا میتوان گفت که برای عملیه معکوس یعنی میعان یک گاز باید آن گاز را سرد کرد و یا آن را متراکم نمود. لذا میعان عبارت از تبدیل بخاربه مایع است. باید دانست که مایع کردن تمام گازات مانند بخار آب آسان و در هر درجه حرارت امکان پذیر نیست. برای هر گاز درجه حرارت معینی وجود دارد که در درجه های پایین تر از آن در اثر ازدیاد فشار میتوان گاز را به مایع تبدیل کرد. این درجه حرارت را درجه حرارت بحرانی گازمینامند. میعان گاز به سه طریق ذیل صورت میگیرد.

- میعان به وسیله نقصان درجه حرارت

[74] **Condenastion**

این طریقه را میتوان در عمل تقطیر مایعات مشاهده نمود. تقطیر عبارت از تبخیر یک مایع و متراکم ساختن بخار حاصله آن است.

- میعان توسط افزایش فشار:

هرگاه درجه حرارت گازی پایین تر از نقطه بحرانی آن باشد میتوان گاز را در اثر فشار به مایع تبدیل کرد.

- میعان به وسیله تنقیص درجه حرارت و افزایش فشار:

در این حالت هردو طریقه فوق به کار میرود، یعنی ابتدأگاز سرد ساخته میشود تا درجه حرارت آن حد اکثر درجه حرارت بحرانی[75] باشد، بعد با ازدیاد فشار گاز را مایع مینمایند. (25.13.11.8)

7 ـ 7 تسریع فعالیت کیمیاوی

مطابق نظریه وانت هوف[76]، هر تعامل کیمیاوی که با حرارت تسریع گردد به وسیله افزایش درجه حرارت تسریع میگردد.

حرارت باعث تضعیف رابطه الکترونی و پارچه شدن اتم میشود. این حالت زمینه اتحاد آن را با اتمهای دیگر مساعد میگرداند.همچنان در تعاملات کیمیاوی حرارت تولید میگردد و باختن حرارت هم در یک تعامل کیمیاوی که باعث تغییر تعاملات کیمیاوی میگردد صورت میگیرد.

[75]- درجه حرارت بحرانی درجه حرارتیست که بالاتر ازآن درجه نمیتوان گاز رابمایع تبدیل نمود .

[76] **Van`t Hoff**

7 ـ 8 ایجاد تفاوت پوتنسیل

هرگاه دو فلز باهم وصل شوند و محل اتصال شان حرارت داده شود، تفاوت پوتنسیل بین دو انجام سیم بوجود می آید. که این حادثه در فصل 2 مفصل توضیح گردیده است.

7 ـ 9 تولید امواج الکترومقناطیسی

هنگامیکه یک جسم گرم میشود افزایش اهتزاز مالیکول ها باعث انتقال الکترون ها از یک مدار به مدار دیگر میگردد، و با بازگشت الکترون بمدار اصلی انرژی آزاد شده و امواج الکترو مقناطیسی تولید میگردد.

7 ـ 10 کاهش لزوجیت مایعات

بدلیل موجودیت اصطکاک بین قشرهای مختلف مایعات، هنگام حرکت این قشر ها نسبت به یکدیگر، لزوجیت های مختلفی را دارا میباشد. بناءً حرارت این اثر را کم کرده باعث میشود تا مایع لزوجیت کمتری داشته باشد. یعنی افزایش درجه حرارت باعث تنقیص لزوجیت مایعات میگردد.

7 ـ 11 نشر ترمویونیک

تحریک مالیکول ها ناشی از افزایش حرارت باعث بر انگیختگی و آشفتگی الکترون ها شده و بعضی از آنها ممکن است از سطح جسم جدا گردند و یک ابر متحرک و پیوسته در اطراف جسم تشکیل نماید این پدیده را نشر

ترمویونیک مینامند. بطور کلی انتشار الکترون ها از بعضی مواد به سهولت بیشتری انجام میگیرد. همچنان سطوح منحنی نسبت به یک سطح مستوی سهل تر این عمل را انجام میدهند، زیرا دارای اتمهای سطحی بیشتری میباشند. این انتشار در خلا بسیار آسان تر است. زیرا هیچ فشاری که مانع حرکت الکترون ها شود وجود ندارد. ازین پدیده در والهای ترمویونیک که الکترون ها از یک فلمنت داغ منتشر میگردد استفاده میشود.

7 ـ 12 اثرات حرارتی شعاع

امواج الکترومقناطیسی که با طول موجهای 4000000A° تا 7700A° میباشند از هر جسم داغ منتشر میگردند. هر قدر حرارت بیشتر گردد طول موج شعاعات منتشر کوتاه تر است. تابش اینگونه شعاع در بدن اثرات مختلف دارد، به خصوص شعاع مادون قرمز که پس از جذب تولید حرارت مینماید. منابع مختلف تولید شعاع از قبیل آفتاب، گاز، ذغال، منابع برقی، انواع جنراتورها و غیره میباشد. هنگامیکه اشعه مادون قرمز در قسمتی از بدن جذب میشود، در آن ناحیه حرارت تولید میگردد که نظر به طول موج در قسمت های مختلف تحت جلد نفوذ مینماید. اگر طول موج بزرگ باشد بوسیله قسمت های سطحی بدن (اپیدرم) جذب میگردد.

منابع که شعاع مرئی و ماورأی بنفش تولید مینماید در هنگام جذب باعث فعل و انفعالات کیمیاوی در بدن میگردد اثرات تحریک کننده دارد. تابش هرگونه

منابع تولید شعاع منجر به تولید حرارت در انساج سطحی گردیده به انساج عمیق انتقال مینماید. خطرات که از اثر تابش بر بدن انسان وارد میگردد عبارتند از:

- کانگرین: خطری است ناشی از بکار بردن امواج مادون قرمز در مورد نواحی که ضایعات خون رسانی شریانی اند مشابه خطراتی حاصل از دیاترمی موج کوتاه میباشند.
- سردرد: به تعقیب تابش شعاع مادون قرمز اگر تعرق صورت نگرفته باشد و یا در صورت انجام درمان در هوای گرم، سردردی وجود دارد. بمنظور بالا بردن تعرق به مریضان مقدار زیادی مایعات نوشانده و در هنگامی که هوا خیلی گرم باشد بهتر است که تداوی توسط اشعه مادون قرمز را متوقف نمود. تابش ناحیه پشت سر نیز ممکن است منجر به سردردی گردد و باید این قسمت بوسیله سایه بان محافظت گردد.
- ضعف و سستی: ادامه تابش همراه با سقوط فشار خون میباشد که ممکن است به یک سستی ناشی از کم خونی مغز منجر گردد. این حالت بخصوص هنگامی که مریض پس از یک مدت طولانی از وضعیت خمیده ناگهان ایستاده شود بوجود می آید.
- آسیب به چشمان: تابش اشعه مادون قرمز ممکن است زمینه را برای ایجاد آب مروارید مساعد کند.(1، 5، 13)

13 ـ 7 اثرات فزیولوژیکی حرارت

همانطوریکه در بخش تاثیرات حرارتی شعاع تذکر داده شد در قسمتی از بدن که شعاع می تابد جذب انساج گردیده حرارت تولید مینماید. تابش از هرگونه منابعی که باشد منجر به تولید حرارت در انساج سطحی بدن گردیده و از طریقه های مختلف به انساج عمیق انتقال می یابد که باعث اثرات ذیل میشود.

- افزایش میتابولزم

هر تغییر کیمیاوی که حرارت باعث تسریع آن گردد با بالا رفتن درجه حرارت تسریع میگردد. افزایش میتابولیزم احتیاج بیشتر به آکسیجن و مواد غذایی و بالا رفتن میزان دفع مواد اضافی شامل میتابولست ها میباشد.

انبساط عروق

انبساطی که در عروق شعریه و شریان های انساج سطحی وجود دارد ناشی از اثر مستقیم حرارت، تاثیر عمل میتابولست ها و حتی در صورت ملایم بودن حرارت، مربوط به تحریک نهایات اعصاب حسی سطحی میباشد که سبب انبساط عروق ریفلکسی میگردد.

با توجه به تشدید جریان خون به طرف انساج های سطحی، افزایش در انتقال اکسیجن و مواد غذایی ایجاد شده و مواد اضافی نیز سریع تر انتقال میگردد. انچه قابل تصور است انبساط مشابهی در رگهای نواحی عمیق ترکه همواره با افزایش جریان خون در اینگونه انساج میباشد. ولی این احتمال وجود دارد که انبساط عروق سطحی با انقباض عروق قسمت های عمیق تر و با کاهش میزان حجم خون در این انساج همراه باشد. انبساط عروق سطحی باعث ایجاد سرخی پوست گردیده که بر عکس سرخی پوست حاصل از تابش اشعه ماورأی بنفش به

محض گرم شدن هر ناحیه اشکار شده و خیلی زود پس از قطع تابش شروع به محو شدن می کند و ممکن است لکه لکه باشد.

- پیگمانتاسیون

این مساله در اثر تکرار تابش امواج مادون قرمز بوجود می آید که به صورت دانه ـ دانه ظاهر گشته و ممکن است در ساق پای افرادی که از روی عادت نزدیک آتش می نشیند مشاهده شود. این پیگمانتاسیون با نوع حاصل از امواج ماورأی بنفش تفاوت می کند و ناشی از خرابی کریوات سرخ خون میباشد.

- اثر روی اعصاب

به نظر میرسد که حرارت نارمل سبب اضطراب نشده و یک اثر تسکینی روی نهایت اعصاب حسی دارد، و در صورت شدید دارای اثر تحریکی میباشد. این اثر تحریکی بیشتر مربوط به منبع حرارت (تابش) است.

- ـ اثر بالای انساج عضلاتی

افزایش درجه حرارت به استراحت عضله کمک کرده و فعالیت آن را افزایش میدهد. رشته های عضلاتی با سرعت بیشتر انقباض و انبساط پیدا کرده و استراحت انتاگونست (عضلاتی که مخالف یکدیگر کار می کنند) امکان فعالیت آزادانه تری را به عضلات اولیه میدهد.

- ـ خراب شدن انساج

این اثر ممکن است به دلیل حرارت زیاد اتفاق افتد.

- ـ افزایش عمومی درجه حرارت

این عمل ممکن است در صورت ادامه دادن و طولانی شدن تداوی تا حد یک درجه سانتی گراد رخ دهد. خون موجود در عروق سطحی گرم شده سپس از سایر انساج بدن عبور کرده در نتیجه منجر به یک افزایش عمومی درجه حرارت میگردد. در اثر این عمل ممکن است یک انبساط عمومی عروق سطحی ناشی از تاثر خون گرم شده روی مراکز تنظیم درجه حرارت بدن بوجود آید.

- کاهش فشار خون

هرگاه یک انبساط عروقی عمومی وجود داشته باشد، مقاومت محیطی کاهش یافته منجر به پایین آمدن فشار خون میگردد. حرارت سبب کاهش لزوجیت خون شده که این امر منجر به کاهش فشار خون میگردد.

- افزایش فعالیت غده مترشحه عرق

در نتیجه اثر حرارت بر روی نهایات اعصاب حتی، تحریکی انعکاسی بالای غده مترشحه عرق در ناحیه تابش بوجود می آید. طوریکه خون گرم شده در تمام بدن به گردش آمده بالای مرکز تنظیم حرارت بدن اثر کرده و در نتیجه یک افزایش فعالیت غده مترشحه عرق در تمام بدن مشاهده میگردد. این تعریق عمومی همراه با افزایش طرح مواد اضافی است.

7 ـ 14 حرارت زده گی[77]

حداکثر حرارت که بدن میتواند تحمل کند تقریباً بستگی کامل به خشک بودن پوست یا مرطوب بودن هوا دارد. هرگاه هوا کاملاً خشک باشد و جریان کافی

[77] - **Heat Stroke**

هوا برای تبخیر سریع عرق از سطح بدن وجود داشته باشد، انسان میتواند درجه حرارت $55^0C(130^0F)$ را برای چند ساعت بدون بروز اثرات نامطلوب تحمل کند. از طرف دیگر هرگاه هوا 100 فیصد از بخار آب اشباع باشد و تبخیر نتواند انجام شود و یا هرگاه بدن در آب باشد در صورتیکه درجه حرارت محیط در حدود 35^0C بالاتر باشد، حرارت شروع به بالا رفتن مینماید. اگر شخص کار عضلاتی سنگین انجام دهد این درجه حرارت بحرانی به 32^0C تا 30^0C سقوط می نماید. هنگامیکه درجه حرارت بدن یکدرجه از حرارت بحرانی بالا رفته وارد محدوده41.1 تا 42.2^0C میشود شخص در معرض حرارت زده گی قرار میگیرد.

شخص به گرما هم عادت کرده میتواند مثالهای زیادی چون عادت دادن سربازان برای انجام وظیفه در مناطق استوائی، عادت دادن کارگران برای انجام وظیفه در معادن طلادر افریقای جنوبی که در حدود 35km عمیق است و درجه حرارت محیط نزدیک به درجه حرارت بدن شخص میشود و میزان رطوبت هم 100% است.

قرار گرفتن شخص در حرارت برای چندین ساعت و غیره مهمترین تغییرات فزیولوژیک را که در جریان عادت کردن بوجود می آید عبارتند از افزایش حد اکثر درجه سرعت تعریق که در جریان عادت کردن بوجود می آید عبارتند از افزایش حد اکثر درجه سرعت تعریق و گاهی تابیش از دو برابر افزایش پلازما و کاهش دفع نمک در عرق و ادرار...

7 ـ 15 سرما زده گی

شخصیکه برای 20 تا 30 ثانیه در آب یخ قرار گیرد معمولاً به علت توقف قلب میمیرد.مگر اینکه عاجل تداوی شود. در اینحالت درجه حرارت داخلی بدن در حدود 25^0C میرسد. هنگامیکه درجه حرارت بدن به کمتر از 29.50^0C میرسد، توانایی هایپوتلموس برای تنظیم درجه حرارت بدن کاملاً از بین میرود. وقتی درجه حرارت بدن از حدود 34.50^0C کمتر شد توانایی هایپوتلموس برای تنظیم درجه حرارت شدیداً مختل میشود . میکانیزم های کنترول حرارت سیستم عصبی تضعیف گردیده و از بروز لرزیدن جلوگیری می کند.

هنگامیکه بدن انسان در معرض درجه حرارت های پایین قرار میگیرد قسمت های از سطح بدن ممکن است عملاً یخ بزنند. این عملیه را سرمازده گی میگویند. سرمازده گی بیشتر در نرمه گوش، انگشتان دست و پا بوجود می آید. آسیب های سرمازده گی ممکن است درگردش خونی و انساج موضعی بوجود آید. اغلباً بعداز آب شدن یخ ها کانگرین بوجود می آید و نواحی یخ زده از بین میرود (5، 14 و 17)

مســـایل

1ـ ظرفی به طول 300Cm،عرض150Cm و ارتفاع3Cm پر از آب 0^0C است. اگر این ظرف در اثر سرد شدن به یخ $-10^{\theta}C$ تبدیل شود ، در اثر این

تغییر حالت و درجه حرارت، چقدر حرارت از دست میدهد؟ هر سانتی متر مکعب آب، یک گرام کتله دارد و حرارت مخفی ذوب یخ , 800Cal/g و مخصوصه آن $0.5Cal/g.^0C$ است.

2ـ یک قطعه آهن به کتله 200g و درجه حرارت 80^0C را در ظرفی که دارای 1000g آب $0^\theta C$ است قرار میدهیم. حداقل کتله یخ $0^\theta C$ را بیابید که اگر در ظرف آب قرار دهیم درجه حرارت $0^\theta C$ تغییر نکند؟

ظرفیت حرارت مخصوصه آهن $0.112Cal/g^\theta C$ است.

3ـ یک گرام بخار آب $100^\theta C$ را در کالوری متریکه حاوی 100g یخ $0^\theta C$ است وارد میکنیم. چه مقدار از یخ ذوب میگردد؟

4ـ منقل برقی به مدت 20 دقیقه، مقدار معینی از یک مایع را از درجه حرارت $0^\theta C$ به $100^\theta C$ میرساند. اگر این منقل به همان اندازهً حرارت دهی، تمام مایع را از درجه حرارت $100^\theta C$ تبخیر کند، حرارت تبخیر چند است؟ ظرفیت حرارت مخصوصه مایع $0.5Cal/g^\theta C$ است.

5ـ چه مقدار حرارت لازم است تا یک کیلو گرام یخ $-20^\theta C$ را به بخار آب $100^\theta C$ برساند؟

ظرفیت حرارت مخصوصه یخ $0.5Cal/g^\theta C$، حرارت مخفی ذوب یخ 80Cal/g و حرارت مخفی تبخیر آب 540Cal/g است.

6ـ 30 گرام آبیکه درجه حرارت آن $40^\theta C$ است با 30 گرام یخ $0^\theta C$ مخلوط شده است معلوم کنید که پس از ایجاد تعادل چه مقدار یخ باقی می ماند؟

7ـ یک لیتر آب $30^{\theta}C$ با یک مقدار یخ $0^{\theta}C$ مخلوط شده است. اگر حرارت ذوب یخ 80Cal و درجه حرارت تعادل $80^{\theta}C$ باشد. مقدار یخ چند است؟

8ـ چند گرام آب $36^{\theta}C$ با 34گرام یخ $0^{\theta}C$ مخلوط گردد تا تمام یخ ذوب شود؟ (حرارت ذوب یخ 80Cal است).

9ـ 500 گرام آب که درجه حرارت آن $40^{\theta}C$ است با 125 گرام یخ $0^{\theta}C$ مخلوط میشود. درجه حرارت تعادل $16^{\theta}C$ میباشد. حرارت ذوبان یخ چند است؟

10ـ چه مقدار حرارت لازم است تا 500 گرام آب $0^{\theta}C$ به بخار آب $100^{\theta}C$ تبدیل گردد و هم برای تبدیل کردن 500 گرام یخ $0^{\theta}C$ به بخار آب $100^{\theta}C$ چه مقدار حرارت لازم است؟

(حرارت تبخیر آب 540Cal و حرارت ذوبان یخ 80Cal است).

11ـ با استفاده از یک آبگرمی برقی در مدت 15 دقیقه مقدار معین آب از $0^{\theta}C$ به جوش میرسد. اگر با همین منبع مدت یک ساعت و بیست دقیقه دیگر برای تبخیر آن لازم باشد، حرارت مخفی تبخیر آب چند است؟

فصل هشتم

قوانین ترمو دینامیک

8-1 تعریف تر مودینامیک

ترمو دینامیک شاخه ای از علم فزیک است که مطالعه تأثیر متقابل حرارت و کاررا دریک سیستم با محیط ماحول اش می باشد (9) . یا به عبارت دیگر علمیست که از روابط میان حوادث حرارتی وحوادث میخانیکی بحث میکند.

همچنان گفته میتوانیم که ترمودینامیک از برقراری روابط کمی ومقداری حرارت واشکال انرژی، بخصوص انرژی میخانیکی بحث می نماید. (11-12-23)

اگر یک دستگاه یا سیستم کار انجام دهد، انرژی آن کم میشود و انرژی محیط افزایش می یابد. در چنین حالتی انرژی از دستگاه به محیط ماحول منتقل می شود.

تغییرات انرژی مساوی است به مقدار حرارتی که به دستگاه، داده میشود.

اینگونه تغییرات به اساس قوانین ترمودینامیک توضیح میگردد(4).

(8-2) اصطلاحات ترمودینامیکی

در توضیح پدیده های ترمودینامیکی اصطلاحات ذیل شامل است.

1- سیستم

سیستم به یک مقدار مشخص ماده اطلاق میشود که توسط یک سطح حدی محدودشده باشد. یا به عبارت دیگر جسم ویا مجموعه اجسامی با کتله معیین ومحدود دریک محیط یا فضا بنام سیستم یاد میگردد (16،9). همچنان اجسامی که بصورت حقیقی وذهنی ازمحیط ماحول جدا ومشخص باشد سیستم نامید ه میشود(17).

در بسیاری از مسایل ترمودینامیکی بیان سیستم ومحیط، مقدارماده وانرژی از سطح حدی داخل سیستم میشود ویا از آن خارج میگردد،بناءً در ترمودینامیک این اصطلاحات شامل است:

- عملیه ایزوترمل(Isothermal process)

عملیه ایست که درآن مدت درجه حرارت ثابت باشد . مانند تغییر حالت یک جسم از حالت مایع به جامد ویا از حالت مایع به بخار.

- عملیه ادیا باتیک (Adiabatic process)

عملیه ایست که درآن سیستم با محیط خارج هیچگونه تبادل حرارتی ندارد، مانند انبساط وتراکم گاز در داخل استوانه ایکه پستون وجدار آن از عایق پوشیده باشد.

- عملیه ایزوبار (Isobar process)

عملیه است که درآن مدت فشار ثابت باقی میماند . مثلاً یک مقدار گاز که در تحت فشار ثابت درجه حرارت وحجم آن افزایش یابد.

- عملیه ایزوکور(Isometric process)

عملیه ایست که درآن مدت حجم ثابت باشد . مثلاً دربین استوانه اگر گاز حرارت داده شود در صورتیکه حجم آن ثابت بماند ، فشار افزایش می یابد.

- عملیه پولی تراپیک (polytropic process)

عملیه است که درآن مدت تمام خواص گاز تغییر کند. (9.13.34)

3-8 تحول یا انتقال

زمانیکه متغییر های ترمودینامیکی یک سیستم تغییر کند گفته میشود، که سیستم در حال تحول یا انتقال است. عملیه تحول سه نوع است.

1- تحول رجعی **(**Reversible)

تمام حوادث میخانیکی، برقی ومقناطیسی که درآن ها بصورت ایدیال اختلاف درجه حرارت ظاهر نگردد ، حوادث رجعی نامیده می شود. بدین معنی که اینگونه حرارت خود بخودی بدون تاثیر کدام قوه خارجی مسیر اولی خود را معکوساً پیموده وبه حالت اولی خود برگشته می تواند (13-9)

سیستم های زیردر توضیح پدیده های ترمودینامیکی بکار برده میشود.

الف : سیستم بسته

سیستم های که به محیط خارج هیچگونه تبادله ماده وانرژی نداشته باشد سیستم بسته نامیده میشود.

ب: سیستم ترمودینامیکی مجزا (عایق)

در صورتیکه بین سیستم ومحیط هیچگونه تبادله ماده وانرژی امکان پذیر نباشد وکاملاً از محیط ماحول جدا باشد بنام سیستم تر مودینامیکی مجزا (عایق) یاد میگردد.

در سیستم های مجزا هیچگونه کار انجام نمی شود.

ج - سیستم باز

سیستم های که با محیط خارج (ماحول) تبادله ماده وانرژی داشته باشد بنام سیستم باز یاد میشود (23،13) .

2- حالت سیستم

حالت سیستم عبارت از وضع وچگونگی سیستم است که تا اندازه ای به طبیعت آن بستگی داشته ودریک لحظه معیین خواص آن سیستم مشخص شده میتواند. مثلاً حالت یک مقدار گاز دراستوانه را میتوان با تعیین فشار ، حجم ، درجه حرارت وزن مخصوصه وکتله آن مشخص کرد ولی برای تشخیص حالت بعضی سیستم های دیگر ممکن لازم شود که مقادیر کمیت های دیگر فزیکی مانند مقاومت برقی ، چارچ برقی ، غلظت ، ضریب انکسار ، لزوجیت ، ضریب دی الکتریک وغیره را مشخص ومعلوم نمایم . کمیاتیکه مقدار آن وسیله تشخیض حالت یک سیستم میشود بنام متغییر های تر مودینامیکی سیستم یاد میشود. (13،9و16)

3- تعادل ترمودینامیکی

اگر حالت ترمودینامیکی یک سیستم نظر به زمان تغییر نه نماید در ینصورت گفته میشود که سیسستم درحالت تعادل ترمودینامیکی قرار دارد . دریک

سیستم در حالت تعادل ترمودینامیکی مقادیر کمیات در تمام نقاط آن یک چیز میباشد. اگر سیستم متجانس نباشد ، مثلاً سیستمی شامل بخار ومایع آن، این سیستم زمانی در حال تعادل می آید که فشار ودرجه حرارت تمام سیستم یکسان بوده کثافت مایع در تمام نقاط مایع وکثافت بخار در تمام قسمت بخار یکسان باشد.

4- فاز (phase)

اگر یک سیستم متجانس درحال توازن باشد درینصورت گفته میشودکه کمیات فزیکی سیستم درتمام نقاط یکسان است . چنین سیستم متجانس شامل یک فاز است . فاز مجموع از یک قسمت متجانس یک سیستم است که دارای خواص یکسان بوده ودر یک سطح جدایی قرار میگیرد. بطور مثال آب مایع دارای یک فاز است . همچنان سیستم بسته ای آب مایع وبخار آن که درحال تعادل باشد وحالت آن نظر به زمان تغییر نه نماید، چون سیستم متجانس نیست زیرا بخارآب نسبت آب مایع دارای کثافت یکسان نمی باشد بناً سیستم شامل دوفاز میباشد.

5- عملیه (process)

تعادل یک سیستم ترمودینامیکی را زمانی میتوان تغییردادکه از خارج به آن سیستم کدام انرژی وارد شود. مثلاً قوه خارجی سبب تغییر حجم وفشار گردد ویا از سطح حدی به سیستم انرژی افزودیا کاهش داده شود. چنین حادثه وعملی که بتواند باعث تغییرحالت سیستم شود پروسس یا عملیه نامیده می شود . به عبارت دیگر عملیه یا پروسس عبارت از تغییراتی است که در

سیستم مد نظر گرفته میشود. ویا طریقه ایکه توسط آن در مسیر تغییر حالت توضیح میگردد بنام عملیه یاد میشود. مانند دادن وگرفتن حرارت ، دادن وگرفتن کار، فشردن ویا منسبط ساختن گاز.

6- عملیه های که درترمودینامیک مستعمل اند قرار ذیل است

1- تحول رجعی (Reversible)

- تحولی را مینامند که درآن سیستم عملیه ای را که انجام داده است ، دوباره عکس آنرا انجام دهد . یعنی عکس مسیری که در مرتبه اول طی کرده است دوباره طی نماید . تحول رجعی یک تحول ایدیال است.

ویا به عبارت دیگر، اگر بالای یک سیستم یک عملیه اجرا شودکه بعدازیک عده تغییر وتحول حالت بدون اینکه درمحیط مجاور خود اثری باقی بگذارد دوباره بحالت اولی بر گردد، اینگونه عملیه را رجعی مینامند.

- در تحول رجعی تمام حوادث خود به خودی تنها دریک جهت اجرا میگردد.
- درتمام عملیه های غیر رجعی یک کارناپدیدگردیده . به عوض آن درجه حرارت بلند میرود.
- در یک سیستم بسته عملیه های رجعی به تغییر حالت سیستم های ساکن می انجامد. (32,26,19)

2- تحول غیر رجعی (irreversible)

اگر سیستم بعد از اینکه کدام عملیه بالای آن اجرا شد دوباره حالت اولی خودرا اختیار نه نماید اینگونه تحول را غیر رجعی می نامند.

3-تحول بسته :

هرگاه ماده تحت تاثیراتی مانند تغییر فشار،تغییرحجم وتغییردرجه حرارت مراحل را طی کند وبلاخره به مرحله مشابه به مرحله آغاز برسدگفته میشودکه پروسه بسته را پیموده است . اینگونه تحول را تحول بسته می نامند.(15و33.)

4-8 انرژی ، حرارت وکار

در ترمودینامیک ارتباط متقابل وعمده بین مفاهم انرژی ، حرارت وکار موجود است.

- انرژی

انرژی عبارت از ظرفیت یا استعداد کار کردن میباشد . از جمله اشکال انرژی ، آنچه برای توضیح مشخصات پروسه ها دارای بیشترین اهمیت است، انرژی داخلی سیستم می باشد . هر سیستم بدون در نظر داشت موقعیت آن، دارای مقدار معیین انرژی است . انرژی داخلی سیستم از انرژی حرکی مالیکول ها، اتمها حرکت هسته والکترون در ا تمها ومالیکول ها واز انرژی که از عمل متقابل بین مالیکول ها بوجود میآید معیین میگردد.

انرژی داخلی سیستم مربوط به طبعیت مواد تشکیل دهنده سیستم ، کتله موادتشکیل دهنده و شرایط خارجی میباشد. تعیین مطلق انرژی داخلی سیستم امکان نداشته با استفاده از تجارب میتوان تغییر انرژی داخلی یک سیستم را از یک حالت به حالت دیکر تعیین نمود . اگر انرژی داخلی سیستم در حالت (1) را U_1 ودرحالت (2) را U_2 بنامیم . این تغییر انرژی داخلی سیستم درجریان انتقال سیستم از حالت (1) به (2) را میتوان چنین نوشت.

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad . \quad . \quad . \quad (1\text{-}8)$$

ΔU جهت توضیح تفاوت انرژی در سیستم بکارمیرود که در نتیجه تفاضل اندازه انرژی حالت اولی سیستم وحالت نهائی حاصل میشود.

تغییرات انرژی داخلی سیستم درهر پروسه ارتباط به مسیر پروسه نداشته بلکه بستگی به حالت اولی ونهائی دارد. سپس انرژی داخلی سیستم تابع حالت سیستم میباشد.

با تفاوت انرژی داخلی ، حرارت وکارتابع حالت سیستم نمی باشدزیرا حرارت وکار اشکال انتقال انرژی اند. بناءً حرارت وکار تنها به مسیر جریان سیستم ارتباط دارد نه به حالت سیستم.

- حرارت

حرارت عبارت از شکل تغییر ی(انتقالی) انرژی بوده که بصورت مستقیم در اثر تماس مالیکول های یک جسم با هم دیگر انتقال میآبد . این تبادله انرژی از یک جسم به جسم دیگر متفاوت است.

اگر یک جسم با محیط،ماحول تبادله انرژی نماید در صورتیکه سیستم انرژی بگیرد با علامه (-) واگر انرژی بدهد (+) نشان داده میشود.
مثلاً اکر سیستم انرژی را به شکل حرارت بگیرد (Q-) واگر بدهد دراینصورت (Q+) است .

- کار

کار شکل تغییر یافته انرژی از یک سیستم به سیستم دیگر میباشد . بطور مثال گاز منبسط شده در سلندر حادی پستون باعث انقباض فنر شده بدین اساس یک قسمت انرژی را به آن انتقال میدهد .

کار به اشکال مختلف انجام می گیرد، مانندکار میخانیکی ، کار برقی،کارمقناطیسی وغیره.درمیخانیک دیدیم که اگربه یک سیستم یک یا چند قوه خارجی وارد شودونقطه اثر قوه های فوق تغییر محل دهد گفته میشود که به سیستم کار میخانیکی انجام داده شده است . اگرتغییر مکان را dx وقوه عامل را Fبنامیم مقدار کار W مساویست به :

$$W = F.dx \qquad \ldots \quad (2\text{-}8)$$

اگر زاویه بین قوه موثر وجهت تغییر مکان را φبنامیم داریم که

$$W = F.\cos\varphi.dx \qquad (3\text{-}8)$$

در بسیاری مسایل ترمودینامیک، کار به تغییر حجم بستگی دارد که این رابطه را میتوان طور ذیل دریافت. استوانه ای را در نظر میگیریم که درآن مقداری گاز موجود بود واین استوانه عادی یک پستون متحرک میباشد . اگر فشار گاز را p ومساحت سطح پستون را s بنامیم ، طبق شکل (a)گاز قوه ای مساوی به

$$F = P.S$$

بالای پستون وارد مینماید. هر گاه پستون به اندازه dx تغیر مکان کند کار حاصل شده مساویست به

$$dw = F.dx$$

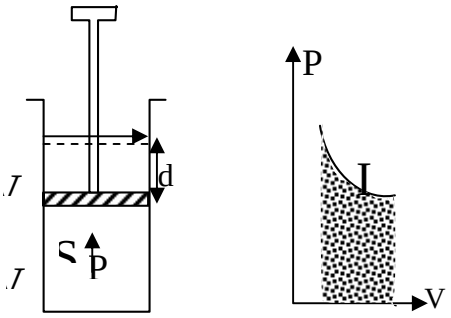
$$dw = p.sdx \quad \ldots (4\text{-}8)$$

با توجه به اینکه sdx= dv است . رابط (3-8) را میتوانیم بنویسنم

$$dw = pdv$$

$$W = \int_{v_2}^{v_1} pdv \quad (5\text{-}8)$$

رابطه (5-8) بیان میدارد که حجم گاز از v_1 به v_2 رسیده است.با درنظر داشت تغییرات فشار وحجم طبق شکل (1-8) مقدار کار را میتوان توسط گرافهای شکل (a،b،c) نشان داد.



(a) **(b)**

گراف کار اجرا شده درحالات مختلف [12]

درشکل a(8-1)گاز منبسط میگردد در ینصورت $w>0$ است و مقدار آن مساوی به مساحت سطح زیر گراف 1 است .

درصورتیکه گاز متراکم گردد کار منفی $w<0$ میباشدومقدار آن مساویست به مساحت سطح زیر گراف II .طبق گراف شکل (b)

در گراف شکل c(8 - 1) گرافهای I و II یکجا نشان داده شده اند، طوریکه گاز پس از یک سلسله تعاملات دوباره بحالت اولیه بر میگردد. این نوع تعامل که توسط شکل بسته نشان داده شده بنام دوره یا (cycle) یاد میگردد. مساحتیکه در بین این سطح بسته محصوراست مساوی به اختلاف مساحت سطح گراف I و II است که مقدار کار با قیمانده میباشد. در یک دوره بسته مقدار کار به جهت تحول مربوط است. اگر جهت تحول یا تغییر مکان هم جهت حرکت عقرب ساعت باشد کار مثبت و عکس آن منفی است. بناءً گفته می توانیم که کار مربوط مسیر طی شده میباشد(25,19,12)

8 ـ 5 قانون اول ترمودینامیک

اصل بقای انرژی، قانون اصل طبیعت است. به اساس این قانون انرژی از هیچ به وجود نمی آید و بدون هیچ فنا نمی شود.

مامیدانیم که طبق قانون بقای انرژی، دریک سیستم بسته مجموع انرژی حرکی و انرژی پوتنشیل ثابت است یعنی

$$dE_k + dE_P = O \quad \ldots\ldots (8-8)$$

شکل تفاضلی قانون فوق چنین افاده میگردد. اگر دریک سیستم انرژی حرکی به اندازه dE_K تغییر بخورد باید به E_P آن تغییر مساوی به انرژی حرکی اما با اشاره مخالف رو نما گردد. اگر این تغییر انرژی را dEp بنامیم نوشته میتوانیم.

$$E_K + E_P = CONT. \ldots\ldots\ldots (9-8)$$

اگر در سیستم مذکو ر تاثیرأت حرارت موجود باشد در اینصورت رابطه فوق صادق نیست. مشابه به قانون بقای انرژی ، قانون بقای حرارت نیز موجود است که به اساس آن در اثر تبادل حرارت بین اجسام، حرارت نا پدید نمیگردد. این قانون بیان مینماید که مقدار حرارت مجموع در یک سیستم بسته در اثر تبادل حرارت بدون تغییر باقی میماند.

قانون اول ترمودینامیک از قانون بقای انرژی منشأ یافته و یک شکل توحید شده قانون بقای انرژی میخانیکی و قانون بقای حرارت است.

هر سیستم بسته ترمودینامیکی دارای مقدار ثابت انرژی است که به نام انرژی داخلی سیستم یاد میشود.

اگر انرژی داخلی سیستم را به U نشان بدهیم این انرژی زمانی تغییر میکند که به سیستم از خارج انرژی اضافه و یا از سیستم انرژی گرفته شود. انرژی داخلی

یک سیستم مجموع تمام انرژی های است که در سیستم به شکل انرژی میخانیکی، برقی، کیمیاوی و غیره موجود باشد. اگر به سیستم حرارت بدهیم انرژی حرکی آن افزایش می یابد و یک افزایش در انرژی داخلی رخ میدهد. اگر سیستم سرد ساخته شود، در حقیقت از آن یک مقدار حرارت اخذ میکنیم. در نتیجه از انرژی داخلی آن کاسته میشود. تبادل انرژی یک سیستم بسته با محیط بدو جز تقسیم میگیردد، که یک جزاً آن حرارت و جزاً دیگر آن کار است. تجارب عملی نشان میدهد که در اثر انجام کار انواع حرارت تولید میشود. اگربه یک سیستم انرژی بصورت کار داده شود ، دوباره بصورت کار اخذ میشود. بنابرین انرژی نه محو میشود و نه ایجاد، بلکه از یک شکل به شکل دیگر تبدیل میگردد. مجموع الجبری انرژی که در سیستم به کار برده میشود باعث تغییر انرژی داخلی آن سیستم میگردد. پس تغییرات انرژی داخلی یک سیستم مساوی به مجموع انرژی ، مقدار حرارت داده شده و کار گرفته شده میباشد.

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W ....(10-8)$$

به صورت تفاضلی معادله (8-9) چنین نوشته میشود:

$$dU = dQ + dw .....(11-8)$$

رابطه(8-11) قانون اول ترمودینامیک را بیان مینماید.

از این قانون نتایج مهم ذیل بدست می آید.

- ازیک سیستم هیچگاه نمیتوان بیشتر از مقداری انرژی که به آن افزوده شده است کار بدست آورد.

همه انواع انرژی یک چیز است و برای تبدیل کردن آن بیکدیگر روابط مشخص ریاضی باید موجود باشد (25,27,23,12,10)

6-8 نتایج قانون اول ترمودینامیک

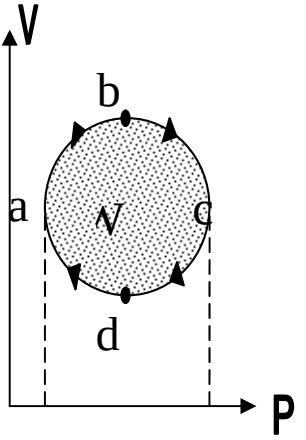
تحقیقات دانشمندان در مورد ترمودینامیک به نتایج ذیل انجامید.

- یکی از کارهای پر تلاش مخترعان در طی چند قرن آن بود که ماشینی اختراع کنند که بدون دریافت انرژی بتواند کار انجام دهد. اما این قانون این امکان را از بین برد و مشخص شد که غیر ممکن است موتوری ساخته شود که دایمی باشد و بدون دریافت انرژی پیوست کار کند(10).
- مقدار کل انرژی داخلی هر سیستم به وضعیت ابتدائی و انتهایی جسم مربوط است به نوع تبدلات بستگی ندارد. (14,11,10,4)

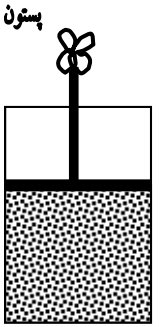
8 ـ 7 سکل کارنو

هرگاه سیستمی را در نظر بگیریم. مثلاً یک گاز حقیقی(میتواند دیگر مواد هم باشد) که در داخل استوانه ای با پستون در حال تعادل است. با استفاده از این امکانات خود برای ایجاد تغییر در محیط این سیستم میتوانیم طور دلخواه عملیه های متنوعی را انجام دهیم، میتوانیم گاز را منبسط یا متراکم سازیم طبق شکل (8 ـ 2) و یا میتوانیم انرژی به آن اضافه و کم نمایم، هکذا میتوانیم این عملیه و عملیه های دیگر را بطور رجعی و غیر رجعی طوری انجام دهیم که سیستم به حالت تعادل اولیه اش باز گردد. چنین مجموعه ای از عملیه ها را

سکل(Cycle) می نامند. اگر عملیه رجعی باشد، سکل رجعی نامیده میشود. یک سکل وقتی رجعی گفته میشود که تمام عملیه های آن رجعی باشد. یکی از مهمترین سکل های رجعی برای بار اول توسط سدی کارنو[78] در سال 1824 معرفی شد، که به نام سکل کارنو یاد میگردد([4 ، 1) 1هم چنان سکل رجعی توسط شکل (8 ، 3) نشان داده شده.



(8-3) گراف p به تابعv دریك سکل رجعي [3]



شکل (8-2) سیستمي از گاز داخل پستون

[78] - **Sadi Carnot**

در گراف شکل (8-3) درطول منحنی abc سیستم متراکم شده واینحالت ازاثر انسباط میباشد. درطول منحنی مسیر cdaسیستم متراکم وسطح تحتانی منحنی که نشان دهنده ای کاری است سیستم که تراکم را انجام میدهد میباشد.

8 ـ 8 انتروپی[79]

انتروپی که برای اولین بار توسط سدی کارنو مطرح شد خاصیتی است که به حالت سیستم بستگی دارد. انتروپی از کلمه یونانی (EN) بمعنی داخلی (Tropy) به معنی گردانیدن و تبدیل کردن گرفته شده است(8).

انتروپی میزان نظم و بی منظمی تبدیل های حرارتی را گویند([19، 32])

هر سیستم تمایل دارد از حالتی با نظم بیشتر به حالت نظم کمتر تغییر نماید. لذا انتروپی را میتوان مقیاس بی نظمی حرکت مالیکول ها دانست(19).

انتروپی تغییری از بی نظمی داخلی سیستم است. مقداری انرژی غیر قابل استفاده در یک سیستم ترمودینامیکی بنام انتروپی یاد میشود. وقتیکه یک سیستم سرد گردد انتروپی آن تقلیل می یابد و همزمان به آن به سیستم نظم حاکم میشود. کمیتی که اندازه گیری آن ظرفیت انجام کار مفید را میسر میسازد بنام تغییر انتروپی یاد میشود. یعنی اگر انتروپی را به S نشان دهیم نوشته میتوانیم.

$$ds = \frac{dQ}{T}$$

واحد انتروپی J/K و یا Cal/K میباشد.

---

[79] - **Entropy**

انتقال سیستم از نظم کمتر به حالتی با نظم بیشتر ارتباط به کاهش انتروپی دارد و عکس آن در صورت انتقال یک سیستم از حالت با نظم بیشتر به حال به نظم کمتر انتروپی زیاد میگرد(31,16,9,3)

8 ـ 9 انتلپـــی[80]

انتلپی عبارت از مجموعه انرژی داخلی و خارجی سیستم است. یا به عبارت دیگر مجموع انرژی داخلی جمع حاصل ضرب فشار و حجم ایکه توسط محیط مجاور در سیستم تولید میشود . انتلپی از جمله توابع ترمودینامیکی بوده وابسته به حالت سیستم و مشخص کننده سیستم است.

اکثریت تعاملات کمیاوی در فشار ثابت(اتمفسیر) انجام میشود. در همچو شرایط در سیستم تغییر حجم رخ میدهد. اگر تغییرات حجم جسم از حالت 1 به حالت 2 باشد.

$$\Delta V = V_2 - V_1$$ طوریکه

اگر افزایش که در تعامل رخ میدهد ΔV و فشار به P ارایه گردد،در این صورت کار انجام شده مساویست به

$$W = P\Delta V$$

با گذاشتن قیمت W در رابطه (8 ـ 10) داریم که

[80] **Enthalpy**

$$Q_8 = \Delta u + p\Delta v \ \ldots (12\text{-}8)$$

QP انرژی حرارتی پروسه در فشار ثابت است. از این پروسه بر می آید که حرارت جهت تغییر انرژی داخلی سیستم و کار انبساطی به مصرف میرسد. چون تغییرات انرژی داخلی مساویست به

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

پس معادله (8 ـ 12) را چنین می نویسم.

$$Q_P = U_2 - U_1 + P(V_2 - V_1)$$
$$Q_P = U_2 - U_1 + PV_2 - PV_1$$
$$Q_P = (U_1 + PV_1) - (U_2 + PV_2)$$

هرگاه

$$H=U+PV.....(13\text{-}8)$$

باشد. H انتلپی یاد میشود واحد آن J است (25.8.2).

8 ـ 10 ثمره علمی و صنعتی ماشین ها

در ماشین های حرارتی مواد مختلف قابل سوخت می سوزد و در یک مدت معیین مقدار حرارت برابر به Q به مصرف میرسد. ماشین نمیتواند تمام این حرارت را بکار تبدیل نماید و فقط، قسمتی کوچی از آن به کار W بصورت ثمره میخانیکی کار تبدیل میشود.

بدین معنی که ثمره کار یک ماشین حرارتی عبارت از نسبت کار اجرا شده از ماشین(W) به مقدار انرژی که از سوختن کامل مواد سوخت (Q) حاصل شده است میباشد.

اگر ثمره ماشین را به η نشان بدهیم پس نوشته میتوانیم که

$$\eta = \frac{W}{Q} \ldots\ldots (14-8)$$

ثمره ماشین ها بسیار کوچک است. طور مثال در ماشین بخار قسمت عمده حرارت از مواد سوخت بطریق مختلف از بین میرود و فقط حرارت برابر به Q_1 صرف تبخیر آن میشود. از این مقدار حرارت بخار آب ،کاری برابر به W انجام میدهد و باقی آن حرارت Q_2 به محیط ماحول ضایع میگردد.

بر حسب تعریف ثمره علمی، حرارت حاصله عبارت از خارج قسمت کار اجرا شده توسط پستون ماشین بخار، به مقدار حرارتی که صرف تبخیر آب بدرجه حرارت دیگ گردیده است. یعنی

$$\eta = \frac{W_1}{Q_1}$$

$$W_1 = Q_1 - Q_2$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \ldots\ldots (15-8)$$

ثمره اعظمی علمی: کارنو پس از مطالعه بالای ماشین های حرارتی به این نتیجه رسید که ثمره اعظمی علمی یک ماشین حرارتی بستگی به عامل تبدیل ندارد و

فقط بدرجه حرارت مطلق منبع گرم و سرد بستگی دارد. مقدار آن از رابطه ذیل بدست می آید.

$$\eta \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\eta \leq 1 - \frac{T_2}{T_1} ...(16-8)$$

از روابط (8-15) و (8-16) در صورت ، پروسه غیر رجعی میتوان نوشت.

$$1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$Q_4 Q_1 = T_2 / T_1$$

$$\frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_1}{T_1}$$

هیچ ماشینی وجود ندارد که ثمره آن (η) بزرگتر از ثمره کارنو باشد. بصورت عموم برای یک پروسه کیفی بسته همراه با ماده کار کیفی و منابع حرارتی کوچک فارمول ذیل صدق می کند.

$$\sum Q/T = O....(17-8)$$

برای تمام پروسه های بسته نوشته میتوانیم:

$$\int Q/T - O.....(18-8)$$

$$\int dQ/T \leq O \ldots (19\text{-}8)$$

$$\int dQ/T \leq O \ .....(\ 20\text{-}8)$$

رابطه (8 ـ 20) بنام نامساوی کلاسیوس [81] یاد میشود(23,10,4)

8 ـ 11 قانون دوم ترمودینامیک

قانون اول ترمودینامیک مفکوره ای بقای انرژی را بیان میکند و قابل استفاده برای محاسبات کمی تغییرات حالت یک سیستم ناشی از فعل و انفعالات میان سیستم و محیط اطرافش دارد، اما در مورد مسیر پیشرفت یک عملیه توضیحی نمیدهد. یعنی مشاهدات فزیکی ذیل توضیح نمیشود.

- یک گیلاس چای داغ تا درجه حرارت اتاق سرد میشود، هیچگاه خود به خود حالت اولی (داغ) برنمیگردد.
- هیچگاه مالیکول های عطر منتشر شده دوباره به داخل بوتل سرکشاده عطر جمع نمیشود.
- مخلوط آب و نمک که تشکیل یک محلول میدهند، بدون اعمال قوه خارجی امکان جدا شدن آنها نیست.

این مشاهدات که بطور غیر مستقیم از عملیه های طبیعی سرچشمه میگیرند توسط قانون دوم ترمودینامیک فارمول بندی میگردد (14,11,9)

[81] **Clasusius**

نمیتوان ماشینی ساخت که با یک منبع حرارتی کار کند، بلکه باید ماشینی از منبع حرارت اخذ کند و قسمتی از حرارت را به منبع سرد بدهد تا تفاوت دو مقدار حرارت بصورت کار ظاهر شود.

کلاسیوس در مورد چنین ارائه نمود:

برای هر سیستم فعال انتقال حرارت از سیستمی به حرارت پایین به سیستمی به حرارت بالا بدون اعمال قوه خارجی غیر ممکن است.

کلوین و پلانک قانون دوم ترمودینامیک را به این عبارت بیان نمودند:

هر تبدیلی که نتیجه نهایی آن این باشد که حرارت از یک منبع با حرارت مساوی اش بگیرد و بکار تبدیل کند غیر ممکن است.

قانون دوم ترمودینامیک تعمیمی مبنی بر تجربه است و موئید آن است که ساختن اسبابی امکان ندارد که بدون اخذ انرژی کار کند (20,16,11)

یا به عبارت دیگر قانون دوم ترمودینامیک امکان جریان یافتن انرژی حرارتی را از جسم سرد به جسم گرم رد می کند. بنابرین جهت انتقال حرارت را تعیین می کند که این جهت (مسیر) فقط، با صرف کار میتواند معکوس شود.

ماشین های حرارتی اولیه ثمره بسیار کمی داشتند، تنها یک قسمت کمی از حرارت گرفته شده از منبعی بدرجه حرارت بالاتر میتوانست بکار تبدیل شود.حتی پس از تکامل و طراحی فنی ماشین ها بازهم قسمتی قابل ملاحظه ای از حرارت توسط تیوب بدرجه حرارت پایین تر خارج می شد و به انرژی میخانیکی تبدیل نمی شد.

یکی از موارد تطبیق قانون دوم ترمودینامیک که برجستگی دارد عبارت از این است که ذخایر هوا و آب ابحار بمقصد تولید انرژی مورد استفاده قرار گرفته نمیتواند، زیرا تاحال ماشینی ساخته نشده که حرارت آب بحر را جذب نموده با استفاده از آن فعالیت نماید.

آرزوی اختراع چنین ماشینی که بتواند حرارت را از یک منبع دایمی مانند اوقیانوس حرارت بگیرد و آن را بطور کامل بکار تبدیل کند هیچگاهی عملی نشده است. اگر می شد دیگر احتیاجی نبود که با سوزاندن مواد سوخت یک منبع حرارتی با درجه حرارت بالاتر از محیط خارج تدارک ببینیم. (2,35,28)

8 ـ 12 کاربرد قوانین ترمودینامیک

گفته میشود که زنده گی یک جزیره انتی انتروپیک است در یک جهان انتروپیک . در واقع عمل های انابولسم در موجودات حیه از جمله انسان، انرژی را از منبع ای میگیرند و آن را ذخیره می کنند. با وجود اینکه در این عملیه ها انتروپی نیز افزایش می یابد. ولی اینگونه عمل انتی انتروپیک به عبارت دیگر عمل کتابولسم، انرژی حرارتی و افزایش انتروپی تولید میکند.

تولید مالیکول های سازمان یافته DNA [82] و RNA [83] نمونه ای از انتروپی منفی اند. بطور خلاصه قانون دوم بیان می کند که بی نظمی جهان همواره روبه افزایش است. اگر در برخی از قسمت های

[82] **DNA (Deoxy Nuleic ACID)**
[83] **RAN (Ribo Nucleic acid)**

جهان بی نظمی روبه افزایش باشد، ممکن است در قسمتی دیگری از آن این بی نظمی کاهش داشته باشد. مقدار مواد غذایی که انسان میگیرد تماماً به انرژی تبدیل نشده و یکمقدار آن صرف ضرورت بدن و انجام کار و متباقی از بدن ضایع میشود.(4، 17)

مثال: ماشین ایدآل حرارتی که به اساس سکل کارنو کاروفعالیت میکند درهردور به اندازه 600cal حرارت از منبع گرم کننده اخذ میکند درجه حرارت منبع گرم کننده 400k بوده وحرارت سرد کننده 300k است . کاری یک دور ماشین وحرارت راکه دریک دور به سرد کننده میدهد مساویست به:

مقدار حرارت ازمنبع گرم کننده اخذ می کند

$Q1= 600cal$

Q_2 مقدار حرارت به جسم سرد کننده داده میشود

درجه حرارت منبع گرم کننده $T_1=400k$

درجه حرارت سرد کننده $T_1= 300k$

ضریب مؤثر ماشین $= T_1 - T2/T1\eta$

$\eta=400-300/400=0,25$

$\eta=Q_1-Q_2/Q_1$

$\eta Q_1=Q_1-Q_2$

کاریک دور ماشین $A=Q_1-Q_2= \eta Q_1$

$A=0,25.600.4.18=627$ Joul

$Q2=Q1-A$

$Q2=2500-627=1881$Joul

مســـــایل

1 ـ یک سیستم چه وقت در حال تعادل ترمودینامیکی قرار میگیرد؟

2ـ کدام یک از پدیده های ذیل رجعی اند.

الف ـ مخلوط کردن چند نوشابه.

ب ـ شکستن یک بطری خالی.

ج ـ ذوب شدن یخ در بین یک گیلاس چای.

د ـ سوختن چوب.

و ـ نوشتن این کتاب.

3 ـ آیا در یک پروسه غیر رجعی کار انجام میشود؟

4 ـ آیا یک پروسه رجعی را معرفی کرده میتوانید که در آن حرارت به یک سیستم افزوده شود؟

5ـ افزایش حرارت توسط یک چراغ بنزین میتواند یک پروسه رجعی باشد؟

6ـ نشان دهید که اگر جسمی به کتله m و حرارت مخصوصه c از درجه حرارت T_1 به حرارت T_2 گرم شود تغییر انتروپی آن $S_2 - S_1 = mc\lambda n {}^{T_2}\!/_{T_1}$

7ـ آیا انتروپی یک جسم در وقت سرد شدن کاهش می یابد؟ اگر کاهش می یابد انتروپی جهان چگونه است؟

8ـ در یک عملیه ادیاباتیک کار اجرا نشده مساوی به چیست؟

9 ـ قانون دوم ترمودینامیک چه بیان مینماید؟

10ـ یک انجام میله برنجی به منبع حرارت $127\ ^0C$ و انجام دیگر آن به 270^0C به تماس است.

الف : تغییرات انتروپی حاصل از عملیه هدایت 1200cal و حرارت توسط این میله را حساب کنید؟

ب : آیا انتروپی میله در این عملیه تغییر می نماید؟

11- ماشین بخاری از منبع که درجه آن 600Kاست . مقدار $150\,j$ حرارت میگیردوپس از انجام کارباقی حرارت را به منبع سرد میدهد که درجه حرارت آن 400K میباشد . چه مقدار کار انجام گردیده؟

12- دریک تور بین بخار درجه حرارت منبع گرم 450^0C ومنبع سرد بدرجه حرارت 50^0Cاست .ثمره عملی اعظیمی این توربین چند است ؟

13- معیین کنید که ثمره اعظیمی ماشین بخاری راکه درجه حرارت منبع گرم آن 327^0C و درجه حرارت منبع سرد آن 47^0Cباشد .

14- 1.8 کیلوگرام آب 100^0Cرادرفشار ثابت یک اتمسفیر به بخارآب 100^0C تبدیل میکنیم افزایش انرژی داخلی چقدر است ؟ در صورتیکه حرارت تبخیر آب $2260kg.kg$ وکثافت آب $1000kg/m^3$ وکثافت بخار $0,8kg/m^3$ است ؟

فصل نهم

استفاده از حرارت در تشخیص و تداوی

9 ـ 1 آخذه های تشخیصی حرارت و سردی

انسان ها میتوانند در جات مختلف حرارت اعم از گرمی و سردی را در حالت های خاص یعنی سردی یخ زننده تا سردی خنگ و گرمی داغ تا گرمی سوزنده درک نماید. درجات مختلف حرارت لا اقل بوسیله سه نوع آخذه های حسی مختلف از همدیگر تشخیص داده میشوند که عبارتند از:

- آخذه های گرمی،
- آخذه سردی
- آخذه های درد.

که فقط بوسیله درجات فوق العاده شدید حرارت و یا سردی تحریک میگردند و بر علاوه مسؤول احساس این تغییرات حرارت در بدن نیز میباشند. آخذه های حرارت (گرمی و سردی) بلا فاصله در زیر پوست در نقاط مشخص اما مجزا قرار گرفته اند که هر کدام دارای یک قطر تحریکی در حدود یک ملی متر هستند، در قسمت های اعظم نواحی بدن تعداد آخذه های سردی سه تا ده برابر آخذه های گرمی اند و تعداد آن ها متغیر بوده از 15 تا 25 نقط و سردی در هر سانتی متر مربع و درلبها 3 تا 5 نقطه در هر سانتی متر مربع و در بعضی نواحی وسیع بدن تغییر می میکند.

تحریک آخذه های حرارتی احساس های مختلف را تولید میکند.

مرکز تنظیم درجه حرارت بدن که در هیپوتلموس است، توسط آخذه های مربوط هنگامیکه درجه حرارت بالا و یا پائین می آید، یا از حد طبیعی گرم و یا سرد میگردد تعیین می نماید (13، 14)

9 ـ 2 تشخیص افزایش درجه حرارت

در سال های اخیر تجاربی انجام شده اند که در آن ها نواحی کوچکی از مغز بوسیله دستگاهی موسوم به ترمود[84] گرم یا سرد می شوند. ترمود دستگاهی است که بوسیله جریان برقی یا بوسیله عبور دادن آب گرم از داخل آن گرم و یا بوسیله عبور دادن آب سرد از داخل آن سرد می شود. ناحیه اصلی در مغز که در آن گرم کردن ترمود بروی کنترول درجه حرارت بدن تاثیر میکند ،هسته های جلوی بصری، هیپوتلموس و قدامی هیپوتلموس است.

با استفاده از ترمود معلوم شده است که ناحیه هیپوتلموس قدامی، جلو بصری محتوی تعداد زیاد نیورون های حساس به حرارت و یک سوم نیورون های حساس به سرما است. نیورون های حساس به حرارت فریکونسی صدور پوتنشیل عمل خود را با بالا رفتن درجه حرارت بدن به میزان 2 تا 10 برابر افزایش میدهند، نیورون ها حساس بر سرما بر عکس فریکونسی صدور پوتنسیل های عمل خود را هنگامی افزایش میدهند که درجه حرارت بدن سقوط کند. میکانیزم های عمل کننده نیورون ها برای زیاد یا کم کردن درجه حرارت بدن عبارتند از:

[84] **thermode**

1. میکانیزم های کاهش دهنده حرارت بدن هنگامیکه بدن بسیار گرم است.

- کشادی رگها

تقریباً در تمام نواحی بدن رگهای خونی پوست شدیداً کشاده میشوند. این حالت ناشی از مهار مراکز سمپاتیک هیپوتلموس خلفی است، که موجب تنگی عروق میشود. کشادی کامل رگهای خونی میتواند سرعت انتقال حرارت به پوست را تا 8 برابر افزایش دهد.

- تعرق

. تعرق شدیداً تحریک میشود.

تولید حرارت بوسیله میکانیزم لرزیدن صورت میگیرد.

2. میکانیزم های افزایش دهنده درجه حرارت.

هنگامیکه بدن سرد میشود سیستم کنترول حرارت عکس العمل کاملاً مخالفی را بوجود می آورد که عبارتند از.

- تنگی رگهای پوست در سر تاسر بدن
- راست شدن موها که تحریک سیمپاتیبک موجب انقباض عضلات راست کننده موها میشود.
- افزایش دادن تولید حرارت. تولید حرارت بوسیله سیمپاتیک ، ترشح تیروکسین(14، 22)

9 ـ 3 استفاده از حرارت در تشخیص

یکی از فعالیت های د فاعی بدن در مقابل مریضی بلند رفتن درجه حرارت آن است،که دو حالت بالا رفتن و پائین آمدن درجه حرارت نشانه مریضی می باشد. درجه حرارت بروی اندازه گیری مقدار گازات خون (اکسیجن و کاربن دای اکساید) شخص اثر می گذارد، که باید به درجه حرارت نورمال بدن تصحیح شود. درجه حرارت پوست از درجه حرارت معمولی اتاق بیشتر است .درجه حرارت بلند بدن شخص از حد نورمال نشانه موجودیت محراق عفونی جدی در بدن میباشد .اگردرجه حرارت بدن خیلی زیاد از حد نارمل بالا برود، ممکن است برای شخص خطر ناک باشد. درجه حرارت پائین نیز میتواند نشانه مریضی باشد.

درجه حرارت پوست از درجه حرارت داخل بدن کمتر و از درجه حرارت عادی اتاق بیشتر است. بنابرین میتوان مقدار تابش اشعه مادون قرمز از انسان را اندازه گیری کرد. چون این تابش به توان چهار درجه حرارت به کلوین است. مقدار تابش مادون قرمز یک شاخص حساس برای درجه حرارت سطحی بدن است. ترتیب جدول یا نقشه درجه حرارت بدن در لحظات معیین زمانی، نشان دهنده چگونگی جریان خون در بدن است. زیرا یکی از روش عمده و اساسی انتقال حرارت در بدن جریان خون است. درجه حرارت پائین پوست، حاکی از نارسائی جریان خون در یک ناحیه معیین از بدن است که میتواند ناشی از انعقاد ، ضربه و نظایر آن باشد. درجه حرارت زیاد پوست در یک ناحیه معیین ممکن است نشانه وجود یک غده سرطانی باشد. این غده در مقایسه با سایر انساج خیلی سریع رشد می کند و ازینرو به خون بیشتر نیاز دارد. اندازه گیری درجه حرارت

سطح بدن نشان میدهد که درجه حرارت یک نقط به نقط دیگر تغییر می کند که به عوامل فزیکی محیط بیرونی و فعالیت های داخلی و عملیه گردش خون نزدیک به پوست که عامل تعیین کننده است بستگی دارد. مبنی بر تغییر چنین عملیه های داخلی که ممکن است نشانه های غیر عادی بدن باشد طبیب را در تشخیص امراض مختلفه موفق میسازد. محقیقین برای اندازه گیری دقیق درجه حرارت سطح بدن و ارتباط آن به شرایط آ سیب شناسی در تلا ش اند . (1، 5، 19).

9 ـ 4 کار برد حرارت در تداوی

تحقیقات و پژوهش های عملی عملاً نشان داده است که از منابع حرارتی مختلف برای تداوی مریضان استفاده بعمل می آید . این ارزش درمانی و استفاده عمومی و موضعی از حرارت سابقه طولانی دارد. مثلاً حرارت دادن ماهیچه درد ناک بمقدار زیاد درد را تسکین می بخشد. طرز العمل تسکین درد بوسیله افزایش درجه حرارت ظاهراً دو گانه است، استراحت ماهیچه ها و افزایش جریان خون. وقتی درجه حرارت قسمتی از بدن بالا میرود، بدن با افزایش جریان خون در ناحیه برای سرد کردن آن عکس العمل نشان میدهد. در این عملیه بدن از طریق کنو کشن مصنوعی حرارت را از آن ناحیه دور میسازند. دلیل دقیق موثریت استراحت و افزایش جریان خون کاملاً درک نشده است، اما اثر آن واقعاً چشم گیر است.

روش های زیادی برای معالجه بیماران با حرارت وجود دارد. ساده ترین آن ها کار برد کنوکشن با استفاده از مشکوله های داغ، دوشکهای گرم کننده و نظایر آن است. انتقال حرارت بوسیله تابش نیز روش دیگری است در تداوی. مثلاً چراغهای حرارتی قسمتی عمده انرژی خود را بصورت تابش مادون قرمز گسیل میدارد که با جذب توسط انساج سطحی حرارت تولید میگردد .با استفاده ازین روش اطفال نو تولد را گاهی تحت گرم کننده های مادون قرمز میگذارند تا حرارتی را که از مادر میگرفتند بدین صورت تامین کنند،که ظرف چند ساعت پس از تولد فعالیت و کنترول درجه حرارت بدن بکار می افتد و دیگر به حرارت اضافی نیاز نمی داشته باشد.(20.16.1)

درد های ناشی از التهابات حاد و یا زخم های تازه با حرارت معمولی خیلی موثر تسکین می یابد. درمان های خیلی شدید ممکن است باعث افزایش ترشحات مایعات بداخل انساج شده و در نتیجه باعث شدت درد گردد .هنگامیکه درد به دلیل جراحات انساج شدید از نوع مزمن باشد، درمان حد اقل 30 دقیقه ادامه داشته باشد.

بیشترین سهولت استراحت عضلات هنگام گرم بودن انساج است. هم چنین تسکین درد سبب این آسانی انسباط میگردد. در نتیجه تابش اشعه مادون قرمز با کمک رسیدن به این حالت استراحت و رفع سپاسم عضلات دارای ارزش میباشد. به دلیل این اثرات تسکین دهنده درد که همراه با استراحت عضلات است. تابش مادون قرمز اغلب بر سایر اشکال فیزو تراپی مقدم تر قرار داده

میشود. به تعقیب تشعشع غالباً حرکات با سهولت بیشتری نسبت به قبل انجام یافته و تسکین درد امکان انجام فعالیت را افزایش میدهد.

افزایش جریان خون بیشتر که در انساج سطحی مشاهده میگردد ممکن است در تداوی زخم ها و عفونت های سطحی مورد استفاده قرار گیرد. جریان خود خون برای الیتام زخم ها بسیار مهم است و در صورت وجود عفونت، بالا رفتن تعداد کریوات سفید خون و ترشحات مایعات کمکی برای از بین بردن بکتر یا میباشد.

فیزوتراپی عملیه ایست که بطریقه های مختلف روی مواضع مختلف بدن انجام یافته ودر تداوی مریضان کار برد وسیع دارد.

9 ـ 5 دیاترمی ماورأی صوت[85]

دیاترمی ماورأ صوت یک شکل معالجه با حرارت است استفاده از این روش با استفاده از هدایت و تابش کاملاً متفاوت است.

ماورأی صوت عبارت از صو تی است است که طول موج آن بالاتر از ساحه شنوائی انسان است. با ماورأی صوت میتوان انرژی را بداخل بدن منتقل و آن را بصورت انرژی حرارتی ذخیره کرد. اگر شدت ماورأی صوت به اندازه کافی زیاد باشد میتواند درجه حرارت یک محل معیین را به مقدار قابل توجهی افزایش دهد. چون صوت یکنوع اهتزاز هماهنگ شده ماده است، در واقع حرارت حمل نمی کند، بلکه انرژی موجود در آن هنگام به انرژی حرارتی تبدیل میشود.

[85] - **Diathermy ultra sound**

کار برد های حرارت در تداوی متغییر است، زیرا هر روش همراه تداوی اش مزیت ها و معایب خاص خود را دارد. طور مثال میکرو موج باعث آب مروارید چشم، ماورأی صوت بیشتر از میکرو موج نفوذ می کند، اما باعث سوختن انساج در نزدیکی استخوان ها میشود و زمان استفاده بیشتر ماورأی بنفش از یک چراغ حرارتی تورم ایجاد میکند.

اشعه مادون قرمز در نواحی که اختلاف در سرعت خون شریانی و موارد خطر خونریزی موجود است نباید بکار برد. هم چنان در مواردی که جلد دچار اختلالات حسی شده یا از مرحم تازه استفاده شده توصیه نمی گردد (1، 17، 14).

قابل تذکر است که گرم کردن با امواج رادیوی را دیاترمی و گرم کردن با امواج ماواری صوت رادیاتر می ماورأی صوت مینامند.

9 ـ 6 کار برد سرما در طبابت

خارج کردن حرارت از بدن نیز ارزش طبی دارد. روش دور کردن حرارت از بدن غالباً بوسیله هدایت و کنوکشن صورت میگیرد. از درجه حرارت پائین برای بی حسی موضوعی استفاده بعمل می آید. اطفال که دندان میکشند جهت تسکین دردعلاقه فراوانی به چوشیدن کتله های کوچک یخ دارند گاهی با گذاشتن بسته یخ روی محل های پندیده گی، از شدت پندیده گی (ورم) میکاهند. اگر درجه حرارت کل بدن پائین آید میزان کار و فعالیت سقوط می کند و قسمت عمده کار کرد های بدن بطی میشود . این روش ممکن است برای

انواع خاص از جراحی سود مند باشد (جراحی با استفاده از سرما را جراحی سرد می نامند).میزان خون ریزی در منطقه نابود شده کم است.

ـ حجم انساج نابود شده را میتوان با درجه حرارت پروب جراحی با سرما کنترول کرد.

ـ مریض درد کمتر احساس میکند زیرا درجه حرارت پائین باعث بی حسی میگردد (13)

اما غالباًاز سرما برای یخ زدن نواحی کوچکی از بدن استفاده میشود. برای معالجه مریضی پارکینسون (فلج لرزشی) قسمت های کوچک از مغز را یخ زده می کنند اما امروز استفاده از دوا ها ترجیح داده میشود.

شبکیه جدا شده را میتوان با یخ بستن اش دو باره به محل اصلی اش وصل کرد. معمولاً یخ زدن انساج را می کشد یابه آن صدمه میرساند و گاهی همه ارزش درمانی دارد.

همانطوریکه حفاظت و نگهداری مواد غذائی در یخچال و فریزرها صورت میگرد. خون، مغز استخوان، سپرم وغیره از جمله چیزهای اند که با حالت یخ بستن نگهداری میگردد. این مواد را میتوان با ذوب کردن دو باره زنده کرد این روش امکان یخ زده نگهداشتن موجود زنده را نوید میدهد.

گرچه موفقیت اش در عمل تا کنون گزارش نشده است، زیرا میزان زنده نگهداشتن انساج مختلف به سرعت یخ بستن و گرم کردن مجدد آن ها بستگی دارد. هیچ یک عملیه ای که برای تمام انواع انساج یکسان مناسب باشد وجود ندارد، روش های مختلف یخ زده نگهداشتن انساج و اندام های پیچیده تر در

حال تکوین است. مثلاً نگهداری قرنیه یخ زده چشم موفقیت آمیز گزارش شده است[86] (26، 23، 13، 1)

9 ـ 7 ترموگرافی طبی[87]

ترموگرافی عبارت از اندازه گیری حرارت منتشر از ورأی پوست و از نقاط مختلف بدن انسان است. تحقیق شده است که توسط این تکتیک در تشخیص تعداد زیادی از ضایعات عروقی و تو مورال آینده درخشان دارد. تابش شعاع مادون قرمز توسط ارگانیزم بدن از یک نقط به نقط دیگر بطور محسوس تغییر میکند و اگر این سگنال اشعه مادون قرمز ثبت شود میتوان یک نقشه حرارتی بدن را ترسیم و مسیر تکاملی آن را تعقیب نمود. این نقشه یا منحنی حرارتی ترموگرام نام دارد.

هر جسمی که دارای درجه حرارت بیشتر از O K (صفر مطلق) باشد از خود انرژی تابشی منتشر می سازد. این انتشار به نوسانات چار چهای برقی که خود در اثر تحریکات حرارتی ایجاد می شوند بستگی دارد. طیف این انتشار الکترومقناطیسی و انرژی کلی بستگی به درجه حرارت مطلق و قابلیت انتشار سطح دارد(قانون ستیفان ـ بولتزمن). در ناحیه ها ی با طول موج های 4 تا 20 میکرون قابلیت نشر پوست انسان اندازه گیری شده و تقریباً یک فیصد قابلیت نشر جسم سیاه بدست آمده است، که این مقدار بستگی به پیگمانتاسیون پوست

---

[86]- برای نخستین بار در اوایل دهه**60** میلادی داکتر ایرونیک کوپر در نیویارک جراحی با سرما را انجام داد.

[87] -**Medical thermography**

ندارد. بنابرین از لحاظ اصول ممکن است در این هنگام درجه حرارت پوست را با اندازه گیری انرژی منتشره اشعه مادون قرمز معلوم نمود.

دستگاه های اندازه گیری برای اینکه بتواند به آسانی تغییرات درجه حرارت کمتر از 1^0C را تعیین نماید باید حساس باشد پیشرفت های اخیر در الکترونیک و وسایل دقیق این دتکسون را با سرعت و دقت زیاد بوجود آورده است.

درجه حرارت پوست بدن انسان از 23^0C تا 25^0C تغییر میکند که قابلیت هدایت حرارتی انساج مجاور تحت پوست و دوران محلی خون نقش اساسی را در آن دارد. مواد خارج که روی پوست محلی خون نقش اساسی را در آن دارد. مواد خارجی که روی پوست قرار دارند سرد تر به نظر می آیند قابلیت نشر کمتر از پوست دارند. موی و پشم چون فاقد خون اند و با محیط در تعادل حرارت میباشند بسیار سرد حس میشوند (5، 8 و 27).

از ترموگرافی در معالجه امراض گردش خون، ارتریوسکلروز، ترومبوزهای وریدی، امراض مفصل و استخوان و تشخیص سرطان های پستان استفاده می شود (5، 22)

9ـ 8 استفاده از سرما در جراحی

جراحی با سرما نخستین بار توسط داکتر ایرونیک کوپر انجام یافت . موصوف با استفاده از دستگاهی عملیه جراحی را با استفاده از سرما انجام داد که دستگاه مربوط در فصل دهم معرفی می گردد.

با استفاه از این روش 95 فیصد جراحی با سرما موفقیت آمیز بود.

به تعقیب نخستین فعالیت های کوپر دوا های ساخته شد که برای درمان مریضان مبتلا به پارکینسون تجویز میشود. بناءً در شرایط فعلی جراحی با سرما فقط بمریضانی عملی میگردد که با دوا قابل علاج نباشد. اما روشهای پیشرفته دیگر استفاده از سرما در سایر انواع جراحی در انکشاف و پیشرفت است. یکی از کاربرد های جراحی با سرما معالجه تومور ها و زگیل ها است. روش معالجه به همان اصول اولیه بوده که مطرح شد. روش های جراحی با سرما در انواع جراحی چشم نیز بکار میرود که دو مورد آن قابل تذکر است.

- ترمیم شبکیه جدا شده
- جراحی آب مروارید (برداشتن عدسیه کدر شده).

گاهی در اثر یک تصادم، شبکیه از دیوار کره چشم جدا میشود که لکه تاریکی را در بینایی ایجاد می نماید، زیرا شعاع نوری در شبکیه درست جمع نمی شوند. اگر میلهٔ سردی را در خارج کره چشم نزدیک محل جدا شدهٔ شبکیه قرار دهیم عکس العمل رخ میدهد که شبکیه را به دیوار کره چشم جوش میدهدو این کدام آسیبی به چشم نمیرساند.

در جراحی آب مروارید ترموکوپل سرد با سطح پیشروی عدسیه تماس پیدا میکند، به آن چسپیده و برداشتن عدسیه را آسان میکند.

در عملیات جراحی با سرما به موثریت های روش ارج گذاشته شده و با دقت در انتخاب روش کارگیری از آن مجاز دانسته میشود. (20.22.26)

9-9 هیپوترمی

هرگاه فعالیت های تنظیم کنندۀ حرارت بدن ، حرارت تولید شده و به مصرف رسیده را کنترول نکند درجه حرارت بدن پایین می آید. میتوان درجهء حرارت بدن شخص را با تجویز مسکن برای پائین آوردن تحریک پذیری کنترول کننده درجهء حرارت هیپوتلاموس و سپس سرد کردن با یخ و پتو های سرد کننده پائین آورد. انگاه میتوان درجهً حرارت بدن را برای چندین روز حتی یک هفته یا بیشتربا پاشیدن آب سرد ی الکول روی بدن پائین تر از 32^0C حفظ کرد، این نوع سرد کردن مصنوعی درجریان اعمال جراحی قلبی مورد استفاده قرار میگیرد. تا بدین وسیله بتوان قلب را بطور مصنوعی هربار برای چند دقیقه متوقف کرد. این عملیه به اختلالات فزیولوژیکی بدن نمی انجامد. این عمل جریان ضربان قلب را آهسته و میتابولیزم را کاهش میدهد. .(20.15.1)

در جراحی قبل از قطع دست و یا پا برای تولید بی حسی موضوعی از هیپوترمی استفاده بعمل می آید. در جراحی قلب باز، نیز میتوان از این روش استفاده کرد. هیپوترمی از لحاظی مؤثر است که د ر پائین آمدن درجه حرارت بدن، ضرورت بدن به اکسیجن کم و درنیتجه میزان نبض قلب کند و بازدهی کاهش می یابد. کار قلب در مریضان که درجۀ حرارت بدن شان -10 15^0C پائین آمده بود مؤفقیت آمیز گزارش شده است (20).

9-10 مقتضیات استفاده از سرما

در بسیاری از لابراتوار ها و شفاخانه ها که توسط مایعات در تولید سردی استفاده میکنند محفظه های استوانه ای وجود دارد که گاز های مورد نیاز با فشار

زیاد در آن ها ذخیره میشود. شکستن سرپوش استوانه ممکن است خطرناک باشد. بنابرین، محفظه ها باید با احتیاط جابجا و در محل مناسب نصب گردد. هنگام نشست گاز از رگلاتوری استفاده کرد که فشار گاز را کاهش دهد. رگلاتور مخصوص اکسیجن را نباید برای گاز دیگری بکار گرفت زیرا خطر انفجار وجود دارد.

هنگام استفاده از مایعات تولید کننده سردی یا گاز های سرد باید احتیاط کرد، زیرا هرگونه تماس این مواد با چشم یا پوست باعث سرما سوختگی میشود. باید در جا های که از نایتروجن یا کاربن دای اکساید استفاده میشود، سیستم تهویه مناسبی وجود داشته باشد تا به علت رقیق شدن هوا از کاهش اکسیجن جلوگیری شود.

هنگام استفاده از اکسیجن باید احتیاط کرد، زیرا اکسیجن به سرعت سوختن را تشدید میکند. بسیاری از موادی که در هوا نمی سوزند در مجاورت آکسیجن خالص خواهند سوخت. بنابرین در جای که اکسیجن ذخیره شده و مورد استفاده قرار میگیرد باید از سگرت کشیدن و افروختن جلوگیری بعمل آید. دور کردن مواد عضوی، وسایل، مواد قابل اشتعال از محفظه های ذخیره سازی اکسیجن و تهویه مناسب در این نواحی، اززمره اقدامات سودمند است.

اگر اکسیجن مایع روی لباس بریزد، باید آن را از بدن دور و مدت 30 دقیقه در هوای آزاد قرار داد. زیرا لباس در اینحالت قابل اشتعال بوده و هنگامی که به اکسیجن مایع آغشته باشد به آسانی مشتعل میگردد (28.17.13)

مســـایل

1. انسان ها درجات مختلف حرارت را توسط چه درک میکنند؟
2. میکانیزم های کنترول افزایش و کاهش درجه حرارت چیست؟
3. ترمود چیست و از آن چه استفاده بعمل می آید؟
4. یکی از فعالیت های دفاعی بدن در مقابل مریضی چیست؟
5. میکانیزم کاهش درجه حرارت با کدام عکس العمل های بدن کنترول میگردد؟
6. دو اثر مهم و اولیه درمانی گرم کردن بدن کدام است؟
7. از حرارت در تداوی چگونه استفاده بعمل می آید؟
8. مؤثریت جراحی با سرما چیست؟
9. در کدام شرایط از سرما استفاده بعمل می آید؟
10- برای چه مدت میتوان مواد را در سرما نگهداشت؟
11- در کدام موارد استفاده از سرما در طب مفید گزارش شده است؟
12- دیاترمی چیست؟
13- دیاترمی ماورائی صوت از دیاترمی مادون قرمز چه فرق دارد؟
14- در کدام موارد مصئونیت از خطر استفاده از سرما رعایت شود.
15- هیپوترمی چیست؟
16- مناسب ترین سرعت سرد کردن برای محافظت کریوات سرخ خون چقدر است؟
17- در کدام حالت استفاده از سرما نگران کننده است؟
18- بهترین سهولت استراحت عضلات چگونه ممکن است؟

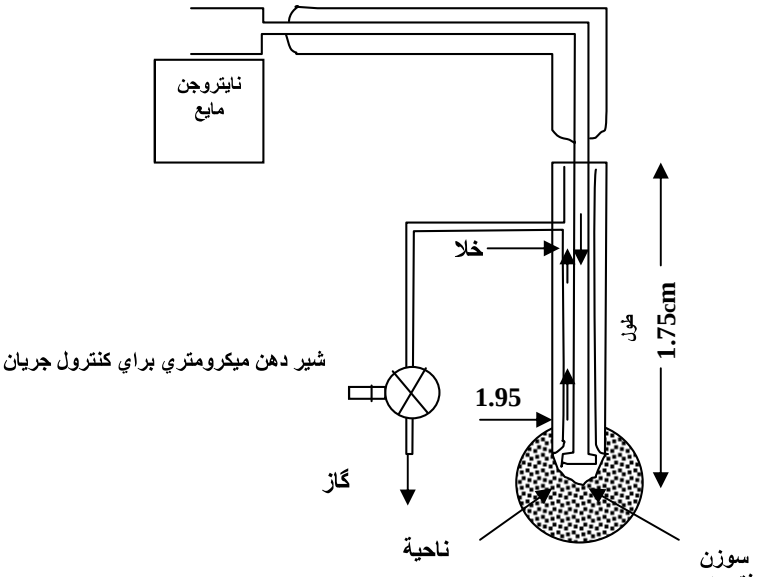
فصل دهم

وسایل ترموگرافی

وسایل ترموگرافی انواع زیاد دارد که از جمله آن ترمیستور با مناسبت موضوع استفاده آن درفصل دوم معرفی گردیده است . در اینجا اصول برخی از وسایل ترموگرافی معرفی می گردد .

10-1 دستگاه کوپر

داکترایرونیک کوپر دستگاهی را درجراحی باسرما بکار برد که بنام دستگاه کوپر یاد می شود . شیمای این دستگاه در شکل (10-1)نشان داده شده است .



شکل(10-1)دستگاه جراحی باسرمای کوپر

پوشش خلا ، مانند عایق در جدار (دیوار) های ترموکوپل درجه ای حرارت متغییر (کانول) عمل میکند . برای تداوی مریضان پارکینسون سوزن نقره ای ترموکوپل را تا -10^0C سرد میکنند وبه داخل نواحی مناسب تلموس فرو می برند تا باعث انجماد مؤقت این نواحی شود . نواحی منجمد پس از برداشتن ترموکوپل در کمتر از 30 ثانیه بهبود می یابد .

بیماران باید درحین عمل به هوش باشند تا جراح توقف لرزش را ببیند ، یعنی ترموکوپل باید درناحیه مناسبی از تلموس قرار گیرد . این ناحیه پس از چند دقیقه انجماد دردرجه حرارت -85^0C نابود میشود پس از انجماد ، انجام ترموکوپل را گرم میکنند سپس آن را خارج میسازند . انساج تلف شده پس از ذوب ، یک کیست تشکیل میدهد که فعالیت عادی بدن را مختل نمی کند. تداوی تقریباً همیشه به این روش جواب میدهد . دوره نقاهت پس از عمل درمقایسه بایک عمل مهم مغز بسیار کوتاه است . جراحی باسرما بیشتر از90% موفقت آمیز بوده است .

10 -2 سکانر حرارتی

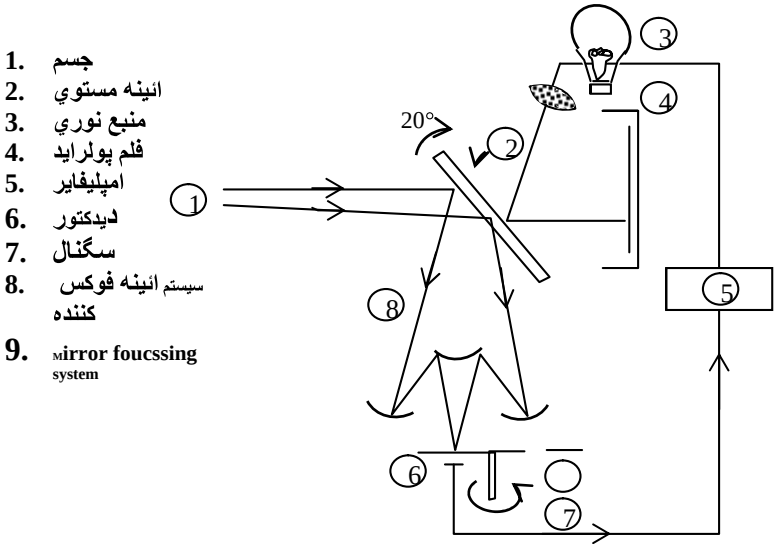
سکانر حرارتی به انواع مختلف در بازار موجود است . دراینجا سکانر بارنس معرفی میشود .

سکانر بارنس دتکتوریک ترمیستور نکل وکوبالت واکساید مکنیزیم است که به صورت یک صفحه نازک بروی پایه یاقوت نصب شده است .حساسیت آن برای هر درجه سانتی گراد4% میباشد . درهرگونه سیستم این آله یک معیاری مقایسه وی برای دتکتور ضروری است تا تغییرات غیر مطلوب در سیتم را جبران نماید . بدین منظور برای قطع کردن سگنال اخذشده از بدن ، قرار دادن یک جسم سیاه با درجه حرارت ثابت بین سکنال وارد شونده ودتکتور ، درین سکانر عملی شده است .

دردستگاه بارنس با استفاده ازیک دیسک سوراخ دا ر که با سرعت ثابت می چرخد ، این عمل را انجام میدهند. سگنال اشعه مادون قرمز از سیستم اپتیکی عبور کرده ، کشف وتقویت شده وبرای روشن کردن یک تیوب تخلیه شده از گاز که شدت درخشش آن با مقدار تابش مورد اندازه گیری متناسب میباشد بکار میرود . شدت این نور بروی فلم ثبت میشود .

سکانینگ بااستفاده ازیک آئینه که بدور دو محور می چرخد عملی میگردد .این دستگاه دارای دید لحظه ای 1/8اینچ درفاصله 10 فوتی میباشد . آئینه یک حرکت جاروئی افقی برابر 20 درجه انجام میدهد . پس از هر سکان افقی آئینه درنقطه آغاز برگشته ودراین زمان از رسیدن نور به فلم جلوگیری می کند _ سپس ائینه را بدور محور افقی به اندازه فاصله ای برابر به عرض یک خط سکان تغییر مکان میدهند . ارتفاع کلی معادل حرکت 10درجه ای آئینه که درحدود 300 خط سکانینگ را می پوشاند بکار میرود.درشکل(10-12) نشان داده شده است .

این زاویه ساحه به ابعاد 40×28 اینچ را در فاصله 10 فوتی دربر میگیرند .یک سکان ممکن است نظر به قدرت تشخیص درجه حرارت تا چندین دقیقه طول بکشد . سکان کامل با وادار ساختن سگنال نورمدوله به تعقیب همان طرح مورد سکانی که سیگنال کشف شده میسازد بروی فلم انجام میگردد. این عمل با انعکاس نور از عقب آینهٔ سکان کننده انجام میگیرد. در سیستم های نمایشی دیگر ممکن است از اسیلو سکوپ اشعه کتودی وفلم پولراید استفاده کنند (14،2).



شیمای (10-12) سکانر بارنس [5]

3-10 دتکتور

دتکتور های حساس به نور از قبیل انتیمونی و را ند یوم اند ، که این دتکتور ها درصورت سردشدن وکاهش جریان نا مطلوب ،بسیار حساس میباشند .

وسائل دیگر سکن حرارتی نیز وجود دارد که یک دتکتور دارای خاصیت فوتوکتود واکتویته از انتمیونی ور اندایوم ، بکار میرود . عیب این دستگاه این است که نیاز به سرد کردن با نایتروجن مایع داشته ودارای یک طیف کاری استفاده ای است که از 5.41μ تجاوز نمی کند. که این در مورد پوست بدن انسان که انتشار آن درحدود حد اکثر 9/51μ می باشد ، نقصی به حساب می آید. امابر عکس نسبت به دلیل سرعت پاسخ دتکتور زمان جاروب کردن کوتاه است (30 دقیقه برای تمام قفسه سینه) (5,17).

4-10 ایواپروگراف

این دستگاه بدلیل کم بودن حساسیت هنوز درطب استفاده نشده است . ساختمان این دستگاه بر مبنای اصل متفاوتی قرار دارد . بدین ترتیب که یک غشاء نازک نایترو سلولوز ،حجراتی را که دران خلا ی دقیقی ایجاد شده است بدو قسمت تقسیم می کندکه بروی یکی از سطوح این غشاء تصویر I.R شی مورد ازمایش را تشکیل میدهند. بروی سطح دیگر قشر نازک از روغن که در اثر تراکم بخار روغن بدست آمده وجود دارد. ضخامت این قشر وابسته به درجه حرارت غشا میباشد. تداخل های نوری که ممکن است مستقیماً عکس برداری شوند تصویری از توضیح حرارتی بدست می دهند. و مفیدیت این چنین دستگاه ها در اجتناب از جاروب کردن، که زمان ازمایش را به میزان قابل ملاحظه کاهش میدهد ، می باشد (4).

مسایل

1. چند وسیله ترموگرافی را می شناسید؟
2. دتکتور چیست ؟
3. دو دسته عمده دتکتور های جدید را نام بگرید؟
4. سکانر چیست؟
5. سکانر حرارتی را معرفی کنید؟
6. اجزای مهم بارنس سکانر را معرفی نمائید؟
7. از بارنس سکانر در کدام عرصه های تشخیص استفاده می شود.
8. دستگاه کوپر را معرفی کنید؟
9. از دستگاه کوپر در کدام مورد استفاده بعمل می آید؟
10. ترمیستور چیست؟
11. چرا از ایواپروگراف در طب استفاده نمی شود. این وسیله چه خصوصیات دارد؟

اصطلاحات

اصطلاحات

انتروپی (Entropy)

- معیاری است برای اندازه گیری میزان بی نظمی .
- کمیت فزیکی است که توانائی انجام کاردستگاه رامشخص میکند .

اتمسفیر (Atmosphere)

- فضای گازی اطراف یک سیاره را گویند
- واحد عملی فشار است . برابر به فشار هوا درکنار بحر، دردرجه حرارت $0C^0$

امواج الکترومقناطیسی (Electromagnetic)

- امواج هستند که از ساحه برقی ومقناطیسی عمود برهم تشکیل شده ودر فضای با سرعت نور حرکت میکند .

بلور (Crystal)

جسم جامدی است که ازخودیک الگوی هندسی مشخص ظاهر سازد .

بی تی یو (. British Thermal Unit)

معیاری حرارتی است که یک پوند (453گرام) آب را از درجه حرارت $63F^0$به $64F^0$برساند .

تشعشع(Radiation).

انتقال حرارت ازطریق پخش امواج است که در خلاهم صورت میگیرد .

تبخیر(Evaporation)

عملی است که مایع دراثر فرار مالیکول ها ازسطح آن به بخار تبدیل میشود .

تحول یا پروسه ادیا باتیک (Adiabatic)

پروسه ایست که دران حرارت نه به سیستم داخل ونه ازآن خارج میشود.

تصعید (Subli mation)

عملیه ایست که درآن ماده بدون انکه ازحالت مایع بگذرد مستقیماً ازحالت جامد به گاز تبدیل میشود .

تیوری حرکی ماده .(Molecular-Kinetic theory).

تیوریست که خواص ماده (به خصوص گاز) را برحسب حرکت مالیکول آنها بررسی میکند .

تعادل حرارتی (Thermal equium)

حالتی که درآن حرارت تبادله شده دستگاه مساوی صفر باشد.

جامد (Solid)

حالتی ازماده است که در آن مالیکولها نمیتوانند آزادانه حرکت نمایند وفقطه میتوانند دراطراف یک نقطه ثابت حرکت اهتزازی داشته باشند .

حجم گاز.(Volume of a gas)

فضای است که مالیکول ها گاز درضمن حرکت خود اشغال میکنند.

حرکت براونی (Brownian motion)

حرکت ذرات مکروسکوپی نامنظم که درداخل یک مایع معلق باشند.علت این حرکت برخورد مالیکول های مایع با هرذره است .

صفر مطلق (Absolute zero)

درجه حرارتی است که درآن فشار وانرژی حرکی متوسط مالیکولی گاز صفر میشود. ازلحاظ عملی درجه حرارت هیچ ماده را نمیتوان به صفر مطلق رساند .

ظرفیت حرارتی (Heat capacity)

مقدار حرارتی که لازم است تادرجه حرارت مقدار معینی ماده را یک درجه افزایش دهد .

کالوری (Calorie)

مقدار حرارتی است که درجه حرارت یک گرام اب را از $14.5C^0$به $15.5C^0$ برساند.

گاز(Gas)

حالتی ازماده است که درآن انرژی حرکی ذرات بمراتب از انرژی پوتنسیل آن ها بیشتر است . ودرنتیجه ذره هامیتوانند تمام فضای ظرفی راکه درآن قرار دارند

اشغال نماید وماده نه حجم ثابت ونه شکل ثابت مشخص دارد .

گاز ایدیال (Ideal gas)

گازی اند که بین مالیکول های آن قوه جاذبه وجود نداشته باشد .

حرارت (Heat)

نوعی از انرژی است که به انرژی حرکی وپوتنسیل ذرات جسم بستگی دارد ودراثر اختلاف درجه حرارت بین دو جسم مبادله میشود .

حادثه ایست که در اثر انجام یک کار میخانیکی ویا تعامل کیمیاوی بوجود میاید و نوع از انرژی میبا شد.

- حرارت تبخیر (Heat 0f evaporation)

مقدار حرارتی است که باید به واحد کتله یک مایع داده شود تامایع در نقطه غلیان خود به حالت گاز تبدیل شود .

- حرارت مولی تبخیر(Molar heat of vaporation).

مقدار حرارتی است که باید بیک مالیکول گرام از یک مایع داده شود تا درنقطه غلیان خود به گاز تبدیل شود .

مایع (Liquld)

حالتی ازماده است که دران مالیکول ها میتوانند حرکت انتقالی داشته باشند ماده دراین حالت حجم ثابت داشته ولی شکل ثابت بخود نمی گیرد وهمواره به شکل ظرف میآید .

نقطه انجماد.(Freezing point)

درجه حرارتی است که دران مایع درفشار متعارفی به جامد تبدیل میشود .

نقطه غلیان (Boiling point)

نقطه غلیان متعارفی هرمایع درجه حرارتی است که درآن فشار بخار مایع $760mmHg$باشد نقطه ذوب (Melting point)

درجه حرارتی است که درآن، جامد ومایع یک ماده باهم درحال تعادل اند .

نقطه سه گانه (Triple point)

درجه حرارتی است که آب ویخ ،آب و مایع وبخار آب ،هر سه بحال تعادل وجود دارند. این حالت تنها در یک فشار مشخص بدست میاید و یگانه است .

نیروی بین الما لیکولی (Intermolecular force):

قوه ایست که مالیکول ها بر هم وارد میکنند تا در پهلوی هم قرار گیرند .

نیروی هستوی (Nuclear force)

قوه ایست بسیارقوی که تنها در فواصل بسیار کوتاه در حدود قطر اتم موثر است و ذرات داخل هسته را نزدیک بیک دیگر نگهمیدارد .

هدایـــــــــت (Conduction)

انتقال حرارت از طریق یک مالیکول به مالیکول دیگر است که بیشتر در جامدات صورت میگیرد .

کنویکشن (Convection)

انتقال حرارت در داخل یک مایع یا گاز از طریق تحویل ذرات مایع است .

ارتجاعیت (Elasticity)

خاصیت موادی اند که هر گاه تحت تاثیر قوه ای تغییر شکل دهنده رهـــــــا شوند دوباره به شکل اولی خود بر گردند .

دیاترمی (diathermy)

--گرم کردن با امواج رادیوی را دیا تر می گویند.

-- استفاده از خاصیت حرارتی جریان پر فریکونسی را برای تداوی گویند .

درجه حرارت (Heat grad)

معیـــــــار کمی حرارت و ســـــــــردی است .

ترمامیتر (Thermometer)

وسیله ایست که برای اندازه نمودن درجه حرارت اجسام بکار میرود .

کوپل ترمو الکتریک(Couple thermo electric)

وسیله ایست که توسط آن میتوان از اثر حرارت بر ق حاصل نمود .

ترمو پیل (Thermo couple)

وسیله ایست که از اتصال چند کوپل ترموالکتریک بصورت سلسله بدست میاید که در مقابل تغییرات جزیئ حرارت حساس میبا شد .

مقدار حرارت (Quantity of heat)

عبارت از عاملی است که باعث تغییر درجه حرارت اجسام ویا تغیرحالت آنها میگردد.

حرارت مخصوصه :(Thermal capacity)

- مقدار حرارتیست که درجه حرارت یک گرام آن جسم را $1C^0$ بلند میبرد
- عبارت از اندازه انرژی حرکی راگویند که توسط $1g$ آن جسم گرفته میشود .

ترمی (Thermy)

مقدارحرارتی است که یک تن آب میگیرد ویا ازدست میدهد تا یکدرجه ($1C^0$)گرم یا سرد شود .

هدایت (Conduction)

انتقال حرارت از طریق ماده ساکن براثر تماس فزیکی که در تغییرات حرارت موجود باشد .

کنویکشن (Convection)

انتقال حرارت از راه انتقال مالیکول راکنوکشن مینامند که به دو طریق انجام میشود طبیعی وغیر طبیعی .

جسم سیاه(Black body)

اجسامی که تمام انرژی تشعشعی را جذب کند بنام جسم سیاه یاد میشود.

ضریب انسباط خطی : coefficients of linear Expansion)

اندازه انسباط واحد طول جسم که درجه حرارت آن یکدرجه سانتی گراد افزایش یابد ، ضریب انسباط خطی جسم نامیده میشود .

مکر وسکوبی Macroscopic

کمیات که به خواص کل سیستم مربوط بوده با عملیات تجربی قابل اندازه گیری گیری باشد . مانند فشار،حجم وغیره

مایکروسکوبی Microscopic

کمیاتی اند که خواص آن رانمیتوانیم با قوه ادراک مستقیماًاحساس کنیم بلکه باروش های احصائیوی وقوانین ریاضی بیان میگردد.

پروسه ایزوترم (Isotherm)

پروسه ایست که در آن درجه حرارت ثابت میباشد .

پروسه ایزوکور (Isochors)

پروسه ایست که در آن حجم ثابت میبا شد .

پروسه ایزو بار (Isobar)

پروسه ایست که در آن فشار ثابت میبا شد.

ریسپراتور (Respirators)

وسایلی اند که توسط آن تنفس مصنوعی داده میشود .

دی هایدریشن(Dehydration)

کم شدن اب وجود را دی هایریشن مینامند .

ترمودینامیک (Thermodynamic)

علمیست که از حوادث حرارتی و حوادث میخانیکی بحث مینماید .

سیستم (system)

بیک مقدار مشخص ماده اطلاق میگرددکه توسط یک سطح حدی محدود شده باشد . یا اجسامیکه بصورت حقیقی . ذهنی از محیط ماحول جدا ومشخص شده باشد .

ادیاباتیک (Adiabatic)

عملیه ایست که در آن سیستم با محیط خارج هیچگونه تبادل حرارتی ندارند .

تحول رجعی(Reversible)

تحولی را گویند که در آن سیستم عملیه ای را انجام داده دو باره عکس آن را انجام بدهد .یعنی بحالت اولی بر گشت پذیر باشد .

تحول غییر رجعی (Irreversible)

تمام حوادث میخانیکی ، برقی که در آن ها بصورت ایدیال اختلاف درجه حرارت ظاهر نگردد، پروسه رجعی نامیده میشود. یا پروسه که بحالت اولیه بر گشت پذیر نباشد .

پروســـــــه (process)

عملیه یا حادثه ایکه بتواند باعث تغییر حالت سیستم شود عملیه نامیده میشود .

یا بعبارت دیگر تغییراتی که در سیستم مد نظر گرفته میشود پروسه نامیده میشود.

انـــــــــتلپی (enthalpy)

انتلپی عبارت از مجموعه انرژی داخی و خارجی سیستم میباشد .

ترمـــــــود (thermode)

دستگاهی اند که بوسیله جریان برق ویا بوسیله عبور دادن آب گرم از داخل آن و یا بوسیله آن،و یا با عبور دادن اب سرد از داخل آن ،سرد شود .

فیزوتراپی (Physiotherapy)

عملیه ایست که بطریقه های مختلف روی موضع های مختلف بدن انجام میابد و در تداوی مریضان از آن استفاده میگردد.

ترموگرافی طبی (Medical thermographs)

عبارت از اندازه گیری حرارت منتشره از روی پوست و نقاط مختلف بدن است که برای معالجه امراض از آن استفاده میگردد.

معرفی

دانشمندان علم حرارت

معرفی دانشمندان علم حرارت

رودلف دیـــــــزل

رودلف دیزل (1913- 1858) درپاریس ازوالدین المانی بدنیا آمدودر سال 1870به خاطری جنگ آلمان با فرانسه به لندن نقل مکان نمود. اودر آلمان به تحصیل پرداخت ودر

انجا درسال 1893موتور اختراعی خودش رابـنام خود ثبت نمود . درابتدا نظر او این بودکه گوگرد ذغال رابه جای ســوخت مایع به داخل هوای متراکم در درجه حرارت بلند ترزیق کند تا مشتعل گردد. اولین کوشش اودر ترزیق ســـوخت منجربه انفجار موتورشـد . بـه طوریکه وی به مشکل توانست از مرگ نجات یابد . بالاخره پس از 4سـال کار دشواروپرمصرف اولین موتور اش ساخته شد . دیزل بعد ازاین موفقعیـت ناپدید شد واز قرار معلوم ضمن عبور از کانال مانش به اثر طوفان در دریا غرق شد .

لرد کلـــوین

لرد کلوین (1907-1824). کلـــوین به خاطری کمک به احداث اولین کایل مخابراتی زیر دریایی اوقیـــانوس اطلس به لقب لرد مفتخرشد . استاد فزیک در دانشگاه گلاســـــــکو ، ریاضیدان بزرگ ، مخترع و طراح ، دوست دار ورزش وموسیقی بود .

اودرپیشرفت ترمودینامیک سهمی ارزنده داشت . مقیاس ترمودینامیـــــکی درجه حرارت رامستقل از خواص ماده ابداع کرد .هم چنین وی کمـک نمود تا قانون اول ترمودینامیک برپایه محکمی استوار شود ودربیان قانـون دوم ترمودینامیک هم سهم مهم داشت . درجه حرارت مطلقه بنام این دانشمند یاد میشود .

ماگس پلانک

ماگس پلانک (1947-1858) ارنست لود ویک پلانک استاد المانی بودکه در مونیخ تحصیل کرد ودردانشگاه مونیخ ، گیل وبرلین تدریـــــس مـیکرد.

یکی ازکارهای بزرگ وی تعریف جسم سیاه وتعیین طول موج تابش آن بود. او بنیان گذار نظریه کوانتومی وطرح ثابت پلانک است. که تأثر آن درعلم فزیک وسایر علوم وسایر رشته ها فراتر تصور شده است . پلانک برعلاوه علم فزیک در فلسفه ، مذهب وموضوعات اجتماعی وسیاسی علاقمند بود.

رودلف،جولیوس

رودلف،جولیوس امانوتل کلاوسیوس(1822-1888)از المان ،استاد فزیک ونابغه ریاضی بود.در زمینه های تشخیص نور ، برق والکترولیز کار کرده و با پایه گذاری نظریه حرکی گازات شهرت یافت .کلاوسیوس، کار کار نورا به دقت باز سازی و تبیین کرد .بدین ترتیب اصل معروف قانون دوم تر مودینامیک را نتیجه گرفت .وی رساله جامع در مورد موتور بخار نوشت و در نتیجه از مفهوم انتروپی که در آن وقت تازکی داشت تاکید کرد .

نیکالامونارد سادی کار نو:

نیکلامو نارد سادی کارنو (1796- 1832) .علی الرغم تاثیر ژرف وماندگارش بر علم ترمو دینامیک ،یک دانشمند فرانسوی آرام وافتاده بود . وی در سال های پر آشوب قدرت ناپلیون در فرانسه میزیست . یکی از شعار های وی این بود .

"انجه میدانی بگو و انجه نمیدانی ابداً صحبت نکن."

پس از انتشار کتاب Reflection on the motive power of fire که جهل سال پس از مرگش انتشار یافت معلوم شد که کار نو قبل از دیگران به اصل قانون تحفظ انرژی دست یافته بود .این هم موضوع قابل تعمق است که بدانیم پنج تن مردی که ابتدا قانون تحفظ انرژی را در یافتند همه جوان بودندو علایق مسلک اصلی آنها در زمینه فزیک نبود .

بابر طبیب (28) ساله ، هلمهولتز فزیولوژست (22) ساله ، کولدینک انجینر (27) ساله، ژول مدیر صنعتی (25) ساله وکار نو (24) ساله ومسن ترین آن ریمفورد(45) ساله بود .

ویلیام جان ام رانکین

ئیلیام جان ام رانکین (1820-1876) ، انجینر ساختمانی و استاد دانشگاه کلاسیکو بود . وی نه تنها در انجینری ساختمان بلکه در زمینه های متعدد مانند کشتی سازی ،کار های آبی ،آواز

خوانی و آهنگ سازی نیز صاحب نظر و اهل فن بشمار میرفت. وی یکی از پیش کسوتان علم تر مودینادمیک و نخشتین شخصی بود که به تدوین نگارش این علم همت گذاشت.

جیمز وات

دانشمند ،مخترع و معمار خود آموخته بود.او علاوه بر موتور معروفش با اولین تحقیق علمی که روی خواص بخار آب انجام داد. اعتبار پیدا کرد . پیش از انکه موتورش از لحاظ مالی بموفقیت انجامد به مشکلات قابل توجهی دست و گریبان بود ، طوریکه مجبور به گرفتن وام از موسسات خیریه گردید . در سال 1769امتیاز اختراعی را تحت عنوان روش ابداعی تازه برای کاهش مصرف بخارو سوخت در موتور های آتشی بدست آورد .در سال 1775 با سازنده ای بنام مانیوبولتون شریک و این شراکت بمدت بیست سال ادامه داشت .بر خلاف دیگر مخترعین دست آورد های او در زمان حیاتش شناخته شد

جیمزوات در سال 1806 از دانشگاه گلاسکو درجه دکتورا ی حقوق را گرفت. ودر سال 1814بعنوان یک عضوی خارجی در اکادمی علوم فرانسه پذیرفته شد .ودر همان سال اعطای لقب بارون به او پیشنهاد شد که مورد پذیرش وی قرار نگرفت .

کارل گوستاپاتریک

کارول گوستا پاتریک دولاوال (1845- 1913). گوستا پاتریک انجینر، فارغ التحصیل از دانشگاه ایپسالا در سوندبود .عایدات اصلی او به عنوان یک مخترع ، از داستگاه تجزیه مواد خام بدست می امد که انرا صرف اختراعات متعدد دیگر مینمود. تور بینی که او اختراع کرد قرار بود در یک دستگاه تجزیه مواد خام بکار رود . گوستا پاتریک در کار های اجتماعی نیز فعال بود و به عنوان عضو هر دو مجلس قانون گذار ی پذیرفته شد . او به دفعات به خاطر سهمی که در پیشرفت تکنالوژی داشت مورد تقدیر قرار گرفت .

سر چارلزالجمان پارسوتر

سرچار لز الجمان پارسوتر (1854-1931) از زمره قشر اشراف انگلستان بود .وی میخواست به نیاز کشتی ها به قوه محرکه بخار پاسخ دهد.او به تدوین اصول عکس العمل معروف شد.

رونالد هنری :

در سال 1870 از پولی تخنیکRENSSELER فارغ التحصیل و در سال 1876به حیث استاد فزیک در دانشگاه جدید جان هایگنیزاحراز مقام و تجربه را در همان جاانجام داد.

در سال 1879برای تعیین معادل میخانیکی حرارت مشکلی را انجام دادکه تا امروز به عنوان الگوی از یک ماشین دقیق از آن یاد میشود .نتیجه که او بدست آورد با مقدار ی که امروز قبول است فقط به اندازه 1.200تفاوت دارد .

اواگدرو :

اواگدرو (1776-1856)در شهر تورین ایتالیا متولد و از سال 1825 تا 1850مصروف تحقیقات در فزیک عالی بود کار های علمی و پر بهای را انجام داد. از جمله مطالعاتی که منجر به بیان قانون گردید که به افتخارش بنام اواگدرو یاد میشود .

امـا کا نـــت

امـــــــــا کانت (1841-1915) فزیک دان فرانسوی با تجارب متعددنشان داد که قانون بایل ماریوت تقریبی است.

واندر والس

واندر والس (1837-1923)فزیکدان معروف هالیندی متولد شهر لیدن است .مطالعات زیادی در ترمودینامیک نموده سمت استادی را در پوهنتون امستردام داشته و در سال 1910 بدریافت جایزه نوبل مفتخر گردید .

دیموکریتوس

دیموکریتوس(370-460)دانشمند یونانی است که بار اول جسم جامد را مرکب از ذرات در حال نوسان دانست . چنین می گفت که جهان از ذرات (اتم ها) بیشماری تشکیل گردیده

است . همچنان میگفت که جهان در حرکت دایمی قرار دارد. در جهت اخلاقیات و خود داری از هوس های نفسانی توصیه می نمود .

بیکن

بیکن (1561-1626) فلیسوف انگلیسی است که اهمیت مشاهده و نتیجه گیری از تجارب مکرردر علوم طبیعی توصیه نمود .

ژیمز بلاک

ژیمز بلاک (1728-1799) فزیکدان انگلیسی است که اولین بار حرارت ذوب و حرارت تبخیر را اندازه گیری نمود .

ریمفورد کانت

ریمفورد کانت(1753-1819)فزیک دان انگلیسی است که اولین بار متوجه تبدیل کار به حرارت گردید .

ژول ژیمس

ژول ژیمس (1818-1889)فزیکدان انگلیسی است که در شهر سانفورد مانچستر متولد گردیده است . تحقیقات اولیه او در باره ماشین های الکترو مقناطیسی بوده است .مطالعات او در باره حرارت و کار که منجر به بیان قانون اول تر مودینامیک شده است نام او در دفتر علوم جاویدان ساخت .

فـــــــار نهایت ،گبریل دانیل

فارنهایت (1686-1736)فزیکدان المانی است که در شهر وانزیک متولد گردیده است . در ایام جوانی مسافرت های بسیار نموده و به ساختن اسباب های لازم برای مطالعات هواشناسی علاقه خاص داشت وترمامتر سیمابی را مروج نموده مقیاس درجه حرارت بنام اش مسمی است .

ویـــلیم وین

ویـــــــــلیم وین فزیکدان المانی (1864-1928).ویلیم وین در یک خانواده ثروتمند تولد یافته مدتی شاگرد هلمهولتز به اموزش فزیک پرداخت . ودر اواخر قرن نزدهم موضوع تشعشع ومقدار آن را توجیه نمود و بکمک اصول ترمودینامیک به وضع قانونی در سال 1892 در باره تشعشع نور بوسیله اجسام سیاه داغ پرداخت . " طول موج مربوط به حد اکثر شدت جذب در طیف با در جه حرارت مطلقه جسم داغ که نور از آن صادرمیگردد نسبت معکوس دارد .

ســـلیـــــوس اندرس

سیلسوس اندر سن (1701-1744)منجم سویدنی است که در اوپسالا متولد شده وتحصیلات خودرا در ریاضیات ونجوم به پایان رسانده ودرسال 1740 رصد خانه آن شهرراساخته وبه حیث ریس آن تعیین شد . درنجوم معروف است ومخترع مقیاس درجه بندی ترما متر سیمابی میباشد ، که واحد مقیاس بنام وی یاد میشود .

ستیفان –ژیمز

ستیفان –ژیمز(1835-1893)فزیکدان المانی است که نخستین بارنظر داد که قدرت انتشارهر جسم سیاه با درجه چهارم درجه حرارت مطلقه آن متناسب است .

بولتـــــــزمن –بویس

بولتزمن –بویس(1627-1906) فزیکدان المانی است که قانون توزیع سرعت رادر نظریه حرکی گازات توسعه داد.

رابـــــــرت بایل

رابرت بایل(1627-1691)در سین مور در ایرلندمتولد شده و در سال 1643در انگلستان مستقر گردید. وی تمام وقت خودرا صرف کار های علمی و تحقیقی در رشته فزیک و کیمیا نموده است ،مخصوصاًرابط فشار و حجم را طور تجربی در حرارت ثابت دریافت .

مـــــــاریـــــــوت

ماریوت (1620-1684) فزیکدان فرانسوی است که جدا از بایل قانون گازات را در حرارت ثابت بیان کرد که بنام قانون بایل ماریوت یاد میشود .

جـــــان دالتن

جان دالتن (1766-1844)فزیکدان و کیمیادان فرانسوی استکه قانون مهم مخلوط گازات بنام وی معروف است .

ژوسیف گی لو -.ساک

ژوسیف گی لوساک(1778-1850) دانشمند فرانسوی بوده که در شهرلیونارد لونوبلامتولد گردیده است . پس از فراغت از پوهنتون پاریس مطالعات خود را در باره انبساط گازات ادامه داده و در سال 1816 بحیث استاد کیمیا در پوهنتون پاریس مصروف شد .

الکســــــــاندر شارل

الکساندر شال(01726-1822) فزیکدان فرانسوی است که تأثیر حرارت را در فشار و حجم بدست اورد . قانون انبساط گازات ایدیال در حجم ثابت بنام وی یاد میشود .

لاوازیه

انتوان لوران لاوازیه (1743-1794) کیمیادان فرانسوی در خانواده مرفه در پاریس متولد ونخست در رشته حقوق تحصیل نمود . از اغاز جوانی به علوم علاقمندی داشت و از استادان

برجسته نجوم، گیاه شناس ، کیمیا دان اموخت ونجوم از لاکای فرا گرفت.در سن 25 سالگی عضو اکادمی علوم گردید. می گفت "سعادت حقیقی مختص بیک طبقه نیست ،رفاه و اسایش نبایدمحدودبه تعدادقلیلی از مردم باشد ، بلکه باید همه مردم اسوده وسعادتمند گردند ".

در سال 1771با دختری 14 ساله ازدواج کرد . این دختر زبان های مختلف را اموخت و آثار علمی را برای شوهرش تر جمه نمود.

لاوازیه در باره احتراق مطالعات ارزنده نمودو در سال 1772با همکاری عده ای الماس را سوزانیدو ثابت کرد که الماس جز کاربن خالص چیزی نیست. وهم دریافت که الماس در خلا نمی سوزد. این عالم اثار زیادی از خود بجا گذاشته است.

ارشیبا

ارشیبا به سبب کشف تولید حرارت در عضلات در سال 1922مستحق جا یزه نوبل گردید .

اوتـــــــو میر هوف

اوتو میر هوف رابط بین اکسیجن با تولید اسید لاکتیت در عضلات مستحق جایزه نوبل در سال 1923گـــــــــردید .

ویلیام فرانسیس گیاک

ویلیام فرانسیس گیاک در ترمودینامیک تحقیقات زیادی انجام داده بخصوص در بخش تر مودینامیک در سال 1948در تاثیرات حرارت بسیار کم مستحقق جایزه نوبل گردید .

کنت . ج ویلیون

کنت .ج ویلیومن عالم و دانشمندی امریکایی ،برای تجزیه و تحلیل تغییرات در ماده تحت فشارو حرارت در سال 1982 جایزه نوبل را مستحق گردید.

جدول (الف) ضمیمهٔ حرارت واحد Col/g °C BTU/LB°F	مخصوصه مواد	مواد [1 ، 10، 11] واحد Col/g °C BTU/LB°F
آب (در 15°C	1	سیماب 0.03
یخ	0.51	خون 0.8
بخار آب	0.48	گرافیک 0.16
المونیم	0.217	شیشه 0.16
برنج	0.09	امونیا 0.523
مس	0.092	رابر 0.48
طلا	0.031	نایتروجن 0.248
آهن	0.11	هوا 0.242
سرب	0.030	جست 0.095
نقره	0.056	تنگستن 0.032

جدول (ب) انرژی غذا های انتخابی برحسب **Kcal/g**

مواد غذایی	واحـد kcal/g	مواد غذایی	واحـد kcal/g
سیب خام	0.64	ماهی	1.7
لوبیای سفید	3.54	شکر	3.94
نان سفید	2.66	رومی	0.23
دوغ	0.37	شلغم	0.27
پنیر	3.93	کباب گوشت گوساله	1.84
تخم مرغ پخته	1.62	کباب مرغ	1.04
کاهو	0.2	مسکه	7.94
گوشت لخم	0.27	شکلات	5.7
شیر	0.72	روغن خوک	9.3
کچالو جوش داده	0.97	پلو	1.12
شوربا	0.63	کچالو بریان شده	1.6

جدول (ج)ضریب هدایت حرارتی اجسام به

واحـد k(Cal.) Mm/cm2 °C.sec	سمبول	مواد
1.01	Ag	نقره
0.92	Cu	مس
0.5	Al	المونیم
0.163	Fe	آهن
0.083	Pb	سرب
0.005		یخ
0.0025		شیشهٔ معمولی
0.002		کانکریت
0.0014		آب
0.0004		پنبه ناسوز
0.0004	H	هایدروجن
0.00034	He	هیلیوم
0.00026		برف
0.00015		فایبرکلاس
0.00011		کارک
0.0001		نمد
0.000057		هوای
0.7		طلای
0.26		برنج
0.0025		خشت پخته
0.00051		ایتایل الکهول
0.0004		چوب

جدول (د)ضریب انبساط حجمی مایعات به حرارت **18°C**

جسم	واحـد $\gamma[1/C^0]$
ایتایل الکهول	10.10^{-4}
گلسیرین	5.10^{-4}
سیماب	$1.8.10^{-4}$
اسیتون	$14.3.10^{-4}$
انیلین	$8.5.10^{-4}$
بنزین	$10.6.10^{-4}$
کاربن سلفاید	$11.9.10^{-4}$
کلوروفارم	$12.8.10^{-4}$
ایتر معمولی	$16.3.10^{-4}$
آب	$0.53.10^{-4}$
تولوئین	$10.8.10^{-4}$
آب	$2.1.10^{-4}$
ایتر	$16.6.10^{-4}$
اسید اسیتیک	$10.7.10^{-4}$
فریک اسید	$10.2.10^{-4}$
میتایل الکهول	$11.9.10^{-4}$
نایتریک اسید	$12.4.10^{-4}$
نفت خام	$9.2.10^{-4}$
الکهول پروپیلیک	$9,8.10^{-4}$
آب	$1.5.10^{-4}$
آب	$3,02.10^{-4}$

جدول (ه) انبساط خطی (طول ،)
اجسام در 20°C [11,10

جسم	$\alpha.10^{-6}[1/\alpha]$	جسم	$\alpha.10^{-6}[1/\alpha]$
المونیم	24.9	چدن	10.2
بیسموت	13.4	برادهٔ آهن	11.9
برنج	18.9	سرب	28.3
سنگ تعمیرات	5.5	مگنیزیم	35.1
برنز	17.5	نیکل	13.4
کاربن سلفاید	7.9	پلاتین	8.9
کنستانتان	17	الیاژ پلاتین - اریدیم	8.7
مس	16.7	چینی	3
الماس	0.91	کوارتز	0.5
دورالمومین	22.6	فولاد 3 (درجه 20)	11.9
ابونیت	70	قلعی	21.4
نقره آلمانی	18.4	تنگستن	4.3
شیشهٔ معمولی	8.5	پلاستیک	70
شیشهٔ Pyrex	3	چوپ (عمود بر الیاف)	50.6
طلا	14.5	جست	30
گرانیت	8.3	سیمان ویتون	12

11	فولادیکه زنگ نزند	50.7	یخ 0 –
3.6	چوب (در امتداد الیاف)	6.58	ایریدیم

171

جدول (و) کثافت اجسام د 20°C

جـامد		مایع		گاز	
جسم	$\sigma[Ka/m^3]$	جسم	$\sigma[Ka/m^3]$	جسم	
الماس	$3,0.10^3$	اسیتون	$0,7.10^3$	نایتروجن	1.2
المونیم	$2,7.10^3$	آب	$1,0.10^3$	هایدروجن	0.1
آهن	$7,8.10^3$	گلسیرین	$1,26.10^3$	هوا	1.3
طلا	$19,3.10^3$	روغن	$0,90.10^3$	آکسیجن	1.4
یخ	9.103	تیل خاک	$0,80.10^3$	کاربن دای اکساید	2
مس	$8,9.10^3$	سیماب	$13,6.10^3$		
نکل	$8,9.10^3$	خون	-1,055 $1,066.10^3$		
قلعی	$7,4.10^3$				
سرب	$11,3.10^3$				
نقره آلمانی	$10,5.10^3$				
فولاد	$7,8.10^3$				

				$2,5.10^3$	شیشه
				$7,0.10^3$	جست
				$7,8.10^3$	چدن

172

172

جدول (ز) ثابت های a و b گازات حقیقی [5,6]

نام گاز	سمبول	a [L^2.at/mol^2]	b [L/mol]
هایدروجن	H	0.2444	0.02661
هیلیوم	He	0.03412	0.0237
نایتروجن	N	1.39	0.03913
آکسیجن	O	1.36	0.3183
کاربن مونواکسا ید	CO	1.485	0.3985
نایتروجن مونو اکساید	NO	1.34	0.02789
کاربن دای اکساید	CO_2	3.592	0.04267
آب	H_2O	5.464	0.030469

مآخـــــــذ

1- او.رون. پل. پلیتر.1372. فزیک وکار برد آن در علوم تندرستی. مترجمین پاشانی.جلال الدین ، سپهری .هوشنگ: تهران ص ص 71—94

2-تکاور .عباس. 1389. فزیک پزشکی، چاپ پنجم :تهران ص ص 20،429183،188،197،201،.

3- پرا وستیشن.ج.م و تنتالر ،آ ر.ان درودو. ای .گ . 1379 . فزیک ترمو دینا میک تعادل های خازن سیال . مترجمین وفائی .شفتی ،محسن ، چاپ دوم ،جلد دوم :تهران ص ص 110-113 .

4-رابرژرنیک.دیود .هالیدی . 1382. فزیک حرارت و امواج. مترجمین گلستانی . نعمت ا له، بهار. محمود : تهران ص ص131،149،155-157،257-281 .

5-رهبری .غلام حسین ، خدا دوست .علی اکبر،فتانی. بهر ام، دیگران . 1377 . فزیک پزشکی ؛ تهران . ص ص 155، 156 – 173 .

6- صمدی .علی ا فضل . 1365. اصول شیمی نو . چاپ ششم ؛.تهران ص ص 224-276 .

7-غضنفر . سید ا لفشاه . 1376 . بیـــــــو فزیک ، انستیتوت طب کابل . ص ص 19 – 32 .

8- قضا ئی . صمـــــــد . 1357، بیماری های ناشی از عوامل فزیکی . تهران ص ص 1- 41 .

9- قیومی . عبدالصمد ، گازی لیف . گازی .ز .1364 .کیمیای فیزیکی .:کابل ص ص 3-12 .

10 – محمد الوکیل . محمد .1380. فزیک نیرو گاهای حرارتی .مترجم سرایچی . کاظم : تهران .ص ص 4 و5 .

11- معتمدی . اسفندیار .1368 . فزیک گر ما و آثار حرارت .تهران . ص ص .11-28،22،41-53،113،69،103 .

12- نجمی . خواجه قطب ا لدین .1364 ، فزیک حرارت و ترمو دینامیک . انستیتوت طب کابل ص ص .38،18،12،11، 44-104،54-120 .

13- کامرون .جان ،اسکوفرونیک .جیمز .1389، فزیک پزشکی ،جلد دوم چاپ سوم . مترجم آ ریائی .جمیل :تهران .ص ص 72 ،82، 127 .

14- کارل .آر.نیو ، براند سی.نیو. 1372 . فزیک در خدمت علم بهداشت . مترجم تکا لو.علی اصغر: تهران.ص ص250-267 .

15-Bill.W.Tillery, Mc Graw Hill. 2002,Physical Seince, New York, pp90-102.

16- Chatwal G.R .2005. Biophysics . 1- Edition, Delhi pp, 30,36,37,38, 41 .

17- Guyton.Arthur.C and Hall, 2000.Texbook of Medical Physiology ,10-editon pp325,827,826,832

18-Hall Prentice.Nedhan T.Massachusaetts.Upper Sadle River ,New Jersey, etal . 2001. Physical Sciences .California Edition, pp 438 ,446.

19- Hausmann . E, Edger . p, Slack , 1989 Physics .New York PP 231,248,263,298,316 .

20 -Hassel.Howard,Flitter 1998 ،Physics in nursing , edition -6 . New York, pp 122-138 .

21 -Frank P. Incroper,David D.Witt,1996 Introduction Volume -2,edition -3 ,U.S.A , pp 768-. toHeat Transfer 802 .

22 - Frank P Incroper,David D.Witt,1996 ،Introduction to heat transfer volume -1, edition-3 .,U.S.A, pp1-33,55-61,427-451, 500-532 .

23 -kikoin A and Kikoin I .1978 .Molecular Physics. Moscow. Pp 97-187 .

24 - Kakas ,Sidiq.V.A, Sheindlin V.V .1998,Heat conduction, New York pp 1-12

25 – Kirilin .V.V,Sycher Sheindlin .1976 ,Engineering Thermodinamic. New York. Pp 32,41,74,79 .

26 - Moore .Thomas. A, 1989. Physics Unit T , Some processes and A Irreversible. six Ideas that shaped , U.S.A ,PP 16,17,18.

27 -Nelkon .M , 1993 Principles of Physics ,8-edition . London .pp, 168-170 ,202,206 .

28 -Robert Resnic, David .Halliday Kenneth S.Krane Physics, 5-edition .volume-1. ،2002

New York. Pp 518,520, 523 , 544.

29 - Richard .I.F .weinde,Rabert Sells . 1971,Elementary of Physics . volume -1, New York.pp 476-489,493-501,506-529.

30 - Savaelyer.I.V,1980 .Physics A Genral course .volume -1,Moscow .pp345,361 .

31 – Van Wylen . Borgnakke.Sontag 2002. Fundamental of Thermodynamics .5- edition U.S.A , pp 779-782.

32 -Van Wylen. Gordan, Sontag Rechard .Borgnak .Claus. 1998 , Fundamental of classical Thermodynamic .4-. edition ،. 1998 , Fundamental of classical Thermodynamic

U.S.A ,pp 34,35 .

33 –Yoversky.B, and Deliaf . 1975 ,Hand Book of Physics .Moscow. pp 74-79.

Dinsky 1975 , Fundamental of .34-Yovorsky .B,Mand A.A

Physics . Moscow ,pp260-302 .
35 - Yavorsky B.M,Seleznev Y.A , 1978 Physics A
Moscow pp160,156,176 .. Refresher course

اینجانب میر محمد ظاهر (حیدری) فرزند میر غلام حیدر در یک خانواده با ضمیر روشن در سال 1331 در شهر تالقان ولایت تخار چشم به جهان کشودم . و در سال 1337 شامل مکتب و در سال 1349 از لیسه تالقان

وقت از صنف 12 فارغ و بعد از یک مدت خدمت در سال1354 شامل فاکولته ساینس پوهنتون کابل و در سال 1357 از رشته فزیک فارغ التحصل گردیدم. بعد از فراغت از پوهنحی بحیث سوپر وایزر ساینس در تعلیم و تربیه تخارمقرر گردیدم بعد از یک مدت به خدمت عسکر ی بعد از ترخیص در تربیه معلم ولایت تخار به حیث استادمقرر گردیدم. بعد از چند مدت بحیث معاون تدریسی خدمت نمودم .و در سال 1364 شامل پروگرام ماستری اکادمی تربیه معلم وبعد از اخذ دیپلوم ماستری بحیث استاد و بعداًمدیر عمومی خدمت نمودم . در سال 1368 بحیث استاد نامزد پوهنیار دانشکده طب بلخ تبدیل و بعداً بحیث معاون وتا سال 1370 درین سمت قرار داشتم . در سال 1373 مجداً بحیث معاون و یک مدت بحیث سر پرست درین پوهنحی و بعد از یک مدت انفصال ازین پست در سال 1378مجداً بحیث معاون مقرر و تا سال 1381 در ین پست قرار داشتم .بمنظور انجام کار های علمی و تحقیقی ازین پست استعفاء نمودم وحدود23 سال می شود که در فاکولته طب پوهنتون بلخ مصروف تدریس هستم که در فوق گزارش یافت.

بر علاوه وظایف استادی در کمیته و سایر فعالیت های اکادمیک شمولیت داشتم که مختصر گزارش می گردد.

اولین رئس کمیته امتحانات پوهنتون بلخ با طرح اولین طرزالعمل کاری ، عضو شورای علمی پوهنتون بلخ ، عضو شورای علمی پوهنحی، رئیس کمیته بررسی اسناد فارغان ، مسول کمیته انسجام ترفیعات علمی فاکولته طب و عضو کمیته تضمین کیفیت و اعتبار دهی پوهنتون بلخ می باشم.

رتبه دولتی ام خارج رتبه و رتبه علمی ام پوهاند بوده تعداد اثار علمی ام در حدو د 22 اثر علمی تالیفی، تحقیقی ورساله علمی به نشر شده و 2 اثر تحت کار دارم که انشاء اله اماده چاپ میگردد.

با احترام

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

استاد فزیک طبی پوهنحی طب

پوهنتون بلخ 1391

Abstract:

Literature Review:

Medical Physics at university level and teaching it in Faculties of Medical is the key in students' success to apply the knowledge gained through these lessons in their day-to-day affairs.And it is in the category of basic subjects being taught for medical students. In the past it was taught under the title of physics, but today due to rapid expansion of knowledge and technology and the correlation of physics with other subjects Medical Physics is taught as an independent subject in Faculties of Medical. An important section of Medical Physics is heat which is taught 2 credit hours in a week (1 hour of lecture and 2 hours of its practical) in the curriculum of Faculty of Medical.

Aim:

Introducing the rules of Medical Physics specially the heat section and its vast use in explaining activities performed by human's body constitutes the major aim of this book.

Material and Method:

The sources which are used in this book are from journals, internet, etc. In addition this book is a guide for those students who are after gaining adequate information on Medical Physics and its application. It will lead them to autodidact learning on different aspects of physics. In this book relation of subjects and pedagogical goals are systematically regarded.

Usefulness:

Teaching Medical Physicsespecially the Heat Section is in the curriculum of Faculties of Medical and students are eager to know how the thermal events effect human's body and what would be the moderate heat in performing different activities.

Conclusion:

Activities are performed in a normal heat. Heat has an impact on all incidents and happenings especially environmental heat has a direct impact on human's activities. Since change in heat, the normal heat in the body, the needed percentage of heat in the body, etc are all explained under the title of Medical Physics; therefore, this subject is recommended for medical students so that it leads the students in proper application of them.

Publishing of textbooks and providing support
For the medical colleges in Afghanistan

Honorable lecturers and dear students,

The lack of quality text books in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging the students and teachers alike. To tackle this issue we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. In the past two years we have successfully published and delivered copies of 60 different books to the medical colleges across the country.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-1014) states:

"Funds will be made ensured to encourage the writing and publication of text books in Dari and Pashto, especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state-of-the-art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this, it would not be possible for university students and faculty to acquire updated and accurate knowledge"

The medical colleges' students and lecturers in Afghanistan are facing multiple challenges. The out-dated method of lecture and no accessibility to update and new teaching materials are main problems. The students have easy access to low quality and cheap study materials (copied notes & papers), hence the Afghan students are deprived of modern knowledge and developments in their respective subjects. It is vital to compose and print the books that have been written by lecturers. Taking the critical situation of this war torn country into consideration, we need desperately capable and professional medical experts. Those, who can contribute in improving standard of medical education and public health throughout Afghanistan, thus enough attention, should be given to the medical colleges.

For this reason, we have published 60 different medical textbooks from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh & Kabul medical colleges.

Currently we are working on to publish 60 more different medical textbooks, a sample of which is in your hand. It is to mention that all these books have been distributed among the medical colleges of the country free of cost.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers & students they want to extend this project to non-medical subjects like (Science, Engineering, Agriculture, Economics & Literature) and it is reminded that we will publish textbooks for different colleges of the country which are in need.

As stated that publishing medical textbooks is part of our program, we would like to focus on some other activities as following:

1. Publishing Medical Textbooks

This book in your hand is a sample of printed textbook. We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers and publish each year 100 different textbooks for Afghan Higher Education Institutions.

2. Interactive and Multimedia Teaching

In the beginning of 2010, we were able to allocate multimedia projectors in the medical colleges of Balkh, Herat, Nangarhar, Khost & Kandahar. To improve learning environment the classrooms, conference rooms & laboratories should also be equipped with multimedia projectors.

3. Situational Analysis and Needs Assessment

A comprehensive need assessment and situation analysis is needed of the colleges to find out and evaluate the problems and future challenges. This would facilitate making a better academic environment and it would be a useful guide for administration and other developing projects.

4. College Libraries

New updated and standard textbooks in English language, journals and related materials for all important subjects based on international standards should be made available in the libraries of the colleges.

5. Laboratories

Each medical college should have well-equipped, well managed and fully functional laboratories for different fields.

6. Teaching Hospitals (University Hospitals)

Each medical college should have its own teaching hospital (University Hospital) or opportunities should be provided for medical students in other hospitals for practical sessions.

7. Strategic Plan

It would be very nice if each medical college has its own strategic plan according to the strategic plan of their related universities.

I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us for publication. We assure them quality composition, printing and free of cost distribution to the medical colleges. I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.

We are very thankful to the German Federal Foreign Office; German Academic Exchange Service (DAAD) for providing funds for 90 different medical textbooks and the printing process for 50 of them are ongoing. I am also thankful to Dr. Salmaj Turial from J. Gutenberg University Mainz/Germany, Dieter Hampel member of Afghanic/Germany and Afghanic organization for their support in administrative & technical affairs.

I am especially grateful to GIZ (German Society for International Cooperation) and CIM (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities during the past two years in Afghanistan.

In Afghanistan, I would like cordially to thank His Excellency the Minister of Higher Education, Prof. Dr. Obaidullah Obaid, Academic Deputy Minister Prof. Mohammad Osman Babury and Deputy Minister for Administrative & Financial Affairs Associate Prof. Dr. Gul Hassan Walizai, the universities' chancellors and deans of the medical colleges for their cooperation and support for this project. I am also thankful to all those lecturers that encouraged us and gave all these books to be published.

At the end I appreciate the efforts of my colleagues Dr. M. Yousuf Mubarak, Abdul Munir Rahmanzai, Ahmad Fahim Habibi, Subhanullah and Hematullah in publishing books.

Dr Yahya Wardak
CIM-Expert at the Ministry of Higher Education, November, 2012
Karte 4, Kabul, Afghanistan
Office: 0756014640
Email: textbooks@afghanic.org
wardak@afghanic.org

Message from the Ministry of Higher Education

In the history, book has played a very important role in gaining knowledge and Science and itis the fundamental unit of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of Higher Education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and based on educational standards and new learning materials, new textbooks should be published for the students.

I appreciate the efforts ofthe lecturers of Higher Education institutions and I am very thankful to them who have worked for many years, and have written or translated textbooks. I also warmly welcome more lecturers to prepare textbooks in their respective fields. So, that they should be published and distributed among the students to take full advantage of them.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and updated learning materials in order to better educate our students.

At the end, I am very grateful tothe German Federal Foreign Office, theGerman Academic Exchange Service (DAAD)and all those institutions and its people who have provided opportunities for publishing medical textbooks. I am hopeful that this project should be continued and publish textbooks in other subjects too.

Sincerely,
Prof. Dr. Obaidullah Obaid
Minister of Higher Education
Kabul 2012

Book Name	Medical Physics (Heat)
Author	Prof. Mir M. Zaher Haidary
Publisher	Balkh Medical Faculty
Website	www.ba.edu.af
No of Copies	1000
Published	2012
Download	www.ecampus-afghanistan.org
Printed at	Afghanistan Times printing press

This Publication was financed by the German Academic Exchange Service (**DAAD**) with funds from the German Federal Foreign Office.

Administrative and Technical support by Afghanic organization.

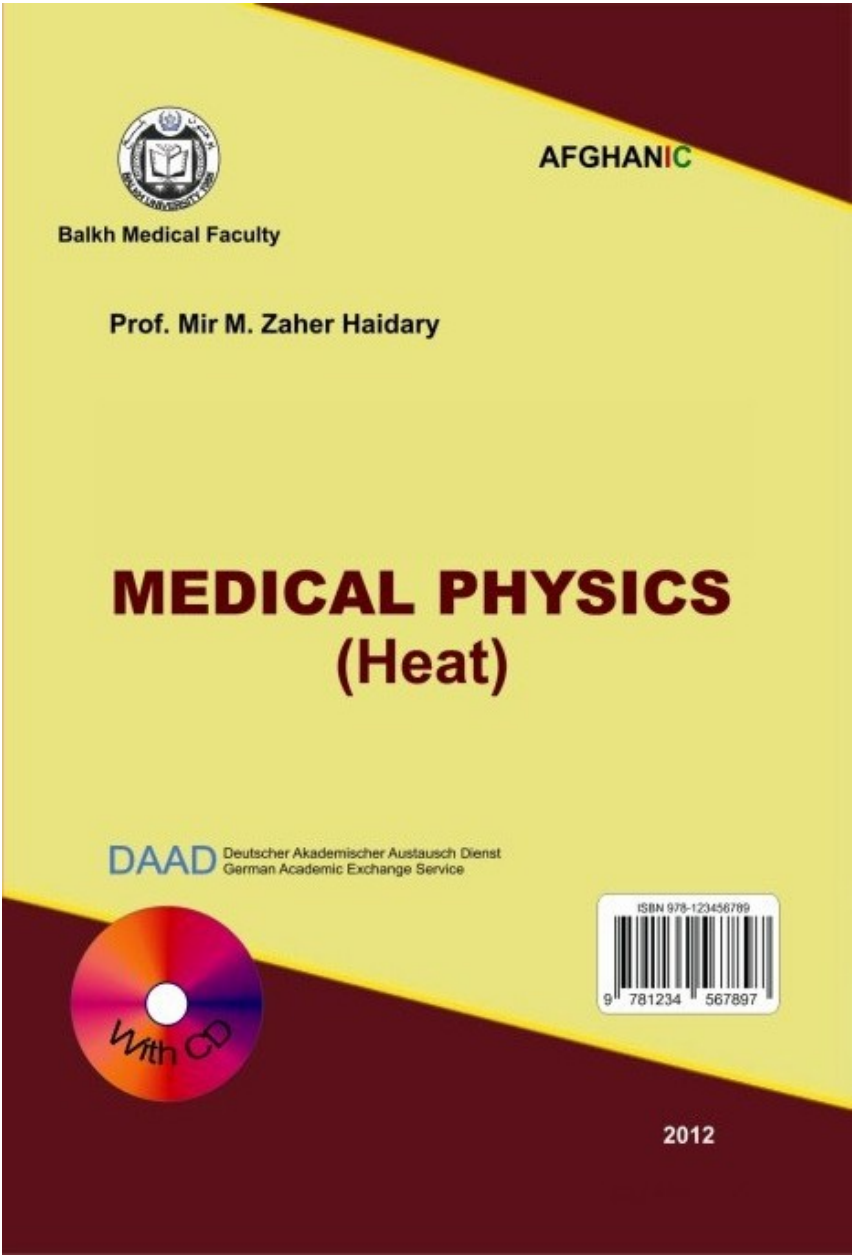
The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it. Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your text books please contact us:
Dr. Yahya Wardak, MoHE, Kabul, Afghanistan
Office 0756014640
Email wardak@afghanic.org

ISBN 978- 123456789

All rights are reserved with the author

Printed in Afghanistan 2012


AFGHANIC
Balkh Medical Faculty
Prof. Mir M. Zaher Haidary
MEDICAL PHYSICS
(Heat)
DAAD Deutscher Akademischer Austausch Dienst
German Academic Exchange Service
ISBN 978-123456789
9 781234 567897
With CD
2012

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.