

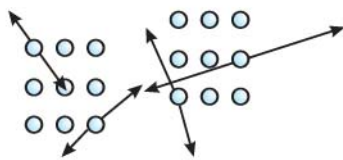
فصل پنجم

گرما و آثار آن

درس نامه

گرما چیست؟

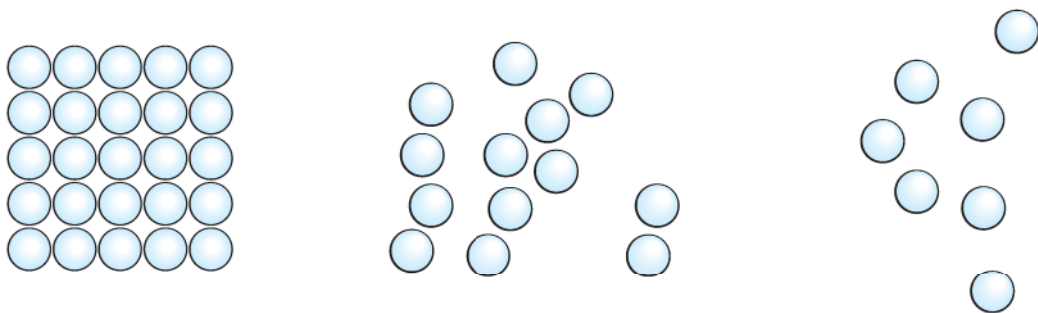
در زندگی روزمره بارها از جملاتی مانند این‌ها استفاده کرده‌ایم: هوا چه قدر گرمه، یه لیوان آب خنک می‌خوام، نذار خیلی داغ بشه و معنی واقعی این کلمه‌ها چیست؟! در گذشته‌های دور این تفکر وجود داشت که گرمی و سردی ماده‌ها به خاطر وجود یک شبح سبک به نام سیال کالریک است که هر چه داخل جسمی بیشتر باشد آن جسم داغ‌تر خواهد بود! این نظر شاید اکنون خنده‌دار به نظر برسد، ولی در آن موقع خیلی عجیب نبود و برخی مسائل مربوط به گرما را توضیح می‌داد.



اما پس از کشف اتم و اثبات ذره‌ای بودن ماده، نظریه‌ی جدیدی درباره‌ی گرما ارائه شد: **نظریه‌ی جنبشی گرما**. این نظریه می‌گوید اگر یک جسم گرم است، این گرما به علت تکان خوردن سریع اتم‌ها در سر جایشان است (اتم‌ها انرژی جنبشی زیادی دارند). اگر ما دستمان را به یک جسم داغ بزنیم، ضربه‌های اتم‌های این ماده که در حالت جنب و جوش هستند به اتم‌های پوست دست ما وارد می‌شود و ما احساس داغی می‌کنیم.

همین‌طور جسمی که سردتر است، اتم‌هایش با سرعت کم‌تری سر جایشان می‌لرزند. این اتم‌ها وقتی به دست ما می‌خورند، ضربه‌های ضعیف‌تری می‌زنند و ما احساس سردی می‌کنیم.

باید دقت کنیم که سردی، همان نبود حرارت است! یعنی هر چه دانه‌های ماده (اتم و مولکول) سریع‌تر جنبش کنند، ماده داغ‌تر است و هر چه آرام‌تر این اتفاق بیفتد، ماده سردتر است (یعنی کم‌تر داغ است). پس سردی به خودی خود یک حس جدا نیست! تا به این‌جا درباره‌ی ارتباط حرکت ذرات و گرما صحبت شد. اما این حرکت چگونه است؟ یکی از خصوصیات این حرکات این است که اتم‌های ماده‌ی جامد سر جایشان لرزش دارند و تکان تکان می‌خورند. این ذرات اصلاً از جایشان به جای دیگری نقل مکان نمی‌کنند، چرا که نام این مسئله دیگر لرزش نیست بلکه حرکت کامل است. حرکت کامل در گازها و مایعات رخ می‌دهد. در گازها و مایعات حرکت لرزشی در جای اتم‌ها، کم‌تر است.



مثال تفاوت و شباهت صوت و گرما در چیست؟

پاسخ: صوت و گرما هر دو ناشی از حرکات ذرات ماده هستند (شباهت)، اما این حرکات در صوت منظم و به یک‌سو و در پدیده‌های گرمایی نامنظم و در جهت‌های مختلف است (تفاوت).

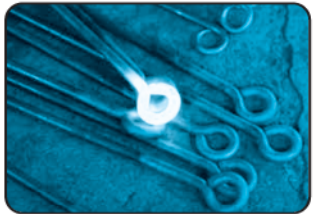
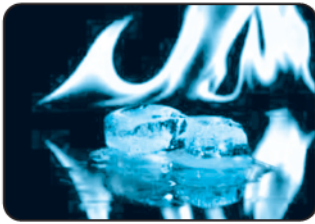
دما

اگر قرار است حرکت و جنبش اتم‌ها را به گرما تعبیر کنیم، معنی اختلاف سرعت نوسان اتم‌ها چه خواهد بود؟ به بیان بهتر اگر اتمی سریع‌تر بلرزد چه خصوصیاتی دارد؟ هر چه سرعت تکان‌های ذرات ماده بیشتر باشد، می‌گوییم دمایش بیشتر است. در واقع دما به نوعی همان انرژی جنبشی تکان‌های اتم‌ها و مولکول‌های ماده است. هر چه داغ‌تر، سریع‌تر. هر چه سردتر، آرام‌تر.

تبادل گرمایی

وقتی دو جسم را که یکی سرد و دیگری داغ است کنار هم بگذاریم چه می‌شود؟ اتم‌های جسم داغ‌تر شروع به ضربه‌زدن به اتم‌های کند جسم سرد می‌کنند. بعد از مدتی، اتم‌های جسم داغ مقداری از انرژی جنبشی‌شان را به اتم‌های جسم سرد می‌دهند. اتم‌های جسم داغ آرام‌تر از قبل و اتم‌های جسم سرد، سریع‌تر از قبل می‌شوند. تا جایی که انرژی جنبشی اتم‌های هر دو جسم یکی شود. وقتی این اتفاق بیفتد می‌گوییم **تبادل گرمایی** رخ داده است. در تبادل گرمایی، دمای دو جسم یکی شده است. یعنی انرژی جنبشی اتم‌هایشان یکی شده است. در طول مدتی که تبادل گرمایی برقرار می‌شود بخشی از انرژی جنبشی اتم‌های جسم داغ به اتم‌های جسم سرد منتقل می‌شود. نام انرژی منتقل شده از جسم داغ به جسم سرد را **گرما** می‌گذاریم. گرما، انرژی منتقل شده بین دو جسم است که اختلاف دما دارند. گرما نوعی انرژی است، پس واحد آن ژول خواهد بود.

آثار گرما



همه‌ی ما دیده‌ایم که حرارت روی ماده اثر می‌گذارد. تغییر شکل، رنگ، استحکام و حتی تغییر رسانایی الکتریکی از جمله‌ی این اثرات است. خب، مفهوم حرارت را به یاد می‌آوریم، یعنی لرزش ذرات ماده. اگر این لرزش خیلی شدید باشد، ذرات ماده از هم جدا می‌شوند، یا شل شده و از هم فاصله می‌گیرند. در این اوقات می‌گوییم تغییر حالت رخ داده است (ذوب، تبخیر، انجماد و ...). اگر این لرزش کم‌تر باشد، اتم‌ها از هم فاصله می‌گیرند و باز می‌شوند. این فاصله‌گرفتن چرا رخ می‌دهد؟ برای این که اتم‌ها راحت‌تر بتوانند جنبش کنند. این فاصله‌گرفتن اتم‌ها همان پدیده‌ی **انبساط** است.

اثر دیگر حرارت روی ماده، **تغییر رنگ** ماده است. مثلاً وقتی ماده انرژی گرمایی می‌گیرد، مقداری از این انرژی را به شکل نور تابش می‌کند. برای همین، چیزی را که داغ شده است درخشان می‌بینیم، یا می‌بینیم که رنگ آن عوض شده است.

اما اگر بخواهیم میزان اثر گرما را محاسبه کنیم باید چه کار کنیم؟ برای این کار اول کمیت جدیدی به نام **ظرفیت گرمایی ویژه** برای هر ماده تعریف می‌کنیم. این کمیت که با نماد c نشان داده می‌شود این‌گونه معنی می‌دهد:

میزان انرژی (مثلاً با واحد ژول) که باید به یک کیلوگرم از آن ماده‌ی خاص بدهیم تا دمایش یک درجه‌ی سانتی‌گراد زیاد شود.

حالا اگر بخواهیم محاسبه کنیم که با یک مقدار انرژی گرمایی، دمای یک قطعه ماده چه قدر بالا می‌رود، باید ابتدا ظرفیت گرمایی ویژه را در جرم (مقدار ماده) جسم ضرب کنیم، سپس انرژی موردنظر را بر این عدد تقسیم کنیم تا مقدار تغییر دما به دست آید. اگر مقدار انرژی گرمایی را با Q و جرم جسم را با m نمایش دهیم خواهیم داشت:

$$\frac{Q}{m \times c} = \text{تغییر دمای جسم}$$

مثال از یک قابلمه‌ی غذا باید ۱۲ هزار ژول گرما گرفته شود تا هم دما با محیط داخل یخچال شود. اگر دمای اولیه‌ی قابلمه ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، جرم قابلمه و محتویاتش ۲ کیلوگرم و c مجموعه‌ی آن‌ها برابر با ۲۵۰ ژول بر کیلوگرم درجه‌ی سانتی‌گراد باشد دمای محیط

$$\text{یخچال چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟ } (c = 250 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, m = 2 \text{ kg}, Q = 12000 \text{ J})$$

پاسخ: ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد = ۳۰ - ۲۴ = دمای یخچال \Rightarrow ۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد = $12000 \div (2 \times 250)$ = تغییر دما

دماسنجی



اثرات گرما روی ماده، به ما کمک می‌کند که بتوانیم دما را اندازه بگیریم. مثلاً **دماسنجی** بسازیم که هر وقت قدری داغ شود، رنگش به ترتیب از قرمز به نارنجی و زرد و ... تا آبی عوض می‌شود یا **دماسنجی** بسازیم که براساس انبساط کار کند. مثلاً به کمک فلزی که بر اثر گرم شدن طولش بیشتر شود و از روی مقدار افزایش طول آن و یا از روی مقدار انبساط مایعی که در یک لوله‌ی شیشه‌ای بالا می‌رود دما را محاسبه کنیم. بنابراین دما یک کمیت است. یعنی می‌شود آن را اندازه گرفت و گفت مقدار آن چه قدر است.

درجه‌بندی **دماسنج** روش‌های مختلفی دارد. از مقیاس‌های معروف، سانتی‌گراد و فارنهایت هستند. در مقیاس سانتی‌گراد (سلسیوس)، فاصله‌ی دمای ذوب یخ تا بخارشدن آب به صد قسمت تقسیم می‌شود و هر قسمت را یک درجه‌ی سانتی‌گراد می‌نامیم.

مثال دمای هر یک از موارد از چه روشی قابل اندازه‌گیری است؟

ستارگان - ریزپردازنده‌ی رایانه - یک محلول شیمیایی

پاسخ: دمای ستارگان بنابر رنگ نور تابیده‌شده از آن‌ها قابل محاسبه و اندازه‌گیری است. دمای ریزپردازنده‌ی رایانه (CPU) از طریق حسگرهایی که تغییر در رسانایی الکتریکی را می‌سنجند قابل اندازه‌گیری است. دمای یک محلول شیمیایی را معمولاً می‌توان با دماسنج‌های انبساطی الکلی و جیوه‌ای سنجید.

انتقال گرما

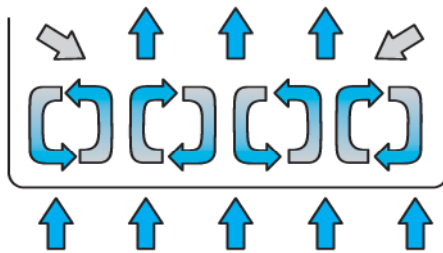
گفتیم که گرما انرژی منتقل‌شده بین دو جسم است که اختلاف دما دارند. اما گرما چه‌طور منتقل می‌شود؟ سه راه به این منظور می‌توان نام برد.

رسانایی

دو جسم را به هم بچسبانیم. اتم‌های جسم داغ‌تر به اتم‌های جسم سردتر ضربه می‌زنند و آن‌ها را به جنبش بیشتر وادار می‌کنند. این روش در جامدات و مایعات و گازها عمل می‌کند (بیشتر در جامدات). به این روش رسانش می‌گوییم. سطح تماس بیشتر دو ماده، سرعت رسانش را افزایش می‌دهد. زیرا تعداد ضرباتی که در هر لحظه اتم‌های ماده‌ی داغ به ماده‌ی سرد می‌زنند بیشتر شده و انرژی بیشتری در هر لحظه منتقل می‌گردد.

همرفت

در مایعات و گازها، پدیده‌ای به نام همرفت مشاهده می‌شود. هنگامی که بعضی ذره‌های یک



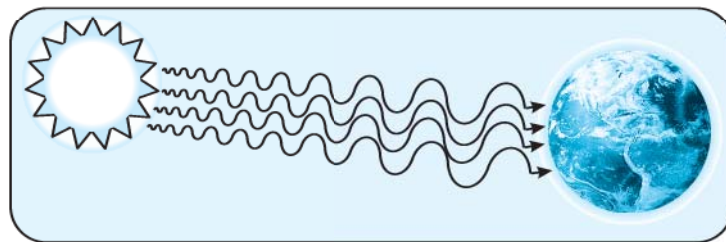
قسمت از مایع یا گاز، با هم و به شکل گروهی به راه افتاده و به جای دیگری می‌روند، می‌گوییم همرفت اتفاق افتاده است. علت همرفت مربوط به اصل شناوری است. اصل شناوری می‌گوید وقتی چند سیال (مایع یا گاز) روی هم ریخته شده یا با هم مخلوط هستند، سیالی بالاتر می‌ایستد که چگالی‌اش کم‌تر است. ارتباط این اصل به همرفت در این جاست که وقتی یک ظرف سیالی گرم می‌شود، حجم آن بخش بیشتر شده و چگالی‌اش کم‌تر می‌شود، پس بالا می‌رود.

در واقع همرفت وقتی پیش می‌آید که بالای یک سیال (مایع یا گاز) سردتر از پایینش باشد. همرفت همیشه عمودی رخ می‌دهد و همرفت افقی نداریم (خوب است بدانیم تمام بادهای به خاطر همرفت به وجود نمی‌آیند).

تابش

انرژی می‌تواند به شکل تابش به جایی برسد. به این روش انتقال، تابش می‌گوییم. سرعت حرکت تابش برابر سرعت نور است، یعنی بیشترین سرعت ممکن در عالم.

اما هر یک از این راه‌ها در شرایط متفاوتی قابل استفاده هستند. مثلاً رسانش، حتماً باید بین دو ماده باشد. همرفت هم فقط در مایع یا گاز رخ می‌دهد. اما تابش برای انتقال نیاز به ماده ندارد. تابش هم از خلأ هم از ماده عبور می‌کند. اما برای مثال رسانش در خلأ معنی ندارد. چون چیزی در کنار جسم نیست که اتم‌های جسم به آن ضربه بزنند و انرژی‌شان را به آن منتقل کنند. ولی تابش از خلأ میان زمین و خورشید عبور می‌کند و به زمین می‌رسد.



بعضی تابش‌ها با چشم دیده می‌شوند که آن‌ها را نور مرئی می‌نامیم. بعضی دیگر هم دیده نمی‌شوند مانند اشعه‌ی گاما، ایکس، رادیویی و ... از کشفیات مهم دانشمندان در قرن ۱۹ میلادی درباره‌ی گرما این بود که تابش چه دیده نشود و چه دیده نشود، در هر دمایی انجام می‌شود. یعنی همه‌ی مواد در هر دمایی تابش می‌کنند. فقط گاهی این تابش با چشم دیده نمی‌شود.

برخی عوامل مؤثر بر سرعت و مقدار انتقال گرما و انرژی را نام می‌بریم:

- هر چه مساحت بیرونی جسم بیشتر باشد، آن جسم تابش بیشتری خواهد داشت و تابش بیشتری از دیگر اجسام دریافت خواهد کرد و اگر در تماس با دیگر اجسام باشد سرعت انتقال گرما از طریق رسانایی در آن زیاد می‌شود.
- هر چه جسمی داغ‌تر باشد شدت تابش آن بیشتر خواهد بود.
- هر چه نور تابیده‌شده از جسم داغ بیشتر به سمت رنگ‌های ابتدای رنگین کمان (آبی، بنفش، ...) باشد، دمای جسم در حال تابش بیشتر است.
- هر چه اختلاف دما بین دو ماده بیشتر باشد، سرعت رسانایی بیشتر خواهد بود.
- هر چه اختلاف دما بین دو نقطه از سیال بیشتر باشد، سرعت و شدت همرفت بیشتر خواهد بود.

عایق‌ها



برخی مواد و وسایل سرعت انتقال گرما را کم می‌کنند. به این مواد عایق می‌گوییم. بدنه‌ی یک فلاسک چای، عایق است. یعنی انرژی گرمایی داخل چای به آرامی و کندی به هوا منتقل می‌شود. بنابراین فرایند سرد شدن چای داخل فلاسک بسیار بیشتر از سرد شدن چای در لیوان روی میز طول می‌کشد. یک عایق جلوی عبور گرما رو نمی‌گیرد، بلکه فقط عبور گرما را کند می‌کند.

عایق‌ها به چند روش سرعت عبور گرما را می‌گیرند. یک روش فاصله‌انداختن میان ذرات دو ماده است. در این صورت اتمی که می‌خواهد به بغل دستی ضربه بزند، باید نوسان بزرگی انجام دهد تا به نزدیک‌ترین بغل دستی برسد و ضربه بزند. وقتی اتم بغل دستی دور باشد، زمان این انتقال ضربه و انرژی بیشتر می‌شود. در نتیجه گرما دیر منتقل خواهد شد. در واقع وقتی مثلاً بین دیواره‌های فلاسک را خالی می‌گذارند، در آن‌جا دیگر چیزی برای انتقال ضربات گرمایی چای داغ داخل فلاسک به دیواره‌ی بیرونی و سپس به هوا نیست. روش دیگر در کند کردن عبور گرما ضخیم کردن عایق‌ها است. تا گرما بین اتم‌های عایق دست به دست شده و از جسم داغ به سرد برسد، زمان زیادی می‌گذرد. پس هر چه عایق ضخیم‌تر باشد، سرعت انتقال گرما کم‌تر و زمان انتقال گرما بیشتر است.

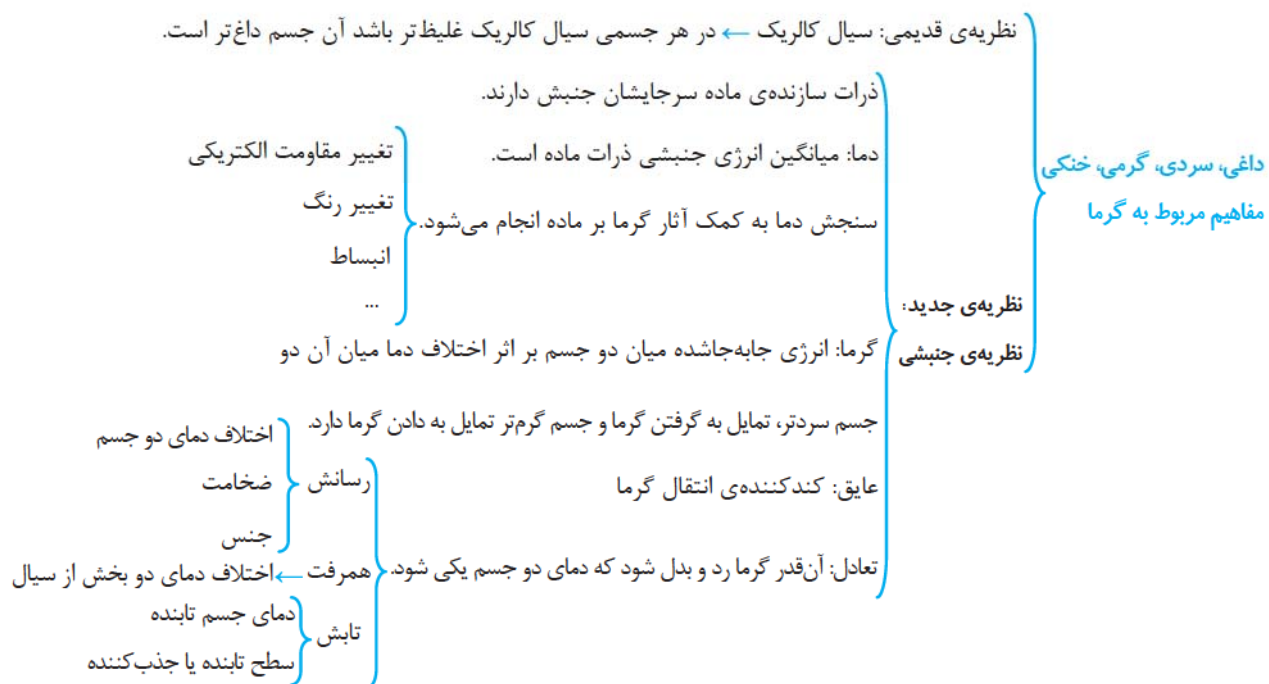
رنگ ظاهری مواد هم در مقدار جذب انرژی تابشی اثرگذار است. اجسام تیره‌تر به سرعت زیر آفتاب داغ می‌شوند. اجسام روشن‌تر و با رنگ نزدیک به سفید، بیشتر پرتوها را بازتاب می‌کنند و انرژی زیادی جذب نمی‌کنند که دمایشان را بالا ببرد. در واقع عایق در برابر تابش، چیزی است که پرتوهای بیرونی را به خوبی بازتاب کند و مانع از جذب آن‌ها توسط ماده شود.

مثال اگر میان یک شیشه‌ی دوجداره خلأ باشد، در این قسمت گرما تقریباً فقط از طریق تابش منتقل می‌شود. اما اگر میان یک شیشه‌ی دوجداره اندکی از یک گاز شفاف باشد، گرما هم از طریق تابش، هم از طریق رسانش منتقل می‌شود (گاز شفاف قدری از تابش را جذب کرده و جنبش ذراتش سریع‌تر می‌شود). در مجموع خاصیت عایق‌بودن کدام گزینه بیشتر است؟

- (۱) شیشه‌ی دوجداره با خلأ
 - (۲) شیشه‌ی دوجداره با گاز شفاف اندک
 - (۳) مساوی‌اند.
- پاسخ، گزینه‌ی «۴»

شیشه‌ی دوجداره با خلأ تقریباً تمام تابش را عبور می‌دهد و در عوض اجازه‌ی هیچ رسانشی را نمی‌دهد. شیشه‌ی دوجداره با گاز شفاف اندک، بخشی از تابش را به محیط اولیه بازتاب می‌کند (برخورد پرتوها با ذرات گاز). اما برخی از پرتوها را جذب کرده و اندکی گرم می‌شود. سپس این گرما از طریق رسانش بین دو جداره‌ی شیشه منتقل شود. حال اگر ضریب جذب تابش گاز میان شیشه‌ی دوجداره بالا باشد، این گاز علاوه بر ایجاد مجرا برای رسانش، انرژی تابشی را هم با واسطه و از طریق جذب، جنبش بیشتر و در نتیجه رسانش به بیرون می‌دهد. در این شرایط شیشه‌ی خلأ در مجموع عایق بهتری است. اما اگر ضریب جذب گاز بین شیشه بسیار پایین باشد، مقدار زیادی از تابش به داخل بازتاب خواهد شد و مقدار اندکی از گرما به وسیله‌ی رسانش منتقل می‌شود. با تنظیم این متغیرها می‌توان هر حالتی را برای این دو نوع عایق به وجود آورد.

نمودار درس



پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- کدام مورد، نمایان‌کننده‌ی دمای مناسب برای وجود حیات در یک سیاره است؟

- (۱) وجود اکسیژن در جو آن
(۲) تیره بودن رنگ خاک آن
(۳) وجود آب به صورت مایع در آن
(۴) بودن آن در نزدیکی یک ستاره

۲- کدام عبارت صحیح نیست؟

- (۱) هر جسمی که دمای بیشتری دارد، مجموع انرژی جنبشی اتم‌ها و مولکول‌های آن بیشتر است.
(۲) هر چه لوله‌ی دماسنج نازک‌تر باشد، دقت آن بیشتر خواهد شد.
(۳) رسانش، روش اصلی انتقال گرمای شوفاژ به محیط اتاق نیست.
(۴) چای در استکان با دهانه‌ی بزرگ‌تر زودتر خنک می‌شود.

۳- برای اندازه‌گیری دمای بخار آب، از کدام مورد باید استفاده کرد؟

- (۱) دماسنج الکلی (۲) دماسنج جیوه‌ای (۳) دماسنج طبی (۴) تب‌سنج نواری

۴- فرض کنید برای گرم کردن هر گرم آب به اندازه‌ی یک درجه‌ی سانتی‌گراد، باید ۴ ژول انرژی به آن بدهیم. با انرژی به دست آمده از سرد کردن ۱ لیتر آب به اندازه‌ی ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، می‌توانیم یک نوجوان ۵۰ کیلوگرمی را تا چه ارتفاعی از سطح زمین به بالا پرتاب کنیم؟ (از همه‌ی اتلاف‌ها صرف‌نظر کنید).

- (۱) کم‌تر از ۱۰ متر (۲) حدود ۲۰ متر (۳) نزدیک به ۱۰۰ متر (۴) بیش از ۱۸۰ متر

۵- کدام یک واحد انرژی نیست؟

- (۱) کیلوکالری (۲) نیوتون در متر (۳) میلی‌ژول (۴) مگاوات

۶- برای پایین‌آوردن سریع دمای بدن بیمار گاهی پای او را در محلول آب و الکل قرار می‌دهند. زیرا:

- (۱) الکل به عنوان عایق مانع رسیدن گرما به بدن بیمار می‌شود.
(۲) الکل ضد عفونی‌کننده است و بدن بیمار را از عفونت‌ها پاک می‌کند.
(۳) الکل گرما را از بدن بیمار گرفته و برای تبخیر شدن مصرف می‌کند.
(۴) الکل جریان همرفتی را در آب افزایش می‌دهد.

۷- رسانش در کدام گزینه هرگز رخ نمی‌دهد؟

- (۱) محلول آب و نمک (۲) گاز نیتروژن (۳) مفتول از جنس قلع (۴) هیچ‌کدام

۸- کدام گزینه، عوامل مؤثر بر انرژی درونی یک جسم را نادرست معرفی کرده است؟

- (۱) دمای جسم، تعداد مولکول‌ها
(۲) جنبش اتم‌ها، انرژی پتانسیل جسم
(۳) حجم ذرات سازنده، دمای جسم
(۴) سرعت حرکت ذرات سازنده، تعداد ذرات

۹- حرارت‌دادن، دمای کدام گزینه را حتماً افزایش می‌دهد؟

- (۱) آهن مذاب (۲) مخلوط آب و یخ (۳) آب در هر حال جوش (۴) همه‌ی موارد

۱۰- کدام رنگ را برای لباس آتش‌نشان‌ها مناسب‌تر می‌دانید؟

- (۱) سفید مات (۲) نارنجی مات (۳) قره‌ای براق (۴) مشکی براق

۱۱- اگر یک ظرف نیمه‌پر، از محلول آب و نمک با دمای ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد داشته باشیم:

- (۱) با افزودن مقداری آب خنک ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد مجموع انرژی درونی آن‌چه در ظرف هست، افزایش می‌یابد.
(۲) پس از مدتی دمای تعادل ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد خواهد شد.
(۳) با برداشتن مقداری از محلول، دما و انرژی درونی آن‌چه در ظرف هست، تغییری نمی‌کند.
(۴) گزینه‌های ۲ و ۳ صحیح‌اند.

۱۲- اگر جسم B با جسم C در تعادل گرمایی باشند و جسم C با جسم A هم‌دما باشد، آن‌گاه:

(۱) انرژی درونی هر سه جسم برابر است.

(۲) جسم B با A هم‌دما است.

(۳) انرژی درونی B برابر با مجموع انرژی درونی A و C است

(۴) گزینه‌های ۱ و ۲ صحیح‌اند.

۱۳- اگر بخواهید مقداری بستنی را همراه خود به کویر برده و در آن جا میل کنید، از کدام ظرف استفاده خواهید کرد؟

(۱) ظرف مسی با درب آهنی

(۲) ظرف پلاستیکی با درب کائوچویی

(۳) ظرف کائوچویی بدون درب

(۴) ظرف آهنی، با درب پلاستیکی

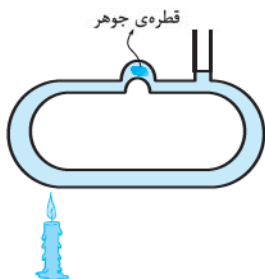
۱۴- در شکل مقابل، اگر شمع را روشن کنیم، کدام گزینه اتفاق می‌افتد؟ (لوله‌ی پر از آب می‌باشد).

(۱) قطره‌ی جوهر به سمت چپ حرکت کرده و کم‌کم پخش خواهد شد.

(۲) ابتدا آب در لوله‌ی سمت راست کمی بالا رفته و سپس پایین خواهد آمد.

(۳) قطره‌ی جوهر به سمت راست حرکت کرده و کم‌کم پخش خواهد شد.

(۴) چه شمع روشن باشد چه خاموش، جوهر در هر دو سمت یکسان پخش خواهد شد.



۱۵- با گرم کردن صفحه‌ی فلزی سوراخ‌دار روبه‌رو، مساحت سوراخ:

(۱) افزایش می‌یابد.

(۲) تغییر نمی‌کند.

(۳) کاهش می‌یابد.

(۴) ابتدا کاهش و اگر بیشتر گرم کنیم افزایش می‌یابد.



۱۶- اگر یک لیتر آب جوش را روی ۴ لیتر آب 25°C بریزیم، دمای تعادل: چه قدر خواهد شد؟

(۱) تقریباً 62° درجه‌ی سانتی‌گراد

(۲) تقریباً 40° درجه‌ی سانتی‌گراد

(۳) تقریباً 20° درجه‌ی سانتی‌گراد

(۴) تقریباً 82° درجه‌ی سانتی‌گراد

۱۷- در یک شب سرد زمستانی برای اطمینان از این‌که دچار گازگرفتگی

توسط بخاری نشویم، پنجره‌ی اتاقمان را که ارتفاع آن از کف تا سقف اتاق

است، کمی باز گذاشته‌ایم که ناگهان برق قطع می‌شود. اگر دو شمع را مطابق

شکل به ترتیب در پایین و بالای پنجره روشن کنیم؛

(۱) شعله‌ی هر دو شمع به سمت داخل اتاق متمایل می‌شود.

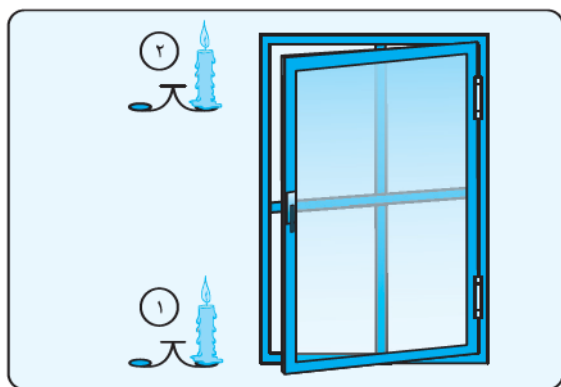
(۲) شعله‌ی شمع ۱ به سمت داخل اتاق و شعله‌ی شمع ۲ به سمت بیرون

متمایل می‌شود.

(۳) شعله‌ی هر دو شمع به سمت بیرون متمایل می‌شود.

(۴) شعله‌ی شمع ۱ به سمت بیرون و شعله‌ی شمع ۲ به سمت داخل اتاق

متمایل می‌شود.



۱۸- در یک روز تابستانی ۳ قطعه یخ یکسان داریم، اولی را لابه‌لای یک پارچه‌ی پشمی و دومی را لابه‌لای فویل آلومینیمی می‌پیچیم و سومی

را بدون پوشش رها می‌کنیم. کدام یک دیرتر آب می‌شود؟

(۱) اولی

(۲) دومی

(۳) سومی

(۴) هر سه هم‌زمان

۱۹- چرا در زمستان برای گرم شدن از پتو استفاده می‌کنیم؟

(۱) بدن ما هوای اطرافش را گرم می‌کند و پتو مانع از هدر رفتن این هوای گرم از طریق جریان همرفتی می‌شود.

(۲) پتو مانع از انتقال گرمای بدن ما از طریق تابش به اتاق می‌شود.

(۳) پتو با جذب گرما از محیط و انتقال آن به بدن ما، باعث گرم شدنمان می‌شود.

(۴) گزینه‌های ۱ و ۲ صحیح‌اند.

۲۰- یک ظرف مکعبی به ضلع a و یک ظرف مکعبی دیگر به ضلع $2a$ داریم. هر دو ظرف را تا نیمه آب می‌ریزیم، و روی شعله‌های یکسان قرار می‌دهیم. پس از گذشت مدتی: (اگر سایر شرایط یکسان باشند).

- (۱) تغییر دمای آب دو ظرف یکسان خواهد بود.
- (۲) تغییر دمای آب ظرف بزرگ‌تر ۳ برابر ظرف کوچک‌تر خواهد بود.
- (۳) تغییر دمای آب ظرف کوچک‌تر ۳ برابر ظرف بزرگ‌تر خواهد بود.
- (۴) هیچ‌کدام

۲۱- کدام یک دماسنج بهتری است؟

- (۱) مخزن با دیواره‌های ضخیم - لوله‌ی نازک - مایع با تغییر حجم زیاد نسبت به تغییر دما
 - (۲) مخزن با دیواره‌های نازک - لوله‌ی قطور - مایع با تغییر حجم کم نسبت به تغییر دما
 - (۳) مخزن با دیواره‌های نازک - لوله‌ی نازک - مایع با تغییر حجم زیاد نسبت به تغییر دما
 - (۴) مخزن با دیواره‌های ضخیم - لوله‌ی قطور - مایع با تغییر حجم کم نسبت به تغییر دما
- ۲۲- یک جسم سرد و یک جسم داغ را با یکدیگر در تماس قرار داده و درون محفظه‌ی عایقی می‌گذاریم.

- (۱) با تبادل دما بین دو جسم، نهایتاً گرمای آن‌ها یکسان می‌شود.
- (۲) دمای تعادل، برابر است با مجموع دمای دو جسم تقسیم بر ۲.
- (۳) مجموع انرژی درونی دو جسم همواره ثابت می‌ماند و تغییر نمی‌کند.
- (۴) گرمایی که جسم داغ از دست می‌دهد، کم‌تر از گرمایی است که جسم سرد به دست می‌آورد.

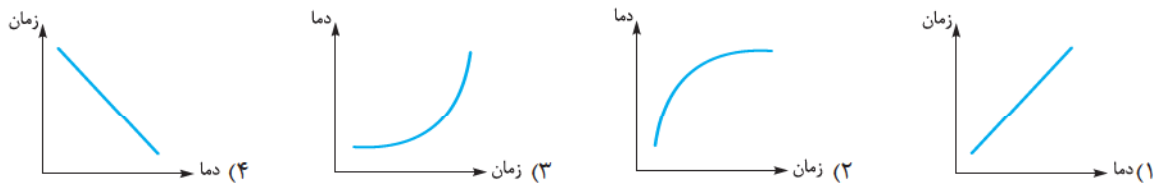
۲۳- چرا در زمستان وقتی به نرده‌های فلزی دست می‌زنیم، بیشتر احساس سرما می‌کنیم نسبت به وقتی که دستمان را در هوا نگه می‌داریم؟

- (۱) زیرا دمای میله‌ها کم‌تر از دمای هوا است.
- (۲) زیرا فلزات رسانای گرما هستند.
- (۳) این احساس ناشی از خطای حس لامسه است.
- (۴) زیرا فلزات سرمای هوا را از طریق تابش جذب می‌کنند.

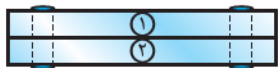
۲۴- اگر ۲۵ سانتی‌متر از یک میله‌ی فلزی، در اثر 400° درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش دما، ۵ میلی‌متر افزایش طول پیدا کند، یک متر از همین میله، در اثر صد درجه سرد شدن، چه قدر تغییر طول می‌دهد؟

- (۱) حدود ۵ mm
- (۲) حدود ۱/۲۵ mm
- (۳) حدود ۲۰ mm
- (۴) حدود ۱ cm

۲۵- درون یک جعبه‌ی عایق، یک جسم سرد و یک جسم داغ را با یکدیگر در حال تماس قرار داده‌ایم. کدام نمودار تغییر دمای جسم سرد را نسبت به زمان صحیح‌تر نشان می‌دهد؟

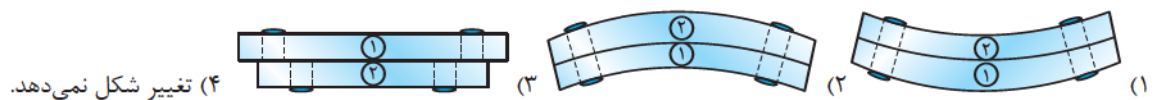


۲۶- اگر فلز ۱ در برابر سرما بیشتر از فلز ۲ منقبض شود، تیغه‌ی ساخته‌شده از دو فلز به شکل روبه‌رو پس از



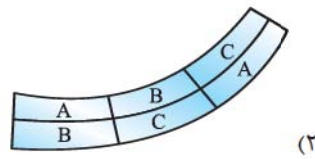
مدتی گرم کردن، به چه شکل خواهد شد؟ (ابتدا و انتهای تیغه‌ها کاملاً پرچ شده و دو قطعه‌ی فلزی به خوبی به

هم چسبیده‌اند.)

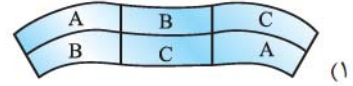


A	B	C
B	C	A

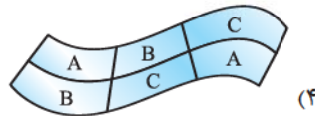
۲۷- اگر در اثر گرما، فلز A بیش از B و فلز B بیش از C منبسط شوند. آن گاه قطعه‌ی مقابل پس از مدتی سرد کردن به چه شکل در می‌آید؟ (فلزات کاملاً در محل تماس‌ها به یکدیگر چسبیده‌اند.)



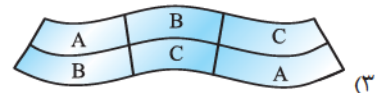
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۲۸- اگر انقباض و انبساط شیشه‌ی یک دماسنج نسبت به تغییرات دما، بیشتر از مایع درون آن باشد:

- (۱) با قراردادن دماسنج در محیط گرم، عدد بیشتری را نشان می‌دهد.
- (۲) با قراردادن دماسنج در محیط سرد، عدد کمتری را نشان می‌دهد.
- (۳) با قراردادن دماسنج در محیط سرد، عدد بیشتری را نشان می‌دهد.
- (۴) گزینه‌های ۱ و ۲ صحیح‌اند.

۲۹- اگر یک قطعه یخ 1°C را در یک ظرف بسیار بزرگ آب صفر درجه‌ی سانتی‌گراد قرار دهیم و مجموعه‌ی آب و یخ، هیچ تبادل گرمایی با محیط اطراف نداشته باشد:

- (۱) پس از مدتی یخ کاملاً ذوب می‌شود.
 - (۲) پس از مدتی فقط اندکی از یخ ذوب می‌شود.
 - (۳) پس از مدتی تغییری در اندازه‌ی یخ ایجاد نمی‌شود.
 - (۴) پس از مدتی یخ بزرگ‌تر می‌شود.
- ۳۰- کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) یک لیوان آب داغ گرما و دمای بیشتری نسبت به یک استخر با دمای معمول (مثلاً 25°C درجه‌ی سانتی‌گراد) دارد.
- (۲) دمای آب درون یک لیوان آب داغ، بیشتر و انرژی درونی آن کم‌تر از یک استخر با دمای معمول (مثلاً 25°C درجه سانتی‌گراد) است.
- (۳) هر جسمی انرژی درونی بیشتری داشته باشد، دمای بالاتری خواهد داشت.
- (۴) انرژی درونی، میانگین انرژی جنبشی و پتانسیل ذرات سازنده‌ی جسم است.

۳۱- برای مدرج کردن یک دماسنج دست‌ساز، یک بار آن را در مخلوط یخ و الکل (با دمای 20°C) گذاشته و محل توقف سطح مایع دماسنج را علامت می‌زنیم و آن را صفر خیلی سبز می‌نامیم. بار دیگر دماسنج را در مخلوط آب جوش و بخار قرار داده و سطح مایع دماسنج را علامت زده و آن را 60 درجه‌ی خیلی سبز می‌نامیم. فاصله‌ی بین صفر تا 60 را به 240 قسمت تقسیم می‌کنیم. دقت دماسنج خیلی سبز چند برابر دماسنج معمولی است؟

- | | | | |
|-------|-------|-------------------|-------|
| ۱ (۴) | ۴ (۳) | $\frac{1}{3}$ (۲) | ۲ (۱) |
|-------|-------|-------------------|-------|
- ۳۲- 31 درجه‌ی سانتی‌گراد، چند درجه‌ی خیلی سبز است؟
- | | | | |
|----------|--------|----------|----------------|
| ۱۸/۶ (۱) | ۳۱ (۲) | ۲۵/۵ (۳) | ۴ (۴) هیچ کدام |
|----------|--------|----------|----------------|
- ۳۳- 5 درجه‌ی خیلی سبز چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟
- | | | | |
|----------|---------|--------|---------|
| -۲/۵ (۱) | +۱۰ (۲) | +۵ (۳) | -۱۰ (۴) |
|----------|---------|--------|---------|
- ۳۴- در چه دمایی، هر دو دماسنج عدد یکسانی را نشان می‌دهند؟
- | | | | |
|--------|--------|--------|----------------|
| ۱۵ (۱) | ۲۰ (۲) | ۳۵ (۳) | ۴ (۴) هیچ کدام |
|--------|--------|--------|----------------|

۳۵- سرعت انتقال گرما در کدام مورد بیشتر است؟

- (۱) گرم شدن آب داخل ظرف مسی روی شعله‌ی گاز
- (۲) گرم شدن هوای اتاق توسط شوفاژ
- (۳) گرم شدن دسته‌ی فلزی ظروف آشپزخانه روی شعله‌ی گاز
- (۴) گرم شدن زمین توسط نور خورشید



۳۶- در تصویر مقابل، چند قطعه‌ی یخ را به کمک توری کوچک فلزی در ته لوله‌ی آزمایش پر از آبی نگه داشته‌ایم و با شعله‌افکن آب بالای لوله را گرم می‌کنیم تا به جوش بیاید. در مورد امکان چنین کاری کدام گزینه صحیح‌تر است؟

- (۱) چنین کاری امکان ندارد، زیرا گرمایی که آب به دست می‌آورد، قبل از رسیدن به نقطه‌ی جوش صرف آب‌کردن یخ می‌شود.
- (۲) ممکن است، زیرا جریان همرفتی در شرایط این آزمایش ایجاد نمی‌شود.
- (۳) چنین کاری امکان ندارد زیرا جریان همرفتی در آب، گرما را از بالای آب به پایین آن که یخ‌ها هستند می‌رساند.
- (۴) ممکن است، زیرا توری فلزی محیط یخ را از بقیه لوله جدا کرده است.

۳۷- کدام گزینه در رابطه با میزان رسانایی گرمایی مواد صحیح است؟

- (۱) مس < شیشه < هوا < الکل
- (۲) آلومینیم < مس < هوا < یخ
- (۳) کائوچو < گیوه < شیشه < هوا
- (۴) طلا < شیشه < آب‌نمک < گاز دی‌اکسید کربن

۳۸- کدام عبارت صحیح نیست؟

- (۱) وقتی آب درون دیگ غذا به جوش بیاید، هر چه شعله را بیشتر کنیم، تأثیری در زمان پخته‌شدن غذا ندارد.
- (۲) می‌توان به کمک یخ اتاقکی درست کرد که در سرمای زمستان، ما را گرم نگه دارد.
- (۳) با پیچیدن پارچه‌ی پشمی دور یک قطعه یخ در یک روز گرم، یخ زودتر آب می‌شود.
- (۴) همه‌ی موارد

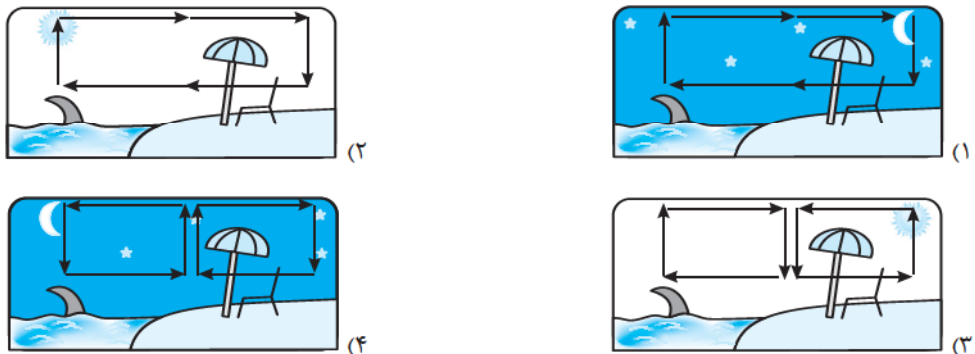
۳۹- فرض کنید قرار است مایعی را برای ساخت دماسنج استفاده کنید. کدام گزینه جزء مزیت‌های این مایع محسوب می‌شود؟

- (۱) تفاوت زیاد نقاط جوش و انجماد
- (۲) تغییر حجم ناچیز در اثر دریافت گرما یا از دست دادن آن
- (۳) بی‌رنگ بودن و شفافیت مایع
- (۴) هیچ‌کدام

۴۰- کدام عبارت صحیح می‌باشد؟

- (۱) هر چه حساسیت شیشه‌ی دماسنج نسبت به تغییر دما بیشتر باشد (از نظر انقباض و انبساط) دماسنج دقیق‌تر خواهد بود.
- (۲) هر چه لوله‌ی دماسنج نازک‌تر باشد، دماسنج دقیق‌تر خواهد شد.
- (۳) بستن یا بازگذاشتن انتهای بالایی لوله‌ی دماسنج، تأثیری بر مقدار دقت و خطای اندازه‌گیری ندارد.
- (۴) هر چه طول دماسنج بیشتر باشد با ثابت بودن قطر لوله و سایر شرایط، دقت آن افزایش می‌یابد.

۴۱- کدام تصویر جهت صحیح حرکت جریان هوا را نشان می‌دهد؟



۴۲- پنجره‌ی دوجداره با کاهش انتقال گرما از طریق نسبت به پنجره‌ی معمولی به صرفه‌جویی در مصرف انرژی کمک می‌کند.

- (۱) رسانش
- (۲) همرفت
- (۳) تابش
- (۴) هیچ‌کدام

۴۳- کدام یک از موارد زیر در مورد آب، در مورد عدم استفاده از آن در دماسنج‌های معمول به جای جیوه (که سمی است) غلط است؟
 (۱) بیرنگ بودن آن

(۲) کم بودن مقدار انبساط و انقباض آن به ازای مقدار زیاد تغییر دما

(۳) نیاز به دریافت (از دست دادن) مقدار بسیار زیادی گرما برای افزایش (کاهش) دما

(۴) انبساط و انقباض غیرعادی آب در دمای 4°C

۴۴- کدام عبارت صحیح نیست؟

(۱) دما، برابر است با میانگین انرژی جنبشی ذرات یک جسم

(۲) در طول روز نسیم خنک از سمت دریا به ساحل می‌وزد و در شب از سمت ساحل به دریا

(۳) یکی از علت‌های حفره‌دار بودن آجرهای سفالی، این است که هوا عایق گرمایی خوبی است!

(۴) خالی نکردن هوای بالای لوله‌ی دماسنج، می‌تواند باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری دما شود.

۴۵- کدام مورد سبب انتقال گرما بین دو ماده می‌شود؟

(۱) اختلاف چگالی (۲) اختلاف فشار (۳) اختلاف حجم ذرات سازنده (۴) اختلاف دما

۴۶- در کدام حالت یخ زودتر ذوب می‌شود؟ (همه‌ی شرایط به جز محل شعله

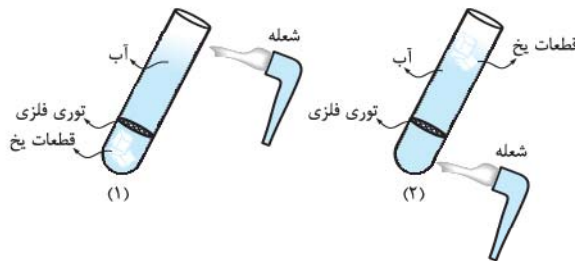
و یخ یکسان است.)

(۱)

(۲)

(۳) هم‌زمان

(۴) اظهار نظر ممکن نیست.



۴۷- چرا جرقه‌هایی که در جوشکاری به اطراف پراکنده می‌شوند، در تماس با پوست بدنمان، ما را نمی‌سوزانند؟

(۱) دمایشان به قدر کافی زیاد نیست که باعث سوختگی شوند. (۲) گرمایی بین پوست و جرقه‌ها مبادله نمی‌شود.

(۳) به دلیل جرم کم، گرمای بسیار کمی دارند. (۴) ادعای مطرح‌شده در سؤال صحیح نیست.

۴۸- کدام عبارت صحیح نیست؟

(۱) دماسنج نواری با تغییر رنگ، دما را نشان می‌دهد.

(۲) برای تعیین نقطه‌ی 100°C درجه‌ی سانتی‌گراد، دماسنج را درون آب جوش قرار می‌دهند.

(۳) تغییر حجم، در دماسنج‌های جیوه‌ای نشان‌دهنده‌ی دما و تغییرات آن است.

(۴) برای تعیین نقطه‌ی صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، مخزن دماسنج را در مجاورت یخ در حال ذوب قرار می‌دهند.

۴۹- گرم‌ترین نقطه روی کره‌ی زمین در کجا قرار دارد؟

(۱) صحرای آریزونا در آمریکا (۲) کویر لوت در ایران (۳) صحرای سینا در آفریقا (۴) بیابان ویکتوریا در استرالیا

۵۰- در شکل مقابل، دمای تعادل مکعب‌های A و B چه قدر است؟

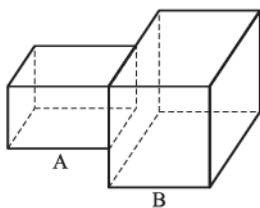
- جنس A و B متفاوت است.

- طول هر ضلع A نصف ضلع B است.

- دمای اولیه‌ی A، 100°C است.

- دمای اولیه‌ی B، 10°C است.

- مجموعه‌ی A و B با محیط تبادل گرما ندارد.



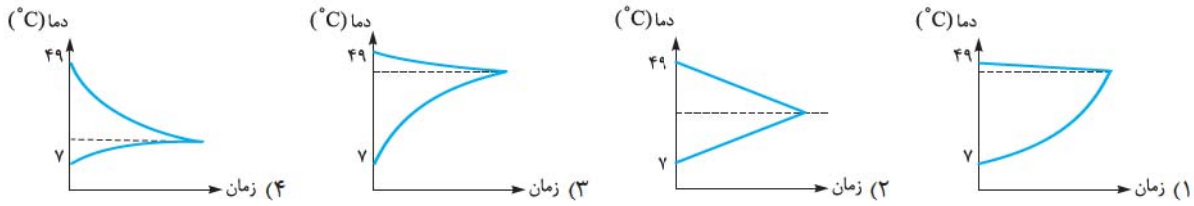
(۲) حدود 20° درجه‌ی سانتی‌گراد

(۴) هیچ‌کدام لزوماً صحیح نیست.

(۱) حدود 55° درجه‌ی سانتی‌گراد

(۳) حدود 40° درجه‌ی سانتی‌گراد

۵۱- دو جسم به جرم‌های ۳ کیلوگرم (A) و ۱۸ کیلوگرم (B) از جنس تفلون موجود است. اگر دمای اولیه‌ی A، 7°C و دمای اولیه‌ی B، 49°C باشد. کدام نمودار در رابطه با دمای تعادل مجموعه‌های A و B صحیح است؟ (مجموعه‌های A و B تبادل گرمایی با محیط ندارند.)



۵۲- کدام ماده را برای ساخت کدام وسیله نامناسب می‌دانید؟

- (۱) فولاد ضدزنگ برای سرسره‌ی بازی در پارک
(۲) مس برای خنک کننده‌ی CPU
(۳) چوب برای دسته‌ی ماهیتابه
(۴) آب برای استفاده در رادیا تور خودرو

۵۳- اگر برای گرم کردن هر گرم آب به اندازه‌ی یک درجه‌ی سانتی‌گراد، یک کالری انرژی گرمایی لازم باشد، مطابق جدول زیر، با انرژی موجود در یک وعده‌ی غذایی شامل یک سیب‌زمینی ۱۰۰ گرمی، یک نان لواش ۵۰ گرمی و یک تخم‌مرغ ۵۰ گرمی، تقریباً چند لیتر آب را می‌توان از نقطه‌ی انجماد به نقطه‌ی جوش رساند؟ (چگالی آب را 1000 kg/m^3 در نظر بگیرید.)

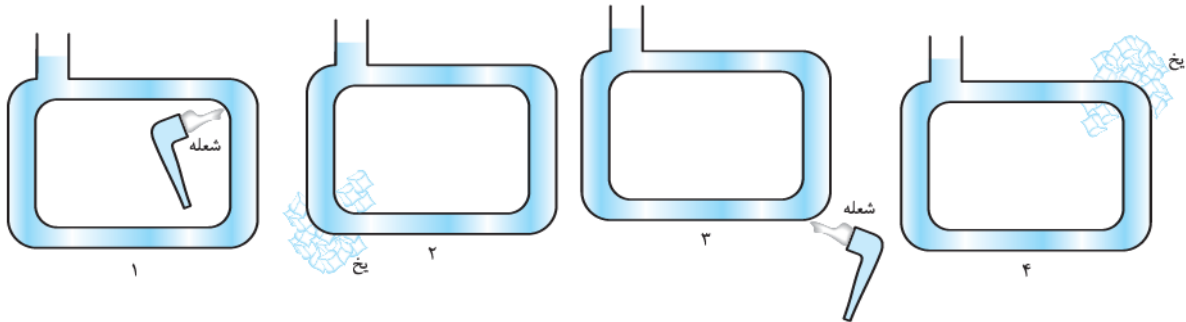
انرژی kJ/g	خوراکی
۴	سیب‌زمینی
۱۱	لواش
۷	تخم‌مرغ

- (۱) حدود نیم لیتر
(۲) حدود ۳ لیتر
(۳) حدود ۲۰ لیتر
(۴) حدود ۱۰۰ لیتر

۵۴- کدام یخچال برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بستنی فروشی مناسب‌تر است؟

- (۱) یخچال افقی با درب از بغل
(۲) یخچال ایستاده (عمودی) بدون درب
(۳) یخچال افقی با درب از بالا
(۴) یخچال ایستاده (عمودی) با درب از بغل

۵۵- انتظار داریم در کدام موارد جریان همرفتی ایجاد شود؟ (هر چهار لوله حاوی آب با دمای 40°C درجه‌ی سانتی‌گراد هستند.)



- (۱) هر ۴ مورد
(۲) ۱، ۲
(۳) ۳، ۴
(۴) ۳، ۱

۵۶- اگر در ساحل آتش روشن کنیم، دود آن در طول به طرف و در طول به طرف کشیده می‌شود. علت این اتفاق است.

- (۱) روز - پایین - شب - بالا - تابش خورشید
(۲) تابستان - خشکی - زمستان - دریا - پدیده‌ی همرفت
(۳) تابستان - دریا - زمستان - خشکی - دمای هوا
(۴) روز - خشکی - شب - دریا - پدیده‌ی همرفت

۵۷- کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) در یک روز آفتابی، در «کوهستان پوشیده از برف» نسبت به «یک علفزار»، نیاز کم‌تری به عینک آفتابی داریم.
(۲) علت استفاده از آینه در کوره‌های آفتابی، جذب بهتر گرما است.
(۳) چتر سفیدرنگ برای استفاده در ساحل به عنوان سایه‌بان، از چتر سرمه‌ای‌رنگ مناسب‌تر است.
(۴) هر سه مورد

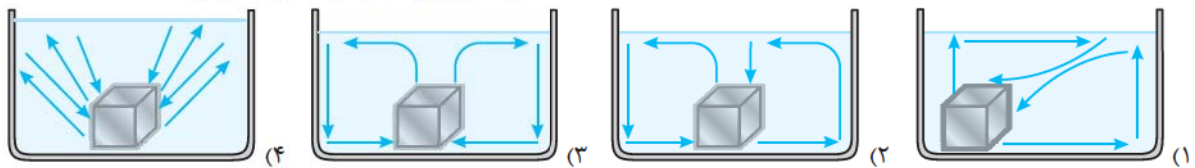
۵۸- یک کیلوگرم آب 1°C ، دو کیلوگرم آب 2°C ، سه کیلوگرم آب 3°C و به همین ترتیب تا ۹ کیلوگرم آب 9°C و ۱۰ کیلوگرم آب 10°C در اختیار داریم، اگر همه‌ی این آب‌ها را در یک حوض خالی بریزیم، دمای نهایی حدوداً چه قدر است؟ (مجموعه‌ی آب‌ها با محیط تبادل گرمایی ندارند).

- (۱) 3°C (۲) 5°C (۳) 7°C (۴) 95°C

۵۹- یک کیلوگرم مایع X با دمای 5°C ، یک کیلوگرم X منجمد 2°C - و یک کیلوگرم بخار X با دمای 12°C را در یک اتاقک عایق قرار داده و درب آن را می‌بندیم. پس از مدتی درباره‌ی جرم مواد درون اتاقک چه می‌توان گفت؟

- (۱) قطعاً از جرم X منجمد کاسته شده و به جرم مایع افزوده می‌شود.
 (۲) قطعاً از جرم بخار کاسته شده و به جرم مایع افزوده می‌شود.
 (۳) قطعاً از جرم مایع کاسته شده و به جرم X منجمد و بخار X افزوده می‌شود.
 (۴) اطلاعات مسئله برای اظهار نظر در این مورد کافی نیست.

۶۰- قطعه‌ی فلزی بسیار داغی را درون ظرف آبی انداخته‌ایم. کدام شکل جهت حرکت جریان آب را درست‌تر نشان می‌دهد؟



۶۱- به نظر شما سفیدبودن رنگ خرس قطبی مزیت است یا عیب؟ صحیح‌ترین عبارت را انتخاب کنید.

- (۱) مزیت، زیرا رنگ سفید جذب کننده‌ی بهتری برای گرمایی است که از طریق تابش به بدن خرس می‌رسد.
 (۲) عیب، زیرا رنگ سفید گرمای کم‌تری را از محیط اطراف جذب می‌کند.
 (۳) مزیت، زیرا باعث می‌شود گرمای بدنش از طریق تابش به محیط، هدر نرود.
 (۴) عیب، زیرا رنگ سفید گرمای بدن خرس را از طریق تابش به محیط، بیشتر هدر می‌دهد.

۶۲- مقدار انرژی منتقل شده از جسم گرم به جسم سرد، نام دارد.

- (۱) تابش (۲) دما (۳) رسانش (۴) گرما

۶۳- با عایق‌بندی لوله‌ها به وسیله‌ی پشم شیشه، مانع هدر رفتن گرما از چه طریقی می‌شویم؟

- (۱) رسانش (۲) همرفت (۳) تابش (۴) ۱ و ۳

۶۴- «کلوین» یکی از یکاهای اندازه‌گیری دما است که هر یک کلوین تغییر دما، برابر یک درجه‌ی سانتی‌گراد تغییر دما است. کم‌ترین دمای ممکن در عالم را صفر کلوین می‌نامند. (واحد کلوین، مقدار منفی ندارد). اگر 227°C برابر با 500 کلوین باشد، کم‌ترین دمای موجود در عالم چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟

- (۱) 227°C (۲) -223°C (۳) -227°C (۴) هیچ‌کدام

۶۵- برای یک روز آفتابی در زمستان، و یک روز ابری در زمستان به ترتیب چه رنگ‌هایی را برای لباس توصیه می‌کنید؟

- (۱) تیره - روشن (۲) روشن - تیره (۳) تیره - تیره (۴) روشن - روشن

۶۶- در یک روز آفتابی در تابستان، برای قدم‌زدن در زیر آفتاب و قدم‌زدن در سایه به ترتیب چه رنگ‌هایی را برای لباس توصیه می‌کنید؟

- (۱) روشن - تیره (۲) تیره - روشن (۳) روشن - روشن (۴) تیره - تیره

۶۷- با سردکردن صفحه‌ی فلزی سوراخ‌دار زیر، مساحت سوراخ‌ها و فاصله‌ی مراکز آن‌ها از یکدیگر، به ترتیب:

- (۱) کاهش - افزایش (۲) کاهش - کاهش

- (۳) افزایش - کاهش (۴) افزایش - افزایش

۶۸- فلاسک خلأ با کاهش اتلاف گرما از طریق جای را در مدت بیشتری گرم نگه می‌دارد.

- (۱) رسانش (۲) همرفت (۳) تابش (۴) هر سه مورد

۶۹- کدام عبارت صحیح نیست؟

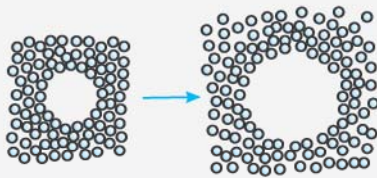
- (۱) انرژی مصرفی 1000 خانواده برای پخت و پز در طول سال حدود ۵ میلیون کیلوگرم گاز گلخانه‌ای را وارد جو می‌کند.
 (۲) برق مصرفی یک یخچال در طول سال حدود ۲ تن گاز گلخانه‌ای را به محیط زیست اضافه می‌کند.
 (۳) طراحی رادیاتور خودرو به صورت پهن و با سطح زیاد، سبب از دست دادن گرما به صورت رسانش می‌شود.
 (۴) دمای مناسب برای داخل خانه و محل کار، بین ۱۸ تا 20 درجه‌ی سانتی‌گراد است.

پاسخنامه‌ی تشریحی

- ۱- گزینه ۳ با توجه به متن کتاب درسی، وجود آب به شکل مایع، نشانه‌ی دمای مناسب برای وجود حیات در یک سیاره است.
- ۲- گزینه ۱ در مورد هر جسمی «مجموع انرژی جنبشی مولکول‌ها و اتم‌ها»، هم به «انرژی تک‌تک مولکول‌ها و اتم‌ها» و هم به «تعداد آن‌ها» بستگی دارد. به عنوان مثال فرض کنید یک لیوان آب داغ با ۱۰۰ مولکول آب داریم که هر مولکول، ۱۰ واحد انرژی جنبشی دارد. مجموع انرژی جنبشی این آب، ۱۰۰۰ واحد است. از طرفی یک استخر بزرگ با ۱۰۰۰۰ مولکول آب نیز داریم که هر مولکول، ۲ واحد انرژی جنبشی دارد. مجموع انرژی جنبشی این آب، ۲۰۰۰۰ واحد است. در این مثال هر مولکول آب داخل لیوان «به طور متوسط» انرژی بیشتری دارد که به معنای دمای بیشتر است. اما در مورد «مجموع» انرژی جنبشی این گونه نیست.
- ۳- گزینه ۲ دمای بخار آب فقط در محدوده‌ی دماسنج جیوه‌ای (گزینه‌ی ۲) است. مثلاً در گزینه‌ی ۱، الکل قبل از رسیدن به دمای بخار آب جوش، می‌جوشد.
- ۴- گزینه ۴ به کمک روش «کسرهای برابر یک» از فصل دوم: $1000000 \text{ J} = 25^\circ \text{C} \times \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ \text{C}} \times 4 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Lit}} \times 1 \text{ Lit} =$ کل انرژی به دست آمده
- $$U = mgh \Rightarrow 1000000 = 50 \times 10 \times h \Rightarrow h = 200 \text{ m}$$
- ۵- گزینه ۴ مگاوات یکای توان است، یعنی آهنگ مصرف (یا تولید) انرژی، نه یکای انرژی. گزینه‌ی ۱ اغلب به عنوان یکای انرژی در مواد غذایی و گزینه‌ی ۲ در تعریف کار استفاده می‌شود.
- ۶- گزینه ۳
- ۷- گزینه ۴ در واقع رسانش در هر سه حالت جامد، مایع و گاز رخ می‌دهد. اما در مایعات ضعیف‌تر از مواد جامد و در گازها (به دلیل فاصله‌ی زیاد مولکول‌ها) بسیار ضعیف‌تر از مایعات است. در میان مواد جامد نیز رسانایی گرمایی فلزات (به دلیل داشتن الکترون آزاد) قوی‌تر از نافلزها است.
- ۸- گزینه ۳ حجم ذرات سازنده تأثیری بر انرژی درونی ندارد.
- ۹- گزینه ۱ دادن گرما به مخلوط آب و یخ، ابتدا موجب ذوب یخ (تغییر حالت) می‌شود و پس از آن که تمام یخ آب شد، با ادامه‌ی حرارت دادن، دما افزایش می‌یابد. در مورد آب در حال جوش نیز همین اتفاق تا بخارشدن همه‌ی آب (بدون تغییر دما) ادامه دارد.
- ۱۰- گزینه ۳ رنگ روشن گرمای کم‌تری را جذب می‌کند. هم‌چنین سطوح براق منعکس‌کننده‌های بهتری در تابش هستند.
- ۱۱- گزینه ۱ با این که آب ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد دمای مجموعه را کاهش می‌دهد، اما به هر حال انرژی جنبشی مولکول‌های آب خنک به انرژی جنبشی محلول اضافه شده و مجموع انرژی درونی را افزایش می‌دهد.
- ۱۲- گزینه ۲ در مورد گزینه‌ی ۱ چون اطلاعی از جرم و تعداد مولکول‌های اجسام نداریم، نمی‌توانیم در مورد برابری انرژی درونی آن‌ها اظهار نظر کنیم. پس پاسخ همان گزینه‌ی ۲ می‌باشد.
- ۱۳- گزینه ۲ نافلز بودن ظرف و وجود درب، میزان انتقال گرما را کاهش می‌دهد و باعث ماندگاری بیشتر بستنی می‌شود.
- ۱۴- گزینه ۳ با توجه به آن چه در مورد پدیده‌ی همرفت آموخته‌ایم با روشن شدن شمع، آب در گوشه‌ی نزدیک به آن گرم‌شده و به سمت بالا حرکت می‌کند. حرکت آب و چرخش آن درون لوله، قطره‌ی جوهر را به سمت راست حرکت داده و به تدریج پخش می‌شود.

مکتبخانه

● افزایش دما موجب افزایش ابعاد فلزات در تمامی جهات می‌شود. مثلاً با گرم کردن یک «میله‌ی فلزی» هم طول و هم سطح مقطع آن افزایش می‌یابد که البته چون طول آن نسبت به سطح مقطع خیلی بیشتر است، افزایش طولش نیز محسوس‌تر خواهد بود. در مورد یک «صفحه فلزی» نیز افزایش مساحت چشمگیرتر از افزایش ضخامت است. علت افزایش ابعاد با گرم کردن فلزات، افزایش انرژی جنبشی مولکول‌های آن‌ها و فاصله گرفتنشان از یکدیگر است.



● فرض کنید روی صفحه‌ی فلزی دایره‌ای رسم کرده و سپس صفحه را گرم کنیم. مطابق انتظار، ابعاد صفحه و دایره افزایش می‌یابد. حال اگر این دایره را از داخل صفحه ببریم، تغییری در نتیجه ایجاد نمی‌شود. باز هم تمامی مولکول‌های باقی‌مانده با افزایش دما از یکدیگر فاصله می‌گیرند. و ابعاد سوراخ افزایش می‌یابد. برای بهتر متوجه شدن مسئله، مولکول‌های قرار گرفته روی لبه‌ی سوراخ را در نظر بگیرید.

این مولکول‌ها نیز (مانند سایر ذرات صفحه) می‌خواهند با افزایش دما و افزایش جنبش، از یکدیگر فاصله بگیرند. پس در هر شرایطی مساحت سوراخ افزایش خواهد یافت.

● هر آن‌چه در مورد افزایش ابعاد با افزایش دما گفته شد، در رابطه با کاهش ابعاد در اثر کاهش دما نیز برقرار می‌باشد.

با توجه به توضیحات بالا گزینه‌ی ۱ صحیح است.

۱۶- گزینه ۲ با توجه به این‌که دما معیاری از متوسط انرژی درونی ذرات است، برای یافتن پاسخ می‌توانیم فرض کنیم هر لیتر آب جوش (۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) دارای ۱۰۰ واحد انرژی است و هر لیتر آب ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، دارای ۲۵ واحد انرژی است.

واحد $1 \times 100 + 4 \times 25 = 200$ کل انرژی مخلوط آب‌ها

معادل ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد \Rightarrow واحد $40 = \frac{200}{5} = \frac{200}{4+1}$ متوسط انرژی درونی هر لیتر از مخلوط

به یاد داشته باشید همواره می‌توانیم به همین روش به راحتی دمای تعادل را با محاسبه‌ی میانگین به دست آوریم.

۱۷- گزینه ۲ هوای گرم داخل اتاق که سبک است، از بالای پنجره به بیرون می‌رود و شعله‌ی شمع ۲ را به طرف بیرون اتاق متمایل می‌کند و هوای سرد ورودی از بیرون، از پایین پنجره وارد اتاق شده و شعله‌ی شمع ۱ را به سمت داخل اتاق متمایل می‌کند.

۱۸- گزینه ۱ فویل آلومینیمی رسانای بسیار خوب گرما است و باعث انتقال سریع گرمای هوا به یخ و ذوب آن می‌شود. اما پارچه‌ی پشمی به عنوان عایق، مانع از ذوب سریع یخ توسط هوای گرم خواهد شد.

۱۹- گزینه ۴ کامل‌ترین پاسخ گزینه‌ی ۴ می‌باشد.

۲۰- گزینه ۴ چون هر ضلع ظرف بزرگ‌تر ۳ برابر ظرف کوچک‌تر است، بنابراین

$$\frac{\text{حجم ظرف بزرگ‌تر}}{\text{حجم ظرف کوچک‌تر}} = \frac{3a \times 3a \times 3a}{a \times a \times a} = \frac{27a^3}{a^3} = 27$$

حجم ظرف بزرگ‌تر ۲۷ برابر ظرف کوچک‌تر خواهد بود و با نیمه پر کردن ظروف، حجم آب درون ظرف‌ها نیز همین نسبت را خواهد داشت. با توجه به یکسان بودن شعله‌ها، میزان حرارتی که به ظرف‌ها و در نتیجه آب درون آن‌ها منتقل می‌شود، برابر خواهد بود. پس گرمایی که به هر ذره از آب ظرف کوچک‌تر می‌رسد، ۲۷ برابر ظرف بزرگ‌تر بوده و افزایش دما نیز به همین نسبت است.

۲۱- گزینه ۳ هر چه دیواره‌های مخزن دماسنج نازک‌تر باشد، مایع درون دماسنج سریع‌تر با جسمی که دمای آن را اندازه می‌گیریم به تعادل گرمایی می‌رسد. (علاوه بر این گرمای کم‌تری در دیواره‌ها تلف شده و خطای اندازه‌گیری کاهش می‌یابد.) از طرفی در یک تغییر دمای

یکسان، مایع درون دماسنج، در لوله‌ی نازک‌تر، تغییر ارتفاع بیشتری خواهد داشت که به مدرج کردن دماسنج به درجات بیشتر و کوچک‌تر و افزایش دقت منجر خواهد شد. میزان تغییر حجم مایع دماسنج نسبت به تغییر دما نیز هر چه بیشتر باشد، تغییر ارتفاع بیشتر و دقت بیشتری را به ما می‌دهد. پس گزینه‌ی ۳ بهترین حالت ممکن می‌باشد.

- ۲۲- گزینه ۳ اما در مورد سایر گزینه‌ها، گزینه ۱ با جابه‌جا کردن کلمات «دما» و «گرما» با یکدیگر اصلاح خواهد شد. گزینه ۲ تنها در صورت یکسان بودن جنس و جرم دو جسم صحیح است. در گزینه ۴ نیز «کم‌تر از» نادرست بوده و بایستی با «برابر با» جایگزین شود.
- ۲۳- گزینه ۲ چون فلزات رسانای بسیار خوب گرما هستند، گرما را به سرعت از دست ما به میله منتقل کرده و به همین دلیل دمای دستمان سریع‌تر کاهش می‌یابد و بیشتر احساس سرما می‌کنیم. در حالی که میله‌ها با هوای اطرافشان هم‌دما هستند.
- ۲۴- گزینه ۱ میزان تغییر طول میله به علت تغییر دما، به طول اولیه‌ی میله، جنس میله و مقدار تغییر دما بستگی دارد. با توجه به تغییر نکردن جنس میله می‌توان این‌گونه نوشت:

$$\text{گزینه ۱} \Rightarrow \frac{100^{\circ}\text{C}}{20\text{ mm تغییر طول}} : \text{برای یک متر از طول میله} \Rightarrow \frac{100^{\circ}\text{C}}{25\text{ cm طول اولیه}} : \text{برای } 400^{\circ}\text{C درجه‌ی سانتی‌گراد}$$

البته ساده‌تر آن است که بگوییم طول اولیه‌ی میله ۴ برابر و تغییر دما $\frac{1}{4}$ شده و در مجموع میزان تغییر طول ثابت می‌ماند.

- ۲۵- گزینه ۲ دمای جسم سرد به تدریج افزایش می‌یابد (حذف گزینه ۴). با گذشت زمان، اختلاف دمای دو جسم کاهش می‌یابد. هر چه اختلاف دما کم‌تر می‌شود، میزان تبادل گرما نیز کاهش یافته و سرعت تغییر دما کاهش می‌یابد. یعنی در ابتدا میزان تغییرات دما نسبت به زمان بیشتر و شدیدتر و در انتها کم‌تر و آرام‌تر است.
- ۲۶- گزینه ۱ همان‌طور که فلز ۱ در سرما بیشتر منقبض می‌شود، طبیعتاً در گرما نیز بیشتر انبساط می‌یابد و تیغه به شکل گزینه ۱ در خواهد آمد. (چون گفته‌شده دو قطعه‌ی فلزی به خوبی به یکدیگر چسبیده‌اند، گزینه ۳ نادرست است.)
- ۲۷- گزینه ۴ میزان تغییر طول سه فلز (چه انقباض در اثر سرما و چه انبساط در اثر گرما) به این ترتیب است:

تغییر طول C > تغییر طول B > تغییر طول A

- و چون قطعه را سرد کرده‌ایم، قطعه به سمت فلز A و اگر در قسمتی، فلز A را نداشته باشیم، به سمت B خم می‌شود و به شکل گزینه ۴ در خواهد آمد.
- ۲۸- گزینه ۳ اگر شیشه‌ی یک دماسنج نسبت به مایع درون آن به تغییرات دما حساس‌تر باشد و بیشتر تغییر حجم دهد، در صورت سرد شدن، کاهش حجم شیشه شدیدتر از مایع خواهد بود و مایع برای پایین‌آمدن جایی نخواهد داشت و به ناچار بالاتر رفته و عدد بیشتری را نشان می‌دهد. برای راحت‌تر شدن درک مطلب فرض کنید در اثر کاهش دما، حجم شیشه و ظرفیت آن ۲ cc و حجم مایع تنها ۱ cc کاهش یابد. یعنی نسبت به قبل، ۱ cc کم‌تر فضا دارد و مایع در لوله بالاتر می‌رود.

- ۲۹- گزینه ۴ گرما به تدریج از آب به یخ منتقل می‌شود و دمای یخ افزایش می‌یابد (بدون تغییر حالت) اما آب صفر درجه‌ی سانتی‌گراد در صورت از دست دادن گرما، تغییر حالت داده و منجمد می‌شود و به یخ صفر درجه تبدیل می‌شود. این تبدیل حالت تا زمانی ادامه می‌یابد که تمام یخ 10°C به یخ صفر درجه‌ی سانتی‌گراد تبدیل شود و در این مدت به خاطر یخ بستن مقداری از آب، ابعاد قطعه‌ی یخی بزرگ‌تر می‌شود.
- ۳۰- گزینه ۲ با توجه به تفاوت جرم آب لیوان و استخر گزینه ۲ صحیح است. در رابطه با سایر گزینه‌ها، گزینه ۱ با حذف کلمه‌ی «گرما» و گزینه ۴ با جایگزینی کلمه‌ی «مجموع» به جای «میانگین» اصلاح می‌شود.

- ۳۱- گزینه ۱ صفر دماسنج خیلی سبز معادل 20°C و 60°C درجه‌ی دماسنج خیلی سبز معادل 100°C (دمای مخلوط آب جوش و بخار) می‌باشد. پس:

$$\text{نسبت درجات دو دماسنج} = \frac{60-0}{100-(-20)} = \frac{60}{120} = \frac{1}{2}$$

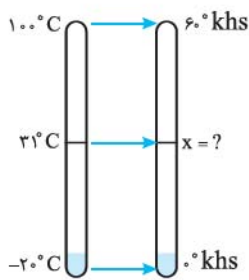
بنابراین هر درجه‌ی خیلی سبز معادل ۲ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد. از طرفی چون فاصله‌ی صفر تا ۶۰ را به ۲۴۰ قسمت تقسیم کرده‌ایم. یعنی هر درجه‌ی خیلی سبز را به ۴ قسمت $(\frac{240}{60})$ تقسیم کرده‌ایم.

$$\text{درجه‌ی سانتی‌گراد} = \frac{1}{4} \times (\text{درجه‌ی خیلی سبز}) = \frac{1}{4} \times (2 \times \text{گراد}) = \frac{1}{2} \times \text{گراد}$$

بنابراین به کمک دماسنجی که ساخته‌ایم می‌توانیم تا 5°C تغییر دما را اندازه بگیریم. یعنی دقت این دماسنج ۲ برابر دماسنج معمولی است.

۳۲- گزینه ۳ با توجه به شکل مقابل با یک تناسب ساده می‌توانیم هر درجه‌ای از این دماسنج را

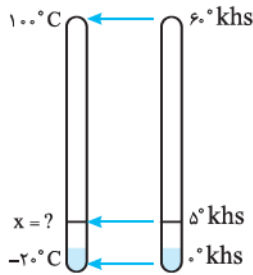
به هر درجه‌ای از دماسنج دیگر تبدیل کنیم:



$$\frac{31 - (-20)}{100 - (-20)} = \frac{x - 0}{60 - 0} \Rightarrow \frac{51}{120} = \frac{x}{60} \Rightarrow x = 25.5$$

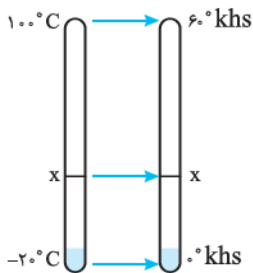
درجه‌ی خیلی سبزی $x = 25.5$

۳۳- گزینه ۴



$$\frac{5 - 0}{60 - 0} = \frac{x - (-20)}{100 - (-20)} \Rightarrow \frac{5}{60} = \frac{x + 20}{120} \Rightarrow 600 = 60x + 1200 \Rightarrow x = -10^\circ\text{C}$$

۳۴- گزینه ۲



$$\frac{x - (-20)}{100 - (-20)} = \frac{x - 0}{60 - 0} \Rightarrow \frac{x + 20}{120} = \frac{x}{60} \Rightarrow 60x + 1200 = 120x \Rightarrow x = 20$$

پس دمای 20°C درجه‌ی سانتی‌گراد معادل دمای 20°C درجه‌ی خیلی سبزی می‌باشد.

۳۵- گزینه ۴ در گزینه‌ی ۴ انتقال گرما از طریق تابش صورت می‌گیرد و در سایر گزینه‌ها به روش رسانش و همرفت. سرعت انتقال گرما

در روش تابش برابر سرعت نور است که بیشترین سرعت ممکن می‌باشد.

۳۶- گزینه ۲ از آن‌جا که بیشتر انتقال گرما در مایعات به روش همرفت اتفاق می‌افتد و روش همرفت بایستی پایین سیال گرم‌تر از بالای

آن باشد، پس در این آزمایش، همرفت در انتقال گرمای شعله به یخ‌ها مؤثر نیست. از طرفی آب رسانای خوبی برای گرما نیست. پس پدیده‌ی گفته‌شده مطابق توضیح گزینه‌ی ۲ می‌تواند اتفاق بیفتد.

۳۷- گزینه ۴ میزان رسانایی گرمایی مواد در مقایسه با یکدیگر را می‌توان در حالت کلی این‌گونه بیان کرد:

جامدات فلزی < جامدات غیرفلزی < مایعات < گازها

بنابراین پاسخ صحیح گزینه‌ی ۴ می‌باشد.

۳۸- گزینه ۳ مطلب عنوان‌شده در گزینه‌ی ۱ کاملاً صحیح است. هنگامی که آب به نقطه‌ی جوش برسد، دیگر گرمای دریافتی صرف

افزایش دما نخواهد شد. بلکه صرف تغییر حالت (تبخیر) آن می‌شود. زیاد کردن شعله فقط باعث سریع‌تر خشک شدن آب درون دیگ می‌شود.

(توضیح این‌که هر چه دمای آب بالاتر باشد، گرمای بیشتری در زمان کم‌تر به غذا منتقل کرده و آن را سریع‌تر می‌پزد.)

در گزینه‌ی ۲ نیز یخ به عنوان یک عایق عمل کرده و مانع از خروج گرمای داخل اتاقک می‌شود. نمونه‌ی چنین اتاقک‌هایی را اسکیموها قرن‌ها

است که استفاده می‌کنند. اما گزینه‌ی ۳ نادرست است. چرا که پارچه‌ی پشمی در نقش یک عایق، مانع از نفوذ گرمای هوا شده و سرعت ذوب

یخ را کاهش می‌دهد.

۳۹- گزینه ۱ گزینه‌ی ۱ موجب می‌شود دماسنج ما در محدوده‌ی دمایی بیشتری قابل استفاده باشد و این یک مزیت برای دماسنج است.

اما در مورد سایر گزینه‌ها، گزینه‌ی ۲ باعث کم شدن مقدار تغییر ارتفاع مایع شده و تقسیم‌بندی دماسنج را به درجات کوچک‌تر (افزایش دقت)

سخت‌تر می‌کند. گزینه‌ی ۳ نیز خواندن دما را با مشکل مواجه می‌کند.

۴۰- **گزینه ۲** حساسیت زیاد شیشه‌ی دماسنج نسبت به دما باعث می‌شود که میزان تغییر حجم آن زیاد شود و این باعث ایجاد خطای اندازه‌گیری می‌شود. دماسنج دقیق، دماسنجی است که حتی‌الامکان فقط مایع درون آن تغییر حجم (و ارتفاع) دهد، نه بدنه‌ی آن. بنابراین گزینه‌ی ۱ نادرست است. از طرفی اگر انتهای لوله‌ی دماسنج باز باشد، فشار هوای بیرون بر سطح مایع دماسنج وارد می‌شود و با تغییر فشار هوا (مثلاً در اثر تغییر ارتفاع محل استفاده‌ی دماسنج) عددی که دماسنج نشان می‌دهد تغییر می‌کند و این یعنی خطای اندازه‌گیری. پس گزینه‌ی ۳ نیز نادرست است. در رابطه با گزینه‌ی ۴، آن‌چه در ساختمان دماسنج موجب تغییر ارتفاع بیشتر (و افزایش دقت) می‌شود، قطر لوله است نه ارتفاع آن. پس تنها گزینه‌ی ۲ صحیح است.

۴۱- **گزینه ۱** با توجه به آن‌چه در کتاب درسی آمده، جریان هوا در مناطق ساحلی در طول روز از دریا به سمت ساحل و در طول شب در جهت عکس است.

۴۲- **گزینه ۱**

۴۳- **گزینه ۲** برخلاف آن‌چه در گزینه‌ی ۲ آمده، تغییر حجم آب بر اثر تغییر دما کم نیست. سایر گزینه‌ها به ویژه گزینه‌ی ۴ محدودیت‌های آب و علت عدم استفاده از آن به عنوان مایع دماسنجی را بیان می‌کنند.

۴۴- **گزینه ۱** در واقع انرژی جنبشی کمیتی است از جنس انرژی (مثلاً با یکای ژول)، اما دما کمیتی است متفاوت، با یکای متفاوت (مثلاً درجه‌ی سانتی‌گراد) بنابراین دو کمیت متفاوت نمی‌توانند «برابر» باشند. همان‌طور که طول نمی‌تواند برابر جرم باشد! درست آن است که گفته شود «دما معیاری است از میانگین انرژی جنبشی ذرات یک جسم» یا «متوسط انرژی جنبشی ذرات یک ماده با دمای آن متناسب می‌باشد». در توضیح صحت گزینه‌ی ۴ نیز به نکته‌ی زیر توجه کنید:

نکته پدیده‌ی تغییر حجم در اثر تغییر دما علاوه بر فلزات (که در مکتب‌خانه‌ی قبل توضیح داده شد) در سایر جامدات، مایعات و گازها نیز رخ می‌دهد. از قضا این تغییر در مایعات بیشتر از جامدات و در گازها از همه‌ی مواد بیشتر است. به همین علت هنگام ساخت دماسنج، هوای داخل لوله را تا حد امکان تخلیه می‌کنند. زیرا در غیر این صورت در اثر افزایش دما، هوای بالای لوله بیشتر از خود مایع منبسط شده و به سطح مایع فشار وارد کرده و مانع بالا رفتن آن در لوله‌ی دماسنج می‌شود که منجر به خطای زیادی در اندازه‌گیری دما خواهد شد.

۴۵- **گزینه ۴**

۴۶- **گزینه ۲** در شکل ۲ پدیده‌ی همرفت رخ داده و آب گرم‌شده در پایین لوله به سمت بالا حرکت می‌کند و سرعت ذوب یخ را افزایش می‌دهد. در حالی که در شکل ۱ همرفت اتفاق نمی‌افتد. بنابراین پاسخ گزینه‌ی ۲ می‌باشد.

۴۷- **گزینه ۳** جرقه‌های حاصل از جوشکاری و برش کاری علی‌رغم این که دمای بسیار بالایی دارند (که از رنگ سرخ گداخته‌شان مشخص است)، به علت جرم بسیار کم در مجموع انرژی درونی پایینی دارند و نمی‌توانند گرمای زیادی به پوست منتقل کنند.

۴۸- **گزینه ۲** برای تعیین نقطه‌ی 100°C ، مخزن دماسنج را در مجاورت بخار آب در حال جوش قرار می‌دهند، نه درون آب جوش.

۴۹- **گزینه ۲**

۵۰- **گزینه ۴** با توجه به تفاوت جنس دو مکعب، نمی‌توان گفت هر کدام در ازای گرفتن یا از دست دادن مقدار مشخصی گرما چه قدر تغییر دما می‌دهند. در نتیجه گزینه‌ی ۴ صحیح است.

۵۱- **گزینه ۳** با توجه به بیشتر بودن جرم جسم B، دمای تعادل به دمای اولیه‌ی B (49°C) نزدیک‌تر خواهد بود. (حذف گزینه‌های ۲ و ۴) از طرفی در ابتدای تماس دو جسم که اختلاف دمای آن‌ها بیشتر است، تغییر دما با سرعت بیشتری اتفاق می‌افتد و رفته‌رفته با کاهش اختلاف دما و نزدیک‌شدن به دمای تعادل، تغییر دما آهسته‌تر می‌شود. نمودار گزینه‌ی ۳ این موضوع را درست‌تر نشان می‌دهد.

۵۲- گزینه ۱

سرسره به عنوان یک وسیله‌ی بازی بایستی در روزهای گرم تابستان در هوای آزاد قابل استفاده باشد. به کار بردن فلز در ساخت آن موجب می‌شود که در زیر نور آفتاب به شدت داغ شده و گرمای خود را به بدن کودکانی که از آن استفاده می‌کنند، منتقل کند و عملاً قابل استفاده نباشد. (همان‌طور در روزهای سرد زمستان) در رابطه با سایر گزینه‌ها: مس به علت رسانایی گرمایی بالا، حرارت قطعه‌ی CPU را به سرعت منتقل کرده و دمای آن را پایین نگه می‌دارد. همچنین دسته‌ی ماهیتابه بایستی عایق باشد که مانع سوختن دست شود که چوب می‌تواند انتخاب خوبی باشد. آب نیز به علت ظرفیت بالایی که در دریافت گرما با کم‌ترین تغییر دما دارد، در رادیاتور خودرو استفاده می‌شود.

۵۳- گزینه ۲

$$\text{کل انرژی یک وعده‌ی غذایی} = \left(4 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} \times 100 \text{ g}\right) + \left(11 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} \times 50 \text{ g}\right) + \left(7 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} \times 50 \text{ g}\right) = 400 + 550 + 350 = 1300 \text{ kJ}$$

$$1300 \text{ kJ} = 1300 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ kcal}}{4.18 \text{ kJ}} = 309.5 \text{ kcal} \approx 310 \text{ kcal}$$

برای هر گرم آب	100°C تغییر دما	100°C	1 cal مقدار گرما	$?$
				100°C تغییر دما

100 cal انرژی	310 kcal
1 g جرم آب	$?$

پس با توجه به اختلاف گزینه‌ها، نزدیک‌ترین پاسخ گزینه‌ی ۲ می‌باشد.

۵۴- گزینه ۳ با توجه به این که هوای سرد چگالی بیشتری دارد و به سمت پایین می‌آید، وجود درب در بالای یخچال، مانع از خروج هوای سرد خواهد شد. از طرفی در یخچال عمودی، دما یکنواختی کم‌تری دارد و در قسمت‌های بالاتر، ممکن است دما کمی بیشتر باشد. پس گزینه‌ی ۳ مناسب‌ترین مورد است.

۵۵- گزینه ۳ از آنجایی که برای ایجاد همرفت، بایستی بخش پایینی سیال گرم‌تر از بخش بالایی باشد (و در اثر چگالی کم‌تر به سمت بالا حرکت کند)، پس موارد ۳ و ۴ می‌توانند موجب ایجاد جریان همرفتی شوند.

۵۶- گزینه ۴ با توجه به آن‌چه در رابطه با پدیده‌ی همرفت و اثر آن بر ایجاد باد در ساحل می‌دانیم، گزینه‌ی ۴ صحیح است.

۵۷- گزینه ۳ در گزینه‌ی ۱، رنگ روشن و براق برف موجب بازتاب بخش زیادی از نور خورشید خواهد شد که این نور چشمان کوهنوردان را اذیت می‌کند. در حالی که سطح علفزار نور کم‌تری را منعکس می‌کند. (به همین دلیل عینک آفتابی مناسب، یکی از اصلی‌ترین لوازم کوهنوردی به شمار می‌رود.)

گزینه‌ی ۲ با جایگزینی کلمه‌ی «بازتاب» به جای «جذب» اصلاح می‌شود. پاسخ صحیح گزینه‌ی ۳ می‌باشد. زیرا چتر سرمه‌ای (تیره‌رنگ) گرمای آفتاب را جذب کرده و سبب گرم شدن هوای زیر چتر می‌شود. در حالی که چتر سفید بیشتر نور خورشید را بازتاب خواهد کرد و حداقل جذب را خواهد داشت.

۵۸- گزینه ۳ اگر بخواهیم بدون محاسبه‌ی دقیق ریاضی به این سؤال پاسخ دهیم، می‌توانیم گزینه‌های ۱ و ۲ را به راحتی حذف کنیم. زیرا جرم آب‌های با دمای بالاتر بیشتر است و دمای تعادل به دمای آن‌ها نزدیک‌تر خواهد بود. گزینه‌ی ۴ نیز به دلیل این که مجموع جرم آب‌های زیر 90°C بسیار بیشتر از 10°C کیلوگرم (جرم آب 10°C) است، به راحتی حذف می‌شود. بنابراین گزینه‌ی ۳ تنها پاسخ ممکن خواهد بود. اما حل دقیق این سؤال نیاز به کمی توان محاسباتی ریاضی دارد:

$$\text{دمای تعادل} = \frac{(1 \times 10) + (2 \times 20) + (3 \times 30) + \dots + (10 \times 100)}{1 + 2 + 3 + \dots + 10} = \frac{10(1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + 10^2)}{1 + 2 + 3 + \dots + 10} = 10 \times \frac{10 \times 11 \times (2 \times 10 + 1)}{6} = 10 \times \frac{21}{3} = 10 \times 7 = 70$$

- ۵۹- گزینه ۴ چون صورت مسئله اطلاعاتی در رابطه با مقدار تغییر دمای ماده‌ی X در هر یک از حالات جامد، مایع، گاز به ازای دریافت یا از دست دادن مقدار مشخصی گرما نداده است و همچنین در مورد انرژی لازم برای تغییر حالت X بین این سه حالت نیز چیزی نمی‌دانیم، گزینه‌ی ۴ درست است.
- ۶۰- گزینه ۳ با توجه به جریان همرفتی‌ای که گرمای منتقل‌شده از قطعه فلز به آب ایجاد می‌کند، آب در نزدیکی فلز، گرم‌شده و به سمت بالا حرکت می‌کند و آب‌های اطراف، جایگزین آن می‌شوند.
- ۶۱- گزینه ۳ رنگ‌های روشن نسبت به رنگ‌های تیره جذب کم‌تر و نیز تابش گرمایی کم‌تری دارند.
- ۶۲- گزینه ۴
- ۶۳- گزینه ۴ پدیده‌ی همرفت در مواد جامد (مثل بدنه‌ی لوله‌ها) اتفاق نمی‌افتد.
- ۶۴- گزینه ۲ $273^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C} = 223^{\circ}\text{C}$ = صفر کلوین
- ۶۵- گزینه ۱ در فصل زمستان، در یک روز آفتابی، رنگی مناسب‌تر است که گرمای بیشتری را از نور خورشید جذب کند. بنابراین رنگ تیره بهتر است. از طرفی زمانی که هوا ابری باشد، دیگر جذب گرما موضوعیت ندارد و مهم آن است که لباس گرمای بدن ما را از طریق تابش به محیط اطراف هدر ندهد. پس رنگ روشن که تابش گرمایی کم‌تری به اطراف دارد، مناسب‌تر به نظر می‌رسد.
- ۶۶- گزینه ۱ در فصل تابستان، در یک روز آفتابی، رنگی مناسب‌تر است که گرمای کم‌تری را از نور خورشید جذب و بخش زیادتر آن را بازتاب کند، یعنی رنگ روشن. از طرفی هنگام قدم‌زدن در سایه، چون هوای اطراف ما در سایه خنک است، بهتر است که لباس گرمای بدن ما را از طریق تابش به محیط منتقل کند. بنابراین رنگ تیره که تابش گرمایی بیشتری دارد، مناسب‌تر به نظر می‌رسد.
- ۶۷- گزینه ۲ با توجه به آن‌چه در مکتب‌خانه‌ی ابتدای فصل گفته شد، تک‌تک ذرات و نقاط روی صفحه‌ی فلزی در اثر گرما از یکدیگر فاصله می‌گیرند و در اثر سرد شدن به هم نزدیک می‌شوند. پس هم مساحت سوراخ‌ها و هم فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر کاهش می‌یابد.
- ۶۸- گزینه ۴ عایق بودن بدنه، وجود خلأ و آینه‌ای بودن سطح داخلی محفظه به ترتیب از اتلاف گرما به روش‌های رسانش، همرفت و تابش جلوگیری می‌کنند.
- ۶۹- گزینه ۳ با توجه به متن کتاب درسی، در گزینه‌ی ۳، گرما به صورت همرفت و تابش از دست می‌رود، نه رسانش.

فصل ششم

الکتریسیته

درس نامه

خواص اساسی ماده

تقریباً تمام آن چه به صورت روزمره در اطراف خود می بینیم، ماده است. ماده انواع مختلفی دارد و این انواع مختلف براساس خصوصیات اساسی ماده شناسایی و طبقه بندی می شوند.^۱

اما برخی خواص ماده بسیار اساسی هستند و البته تفاوت های مواد در واقع ناشی از تفاوت در آن هاست. برای مثال جرم یک ذره ی بنیادی (مثلاً الکترون) یک مشخصه ی اساسی آن است. در واقع جرم برای تمام ذرات بنیادی، یک خاصیت اساسی است. در حدود قرن ۱۷ میلادی^۲ خاصیتی به نام بار الکتریکی شناسایی و مطرح شد. برای درک بهتر این مفهوم مثالی مطرح می کنیم:

چه تفاوتی میان یک خط کش پلاستیکی که به موهای سر مالیده شده و یک خط کش دیگر از همان نوع وجود دارد؟ در ظاهر تفاوتی حس نمی شود، اما با نزدیک کردن این خط کش به مقداری خرده کاغذ سبک، می بینیم که آن ها جذب خط کش می شوند؛ اتفاقی که برای خط کش دیگر نمی افتد. با دیدن این اتفاق، می توانیم خاصیتی به نام بار الکتریکی معرفی کنیم و بگوییم هر وقت خط کش به موی سر یا چیزی شبیه آن مالیده می شود، خاصیتی در آن به وجود می آید که هر چیزی این خاصیت را داشته باشد، خرده کاغذ را جذب می کند.

اما در مشاهداتی که منجر به پیشنهاد مفهوم بار الکتریکی شد، یک اتفاق جالب وجود داشت. اگر دو خط کش یکسان را که هر دو به موی سر سایش پیدا کرده اند، به هم نزدیک کنیم، آن ها یکدیگر را دفع می کنند. وجود دو اتفاق جذب و دفع که متضاد هم هستند، راه را برای این برداشت باز می کند که دو نوع بار الکتریکی وجود دارد: مثبت و منفی، که ناهم نام ها یکدیگر را جذب و هم نام ها یکدیگر را دفع می کنند. ماده ای که بار الکتریکی ندارد، خنثی نامیده شده و توسط هر دو نوع بار جذب می شود.

نام مثبت و منفی در ابتدا برای بارهای الکتریکی چندان معنی نداشت، زیرا تنها تاکید بر دو نوع متفاوت از بار الکتریکی بود و این نام گذاری می توانست آبی و قرمز یا هر دوگانه ی دیگری باشد. مثلاً موادی که بارشان مانند شیشه بود را یک گروه و موادی که بارشان مانند پلاستیک بود را گروهی دیگر می دانستند. اما پس از پیدا کردن رابطه ی ریاضی برای محاسبه ی نیرویی که دو بار به هم وارد می کنند، نام گذاری مثبت و منفی در این محاسبه مفید و مؤثر شد.

واحد بار الکتریکی کولن است، که مقدار بسیار زیادی بار است. هر تک الکترون دارای 1.6×10^{-19} کولن بار و هر آذرخش به طور متوسط جابه جاکننده ی 10^9 کولن بار (حدود ششصد میلیارد میلیارد الکترون) است.

نیروی الکتریکی

بارهای الکتریکی به یکدیگر نیروی جاذبه یا دافعه وارد می کنند. اگر مقدار دقیق این نیرو را برحسب نیوتون بدانیم، می توانیم درباره ی نتیجه ی برهم کنش و تاثیر آن ها روی هم، امکان ایجاد جریان الکتریکی، جرقه، جذب یا دفع و ... پیش بینی هایی انجام دهیم. بنا بر آزمایش های انجام شده، دو عامل بسیار مهم روی مقدار نیروی جاذبه یا دافعه ی الکتریکی مؤثرند که در ادامه به آن ها می پردازیم.

رابطه ی نیرو با مقدار بارها

هر چه مقدار بارهای الکتریکی بیشتر باشد، قدرت نیروی بین آن ها (جاذبه یا دافعه، بسته به علامت ها) بیشتر می شود. در این بررسی باید تنها مقدار بار (و نه علامت آن) را در نظر گرفت. اگر دو بار Q_1 و Q_2 را در نظر بگیریم، نیروی الکتریکی وارده از طرف هر کدام بر دیگری، با ضرب

$$F \propto Q_1 \times Q_2$$

مقدار دو بار در هم، نسبت مستقیم دارد:

۱- مثلاً نوع اتم های هر ماده یک نشانه و شناسنامه ی خواص شیمیایی آن است.

۲- سال های پیش از ۱۷۰۰ میلادی