فصل یکم فیزیک و اندازه گیری ۰۰۹
فصل دوم کار، انرژی و توان ۰۳۱
فصل سوم ویژگی های فیزیکی مواد ۰۶۱
فصل چهارم دما و گرما ۰۸۵

فیزیک و اندازه گیری

فصل یکم

فصل ۱
فیزیک و اندازه‌گیری

● فیزیک دانش بنیادی

آزمایش و مشاهده در فیزیک اهمیت زیادی دارد، اما آنچه از همه بیشتر در تکامل فیزیک نقش بنیادی ایفا کرده و می کند تفکر نقادانه و اندیشه ورزی فعال فیزیک دانان نسبت به پدیده هایی است که با آن مواجه می شوند.

سوال چرا مطالعه فیزیک اهمیت دارد؟

جواب زیرا فیزیک یکی از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالودهٔ تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به طور مستقیم یا غیر مستقیم در زندگی ما نقش دارند.

سوال دانشمندان فیزیک، برای توصیف و توضیح پدیده ها چگونه عمل می کنند؟

جواب برای توصیف پدیده های مورد بررسی، اغلب از قانون، مدل و نظریهٔ فیزیکی استفاده می کنند و از آن جا که فیزیک علمی تجربی است، لازم است این قوانین، مدل ها و نظریه های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.

سوال آیا مدل ها و نظریه های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر هستند؟ (مثال بزنید)

جواب خیر همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند. همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش های جدید باعث بازنگری مدل یا نظریه ای شود و حتی ممکن است مدل یا نظریه ای جدید جایگزین آن شود مانند مدل اتمی.

سوال دو ویژگی از نقاط قوت دانش فیزیک را بنویسید.

جواب آزمون پذیری- اصلاح نظریه های فیزیکی.

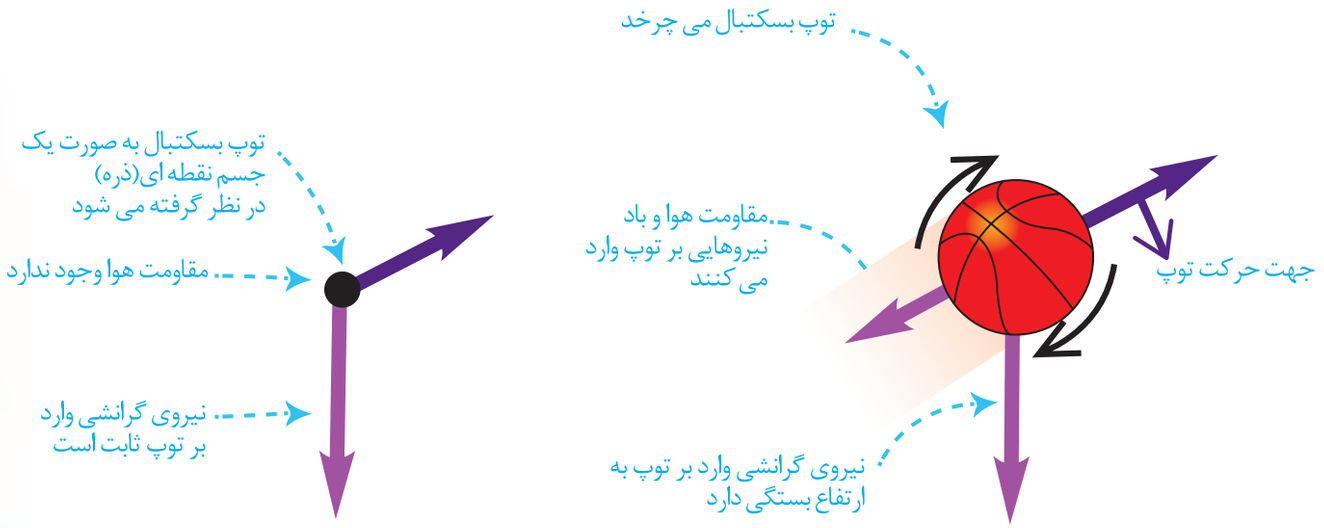
سوال تفاوت بین قانون و اصل فیزیکی را بیان کنید و برای هریک مثالی ذکر کنید.

جواب قانون‌های فیزیکی، معمولاً رابطهٔ بین برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کنند و در دامنهٔ وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبرند مانند قانون‌های نیوتون- اما برای توصیف دامنهٔ محدودتری از پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کمتری دارند، اغلب از اصطلاح اصل استفاده می شود مانند اصل پاسکال.

● مدل سازی در فیزیک

مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که یک پدیدهٔ فیزیکی آنقدر ساده و آرمانی می‌شود تا

امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود (در مدل سازی از اثرهای جزئی صرف نظر می شود) به عنوان مثال در پرتاب یک توپ، می توانیم از مقاومت هوا و همچنین چرخش توپ به دور خودش صرف نظر کنیم و توپ را به صورت یک جسم نقطه ای (ذره) در نظر بگیریم.



سوال کمیت فیزیکی را تعریف کنید.

جواب در فیزیک به هرچیزی که بتوان آن را اندازه گرفت کمیت فیزیکی گفته می شود.

سوال کمیت نرده ای (اسکالر) را تعریف کنید و مثال بزنید.

جواب کمیتی است که فقط دارای بزرگی (اندازه) می‌باشد. مانند: جرم، طول، حجم و ...

سوال کمیت برداری را تعریف کنید و مثال بزنید.

جواب کمیتی است که بزرگی (اندازه) و جهت (راستا و سو) دارد مانند جابه جایی سرعت، نیرو (کمیت برداری از جمع بردارها پیروی می کند.)

فصل ۲
کار، انرژی و توان

کار: طبق رابطه مقابل تعریف می شود: $W = F.d\cos\theta$

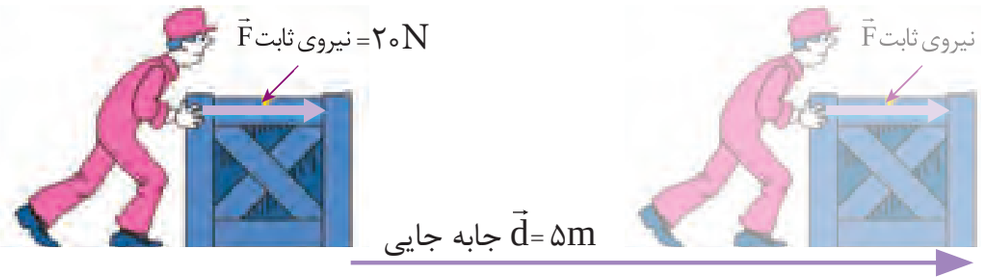
F: نیرو بر حسب نیوتون (N) ، d: جا به جایی بر حسب متر (m) ، W: کار بر حسب ژول (J)

نکته در صورتی کار انجام می‌شود که نقطه اثر نیرو، در راستای نیرو جابه‌جا شود.

نکته کار کمیتی نرده ای است و واحد آن در SI ژول می باشد.

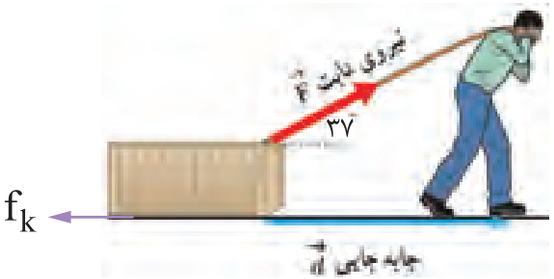
مثال کار انجام شده در جابه جایی زیر را به دست آورید.

جواب



$W = Fd\cos 0 = Fd = 20 \times 5 \times 1 = 100j$

مثال شکل زیر شخصی را نشان می دهد که جعبه ای را با نیروی ثابت ۲۰۰ N روی سطحی افقی و با نیروی اصطکاک ۳۰ N ، به اندازهٔ ۴ متر جا به جا می‌کند. ($\cos 37^\circ = 0/8$)



الف) کار انجام شده توسط این نیرو چقدر است؟

ب) کار انجام شده توسط نیروی اصطکاک چقدر است؟

جواب

الف) $W_F = Fd\cos\theta = 200\times 4\times 0/8 \rightarrow W_F = 640\,N$

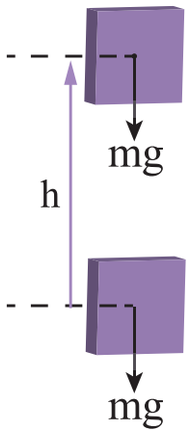
ب) $W_{f_k} = f_k\, d\cos 180 = 30\times 4\times(-1) = -120\,j$

نکته کار نیرویی که خلاف جهت حرکت است، منفی می باشد.

● کار نیروی وزن

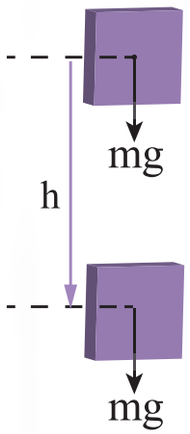
اگر جسم در راستای قائم جابه‌جا شود وزن کار انجام می‌دهد. که به دو حالت بر می‌خورد می‌کنیم:

الف) جسم به اندازه ارتفاع h بالا برود.



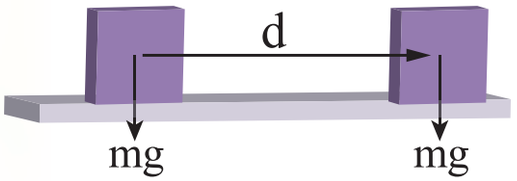
$$W_{mg} = (mg)(h)\cos 180^\circ \rightarrow W_{mg} = -mgh$$

ب) جسم به اندازه ارتفاع h پایین برود.



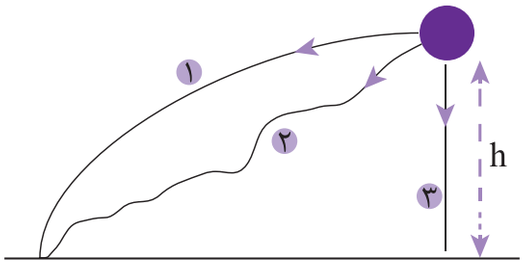
$$W_{mg} = (mg)(h)\cos 0^\circ \rightarrow W_{mg} = +mgh$$

نکته اگر جسم به طور افقی جا به جا شود نیروی وزن کار انجام نمی دهد.



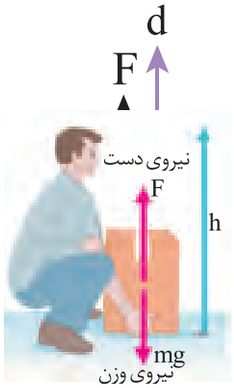
$$W_{mg} = (mg)(h)\underbrace{\cos 90^\circ}_{0} \rightarrow W_{mg} = 0$$

نکته چون نیروی وزن نیرویی **پایستار** است کار انجام شده توسط آن به مسیر حرکت بستگی ندارد و به h ارتفاع جا به جا شده بستگی دارد. به طور مثال اگر جسم از ارتفاع h سقوط کند کار نیروی وزن آن $W = mgh$ می‌باشد.



نکته کار نیروی وزن در هر سه مسیر ۱ و ۲ و ۳ یکسان است.

مثال شکل زیر شخصی را نشان می‌دهد که با واردکردن نیروی ثابت ۵۲N، جعبه‌ای به جرم ۴kg را در امتداد قائم جا به‌جا می‌کند.



کار انجام شده توسط شخص و کار انجام شده توسط نیروی وزن را روی جعبه تا ارتفاع ۱/۵ m به‌طور جداگانه حساب کنید.

جواب

کار انجام شده توسط شخص : $W_F = Fd\cos ۰^\circ = ۵۲ \times ۱/۵ \times ۱ = ۷۸j \rightarrow W_F = ۷۸\ j$

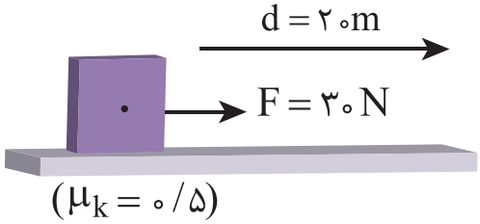
کار انجام شده توسط نیروی وزن : $W_{mg} = -mgh = -۴ \times ۱۰ \times ۱/۵ = -۶۰j$ (جسم بالا رفته)

نکته برای محاسبه کار کل هرگاه به یک جسم چند نیرو وارد شود می‌توانیم، کار تک تک نیروها را به طور جداگانه محاسبه می‌کنیم سپس با جمع جبری کارها، کار کل محاسبه می‌شود. $W_T = W_۱ + W_۲ + \ldots$

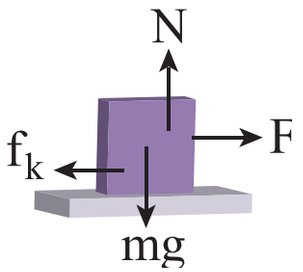
مثال مطابق شکل زیر، جسمی به جرم ۵ کیلوگرم، روی سطح افقی ۲۰ متر جا به جا می شود.

الف) کار هریک از نیروهای وارد بر جسم را به دست آورید.

ب) کار نیروی برآیند را محاسبه کنید.



جواب ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می کنیم:



$$W_F = F\,d\cos 0 = 30\times 20\times 1 = 600\,j$$

$$N = mg = 5\times 10 \rightarrow N = 50$$

$$f_k = \mu_k N \rightarrow f_k = 0/5\times 50 = 25\,N$$

$$W_{f_k} = f_k\,d\cos 180^\circ = 25\times 20\times(-1) = -500\,j$$

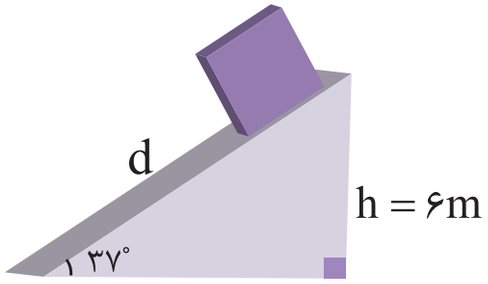
$$W_{mg} = (mg)(d)\cos 90 = 0\ ,\ W_N = (N)(d)\cos 90^\circ = 0$$

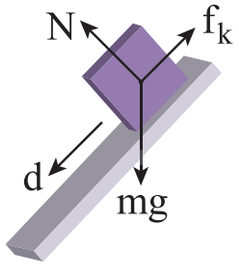
ب) $$W_T = W_F + W_{f_k} + W_{mg} + W_N = 600 + (-500) + 0 + 0 = +100\,j$$

مثال مطابق شکل زیر، از بالای سطح شیب داری جسمی به جرم 4kg شروع به لغزیدن به سمت پایین می کند اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح $f_k = 15N$ باشد.

الف) کار هر یک از نیروهای وارد بر جسم را به دست آورید. $(\sin 37^\circ = 0/6)$

ب) کار نیروی برآیند (کار کل) را محاسبه کنید.





جواب

$$W_{mg} = +mgh = 4\times 10\times 6 = +240\,j$$

$$\sin 37^\circ = \frac{h}{d} \rightarrow 0/6 = \frac{6}{d} \rightarrow d = 10\,m \rightarrow W_{f_k} = f_k\,d\cos 180^\circ = 15\times 10\times(-1) = -150\,j$$

فصل ۳

ویژگی های فیزیکی مواد

اندازه اتم‌ها حدود یک تا چند آنگستروم است.

(تبدیل آنگستروم به متر $1A^\circ \xrightarrow{\times 10^{-10}} m$)

اندازه مولکول ها می تواند به ۱۰۰۰ آنگستروم برای پلیمرها (بسپارها) برسد.

حالت ماده به چگونگی حرکت ذرات تشکیل دهنده ماده و اندازه نیروی بین آن ها بستگی دارد. حالت های ماده ۱- جامد ۲- مایع ۳- گاز ۴- پلاسما*

حالت ماده	فاصله ذرات	نیروی بین ذرات	نوع حرکت ذرات
جامد	بسیار کم (درحدود $1A^\circ$)	قوی	نوسانی (ارتعاشی)
مایع	بسیار کم (در حدود $1A^\circ$)	نسبتاً قوی	می توانند بر روی هم بلغزند
گاز	زیاد (برای هوا درشرایط معمولی حدود ۳۵ آنگستروم است.)	ضعیف	بصورت نامنظم و کاتوره ای

* در کتاب درسی دهم تفاوتی بین حالت و فاز قائل نشده است.

● انواع جامد

۱- **جامد بلورین:** اتم های این گونه جامدات در طرح های منظمی در کنار هم قرار می گیرند و در یک الگوی سه بعدی تکرار می شوند. مانند فلزها، نمک ها، الماس و یخ و بیشتر مواد معدنی و ...

نکته اگر مایعی را به آرامی سرد کنیم، اغلب جامد بلورین تشکیل می شود. چون ذرات مایع فرصت کافی دارند تا در طرح های منظم خود مرتب شوند.

۲- **جامدات بی شکل (آمُورف)** : ذرات این نوع جامد در طرح های منظمی کنار هم قرار ندارند مانند شیشه و قیر.

نکته چون در این نوع جامد فرآیند سرد شدن سریع است ذرات فرصت کافی ندارند تا طرح های منظم مرتب شوند.

- **مایع:** مولکول های مایع نظم و تقارن جامد بلورین را ندارند و به صورت نامنظم کنار هم قرار داشته و آزادانه روی هم می لغزند.
- **گاز:** در این حالت ماده شکل خاصی ندارد و اتم های مولکول های آن آزادانه با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت می کنند.
- **پلاسما:** اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. مانند ماده درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق قطبی، آتش و ماده داخل لولهٔ تابان لامپ مهتابی.

پدیده پخش در مایع ها: پراکنده شدن ذرات نمک یا جوهر درون آب که به دلیل حرکت های نامنظم و کاتوره ای مولکول های آب و برخورد آنها با ذرات سازنده نمک و جوهر می باشد را پدیده پخش می گوییم.

حرکت براونی: حرکت نامنظم، درهم و برهم و کاتوره ای ذرات دود که در یک مسیر زیگزاگی صورت می گیرد را حرکت براونی می نامیم.

از موارد پدیده پخش می‌توان به پراکندگی مولکول‌های عطر در یک اتاق نام برد و همچنین از اعجاز خلقت به پخش تمام گازها موجود در جو از جمله اکسیژن در تمام سطوح لایه های جو اشاره کرد.

● علم نانو

شاخه ای از علم است که تغییر در ویژگی های فیزیکی همه مواد مانند نقطه ذوب و رسانندگی الکتریکی و گرمایی، شفافیت، استحکام، رنگ و .... را در مقیاس نانو ($10^{-9}\,m$) بررسی می کند.

به طور مثال نقطه ذوب طلا در ابعاد معمولی $1064^{\circ}C$ و در ابعاد نانو $427^{\circ}C$ می باشد.

همچنین اکسیدآلومینیم که در ابعاد معمولی نارسانا الکتریکی است در ضخامت بسیار کم در حد نانو روی سیم ها تبدیل به رسانای الکتریکی می شود.

نکته لازم نیست که تمام ابعاد یک ماده در مقیاس نانو باشد چون خواص نانو ذره با خواص نانولایه ها یکسان است.

● نیروهای بین مولکولی

۱- **هم چسبی:** نیرویی بین مولکول های همسان می باشد.

ویژگی های نیروی هم چسبی:

الف) اگر بخواهیم مولکول ها را از یکدیگر دور کنیم این نیرو جاذبه است و اگر بخواهیم نزدیک کنیم دافعه است. که دلیل تراکم ناپذیر بودن مایعات است.

ب) کوتاه برد است. یعنی اگر بخواهیم فاصلهٔ بین مولکول ها را از چند برابر فاصله مولکولی بیشتر کنیم، این نیرو کوچک و تقریبا صفر می شود.

کشش سطحی: به دلیل نیروی جاذبه ای که مولکول های سطح مایع به یکدیگر وارد می کنند سطح مایع شبیه یک پوستهٔ تحت کشش رفتار می کند. (کشش سطحی ناشی از هم چسبی مولکول های سطح مایع است.)

نکته قطره‌ای که آزادانه سقوط می کند کروی شکل است چون به ازای حجم معینی شکل کره کمترین مساحت را دارد و کشش سطحی تمایل به کمینه کردن مساحت دارد.

۲- **دگر چسبی:** نیروی بین مولکول های ناهمسان می باشد.

اگر نیروی دگر چسبی مایع و جامد بیشتر از هم چسبی مولکول های مایع باشد آن را تر می کند مانند آب و شیشه تمیز اما اگر نیروی دگر چسبی مایع و جامد کمتر از هم چسبی مولکول های مایع باشد آن را تر نمی کند مانند جیوه و شیشه.

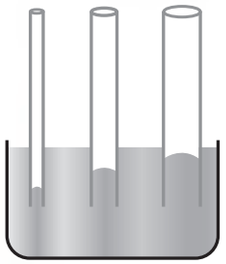
نکته افزایش دما می تواند باعث کاهش نیروی هم چسبی و دگرچسبی شود.

● اثر مویینگی

اختلاف ارتفاع مایع درون لوله مویین (لوله های با قطر حدود ۰/۱ mm) با سطح آزاد مایع را اثر مویینگی می نامیم.

(الف)

شکل الف) نیروی دگر چسبی آب و شیشه بیشتر از نیروی هم چسبی مولکول های آب است. هر چه لوله باریکتر باشد سطح آب بالاتر می‌رود.


(ب)

شکل ب) نیروی دگر چسبی جیوه و شیشه کمتر از هم چسبی مولکول‌های جیوه است هرچه لوله باریکتر باشد سطح جیوه پایین تر است.

● فشار

فشار بزرگی نیرویی است که به طور عمودی به یکای سطوح وارد می شود.

$$P = \frac{F\ (N)}{A\ (m^2)}$$

$$\frac{\text{نیوتون}\ N}{\text{مترمربع}\ m^2} \equiv \text{پاسکال}\ Pa$$

● عواملی موثر بر فشار شاره ها:

۱- فشار مایع به تنهایی در عمق h از سطح آزاد مایع از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$P = \rho gh$$

شدت میدان گرانشی : g

عمق از سطح آزاد مایع : h

چگالی مایع : ρ

۲- فشار کل در عمق h از سطح آزاد مایع طبق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$P_{کل} = \rho gh + P_0$$

فشار هوا یا جو در سطح مایع : P_0

فصل ۴

دما و گرما

- **دما**: کمیتی است که میزان گرمی و سردی اجسام را مشخص می کند.

کمیت دماسنجی، مشخصه قابل اندازه گیری که با گرمی و سردی جسم تغییر می کند. (مانند ارتفاع جیوه)

- **مقیاس های دماسنجی**

۱- **مقیاس سلسیوس**: در فشار ۱atm دمای ذوب یخ خالص را صفر و دمای جوشیدن آب را صد اختصاص می دهند.

۲- **مقیاس کلوین**: صفر کلوین برابر با $-۲۷۳/۱۵^{\circ}C$ است که پایین ترین دما است و رسیدن به آن غیرممکن است. $T^{K} = \theta^{^{\circ}C} + ۲۷۳/۱۵$

نکته $\Delta T = \Delta\theta$ تغییرات دمای کلوین و سلسیوس یکسان است.

۳- **مقیاس فارنهایت**: ذوب یخ $۳۲^{\circ}F$ و جوش آب $۲۱۲^{\circ}F$ می باشد:

$$F^{\circ}F = \frac{۹}{۵}\theta^{\circ}C + ۳۲ \qquad \Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta$$

مثال برای پخت یک کیک دمای $۸۰^{\circ}C$ لازم است.

الف) این دما در مقیاس فارنهایت و کلوین چه اندازه ای است؟

جواب

$$\Delta F = \frac{۹}{۵}\times\theta + ۳۲ = \frac{۹}{۵}\times ۸۰ + ۳۲ = ۱۷۶^{\circ}F$$

$$T = \theta + ۲۷۳/۱۵ = ۸۰ + ۲۷۳/۱۵ = ۳۵۳/۱۵K$$

ب) اگر بخواهیم $۱۰^{\circ}C$ دما را بالاتر ببریم به این مقادیر چه اندازه ای اضافه می شود.

جواب

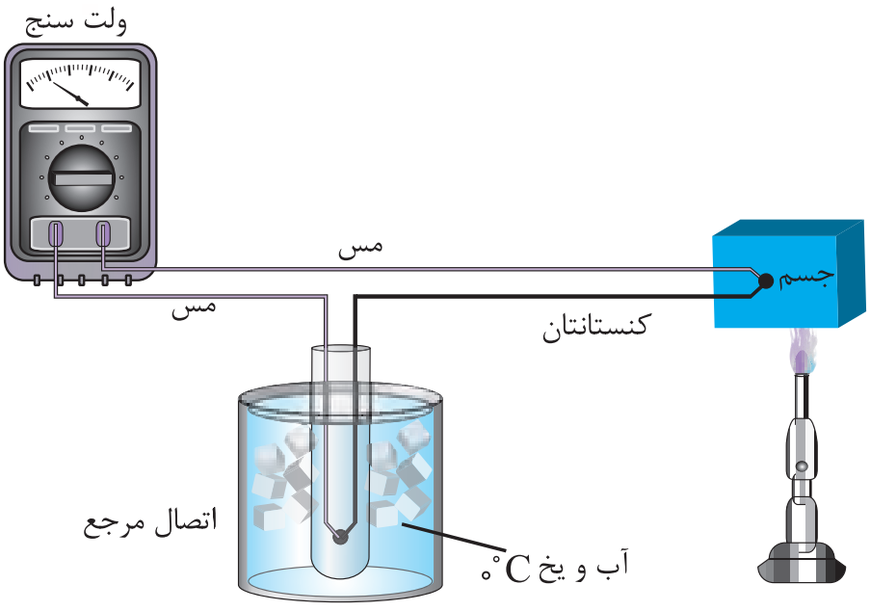
$$F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta = \frac{۹}{۵}\times ۱۰ = ۱۸^{\circ}F \qquad \Delta T = \Delta\theta = ۱۰K$$

- **انواع دماسنج های معیاری:**

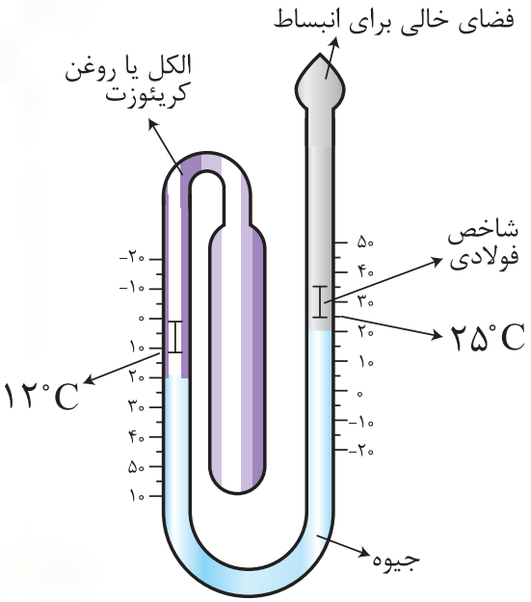
۱- گازی ۲- مقاومت پلاتینی ۳- تف سنج (پیرومتر)

- **اساس کار دماسنج ترموکوپل:**

در این دماسنج کمیت دماسنجی ولتاژ است و با دو سیم غیرهم جنس مانند مس و کنسانتان ساخته شده است. دقت پایین این دماسنج جزءِ معایب و گستره ی وسیع و کوچک بودن محل اتصال جزءِ مزیت های این دماسنج است.



دماسنج بیشینه-کمینه: حداکثر و حداقل دمای محیط را در یک بازه زمانی مشخص می کند و کمیت دماسنجی آن انبساط حجمی است.



انبساط جامدات

۱- انبساط طولی
۲- انبساط سطحی
۳- انبساط حجمی

۱- انبساط طولی: برای اجسام جامدی که شکل میله دارند و از انبساط سطح مقطع آن صرف نظر می شود انبساط طولی را به کار می بریم.

$\Delta T = \Delta\theta$ تغییرات دما

$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ ← تغییر طول

ضریب انبساط طولی که بستگی به جنس میله و دما دارد.

طول اولیه میله

$L_2 = L_1 + \Delta L = L_1(1+\alpha\Delta T)$ طول نهایی میله

مثال یک کابل مسی بین دو دکل که ۲۰۰ متر فاصله دارند متصل است. اگر دما در زمستان حداقل $-20^\circ C$ و در تابستان حداکثر $30^\circ C$ باشد تغییرات طول این کابل چند cm خواهد شد؟ $\alpha = 1/7\times10^{-5}\ \frac{1}{K}$

جواب

$$\Delta L = L_1\alpha\Delta T = 200\times1/7\times10^{-5}\times(30-(-20)) = 0/17m = 17cm$$

مثال طول یک میله در دمای $10^\circ C$ برابر $800mm$ است اگر بر اثر افزایش دما طول آن $802mm$ شود دما چند درجه سلسیوس شده است؟ $(\alpha = 2\times10^{-5}\frac{1}{^\circ C})$

جواب

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 802 - 800 = 2mm \qquad \Delta L = L_1\alpha\Delta T$$

$$2mm = 800mm \times 2\times10^{-5}\Delta\theta \qquad \Delta\theta = \frac{1}{8\times10^{-3}} = \frac{10^3}{8} = 125^\circ C$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \qquad 125 = \theta_2 - 10 \rightarrow \theta_2 = 135^\circ C$$

دماپا (ترموستات): شامل دو میلهٔ فلزی غیر همجنس است که به یکدیگر پرچ شده اند و بر اثر افزایش دما خم می شوند و برای قطع و وصل کردن جریان الکتریکی استفاده می شوند. اساس کار دماسنج نواری دو فلزه نیز به همین صورت است.