یک‌شنبه
۱۴۰۳/۱۲/۲۶

کار، انرژی و توان
دما و گرما
(فصل ۳ و ۴ دهم)

دفترچه پاسخ

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم تجربی
فیزیک

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	سعید احمدی ـ محمد باغبان امیررضا خوینی‌ها ـ مجید رجبی وندچالی سارا قانع	محمدجواد سورچی پویا هدایتی

۱ و ۲ دهم	۳ و ۴ دهم	۱ یازدهم	۲ یازدهم	۳ یازدهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ دوازدهم	۴ دوازدهم
هفتـــهٔ اول	هفتـــهٔ دوم	هفتـــهٔ سوم		هفتـــهٔ چهارم		هفتـــهٔ پنجم	هفتـــهٔ ششم	

۵۵ روز جمع‌بندی تا کنکور اردیبهشت

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هرگونه استفادهٔ غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

خب رسیدیم به فصل ۳ و ۴ فیزیک دهم. بدون مقدمه بریم این فصل‌ها رو یه بررسی سریع کنیم و بعدش تست‌ها رو حل کنیم.

فصل ۳ فیزیک دهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

می‌تونیم مباحث اصلی این فصل رو به ۵ دسته تقسیم کنیم:

- **مباحث اصلی فصل ۳**
  - محاسبهٔ کار
  - انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی
  - پایستگی انرژی
  - قضیهٔ کار و انرژی جنبشی
  - توان و بازده

۲- چرا این فصل مهمه؟

بچه‌ها، سؤالای این فصل معمولاً ساده هستن و اگه یکم کار کنین به‌راحتی حلشون کنید. طبق تجربهٔ سه سال اخیر معمولاً دو تا سؤال هم توی کنکور ازش میاد، چی از این بهتر!

۳- توی کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

توی جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل توی کنکور اومده رو براتون آوردیم.

رشته / سال	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)	۱۴۰۳ (نوبت دوم)
تجربی	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۱
ریاضی	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲

فصل ۴ فیزیک دهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

بدون معطلی به نمودار زیر نگاه کنین!

- **مباحث اصلی فصل ۴**
  - دما و دماسنجی
  - انبساط
  - محاسبهٔ گرمای لازم برای تغییر دما و تغییر حالت
  - دمای تعادل
  - روش‌های انتقال گرما

۲- چرا این فصل مهمه؟

از این فصل، توی کنکور دو تا تست مطرح و این باعث اهمیت زیاد این فصل می‌شه!

۳- توی کنکورهای اخیر، چند سؤال از این فصل اومده؟

جدول زیر رو نگاه کنین!

رشته / سال	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)	۱۴۰۳ (نوبت دوم)
تجربی	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
ریاضی	۳	۲	۲	۱	۳	۲	۱

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱- **بالونی به جرم ۸۰۰ کیلوگرم در یک ارتفاع مشخص از سطح زمین درحال حرکت است. اگر شش وزنهٔ ۲۰ کیلوگرمی از بالون بیرون بیندازیم، تندی بالون ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. انرژی جنبشی بالون چگونه تغییر کرده است؟**

۱) تقریباً ۴۱ درصد افزایش یافته است.
۲) تغییر نکرده است.
۳) ۲۲/۴ درصد افزایش یافته است.
۴) ۲ درصد افزایش یافته است.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

طبق رابطهٔ $K=\frac{1}{2}mv^2$ می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{K_2}{K_1}=\frac{m_2}{m_1}\times(\frac{v_2}{v_1})^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1}=(\frac{680}{800})\times\left(\frac{1/2v}{v}\right)^2=1/224$$

بنابراین انرژی جنبشی ۲۲/۴ درصد افزایش یافته است.

انرژی جنبشی

انرژی وابسته به حرکت یک جسم را انرژی حرکتی یا انرژی جنبشی می‌نامیم.

برای جسمی به جرم m که با تندی v حرکت می‌کند، انرژی جنبشی از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$K=\frac{1}{2}mv^2$$

K : انرژی جنبشی جسم برحسب ژول (J) — m : جرم جسم برحسب کیلوگرم (kg)

v : تندی جسم برحسب متر بر ثانیه $\left(\frac{m}{s}\right)$ — یکای انرژی: $J\equiv kg\frac{m^2}{s^2}\equiv N.m$

✓ انرژی جنبشی یک کمیت نرده‌ای و نامنفی است که فاقد جهت است (انرژی جنبشی به جهت حرکت و یا جهت سرعت بستگی ندارد).

عوامل مؤثر بر انرژی جنبشی

✓ انرژی جنبشی با جرم جسم و مجذور تندی جسم، رابطهٔ مستقیم دارد.

۱- هرچه جرم جسم بیش‌تر باشد، انرژی جنبشی بیش‌تری دارد.

$$K\propto m$$

۲- هرچه جسمی تندتر حرکت کند، انرژی جنبشی بیش‌تری دارد.

$$K\propto v^2$$

مقایسهٔ انرژی جنبشی دو متحرک:

$$\frac{K_2}{K_1}=(\frac{m_2}{m_1})\times(\frac{v_2}{v_1})^2$$

✓ هنگامی‌که جسم، ساکن باشد، انرژی جنبشی آن صفر است.

محاسبهٔ تغییر انرژی جنبشی جسمی که جرم آن ثابت است به شکل زیر است:

$$\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$$

گروه آموزشی ماز

۲- **هواپیمایی به جرم ۸ تن در مدت‌زمان ۵۰ ثانیه از سطح زمین به ارتفاع ۴۰۰ متری از سطح زمین می‌رسد. کار نیروی وزن هواپیما در این مدت چند مگاژول است؟** $(g=10\frac{N}{kg})$

۱) ۳۲
۲) ۰/۶۴
۳) -۳۲
۴) -۰/۶۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

جسم به سمت بالا حرکت می‌کند؛ بنابراین کار نیروی وزن منفی است. برای محاسبهٔ کار نیروی وزن، می‌توان نوشت:

$$W=-mg\Delta h=-8\times10^3\times10\times400=-32\times10^6\,J=-32MJ$$

جمع‌بندی محاسبهٔ کار نیروهای خاص

۱- کار **نیروی اصطکاک** و **مقاومت هوا** به **مسافت طی‌شده** (کل مسیر حرکت) بستگی دارد، پس هرچه مسافت طی‌شده بیش‌تر باشد قدر مطلق کار این نیروها هم بیش‌تر است.

کار نیروی اصطکاک: $W_{f_k}=-f_kL$ — کار نیروی مقاومت هوا: $W_{air}=-f_{air}L$

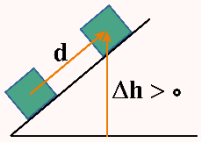
f_k : نیروی اصطکاک جنبشی — f_{air} : نیروی مقاومت هوا — L : مسافت طی‌شده

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

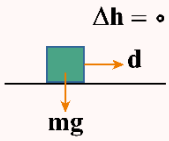
۲- کار **نیروی وزن** به **تغییر ارتفاع** جسم بستگی دارد پس هرچه تغییر ارتفاع بیش‌تر باشد قدر مطلق کار نیروی وزن بیش‌تر است.

کار نیروی وزن: $W_{mg} = -mg\Delta h$

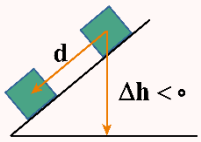
Δh : تغییر ارتفاع جسم



اگر جسم بالا برود : $\Delta h > ۰ \rightarrow W_{mg} < ۰$

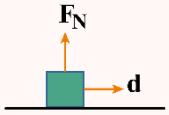


اگر جسم روی سطح افقی جابه‌جا شود : $\Delta h = ۰ \rightarrow W_{mg} = ۰$

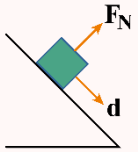


اگر جسم رو به پایین حرکت کند : $\Delta h < ۰ \rightarrow W_{mg} > ۰$

۳- کار نیروی عمودی سطح ($\vec{F}_N$) :



اگر جسم روی سطح افقی حرکت کند: $W_{F_N} = ۰$



اگر جسم روی سطح شیب‌دار حرکت کند: $W_{F_N} = ۰$

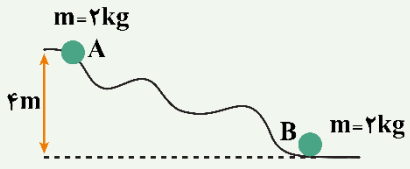
حرکت آسانسور: $\begin{cases} \text{حرکت رو به بالا}: W_{F_N} = F_N d \\ \text{حرکت رو به پایین}: W_{F_N} = -F_N d \end{cases}$

۴- کار بقیهٔ نیروها به **جابه‌جایی** بستگی دارد پس هرچه جابه‌جایی بیش‌تر باشد، قدر مطلق کار این نیروها بیش‌تر است.

کار نیروی F: $W_F = Fd\cos\theta$

مثال

کار نیروی وزن در جابه‌جایی جسم از A تا B چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

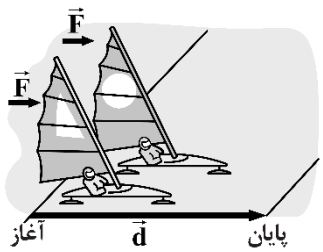


جسم به‌اندازهٔ ۴ متر پایین آمده است، بنابراین داریم:

$W = +mgh = +۲\times۱۰\times۴ = ۸۰J$

گروه آموزشی ماز

۳- دو قایق مخصوص با جرم‌های متفاوت، روی سطح افقی یخ‌زده و بدون اصطکاک دریاچه‌ای مطابق شکل زیر، قرار دارند. قایق‌ها تحت اثر نیروهای مساوی باد، شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصلهٔ **d** می‌گذرند. چند مورد از موارد زیر درست است؟



الف: انرژی جنبشی قایق سبک‌تر در خط پایان، بیش‌تر است.

ب: تندی هر دو قایق در خط پایان یکسان است.

پ: کل کار انجام‌شده روی قایق سنگین‌تر، بیش‌تر است.

۱) صفر ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۳

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

طبق قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow \overset{\circ}{W_{\text{وزن}}} + \overset{\circ}{W_{\text{نیروی شناوری}}} + W_F = K_2 - \overset{\circ}{K_1}$$

قایق‌ها در ابتدا ساکن هستند؛ بنابراین $K_1 = 0$ است. نیروی وزن و نیروی شناوری بر جابه‌جایی عمود هستند بنابراین کار آن‌ها صفر است؛ بنابراین:

$$Fd \overset{1}{\cancel{\cos 0^\circ}} = K_2 \Rightarrow K_2 = F.d$$

طبق رابطهٔ فوق، انرژی جنبشی قایق‌ها به جرم آن‌ها بستگی ندارد. («الف» ✗)

از طرفی، طبق رابطهٔ $K = \frac{1}{2}mv^2$ و یکسان بودن انرژی جنبشی، قایقی که سبک‌تر است، تندی بیش‌تری دارد. («ب» ✗)

کل کار انجام‌شده بر روی هر دو قایق یکسان است؛ زیرا: طبق رابطهٔ زیر، F و d برای هر دو قایق یکسان است. («پ» ✗)

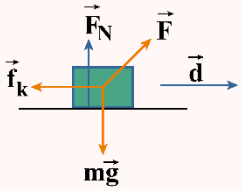
$$W_t = \overset{\circ}{W_{mg}} + \overset{\circ}{W_{\text{نیروی شناوری}}} + W_F = F.d$$

روش‌های محاسبهٔ کار کل

۱- قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی: اگر در سؤال، تندی یا انرژی جنبشی را بدهند، برای محاسبهٔ کار کل بهتر است از قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی استفاده کنیم:

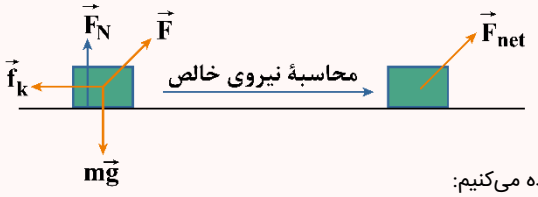
$$W_t = K_2 - K_1 \xrightarrow{K=\frac{1}{2}mv^2} W_t = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

۲- کار تک‌تک نیروها را جداگانه به‌دست می‌آوریم و درنهایت همهٔ آن‌ها را جمع جبری می‌کنیم:



$$W_t = W_{mg} + W_{f_k} + W_{F_N} + W_F + \cdots$$

۳- ابتدا برایند نیروهای وارد بر جسم را به‌دست آورده و درنهایت کار نیروی برایند (نیروی خالص) را محاسبه می‌کنیم:



$$W_t = W_{F_{net}} \Rightarrow W_t = F_{net} d \cos\theta$$

✓ اگر شتاب حرکت جسم را داشته باشیم برای محاسبهٔ کار انجام‌شده بر روی جسم از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$W_t = F_{net} d \cos\theta \xrightarrow{F_{net}=ma} W_t = m a d \cos\theta$$

فقط در حرکت تندشونده روی خط راست که شتاب، هم‌جهت جابه‌جایی است $(\theta = 0^\circ)$، نیازی به محاسبهٔ $\cos\theta$ نیست زیرا:

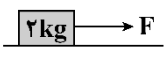
$$W_t = m a d \cos\theta \xrightarrow[\cos\theta=1]{\theta=0^\circ} W_t = m a d$$

نکته

در اکثر سؤالات نیاز است تا کار کل را از دو روش بالا به‌دست آورده و مساوی هم قرار دهیم تا مجهول مسئله محاسبه شود.

گروه آموزشی ماز

۴- در شکل زیر، نیروی افقی و ثابت F، جسم را روی سطح افقی دارای اصطکاکی از حال سکون به حرکت درمی‌آورد و بعد از طی مسافت ۱۰ متر، تندی جسم را به $5\frac{m}{s}$ می‌رساند. اندازهٔ نیروی F را چند نیوتون کاهش دهیم تا جسم با تندی ثابت به حرکت خود ادامه دهد؟



۱) ۲/۵
۲) ۵
۳) ۱۰
۴) ۲۰

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

طبق قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی داریم: (f_k، نیروی اصطکاک جنبشی و F_N نیروی عمودی سطح است.)

$$W_t = \Delta K \Rightarrow \overset{\circ}{W_{mg}} + \overset{\circ}{W_{F_N}} + W_F + W_{f_k} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

نیروی وزن و نیروی عمودی سطح، بر جابه‌جایی عمود هستند و کار آن‌ها صفر است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

$$\Rightarrow Fd\cos 0^\circ + f_k d\cos 180^\circ = \frac{1}{2}\times 2\times(5^2-0^2)$$

$$\Rightarrow F\times 10\times 1 + f_k\times 10\times(-1) = 25 \xrightarrow{\times\frac{1}{10}} F - f_k = 2/5 \Rightarrow F = f_k + 2/5 \quad (1)$$

حال فرض می‌کنیم اندازهٔ نیروی F کاهش یابد و به F' برسد و جسم با تندی ثابت حرکت کند؛ بنابراین، طبق قانون اول نیوتون، نیروهای وارد بر جسم باید متوازن باشند و نیروی خالص وارد بر جسم باید صفر باشد؛ بنابراین:

$$F' = f_k \xrightarrow{(1)} F - F' = (f_k + 2/5) - f_k = 2/5\,N$$

بنابراین، نیروی F باید ۲/۵N کاهش یابد.

گروه آموزشی ماز

۵- کودکی، سنگی را از بالای یک ساختمان پرتاب می‌کند. در کدام گزینه، کار نیروی وزن سنگ و تغییر انرژی پتانسیل گرانشی آن الزاماً قرینهٔ یکدیگرند؟

۱) فقط در پرتاب در راستای قائم رو به بالا
۲) فقط در پرتاب در راستای قائم رو به پایین
۳) فقط در پرتاب در راستای قائم
۴) در هر حالتی قرینهٔ یکدیگرند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۳)

طبق درس‌نامهٔ زیر، گزینهٔ (۴) صحیح است.

نکته

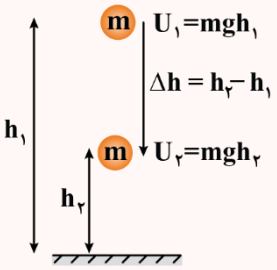
کار نیروی وزن، مستقل از مسیر حرکت است و فقط به جابه‌جایی قائم جسم بستگی دارد.

نکته

کار نیروی وزن و تغییر انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم، همواره قرینهٔ یکدیگرند و این رابطه برای هر مسیر دلخواهی برقرار است.

تغییر انرژی پتانسیل گرانشی

با تغییر ارتفاع، انرژی پتانسیل گرانشی جسم تغییر می‌کند:



تغییر انرژی پتانسیل گرانشی: $\Delta U = U_2 - U_1 = mgh_2 - mgh_1 = mg(h_2 - h_1) \Rightarrow \Delta U = mg\Delta h$

کار نیروی وزن و تغییر انرژی پتانسیل گرانشی:

کار نیروی وزن برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است.

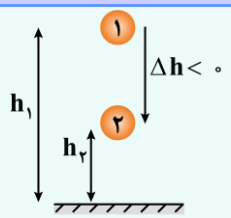
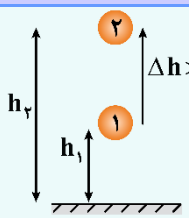
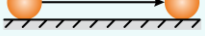
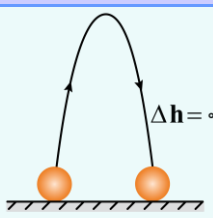
$$\left.\begin{array}{l}\text{تغییر انرژی پتانسیل گرانشی}: \Delta U_g = mg\Delta h \\ \text{کار نیروی وزن}: W_{mg} = -mg\Delta h\end{array}\right\} \Rightarrow W_{mg} = -\Delta U_g$$

نکتهٔ ۱

۱- هنگامی که جسمی **رو به پایین** حرکت می‌کند h کاهش می‌یابد (Δh منفی)، نیروی وزن جسم کار **مثبت** انجام می‌دهد و انرژی پتانسیل گرانشی **کاهش** می‌یابد.

۲- هنگامی که جسمی **رو به بالا** حرکت می‌کند h افزایش می‌یابد (Δh مثبت)، نیروی وزن جسم کار **منفی** انجام می‌دهد و انرژی پتانسیل گرانشی **افزایش** می‌یابد.

۳- اگر ارتفاع جسم تغییر نکند، کار نیروی وزن صفر می‌شود و انرژی پتانسیل گرانشی **ثابت** می‌ماند.

حالت (۱)	حالت (۲)	حالت (۳)	حالت (۳)
			
$W_{mg}>0$ $\Delta U<0$	$W_{mg}<0$ $\Delta U>0$	$W_{mg}=0$ $\Delta U=0$	$W_{mg}=0$ $\Delta U=0$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

نکتهٔ ۲

اگر مبدأ پتانسیل را تغییر دهیم انرژی پتانسیل تغییر می‌کند ولی کار نیروی وزن و تغییر انرژی پتانسیل ثابت می‌ماند. پس انرژی پتانسیل به مبدأ بستگی دارد ولی کار نیروی وزن و تغییر انرژی پتانسیل به مبدأ وابسته نیست.

نکتهٔ ۳

در تست‌ها اگر مبدأ پتانسیل را مشخص کردند همان نقطه را مبدأ گرفته و سؤال را حل کنید؛ ولی اگر مبدأ پتانسیل مشخص نشد هر نقطه‌ای را که تمایل داشتید مبدأ بگیرید ولی ترجیحاً بهتر است پایین‌ترین نقطه‌ای که جسم در آن قرار می‌گیرد را مبدأ پتانسیل بگیرید.

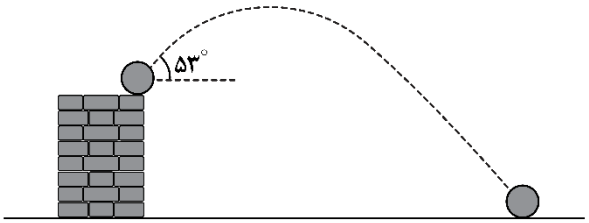
نکتهٔ ۴

در محاسبهٔ انرژی پتانسیل گرانشی، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی و کار نیروی وزن ارتفاع قائم مهم است یعنی مسافت طی‌شده و مسیر حرکت اهمیتی ندارد.

گروه آموزشی ماز

۶- مطابق شکل گلوله‌ای به جرم $1/2kg$ با تندی اولیهٔ $15\frac{m}{s}$ از بالای ساختمانی به ارتفاع $125m$، با زاویهٔ 53° نسبت به افق پرتاب می‌شود. در چندمتری از سطح زمین، تندی گلوله ۳ برابر تندی لحظهٔ پرتاب می‌شود؟ ($g=10\frac{N}{kg}$ ، $\cos 37^\circ = 0/8$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)

۱) ۳۳/۷۵
۲) ۳۵
۳) ۹۰
۴) ۹۱/۲۵



پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی می‌توانیم بنویسیم:

$$U_1+K_1=U_2+K_2 \xrightarrow[K_2=9K_1]{v_2=3v_1} U_1+K_1=U_2+9K_1$$

$$\Rightarrow mgh_1=mgh_2+8K_1 \Rightarrow mgh_1=mgh_2+8(\frac{1}{2}mv_1^2)$$

$$\Rightarrow gh_1=gh_2+4v_1^2 \Rightarrow 10(125)=10h_2+4(15)^2$$

$$1250-900=10h_2 \Rightarrow h_2=35m$$

انرژی مکانیکی

مجموع انرژی‌های پتانسیل و جنبشی هر جسم را انرژی مکانیکی آن می‌نامیم.

$$E=U+K$$

E: انرژی مکانیکی U: انرژی پتانسیل K: انرژی جنبشی

اصل پایستگی انرژی مکانیکی

در مواردی که هنگام حرکت جسم فقط نیروی وزن کار انجام می‌دهد، انرژی مکانیکی جسم در نقاط مختلف مسیر یکسان است:

$$E_1=E_2 \Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2 \Rightarrow U_1-U_2=K_2-K_1 \Rightarrow \Delta U=-\Delta K$$

هرچقدر انرژی پتانسیل جسم کاهش یابد به همان میزان انرژی جنبشی جسم افزایش می‌یابد طوری که درنهایت مجموع آن‌ها یعنی انرژی مکانیکی ثابت بماند.

$$E_1=E_2 \quad \text{و} \quad \Delta U=-\Delta K$$

نکته

اصل پایستگی انرژی مکانیکی فقط و فقط برای شرایطی کاربرد دارد که بتوان اثر ناشی از نیروهای اتلافی مانند اصطکاک و مقاومت هوا را نادیده گرفت.

مثلاً وقتی یک جسم فقط تحت تأثیر نیروی وزن حرکت می‌کند، می‌توانیم با کمک اصل پایستگی انرژی، سؤال را حل کنیم.

گروه آموزشی ماز

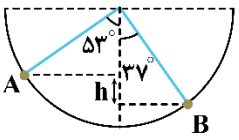
۷- وزنه‌ای را به نخی به طول ۲/۲۵ متر بسته و از سقف آویزان می‌کنیم. وزنه را روی دایره‌ای به شعاع نخ از حالت قائم آن‌قدر دور می‌کنیم تا زاویهٔ نخ با راستای قائم 53° درجه شود و از این حالت وزنه را رها می‌کنیم. تندی وزنه زمانی که زاویهٔ نخ با راستای قائم به 37° درجه می‌رسد، چند متر بر ثانیه می‌شود؟ ($g=10\frac{N}{kg}$ ، $\sin 53^\circ = 0/8$ و مقاومت هوا و جرم نخ ناچیز است.)

۱) ۴/۲۵ ۲) ۳ ۳) ۱/۵ ۴) ۱

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی می‌توانیم بنویسیم:



$$E_A = E_B$$

$$\Delta U + \Delta K = 0$$

$$-mgh + \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) = 0$$

$$-gh + \frac{1}{2}v_B^2 = 0 \Rightarrow v_B^2 = 2gh$$

$$v_B^2 = 2\times 10\times(2/25\cos 37^\circ - 2/25\cos 53^\circ)$$

$$v_B^2 = 20\times 2/25(0/8 - 0/6) = 9 \Rightarrow v_B = 3\frac{m}{s}$$

گروه آموزشی ماز

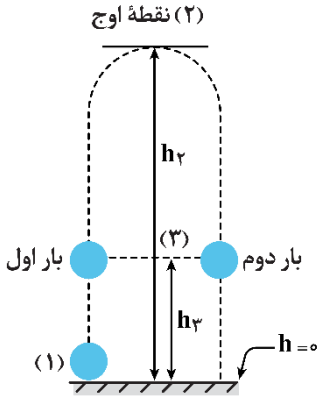
۸- گلوله‌ای را از سطح زمین و در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. اگر پس از طی مسافت ۱۴۴m، برای دومین بار انرژی جنبشی گلوله ۴۰ درصد کم‌تر از انرژی جنبشی گلوله در لحظهٔ پرتاب باشد، گلوله حداکثر تا ارتفاع چند متر از سطح زمین بالا رفته است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$، از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)

۱) ۷۲ ۲) ۸۱ ۳) ۹۰ ۴) ۱۰۸

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

گام اول:

انرژی مکانیکی در نقاط (۱) و (۳) برابر است؛ بنابراین داریم:



$$U_1 + K_1 = U_3 + K_3$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_3 + 0/6(\frac{1}{2}mv_1^2)$$

$$0/5v_1^2 = 10h_3 + 0/3v_1^2 \Rightarrow 0/2v_1^2 = 10h_3 \Rightarrow v_1^2 = 50h_3$$

گام آخر:

انرژی مکانیکی در نقاط (۱) و (۲) نیز برابر است و می‌توان نوشت:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow K_1 = U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 = 10\times h_2 \Rightarrow \frac{1}{2}\times(50h_3) = 10h_2 \Rightarrow h_2 = 2/5h_3$$

$$\text{مسافت طی‌شده} = h_2 + (h_2 - h_3) = 2h_2 - h_3 = 2h_2 - (\frac{h_2}{2/5})$$

$$\text{مسافت طی‌شده} = \frac{4h_2}{2/5} = 144 \Rightarrow h_2 = 90m$$

گروه آموزشی ماز

۹- توپ فوتبالی به جرم ۴۵۰g از نقطهٔ پنالتی با تندی $18\frac{m}{s}$ به‌طرف دروازه شوت می‌شود و با تندی $12\frac{m}{s}$ به تیرک افقی که ارتفاع آن ۲/۴۴m است، برخورد می‌کند. اندازهٔ کار نیروی مقاومت هوا در این مسیر چند ژول بوده است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) ۵۱/۴۸ ۲) ۲۹/۵۲ ۳) ۱۹/۰۸ ۴) ۲/۸۸

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

روش اول:

با استفاده از قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$W_t = \Delta K$$

$$W_{mg} + W_{f_D} = \Delta K \Rightarrow -mg\Delta h + W_{f_D} = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)$$

$$\Rightarrow -۰/۴۵\times۱۰\times۲/۴۴ + W_{f_D} = \frac{۱}{۲}(۰/۴۵)(۱۲^۲ - ۱۸^۲)$$

$$\Rightarrow -۱۰/۹۸ + W_{f_D} = -۴۰/۵ \Rightarrow W_{f_D} = -۲۹/۵۲J$$

روش دوم:

کار نیروی اتلافی برابر تغییرات انرژی مکانیکی است؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

لحظهٔ شوت زدن توپ (۱

لحظهٔ برخورد توپ به تیرک (۲

$$E_۲ - E_۱ = W_f \xrightarrow[E_۲=K_۲+U_۲]{E_۱=K_۱+\cancel{U_۱}} K_۲ + U_۲ - K_۱ = W_f$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ + mgh - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = W_f \xrightarrow[v_۲=۱۲\frac{m}{s}\ ,\ h=۲/۴۴m]{m=۴۵۰g=۰/۴۵kg\ ,\ v_۱=۱۸\frac{m}{s}}$$

$$W_f = (\frac{۱}{۲}\times۰/۴۵\times۱۴۴) + (۰/۴۵\times۱۰\times۲/۴۴) - (\frac{۱}{۲}\times۰/۴۵\times۳۲۴) = -۲۹/۵۲J$$

انرژی درونی

«انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن است.»

عوامل مؤثر بر انرژی درونی یک جسم:

۱- **تعداد ذرات جسم:** هرچه تعداد ذرات یک جسم بیش‌تر باشد، انرژی درونی جسم بیش‌تر است.

۲- **انرژی هر ذره:** هرچه ذرات جسم انرژی بیش‌تری داشته باشند، انرژی درونی جسم بیش‌تر است.

قضیهٔ کار و انرژی درونی

اگر در طول مسیر، نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا به جسم وارد شوند و روی جسم، کار منفی انجام دهند، بخشی از انرژی مکانیکی جسم را به انرژی درونی جسم، سطح مسیر و هوا تبدیل می‌کنند.

کاهش انرژی مکانیکی به‌صورت افزایش انرژی درونی جسم و محیط اطراف آن (سطح مسیر و هوا) درمی‌آید.

تغییر انرژی مکانیکی جسم = کار انجام‌شده توسط نیروهای اتلافی

$$W_f = E_۲ - E_۱$$

W_f : تلفات انرژی (تغییر انرژی درونی سامانه) می‌باشد که در تست‌ها با حالت‌های زیر مواجه خواهید شد:

۱- اگر در سؤال، بحث نیروی اصطکاک و مقاومت هوا شد، به‌جای تلفات انرژی باید کار نیروی اصطکاک و مقاومت هوا را قرار دهید.

$$W_{f_k} = -f_k \times L \quad , \quad W_{f_{air}} = -f_{air} \times L$$

۲- علامت تلفات انرژی باید حتماً منفی باشد. مثلاً اگر در سؤالی گفته شد تلفات انرژی ۷ ژول است باید در رابطه $-۷J$ را قرار دهید.

۳- ممکن است تلفات انرژی را برحسب درصد بدهند. مثلاً اگر گفته شود تلفات انرژی ۳۰ درصد انرژی جنبشی اولیه است، شما در رابطه به‌جای تلفات $-\frac{۳۰}{۱۰۰}K_۱$ را قرار دهید.

نکته

۱- کار نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا منفی است. این کار باعث کاهش یافتن انرژی مکانیکی جسم می‌شود؛ به عبارت دیگر:

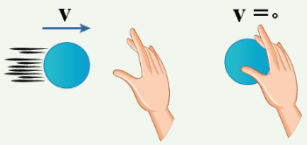
$$E_۲ - E_۱ = W_f$$

با توجه به این‌که علامت کار منفی است، $E_۲$ کوچک‌تر از $E_۱$ می‌باشد.

۲- انرژی مکانیکی که جسم از دست می‌دهد، صرف افزایش انرژی درونی محیط و جسم می‌شود؛ به عبارت دیگر تغییرات انرژی درونی محیط و جسم برابر $E_۱ - E_۲$ خواهد بود.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

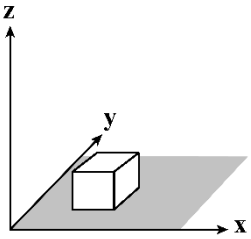
مثال ۱



در شکل مقابل، توپ درحال حرکتی که انرژی جنبشی دارد را با دست متوقف می‌کنیم. انرژی جنبشی توپ در اثر برخورد با مولکول‌های هوا و دست باعث گرم شدن مولکول‌های هوا و دست می‌شود. درواقع گفته می‌شود انرژی درونی مولکول‌های هوا و دست افزایش می‌یابد، پس انرژی جنبشی توپ از بین نرفته و تبدیل به انرژی درونی شده است.

گروه آموزشی ماز

۱۰- مطابق شکل، جسمی به جرم $1kg$ بر روی سطح افقی درحال حرکت است. زمانی که تندی جسم $۱/۲\frac{m}{s}$ است، نیروی $\vec{F}=(2N)\vec{i}+(1N)\vec{j}$ موازی با سطح افقی به آن وارد شده و پس از جابه‌جایی $\vec{d}=(6m)i+(3m)j$، تندی آن به $۳/۸\frac{m}{s}$ می‌رسد. کار نیروی اصطکاک وارد بر جسم در این جابه‌جایی چند ژول است؟



۱) ۸/۵
۲) -۸/۵
۳) ۲/۶
۴) -۲/۶

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

طبق قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی می‌توانیم بنویسیم:

$$W_t=\Delta K \Rightarrow W_F+W_{f_k}=\Delta K$$

$$(F_x d_x+F_y d_y)+W_{f_k}=\frac{۱}{۲}m(v_۲^۲-v_۱^۲)$$

$$\Rightarrow (۲\times۶+۱\times۳)+W_{f_k}=\frac{۱}{۲}(۱)(۳/۸^۲-۱/۲)^۲$$

$$۱۵+W_{f_k}=۰/۵(۳/۸+۱/۲)(۳/۸-۱/۲)$$

$$۱۵+W_{f_k}=۰/۵(۵)(۲/۶)\Rightarrow W_{f_k}=-۸/۵J$$

نکته

کار نیروی $\vec{F}=F_x\vec{i}+F_y\vec{j}$ در جابه‌جایی $\vec{d}=d_x\vec{i}+d_y\vec{j}$ برابر است با:

$$W=F_x d_x+F_y d_y$$

گروه آموزشی ماز

۱۱- پمپ آبی در مدت ۲ ساعت، ۱۲۶ تن آب را از سطح زمین تا ارتفاع ۱۲ متر بالا می‌برد. اگر بازده این پمپ ۶۰ درصد باشد، توان این پمپ چند کیلووات است؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg})$

۱) ۱/۷۵ ۲) ۳/۵ ۳) ۷ ۴) ۱۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

ابتدا توان مفید پمپ را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{مفید}=\frac{W_{مفید}}{\Delta t}=\frac{mg\Delta h}{\Delta t}=\frac{۱۲۶\times۱۰^۳\times۱۰\times۱۲}{۲\times۶۰\times۶۰}=۲۱۰۰W$$

حال برای محاسبهٔ توان ورودی پمپ می‌توان نوشت:

$$Ra=\frac{P_{مفید}}{P_{ورودی}}\times۱۰۰\Rightarrow\frac{۶۰}{۱۰۰}=\frac{۲۱۰۰}{P_{ورودی}}\Rightarrow P_{ورودی}=۳۵۰۰W=۳/۵kW$$

توان (P)

توان (P): آهنگ انجام کار را توان می‌گویند که از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$P_{av}=\frac{W}{\Delta t}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

توان، یک کمیت نرده‌ای است که یکای آن در SI، وات (W) است که معادل با ژول بر ثانیه $(\frac{J}{s})$ می‌باشد.

توان موتور وسایل نقلیه را برحسب اسب بخار (hp) بیان می‌کنند.

$1hp \simeq 746W$

نکتهٔ ۱

۱- توان درواقع بیانگر آهنگ انجام کار است؛ بنابراین هرچه توان، بیش‌تر باشد، یعنی مقدار کار معیّنی در مدت‌زمان کم‌تری صورت می‌گیرد یا در مدت‌زمان معیّن، کار بیش‌تری انجام می‌شود.

۲- توان مصرفی یک وسیله برابر آهنگ مصرف انرژی توسط آن وسیله است و داریم:

$$P_{\text{مصرفی}} = \frac{E_{\text{مصرفی}}}{\Delta t}$$

مثال

شخصی به جرم ۷۲kg در مدت‌زمان ۹۰s از تعداد ۵۰ پله با تندی ثابت بالا می‌رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟

(ارتفاع هر پله را ۳۰cm فرض کنید و $g = 10\frac{N}{kg}$.)

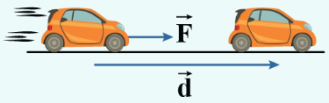
پاسخ تشریحی:

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} \Rightarrow P_{av} = \frac{72 \times 10 \times (50 \times 0/3)}{90}$$

$$\Rightarrow P_{av} = 8 \times 15 \Rightarrow P_{av} = 120W$$

نکتهٔ ۲

اگر بر جسمی نیروی ثابت $\vec{F}$ وارد شود و جسم با سرعت ثابت حرکت کند، برای محاسبهٔ توان نیروی $\vec{F}$ می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

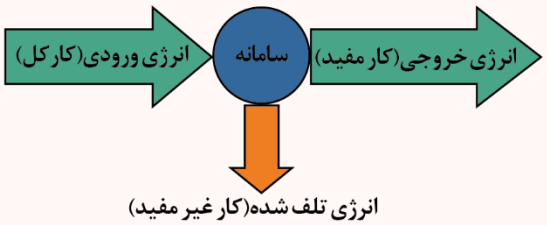


$$P_{av} = Fv\cos\theta$$

✓ برای محاسبهٔ توان نیروی خودرویی که با تندی ثابت درحال حرکت است، می‌توان از این رابطه استفاده کرد.

راندمان (بازده)

$$Ra = \frac{\text{انرژی مفید (خروجی)}}{\text{انرژی کل (ورودی)}} \times 100 = \frac{\text{توان مفید (خروجی)}}{\text{توان کل (ورودی)}} \times 100$$



✓ بازده، یکا ندارد و درصد آن همواره کوچک‌تر مساوی ۱۰۰ است.

ماشین آرمانی: $Ra = 100\%$

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{مفید}} + P_{\text{غیرمفید}}$$

انواع توان

۱- **توان کل (توان ورودی):** توانی که به‌دستگاه می‌دهیم تا برای ما کار انجام دهد.

✓ وقتی گفته می‌شود توان دستگاه مثلاً ۲۰۰ وات است، منظور توان کل دستگاه است.

✓ توان کل اصولاً روی دستگاه نوشته می‌شود.

۲- **توان غیرمفید (توان تلف‌شده در داخل دستگاه):** این توان داخل دستگاه به‌صورت گرما و ... تلف می‌شود و صرف هدف اصلی دستگاه نمی‌شود.

۳- **توان مفید (خروجی):** این توان از دستگاه خارج شده و صرف هدف اصلی دستگاه می‌شود.

این توان را در عمل و به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

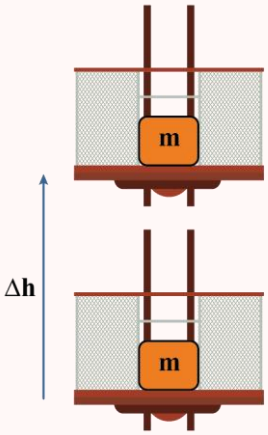
$$P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{مفید}}}{\Delta t}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

نحوهٔ محاسبهٔ توان مفید بالابر و پمپ:

کار مفیدی که بالابر و پمپ بر روی جسم انجام می‌دهند، صرف افزایش انرژی مکانیکی جسم می‌شود، بنابراین:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{مفید}}}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \text{و} \quad \Delta E = mg\Delta h + \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$



✓ در اکثر سؤالات، تندی جسم تغییر نمی‌کند (مثلاً جسم در ابتدا و انتها ساکن است)، در این حالت تغییر انرژی جنبشی جسم، صفر است و کار مفید برابر تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم است:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{mg\Delta h}{\Delta t}$$:توان مفید پمپ (بالابر)

گروه آموزشی ماز

۱۲- بالابری با توان ورودی ۳۰۰W با بازده ۶۰ درصد در شرایط خلأ، جسمی به جرم ۱/۵kg را در مدت ۱۵s از سطح زمین بالا برده سپس از حال سکون رها می‌کند. تندی جسم در لحظهٔ برخورد با زمین چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۳)

گام اول:

توان خروجی بالابر را حساب می‌کنیم:

$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \xrightarrow[P_{\text{ورودی}}=300W]{Ra=\frac{60}{100}} \frac{60}{100} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{300} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 180W$$

گام دوم:

کار بالابر را حساب می‌کنیم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W}{\Delta t} \Rightarrow 180 = \frac{W}{15} \Rightarrow W = 2700J$$

گام سوم:

ارتفاعی که بالابر جسم را بالا برده است را حساب می‌کنیم:

$$W = mgh \Rightarrow 2700 = 1/5 \times 10 \times h \Rightarrow h = 180m$$

گام آخر:

تندی برخورد جسم به زمین در اثر رها شدن از ارتفاع ۱۸۰ متری را به‌دست می‌آوریم:

$$E_1 = E_2 \xrightarrow[E_2=K_2+U_2]{E_1=K_1+U_1} U_1 = K_2 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\Rightarrow gh = \frac{1}{2}v_2^2 \Rightarrow 10 \times 180 = \frac{1}{2} \times v_2^2 \Rightarrow v_2 = 60\frac{m}{s}$$

میان‌بُر

پس از آن‌که در گام دوم محاسبه کردیم کار بالابر برابر ۲۷۰۰J است (یعنی انرژی پتانسیل جسم به ۲۷۰۰J رسیده است)، می‌توانستیم بدون محاسبهٔ ارتفاع و با استفادهٔ مستقیم از پایستگی انرژی، تندی نهایی را به‌دست آوریم:

$$K = 2700J \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = 2700 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 1/5v^2 = 2700 \Rightarrow v^2 = 3600 \Rightarrow v = 60\frac{m}{s}$$

گروه آموزشی ماز

۱۳- اگر مقدار عددی دمای جسمی برحسب سلسیوس ۵ برابر مقدار عددی آن برحسب درجهٔ فارنهایت باشد، دمای جسم چند کلوین است؟

۱) ۲۹۳ ۲) ۲۵۳ ۳) ۳۱۲ ۴) ۲۳۳

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

دمای جسم برحسب سلسیوس ۵ برابر دمای آن برحسب فارنهایت است؛ بنابراین دمای جسم برحسب سلسیوس برابر است با:

$$F=\frac{9}{5}\theta+32 \xrightarrow[\theta=5F\Rightarrow F=\frac{1}{5}\theta]{} \frac{1}{5}\theta=\frac{9}{5}\theta+32 \Rightarrow \frac{8}{5}\theta+32=0 \Rightarrow \theta=-20^\circ C$$

حال دمای محاسبه‌شده برحسب درجهٔ سلسیوس را به کلوین تبدیل می‌کنیم:

$$T=\theta+273 \Rightarrow T=-20+273=253K$$

دما

۱- دمای هر جسم متناسب با متوسط انرژی جنبشی ذرات آن است؛ بنابراین هرچه دمای جسم بالاتر باشد (جسم داغ‌تر باشد)، متوسط انرژی جنبشی ذرات آن‌هم بیش‌تر است و هرچه دمای جسم پایین‌تر باشد (جسم سردتر باشد)، متوسط انرژی جنبشی ذرات آن‌هم کم‌تر است.

۲- یکاهای رایج برای بیان دما، درجهٔ سلسیوس، کلوین و درجهٔ فارنهایت هستند. در جدول زیر اطلاعات مورد نیاز برای تبدیل این یکاها به‌هم آورده شده است.

دما	نماد	یکا	تبدیل
دما برحسب درجهٔ سلسیوس	θ	°C	
دما برحسب کلوین	T	K	$T=\theta+273$
دما برحسب درجهٔ فارنهایت	F	°F	$F=\frac{9}{5}\theta+32$

۳- گاهی به‌جای خود دما، می‌خواهیم تغییرات دما ($\Delta\theta$) را برحسب یکاهای مختلف به‌هم تبدیل کنیم. برای این کار از روابط زیر استفاده می‌کنیم:

$$\Delta F=\frac{9}{5}\Delta\theta \quad \text{و} \quad \Delta\theta=\Delta T$$

گروه آموزشی ماز

۱۴- چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

الف: کمیت دماسنجی ترموکوپل، اختلاف پتانسیل الکتریکی است.

ب: پیرومتر جزو دماسنج‌های معیار محسوب می‌شود.

پ: ترموکوپل به‌دلیل داشتن جرم کم و به تعادل گرمایی رسیدن سریع با دستگاه اندازه‌گیری دما، در مدارهای الکترونیکی استفاده نمی‌شود.

ت: از دماسنج بیشینه و کمینه در مرکزهای پرورش گل و گیاه و باغداری استفاده می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۰۰۴)

موارد «الف»، «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی سایر موارد:

پ ترموکوپل به‌دلیل جرم کم محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد. این ویژگی از مزیت‌های آن به شمار می‌رود و در مدارهای الکترونیکی کاربرد دارد.

دما و دماسنجی

در این قسمت، انواع دماسنج‌ها را باهم مرور می‌کنیم:

دماسنج‌ها
- معیار: دماسنج‌های استاندارد و دقیقی هستند که در کارهای علمی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- غیرمعیار: این دماسنج‌ها استفادهٔ روزمره دارند و دقت آن‌ها کم‌تر از دماسنج‌های معیار است.

چند نمونه از دماسنج‌های معیار و غیرمعیار در قسمت زیر آورده شده است:

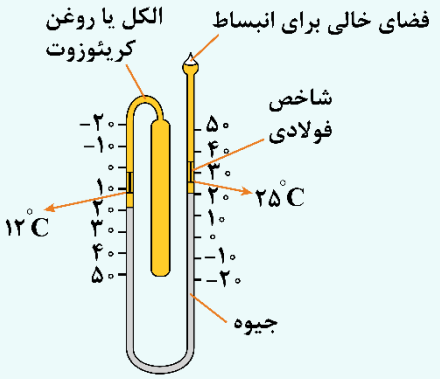
دماسنج‌های معیار
- دماسنج گازی
- دماسنج مقاومت پلاتینی
- تف‌سنج (پیرومتر)

دماسنج‌های غیرمعیار
- دماسنج الکلی
- دماسنج جیوه‌ای
- ترموکوپل
- دماسنج بیشینه ـ کمینه

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

نکتهٔ ۱

دماسنج «بیشینه ـ کمینه» دماسنجی است که در یک مدت معیّن (مثلاً یک شبانه‌روز)، کمینه و بیشینهٔ دما را ثبت می‌کند و به همین دلیل در جاهایی مثل گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.



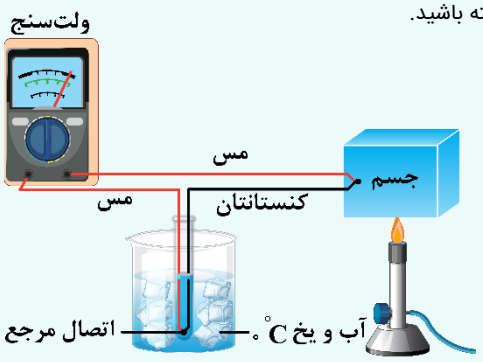
نکتهٔ ۲

دماسنج‌ها به‌طور مستقیم دما را اندازه نمی‌گیرند، بلکه کمیت دیگری را که به دما وابسته است اندازه می‌گیرند تا با کمک آن، دما مشخص شود. به این کمیت، کمیت دماسنجی می‌گویند. در جدول زیر، چند نمونه از کمیت‌های دماسنجی برای دماسنج‌های مختلف آورده شده است:

نوع دماسنج	الکلی و جیوه‌ای	ترموکوپل	دماسنج گازی	مقاومت پلاتینی
کمیت دماسنجی	طول ستون مایع	ولتاژ الکتریکی	فشار گاز	مقاومت الکتریکی

نکتهٔ ۳

در مورد ترموکوپل، بد نیست نکات زیر را به‌خاطر داشته باشید.



۱- کمیت دماسنجی آن ولتاژ الکتریکی است.

۲- سرعت اندازه‌گیری دما در آن بالا است، زیرا محل اتصال به‌دلیل جرم کم خیلی سریع با جسمی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به تعادل می‌رسد.

۳- هرچه اختلاف دما بیش‌تر باشد، ولتاژ اندازه‌گیری‌شده هم بیش‌تر خواهد بود.

۴- بسته به جنس فلزهای آن، می‌تواند از $-۲۷۰^{\circ}C$ تا $۱۳۷۲^{\circ}C$ را اندازه بگیرد.

۵- حتماً از دو فلز مختلف ساخته می‌شود. به‌عنوان نمونه می‌توان از مس و کنستانتان در ساختن آن استفاده کرد.

۶- در گذشته به‌عنوان دماسنج معیار درنظر گرفته می‌شد ولی امروزه آن را از فهرست دماسنج‌های معیار کنار گذاشته‌اند.

گروه آموزشی ماز

۱۵- به جسمی به جرم ۲۰۰ گرم، ۴ کیلوژول گرما می‌دهیم و در این عمل، دمای آن به‌اندازهٔ ۵۰ کلوین افزایش می‌یابد. ظرفیت گرمایی این جسم چند ژول بر درجهٔ سلسیوس است؟

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۸۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

با توجه به رابطهٔ زیر، ظرفیت گرمایی جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{\text{ظرفیت گرمایی: } C=mc} Q = C\Delta\theta$$

$$\Rightarrow ۴\times۱۰^{۳} = C\times۵۰ \Rightarrow \text{ظرفیت گرمایی: } C = ۸۰\frac{J}{^{\circ}C}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

گرما

هنگامی که به یک جسم، گرما می‌دهیم، دو حالت می‌تواند رخ دهد.

گرما

۱- می‌تواند باعث تغییر دمای یک جسم شود. مثلاً وقتی به آب درون کتری گرما می‌دهیم، داغ می‌شود و دمای آن بالا می‌رود.

۲- می‌تواند باعث تغییر حالت (فاز) جسم شود. مثلاً وقتی به یک قطعه یخ صفر درجهٔ سلسیوس گرما می‌دهیم، ذوب خواهد شد.

در این قسمت به بررسی بالا رفتن دمای جسم براثر گرما می‌پردازیم.

گرمای لازم برای تغییر دما

این گرما با جرم جسم و تغییر دمای آن متناسب است و طبق رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$Q = mc\Delta\theta \quad \text{یا} \quad Q = C\Delta\theta$$

در این روابط، c گرمای ویژهٔ جسم و C، ظرفیت گرمایی آن است.

گرمای ویژه: مقدار گرمایی است که یک کیلوگرم از ماده می‌گیرد تا دمای آن یک درجهٔ سلسیوس بالا برود. گرمای ویژه وابسته به جنس ماده است و یکای استاندارد آن $\frac{J}{kg.K}$ است.

ظرفیت گرمایی

مقدار گرمایی که جسم می‌گیرد تا دمای آن $1^\circ C$ (یا $1\ K$) افزایش یابد، ظرفیت گرمایی گویند و یکای SI آن $\frac{J}{k}$ است.

تذکر

$Q > 0$ نشان‌دهندهٔ گرما گرفتن و $Q < 0$ نشان‌دهندهٔ گرما از دست دادن است.

گروه آموزشی ماز

۱۶- درون یک ظرف مسی به جرم ۸۰۰g، ۴kg مایعی با گرمای ویژهٔ $1/6\frac{kJ}{kg.K}$ و نقطهٔ جوش $80^\circ C$ قرار دارد و دمای مجموعه $40^\circ C$ است. اگر این مجموعه از یک گرمکن با توان ورودی ۴kW و بازده ۵۰ درصد گرما دریافت کند، پس از چند دقیقه ۲/۴kg از مایع تبخیر می‌شود؟ (گرمای ویژهٔ مس $400\frac{J}{kg^\circ C}$، گرمای نهان تبخیر مایع در نقطهٔ جوش $80\frac{J}{g}$ و تبخیر سطحی مایع ناچیز است.)

۱) ۳/۸۴ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۲/۱۰ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

توان گرمکن ۴kW و بازده آن ۵۰ درصد است. پس توان مفید آن برابر ۲kW است. از طرفی گرمای لازم برای این‌که درنهایت ۲/۴kg از مایع تبخیر شود، به‌صورت زیر است:

$$Q_t = Q_{\text{ظرف}} + Q_{\text{مایع}} + Q_{\text{تبخیر مایع}} = mc\Delta\theta_{\text{ظرف}} + mc\Delta\theta_{\text{مایع}} + mL_V$$

$$\Rightarrow Q_t = 0/800\times400\times(80-40) + 4\times1600\times(80-40) + 2/4\times80\times10^3$$

$$Q_t = 12800 + 256000 + 192000 \Rightarrow Q_t = 460800J$$

درنتیجه داریم:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q_{\text{کل}}}{t} \Rightarrow t = \frac{Q_{\text{کل}}}{P_{\text{مفید}}} = \frac{460800}{2000} = 230/4s = 3/84\,min$$

ذوب و انجماد

در فرایند ذوب، جسم جامد گرما می‌گیرد تا در دمای ثابت، حالت آن از جامد به مایع تغییر کند. گرما در این حالت برابر است با:

$$Q_F = +mL_F \qquad L_F \text{ یکای } : \frac{J}{kg}$$

در رابطهٔ بالا، L_F گرمای نهان ویژهٔ ذوب و انجماد است که وابسته به جنس ماده است.

گرمای نهان ویژهٔ ذوب: مقدار گرمایی است که یک کیلوگرم از جسم جامد می‌گیرد تا بدون تغییر دما در نقطهٔ ذوب به مایع تبدیل شود.

در فرایند انجماد، مایع گرما از دست می‌دهد تا در دمای ثابت، حالت آن از مایع به جامد تبدیل شود. گرمای مبادله‌شده در این حالت، قرینهٔ گرمای لازم برای ذوب است.

$$Q_{\text{انجماد}} = -mL_F \qquad Q_{\text{انجماد}} < 0$$

تبخیر و میعان

در فرایند تبخیر، مایع گرما می‌گیرد تا در دمای ثابت، حالت آن از مایع به بخار (گاز) تغییر کند. دقت کنید که تبخیر در هر دمایی می‌تواند رخ دهد. برای محاسبهٔ گرمای تبخیر داریم:

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

$Q_V = mL_V$ $\quad$ L_V یکای: $\frac{J}{kg}$

در رابطهٔ بالا، L_V گرمای نهان ویژهٔ تبخیر و میعان است که وابسته به جنس ماده و دمای آن است.

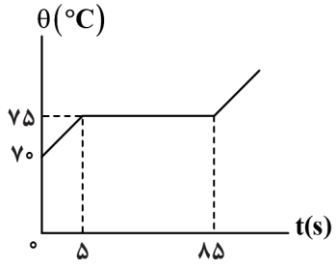
گرمای نهان ویژهٔ تبخیر: مقدار گرمایی است که یک کیلوگرم از مایع می‌گیرد تا بدون تغییر دما به بخار تبدیل شود.

در فرایند میعان که برعکس تبخیر است، گاز، گرما از دست می‌دهد تا در دمای ثابت به مایع تبدیل شود. گرمای مبادله‌شده در این حالت، قرینهٔ گرمای لازم برای تبخیر است و به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$Q_{\text{میعان}} = -mL_V$ $\quad$ $Q_{\text{میعان}} < 0$

گروه آموزشی ماز

۱۷- توسط گرمکنی با توان ۲۱۰ وات به جسم جامدی به جرم ۲۰۰ گرم گرما می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات دمای این جسم برحسب زمان مطابق شکل باشد، گرمای نهان ذوب این جسم چند واحد SI است؟



۱) ۲۱۰۰۰

۲) ۴۲۰۰۰

۳) ۸۴۰۰۰

۴) ۱۶۸۰۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۳ $\quad$ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۰۰۴)

از لحظهٔ $t = 5s$ تا $t = 85s$، یعنی به مدت‌زمان $85 - 5 = 80s$ با توان ۲۱۰ وات گرما داده‌ایم تا جسم از حالت جامد به مایع تبدیل شده است؛ بنابراین برای محاسبهٔ گرمای نهان ذوب جسم می‌توان نوشت:

$$Q = mL_F \xrightarrow{Q=P\Delta t} P\Delta t = mL_F \Rightarrow ۲۱۰ \times ۸۰ = ۰/۲ L_F$$

$$\Rightarrow L_F = ۸۴۰۰۰ \frac{J}{kg}$$

مراحل گرما گرفتن یک جسم جامد

فرض کنید یک جسم جامد داریم که به‌آرامی به آن گرما می‌دهیم. این جسم مراحل زیر را طی می‌کند:

۱- در ابتدا با گرفتن گرما، دمای جسم جامد بالا می‌رود تا به دمای ذوب برسد. در این مرحله، گرمای گرفته‌شده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$Q = mc_{\text{جامد}}\Delta\theta$

۲- پس از رسیدن به دمای ذوب، جسم جامد با گرفتن گرما به‌تدریج ذوب می‌شود و دمای آن ثابت می‌ماند. فرایند ذوب شدن می‌تواند آن‌قدر ادامه پیدا کند تا کل جسم جامد ذوب شود. گرمای گرفته‌شده در این مرحله برابر است با:

$Q = mL_F$

۳- پس از آن‌که جسم جامد به‌طور کامل ذوب شد، مایع به‌دست‌آمده گرما می‌گیرد و دمای آن به‌تدریج بالا می‌رود. گرمای گرفته‌شده در این مرحله برابر است با:

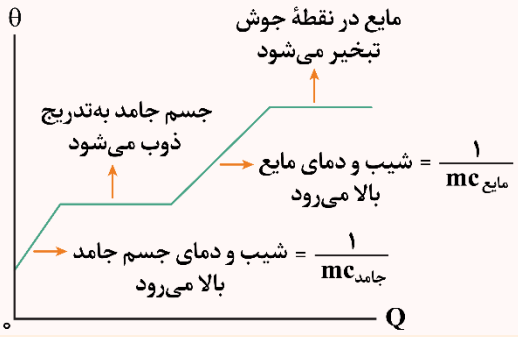
$Q = mc_{\text{مایع}}\Delta\theta$

در این مرحله از تبخیر سطحی مایع صرف‌نظر کرده‌ایم.

۴- پس از آن‌که دمای مایع تا دمای جوش بالا رفت، مایع با گرفتن گرمای بیش‌تر شروع به تبخیر شدن می‌کند. گرمای گرفته‌شده در این مرحله برابر است با:

$Q = mL_V$

مراحل فوق را می‌توان در نمودار زیر به‌طور خلاصه بیان کرد:



گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱۸- درون گرماسنجی با ظرفیت گرمایی $۲۱۰۰\frac{J}{K}$، $۲kg$ آب با دمای $۸°C$ درحال تعادل است. گلولهٔ فلزی به جرم $۱/۱kg$ با دمای $۵۰°C$ را درون آب می‌اندازیم و پس از رسیدن به تعادل گرمایی، دمای مجموعه $۱۰°C$ می‌شود. در این مدت چند کیلوژول گرما تلف شده است؟

$(c_{فلز}=۵۰۰\frac{J}{kg°C}\ ,\ c_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg°C})$

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

گرمایی که آب و گرماسنج می‌گیرند تا به دمای $۱۰°C$ برسند برابر است با:

$$Q_۱=mc\Delta\theta_{آب}+C\Delta\theta_{گرماسنج}=۲\times۴۲۰۰\times۲+۲۱۰۰\times۲$$

$$Q_۱=۲۱۰۰۰J=۲۱kJ$$

گرمایی که فلز از دست می‌دهد تا به دمای $۱۰°C$ برسد:

$$|Q_۲|=mc|\Delta\theta|=۱/۱\times۵۰۰\times۴۰=۲۲۰۰۰J=۲۲kJ$$

بنابراین در این مدت $۲۲-۲۱=۱kJ$ گرما تلف شده است.

تعادل با اتلاف

اگر در مدت‌زمانی که دو یا چند جسم به تعادل گرمایی می‌رسند، بخشی از گرما تلف شود، طبق قانون پایستگی انرژی می‌توانیم بگوییم مجموع مقادیر گرماهای داده‌شده در فرایندهای گرماده، برابر است با مجموع گرماهای گرفته‌شده در فرایندهای گرماگیر با مقدار گرمای تلف‌شده و داریم:

$$|Q_{داده\ شده}|=Q_{گرفته\ شده}+|Q_{اتلافی}|$$

مثال

گرمکنی $۲۸kJ$ گرما به $۰/۵kg$ آب $۵۰°C$ می‌دهد و دمای آن را به $۶۰°C$ می‌رساند. چند درصد از گرما تلف شده است؟ $(c_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg°C})$

پاسخ تشریحی:

$$\overbrace{|Q_{داده\ شده}|}^{۲۸kJ}=\overbrace{Q_{گرفته\ شده}}^{mc\Delta\theta}+Q_{اتلافی}\Rightarrow ۲۸۰۰۰=\overbrace{(۰/۵\times۴۲۰۰\times۱۰)}^{۲۱۰۰۰}+Q_{اتلافی}$$

$$\Rightarrow Q_{اتلافی}=۷۰۰۰J$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{اتلافی}}{|Q_{داده\ شده}|}\times۱۰۰=\frac{۷۰۰۰}{۲۸۰۰۰}\times۱۰۰=۲۵\ درصد$$

گروه آموزشی ماز

۱۹- مقداری یخ با دمای $-۱۰°C$ را درون $۲۵۰g$ آب $۲۵°C$ می‌ریزیم. اگر تا رسیدن به تعادل گرمایی آب $۲۱kJ$ گرما از دست بدهد، جرم یخ اولیه تقریباً چند گرم بوده است؟ $(L_F=۳۳۶\frac{kJ}{kg}\ ،\ c_{آب}=۲c_{یخ}=۴/۲\frac{J}{g°C}$ و از اتلاف گرما صرف‌نظر شود.)

۱) ۲۸ ۲) ۳۵ ۳) ۴۲ ۴) ۵۶

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

گام اول:

۲۵۰ گرم آب $۱۵°C$ با از دست دادن $۲۱kJ$ گرما به تعادل می‌رسد. دمای تعادل (θ_e) را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_{آب}=mc\Delta\theta\Rightarrow -۲۱۰۰۰=۰/۲۵\times۴۲۰۰\times\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta=-۲۰\Rightarrow \theta_e-۲۵=-۲۰\Rightarrow \theta_e=۵°C$$

گام آخر:

مقدار گرمایی که آب از دست می‌دهد با مقدار گرمایی که m گرم یخ $-۱۰°C$ دریافت می‌کند تا به تعادل گرمایی برسد، برابر است؛ بنابراین داریم:

$$\text{یخ } -۱۰°C\xrightarrow{Q_۱}\text{یخ صفر}\xrightarrow{Q_۲}\text{آب صفر}\xrightarrow{Q_۳}\text{آب } ۵°C$$

$$Q_۱+Q_۲+Q_۳=+۲۱kJ\Rightarrow mc\Delta\theta_{یخ}+mL_{F_{ذوب}}+mc\Delta\theta_{آب}=۲۱۰۰۰$$

$$\Rightarrow m\times۲۱۰۰\times۱۰+m\times۳۳۶۰۰۰+m\times۴۲۰۰\times۵=۲۱۰۰۰$$

$$\Rightarrow ۳۷۸۰۰۰m=۲۱۰۰۰\Rightarrow m\simeq ۰/۰۵۶kg=۵۶g$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

تعادل با تغییر فاز

در این بخش به بررسی سؤالات تعادل گرمایی در حالتی می‌پردازیم که تغییر فاز وجود دارد و دما و حالت نهایی را می‌دانیم.

در این حالت چون دمای نهایی را می‌دانیم، از ابتدا می‌دانیم که چه موادی تغییر حالت می‌دهند و چه موادی تغییر حالت نمی‌دهند؛ بنابراین می‌توانیم بازهم مثل قسمت قبل، از پایستگی انرژی استفاده کنیم. فقط باید دقت کنیم که گرما علاوه‌بر فرم $Q = mc\Delta\theta$، به فرم $Q = mL_F$ و $Q = mL_V$ هم می‌تواند وجود داشته باشد.

تذکر

استفاده از رابطهٔ $\theta_e = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2}{m_1c_1 + m_2c_2}$ فقط مربوط به وقتی است که تغییر حالت نداریم. در این بخش از این رابطه استفاده نکنید!

با حل یک مثال، شیوهٔ حل سؤالات این بخش را یاد می‌گیریم.

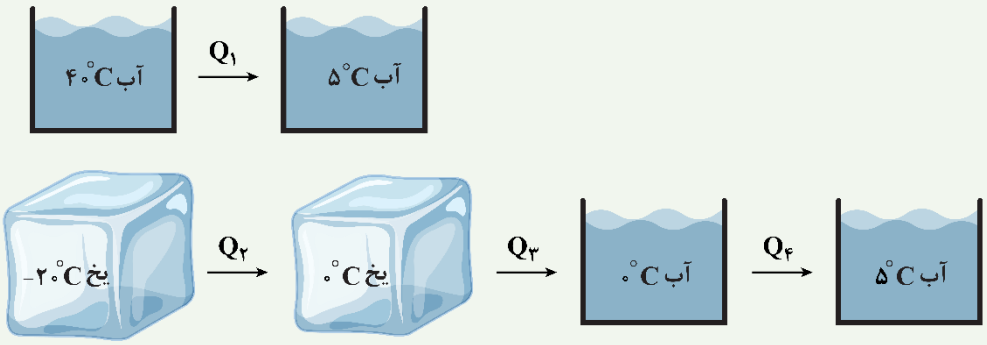
مثال

درون $4\,kg$ آب $40^\circ C$، چند کیلوگرم یخ با دمای $-20^\circ C$ بیندازیم تا دمای نهایی برابر $5^\circ C$ شود؟

$$(c_{آب} = 4200\frac{J}{kg.K}\ ,\ c_{یخ} = 2100\frac{J}{kg.K}\ ,\ L_F = 336000\frac{J}{kg})$$

پاسخ تشریحی:

ابتدا دقت کنید که چون دمای نهایی $5^\circ C$ است، حتماً تمام یخ ذوب شده است؛ بنابراین تغییر حالت را می‌دانیم. به شکل زیر توجه کنید:



پایستگی انرژی: $\overbrace{Q_1}^{\text{گرمای آب}} + \overbrace{Q_2 + Q_3 + Q_4}^{\text{گرمای یخ}} = 0$

$$\rightarrow m_{آب}c_{آب}(5-40) + m_{یخ}c_{یخ}(0-(-20)) + m_{یخ}L_F + m_{یخ}c_{آب}(5-0) = 0$$

$$\xrightarrow[c_{یخ}=\frac{c_{آب}}{2}]{L_F=80c_{آب}} -35m_{آب}c_{آب} + m_{یخ}\frac{c_{آب}}{2}\times 20 + m_{یخ}\times 80c_{آب} + m_{یخ}c_{آب}\times 5 = 0$$

$$\xrightarrow[m_{آب}=4\,kg]{\text{ساده کردن به } c_{آب}} -35\times 4 + m_{یخ}\times 10 + m_{یخ}\times 80 + m_{یخ}\times 5 = 0$$

$$\rightarrow -140 + 95m_{یخ} = 0 \rightarrow m_{یخ} = \frac{140}{95} = \frac{28}{19}\,kg$$

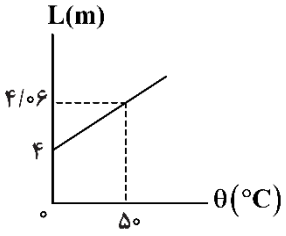
نتیجه: معمولاً در سؤالات تعادل آب و یخ می‌توانیم از روابط زیر استفاده کنیم.

$$c_{یخ} = \frac{1}{2}c_{آب}\ ,\ L_F = 80c_{آب}$$

به عبارتی می‌توان در محاسبات از $c_{آب} = 4200$ فاکتور گرفت و درنهایت آن را ساده کرد.

گروه آموزشی ماز

۲۰- نمودار طول یک میله برحسب دماهای مختلف آن مطابق شکل می‌باشد. ضریب انبساط حجمی آن در SI کدام است؟



۱) 9×10^{-4}

۲) 6×10^{-4}

۳) 2×10^{-4}

۴) 3×10^{-4}

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۰۰۴)

گام اول:

ابتدا تغییر طول میله را در دمای $0^\circ C$ تا $50^\circ C$ محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta L = 4/06 - 4 = 0/06 m$$

گام دوم:

با استفاده از رابطهٔ انبساط طولی، ضریب انبساط طولی (α) را می‌یابیم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$$

$$0/06 = 4 \times \alpha \times 50 \Rightarrow \alpha = \frac{0/06}{200} = 3 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

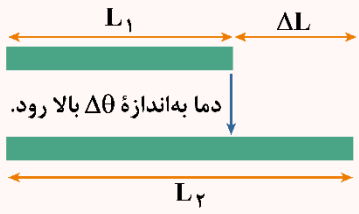
گام آخر:

ضریب انبساط حجمی میله برابر است با:

$$\beta = 3\alpha = 3 \times 3 \times 10^{-4} = 9 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

انبساط طولی

۱- هنگامی که به یک جسم گرما می‌دهیم تا دمای آن به‌اندازهٔ $\Delta\theta$ بالا برود، طول آن مطابق رابطهٔ زیر تغییر می‌کند:



$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$$

$$L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta)$$

α : ضریب انبساط طولی با یکای $\frac{1}{^\circ C}$ یا $\frac{1}{K}$

۲- در سؤالات مربوط به انبساط طولی، سه چیز ممکن است پرسیده شود:

الف) طول جسم چند برابر شده است؟

$$L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow \text{چند برابر شدن طول} : \frac{L_2}{L_1} = 1 + \alpha\Delta\theta$$

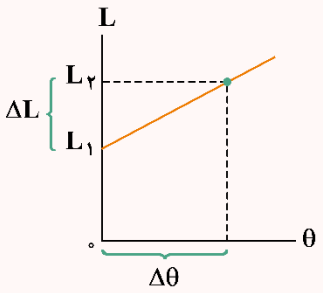
ب) طول جسم چقدر تغییر کرده است؟

تغییر طول جسم: $\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$

پ) طول جسم چند درصد تغییر کرده است؟

$$\text{درصد تغییر طول} : \frac{\Delta L}{L_1} \times \underbrace{(100)}_{\text{تبدیل به درصد}} = \frac{L_1 \alpha \Delta\theta}{L_1} \times (100) \Rightarrow \text{درصد تغییر طول} = \alpha\Delta\theta \times (100)$$

۳- نمودار تغییرات طول جسم برحسب دما مطابق شکل زیر است:

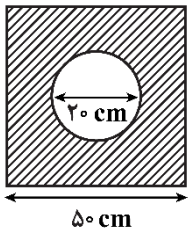


$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta\theta} = L_1 \alpha$$

بنابراین شیب نمودار طول برحسب دما برابر $L_1\alpha$ است و هم به جنس جسم و هم به طول اولیهٔ آن وابسته است.

گروه آموزشی ماز

۲۱- مطابق شکل زیر، یک ورق آلومینیومی مربعی به ضلع ۵۰cm دارای یک حفره به قطر ۲۰cm در مقطع خود می‌باشد. اگر دمای ورق را $500^\circ C$ افزایش دهیم، آن‌گاه مساحت قسمت فلزی ورقه چند سانتی‌متر مربع تغییر می‌کند؟ $(\pi = 3 \ , \ \alpha_{Al} = 2 \times 10^{-5})$



۱) ۲۲
۲) ۰/۲۲
۳) ۴۴
۴) ۰/۴۴

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

گام اول:

مساحت قسمت فلزی ورقه را می‌یابیم:

$$A_1 = a^2 - \pi r^2 = (50)^2 - 3(\frac{20}{2})^2 = 2500 - 300 = 2200 cm^2$$

گام آخر:

تغییر مساحت قسمت فلزی را می‌یابیم:

$$\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta T = 2200 \times (2 \times 2 \times 10^{-5}) \times 500 = 44 cm^2$$

انبساط سطحی جسم جامد

هنگامی که یک ورقهٔ فلزی را گرم می‌کنیم، حجم آن افزایش می‌یابد. ضخامت و مساحت سطح ورقه، هر دو افزایش می‌یابند. چنانچه ضخامت ورقه در مقایسه با سطح آن ناچیز باشد، انبساط سطح آن بیش‌تر مشاهده می‌شود. در این صورت انبساط را، انبساط سطحی می‌نامیم.

ضریب انبساط سطحی جسم جامد

افزایش مساحت یکای سطح یک جسم جامد به‌ازای یک کلوین (یک سلسیوس) افزایش دما را ضریب انبساط سطحی جسم جامد می‌نامند و تقریباً دو برابر ضریب انبساط خطی آن جسم بوده و یکای آن یا $\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$ می‌باشد.

$$\rightarrow 2\alpha = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta\theta}$$

$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$: تغییر دما　A_1 : مساحت در دمای θ_1　A_2 : مساحت در دمای θ_2　$\Delta A = A_2 - A_1$: تغییر مساحت

تذکر

با استفاده از تعریف ضریب انبساط سطحی می‌توان روابط زیر را نیز به‌دست آورد.

$$\Delta A = 2A_1\alpha\Delta\theta \qquad \Delta\theta = \frac{\Delta A}{2A_1\alpha}$$

$$A_2 = A_1(1 + 2\alpha\Delta\theta) \qquad \frac{\Delta A}{A_1} = 2\alpha\Delta\theta \Rightarrow \text{درصد تغییر سطح} = 2\alpha\Delta\theta \times 100\%$$

نکته

هرگاه در میان یک ورقهٔ فلزی یک سوراخ وجود داشته باشد، با گرم نمودن این قطعه، مساحت ورقه و سوراخ هر دو افزایش می‌یابند و رابطهٔ تغییر مساحت سوراخ مشابه رابطهٔ تغییر مساحت ورقه می‌باشد.

رابطهٔ تغییر شعاع (یا قطر) سوراخ، مانند تغییر طول یک میله است.

$$\Delta R = R_1\alpha\Delta\theta$$

مثال

طول و عرض یک ورقهٔ فلزی در دمای $23^\circ C$ به‌ترتیب $40cm$ و $25cm$ است. در چه دمایی مساحت این ورقه $1003/75 cm^2$ می‌شود؟ (ضریب انبساط طولی این فلز را برابر $1/5 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$ درنظر بگیرید.)

پاسخ تشریحی:

مساحت اولیهٔ ورقه برابر است با:

$$A_1 = 40 \times 25 = 1000 cm^2$$

تغییر مساحت ورقه در اثر تغییر دما برابر است با:

$$\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta$$

$$\Rightarrow 1003/75 - 1000 = 2 \times 1/5 \times 10^{-5} \times 1000 \times (\theta_2 - 23)$$

$$\Rightarrow \theta_2 = 148^\circ C$$

گروه آموزشی ماز

۲۲- در یک روز تابستانی، یک تانکر حمل سوخت مقدار ۱۵۰۰۰ لیتر سوخت بارگیری کرده است. اگر تانکر در مقصد، ۱۴۷۰۰ لیتر سوخت تحویل دهد، آن‌گاه اختلاف دمای محل بارگیری و تحویل سوخت چند درجهٔ فارنهایت است؟ ($\beta_{\text{سوخت}} = 10^{-3} \frac{1}{K}$ و حجم مخزن تانکر ثابت فرض شود.)

۱) ۳۰　۲) ۲۶　۳) ۲۰　۴) ۳۶

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

با استفاده از رابطهٔ انبساط حجمی و تبدیل درجهٔ سلسیوس به فارنهایت داریم:

$$V_۲ = V_۱(۱+\beta\Delta T)$$

$$F = ۱/۸\theta + ۳۲ \Rightarrow \Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta \quad و \quad \Delta T = \Delta\theta$$

$$\Rightarrow V_۲ = V_۱(۱+\beta(\frac{۵}{۹}\Delta F))$$

$$\Rightarrow ۱۴۷۰۰ = ۱۵۰۰۰(۱+۱۰^{-۳}(\frac{۵}{۹}\Delta F))$$

$$\Rightarrow \Delta F = -۳۶^\circ F$$

انبساط مایع

چون مایع‌ها شکل معیّنی ندارند، انبساط آن‌ها را فقط به‌صورت حجمی بررسی می‌کنیم.

درصد تغییرات حجم مایع	تغییر حجم مایع	حجم ثانویهٔ مایع
$\frac{\Delta V}{V_۱}\times ۱۰۰ = \beta\Delta T\times ۱۰۰$	$\Delta V = V_۱\beta\Delta T$	$V_۲ = V_۱(۱+\beta\Delta T)$

روابط انبساط مایع‌ها:

مقایسهٔ ضریب انبساط حجمی جامدها با ضریب انبساط حجمی مایعات نشان می‌دهد که عموماً ضریب انبساط حجمی جامدها بسیار کم‌تر از ضریب انبساط حجمی مایعات است.

هرگاه یک ظرف محتوی مایع را گرم کنیم، با افزایش دما ظرف و مایع هر دو منبسط می‌شوند اما انبساط مایع همواره از انبساط ظرف بیش‌تر است. این امر سبب می‌گردد که در بررسی انبساط مایع معمولاً انبساط ظرف درنظر گرفته نشود.

گروه آموزشی ماز

۲۳- اگر چگالی فلزی در دمای ۲۵°C برابر $۲۰\frac{g}{cm^۳}$ باشد، در دمای چند درجهٔ سلسیوس چگالی فلز $۱۹/۷\frac{g}{cm^۳}$ است؟ (ضریب انبساط طولی فلز $۲\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{K}$ است.)

۱) ۲۲۵ ۲) ۲۷۵ ۳) ۷۷۵ ۴) ۷۲۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

گام اول:

به کمک رابطهٔ تقریبی $\Delta\rho = -\rho_۱ ۳\alpha\Delta\theta$ تغییرات دما را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta\rho = \rho_۲ - \rho_۱ = ۱۹/۷ - ۲۰ = -۰/۳\frac{g}{cm^۳}$$

$$\Delta\rho = -\rho_۱ ۳\alpha\Delta\theta \xrightarrow{\alpha=۲\times۱۰^{-۵}} -۰/۳ = -۲۰\times۳\times۲\times۱۰^{-۵}\times\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{۰/۳}{۲۰\times۳\times۲\times۱۰^{-۵}} = \frac{۱۰^۴}{۴۰} = ۲۵۰^\circ C$$

گام آخر:

دمای جسم را در حالتی که چگالی آن به $۱۹/۷\frac{g}{cm^۳}$ رسیده است، محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱ \Rightarrow ۲۵۰ = \theta_۲ - ۲۵ \Rightarrow \theta_۲ = ۲۷۵^\circ C$$

نکتهٔ ۱

چگالی یک جسم جامد نیز با تغییر دما، تغییر می‌کند. می‌توان با استفاده از فرمول تغییر حجم، فرمول چگالی را برحسب تغییر دما به‌دست آورد.

$$\begin{cases}\rho_۲ = \frac{m}{V_۲} \rightarrow V_۲ = \frac{m}{\rho_۲}\\ \rho_۱ = \frac{m}{V_۱} \rightarrow V_۱ = \frac{m}{\rho_۱}\end{cases} \rightarrow V_۲ = V_۱(۱+\beta\Delta\theta) \rightarrow \frac{m}{\rho_۲} = \frac{m}{\rho_۱}(۱+\beta\Delta\theta) \rightarrow \rho_۲ = \frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta\theta}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

اگر صورت و مخرج را در مزدوج مخرج ضرب کنیم خواهیم داشت:

$$\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta\theta}\times\frac{۱-\beta\Delta\theta}{۱-\beta\Delta\theta}=\rho_۱\times\frac{۱-\beta\Delta\theta}{۱-(\beta\Delta\theta)^۲}$$

نکتهٔ ۲

با توجه به این‌که ضریب انبساط حجمی یک جسم عدد بسیار کوچکی است وقتی به توان ۲ برسد بسیار کوچک‌تر می‌شود و همچنین $(\beta\Delta\theta)^۲$ در مقایسه با عددهایی که با آن جمع و تفریق می‌شوند بسیار ناچیز بوده و می‌توان از آن صرف‌نظر کرد.

$$\rho_۲=\rho_۱\times\frac{۱-\beta\Delta\theta}{۱-\underbrace{(\beta\Delta\theta)^۲}_{\simeq ۰}}\simeq\rho_۱(۱-\beta\Delta\theta)\quad\text{یا}\quad\rho_۲\simeq\rho_۱(۱-\beta\Delta\theta)$$

گروه آموزشی ماز

۲۴- دو کرهٔ توپر A و B به شعاع‌های $R_A=R$ و $R_B=۲R$ گرمای یکسانی دریافت می‌کنند. اگر چگالی کرهٔ A، نصف چگالی کرهٔ B باشد، تغییر حجم کرهٔ B چند برابر تغییر حجم کرهٔ A است؟ $(\alpha_A=۲/۵\alpha_B\,,c_A=۲c_B)$

۱) ۲/۵ ۲) ۰/۴ ۳) ۲ ۴) ۰/۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

حجم کره از رابطهٔ $\frac{۴}{۳}\pi r^۳$ قابل‌محاسبه است؛ بنابراین:

$$\frac{V_A}{V_B}=(\frac{r_A}{r_B})^۳=(\frac{R}{۲R})^۳=\frac{۱}{۸}$$

رابطهٔ چگالی به ما کمک می‌کند که نسبت جرم آن‌ها را به‌دست بیاوریم:

$$\frac{m_A}{m_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{V_A}{V_B}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۸}=\frac{۱}{۱۶}$$

حال که به هر دو کره گرمای یکسانی داده شده است، تغییرات دمای آن‌ها برابر است با:

$$\frac{Q_A}{Q_B}=\frac{m_A}{m_B}\times\frac{c_A}{c_B}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}\Rightarrow ۱=\frac{۱}{۱۶}\times۲\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}\Rightarrow\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}=۸$$

درنهایت خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta V_B}{\Delta V_A}=\frac{V_B}{V_A}\times\frac{۳\alpha_B}{۳\alpha_A}\times\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}=۸\times\frac{۱}{۲/۵}\times\frac{۱}{۸}=\frac{۱}{۲/۵}=۰/۴$$

گروه آموزشی ماز

۲۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد روش‌های انتقال گرما به روش رسانش و همرفت نادرست است؟

۱) ارتعاش اتم‌ها و الکترون‌های آزاد در ناحیهٔ گرم و انتقال بخشی از انرژی آن‌ها به ناحیهٔ مجاورشان از دلایل انتقال گرما در روش رسانش است.
۲) به‌دلیل سرعت بیش‌تر الکترون‌های آزاد در هنگام رسانش گرما در فلزها، سهم آن‌ها در مقایسه با اتم‌ها در انتقال گرما بیش‌تر است.
۳) کاهش چگالی در اثر افزایش دما، علت اصلی ایجاد جریان‌های همرفتی است.
۴) گرم شدن آب درون قابلمه در اثر حرارت، نمونه‌ای از جریان همرفتی واداشته است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۰۰۴)

گرم شدن آب درون قابلمه در اثر حرارت، نمونه‌ای از جریان همرفت طبیعی است، نه واداشته؛ بنابراین گزینهٔ (۴) نادرست است.
عبارت‌های مطرح‌شده در گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) صحیح هستند.

روش‌های انتقال گرما

۱- رسانش گرمایی: رسانش گرمایی در غیرفلزات به‌دلیل ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش‌ها در طول آن‌ها است. در فلزات علاوه‌بر ارتعاش‌های اتمی، الکترون‌های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند. چون الکترون‌ها بسیار کوچک بوده و با سرعت حرکت می‌کنند با برخورد با سایر الکترون‌ها و اتم‌ها سبب رسانش گرمایی می‌شوند. در رساناهای فلزی سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیش‌تر از اتم‌ها است.

۲- همرفت: انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمای خوبی نیستند عمدتاً به روش همرفت انجام می‌گیرد. این پدیده براثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می‌گیرد. برخلاف رسانش، در همرفت انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد. همرفت طبیعی و همرفت واداشته دو حالت انتقال گرما به روش همرفت هستند.

۳- تابش: تابش امواج الکترومغناطیسی از هر جسم در هر دمایی رخ می‌دهد که به آن تابش گرمایی می‌گویند. در دماهای زیر ۵۰۰°C، عمدهٔ تابش گرمایی به‌صورت تابش فروسرخ است. سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن تابش کم‌تر و سطوح تیره و ناصاف و مات تابش بیش‌تر دارند. روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی را تف‌سنجی می‌گوییم.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

فصل ۳ فیزیک دهم

کار، توان و انرژی

انرژی جنبشی

انرژی جنبشی با K نشان داده می‌شود. انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای است و واحد آن در SI، ژول است. برای محاسبهٔ انرژی جنبشی از رابطهٔ روبه‌رو استفاده می‌شود

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

اگر سؤال مقایسه‌ای بود یا درصد یک کمیت را دادن یا خواستن، یا نسبت‌ها رو پرسیدن می‌توانید از نسبت‌های روبه‌رو استفاده کنید:

$$\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{m_2}{m_1}\right) \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

کار

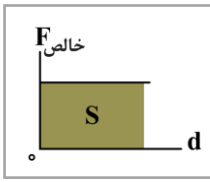
کار، عبارت است از حاصل‌ضرب نرده‌ای بردار نیرو (F) در بردار جابه‌جایی (d) جسمی که این نیرو به آن وارد می‌شود.

$$W = Fd\cos\theta$$

- **نوع اول:** کار نیروی عمودی تکیه‌گاه
- **نوع دوم:** کار ناشی از نیروی وزن
- **نوع سوم:** کار نیروی اصطکاک

کار کل

- جمع تک‌تک کارها: $W_t = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$
- برایند نیروها: $W_t = F_{\text{خالص}} \times d\cos\theta$
- قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی: $W_t = \Delta K \ , \ \Delta K = K_2 - K_1$
- مساحت زیر نمودار نیروی خالص ـ جابه‌جایی



مساحت اگر بالای محور بود: مثبت
مساحت اگر پایین محور بود: منفی

انرژی پتانسیل گرانشی: انرژی که اجسام به‌خاطر ارتفاعشان از سطح زمین دارند و از رابطهٔ $U = mgh$ به‌دست می‌آید. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر با $\Delta U = mg\Delta h$ است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

فصل ۳ فیزیک دهم

کار، توان و انرژی

انرژی مکانیکی

انرژی که اجسام به‌خاطر ارتفاعشان از سطح زمین دارند و از رابطه به‌دست می‌آید و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر است با:

$$E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

آونگ: یکی از سؤالات رایج این بخش ...
تذکر: حواستون به تغییر ارتفاع و نحوهٔ محاسبه‌اش باشه!

$$\Delta h = L - L\cos\theta = L(1 - \cos\theta)$$

کار و انرژی درونی

اگر اتلاف انرژی داشته باشیم، انرژی اتلافی برابر است با اختلاف انرژی مکانیکی و همیشه عددی منفی است.

$$W_f = E_2 - E_1$$

توان و بازده

توان

توان یک دستگاه برابر کاری است که آن دستگاه در واحد زمان انجام می‌دهد.

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

با توجه به نوع دستگاه، این کار می‌تواند صرف افزایش انرژی پتانسیل گرانشی جسم (مثلاً بالابر) شود، می‌تواند صرف افزایش انرژی جنبشی (مثلاً موتور خودرو) شود.

بازده

ماشین‌ها معمولاً بخشی از انرژی ورودی به خود را تلف می‌کنند و فقط بخشی از انرژی ورودی به کار موردنظر ما تبدیل می‌شود. نسبت کار مفیدی که دستگاه انجام می‌دهد به کار کل (انرژی ورودی) آن برابر بازده دستگاه است.

$$\text{بازده: } Ra = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times \underbrace{100}_{\text{تبدیل به درصد}}$$

$$\text{بازده: } Ra = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times \underbrace{100}_{\text{تبدیل به درصد}}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

فصل ۴ فیزیک دهم

گرما

دما و دماسنج‌ها

- سلسیوس
- کلوین
- فارنهایت
- دماسنج

دانشمندان برای کارهای علمی، سه دماسنج را به‌عنوان دماسنج‌های معیار برای اندازه‌گیری گسترهٔ دماهای مختلف پذیرفته‌اند:

- دماسنج گازی (براساس قانون گازها کار می‌کند.)
- دماسنج مقاومت پلاتینی (براساس مقاومت الکتریکی فلز پلاتین کار می‌کند)
- تف‌سنج (پیرومتر) (براساس مقدار تابش جسم در دماهای مختلف کار می‌کند)

انبساط گرمایی

هنگامی که دمای یک جسم را افزایش می‌دهیم، طول، مساحت و حجم جسم افزایش می‌یابد و جسم منبسط می‌شود؛ که هر یک از موارد بالا را می‌توان از طریق روابط روبه‌رو به‌دست آورد:

تغییر طول	$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$
طول ثانویه	$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$
تغییر مساحت	$\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta$
مساحت ثانویه	$A_2 = A_1(1+2\alpha\Delta\theta)$
تغییر حجم	$\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta$
تغییر حجم برای مایعات	$\Delta V = V_1(\beta)\Delta\theta$
حجم ثانویه	$V_2 = V_1(1+\beta\Delta\theta)$ یا $V_2 = V_1(1+3\alpha\Delta\theta)$
تغییر چگالی	$\Delta\rho = -\rho_1 3\alpha\Delta\theta$
چگالی ثانویه	$\rho_2 = \rho_1(1-3\alpha\Delta\theta)$

انبساط غیرعادی آب: رفتار آب در بازهٔ دمایی صفر تا ۴ درجهٔ سلسیوس رفتاری غیرعادی است. درواقع در این بازهٔ دمایی، با افزایش دما، حجم آب دچار کاهش و چگالی آن دچار افزایش خواهد شد.

اگر ظرفی را پر از یک مایع کنیم و دمای مجموعه را افزایش دهیم، هم مایع و هم ظرف هردو دچار انبساط می‌شوند اما چون ضریب انبساط مایعات بیش‌تر از جامدات است، پس مقدار انبساط حجمی مایع بیش‌تر از مقدار انبساط حجمی ظرف است، پس مقداری مایع از ظرف به بیرون خواهد ریخت.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

فصل ۴ فیزیک دهم

گرما

تعریف گرما

می‌دانیم رابطهٔ گرمای مربوط به تغییر دما به‌صورت $Q = mc\Delta T$ است که حاصل‌ضرب mc را ظرفیت گرمایی نامیده و با C نمایش می‌دهیم. پس این رابطه را به فرم $Q = C\Delta T$ نیز می‌توان نوشت.

دمای تعادل

اگر دو جسم با دماهای متفاوتی را در کنار یکدیگر قرار دهیم، گرما از جسم با دمای بیش‌تر به جسم با دمای کم‌تر منتقل می‌شود و این امر آن‌قدر ادامه پیدا می‌کند تا دو جسم به دمای مشترکی برسند. در این حالت می‌گوییم دو جسم در تعادل گرمایی بوده و دمایی که دو جسم در آن قرار دارند را دمای تعادل می‌نامیم.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots = 0$$

گرماسنج

گرماسنج وسیله‌ای است عایق که عموماً از آن برای تعیین گرمای ویژه جسمی با جنس نامعلوم استفاده می‌شود. اگر درون گرماسنج مقداری آب ریخته باشیم و آن‌گاه فلز موردنظر با جرم و دمای اولیهٔ معین را درون این مجموعه قرار دهیم؛ با رسیدن به دمای تعادل (که از روی دماسنج تعبیه‌شده روی گرماسنج عدد آن خوانده می‌شود) می‌توان، گرمای ویژهٔ جسم نامعلوم را به‌دست آورد.

تغییر حالت ماده

تبدیل مایع به جامد: انجماد
تبدیل جامد به مایع: ذوب
تبدیل جامد به بخار: تصعید
تبدیل بخار به جامد: چگالش
تبدیل مایع به بخار: تبخیر
تبدیل بخار به مایع: میعان

- تغییر فاز از جامد به مایع (بدون تغییر دما): $Q = +mL_F$
- تغییر فاز از مایع به جامد (بدون تغییر دما): $Q = -mL_F$
- تغییر فاز از مایع به گاز (بدون تغییر دما): $Q = +mL_V$
- تغییر فاز از گاز به مایع (بدون تغییر دما): $Q = -mL_V$

روش‌های انتقال گرما

- رسانش گرمایی
- همرفت
  - همرفت طبیعی
  - همرفت واداشته
- تابش گرمایی
  - شکار تابش فروسرخ
  - کلم اسکانک

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds