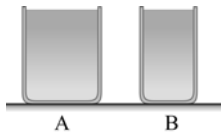




مفهوم دما



۱- در شکل روبه‌رو، دو ظرف A و B پر از آب 20°C هستند. کدام کمیت، در مورد آب درون هر دو ظرف یکسان است؟

(سراسری تهرپی - ۸۹)

(۱) انرژی درونی

(۲) ظرفیت گرمایی

(۳) نیروی وارده به کف ظرف‌ها

(۴) انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها

۲- دمای یک ظرف پر از گاز هیدروژن با دمای ظرف مشابهی پر از گاز اکسیژن برابر است. سرعت متوسط حرکت انتقالی مولکول‌های کدام گاز بیشتر است؟

(۱) هیدروژن

(۲) اکسیژن

(۳) برابرند.

(۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

دماسنجی

۳- درون منبعی که تا 300°C درجه‌ی سانتی‌گراد گرم می‌شود، دماسنجی نصب شده است. این دماسنج:

(آزاد ریاضی - ۶۳ - با انرژی تغییر)

(۱) می‌تواند الکلی باشد.

(۲) می‌تواند جیوه‌ای باشد.

(۳) می‌تواند الکلی یا جیوه‌ای باشد.

(۴) نمی‌تواند الکلی یا جیوه‌ای باشد.

۴- کدام یک از گزینه‌های زیر، نمی‌تواند صحیح باشد؟

(آزمون پیشرفت تحصیلی آموزش و پرورش - ۹۰)

(۱) برای مدرج ساختن دماسنج الکلی، از یخ خردشده‌ی درحال ذوب در فشار 1 atm استفاده می‌کنیم.

(۲) برای مدرج ساختن دماسنج جیوه‌ای، از یخ خردشده‌ی درحال ذوب در فشار 1 atm استفاده می‌کنیم.

(۳) برای مدرج ساختن دماسنج الکلی، از آب درحال جوش در فشار 1 atm استفاده می‌کنیم.

(۴) برای مدرج ساختن دماسنج جیوه‌ای، از آب درحال جوش در فشار 1 atm استفاده می‌کنیم.

۵- برای این که حساسیت یک دماسنج جیوه‌ای بالا باشد، بهتر است مخزن جیوه، و لوله‌ی متصل به مخزن، انتخاب شود.

(۱) بزرگ‌تر - گشادتر

(۲) بزرگ‌تر - باریک‌تر

(آزمایشی سنهش - ۸۲)

(۳) کوچک‌تر - باریک‌تر

(۴) کوچک‌تر - گشادتر

۶- برای اندازه‌گیری دمای بین صفر تا ده درجه‌ی سلسیوس، کدام یک از دماسنج‌های زیر غیر قابل اعتماد خواهد بود؟

(آزمایشی سنهش - ۸۴)

(۱) دماسنج ترموکوپل

(۲) دماسنجی با درجه‌بندی کلونین

(۳) ستون مایع الکلی

۷- اساس کار دماسنج ترموکوپل بر چه مبنایی است؟

(آزمایشی آموزش و پرورش شهر تهران - ۹۱)

(۱) تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی

(۲) تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی گرمایی

(۳) تبدیل انرژی گرمایی به انرژی الکتریکی

(۴) تبدیل انرژی گرمایی به انرژی شیمیایی

۸- در مدار شکل روبه‌رو، جریان الکتریکی در جهت ۱ برقرار است. دمای اتصال مجهول (θ)

را به تدریج، از 50°C به 20°C کاهش داده و سپس، با همان آهنگ، به دمای 5°C

برمی‌گردانیم. کدام گزینه‌ی زیر رخ می‌دهد؟

(۱) سوی جریان در جهت ۱ باقی می‌ماند؛ ولی اندازه‌اش به تدریج صفر می‌شود.

(۲) سوی جریان اولیه وارونه شده و جریانی هم‌اندازه با آن، در جهت ۲ برقرار می‌شود.

(۳) بزرگی جریان در جهت ۱، افزایش می‌یابد؛ ولی دوباره، به اندازه‌ی اولیه‌اش برمی‌گردد.

(۴) بزرگی جریان در جهت ۱، کاهش می‌یابد؛ ولی دوباره به اندازه‌ی اولیه‌اش برمی‌گردد.

۹- توسط یک دماسنج جیوه‌ای و یک ترموکوپل، دمای 2 kg آب را اندازه می‌گیریم. پس از یک دقیقه، دماسنج عدد 60°C و ترموکوپل عدد 80°C

را نشان می‌دهد. اگر هر دو وسیله سالم باشند، دمای آب برحسب درجه‌ی سلسیوس، به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

(۴) ۸۰

(۳) ۷۵

(۲) ۷۰

(۱) ۶۰

دمای کلونین

۱۰- در چه دمایی، انرژی درونی مولکول‌های آب به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد؟

(سراسری تهرپی - ۶۲ - با انرژی تغییر)

(۱) صفر درجه‌ی سلسیوس

(۲) صفر کلونین

(۳) ۴ کلونین

(۴) ۴ درجه‌ی سلسیوس

۱۱- هر درجه‌ی سلسیوس، معادل چند کلونین است؟

(آزاد ریاضی - ۶۵)

(۱) ۲۷۳

(۲) ۲/۷۳

(۳) ۲۷۴

(۴) ۱

۱۲- در فشار ۱ atm، نقطه‌ی ذوب برای طلا و نقره به ترتیب، 1063°C و 960°C و نقطه‌ی جوش آن‌ها به ترتیب، 2660°C و 2193°C است. در کدام دما (برحسب کلوین)، هر دو فلز به حالت مایع هستند؟

- (۱) 1200 (۲) 1300 (۳) 2200 (۴) 2500

* ۱۳- دمای جسمی برحسب کلوین، ۴ برابر دمای آن برحسب درجه‌ی سلسیوس است. دمای این جسم چند درجه‌ی سلسیوس است؟

- (۱) ۷۳ (۲) ۹۱ (۳) ۱۴۶ (۴) ۱۸۲ (آزمایشی سنه‌ش - ۸۳)

۱۴- مقیاس‌های دماسنجی کلوین و سلسیوس، یک دمای معین را با بزرگی‌های یکسان نمایش می‌دهند. این دما در مقیاس کلوین، کدام است؟

- (۱) $-136/5$ (۲) $136/5$ (۳) $163/5$ (۴) چنین دمایی وجود ندارد.

واحد ۲ تبادیل گرما (بدون تغییر حالت)

مفهوم گرما و گرمای ویژه

* ۱۵- کدام یک از عوامل زیر، سبب انتقال گرما از یک منبع به منبع دیگر می‌شود؟ (سراسری تهرپی - ۶۱)

- (۱) وجود هوا بین دو منبع (۲) وجود یک ماده‌ی رسانا بین دو منبع
(۳) اختلاف دمای دو منبع (۴) اختلاف مقدار گرمای دو منبع

۱۶- در درون لوله‌های سیستم گرمادهی خانه (شوفاژ)، از آب استفاده می‌کنند. مهم‌ترین دلیلی که به جای آب، از مایع‌های دیگر استفاده نمی‌کنند، کدام است؟ (آزمایشی سنه‌ش - ۸۴)

- (۱) آب ارزان تر است. (۲) گرمای ویژه‌ی آب زیاد است. (۳) آب به لوله‌ها آسیب نمی‌رساند. (۴) رسانایی حرارتی آب زیاد است.

۱۷- اگر جرم و دمای جسمی، هر کدام نصف شود، گرمای ویژه‌ی آن جسم چند برابر می‌شود؟ (آزمایشی سنه‌ش - ۸۵)

- (۱) $\frac{1}{8}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) ۱

* ۱۸- اگر دمای جرم مساوی از هر یک از مواد زیر را از 20°C به 40°C افزایش دهیم، انرژی درونی کدام یک از آن‌ها بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

- (۱) آب (۲) آلومینیوم (۳) جیوه (۴) سرب (سراسری ریاضی - ۶۷)

محاسبه‌ی گرما

* ۱۹- چند کیلوژول گرما لازم است تا دمای 200 میلی‌لیتر آب از دمای 20°C به 30°C برسد؟ مقدار گرمایی که همین مقدار آب از دست می‌دهد

تا از دمای 30°C به 20°C برسد، چند کیلوژول است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ و $\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

- (۱) 10 و 10 (۲) $8/4$ و $4/2$ (آزمون هماهنگ دبیرستان‌های نمونه‌دولتی شهر تهران - ۹۰)
(۳) $8/4$ و $4/2$ (۴) $4/2$ و $4/2$

۲۰- قطعه‌ای از موتور یک خودرو به جرم $1/9 \text{ kg}$ که از ترکیب دو فلز آهن و آلومینیوم ساخته شده است، باید در دمای 170°C کار کند.

اگر 114 kJ انرژی گرمایی لازم باشد تا دمای آن از 20°C به 170°C برسد، گرمای ویژه‌ی این آلیاژ چند $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ است؟

- (۱) ۲۸۰ (۲) ۴۰۰ (آزمون پیشرفت تحصیلی پایه‌ی اول متوسطه - ۹۰)
(۳) ۶۵۰ (۴) ۷۰۰

* ۲۱- جسمی به جرم 2 kg ، بدون تغییر حالت، 40 kJ گرما از دست می‌دهد. اگر دمای اولیه‌ی جسم 50°C باشد، دمای ثانویه‌اش به چند درجه‌ی

سلسیوس می‌رسد؟ ($c = 400 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$) (سراسری تهرپی - ۸۷)

- (۱) صفر (۲) ۲۵ (۳) -50 (۴) ۱۰۰

۲۲- برای آن که دمای 50 g یخ 10°C ، در مقیاس سلسیوس نصف شود، دست کم باید ژول گرما (گرمای ویژه‌ی یخ را $2100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ بگیرد.)

- (۱) 1050 - از آن گرفته شود. (۲) 1050 - به آن داده شود. (۳) 525 - از آن گرفته شود. (۴) 525 - به آن داده شود.

* ۲۳- یک نیروگاه هسته‌ای روزانه 10^5 m^3 آب از رودخانه می‌گیرد و 2100 گیگاژول از گرمای اتلافی خود را به این آب می‌دهد. اگر دمای آب

ورودی 25°C باشد، دمای آب خروجی چند درجه‌ی سلسیوس است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$)

- (۱) ۵۰ (۲) $25/5$ (۳) ۳۰ (۴) ۷۵ (سراسری ریاضی - ۹۰، قارچ از کشور)

۲۴- 5 kg آب در ظرفی روی اجاقی قرار دارد و با یک هم‌زن، شدیداً به هم زده می‌شود. وقتی که دمای آب 2°C بالا رود، اگر $8 \times 10^3 \text{ J}$ انرژی

توسط هم‌زن به آب داده شده باشد، چند ژول گرما از اجاق به آب داده شده است؟ (گرمای ویژه‌ی آب $4/2 \times 10^3 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ است.)

- (۱) $8/4 \times 10^3$ (۲) 21×10^3 (۳) 34×10^3 (۴) 42×10^3 (سراسری ریاضی - ۶۲)

*۲۵- در ظرفی با ظرفیت گرمایی $2000 \text{ J}/^\circ\text{C}$ ، یک کیلوگرم آب با دمای 10°C قرار دارد. چند کیلوژول گرما لازم است تا دمای مجموعه به 60°C برسد؟ (گرمای ویژهی آب $4200 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ است.)

۲۱۰ (۱) ۳۱۰ (۲) ۳۷۲ (۳) ۴۳۴ (۴)

*۲۶- اندازه‌ی گرمایی را که می‌تواند دمای ۱ گرم آب خالص را 1°C بالا ببرد، یک کالری (۱ cal) نامیده‌اند. چند کیلوکالری گرما می‌تواند دمای 840 g آلومینیوم را 50°C افزایش دهد؟ (گرمای ویژهی آلومینیوم و آب به ترتیب، برابر 900 و 4200 یکای SI می‌باشند.)

۹ (۱) ۱۸ (۲) ۲۷ (۳) ۳۶ (۴)

*۲۷- در فرایندی تدریجی و آرام، به 5 kg آب 20°C ، در آغاز 525 kJ گرما می‌دهیم و سپس، از آن 315 kJ گرما می‌گیریم. در این فرایند، مایع، کدام یک از دماهای زیر را دوبار تجربه می‌کند؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ است.)

25°C (۱) 30°C (۲) 45°C (۳) 50°C (۴)

*۲۸- در تست ۲۷، تا لحظه‌ای که دمای مایع 5°C کم‌تر از دمای بیشینه‌اش است، آب به‌طور خالص، چند ژول گرما گرفته است؟

۴۲۰ (۱) ۴۱۵ (۲) ۴۱۰ (۳) ۴۰۵ (۴)

*۲۹- می‌خواهیم با سوزاندن زغال، دمای 10°C کیلوگرم آب را 40°C افزایش دهیم. اگر انرژی شیمیایی موجود در زغال، $33/6 \text{ kJ}/\text{g}$ باشد و تمام گرمای حاصل از زغال به آب داده شود، چند گرم زغال باید سوزانده شود؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$)

(آزمون هماهنگ دبیرستان‌های نمونه‌دولتی شهر تهران - ۹۰)

۲۰ (۱) ۵۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۵۰۰۰ (۴)

مقایسه‌ی گرما

*۳۰- به 300 گرم آب و 400 گرم آلومینیوم دو مقدار مساوی گرما می‌دهیم. اگر دمای آب 8°C افزایش یابد، دمای آلومینیوم چند درجه‌ی سلسیوس افزایش خواهد یافت؟ گرمای ویژهی آب و آلومینیوم به ترتیب، $4200 \text{ J}/\text{kg}\cdot\text{K}$ و $900 \text{ J}/\text{kg}\cdot\text{K}$ است. (آزار پزشکی - ۸۳)

۱۴ (۱) ۲۸ (۲) ۵۶ (۳) ۸ (۴)

*۳۱- از 100 گرم آب 60°C ، به اندازه‌ی 21 kJ گرما می‌گیریم و همین گرما را به 250 g الکل 20°C می‌دهیم. در پایان، اختلاف دما بین آب و الکل، چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ ، $c_{\text{الکل}} = 2400 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ است.)

۶۰ (۱) ۵۴ (۲) ۵۰ (۳) ۴۸ (۴)

*۳۲- گرمای ویژه‌ی جسم A دو برابر گرمای ویژه‌ی جسم B و دمای آن نصف دمای جسم B و جرم آن‌ها یکسان است. اگر به دو جسم به یک اندازه انرژی گرمایی داده شود، افزایش دمای B چند برابر افزایش دمای A می‌شود؟ (آزمون هماهنگ دبیرستان‌های نمونه‌دولتی شهر تهران - ۹۰)

۱ (۱) ۴ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) ۲ (۴)

*۳۳- به دو گلوله‌ی مسی، به ترتیب 1200 J و 300 J گرما می‌دهیم. دمای هر کدام از آن‌ها 3°C افزایش می‌یابد. اگر گرمای ویژه‌ی مس $400 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ باشد، اختلاف جرم آن‌ها چند گرم است؟ (سراسری ریاضی - ۸۵، قارج از کشور)

۲۵ (۱) ۵۰ (۲) ۷۵ (۳) ۱۲۵ (۴)

*۳۴- به دو مایع هم‌جرم A و B گرمای یکسان Q می‌دهیم. دمای مایع A، 30°C و دمای مایع B، 10°C افزایش می‌یابد. اگر مایع‌های A و B را با هم مخلوط کنیم و به آن‌ها گرمای Q را بدهیم، دمای مخلوط چند درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌یابد؟ (مایع‌ها با هم ترکیب شیمیایی نمی‌شوند و در هیچ‌کدام از مراحل گرمادهی، به نقطه‌ی جوش خود نمی‌رسند.)

۲/۵ (۱) ۵ (۲) ۷/۵ (۳) ۱۵ (۴)

توان گرمایی

*۳۵- یک گرم‌کن الکتریکی با توان 500 وات، دمای 200 گرم آب 20°C را پس از چند ثانیه، به 70°C می‌رساند؟ (گرمای ویژه‌ی آب $4200 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$) (آزار تهرانی - ۹۱)

۸۴۰ (۱) ۸۴ (۲) ۴۲۰ (۳) ۲۱۰ (۴)

*۳۶- به آب گرم‌کن حمامی، آب سرد با دمای 20°C وارد و آب گرم با دمای 70°C و با آهنگ 2 لیتر بر دقیقه خارج می‌شود. توان گرم‌کن چند کیلووات است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$)

۷ (۱) ۷۰ (۲) ۴۲ (۳) ۴۲۰ (۴)

*۳۷- یک اجاق الکتریکی با توان گرمایی ثابت، دمای یک کیلوگرم آب را در 10 دقیقه 30°C بالا می‌برد. اگر این اجاق دمای 3 کیلوگرم روغن را در مدت 15 دقیقه، همان اندازه بالا ببرد، نسبت گرمای ویژه‌ی روغن به گرمای ویژه‌ی آب کدام است؟ (سراسری ریاضی - ۹۶)

$\frac{1}{6}$ (۱) $\frac{1}{3}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴)

۳۸- شخصی داخل وانی که حاوی 40 kg آب 20°C است، می‌شود. آهنگ سوخت و ساز بدن شخص ثابت و برابر $10^5 \times \frac{3}{2}$ ژول بر ساعت فرض می‌شود. اگر گرمای منتقل شده از بدن شخص فقط به آب اطراف او برسد، پس از 30 دقیقه، دمای آب به چند درجه‌ی سلسیوس می‌رسد؟ (گرمای ویژه‌ی آب $4000 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$ فرض شود.)

۲۱ (۱) ۲۲ (۲) ۲۳ (۳) ۲۴ (۴)

۳۹- گرم کن A در 3 دقیقه و گرم کن B در 1 دقیقه و 30 ثانیه، به‌طور جداگانه، می‌توانند دمای 1 لیتر آب را به اندازه‌ی معینی افزایش دهند. هر دو گرم کن با هم و به‌طور هم‌زمان، در چند ثانیه می‌توانند همین کار را انجام دهند؟

۴۰ (۱) ۴۵ (۲) ۶۰ (۳) ۷۵ (۴)

۴۰- درون دو ظرف A و B، جرم‌های نابرابری از آب خالص 20°C داریم. یک گرم‌کن الکتریکی با توان معین، می‌تواند در زمان 10 دقیقه، دمای آب ظرف‌ها را به ترتیب، 18°C و 36°C بالا ببرد. اگر همه‌ی آب دو ظرف اولیه را به آرامی، در ظرف خالی و بزرگ‌تر C بریزیم، همان گرم‌کن در 10 دقیقه، دمای آب ظرف C را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهد؟ (از اتلاف انرژی چشم‌پوشی می‌کنیم.)

۱۶ (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۶ (۴)

*۴۱- یک سماور برقی، 5 لیتر آب 10°C را در مدت 40 دقیقه، به دمای 90°C می‌رساند. اگر گرمای ویژه‌ی آب $4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$ و توان مصرفی سماور 800 W باشد، بازده چند درصد است؟

(آزمایشی آموزش و پرورش شهر تهران - ۸۷)

۱ (۱) $77.8 / 5$ ۲ (۲) $87.5 / 5$ ۳ (۳) $19.2 / 20$ ۴ (۴) $16 / 8$

۴۲- توسط اجاق گازی که از گاز بوتان به‌عنوان سوخت استفاده می‌کند، دمای 10 kg آب را از 20°C تا 50°C افزایش می‌دهیم. اگر $1/4 \text{ m}^3$ گاز برای این روی داد مصرف شده باشد، بازده اجاق گاز چند درصد است؟ (چگالی آب 1000 kg/m^3 و گرمای ویژه‌اش $4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$ ، چگالی گاز بوتان 6 kg/m^3 و انرژی شیمیایی آن 50 kJ/g است.)

۹۰ (۱) ۵۰ (۲) ۱۰ (۳) ۵ (۴)



۱ دما و دماسنجی



شکل ۱: با وجودی که آب درون دو ظرف هم‌دما هستند، انرژی درونی آب درون سطل بیشتر از آب درون فنجان است.



شکل ۲: ساختمان دماسنج.

- ◀ دما معیاری است که میزان گرمی و سردی اجسام را مشخص می‌کند.
- ◀ دمای هر جسم با انرژی جنبشی میانگین ذرات سازنده‌ی آن متناسب است.
- ◀ مجموع انرژی‌های ذرات سازنده‌ی یک جسم، انرژی درونی نام دارد.
- ◀ انرژی درونی یک جسم به انرژی متوسط ذرات سازنده‌ی جسم و تعداد آن‌ها بستگی دارد.

نمونه ۱

در شکل ۱، آب درون فنجان با آب درون سطل هم‌دماست؛ لذا انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های سازنده‌ی آن‌ها با یکدیگر برابر است؛ با این حال، تعداد مولکول‌های آب درون سطل بیشتر از تعداد مولکول‌های آب درون فنجان است. (از کجا معلوم؟ بشمار!) لذا انرژی درونی آب درون سطل، بیشتر از آب درون فنجان است.

◀ رایج‌ترین مقیاس دمایی دنیا «مقیاس سلسیوس» است که در آن، به نقطه‌ی ذوب یخ خالص (در فشار ۱ atm)، عدد صفر و به نقطه‌ی جوش آب خالص (در فشار ۱ atm)، عدد ۱۰۰ را نسبت می‌دهند و بین این دو عدد را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می‌کنند که

هر قسمت، بیانگر یک درجه‌ی سلسیوس (1°C) است.

مایع	نقطه‌ی انجماد ($^{\circ}\text{C}$)	نقطه‌ی جوش ($^{\circ}\text{C}$)
جیوه	-۳۹	۳۵۷
الکل	-۱۱۷	۷۸

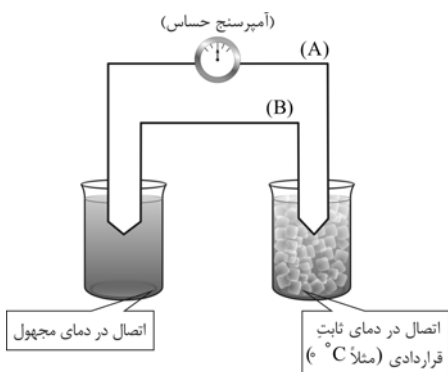
جدول ۱

◀ تغییر حجم مایع‌ها بر اساس تغییر دمای آن‌ها، مبنای عمل کرد دماسنج‌های مایع است (شکل ۲). در این دماسنج‌ها، معمولاً از جیوه یا الکل به عنوان مایع دماسنجی استفاده می‌شود. اشکال اصلی این دماسنج‌ها محدودی دماسنجی پایین آن‌هاست. برای مثال، با توجه به جدول ۱، با دماسنج‌های جیوه‌ای، نمی‌توان دماهای بالاتر از 357°C و پایین‌تر از -39°C را اندازه گرفت. (جیوه یا بقر می‌شه یا منهم و از دماسنجهون برای هر کاری، می‌شه استفاده کرد به‌جز دماسنجی!)



«دماسنج الکی در دمای بالاتر از 78°C بقر می‌شه و نمی‌شه باهاش، دمای آب 100°C رو اندازه گرفت.»

◀ ترموکوپل‌ها بر اساس اصلی به نام «اصل ترموالکتریک»، کار می‌کنند. طبق این اصل، اگر دو فلز متفاوت را از دو انتها، به هم وصل کنیم و سرهای اتصال در دمای متفاوتی نگه داشته شوند، جریان الکتریکی در مدار برقرار می‌شود. شکل ۳ ساختمان یک دماسنج ترموکوپل را نشان می‌دهد. جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد، با اختلاف دمای دو سر سیم‌ها متناسب است و با مدرج کردن آمپرسنج بر حسب اختلاف دما، می‌توانیم دمای مجهول یک جسم را تعیین کنیم. این دماسنج‌ها نسبت به دماسنج‌های معمولی، از این مزایا برخوردارند:



شکل ۳: ساختمان ترموکوپل.



۱) **سرعت پاسخ‌دهی:** وقتی با دماسنج‌های معمولی، دمای یک جسم را اندازه می‌گیریم، پس download کردن یک تصویر از طریق اینترنت، به آرام دست می‌دهد!! اما ترموکوپل می‌تواند به سرعت (در حد دهم ثانیه)، تغییرات دما را آشکار کند.

۲) **خروجی الکتریکی:** این که علامت (سیگنال) خروجی ترموکوپل‌ها یک جریان الکتریکی است، فقط پیز فویبه باعث می‌شود که از خروجی ترموکوپل، برای ثبت دما (در دستگاه‌های دمانگار) و کنترل دما (در دستگاه‌های تنظیم‌کننده دما) استفاده شود.

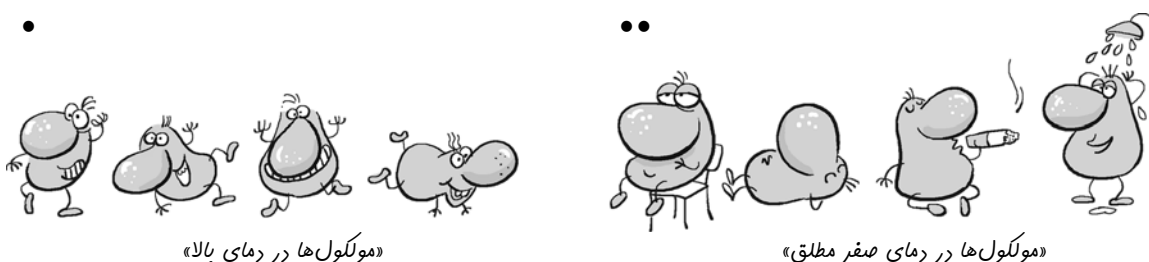
۳) **محدوده‌ی دماسنجی بالا:** دماسنج‌های ترموکوپل می‌توانند دماهایی در محدوده‌ی $^{\circ}\text{C} -270$ تا $^{\circ}\text{C} 1500$ را اندازه بگیرند.

۴) **حساسیت:** این دماسنج‌ها فیلی اساساً دقت اندازه‌گیری با این دماسنج‌ها، در حدود $^{\circ}\text{C} 0.001$ است.

اگر گفتمت یکای دما در SI چیه؟! نگی «درجه‌ی سلسیوس»‌ها! بگو «کلوین (K)»! دما بر حسب درجه‌ی سلسیوس را معمولاً با θ و دما بر حسب کلوین را معمولاً با T نشان می‌دهند و رابطه‌ی آن‌ها به صورت روبرو است: (رابطه‌ی ۱)

$$T(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$$

توجه ⚠ کم‌ترین دمایی که به صورت نظری می‌توان به آن رسید، $^{\circ}\text{C} -273$ (و دقیق‌تر، $^{\circ}\text{C} -273.15$) که معادل 0 K است و به آن، «صفر مطلق» می‌گویند.



نتیجه ↩ دمای یک جسم (بر حسب کلوین) امکان ندارد مقداری منفی شود.

نکته 🔍 تغییرات دما بر حسب درجه‌ی سلسیوس و کلوین، یکسان می‌باشند. زیرا:

$$\begin{cases} T_1 = \theta_1 + 273 \\ T_2 = \theta_2 + 273 \end{cases} \Rightarrow T_2 - T_1 = (\theta_2 + 273) - (\theta_1 + 273) = \theta_2 - \theta_1 \rightarrow \Delta T = \Delta \theta$$

نمونه 🍉 فرض کنید دمای یک جسم از $^{\circ}\text{C} 5 = \theta_1$ به $^{\circ}\text{C} 7 = \theta_2$ رسیده است؛ در این صورت:

$$\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 = 7 - 5 = 2^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{cases} T_1 = \theta_1 + 273 = 5 + 273 = 278\text{ K} \\ T_2 = \theta_2 + 273 = 7 + 273 = 280\text{ K} \end{cases} \Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = 280 - 278 = 2\text{ K} \rightarrow \Delta T = \Delta \theta$$

دمای آب درون ظرف‌ها برابر است؛ پس انرژی جنبشی متوسط مولکول‌هایشان یکسان است. راجع به گزینه‌ی ۲، بعداً صحبت می‌کنیم!

۲- **گزینه‌ی ۱** ☹ چون دمای گازها یکسان است، انرژی جنبشی متوسط مولکول‌هایشان برابر است: $\bar{K}_{O_2} = \bar{K}_{H_2}$

مولکول‌های اکسیژن سنگین‌تر از مولکول‌های هیدروژن هستند؛ پس: $\frac{1}{2} m_{O_2} \bar{v}_{O_2}^2 = \frac{1}{2} m_{H_2} \bar{v}_{H_2}^2 \xrightarrow{(m_{O_2} > m_{H_2})} \bar{v}_{H_2} > \bar{v}_{O_2}$

۳- **گزینه‌ی ۲** ☹ با توجه به جدول ۱، الکل در دمای بالاتر از $^{\circ}\text{C} 78$ ، بخار می‌شود و دماسنج رو از وظیفه‌ی اصلی‌اش (اندازه‌گیری دما) ساقط می‌کنه! (جیوه در دمای $^{\circ}\text{C} 300$ ، کماکان مایع باقی می‌ماند. الکل! یه زره از جیوه یار بگیر!!)

۴- **گزینه‌ی ۳** ☹ الکل در دمای بالاتر از $^{\circ}\text{C} 78$ ، بخار می‌شود و دماسنج رو استار می‌کنه!!

۵- **گزینه‌ی ۲** ☹ وقتی دماسنج را در تماس با یک جسم قرار می‌دهیم، پس از مدتی دماسنج و جسم به تعادل گرمایی می‌رسند و دماسنج دمای تعادل را نشان می‌دهد. هر چه مخزن جیوه بزرگ‌تر باشد، سطح تماس دماسنج با جسم بیشتر می‌شود و دماسنج زودتر به تعادل گرمایی با جسم می‌رسد. (اگر کتاب رو تا آخرش بخونید، این حرفا رو بهتر متوجه می‌شید!) در ضمن، هر چه لوله‌ی متصل به مخزن باریک‌تر باشد فاصله‌ی بین مقیاس‌های متوالی بیشتر می‌شود و می‌توان عدد دماسنج را با دقت بیشتری خواند.

۶- گزینهی «۴» نمی‌فواستم این تست رو این‌جا بپارم، ولی آوردم!! چون فهمیدم همه‌ی بچه‌ها از دوره‌ی راهنمایی، با انبساط (یا انقباض) استثنایی آب در دمای 4°C تا 4°C آشنایی دارند. اگر آب 0°C گرم شود، تا دمای 4°C ، به جای انبساط، انقباض می‌یابد و پس از آن، مثل بقیه‌ی مایع‌ها منبسط می‌شود. بنابراین، تناظر یک‌به‌یکی بین برخی از دماها و مایع دماسنجی برقرار نمی‌شود. (برای مثال، حجم آب در دماهای $3/9^{\circ}\text{C}$ و $4/1^{\circ}\text{C}$ تقریباً یکسان است.) در ضمن، نیروی چسبندگی سطحی مولکول‌های آب و شیشه‌ی دماسنج هم باعث می‌شود که آب به دلایل غیردمایی (۱)، در لوله بالا رود؛ هر چند کم! فلاشه‌ش کنم: آب، برای استفاده در دماسنج‌ها، مایع بی‌فوریه!!

۷- گزینهی «۳» صرف مق پو اب نراره!!

۸- گزینهی «۴» افزون بر شکل ۳، در آزمایش ۶-۱ از فصل پایانی فیزیک ۲ و آزمایشگاه، با شکل این تست (مدار ترموکوپل) آشنا می‌شوید. جنس سیم‌ها یکسان نیست و دمای اتصال‌ها هم برابر نمی‌باشد؛ بنابراین، جریان الکتریکی پایداری در مدار برقرار می‌شود. چون در هنگام آزمایش، دمای اتصال مجهول بزرگ‌تر از دمای اتصال ثابت می‌ماند و جنس سیم‌ها هم تغییر نمی‌کند؛ سوی جریان در جهت ۱ باقی می‌ماند. بزرگی جریان در مدار ترموکوپل، با اندازه‌ی اختلاف دمای دو اتصال متناسب است. این اختلاف دما در آغاز $50-0=50^{\circ}\text{C}$ ، سپس $20-0=20^{\circ}\text{C}$ و در پایان دوباره 50°C شده؛ پس، بزرگی جریان در جهت ۱، کاهش می‌یابد؛ ولی دوباره به اندازه‌ی اولیه‌اش برمی‌گردد. اگه می‌خواهی خیلی توپ داستانو بگیري، به تست ۳۲۸ هم سری بزنی!

۹- گزینهی «۴» پاسخ دماسنج‌های مایع به تغییرات دما کند است؛ درست برخلاف دماسنج‌های ترموکوپل که از سرعتشان هر چی بگم کم گفتم! دماسنج جیوه‌ای یادشده در صورت تست، پس از یک دقیقه به تعادل گرمایی با آب نرسیده است و احتمالاً باید یکی دو دقیقه‌ی دیگه دندون رو جیگر بذاریم تا دمای اون به 80°C برسه!

۱۰- گزینهی «۲» در صفر کلوین، انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های سازنده‌ی جسم و در نتیجه، انرژی درونی آن به حداقل مقدار ممکن می‌رسد.

۱۱- گزینهی «۴» هر 1°C معادل 1K است و به همین دلیل، تغییرات دما برحسب درجه‌ی سلسیوس و کلوین، یکسان است.

۱۲- گزینهی «۳» ما که تنها با فیزیک زر و سیم کار داریم! (نه با فور آن‌ها!) زرگران و سیم‌کاران را هم به دانستن فیزیک زر و سیم پند می‌دهیم!!

$$\text{طلا} \quad T_v = 2660 + 273 = 2933\text{K} \quad (\text{رابطه‌ی ۱}) \quad T_f = 1063 + 273 = 1336\text{K} \quad (\text{رابطه‌ی ۱}) \quad \theta_f = 1063^{\circ}\text{C}$$

$$\text{نقره} \quad T_v = 2193 + 273 = 2466\text{K} \quad (\text{رابطه‌ی ۱}) \quad T_f = 960 + 273 = 1233\text{K} \quad (\text{رابطه‌ی ۱}) \quad \theta_f = 960^{\circ}\text{C}$$

در مقیاس کلوین، هر جسم در بازه‌ی بین دمای ذوب (T_f) و نقطه‌ی جوش (T_v) خودش در حالت مایع است؛ برحسب کلوین، طلا در بازه‌ی [۲۹۳۳ ۱۳۳۶] و نقره در بازه‌ی [۱۲۳۳ ۲۴۶۶] در حالت مایع هستند. پس در اشتراک این دو بازه، یعنی در بازه‌ی [۱۳۳۶ ۲۴۶۶] (از جمله در 2200K)، هر دو فلز حالت مایع دارند.

$$T = 4\theta \rightarrow \theta + 273 = 4\theta \rightarrow 3\theta = 273 \rightarrow \theta = 91^{\circ}\text{C} \quad \text{۱۳- گزینهی «۲»}$$

۱۴- گزینهی «۲» بیایید بزرگی را به شکل مطلق، قدر گذاریم! (بزرگی \equiv قدر مطلق)

$$T = \pm\theta \quad (\text{رابطه‌ی ۱}) \rightarrow \theta + 273 = \pm\theta$$

$$\theta + 273 = \theta \rightarrow 0 \times \theta = 273 \quad (\text{غ ق ق})$$

$$\theta + 273 = -\theta \rightarrow 2\theta = -273 \rightarrow \theta = -\frac{273}{2} = -136/5^{\circ}\text{C} \quad (\text{رابطه‌ی ۱}) \rightarrow T = -136/5 + 273 = 136/5\text{K}$$

آهای گزینه‌ی ۱: فورتی! آفه دمای مطلق منفی داریم! اما تو گزینه‌ی ۲: قبلی تابلوی! آفه به 273 ازت کم کنیم که تیک می‌فوری!! گزینه‌های ۳ و ۴ هم که...!

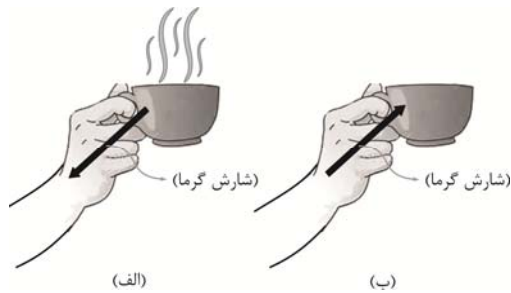
۱۵- گزینهی «۳» گرم شیر یا نه! پس بریم سراغ مبحث بعدی: گرما!

۲ گرما

اگر دو جسم با دماهای متفاوت را در کنار هم قرار دهیم، از انرژی درونی جسم گرم‌تر به تدریج کاسته و به انرژی درونی جسم سردتر اضافه می‌شود تا این‌که دو جسم به دمای واحدی به نام «دمای تعادل» می‌رسند. در این حالت، می‌گوییم انرژی گرمایی از جسم گرم‌تر به جسم سردتر منتقل شده است.

گرما صورتی از انرژی است که به دلیل اختلاف دمای دو جسم، از جسم گرم‌تر به جسم سردتر منتقل می‌شود.

نتیجه



شکل ۴: الف) گرما از فنجان گرم، به دست منتقل می‌شود. ب) گرما از دست، به فنجان سرد منتقل می‌شود.

نمونه ۱ در شکل ۴- الف، من یک فنجان، قهوه‌ی داغ در دست دارم! (من فیلی قهوه دوست دارم) گرما از فنجان، به دست من شارش می‌کند. شکل ۴- ب بخشی از دکتر شاهین اقبال را نشان می‌دهد که یک فنجان آب پر از یخ در دست دارد! (دکتر اقبال فیلی H_2O دوست دارد! چه مایعش چه جامدش!) گرما از دست ایشان، به فنجان سرد منتقل می‌شود.

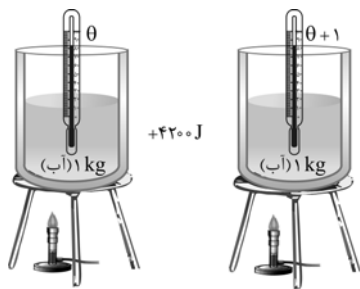
نکته ۱ در فرایند انتقال گرما (و در صورت عدم اتلاف انرژی)، به همان اندازه که از انرژی درونی جسم گرم‌تر کاسته می‌شود، به انرژی درونی جسم سردتر افزوده می‌شود.

توجه ۱ گرما از جنس انرژی است؛ با نماد Q نشان داده می‌شود و یکای آن در SI، «ژول (J)» است.

گرمای لازم برای این که دمای جسمی به جرم m به میزان $\Delta\theta$ تغییر کند (بدون تغییر حالت جسم)، از رابطه‌ی ۲ به دست می‌آید:

$$Q = mc\Delta\theta \quad (\text{رابطه‌ی ۲})$$

« c » گرمای ویژه نام دارد و بنا به تعریف، مقدار گرمایی است که باید به 1 kg از جسم داده شود تا دمای آن (بدون تغییر حالت)، 1°C (یا 1 K) افزایش یابد. یکای c در SI، «ژول بر کیلوگرم بر درجه‌ی سلسیوس ($J/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$)» یا «ژول بر کیلوگرم بر کلون ($J/\text{kg}\cdot\text{K}$)» است.



شکل ۵: گرمای ویژه‌ی آب $4200\text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ است.

نمونه ۲ گرمای ویژه‌ی آب $4200\text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ است. یعنی 1 kg آب، اگر 4200 J گرما بگیرد، دمایش 1°C افزایش و اگر 4200 J گرما از دست بدهد، دمایش 1°C کاهش می‌یابد. (در هر دو حالت، فرض می‌کنیم آب تغییر حالت نمی‌دهد). شکل ۵ را ببینید!

نکته ۲ آب، رکورددار گرمای ویژه در بین مواد موجود در طبیعت است؛ یعنی جرم معینی از آب (در مقایسه با همان جرم از سایر مواد)، می‌تواند گرمای زیادی بگیرد (یا از دست بدهد) و در عین حال، دمای آن کم‌تر تغییر کند.

نکته ۳ در اثر مبادله‌ی گرما، اگر دمای جسم افزایش یابد، علامت گرما، مثبت و اگر دمای جسم کاهش یابد، علامت گرما، منفی خواهد بود:

$$\theta_2 > \theta_1 \rightarrow \Delta\theta > 0 \rightarrow Q > 0$$

$$\theta_2 < \theta_1 \rightarrow \Delta\theta < 0 \rightarrow Q < 0$$

توجه ۲ حاصل ضرب جرم جسم در گرمای ویژه‌ی آن را «ظرفیت گرمایی» می‌گوییم. ظرفیت گرمایی را با « A » نشان می‌دهیم و یکای آن در SI، «ژول بر درجه‌ی سلسیوس ($J/^\circ\text{C}$)» یا «ژول بر کلون (J/K)» است.

$$A = mc \quad (\text{رابطه‌ی ۳})$$

$$Q = A\Delta\theta \quad (\text{رابطه‌ی ۴})$$

۱ با توجه به روابط ۲ و ۳، رابطه‌ی گرما و ظرفیت گرمایی چنین است:

و با توجه به رابطه‌ی ۴، می‌توان ظرفیت گرمایی را مقدار گرمایی دانست که جسم می‌گیرد تا بدون تغییر حالت، دمای آن 1°C (یا 1 K) افزایش یابد.

۱- اقبال: درود بر مهندس مصلایی گرامی؛ البته، در قهوه هم مولکول H_2O فراوانه! اونم داغ داغ! مزایم درس نمی‌شم! پس، درود (😊).

بیشتر بدانید: کالری، یکای تاریخی گرما


در عهد بوق، تصور می‌شد گرما یک چیز است و انرژی یک چیز دیگر! به همین دلیل، برای یکای متفاوتی به نام «کالری» وضع شده بود. یک کالری گرمایی است که ۱g آب جذب می‌کند تا دمای آن ۱°C افزایش یابد. با توجه به این که گرمای ویژه‌ی آب در دمای ۱۵°C، برابر ۴۱۸۶ J/kg°C است، هر کالری معادل ۴/۱۸۶ J و به‌طور تقریبی، برابر ۴/۲ J است. زیرا:

$$Q = mc\Delta\theta = 10^{-3} \times 4186 \times 1 = 4/186 \text{ J} \rightarrow 1 \text{ cal} = 4/186 \text{ J} \approx 4/2 \text{ J}$$

بر این اساس، یکای متداول قدیمی گرمای ویژه «کالری بر گرم بر درجه‌ی سلسیوس» است که رابطه‌ی آن با یکای متداول

$$1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{C}} \approx \frac{4/2 \text{ J}}{10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{C}} \rightarrow 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{C}} \approx 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}$$

امروزی گرمای ویژه، به‌صورت روبه‌رو است:

۱۶- گزینه‌ی «۲» گرمای ویژه‌ی بالای آب باعث می‌شود که در صورت جذب یا دفع گرما، دمای آن (در مقایسه با مایع‌هایی مثل روغن و الکل)

کم‌تر تغییر کند. اجازه بدهید یک مثال عددی بزنیم! ۱kg آب ۶۰°C و ۱kg روغن ۶۰°C داریم. هر دو ۴۲۰۰۰J گرما از دست می‌دهند. با توجه به این که گرمای ویژه‌ی آب ۴۲۰۰ و گرمای ویژه‌ی روغن ۲۱۰۰ واحد SI است، دمای نهایی آن‌ها به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$(w: \text{آب}): Q_w = m_w c_w \Delta\theta_w \rightarrow -42000 = 1 \times 4200 \times \Delta\theta_w \rightarrow \Delta\theta_w = -10^\circ \text{C} \rightarrow \theta_w - 60 = -10 \rightarrow \theta_w = 50^\circ \text{C}$$

$$(o: \text{روغن}): Q_o = m_o c_o \Delta\theta_o \rightarrow -42000 = 1 \times 2100 \times \Delta\theta_o \rightarrow \Delta\theta_o = -20^\circ \text{C} \rightarrow \theta_o - 60 = -20 \rightarrow \theta_o = 40^\circ \text{C}$$

پس دمای آب کم‌تر از روغن تغییر می‌کند و آب گرم‌تر می‌ماند. این ویژگی آب، چون می‌ده که از اون، به عنوان یک گرم‌کننده استفاده بشه!

۱۷- گزینه‌ی «۴» گرمای ویژه به جنس ماده بستگی دارد. به جرم اصلاً به دما؟ ای! من اگر بای طرح بودم، پا روی دما نمی‌ذاشتم!

۱۸- گزینه‌ی «۱» گرمایی که جسم دریافت می‌کند، به انرژی درونی تبدیل می‌شود. پس جسمی که گرمای بیشتری دریافت کند، انرژی

درونی‌اش بیشتر افزایش می‌یابد. m و $\Delta\theta$ هر چهار ماده یکسان است. پس، طبق رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$ ، هر ماده‌ای که c بزرگ‌تری داشته باشد، گرمای بیشتری دریافت می‌کند. cی آب کجا و cی بقیه کجا؟

$$V = 200 \text{ ml} = 200 \times 10^{-3} \text{ l} = 200 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

۱۹- گزینه‌ی «۳»

$$m = \rho V = 1000 \times 2 \times 10^{-4} = 0/2 \text{ kg}$$

$$Q = mc\Delta\theta = 0/2 \times 4200 \times (30 - 20) = 0/2 \times 42000 = 8/4 \times 10^3 \text{ J} \rightarrow Q = 8/4 \text{ kJ}$$

گرمایی که آب می‌گیرد، برابر است با:

اگر جای ۲۰ و ۳۰ را عوض کنید، جواب قسمت دوم تست به‌دست می‌آید!

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow 114 \times 10^3 = 1/9 \times c \times (170 - 20) \rightarrow c = \frac{114 \times 10^3}{19 \times 15} = \frac{6000}{15} \rightarrow c = 400 \text{ J/kg} \cdot \text{C}$$

۲۰- گزینه‌ی «۲»

$$Q = -40 \text{ kJ} = -40 \times 10^3 \text{ J}$$

۲۱- گزینه‌ی «۱» چون جسم گرما از دست داده است، علامت Q منفی است:

$$-40 \times 10^3 = 2 \times 400 \times (\theta - 50) \rightarrow -50 = \theta - 50 \rightarrow \theta = 0^\circ \text{C}$$

۲۲- گزینه‌ی «۴» می‌دونی اون پیه که آله نصف بشه، بزرگ‌تر می‌شه! باریکلا! عدد منفیه!!! (دمای یخ افزایش یافته؛ پس به آن، گرما داده شده است.)

$$\theta_2 = \frac{\theta_1}{\rho} = \frac{-10}{2} = -5^\circ \text{C}$$

$$Q = mc\Delta\theta = mc(\theta_2 - \theta_1) = (50 \times 10^{-3}) \times 2100 \times [-5 - (-10)] = 5 \times 210 \times (-5 + 10) = 105 \times 5 \rightarrow Q = 525 \text{ J}$$

می‌فوای بگی چرا این تست بیخ‌دار رو این‌جا آوردیم؟ می‌فوای بگی این‌ها ی‌برقی از تست‌های بعری رو بهتره که همین‌جا یار بگیریم! آله بررسی این «دست‌کم» این‌جا پی‌کاره‌س! می‌کم می‌تونی به‌پاش بفونی؛ و آله انرژی تلف نشه، ...

۲۳- گزینه‌ی «۳»

$$m = \rho V = 1000 \times 10^{-5} = 10^{-2} \text{ kg}$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = 2100 \text{ GJ} = 2100 \times 10^9 \text{ J}$$

$$2100 \times 10^9 = 10^{-2} \times 4200 \times \Delta\theta$$

$$c = 4200 \text{ J/kg} \cdot \text{C}$$

$$\hookrightarrow 2\Delta\theta = 10 \rightarrow \Delta\theta = 5^\circ \text{C}$$

$$\theta_1 = 25^\circ \text{C}$$

$$\hookrightarrow \theta_2 - \theta_1 = 5$$

$$\theta_2 = ?$$

$$\hookrightarrow \theta_2 - 25 = 5 \rightarrow \theta_2 = 30^\circ \text{C}$$



- به‌طور مثال، گرمای ویژه‌ی آب در دمای ۳۰°C، برابر ۴۱۷۸ J/kg°C و در دمای ۱۰۰°C، برابر ۴۲۱۶ J/kg°C است.

۲۴- گزینهی «۳» هم‌زن از طریق انجام کار، دمای جسم را بالا می‌برد. یعنی هم‌زن باعث افزایش جنبش مولکول‌ها و دمای جسم می‌شود.

$$Q = mc\Delta\theta = 5 \times 4 / 2 \times 10^3 \times 2 = 42000 \text{ J}$$

خب؛ بعد از این مقدمه، بریم گرمای جذب‌شده توسط آب رو حساب کنیم!

$$Q' = 42000 - 8000 \rightarrow Q' = 34000 \text{ J} \rightarrow Q' = 34 \times 10^3 \text{ J}$$

از این انرژی را هم‌زن تأمین کرده؛ بقیه‌شو اجاق!

۲۵- گزینهی «۲» گرمایی که به مجموعه داده می‌شود، هم دمای ظرف را بالا می‌برد، هم دمای آب را. اگر ظرفیت گرمایی ظرف را با A ،

$$Q = A\Delta\theta + mc\Delta\theta$$

جرم و گرمای ویژه‌ی آب را به ترتیب با m و c نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$Q = (A + mc)\Delta\theta = (2000 + 1 \times 4200) \times (60 - 10) = 6200 \times 50 = 310000 \text{ J} \rightarrow Q = 310 \text{ kJ}$$

۲۶- گزینهی «۱» اونایی که زود جوگیر می‌شن، به هوش! خودمون می‌دونیم کالری حذف شده؛ برای همین، تعریفش را در صورت تست

هم آوردیم. کی می‌تونه تضمین بده که امکان نداره در کنکور، تستی به این صورت داده بشه؟ زیروندهای w و Al را به ترتیب، برای آب و آلومینیوم

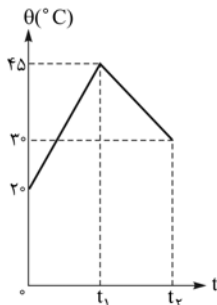
$$Q_w = m_w c_w \Delta\theta_w = 0.001 \times 4200 \times 1 = 4/2 \text{ J} \xrightarrow{(Q_w = 1 \text{ cal})} \boxed{1 \text{ cal} = 4/2 \text{ J}}$$

می‌آوریم.

$$Q_{Al} = m_{Al} c_{Al} \Delta\theta_{Al} = 0.001 \times 900 \times 50 = 37800 \text{ J} \rightarrow Q_{Al} = \frac{37800}{4/2} = 9000 \text{ cal} \rightarrow Q_{Al} = 9 \text{ kcal}$$

راستی؛ خوبه رژیم‌بگیران لاغری یا چاقی، بدونن که کالریِ خوراکی‌ها و ورزش‌ها، همون کیلوکالری (کالری بزرگ) می‌باشند! نه کالریِ آبکی!!

۲۷- گزینهی «۲» تروم‌گرم‌کن!



$$Q_h = mc(\theta_f - \theta_i) \rightarrow 525 \times 10^3 = 5 \times 4200 \cdot (\theta_f - 20) \rightarrow 25 = \theta_f - 20 \rightarrow \theta_f = 25 + 20 \rightarrow \theta_f = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

یواش سرد کن!!

$$Q_c = mc(\theta_f - \theta_i) \xrightarrow{(Q_c < 0)} -315 \times 10^3 = 5 \times 4200 \cdot (\theta_f - 45) \rightarrow -15 = \theta_f - 45 \rightarrow \theta_f = 45 - 15$$

$$\theta_f = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

می‌بینیم که دمای آب در مقیاس سلسیوس، از ۲۰ تا ۴۵ بالا رفته و سپس تا ۳۰ افت کرده (نمودار روبه‌رو). چون آب

بازه‌ی دمایی $[20, 30]$ را دیگه برنگشته (یکبار تجربه کرده!)، دماهای بازه‌ی $[30, 45]$ که خود ۳۰ را هم دربرمی‌گیرد،

دوبار تجربه می‌شن. به هوش باش که خود ۴۵ تک قله‌ی دماست و تک‌بار تجربه می‌شه!

۲۸- گزینهی «۱» یه نگاه به نمودار پاسخ تست ۲۷؛ بگو ۵ درجه زیر دمای بیشینه، می‌شه چند؟ آفرین! می‌شه $45 - 5 = 40$ ؛ خُب، صورت

این تست کجا رو می‌خواد؟ ۴۰ در سربالایی گرمایش یا در سرپایینی سرماییش؟ فرقش...؟ پی...؟ پی...؟

آهان... ندراره!! چون همون گرمایی که از ۴۰ تا ۴۵ درجه به آب داده می‌شه، از ۴۵ به ۴۰ درجه ازش پس گرفته می‌شه! آکه هنوز شک داری، من نگران

تندرستی قله‌ی (کله‌ی) شما می‌شما! بیایید خالصانه، گرما را به‌دست آوریم:

$$Q_{\text{خالص}} = mc\Delta\theta = 5 \times 4200 \times (40 - 20) = 5 \times 4200 \times 20 = 42000 \times 100 = 4200000 \text{ J} \rightarrow Q_{\text{خالص}} = 420 \text{ kJ}$$

توجه! این «تدریجی و آرام» در صورت تست ۲۷ و دنباله‌اش در همین تست، برای این نیست که کسی داستان رو نفهمه! واسه

اینه که اگه گرما با شتاب مبادله بشه، دمای همه جای جسم (آب) در هر لحظه، یکسان نمی‌شه و از اندازه‌گیری دما و رسم نمودار هم خبری

نیست! چه برسه به حل این تست!!

$$Q = mc\Delta\theta = 10 \times 4200 \times 40 = 168 \times 10^4 \text{ J}$$

۲۹- گزینهی «۲» گرمایی که آب می‌گیرد، برابر است با:

این انرژی از سوزاندن زغال تأمین می‌شود. اگر انرژی شیمیایی یکای جرم زغال را E بنامیم، انرژی آزادشده از سوختن جرم M از ماده‌ی سوختی،

$$Q = ME \rightarrow 168 \times 10^4 = M \times 33 / 6 \times 10^3 \rightarrow 2M = 100 \rightarrow M = 50 \text{ g}$$

برابر ME می‌شود.

دقت کن: چون E رو برحسب J/g جای‌گذاری کردیم، M برحسب g به‌دست می‌یاد!

۳۰- گزینهی «۲» مشخصات آب را با زیرنگاشت w و مشخصات آلومینیوم را با زیرنگاشت Al نشان می‌دهیم. می‌توانید اول Q_w را حساب

$$Q_w = Q_{Al}$$

کنید؛ سپس مساوی Q_{Al} قرار دهید. من ترجیح می‌دهم از اول، این دو را مساوی قرار دهم. محاسباتم ساده‌تر می‌شن!

$$m_w c_w \Delta\theta_w = m_{Al} c_{Al} \Delta\theta_{Al}$$

مهم نیست جرم‌ها (m_{Al} , m_w) چه واحدی داشته باشن! مهم اینه که واحدهاشون مشابه باشن!

$$\theta_w = 300 \times 4200 \times 8 = 400 \times 900 \times \Delta\theta_{Al} \rightarrow \Delta\theta_{Al} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$$



۱- طبق قانون اول ترمودینامیک، انرژی درونی جسم به دو صورت می‌تواند تغییر کند؛ یکی از طریق مبادله‌ی گرما و دیگری از طریق انجام کار.

۳۱- گزینهی «۳» به پای این دست اون دست کردن، گرما را دست به دست (آب به الکل) می‌کنیم! ($Q_A > 0$ و $Q_W < 0$) است.

$$Q_W = m_W c_W (\theta_{W_r} - \theta_{W_i}) \rightarrow -21 \times 10^3 = 0/100 \times 4200 (\theta_{W_r} - 60) \rightarrow -100 = 2(\theta_{W_r} - 60) \rightarrow \theta_{W_r} - 60 = -50$$

$$\Rightarrow \theta_{W_r} = 60 - 50 = 10^\circ \text{C}$$

$$Q_A = m_A c_A (\theta_{A_r} - \theta_{A_i}) \xrightarrow{(Q_A = -Q_W = 21 \text{ kJ})} 21 \times 10^3 = 0/250 \times 2100 (\theta_{A_r} - 20) \rightarrow 1000 = 25(\theta_{A_r} - 20)$$

$$(c_A = \frac{c_W = 4200}{2} = 2100 \text{ J/kg} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$\Rightarrow \theta_{A_r} - 20 = 40 \rightarrow \theta_{A_r} = 40 + 20 = 60^\circ \text{C} \rightarrow \Delta\theta_r = \theta_{A_r} - \theta_{W_r} = 60 - 10 \rightarrow \Delta\theta_r = 50^\circ \text{C}$$

$$Q_A = Q_B \rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \xrightarrow{(m_A = m_B)} \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{c_A}{c_B} = \frac{2c_B}{c_B} \rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = 2 \quad \text{۳۲- گزینهی «۴»}$$

نسبت دمای اولیه‌ی دو جسم به دردمان نخورد! دنبال استفاده از آن نباشید!

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_1 = m_1 c_1 \Delta\theta_1 \rightarrow 1200 = m_1 \times 400 \times 30 \rightarrow m_1 = 0/1 \text{ kg} = 100 \text{ g} \\ Q_2 = m_2 c_2 \Delta\theta_2 \rightarrow 300 = m_2 \times 400 \times 30 \rightarrow m_2 = 0/25 \text{ kg} = 25 \text{ g} \end{array} \right. \Rightarrow m_1 - m_2 = 100 - 25 \rightarrow \Delta m = 75 \text{ g} \quad \text{۳۳- گزینهی «۳»}$$

۳۴- گزینهی «۳» گرمای داده شده و گرمای ویژه‌ی مایع‌ها برابرند؛ پس:

$$Q_A = Q_B = Q \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \rightarrow c_A \times 30 = c_B \times 10 \rightarrow c_B = 3c_A$$

در حالی که گرمای Q به مخلوط دو مایع داده می‌شود، داریم:

$$Q = m_A c_A \Delta\theta + m_B c_B \Delta\theta \xrightarrow{(m_A = m_B = m)} a = m \Delta\theta (c_A + c_B) \xrightarrow{(c_B = 3c_A)} Q = 4mc_A \Delta\theta$$

Q رو با Q_A مقایسه کن! ایشالا جواب می‌گیری!

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_A = mc_A \Delta\theta_A \xrightarrow{(Q = Q_A)} mc_A \Delta\theta_A = 4mc_A \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{1}{4} \Delta\theta_A = \frac{1}{4} \times 30 \rightarrow \Delta\theta = 7/5^\circ \text{C} \\ Q = 4mc_A \Delta\theta \end{array} \right.$$

۳۵- گزینهی «۲» اول یادی از توان کنیم!

توان یعنی آهنگ انتقال انرژی و بنابراین اگر دستگاهی گرمای Q را در مدت t مبادله کند، توان گرمایی آن از رابطه‌ی

$$P = \frac{Q}{t}$$

مقابل به دست می‌آید:

$$P = \frac{mc\Delta\theta}{t} \rightarrow 500 = \frac{0/2 \times 4200 \times (70 - 20)}{t} \rightarrow t = 84 \text{ s}$$

با توجه به یادآوری بالا:

۳۶- گزینهی «۱» هر لیتر آب چند کیلوگرمه؟ گفتی ۱ kg؟! مرسی از این که کار ما رو راحت کردی! پس آب گرم کن در هر دقیقه (۶۰s)، ۲ kg

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} = \frac{2 \times 4200 \times (70 - 20)}{60} = 7000 \text{ W} \rightarrow P = 7 \text{ kW}$$

آب 20°C را به آب 70°C تبدیل می‌کند.

۳۷- گزینهی «۳» توان گرمایی جذب شده توسط روغن و آب برابرند. پس می‌توان گفت:

$$\frac{Q_o}{t_o} = \frac{Q_w}{t_w} \rightarrow \frac{Q_o}{Q_w} = \frac{t_o}{t_w} \rightarrow \frac{m_o c_o \Delta\theta}{m_w c_w \Delta\theta} = \frac{t_o}{t_w} \rightarrow \frac{3 \times c_o}{1 \times c_w} = \frac{15}{10} \rightarrow \frac{3c_o}{c_w} = \frac{3}{2} \rightarrow \frac{c_o}{c_w} = \frac{1}{2}$$

دقت کنید هم t_o و هم t_w را برحسب دقیقه جای گذاری کردیم. آگه می‌خواهید آن‌ها را برحسب ثانیه عددگذاری کنید، هم t_o و هم t_w را باید در عدد ۶۰ ضرب کنید؛ چه کاره؟

۳۸- گزینهی «۱» شخص در هر ساعت، $3/2 \times 10^5 \text{ J}$ و در ۳۰ دقیقه (معادل نیم‌ساعت)، $1/6 \times 10^5 \text{ J}$ گرما تولید می‌کند. محاسبه‌ایش رو هم

$$p = \frac{Q}{t} \rightarrow 3/2 \times 10^5 \text{ (J/h)} = \frac{Q}{0/5 \text{ (h)}} \rightarrow Q = 1/6 \times 10^5 \text{ J}$$

بین!

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow 1/6 \times 10^5 = 40 \times 4000 \times \Delta\theta \rightarrow 16\Delta\theta = 16 \rightarrow \Delta\theta = 1^\circ \text{C} \rightarrow \theta - 20 = 1 \rightarrow \theta = 21^\circ \text{C}$$

بل‌الفاظ! یعنی ما این قدر استعراز داشتیم و نمی‌دونستیم! به سؤال جدی! آیا امکان داره تحت شرایطی، اتفاق بالا در عمل بیفته و ما بتونیم، مثل یک گرم کن، دمای محیطمون رو 1°C (یا حتی بیشتر) افزایش بدیم؟!

۳۹- گزینهی «۳» کتون پندی دهم بر شما کنکوربان! بگرمید و کوشید با هم و هم‌زمان:

$$\left\{ \begin{array}{l} (P_A = \frac{Q}{t_A}, P_B = \frac{Q}{t_B}, P_{AB} = \frac{Q}{t_{AB}}) \\ (P_{AB} = P_A + P_B \text{ (A و B با هم و هم‌زمان)}) \end{array} \right. \Rightarrow \frac{Q}{t_{AB}} = \frac{Q}{t_A} + \frac{Q}{t_B} \rightarrow \frac{1}{t_{AB}} = \frac{1}{t_A} + \frac{1}{t_B} \xrightarrow{(t_A = 180 \text{ s})} \frac{1}{t_{AB}} = \frac{1}{180} + \frac{1}{90} = \frac{1+2}{180} = \frac{3}{180} = \frac{1}{60}$$

$$\Rightarrow t_{AB} = 60 \text{ s}$$

توجه کنید که Q گرمایی است که دمای ۱ لیتر آب را به اندازه‌ی معینی بالا می‌برد و برای هر سه آزمایش، یکسان است.

۴۰- گزینه‌ی «۲» یکی گرم‌کن، سه ظرف و به هر یک، ۱۰ دقیقه زمان!

$$\begin{cases} (Q = m_A c \Delta\theta_A, Q = m_B c \Delta\theta_B, Q = m_C c \Delta\theta_C) \\ (m_C = m_A + m_B \text{ می‌ریزیم: } C \text{ ظرف } A \text{ و } B \text{ را در ظرف } C) \end{cases} \Rightarrow \frac{Q}{c \Delta\theta_C} = \frac{Q}{c \Delta\theta_A} + \frac{Q}{c \Delta\theta_B}$$

توجه کنید که Q گرمایی است که گرم‌کن (با توان معین) در زمان ۱۰ دقیقه، تحویل می‌دهد و برای هر سه ظرف، یکسان است. اما ادامه‌ی حل:

$$\Rightarrow \frac{1}{\Delta\theta_C} = \frac{1}{\Delta\theta_A} + \frac{1}{\Delta\theta_B} = \frac{1}{18} + \frac{1}{36} = \frac{2+1}{36} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12} \rightarrow \Delta\theta_C = 12^\circ\text{C}$$

۴۱- گزینه‌ی «۲» با یادی از بازده، کارمان را پیش می‌بریم!

بازده‌ی (راندمان) یک دستگاه، نشان‌دهنده‌ی کارایی آن دستگاه در تبدیل انرژی ورودی به کار یا انرژی مطلوب است و با

$$Ra = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{E_{out}}{E_{in}}$$

روابط روبه‌رو داده می‌شود:

E_{out} و P_{out} ، به ترتیب انرژی و توان مفید و E_{in} و P_{in} ، به ترتیب انرژی و توان ورودی به دستگاهند.

توان مفید سماور، توانی است که صرف گرم شدن آب شده است. با توجه به این‌که جرم ۵ lit آب می‌شود ۵ kg، داریم:

$$P_{out} = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} = \frac{5 \times 4200 \times (90 - 10)}{40 \times 60} = \frac{5 \times 4200 \times 80}{40 \times 60} = 700 \text{ W}$$

$$Ra = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{700}{800} = 0.875 \text{ یا } 87.5\%$$

۴۲- گزینه‌ی «۴» گاز اول: گرمایی را که آب گرفته است، حساب می‌کنیم:

$$M = \rho V = 0.6 \times 1/4 = 0.15 \text{ kg} = 150 \text{ g}$$

گاز دوم: جرم گاز مصرف‌شده برابر است با:

$$E_{in} = ME = 150 \times 280 = 42000 \text{ kJ}$$

گاز سوم: انرژی حاصل از سوختن ۸۴۰ g گاز بوتان، برابر است با:

گاز چهارم: پس از ۴۲۰۰۰ kJ گرمایی که اجاق تولید می‌کند، فقط ۲۱۰۰۰ kJ آن به آب می‌رسد. لذا، راندمان اجاق گاز برابر است با:

$$Ra = \frac{E_{out}}{E_{in}} = \frac{21000}{42000} = \frac{1}{2} \rightarrow Ra = 0.5 \text{ یا } 50\%$$