

تلاشی در مسیر معرفت و فتوپ



- دانلود گام به گام تمام دروس 
- دانلود آزمون های قلم چی و گاج + پاسخنامه 
- دانلود جزوه های آموزشی و شب امتحانی 
- دانلود نمونه سوالات امتحانی 
- مشاوره کنکور 
- فیلم های انگیزشی 

 Www.ToranjBook.Net

 [@ToranjBook_Net](https://ToranjBook_Net)

 [@ToranjBook_Net](https://ToranjBook_Net)

ذیگر ۱

محتوای ویژه کتاب

مفاهیم آموزشی *

- پاسخ همه فعالیت‌ها، تمرین‌ها و پرسش‌های کتاب
- ایستگاه یادگیری
- عبارت‌های مهم و سوالات امتحانی
- ارزشیابی مستمر در پایان هر فصل همراه با پاسخ و بارم‌بندی
- آزمون‌های پایانی با پاسخ و بارم‌بندی

مسافت: مجموع طول‌هایی است که برای رفتن از یک نقطه (مبدأ) به نقطه دیگر (مقصد) پیموده می‌شود. که یکای آن m/s است.

حرکت

جایه‌جایی: کوتاه‌ترین فاصله بین مبدأ و مقصد است.

تندی متوسط: نسبت مسافت پیموده شده به مدت زمان صرف شده برای طی آن را «تندی متوسط» می‌گویند.

$$\frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان}} = \text{تندی متوسط}$$

نکته: برای تبدیل واحدها از m/s به km/h و بالعکس به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$m/s \xrightarrow{\times 3/16} km/h, \quad km/h \xrightarrow{+3/16} m/s$$

تندی لحظه‌ای: تندی متحرک در لحظه‌ای معین را «تندی لحظه‌ای» می‌گویند.

حرکت یکنواخت (حرکت با تندی ثابت): اگر در طول مسیر، تندی لحظه‌ای متحرک ثابت باشد، حرکت را «یکنواخت» می‌گوییم.

سؤال: تفاوت سرعت و تندی چیست؟

پاسخ: سرعت کمیتی است که دارای اندازه و جهت است ولی تندی فقط اندازه دارد.

سرعت متوسط: نسبت جایه‌جایی به مدت زمان جایه‌جایی را «سرعت متوسط» می‌گوییم.

$$\frac{\text{جایه‌جایی}}{\text{زمان}} = \text{سرعت متوسط}$$

سرعت لحظه‌ای: سرعت متحرک در هر لحظه از زمان یا در هر نقطه از مسیر را «سرعت لحظه‌ای» می‌گویند.

شتاب: تغییر در سرعت لحظه‌ای باعث ایجاد شتاب می‌شود.

شتاب متوسط: نسبت تغییر سرعت به مدت زمان تغییر آن را شتاب متوسط می‌گویند. که یکای آن (m/s^2) است.

$$\frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{زمان}} = \text{شتاب متوسط}$$

تلاش برای موفقیت

نیرو

نیرو ناشی از اثر متقابل دو جسم است که ممکن است بصورت تماس مستقیم یا کنش از راه دور اثر کند. واحد اندازه‌گیری نیرو نیوتون (N) است.

نیروهای متوازن: نیروهای هماندازه و در خلاف جهت هم را «متوازن» می‌گویند؛ این نیروها اگر بر جسم ساکن وارد شوند، جسم همچنان ساکن می‌ماند، اگر بر جسم در حال حرکت وارد شوند، جسم به حرکت خود (بدون تغییر سرعت) ادامه می‌دهد.

قوانين نیوتون:

قانون اول: اجسام تمایل دارند وضعیت اولیه خود را حفظ کنند مگر آنکه نیروی خالص غیرصفری بر آنها اثر کند.

قانون دوم: اگر نیروی خالص وارد بر جسم صفر نباشد، جسم در جهت نیرو شتاب می‌گیرد که مقدار آن برابر است با:

$$a = \frac{F}{m}$$

قانون سوم: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز نیرویی هماندازه و در خلاف جهت به جسم اول وارد می‌کند.

نیروی وزن: نیروی گرانشی که زمین و سیارات به اجسام تزدیک به خود وارد می‌کنند را «نیروی وزن» می‌گویند:

$$W = mg$$

نیروی اصطکاک: نیروی مقاوم دربرابر حرکت که ناشی از سطح تماس دو جسم است، «نیروی اصطکاک» نامیده می‌شود.

انواع نیروهای اصطکاک:

۱- **نیروی اصطکاک ایستایی:** نیروی اصطکاکی است که دربرابر حرکت جسم ساکن بر روی یک سطح مقاومت ایجاد می‌کند.

۲- **نیروی اصطکاک جنبشی:** نیروی اصطکاکی است که دربرابر حرکت جسم متحرک بر روی یک سطح مقاومت ایجاد می‌کند.

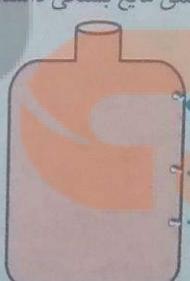
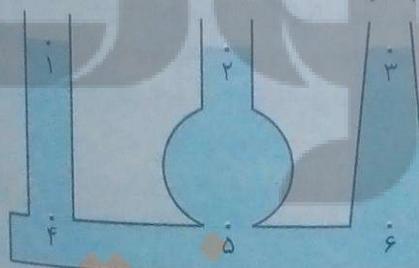
نکته: نیروی اصطکاک ایستایی به اندازه نیروی خالص وارد شده بر جسم است؛ نیروی اصطکاک جنبشی به اندازه نیروی خالص وارد شده بر جسم، بستگی نداشته و می‌تواند کمتر یا بیشتر یا هم‌اندازه با آن باشد.

فشار

نسبت نیروی عمود بر سطح به مساحت سطحی که نیرو به آن وارد می‌شود را «فشار» می‌گویند و یکای آن پاسکال (Pa) است.

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{Pa} \text{ یا } \frac{\text{N}}{\text{m}^2})$$

فشار مایعات: فشار در مایعات به عمق مایع بستگی داشته و نقاط هم‌عمق، هم فشار هستند:



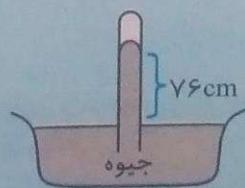
$$P_1 = P_2 = P_3, \quad P_4 = P_5 = P_6$$

اصل پاسکال: فشار وارد بر مایع بدون تغییر به همه قسمت‌های مایع و دیواره ظرف منتقل می‌شود.

فشار گازها: گازها بر دیواره ظرفی که در آن قرار دارند، فشار وارد می‌کنند.

فشار هو: هوا نیز مانند گازها به سطوح در تماس خود فشار وارد می‌کند.

فشارسنج جیوه‌ای توریچلی



تلاش

فصل ۱ فیزیک و اندازه‌گیری

کمیت‌های فیزیک - پیشوندهای SI - نمادگاری علمی - خط و دقت - تخمین مرتبه بزرگ - چگان

کلیدواژه

قوانين: همواره ثابت هستند.
مدل‌ها
نظریه‌های فیزیکی
با زمان و تحت شرایط تغییر می‌کنند.

برای توصیف پدیده‌ها در فیزیک
از سه مورد استفاده می‌شود

مدل‌سازی در فیزیک

در بررسی پدیده‌های فیزیکی بهقطر است اثرات جزوی را نادیده گرفته و موارد مهم و تعیین کننده را بررسی کنیم. به این کار «مدل‌سازی» می‌گویند. در این حالت یک پدیده را آن قدر ساده و آرامانی در نظر می‌گیریم که قابل تحلیل و بررسی شود. برای مثال در بررسی حرکت جسم بر روی زمین از تیروهای اصطکاک، مقاومت هوا و ... ضرور نظر می‌کنیم.

کمیت‌های فیزیکی

به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت کمیت فیزیکی می‌گویند مثل جرم، طول، زمان، تندی و

کمیت‌ها به دو بخش تقسیم می‌شوند:

۱- کمیت‌های عددی (اسکالار): کمیت‌هایی که با یک عدد و یکای مناسب به طور کامل مشخص می‌شوند، مثل کمیت جرم:

۲۵ kg
یکای عدد

۲- کمیت‌هایی برداری: کمیت‌هایی که با عدد، یکای مناسب و جهت مشخص می‌شوند، مثل کمیت جابه‌جایی:

۴ m
یکای عدد
(به سمت جنوب)
جهت

نکته: برای نوشتن کمیت‌های برداری از علامت پیکان در بالای نماد کمیت استفاده می‌شود مانند نیرو \bar{F} ، شتاب \bar{a} .

از دیدگاه یکاهای نیز کمیت‌ها را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد:

۱- کمیت‌های اصلی: کمیت‌هایی که برای آنها یکاهای استانداردی تعریف شده است مثال: طول، جرم، زمان و

۲- کمیت‌های فرعی: کمیت‌هایی که بر حسب کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند، مثال: تندی، مساحت و

اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاهای (SI): به دستگاه یکاهایی که مورد توافق بیشتر دانشمندان و کشورهای دستگاه بین‌المللی یکاهای می‌گویند که آن را با علامت اختصاری (SI) نشان می‌دهند.

مجموع عمومی اوزان و مقیاس‌ها هفت کمیت را به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب کرده است که اساس دستگاه بین‌المللی یکاهای را تشکیل می‌دهند و در جدول زیر نشان داده شده‌اند. در جدول سمت چپ نیز تعدادی کمیت فرعی به همراه یکاهای آنها آورده شده است.

کمیت فرعی			کمیت اصلی		
نماد	یکای (SI)	کمیت فرعی	نماد	یکای (SI)	کمیت اصلی
m/s	متر بر ثانیه	تندی	m	متر	طول
m^2	مترمربع	مساحت	kg	کیلوگرم	جرم
J	ژول	انرژی	s	ثانیه	زمان
N	نیوتون	نیرو	K	کلوین	دما
			mol	مول	مقدار ماده
			A	آمپر	حریان الکتریکی
			cd	کندلا (شمع)	شدت روشنایی

نکته: یکاهای فرعی با یکاهای اصلی مرتبط هستند مثلاً یکای فرعی شتاب $\frac{m}{s^2}$ است که با یکاهای اصلی طول (m) و زمان (s) مرتبط می‌شود.

kgm^2

تلاش

تبدیل یکاها: برای تغییر یکاها یک کمیت می‌توان از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده کرد. از آنجا که ضرب کردن هر کمیت در عددهای، اندازه آن کمیت را تغییر نمی‌دهد، کمیت را در یک ضرب تبدیل که نسبتی از یکاهای برابر یک است ضرب می‌کنیم:

مثال ۱: چند mm است؟

می‌دانیم هر 1 cm برابر 10mm است بنابراین $\frac{10\text{mm}}{1\text{cm}} = 1$ یا $\frac{1\text{cm}}{10\text{mm}} = 1$ که ضرب تبدیل مناسب برای این سؤال

$$52\text{cm} = (52\text{cm})(1) = (52\text{cm}) \times \left(\frac{10\text{mm}}{1\text{cm}}\right) = 520\text{mm} \rightarrow 52\text{cm} = 520\text{mm}$$

$\frac{10\text{mm}}{1\text{cm}} = 1$ است در نتیجه:

مثال ۲: چند کیلومتر است؟

می‌دانیم 1 km و 1m = 1000mm است؛ بنابراین $\frac{1\text{km}}{1000\text{m}} = 1$ و $\frac{1\text{m}}{1000\text{mm}} = 1$ ضرایب تبدیل مناسب این سؤال

$$4\text{mm} = (4\text{mm})(1)(1) = (4\text{mm}) \times \left(\frac{1\text{m}}{1000\text{mm}}\right) \times \left(\frac{1\text{km}}{1000\text{m}}\right) = \frac{4}{1000 \times 1000} \text{km} = 4 \times 10^{-6} \text{km}$$

هستند؛ در نتیجه:

سازگاری یکاها: اگر بخواهیم یکای یک طرف رابطه بر حسب یکای SI باشد یکاهای طرف دیگر رابطه نیز باید بر حسب یکای SI بیان شوند. مثلاً اگر در رابطه $F = ma$ یکاهای جرم و شتاب بر حسب یکاهای SI باشند، یکای نیرو نیز بر حسب یکای SI

$$\begin{array}{c} F = m \cdot a \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ (N) \quad kg \quad \frac{m}{s^2} \end{array}$$

به دست می‌آید:

پیشوندهای یکاها: کمیت‌های خیلی بزرگ یا خیلی کوچک را به کمک پیشوندی که به یکاهای آنها اضافه می‌شوند، فامگذاری می‌کنند.

مثال:

$$\text{یکا } \xrightarrow{\text{پیشوند}} \text{ کیمی} \rightarrow 42 \text{ کیلومتر}$$

برخی از پیشوندهای SI عبارتند از:

نماد	نام	پیشوند	ضریب	نماد	نام	پیشوند	ضریب
d	دسی		10^{-1}	da	دکا		10^1
c	سانتی		10^{-2}	h	هیکتو		10^2
m	میلی		10^{-3}	k	کیلو		10^3
μ	میکرو		10^{-6}	M	مگا		10^6
n	نانو		10^{-9}	G	جیگا (جیگا)		10^9
p	پیکو		10^{-12}	T	ترا		10^{12}
f	فیمتو		10^{-15}	P	پتا		10^{15}
a	آتو		10^{-18}	E	إگزا		10^{18}
z	زیتو		10^{-21}	Z	زتا		10^{21}
y	یوکتو		10^{-24}	Y	یوتا		10^{24}

مثال ۱: کمیت‌های زیر را بر حسب یکاهای خواسته شده بنویسید.

(الف) 0.004Ms چند کیلو ثانیه است؟

$$0.004\text{Ms} = (0.004\text{Ms})(1)(1) = (0.004\text{Ms}) \left(\frac{10^6\text{s}}{1\text{Ms}}\right) \left(\frac{1\text{ks}}{10^3\text{s}}\right) = \frac{0.004 \times 10^6}{10^3} \text{ks} = 0.004 \times 10^3 \text{ks} = 4\text{ks}$$

روش اول: روش دوم

$$\frac{0.004\text{Ms}}{\text{ks}} = \frac{0.004 \times 10^6}{10^3} = 0.004 \times 10^6 \times 10^{-3} = 4 \rightarrow 4\text{ks}$$

(ب) 10^7fm چند دسی‌متر است؟

$$4 \times 10^7\text{fm} = (4 \times 10^7\text{fm})(1)(1) = (4 \times 10^7\text{fm}) \left(\frac{10^{-15}\text{m}}{1\text{fm}}\right) \left(\frac{1\text{dm}}{10^{-1}\text{m}}\right)$$

$$= 4 \times 10^7 \times 10^{-15} \times 10^1 \text{dm} = 4 \times 10^{-11} \text{dm}$$

$$4 \times 10^7\text{fm} = 4 \times 10^7 \times 10^{-15}$$

تلاشی در معرفه

ج) ۴۵ هزار نانو ثانیه چند کیلو ثانیه است؟

$$45000 \text{ ns} = (45000 \text{ ns})(1)(1) = (45000 \text{ ns})\left(\frac{10^{-9} \text{ s}}{1 \text{ ns}}\right)\left(\frac{1 \text{ ks}}{10^3 \text{ s}}\right) = 45000 \times 10^{-9} \times 10^{-3}$$

$$= 45000 \times 10^{-12} \text{ ks} = 45 \times 10^{-9} \text{ ks}$$

$$\frac{45000 \text{ ns}}{\text{ks}} = \frac{45000 \times 10^{-9}}{10^3} = 45000 \times 10^{-9} \times 10^{-3} = 45 \times 10^{-9}$$

د) ۰/۰۰۰۰۸۳ گیگامتر چند پیکومتر است؟

$$0/000083 \text{ Gm} = (0/000083 \text{ Gm})(1)(1) = (0/000083 \text{ Gm})\left(\frac{10^9 \text{ fm}}{1 \text{ Gm}}\right)\left(\frac{1 \text{ pm}}{10^{-12} \text{ fm}}\right)$$

$$= 0/000083 \times 10^9 \times 10^{12} \text{ pm} = 0/000083 \times 10^{21} \text{ pm} = 83 \times 10^{15} \text{ pm}$$

$$\frac{0/000083 \text{ Gm}}{\text{pm}} = \frac{0/000083 \times 10^9}{10^{-12}} = 0/000083 \times 10^9 \times 10^{12} = 83 \times 10^{15}$$

نمادگذاری علمی: روشی است که نوشتن و محاسبه مقادیر خیلی بزرگ یا خیلی کوچک را ساده‌تر می‌کند. در این روش هر مقدار را به صورت حاصل ضرب عددی بین ۱ تا ۱۰ (نه خود) در توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسند. مثال:

$$10^8 \times 10^{-9} \text{ m} : \text{شعاع خورشید}$$

توانی از ۱۰ عدد آتا

نکته: در نوشتن اعداد با نمادگذاری علمی علامت توان ۱۰ با توجه به جایه‌جایی ممیز به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

(برعکس علامت محور اعداد صحیح)

جایه‌جایی ممیز / جایه‌جایی ممیز
ممیز

مثال ۱: اعداد زیر را با نمادگذاری علمی بنویسید.

$$0/00068 = 6/8 \times 10^{-4}$$

مثال ۲: اعداد زیر را با نمادگذاری علمی و بر حسب یکاهای خواسته شده بنویسید.

$$0/000125 \mu\text{m} = X \text{ cm}$$

$$X = \frac{0/000125 \mu\text{m}}{\text{cm}} = \frac{1/25 \times 10^{-4} \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 1/25 \times 10^{-4} \times 10^{-6} \times 10^2 = 1/25 \times 10^{-8}$$

$$6870 \text{ Tg} = X \text{ Eg}$$

$$X = \frac{6870 \text{ Tg}}{\text{Eg}} = \frac{6870 \times 10^3 \times 10^{12}}{10^{18}} = 6870 \times 10^3 \times 10^{12} \times 10^{-18} = 6870 \times 10^{-3}$$

خطا و دقت

عوامل مؤثر بر دقت اندازه گیری: ۱- دقت وسیله اندازه گیری - ۲- مهارت شخص - ۳- تعداد دفعات اندازه گیری

دققت اندازه گیری هر وسیله کمترین مقدار قابل اندازه گیری با آن وسیله است.

نکته: در ابزارهای مدرج، دقت اندازه گیری برابر است با کوچک‌ترین درجه بندی آن ابزار.

نکته: در ابزارهای رقمی (دیجیتال) دقت اندازه گیری برابر با یک واحد از آخرين رقمی است که آن ابزار می‌خواند.

نکته: خطای اندازه گیری خط کش و سایر وسیله‌های درجه بندی شده $\frac{1}{3}$ برابر کمترین تقسیم‌بندی مقیاس آن وسیله است.

نکته: خطای اندازه گیری وسایل رقمی (دیجیتال) مشبّت و منفی یک واحد از آخرین رقمی است که دستگاه می‌خواند (قیمت سمت راست عدد).

مثال: خطای اندازه گیری خط کشی که تا سانتی متر درجه بندی شده چقدر است؟ اگر خط کش تا میلی‌متر درجه بندی شده باشد

خطای آن چقدر است؟

± ۰/۵ cm : خطای خط کش سانتی متری

± ۰/۵ mm : خطای خط کش میلی متری

فعال

ازون

مهما

چند

بزرگ

پرس

شكل

بگوی

رفته

پرتوی

بارکه

لزمه

راستا

در د

مدل

نور

برخوا

بزنی

د

پرس

اگره

مزار

معمار

ف

ذر

ق

ص

لو

مثال ۲: یک دماسنجه دیجیتالی دمای $8 / 65^{\circ}\text{C}$ را نشان می‌دهد. خطای این دماسنجه چقدر است؟

$\pm 0 / 0^{\circ}\text{C}$: خطای دماسنجه

نکته: نحوه خواندن نتیجه اندازه‌گیری از جمله مهارت‌های شخص است که روی دقت اندازه‌گیری مؤثر است.

نکته: برای کاهش خطای در اندازه‌گیری، باید اندازه‌گیری را چند بار تکرار کرده، اعدادی که اختلاف زیادی با بقیه اعداد دارند را کنار

گذاشته و میانگین سایر اعداد را به عنوان نتیجه پذیرفت.

نکته: رقم‌هایی را که در اندازه‌گیری یک کمیت ثبت می‌شود، رقم‌های با معنا می‌گویند. در رقم‌های با معنا، رقم آخر عدد که آن را

حدس می‌زنیم غیرقطعی است.

مثال ۳: با خطکشی که بر حسب سانتی‌متر مدرج شده طول جسمی را $10 / 7$ سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌کنیم؛

(الف) خطای اندازه‌گیری این وسیله چقدر است؟

چون خطکش بر حسب سانتی‌متر مدرج شده خطای اندازه‌گیری آن $5\text{ cm} \pm 0 / 0$ است.

(ب) در این اندازه‌گیری تعداد ارقام با معنا چقدر است؟ سه رقم

(ج) رقم غیرقطعی این اندازه‌گیری کدام رقم است؟ عدد ۷

در این موارد از تخمین استفاده می‌کنیم: ۱- دقت بالا در محاسبات اهمیت نداشته باشد. ۲- زمان کافی برای محاسبه دقیق

نداشته باشیم. ۳- اطلاعات موردنیاز در دسترس نباشد.

تخمین مرتبه بزرگ: در تخمین مرتبه بزرگی یک عدد ابتدا عدد را با نمادگذاری علمی ($x \times 10^n$) نوشت و به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$1 \leq x < 5 \rightarrow x \sim 10^0$$

$$5 \leq x < 10 \rightarrow x \sim 10^1$$

$$4536 = 4 / 536 \times 10^3 \sim 10^0 \times 10^3 \sim 10^3 \quad (\text{الف})$$

$$0 / 067 = 6 / 7 \times 10^{-2} \sim 10 \times 10^{-2} \sim 10^{-1} \quad (\text{ب})$$

$$0 / 000815 = 8 / 15 \times 10^{-4} \sim 10 \times 10^{-4} \sim 10^{-3} \quad (\text{ج})$$

$$27 = 2 / 7 \times 10^1 \sim 10^0 \times 10^1 \sim 10^1 \quad (\text{د})$$

مثال ۱: مرتبه بزرگی اعداد زیر را تخمین بزنید.

چگالی: جرم واحد حجم اجسام را چگالی می‌گویند و آن را با ρ نشان داده و از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

جرم بر حسب kg، V: حجم بر حسب m^3 و ρ : چگالی بر حسب kg/m^3

مثال ۱: مقدار ۵ کیلوگرم از فلزی $0 / 001\text{ m}^3$ حجم دارد. چگالی این فلز چقدر است؟

$$m = 5\text{ kg}, V = 0 / 001\text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{5}{0 / 001} = 5000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

مثال ۲: اگر چگالی هوا $1 / 2 \text{ kg/m}^3$ باشد، در اتفاقی به ابعاد ۶، ۵ و ۴ متر چند کیلوگرم هوا وجود دارد؟

$$\rho = 1 / 2 \text{ kg/m}^3, V = 4 \times 5 \times 6 = 120\text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1 / 2 \times 120 = 144\text{ kg}$$

مثال ۳: اگر چگالی الکل $1 / 8 \text{ g/cm}^3$ باشد. جرم 2 L الکل چند گرم است؟

نکته: اگر چگالی بر حسب $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و حجم بر حسب cm^3 باشد، جرم بر حسب g محاسبه می‌شود.

$$\rho = 1 / 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, V = 0 / 2\text{ L} = 0 / 2 \times 10^3 \text{ cm}^3, m = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1 / 8 \times 0 / 2 \times 10^3 = 160\text{ g}$$

مثال ۴: چگالی مایع A، $\frac{4}{5}$ چگالی مایع B است. اگر حجم ۸kg از مایع A برابر 10 L باشد. حجم ۵kg از B چند لیتر است؟

$$\rho_A = \frac{4}{5} \rho_B, m_A = 8\text{ kg}, V_A = 10\text{ L}, m_B = 5\text{ kg}, V_B = ?$$

$$\rho_A = \frac{4}{5} \rho_B \rightarrow m_A = \frac{4}{5} m_B \rightarrow 8 = \frac{4}{5} \cdot 5 \rightarrow 8 = 4$$

نحوه تخمین
مرتبه بزرگ

تلاش
برای
وفقا

۱-۱ فعالیت

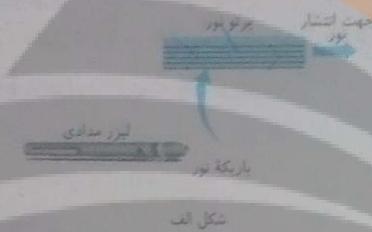
افزون بر فهرست بالا، شما نیز به اتفاق اعضای گروه خود، فهرست دیگری از کاربردهای فیزیک در فناوری تهیه کنید که نقش مهمی در زندگی ما دارند. (این فهرست را می‌توانید به صورت پوستر، پاورپوینت، فیلم‌های کوتاه و... تهیه و ارائه کنید.)
چند موضوع پیشنهادی در این زمینه عبارتند از: ۱- دستگاه‌های ساتریفیوژ در غذی سازی اورانیوم ۲- دستگاه‌های کنترل سرعت در بزرگراه‌ها ۳- کاربرد فناوری‌های نانو در تولید آتوماسانها ۴- طراحی و ساخت انواع زم (Ram) و حافظه‌های جانشی رایانه.

۴

۱-۲ پرسش

شکل الف بر اساس آنچه در علوم سال هشتم در زمینه نورشناسی خواندید آمده است. اجزای این شکل را توضیح دهید و پگویید که در آن، چه چیزی مدل‌سازی شده است. این مدل‌سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به کار رفته است. (شکل ب)؟

۵



پرتوی نور: ناچار ترین باریکه نوری که بتوان تصویر کرد، پرتوی نوری گویند.

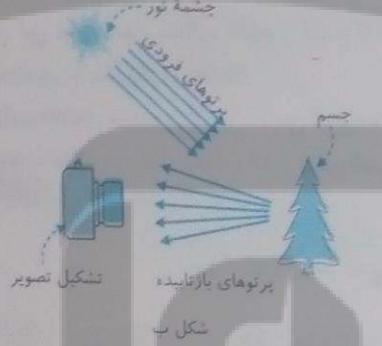
باریکه نور: به پرتوهای نورکه از شکافی گذشته باشند، باریکه نوری گویند.

لیزر مدادی: وسیله‌ای است که پرتوهای نور را در مستقیم و راستایی مشخص منتشر می‌کند.

در شکل الف پرتوهای نور به صورت باریکه نور در لیزر مدادی مدل‌سازی شده‌اند.

نور خورشید به صورت پرتوهایی موازی به سطح جسم (درخت) برخورد و به صورت واگرا پراکنده می‌شوند. عدسی دوربین، این پرتوهای واگرا را جمع و بر روی فیلم عکاسی منتقل می‌کند.

۶



۲-۱ پرسش

اگر مطابق شکل روبه‌رو، یکای طول را به صورت فاصله نوک یعنی تا نوک انگشتان دست کشیده شده بگیریم، چه مزایا و معایبی دارد؟

مزایا: همواره و در همه جا در دسترس است.

معایب: مقدار این یکا ثابت نبوده و از فردی به فرد دیگر تغییر می‌کند.

۷



۲-۱ فعالیت

ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. هر ذرع 10^4 سانتی‌متر و هر فرسنگ 6000 ذرع است. فشم، بزرگ‌ترین جزیره خلیج فارس است که مساحت آن از بیش از بیست کشور جهان بزرگ‌تر است. طول این جزیره حدود 120 کیلومتر برآورد شده است. این طول را بر حسب ذرع و فرسنگ بیان کنید.

ابدا طول جزیره را به مترو سپس به سانتی‌متر تبدیل می‌کنیم. (هر کیلومتر برابر 1000 متر و هر متر برابر 100 سانتی‌متر است).

$$120 \text{ km} \times 1000 = 120000 \text{ m} \times 100 = 12000000 \text{ cm}$$

$$12000000 \text{ cm} + 10^4 = 115384 / 615 \text{ ذرع}$$

$$115384 / 615 = 19 / 231 \text{ فرسنگ}$$

تلاش در مسیر معرفیت



۹۴۹

تمرین ۱-۱

الف) یکای نجومی برابر میانگین فاصله زمین تا سطح خورشید است ($1\text{AU} = 1/5 \times 10^{11}\text{m}$). فاصله زمین (منظومه شمسی) تا نزدیک ترین ستاره بعد از خورشید، بر حسب یکای نجومی چقدر است؟

مطابق جدول ۱-۳ فاصله منظومه شمسی تا نزدیک ترین ستاره $10^{16} \times 4$ است. اگر این فاصله را بر بکار نجومی نگیریم

کنیم فاصله منظومه شمسی تا نزدیک ترین ستاره به دست می آید:

ب) مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلا می پیماید یک سال نوری می نامند و آن را با نماد y نمایش می دهند. گوازارها دورترین اجرام شناخته شده از منظومه شمسی هستند و به عبارتی در دورترین محل قابل مشاهده کیهان قرار دارند. فاصله گوازارها از منظومه شمسی $10^{16} \times 10^{26}$ متر برآورد شده است. این فاصله را بر حسب سال نوری بیان کنید. تندی نور را در خلا $10^8 \times 10^{26} / 10^{16} = 10^8$ متر بر ثانیه در نظر بگیرید.

مطابق جدول ۱-۳ یک سال نوری $10^{15} \times 9 \times 10^{15}$ است بنابراین:

$$\frac{1}{y} = \frac{9 \times 10^{15}}{10^{16}}$$

$$\frac{1}{y} = \frac{1}{10} \times 10^{11} = 0.1 \times 10^{11} \text{ m}$$

فعالیت ۳-۱

خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم است. این یکاهای به صورت زیر به یکدیگر مرتبط‌اند:

$$1\text{ خروار} = 100\text{ من تبریز} = 40\text{ سیر} = 640\text{ مثقال}$$

با توجه به اینکه هر مثقال معادل $4/86$ گرم است، هر کدام از این یکاهای را بر حسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

$$1\text{ مثقال} = 4/86 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\frac{1}{96} \text{ مثقال} = 1\text{ گندم} \rightarrow 1\text{ گندم} = 1\text{ مثقال}$$

$$\frac{1}{24} \text{ مثقال} = 1\text{ نخود} \rightarrow 1\text{ نخود} = 24\text{ مثقال}$$

$$\frac{640}{4} \text{ مثقال} = 16\text{ سیر} \rightarrow 1\text{ سیر} = 40\text{ مثقال}$$

$$640 \times 4/86 = 3110/4 \text{ kg} = 3110/4 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$100 \times 3110/4 \text{ g} = 3110 \times 4 \text{ g} = 3110 \times 4 \times 10^{-3} \text{ kg} = 31/10 \text{ kg}$$

فعالیت ۴-۱

در خصوص چگونگی اندازه‌گیری زمان از دوران باستان تا عصر حاضر مطالبی را به طور مستند تهیه کنید.

مطلوب تهیه شده را با توجه به مهارت و علاقه‌مندی افراد گروه خود، به یکی از شکل‌های روزنامه دیواری، پاورپوینت، قطعه فیلم کوتاه و ... به کلاس درس ارائه دهید.

انسان‌ها در گذشته جهت انجام امور کشاورزی، تعیین دستمزد و ... نیاز به اندازه‌گیری زمان داشتند که استفاده از خورشید، ماد

آب از جمله ابزارهای قدیمی سنجش زمان بوده است. آریایی‌ها و زرتشیان شبانه‌روز را بر مبنای پنج گاه شامل برآمدن آفتاب نیمروز تا ۳ ساعت پس از نیمروز، از ۳ ساعت پیشین تا فرود آمدن آفتاب، از فروغ قفن آفتاب و پیدا شدن ستاره شامگاهی در آسمان تا نیمه شب و از نیمه شب تا برآمدن آفتاب تقسیم می‌کردند. شیوه دیگر تقسیم شبانه‌روز به ۲۴ ساعت یا پاس بود. در پیش

موارد نیز از سایه خورشید با استفاده از ستون‌ها و با دیوارها زمان را تعیین می‌کردند. از جمله ابزارهای اندازه‌گیری زمان ساعت‌های

آبی، ساعت‌های آفتابی، ساعت‌های شنبی یا ماسه‌ای بودند. با پیشرفت علم و دانش بشری به تدریج ساعت‌های دقیق‌تر

مکانیکی، وزنه‌ای، فنردار، برقی، باتری دار، کامپیوتری، و ... جای ساعت‌های قدیمی را گرفت. به خصوص از زمان استفاده انسان از

فیبر، جهت راه انداختن چرخ‌ددنده‌ها، سنجش دقیق تر زمان امکان پذیر گردید. در اوایل قرن ۱۶ اولین ساعت مچی آهنی توسعه یک

آلیان را گذاشت. با اینها با استفاده از فنر و چرخ‌ددنده‌های بسیار ریز امکان ساختن ساعت‌های مچی طیف به وجود آمد. اولین

آنچه بود، با اینها با استفاده از فنر و چرخ‌ددنده‌های بسیار ریز امکان ساختن ساعت‌های مچی طیف به وجود آمد.

تلاش

ساعت‌های بسیار دقیق کامپیوتری و حتی اتمنی را بسازد که از جمله آنها ساعت‌های بلور کوارتز است که براساس تداوم ارتعاشات بلور کوارتز به طریق الکتریکی کار می‌کند. خطای بهترین نوع این ساعت‌ها 0.25% در سال است. نوعی ساعت اتمنی نیز ساخته شده است که براساس بسامد مشخص ایزوتوپ سزیم (Cs_{133}) کار می‌کند و دقت آن $\frac{1}{12}$ است، یعنی دو ساعت سزیم که با این دقت کار می‌کنند بعد از 6000 سال بیش از 1% اختلاف نخواهند داشت. (اطلاعات تکمیلی را می‌توانید با مراجعه به سایت ویکی‌پدیا به آدرس <https://fa.wikipedia.org> و جستجوی «تاریخ ابزارهای زمان» کسب کنید).

تمرین ۱-۲

در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم. از شلنگ شکل رو به رو، آب با آهنگ $125 \text{ cm}^3/\text{s}$ خارج می‌شود. این آهنگ را به روش تبدیل زنجیره‌ای، بر حسب یکای لیتر بر دقیقه ($\frac{\text{L}}{\text{min}}$) بنویسید. (هر لیتر معادل 1000 سانتی‌متر مکعب است).

$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = (125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}})(1)(1) = (125 \frac{\text{cm}}{\text{s}})(\frac{60\text{s}}{1\text{min}})(\frac{1\text{L}}{1000\text{cm}^3}) = 7.5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

پرسشن ۳-۱

کدام گزینه جرم یک زنبور عسل (0.00015kg) را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می‌کند؟

$15 \times 10^{-5}\text{kg}$ $1/5 \times 10^{-4}\text{kg}$ $1/5 \times 10^{-3}\text{kg}$

$0.00015\text{kg} = 1/5 \times 10^{-4}\text{kg}$ جرم زنبور عسل بانمادگذاری علمی به صورت $1/5 \times 10^{-4}\text{kg}$ است.

تمرین ۳-۲

* با توجه به پیشوندهای یکاهای SI و نمادگذاری علمی جدول زیر را کامل کنید.
 قطر میانگین یک گلوبول (گویچه) قرمز:

$$7.0 \times 10^{-6}\text{ m} = (7.0 \times 10^{-6}\text{ m})(1) = (7.0 \times 10^{-6}\text{ m})(\frac{1000\text{mm}}{1\text{m}}) = 7.0 \times 10^{-6} \times 10^3 \text{ mm} = 7 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

$$7.0 \times 10^{-6}\text{ m} = (7.0 \times 10^{-6}\text{ m})(1) = (7.0 \times 10^{-6}\text{ m})(\frac{1\mu\text{m}}{1\text{m}}) = 7 \mu\text{m}$$

قطر هسته اتم اورانیوم:

$$1/75 \times 10^{-14}\text{ m} = (1/75 \times 10^{-14}\text{ m})(1) = (1/75 \times 10^{-14}\text{ m})(\frac{1\text{pm}}{10^{-12}\text{m}}) = 1/75 \times 10^{-2}\text{ pm}$$

$$1/75 \times 10^{-14}\text{ m} = (1/75 \times 10^{-14}\text{ m})(1) = (1/75 \times 10^{-14}\text{ m})(\frac{1\text{fm}}{10^{-15}\text{m}}) = 1/75 \times 10\text{ fm} = 17/5\text{ fm}$$

جرم یک گیره کاغذ:

$$1/0 \times 10^{-4}\text{ kg} = (1 \times 10^{-4}\text{ kg})(1) = (1 \times 10^{-4}\text{ kg})(\frac{1000\text{g}}{1\text{kg}}) = 1 \times 10^{-1}\text{ g}$$

$$1/0 \times 10^{-4}\text{ kg} = (1 \times 10^{-4}\text{ kg})(1) = (1 \times 10^{-4}\text{ kg})(\frac{1000\text{g}}{1\text{kg}})(\frac{1\text{mg}}{10^{-3}\text{g}}) = 1 \times 10^2\text{ mg}$$

زمانی که نور مسافت $3/0$ متر را در هوا طی می‌کند:

$$1/0 \times 10^{-9}\text{ s} = (1 \times 10^{-9}\text{ s})(1) = (1 \times 10^{-9}\text{ s})(\frac{1\mu\text{s}}{10^{-6}\text{s}}) = 1 \times 10^{-3}\mu\text{s}$$

$$1/0 \times 10^{-9}\text{ s} = (1 \times 10^{-9}\text{ s})(1) = (1 \times 10^{-9}\text{ s})(\frac{1\text{ns}}{10^{-9}\text{s}}) = 1\text{ ns}$$

زمانی که صوت مسافت 35 m را در هوا طی می‌کند:

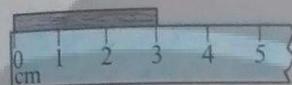
$$\frac{1}{10 \times 10^{-3}\text{ s}} = (1 \times 10^{-3}\text{ s})(1) = (1 \times 10^{-3}) \left(\frac{1\text{ ms}}{10^{-3}} \right) = 1\text{ ms}$$

$$= (1 \times 10^{-3}\text{ s})(1) = (1 \times 10^{-3}) \left(\frac{1\mu\text{s}}{10^{-6}} \right) = 1 \times 10^3\mu\text{s}$$

۱۷

تمرین ۴-۱

- ۱- در هر یک از شکل‌های (الف) تا (پ)، طول جسم را چقدر گزارش می‌کنید؟ در گزارش خود، هم عدد غیرقطعی و هم خطای وسیله را مشخص کنید.



(ب)



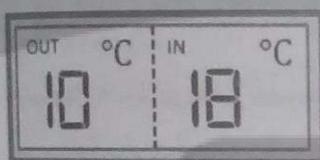
(ب)



(الف)

- الف) طول جسم $\pm 0.5\text{ cm}$, عدد غیرقطعی ۵، خطای وسیله $\pm 0.5\text{ cm}$
 ب) طول جسم $\pm 0.5\text{ mm}$, عدد غیرقطعی ۷، خطای وسیله $\pm 0.5\text{ mm}$
 پ) طول جسم $\pm 0.5\text{ cm}$, عدد غیرقطعی ۰، خطای وسیله $\pm 0.5\text{ cm}$

- ۲- شکل رو به رو یک دماسنجد رقمنی را نشان می‌دهد که دمای خارج و داخل گلخانه‌ای را به ترتیب 10°C و 18°C می‌خواند. عدد غیرقطعی و خطای دماسنجد را مشخص کنید.
 در دمای داخل عدد غیرقطعی ۸ و در دمای خارج عدد غیرقطعی صفر است.
 خطای این دماسنجد $1^\circ\text{C} \pm 0.5$ است.



۱۷

تلاش
برای
یافتن
دستگاه
دما
توسطه

۱۷

فعالیت ۱-۵

- در بسیاری از کارگاه‌های صنعتی مانند تراشکاری‌ها، اندازه‌گیری طول با ابزارهای دقیق تراز خطکش میلی‌متری انجام می‌شود. این ابزارها، کولیس و ریزسنج نام دارند که اجزای اصلی آنها در شکل‌های الف و ب نشان داده شده است....
 نحوه کار کردن با کولیس را معلم به شما توضیح می‌دهد.
 موارد قابل اندازه‌گیری توسط کولیس عبارتند از:

ضخامت میز کلاس، ضخامت یک کتاب، قطر داخلی یک لوله، قطر خارجی یک گوی شیشه‌ای

$16/23\text{ mm}$

ضخامت میز کلاس

$7/50\text{ mm}$

ضخامت یک کتاب

$5/48\text{ mm}$

قطر داخلی یک لوله

$12/32\text{ mm}$

قطر خارجی یک گوی شیشه‌ای

شرح کار با کولیس: جسم را بین شاخص‌های ثابت و متحرک طوری قرار می‌دهیم که هر دو شاخص با بدنه جسم تماس داشته باشد. سپس درجات را از روی خطکش (عددی که صفر ورنیه در مقابل آن قرار دارد و یا از آن گذشته است) و کسر درجات را روی درجاتی: از ورنیه پیدا می‌کنیم که درست برابر یکی از درجات خطکش قرار گرفته است.
 موارد قابل اندازه‌گیری توسط ریزسنج عبارتند از:

ضخامت یک برگ کاغذ، ضخامت یک تکه مقوا، ضخامت یک خطکش فلزی، قطر خارجی یک لوله خودکار

$0/08\text{ mm}$

ضخامت یک برگ کاغذ

$0/20\text{ mm}$

ضخامت یک تکه مقوا

$0/50\text{ mm}$

ضخامت یک خطکش فلزی

دستگاه
دما
توسطه

تلاش

تلاش در
جسم تماش
و کسر در

تمرین ۱-۶

* یک دیگر از یکاهای متداول چگالی، گرم برسانی مترمکعب (kg / m^3) است. به روش تبدیل زنجیره‌ای نشان دهید:

$$\begin{aligned} 1\text{kg} &= 10^3\text{g} \\ 1\text{m}^3 &= 10^6\text{cm}^3 \Rightarrow 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = (1000) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = (1000) \frac{\text{kg}}{(10^3\text{cm})^3} = (1000) \frac{10^3\text{g}}{10^9\text{cm}^3} = 10^{-6}\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \end{aligned}$$

پرسشن ۱-۴
چگالی بزنین $3 \text{ kg} / \text{m}^3$ / ۶ است. توضیح دهید چرا آب مایع مناسبی برای خاموش کردن بزنین شعله ور نیست.

چون چگالی بزنین $3 \text{ kg} / \text{m}^3$ (۶۰۰۰) است، بزنین بر روی سطح آب قرار گرفته و همچنان شعله ور باقی می‌ماند.

۲۱

الف) تخمین بزنید در هر شبانه روز چند لیتر بخار بزنین وارد هوای شهر تهران می‌شود. چون تبخیر سطحی بزنین بالاست، در مخازن بزنین همواره بخار بزنین وجود دارد. از آنجا که با وارد شدن هر مقدار بزنین به یک مخزن به همان مقدار بخار بزنین از مخزن خارج می‌شود، با کمی دقت در فرایند پخش درمی‌باشیم برای اینکه یک لیتر بزنین به دست مصرف کننده برسد سه بار باید از مخزنی به مخزن دیگر منتقل شود (۱) - از مخزن ابزار به نفتکش - (۲) از نفتکش به مخزن جایگاه - (۳) از مخزن جایگاه به باک خودرو. پس به ازای هر یک لیتر بزنین، ۳ لیتر بخار بزنین وارد هوای شود. اگر میانگین مصرف بزنین شهر تهران را ۸ میلیون لیتر در روز فرض کنیم، در هر شبانه روز ۲۴ میلیون لیتر $L = 10^7 \sim 10^6 \times 10^6 \sim 2 \times 10^6 \times 10^6$ میلیون لیتر.

ب) تحقیق کنید در کشورهای دوستدار محیط زیست، چه تدبیری می‌اندیشند تا این بخار، که برای محیط زیست و همچنین سلامتی انسان‌ها بسیار مضر است، وارد هوا نشود.

- ۱- بخار بزنین خارج شده در زمان جابه‌جایی‌ها را جمع‌آوری کرده و دوباره استحصال (بازیافت) می‌کنند.
- ۲- با وسائل و تجهیزات کافی محل اتصال مسیرهای انتقال بزنین را پوشش می‌دهند.

۲۲

تمرین ۱-۵

الف) آزمایش طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان جرم و حجم یک قطره آب را اندازه‌گیری کرد.

اندازه‌گیری جرم یک قطره آب: ظرفی را بر روی ترازوی دیجیتال قرار داده و ترازو را در وضعیت صفر قرار می‌دهیم. با قطره چکان آن قدر قطرات آب را در ظرف می‌چکانیم که ترازو عددی را نشان دهد. حال اگر جرم نشان داده شده را بر تعداد قطرات آب ریخته شده تقسیم کنیم، جرم یک قطره آب به دست می‌آید.

اندازه‌گیری حجم یک قطره آب: سرنگی را با حجم معین از آب پر کرده و با فشردن آهسته آن، آب را به صورت قطره قطره خارج می‌کنیم تا به طور کامل تخلیه شود، حال اگر حجم آب داخل سرنگ را بر تعداد قطرات آب خارج شده، تقسیم کنیم، حجم هر قطره به دست می‌آید. (به جای سرنگ از قطره چکان درجه بندی شده نیز می‌توان استفاده کرد).

ب) تکه‌ای سیم لاقی تارک یا نخ قرقره به طول تقریبی یک متر تهیه کنید. آزمایش طراحی و اجرا کنید که به کمک یک خطکش میلی‌متری بتوان قطراین سیم یا نخ را اندازه‌گیری کرد.

سیم را بادقت به دور یک لوله باریک (مثل لوله خودکار) طوری می‌بیچیم که دورهای سیم در کنار هم قرار گیرند. اگر ضخامت سیم پیچیده شده را با خطکش اندازه‌گیری کرده و بر تعداد دورهای سیم تقسیم کنیم قطر سیم به دست می‌آید.

۲۱

الف) تخمین بزنید در هر شبانه روز چند لیتر بخار بزنین وارد هوای شهر تهران می‌شود. چون تبخیر سطحی بزنین بالاست، در مخازن بزنین همواره بخار بزنین وجود دارد. از آنجا که با وارد شدن هر مقدار بزنین به یک مخزن به همان مقدار بخار بزنین از مخزن خارج می‌شود، با کمی دقت در فرایند پخش درمی‌باشیم برای اینکه یک لیتر بزنین به دست مصرف کننده برسد سه بار باید از مخزنی به مخزن دیگر منتقل شود (۱) - از مخزن ابزار به نفتکش - (۲) از نفتکش به مخزن جایگاه - (۳) از مخزن جایگاه به باک خودرو. پس به ازای هر یک لیتر بزنین، ۳ لیتر بخار بزنین وارد هوای شود. اگر میانگین مصرف بزنین شهر تهران را ۸ میلیون لیتر در روز فرض کنیم، در هر شبانه روز ۲۴ میلیون لیتر $L = 10^7 \sim 10^6 \times 10^6 \sim 2 \times 10^6 \times 10^6$ میلیون لیتر.

ب) تحقیق کنید در کشورهای دوستدار محیط زیست، چه تدبیری می‌اندیشند تا این بخار، که برای محیط زیست و همچنین سلامتی انسان‌ها بسیار مضر است، وارد هوا نشود.

- ۱- بخار بزنین خارج شده در زمان جابه‌جایی‌ها را جمع‌آوری کرده و دوباره استحصال (بازیافت) می‌کنند.
- ۲- با وسائل و تجهیزات کافی محل اتصال مسیرهای انتقال بزنین را پوشش می‌دهند.

۲۲

تمرین ۱-۴

* یک دیگر از یکاهای متداول چگالی، گرم برسانی مترمکعب (kg / m^3) است. به روش تبدیل زنجیره‌ای نشان دهید:

$$\begin{aligned} 1\text{kg} &= 10^3\text{g} \\ 1\text{m}^3 &= 10^6\text{cm}^3 \Rightarrow 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = (1000) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = (1000) \frac{\text{kg}}{(10^3\text{cm})^3} = (1000) \frac{10^3\text{g}}{10^9\text{cm}^3} = 10^{-6}\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \end{aligned}$$

۲۲

پرسشن ۱-۴
چگالی بزنین $3 \text{ kg} / \text{m}^3$ / ۶ است. توضیح دهید چرا آب مایع مناسبی برای خاموش کردن بزنین شعله ور نیست.

چون چگالی بزنین $3 \text{ kg} / \text{m}^3$ (۶۰۰۰) است، بزنین بر روی سطح آب قرار گرفته و همچنان شعله ور باقی می‌ماند.

تمرین ۷-۱

حجم خون در گردنی یک فرد بالغ با توجه به جرمش، می‌تواند بین $5\text{ L} / 70\text{ L}$ نا $4\text{ L} / 70\text{ L}$ خون چند کیلوگرم است؟ چگالی خون را 1050 g/cm^3 بگیرید.

$$V = 4/70\text{ L} = 4/70 \times 10^3 \text{ cm}^3, \rho = 1050 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, m = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1050 \times 4/70 \times 10^3 = 4930 \times 10^3 \text{ g} = 4930 \text{ kg} \rightarrow m = 4930 \text{ kg}$$

تمرین ۸-۱

حجم و وزن تقریبی هوا درون کلاستان را پیدا کنید.

چگالی هوا در دمای 20°C برابر است با $\rho = 1.205 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. ابعاد کلاس را $5\text{ m} \times 6\text{ m} \times 4\text{ m}$ فرض می‌کنیم:

$$V = 3 \times 5 \times 6 = 90 \text{ m}^3, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \rho = 1.205 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1.205 \times 90 = 108.45 \text{ kg} \rightarrow m = 108.45 \text{ kg}$$

$$W = mg = 108.45 \times 10 = 1084.5 \text{ N} \rightarrow W = 1084.5 \text{ N}$$

حجم هوا در کلاس:

وزن هوا در کلاس:

فعالیت ۷-۱

اگر پرتقال را درون ظرف محتوی آب بیندازیم پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید (شکل الف) و

نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

پرتقال بر روی سطح آب قرار می‌گیرد، چون چگالی آن کمتر از چگالی آب است.

(الف) (ب)

اگر پرتقال را بدون پوست درون ظرف محتوی آب بیندازیم دوباره پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را مطابق شکل (ب) انجام دهید و نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

پرتقال پوست کنده داخل آب فرو می‌رود، چون چگالی آن بیشتر از چگالی آب است.

در آزمایش (الف) پرتقال جرم بیشتری دارد و اصطلاحاً سنگین تر است. آیا سنگین تر بودن یک جسم دلیلی بر فرو رفتن آن در آب است؟ توضیح دهید. خیر، برای فرو رفتن جسم در آب باید چگالی آب باشد. در قسمت الف هم جرم و هم حجم پرتقال بیشتر از قسمت ب است ولی چون چگالی آن کمتر از چگالی آب است بر روی آب شناور باقی می‌ماند.

(در حالت ب، حجم و جرم کاهش یافته است و حجم نسبت به جرم کاهش بیشتری یافته است، پس چگالی نسبت به حالت اول افزایش می‌یابد: $\rho = \frac{m}{V}$)

فعالیت ۸-۱

الف) جرم و حجم تعدادی جسم جامد را اندازه بگیرید.

در صورتی که شکل جسم‌ها منظم باشد، ابعاد آنها را به

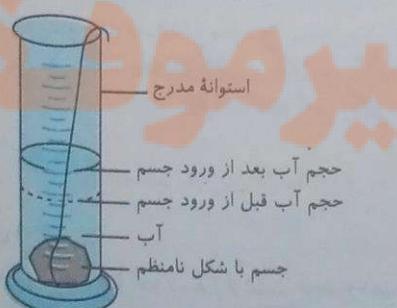
کمک کولیس یا ریزسنج اندازه بگیرید. اگر جسم جامد

شکل نامنظمی داشته باشد، از روش که در شکل رویه رو

نشان داده شده است حجم آن را اندازه بگیرید.

اگر جسم شکل نامنظمی داشته باشد برای اندازه گیری حجم آن، جسم را درون یک ظرف مدرج پر از آب قرار می‌دهیم. با مقایسه اختلاف حجم آب قبل و بعد از ورود جسم به آب،

می‌توان حجم جسم را بدست آورد.



حجم آب قبل از ورود جسم - حجم آب بعد از ورود جسم = حجم جسم

۲۳

اگر پرتقال را درون پوست درون ظرف محتوی آب بیندازیم دوباره پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید (شکل الف) و

نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

پرتقال بر روی سطح آب قرار می‌گیرد، چون چگالی آن کمتر از چگالی آب است.

(الف) (ب)

اگر پرتقال را بدون پوست درون ظرف محتوی آب بیندازیم دوباره پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را مطابق شکل (ب) انجام دهید و نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

پرتقال پوست کنده داخل آب فرو می‌رود، چون چگالی آن بیشتر از چگالی آب است.

در آزمایش (الف) پرتقال جرم بیشتری دارد و اصطلاحاً سنگین تر است. آیا سنگین تر بودن یک جسم دلیلی بر فرو رفتن آن در آب است؟ توضیح دهید. خیر، برای فرو رفتن جسم در آب باید چگالی آب باشد. در قسمت الف هم جرم و هم حجم پرتقال بیشتر از قسمت ب است ولی چون چگالی آن کمتر از چگالی آب است بر روی آب شناور باقی می‌ماند.

(در حالت ب، حجم و جرم کاهش یافته است و حجم نسبت به جرم کاهش بیشتری یافته است، پس چگالی نسبت به حالت اول افزایش می‌یابد: $\rho = \frac{m}{V}$)

۸-۱

الف) جرم و حجم تعدادی جسم جامد را اندازه بگیرید.

در صورتی که شکل جسم‌ها منظم باشد، ابعاد آنها را به

کمک کولیس یا ریزسنج اندازه بگیرید. اگر جسم جامد

شکل نامنظمی داشته باشد، از روش که در شکل رویه رو

نشان داده شده است حجم آن را اندازه بگیرید.

اگر جسم شکل نامنظمی داشته باشد برای اندازه گیری حجم آن، جسم را درون یک ظرف مدرج پر از آب قرار می‌دهیم. با مقایسه اختلاف حجم آب قبل و بعد از ورود جسم به آب،

می‌توان حجم جسم را بدست آورد.

نوع جسم	جرم	حجم
یک عدد سبب	۰/۱۲۵kg	۴۰۰cm ^۳
قوطی کبریت خالی	۰/۰۲۵kg	۲۷cm ^۳
یک عدد پاک کن	۰/۰۳۰kg	۱۱cm ^۳
کلید	۰/۰۲۰kg	۴cm ^۳

ب) با استفاده از سرنگ مدرج بزرگ و ترازوی با دقت مناسب، چگالی برخی از مایع‌های در دسترس مانند شیر، روغن، مایع ظرفشویی و ... را اندازه بگیرید.
قبل و بعد از پر کردن سرنگ، جرم آن را اندازه بگیرید و به این روش جرم مایع را تعیین کنید.

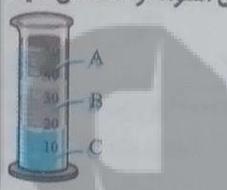
نوع مایع	جرم	حجم	چگالی
شیر	۲/۱g	۲cm ^۳	۱۰۵۰kg/m ^۳
روغن مایع	۱/۸g	۲cm ^۳	۹۰۰kg/m ^۳
مایع ظرفشویی	۱/۷g	۲cm ^۳	۹۵۰kg/m ^۳

با توجه به مقادیر به دست آمده در جدول فوق، چگالی شیر و مایع ظرفشویی تقریباً برابر با چگالی آب است. همچنین چگالی روغن مایع تقریباً برابر با چگالی روغن زیتون است.

۲۵

۲۳

سه مایع مخلوط نشدنی A، B و C که چگالی‌های متفاوتی دارند درون استوانه‌ای شیشه‌ای ریخته شده‌اند. این سه مایع عبارت اند از: جیوه (با چگالی $10^3 kg/m^3$ ، $13/6 \times 10^3 kg/m^3$)، روغن زیتون (با چگالی $9/20 \times 10^3 kg/m^3$) و آب (با چگالی $1/00 \times 10^3 kg/m^3$) است. جنس هر یک از مایع‌های A، B و C درون استوانه را مشخص کنید.



C- جیوه - چون چگالی جیوه از همه بیشتر است پایین تراز بقیه قرار می‌گیرد.

B- آب - چون چگالی آب از روغن بیشتر است پایین تراز روغن قرار می‌گیرد.

A- روغن - چون چگالی روغن از همه کمتر است بالاتر از سایر مایعات قرار می‌گیرد.

۲۵

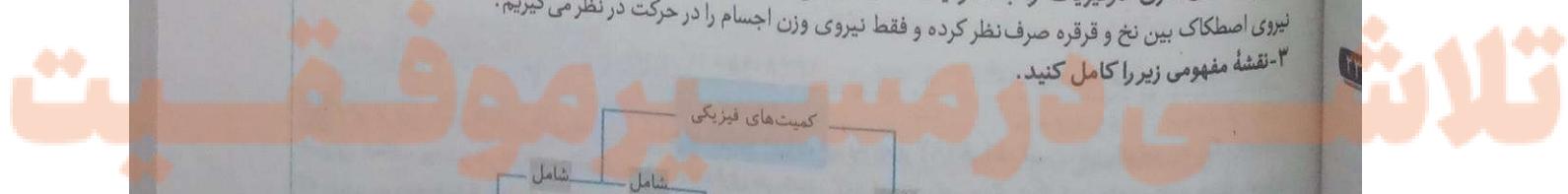
پرسش‌ها و مسئله‌ها

۱- در چه صورت یک مدل یا نظریه فیزیکی بازنگری می‌شود؟ در صورتی که مدل یا نظریه مطرح شده با نتایج آزمایشات جدید مغایرت داشته باشد.

۲- فرآیند مدل‌سازی در فیزیک را با ذکر یک مثال توضیح دهید. در بررسی حرکت اجسام در قرقره‌ها از جرم نخ و قرقره و نیروی اصطکاک بین نخ و قرقره صرف نظر کرده و فقط نیروی وزن اجسام را در حرکت در نظر می‌گیریم.

۳- نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.

۹۵۵



تلاشی در مساحت

۴- سعی کنید با نگاه کردن، طول برحی از اجسامی را که در محیط اطرافتان هستند، بر حسب سانتی متر یا متر برآورد کنید. سپس طول آنها را با خط کش یا متر اندازه بگیرید. برآوردهای شما تا چه حد درست بوده‌اند؟ دقیت در برآورد امری تجربی است و به ندرت می‌توان طول دقیق یک جسم را به درستی برآورد کرد.

مورد اندازه‌گیری	طول کتاب فیزیک	طول یک خودکار	طول کلاس
اندازه برآورد شده	۳۰ cm	۱۵ cm	۶ m
اندازه واقعی	۲۶ / ۵ cm	۱۳ cm	۶ / ۵ m

۵- جرم یک سوزن ته‌گرد را چگونه می‌توان با یک ترازوی آشیزخانه اندازه‌گیری کرد؟ تعداد معینی سوزن را ببروی ترازو قرار داده و جرم آنها را اندازه‌گیری می‌کنیم. اگر این جرم را بر تعداد سوزن‌ها تقسیم کنیم، جرم هر سوزن مشخص می‌شود.

۶- گالیله در برحی از کارهایش، از ضربان نبض خود به عنوان زمان سنج استفاده کرد. شما نیز چند پدیده تکرار شونده در طبیعت را نام ببرید که می‌توانند به عنوان ابزار اندازه‌گیری زمان به کار رووند. گردش زمین به دور محورش، گردش ماه به دور زمین، گردش زمین به دور خورشید، حرکت سیارات و اقمار در چرخش آنها، ارتعاشات یک اتم.

$$7\text{-الف) هر میکروقرن، تقریباً چند دقیقه است؟} = \frac{\frac{1}{100}\text{year}}{\frac{1}{100}\text{year}} = \frac{1}{100} \times \frac{365}{1} \times \frac{24}{1} \times \frac{60}{1} \text{min} = 52560000 \times 10^{-6} \text{min} = 52 / 56 \text{min}$$

ب) یک میلیارد ثانیه دیگر، تقریباً چند سال پیترمی شوید؟

$$\frac{1}{1000000000} \text{S} = \frac{1}{10^9} \text{S} = \frac{1}{10^9} \times \frac{1}{60} \text{min} = \frac{1}{60} \times \frac{1}{24} \text{h} = \frac{1}{1440} \text{h} = \frac{1}{1440} \times \frac{1}{24} \text{day} = \frac{1}{34560} \text{day} = \frac{1}{31} \text{سال} = \frac{10^9}{60 \times 24 \times 365} \text{سال}$$

۸- هکتار از جمله یکاهای متدال مساحت است. هر هکتار برابر ۱ هزار مترمربع است.

الف) اگر زمین را کره‌ای یکنواخت به شعاع ۴۰۰ کیلومتر در نظر بگیریم (شکل رویه‌رو)، مساحت آن چند هکتار است؟

$$\pi = 3, r = 6400 \text{ km} = 6400 \times 10^3 \text{ m} = 64 \times 10^6 \text{ m}$$

$$S = 4\pi r^2 = 4 \times 3 \times (64 \times 10^6)^2 = 49152 \times 10^{12} \text{ m}^2$$

اگر مساحت بر حسب مترمربع را برابر ۱۰۰۰۰ تقسیم کنیم، مساحت زمین بر حسب هکتار به دست می‌آید:

$$\text{هکتار} = \frac{1}{49152 \times 10^{12}} \text{m}^2 = 49152 \times 10^{-12} \text{m}^2 = 49152 \times 10^{-12} \text{ha}$$

ب) تحقیق کنید مساحت کل سرزمین ایران شامل خشکی و دریا، چند هکتار است؟ این مساحت چند درصد از مساحت کره زمین است؟

$$\text{مساحت ایران} = \frac{1}{49152 \times 10^{-12}} \text{ha} = 1648195 \times 10^6 \text{ha} = 1648195 \times 10^6 \text{m}^2 = 1648195 \text{km}^2 \text{ مساحت سرزمین ایران}$$

$$\text{درصد} = \frac{1648195 \times 10^6}{49152 \times 10^{12}} = \frac{1648195 \times 10^6}{49152 \times 10^{12}} \times 100 = 33 \times 10^{-2} = 33 \times 10^{-2} \text{٪} \text{ مساحت کره زمین}$$

۹- یکی از بزرگ‌ترین الماس‌های شناخته شده در ایران، دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط، است. این الماس به رنگ کمیاب صورتی شفاف بوده و در خزانه جواهرات ملی نگهداری می‌شود. کوه نور نیز یکی دیگر از الماس‌های مشهور جهان است که جرمی حدود ۱۰۸ قیراط دارد و هم اکنون در برج لندن نگهداری می‌شود. با توجه به اینکه هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی گرم است، جرم دریای نور و کوه نور بر حسب گرم چقدر است؟

$$\text{دریای نور} = \frac{182 \text{ قیراط}}{200 \text{ قیراط}} = \frac{182}{200} \text{ قیراط} = 36 / 4 \text{ g}$$

۹- سریع ترین رشد گیاه متعلق به گیاه موسوم به هسپروپوکا است که در مدت ۱۴ روز، $\frac{3}{7}$ متر رشد می‌کند (شکل رو به رو). آهنگ رشد این گیاه بر حسب میکرومتر بر تابه چقدر است؟ چون آهنگ رشد بر حسب میکرومتر بر تابه خواسته شده است، بنابراین باید مقدار رشد را بر حسب میکرومتر و زمان را بر حسب تابه محاسبه کنیم.

$$\text{مقدار رشد} = \frac{\frac{10^6 \mu\text{m}}{1\text{m}}}{\frac{3/7 \text{ روز}}{1\text{ روز}}} = \frac{3/7 \times 10^6 \mu\text{m}}{3/7 \text{ روز}} = 10^6 \mu\text{m}$$

هر روز $10^6 \mu\text{m}$ است.

۱۰- دستگاه بریتانیایی یکاها: دستگاهی است که در برخی از کشورها مانند آمریکا و انگلستان همچنان استفاده می‌شود. یکای اصلی طول در این دستگاه پا (فوت) و یکای کوچک‌تر آن اینچ است به طوری که $1\text{ft} = 12\text{in}$ است. ارتفاع هواپیما را که در فاصله 30000 پا از سطح آزاد دریاها در حال پرواز است بر حسب متر بدست آورید. هر اینچ $2/540$ متر است.

$$\text{ارتفاع} = \frac{30000 \text{ ft}}{2/540 \text{ m/in}} = \frac{30000 \text{ ft}}{12\text{m}} = 9144 \text{ m}$$

کورش، پادشاه ایران در دوره هخامنشیان نوشته شده است. مرتبه بزرگی سن این سنگ نوشته بر حسب تابه چقدر است؟

$$\text{سن} = 10^3 - \text{سن} = 10^3 - 10^2 = 2550 \text{ سال}$$

$$= 10^3 - 10^2 = 10^3 - 10^2 \times 3 \times 10^7 \text{ سال} = 10^3 - 3 \times 10^9 \text{ سال}$$

۱۱- تندی شناورها در دریا بر حسب یکایی به نام گره بیان می‌شود. هر گره دریایی برابر $4/51$ متر بر تابه است. (الف) اگر یک کشتی حمل کالا با تندی 14 گره از بندر شهید رجایی به طرف جزیره لاوان حرکت کند، تندی آن را بر حسب کیلومتر بر ساعت بدست آورید.

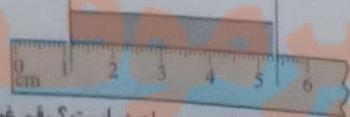
$$\text{تندی کشتی} = \frac{14 \text{ گره}}{4/51 \text{ m/s}} = \frac{14 \text{ گره}}{1\text{m}} = 14 \text{ km/h}$$

$$\text{تندی کشتی} = \frac{14 \text{ km}}{1\text{h}} = 14 \text{ km/h}$$

(ب) مایل، یک دیگر از یکاهای متداول طول در دستگاه بریتانیایی است. یک مایل دریایی برابر 1852 متر است. تندی کشتی قسمت (الف) را بر حسب مایل بر ساعت بدست آورید.

$$\text{تندی} = \frac{14 \text{ km}}{1\text{h}} = \frac{14 \text{ km}}{1852 \text{ m}} = \frac{14 \text{ km}}{1\text{mile}} = 14 \text{ mile/h}$$

۱۲- دانش آموزی برای اندازه‌گیری طول میله‌ای به کمک یک خطکش میلی‌متری، مطابق شکل زیر عمل کرده است. طول میله را بر حسب میلی‌متر، سانتی‌متر و متر گزارش کنید. در گزارش خود رقم حدسی (غیرقطعی) و خطای خطکش را مشخص کنید.



طول میله $423\text{mm} \pm 3\text{mm}$ است.

۱۳- شکل زیر، صفحه تندی سنج یک خودرو را نشان می‌دهد. تندی خودرو را چند کیلومتر بر ساعت است؟ رقم غیرقطعی و خطای تندی سنج را در گزارش مشخص کنید.

تندی خودرو 115 ± 1 km/h است.

رقم غیرقطعی 115 و خطای تندی سنج 1 ± 1 km/h است.

۱۶- شکل های (الف) و (ب)، به ترتیب یک ریزسنج و یک گولیس رقص را نشان می دهد. رقم غیرقطعی و خطای هم یک از این وسیله ها را مشخص کنید.



(ب)

(الف)

الف) رقم غیرقطعی ۳ و خطای وسیله $mm / \pm 0.01$ است. ب) رقم غیرقطعی ۷ و خطای وسیله $mm / \pm 0.1$ است.

۱۷- الف) مرتبه بزرگی تعداد نفس هایی را که یک شخص در طول عمرش می کشد، تخمین بزنید.
میانگین تنفس هر شخص ۱۵ بار در دقیقه است، بنابراین مرتبه بزرگی تعداد تنفس شخص در هر ثانیه برابر است با:

$$x = \frac{15}{60} = 0.25 = 2.5 \times 10^{-1} - 10^{-1} \times 10^{-1} - 10^0 \times 10^{-1}$$

$$\text{تنفس} = 7.5 \times 10^1 - 10^1 \times 10^1 - 10^2 \text{ year}$$

$$3 \times 10^7 \text{ s} - 10^7 \times 10^7 - 10^8 \text{ s} = 1 \text{ سال}$$

بنابراین تعداد تنفس یک شخص در طول عمرش را به صورت زیر می توان تخمین زد:

$$N = (10^2 \text{ year}) \left(\frac{10^7 \text{ s}}{1 \text{ year}} \right) \left(\frac{10^{-8}}{10^{-1}} \right) = \frac{\text{تنفس}}{1 \text{ سال}}$$

ب) مرتبه بزرگی پلک هایی را که چشم یک شخص در طول عمرش می زند، تخمین بزنید.
میانگین تعداد پلک زدن های هر شخص ۳۰ بار در دقیقه است بنابراین مرتبه بزرگی تعداد پلک شخص در هر ثانیه برابر است با:

$$x = \frac{30}{60} = 0.5 = 5 \times 10^{-1} - 10^1 \times 10^{-1}$$

بنابراین تعداد پلک زدن یک شخص در طول عمرش را به صورت زیر تخمین می زیم:

$$N = (10^2 \text{ year}) \left(\frac{10^7 \text{ s}}{1 \text{ year}} \right) \left(\frac{10^9}{10^{-1}} \right) = \frac{\text{پلک}}{1 \text{ سال}}$$

۱۸- مرتبه بزرگی جرم آب اقیانوس را تخمین بزنید.

طبق پژوهش های انجام شده حجم کل آب اقیانوس ها $1/32 \times 10^{13} \text{ m}^3$ تخمین زده می شود. با در نظر گرفتن

$$V = 1/32 \times 10^{13} \text{ m}^3 = \text{آب دریا} \rho \text{ داریم:}$$

$$\text{مرتبه بزرگی آب دریا} \rho = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1050 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1050 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = 10^9 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{مرتبه بزرگی جرم آب اقیانوس ها} = \rho V = 10^9 \times 10^{13} = 10^{22} \text{ kg}$$

الف) قطعه ای فلزی به شما داده شده است و ادعا می شود که از طلای خالص ساخته شده است. چگونه می توانید

درستی این ادعا را بررسی کنید؟ برای پی بردن به درستی ادعا مراحل زیر را انجام می دهیم:

- ۱) جرم جسم را با ترازو اندازه گیری می کنیم. ۲) حجم جسم را با اندازه گیری ابعاد آن محاسبه می کنیم. (اگر جسم شکل نامنظمی داشت، برای تعیین حجم آن از تابع فعالیت ۱-۸ (الف) بهره می کنیم). ۳) با استفاده از رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ و با داشتن جرم و حجم،

$$\text{چگالی جسم را اندازه گیری می کنیم. ۴)} \text{ چگالی جسم را با چگالی طلای خالص} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 19320 \right) \text{ مقایسه می کنیم، اگر هر دو}$$

یکسان بودند، جسم از طلای خالص است. در غیر این صورت قطعه دارای ناخالصی است یا از فلز دیگری درست شده است.

ب) از ترین شمش طلا با حجم $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$ و جرم 250 g نوسط یک شرکت ژاپن ساخته شده است.
(شکل روبرو). چگالی این شمش طلا را بدست آورید.

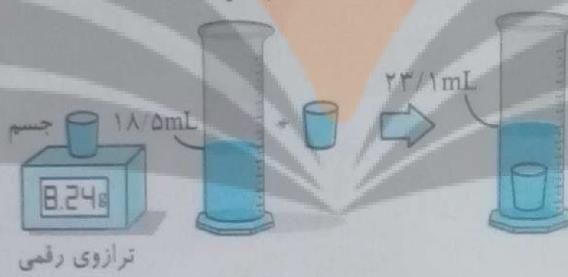
$$m = 250 \text{ g}, V = 1 \times 10^{-4} \text{ cm}^3 = 1 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{250 \text{ g}}{1 \times 10^{-2} \text{ m}^3} = 15893 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

ب) نتیجه بدست آمده در قسمت (ب) را با چگالی طلا در جدول ۱-۸ مقایسه کنید و دلیل متفاوت این دو عدد را بین کنید.

اطلاعات جدول ۱-۸، چگالی طلا در دمای 0°C و فشار یک اتمسفر را نشان می‌دهد. افزایش دما و فشار، حجم طلا و در نتیجه چگالی طلا را تغییر می‌دهد. علاوه بر این اطلاعات جدول مربوط به چگالی طلای خالص است. اگر عیار طلا کمتر از ۲۴ باشد چگالی آن با عدد گزارش شده در جدول متفاوت خواهد بود.

۲- برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده‌ایم. با توجه به داده‌های روی شکل، چگالی جسم را بر حسب g/L و g/cm^3 حساب کنید.



ترازوی رقمی

برای محاسبه چگالی جسم بر حسب L/g باید جرم جسم بر حسب گرم و حجم جسم بر حسب لیتر باشد بنابراین:

$$m = 8.24 \text{ g}, V = (23.1 - 18.5) \text{ mL} = (4.6 \text{ mL}) \left(\frac{10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ mL}} \right) = 4.6 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8.24 \text{ g}}{4.6 \times 10^{-3} \text{ L}} = 179 \times 10^3 \text{ g/L}$$

برای محاسبه چگالی جسم بر حسب cm^3/g نیز باید جرم جسم بر حسب گرم و حجم جسم بر حسب cm^3 باشد بنابراین:

$$m = 8.24 \text{ g}, V = 4.6 \text{ mL} = 4.6 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8.24 \text{ g}}{4.6 \text{ cm}^3} = 1.79 \text{ g/cm}^3$$

۱-الف) ستاره‌های کوتوله سفید بسیار چگال هستند و چگالی آنها در SI حدود 100 میلیون است. اگر شما یک قوه کبریت از ماده تشکیل دهنده این ستاره‌ها در اختیار داشتید، جرم آن چند کیلوگرم من شد؟ ابعاد و حجم قوه کبریت را خودتان تخمین بزنید!

ابعاد قوه کبریت را $5 \times 3/6 \times 1/5$ متر فرض می‌کنیم:

$$V = 1/5 \times 3/6 \times 5 = 27 \text{ cm}^3 = 27 \times 10^{-6} \text{ m}^3, \rho = 100 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, m = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 100 \times 10^6 \times 27 \times 10^{-6} = 2700 \text{ kg}$$

ب) اگر جمعیت کره زمین 7 میلیارد نفر ، جرم میانگین هر نفر 60 کیلوگرم و ماده تشکیل دهنده انسان‌ها از جنس ستاره‌های کوتوله سفید فرض شود (فرض ناممکن!)، ابعاد یک اتاق چنان‌که بالند تا همه انسان‌ها در آن جای گیرند؟

$$\rho = 100 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, m = 7 \times 10^9 \times 60 = 420 \times 10^9 = 42 \times 10^{11} \text{ kg}, V = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{42 \times 10^{11}}{100 \times 10^6} = \frac{42 \times 10^5}{10^8} = 420 \text{ m}^3$$

$3 \times 14 \times 100$: ابعاد اتاق \rightarrow حجم اتاق

تلاش در معرفه قیمت

۹۲۹

ارزشیابی مستمر

۱- جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید. (۵/۰ نمره)

- (الف) نادیده گرفتن اثرات جزئی و بررسی موارد مهم و تعیین کننده پدیده‌های فیزیکی را من گویند.
 (ب) کمیت‌هایی که برای آنها پکای استانداردی تعریف شده است، کمیت من گویند.

۲- گزینه درست را مشخص کنید. (۵/۰ نمره)

- (الف) انرژی و دما کمیت‌هایی هستند.

- (ب) اصلی بـ(فرعن)

- (ج) عددی (اسکالر) (د) برداری

۳- کدام یک از عوامل زیر مؤثر بر دقت اندازه‌گیری نیست؟ (۵/۰ نمره)

- (الف) تعداد دفعات اندازه‌گیری
 (ب) حساسیت اولیه
 (د) مدت زمان اندازه‌گیری

۴- مهارت شخص

۳- عبارت‌های مناسب را به یکدیگر وصل کنید. (۵/۰ نمره)

ضریب پیشوند اگزا

عدد ۲۰۰۰ به صورت نماد علمی

2×10^{-3}
 10^{-21}
 $0/2 \times 10^{-2}$
 10^{-18}

۴- مفاهیم زیر را تعریف کنید. (۱)

الف) کمیت برداری

(ب) چگالی

۵- ۱۱۸۰۰۰ جند آنوثانیه است؟ (۵/۰ نمره)

۶- اعداد زیر را با نماد گذاری علمی و بر حسب یکاهای خواسته شده بنویسید. (۱)

الف) $2456 \times 10^{-5} \text{ Zm} = \text{ km}$ (۰/۰۵ نمره)

۷- مرتبه بزرگی اعداد زیر را تخمین بزنید: (۱)

(ب) ۱۷۵

۸- در شهری با مساحت ۲۵۰ کیلومتر مربع در یک روز بارانی ۸ میلی متر باران باریده است. اگر هر قطره باران به صورت کره‌ای به شعاع ۵mm فرض کنیم، مرتبه بزرگی تعداد قطره‌های بارانی که در این روز در شهر باریده است را تخمین بزنید. (۱/۰ نمره)

۹- هر هکتار ۱۰۰۰۰ متر مربع است. اگر ماه را کره‌ای به شعاع ۱۷۰ کیلومتر در نظر بگیریم، مساحت آن چند هکتار است؟ (حاصل را با نماد گذاری علمی بنویسید). (۰/۷۵ نمره)

۱۰- فلزی به چگالی 7 g/cm^3 به طور کامل در ظرفی پر از الكل به چگالی 8 g/cm^3 فرو می‌رود و به اندازه 16 cm^3 الكل از ظرف بیرون می‌ریزد. جرم قطعه فلز چقدر است؟ (سراسری ریاضی - ۱۳۳)

۱۱- حجم یک قطعه طلا به جرم ۳۸ گرم چند سانتی متر مکعب است؟ (۰/۷۵ نمره)

۱۲- گیاه ذرت در مدت ۶۰ روز به اندازه 10.8 cm رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه بر حسب نانومتر بر ثانیه چقدر است؟ (هر روز برابر $10^4.5 \times 10^9$ نانومتر است). (۱)

پاسخ ارزشیابی مستمر

۱- الف) مدل سازی (۰/۰)، ب) اصلی (۰/۰) ۲- الف) گزینه (ج) (۰/۰) ب) گزینه (د) (۰/۰) ۳- ضریب پیشوند

اگزا = 10^{18} (۰/۰) عدد ۲۰۰۰ به صورت نماد علمی = 2×10^{-3} (۰/۰) ۴- الف) کمیت‌هایی که علاوه بر عدد و یکا، جهت نیز دارند، کمیت برداری نامیده می‌شوند. (۰/۰) ب) جرم واحد حجم هر جسم را چگالی آن جسم می‌گویند. (۰/۰)

$$10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{مکعب میلی}} \times \frac{1\text{as}}{10^{-18} \frac{\text{م}}{\text{مکعب}}} = 10^{-3} \times 10^{-6} \times 10^{18} \text{ as} = 10^9 \text{ as} \quad (۰/۰)$$

۵

۱- مدل سازی (۰/۰)
 ۲- اصلی (۰/۰)
 ۳- گزینه (ج) (۰/۰)
 ۴- گزینه (د) (۰/۰)
 ۵- ضریب پیشوند

۹۶۰

$$\begin{aligned}
 & \text{مساحت شهر} : A = 250 \text{ km}^2 = (250 \text{ km}^2) \left(\frac{10^6 \text{ m}^2}{1 \text{ km}^2} \right) = 250 \times 10^6 \text{ m}^2 \\
 & = 250 \times 10^6 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 250 \times 10^3 \text{ m}^3 = 250 \text{ m}^3 \quad (\text{o/25}) \\
 & \text{ارتفاع باران} : d = \lambda \text{ mm} = (\lambda \text{ mm}) \left(\frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \right) = \lambda \times 10^{-3} \text{ m} = 10^3 \times 10^{-3} \text{ m} = 10^0 \text{ m} \quad (\text{o/25}) \\
 & \text{حجم باران باریده شده} : V_1 = A d = 10^6 \text{ m}^2 \times 10^0 \text{ m} = 10^6 \text{ m}^3 \quad (\text{o/25})
 \end{aligned}$$

$$\text{شعاع یک قطعه باران} : r = \text{o/5 mm} = (\text{o/5 mm}) \left(\frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \right) = \text{o/5} \times 10^{-3} \text{ m} \quad (\text{o/25})$$

$$\begin{aligned}
 & \text{حجم یک قطعه باران} : V_r = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 / 14 \times (\text{o/5} \times 10^{-3})^3 = \text{o/523} \times 10^{-9} \text{ m}^3 \\
 & = 5 / 22 \times 10^{-1} \times 10^{-9} \text{ m}^3 = 10^0 \times 10^{-9} \text{ m}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3 \quad (\text{o/25})
 \end{aligned}$$

برای محاسبه مرتبه بزرگی تعداد قطرات باران باید حجم باران باریده شده را بر حجم یک قطعه تقسیم کنیم:

$$\frac{V_1}{V_r} = \frac{10^6}{10^{-9}} = 10^6 \times 10^9 = 10^{15} \quad (\text{o/25})$$

شعاع ماه: $r = 170 \text{ km} = 170 \times 10^3 \text{ m} = 1 / 7 \times 10^6 \text{ m} \quad (\text{o/25})$

مساحت ماه: $A = 4\pi r^2 = 4 \times 3 / 14 \times (1 / 7 \times 10^6)^2 = 36 / 3 \times 10^{12} \text{ m}^2 \quad (\text{o/25})$

$$\frac{36 / 3 \times 10^{12}}{10000} = \frac{36 / 3 \times 10^{12}}{10^4} = 36 / 3 \times 10^8 \text{ هکتار} \quad (\text{o/25})$$

مساحت ماه بر حسب هکتار:

$$\rho_{فرز} = 2 / 7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \quad m_{فرز} = ?$$

$$\rho_{الكل} = 0 / 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \quad m_{الكل} = 16 \text{ g}, \quad \rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

$$V_{ الكل} = V_{ فرز} \rightarrow \frac{m_{ الكل}}{\rho_{ الكل}} = \frac{m_{ فرز}}{\rho_{ فرز}} \rightarrow \frac{16}{0 / 1} = \frac{m_{ فرز}}{2 / 7} \rightarrow m_{ فرز} = \frac{16 \times 2 / 7}{0 / 1} = 54 \text{ g} \rightarrow m_{ فرز} = 54 \text{ g} \quad (\text{o/25})$$

$$\begin{aligned}
 & \rho_{kg} = 19000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad m = 2 \lambda g = 0 / 0.2 \lambda \text{ kg}, \quad V = ?, \quad \rho = \frac{m}{V} \quad (\text{o/25}) \rightarrow V = \frac{m}{\rho} \\
 & = \frac{m}{\rho} = \frac{0 / 0.2 \lambda}{19000} = \frac{0.2 \lambda \times 10^{-3}}{19 \times 10^3} = 2 \times 10^{-7} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-10} \text{ m}^3 = 2 \text{ cm}^3 \quad (\text{o/25})
 \end{aligned}$$

تلاشی در مسایله قبیت

فصل کار، انرژی و توان

کلیدوازه

انرژی جنبشی - کار نیروی ثابت - کار و انرژی جنبشی - کار و انرژی پتانسیل گرانشی - کار و انرژی پتانسیل لکسانی
پایستگی انرژی مکانیکی - کار و انرژی درون - توان

ساده‌ترین آندر

انرژی جنبشی

انرژی وابسته به حرکت جسم را «انرژی جنبشی (حرکتی)» جسم می‌گویند و آن را با K نشان می‌دهند. این انرژی از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

در این رابطه: K : انرژی جنبشی بر حسب J , m : جرم جسم بر حسب kg و v : تندی جسم بر حسب $\frac{m}{s}$ است.

نکته: انرژی جنبشی کمیتی ثابت‌هایی و همواره ثابت است.

نکته: انرژی جنبشی یک جسم به جرم و تندی آن وابسته بوده و به جهت حرکت بستگی ندارد.

نکته: برای تبدیل $\frac{m}{s}$ به $\frac{km}{h}$ و بالعکس به صورت زیر عمل می‌کنیم:



مثال ۱: جرم موتورسواری به همراه راننده‌اش 300 kg است. اگر این موتورسوار با تندی 72 km/h حرکت کند. انرژی جنبشی آن

$$m = 300\text{ kg}, \quad v = 72 \times \frac{1}{36} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad K = ?$$

چند رول است؟

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 300 \times 20^2 = \frac{1}{2} \times 300 \times 400 = 60000\text{ J} = 6 \times 10^4\text{ J} \Rightarrow K = 6 \times 10^4\text{ J}$$

مثال ۲: الکتریکی با $2 \times 10^3\text{ kg}$ به دورهسته در گردش است. انرژی جنبشی آن را محاسبه کنید.

$$m = 2 \times 10^3\text{ kg}, \quad v = 2 \times 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad K = ?$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^3 \times (2 \times 10^4)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-31} \times 4 \times 10^8 = 18 \times 10^{-23}\text{ J} \Rightarrow K = 18 \times 10^{-23}\text{ J}$$

مثال ۳: اگر یک دنوروبی به جرم یک تن در یک سرashیبی از $h = 108\text{ km/h}$ به 72 km/h برسد. انرژی جنبشی آن چقدر

$$m = 1\text{ ton} = 1000\text{ kg}, \quad v_1 = 72 \times \frac{1}{36} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v_2 = 108 \times \frac{1}{36} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad K_2 - K_1 = ?$$

$$K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times (30)^2 - \frac{1}{2} \times 1000 \times (20)^2 = 180000\text{ J}$$

مثال ۱ اگر تندی و جرم جسمی را دو برابر کیم، انرژی جنبش آن چند برابر می‌شود؟

$$v_2 = 2v_1 \quad , \quad m_2 = 2m_1 \quad , \quad \frac{K_2}{K_1} = ?$$

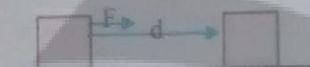
$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2} m_2 v_2^2}{\frac{1}{2} m_1 v_1^2} = \frac{m_2 v_2^2}{m_1 v_1^2} = \frac{(2m_1)(2v_1)^2}{m_1 v_1^2} = \frac{2m_1 \times 4v_1^2}{m_1 v_1^2} = \frac{8m_1 v_1^2}{m_1 v_1^2} = 8 \rightarrow \frac{K_2}{K_1} = 8$$

انرژی جنبش ۸ برابر می‌شود.

کار انجام شده توسط نیروی ثابت

از نیروی F بر جسم وارد و جسم در جهت نیرو به اندازه d جایه‌جا شود، کار انجام شده توسط این نیرو برابر است با:

$$W = Fd$$



کار بر حسب J ، نیرو بر حسب N ، d جایه‌جاشی بر حسب متر (m)

نکته کار کمیتی نیست.

نکته یک ژول برابر است با یک نیوتن متر ($J = 1N \times 1m$)

مثال ۲ شخص حبشه‌ای را با نیروی افقی $150N$ هم می‌دهد. اگر جعبه در امتداد نیرو به اندازه $20m$ جایه‌جا شود، کار انجام شده توسط این نیرو چقدر است؟ $J = ?$

$$F = 150N, \quad d = 20m, \quad W = ? \quad W = Fd = 150 \times 20 = 3000J$$

مثال ۳ وزشکاری خودرویی به جرم $1/5$ تن را با شتاب $\frac{m}{s^2}$ در امتداد افقی به اندازه $6m$ جایه‌جا می‌کند. کار انجام شده توسط این وزشکار چقدر است؟ (نیروی اصطکاک جسم و سطح ناچیز است).

$$m = 1/5 \text{ ton} = 1500 \text{ kg}, \quad a = 0/25 \frac{m}{s^2}, \quad d = 6m, \quad W = ?$$

ابدا با استفاده از قانون دوم نیوتون نیرویی که وزشکار به خودرو وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$F = ma = 1500 \times 0/25 = 375N \rightarrow F = 375N$$

حال با کمک نیرو و جایه‌جاشی، کار انجام شده را به دست می‌آوریم:

$$W = Fd = 375 \times 6 = 2250J \rightarrow W = 2250J$$

مثال ۴ کارگری سطل آبی به جرم $4kg$ را با تندی یکواخت به اندازه $5m$ بالا می‌کند. کار انجام شده توسط کارگر در این

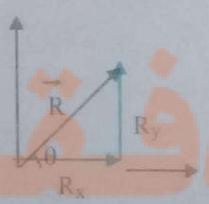
$$m = 4kg, \quad d = 5m, \quad g = 10 \frac{N}{kg} \quad \text{جایه‌جاشی چقدر است؟ (شتاب گرانشی زمین را در نظر بگیرید.)}$$

برای ایکه سطل آب با تندی یکواخت رو به بالا حرکت کند، کارگر باید نیرویی برابر با وزن سطل برآن وارد نماید، بنابراین:

$$F = mg = 4 \times 10 = 40N \quad W = Fd = 40 \times 5 = 200J \rightarrow W = 200J$$

پلاریتی سهارت را می‌دانیم اگر R مولفه‌های R_x و R_y روی محورهای x و y باشند، بردار \vec{R} را می‌توان بر حسب

جهت صورت زیر نوشت:

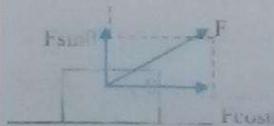


$$\vec{R} = R_x \hat{i} + R_y \hat{j}$$

$$\sin \theta = \frac{R_y}{R} \rightarrow R_y = R \sin \theta \rightarrow \vec{R} = R \cos \theta \hat{i} + R \sin \theta \hat{j}$$

$$\cos \theta = \frac{R_x}{R} \rightarrow R_x = R \cos \theta$$

نکته اگر جسم را با نیروی F و تحت زاویه θ نسبت به سطح افقی بکشیم، این نیرو از دو مولفه افقی و عمودی تشکیل می‌شود که عبارتند از



$$\left. \begin{array}{l} F \cos \theta : \text{مولفه افقی} \\ F \sin \theta : \text{مولفه عمودی} \end{array} \right\} \rightarrow \vec{F} = F \cos \theta \hat{i} + F \sin \theta \hat{j}$$

مثال ۵ سطح هکل بر چشمی $100N$ در 30° تحت زاویه 30° نسبت به افق وارد می‌شود. مولفه‌های افقی و عمودی این نیرو را

تلاش در مسیر معرفت

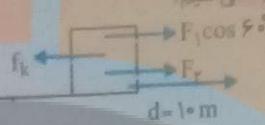
$$W_1 = F_k d \cos 60^\circ = 100 \times 10 \times 0.5 / 0.5 = 500 \text{ J} \rightarrow W_1 = 500 \text{ J}$$

$$W_T = F_T d = 100 \times 10 = 1000 \text{ J} \rightarrow W_T = 1000 \text{ J}$$

$$W_T = F_k d \cos 120^\circ = 100 \times 10 \times (-0.5) = -500 \text{ J} \rightarrow W_T = -500 \text{ J}$$

$$W_1 = W_1 + W_T + W_T = 500 + 1000 - 500 = 1000 \text{ J} \rightarrow W_1 = 1000 \text{ J}$$

پس نویم بروزهای در اینداده حرایه جایی را مشخص کرده و اندازه بیرونی خالص آنها را محاسبه می‌کنیم:



$$F_T = F_k \cos 60^\circ + F_T - F_k = 100 \times 0.5 / 0.5 + 100 - 100 = 100 \text{ N} \rightarrow F_T = 100 \text{ N}$$

$$W_1 = F_T d = 100 \times 10 = 1000 \text{ J} \rightarrow W_1 = 1000 \text{ J}$$

کار انرژی همچنان

اگر کار کل انجام شده بیرونی جسم مشتمل باشد ($W_1 > 0$), به جسم انرژی داده شده و اگر کار کل انجام شده بیرونی جسم مشتمل باشد ($W_1 < 0$), جسم انرژی از دست داده است.

نمایه کار انرژی جنبشی اگر کل انجام شده بیرونی جسم برابر است با تفسیر انرژی جنبشی جسم.

بنابراین $W_1 = 0 \leftarrow$ انرژی جنبشی جسم افزایش یافته است.

$W_1 = 0 \leftarrow$ انرژی جنبشی جسم تعییری نکرده است.

$W_1 < 0 \leftarrow$ انرژی جنبشی جسم کاهش یافته است.

مثال ۱: گلوله‌ای به جرم Δg با تندی $\frac{m}{s}$ به تنہ درختی می‌خورد و با تندی $\frac{m}{s}$ از سوی دیگر آن خارج می‌شود. کار کل انجام شده روی گلوله که باعث کاهش تندی آن شده است را محاسبه کنید.

$$m = \Delta g = 100 \text{ kg} \quad , \quad v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad , \quad v_2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad , \quad W_1 = ?$$

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta}{1000} \times (10)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta}{1000} \times 10000 = 2\Delta \text{ J} \\ K_2 &= \frac{1}{2} mv_2^2 = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta}{1000} \times (20)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta}{1000} \times 400 = 1\Delta \text{ J} \end{aligned} \right\} \rightarrow W_1 = K_2 - K_1 = 1 - 2\Delta = -2\Delta \text{ J}$$

علافت منفی نشان‌دهنده آن است که کار کل انجام شده بیرونی گلوله، انرژی جنبشی آن را کاهش داده است.

مثال ۲: شخص بسته‌ای به جرم 200 kg را یک هواپیما که با تندی $150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در ارتفاع 1000 m از سطح زمین در حرکت

است، رها می‌کند. اگر بسته با تندی $\frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار بیرونی مقاومت هوادر طول مسیر چقدر است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

مقاومت هوای

$$W_1 = K_2 - K_1 \rightarrow W_1 + W_{ وزن } = K_2 - K_1 \rightarrow W_{ وزن } = K_2 - K_1 - W_1$$

وزن

$$W_{ وزن } = mgd = 200 \times 10 \times 1000 = 20 \times 10^6 \text{ J}$$

$$K_2 = \frac{1}{2} mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (20)^2 = 40 \times 10^4 \text{ J} \quad \rightarrow W_{ مقاومت هوای } = 40 \times 10^4 - 22 / 5 \times 10^4 - 2 \times 10^4$$

$$K_1 = \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (15)^2 = 22 / 5 \times 10^4 \text{ J} \quad \rightarrow = -2 / 5 \times 10^4 \text{ J}$$

مثال ۳: برای اینکه تندی جسمی از $\frac{m}{s}$ به 20 m/s برسد، باید بیرونی آن 300 J کار انجام شود. جرم جسم چقدر است؟

$$v_1 = \frac{m}{s} \quad , \quad v_2 = 20 \frac{m}{s} \quad , \quad W_1 = 300 \text{ J} \quad , \quad m = ?$$

$$W_1 = K_2 - K_1 \rightarrow W_1 = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 \rightarrow 300 = \frac{1}{2} \times m \times 20^2 - \frac{1}{2} \times m \times 10^2$$

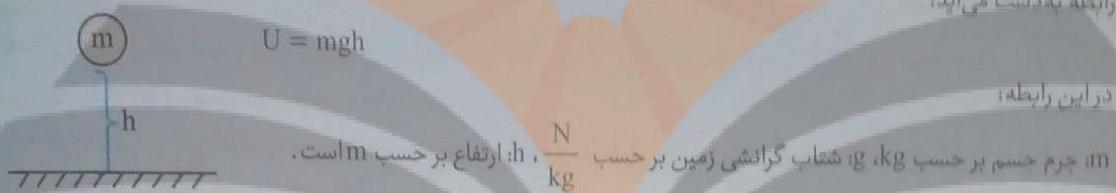
تلاش برای درستی و قدرت

کار و انرژی پتانسیل

الرژی پتانسیل: شکلی از انرژی ذخیره شده است که می‌تواند به انرژی جنبشی تبدیل شود و به مکان جسم بستگی دارد. ا نوع انرژی پتانسیل عبارتند از:

- ۱- انرژی پتانسیل گرانشی
- ۲- انرژی پتانسیل گفتسانی
- ۳- انرژی پتانسیل الکتریکی

انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین: انرژی ذخیره شده در اجسام به دلیل داشتن ارتفاع از سطح زمین را انرژی پتانسیل گرانشی در سامانه جسم - زمین می‌گویند.
اگر جسمی به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین قرار داشته باشد، انرژی پتانسیل گرانشی سامانه متشکل از زمین و جسم از این رابطه به دست می‌آید:



مثال ۱: انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به سطح زمین) پرندۀای به جرم 25g که با تندی $\frac{m}{s} ۴۰$ در ارتفاع

$$\text{متري سطح زمین پرواز می‌کند، چقدر است؟ } (g = ۱۰ \frac{N}{kg})$$

$$m = 25\text{g} = 0 / 25\text{kg}, v = ۲ \frac{m}{s}, h = ۴\text{m}, K = ?, U = ?$$

$$K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0 / 25 \times ۲^2 = ۰ / 25 \times ۲ = ۰ / ۵\text{J} \rightarrow K = ۰ / ۵\text{J}$$

$$U = mgh = ۰ / 25 \times ۱۰ \times ۴ = ۱۰۰\text{J} \rightarrow U = ۱۰۰\text{J}$$

کار و انرژی پتانسیل گرانشی

کار نیروی وزن در یک جایه جایی برابر است با منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین در آن جایه جایی.
 $W_{\text{وزن}} = W_2 - W_1 \rightarrow W_{\text{وزن}} = -\Delta U$

نکته: علامت منفی در رابطه فوق اهمیت زیادی دارد. توجیه قرار گرفتن این علامت در رابطه به شرح زیر است:

- ۱- هنگامی که جسم به سمت زمین حرکت می‌کند، ارتفاع آن کاهش می‌یابد. بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی آن کم می‌شود، یعنی $\Delta U < 0$. اما کار نیروی وزن در جایه جایی به سمت زمین مثبت است، یعنی $W_{\text{وزن}} > 0$.

- ۲- هنگامی که جسم به سمت بالا حرکت می‌کند، ارتفاع آن افزایش می‌یابد، بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی آن زیاد می‌شود، یعنی $\Delta U > 0$. اما کار نیروی وزن در جایه جایی رو به بالا منفی است، یعنی $W_{\text{وزن}} < 0$.

مثال ۲: آسانسوری به جرم 60kg از طبقه سوم یک ساختمان با ارتفاع 10 متر تا طبقه دهم این ساختمان با ارتفاع 35 متر بالا

$$\text{مقدار کار نیروی وزن آسانسور در این جایه جایی چقدر است؟ } (g = ۱۰ \frac{N}{kg})$$

$h_1 = 10\text{m}, h_2 = 35\text{m}, m = 60\text{kg}, W_{\text{وزن}} = ?$

$$\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(mgh_2 - mgh_1) = -mg(h_2 - h_1) = -60 \times 10 \times (35 - 10) = -1 / 5 \times 10^6 \text{J}$$

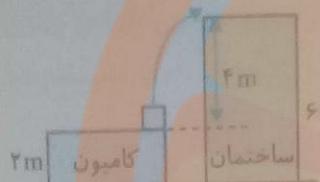
نکته: مقدار U در یک نقطه خاص اهمیتی ندارد بلکه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی بین دو نقطه (ΔU) اهمیت دارد؛ بنابراین در حل مسائل می‌توانیم انرژی پتانسیل گرانشی هر نقطه‌ای را صفر تعريف کرده و انرژی پتانسیل گرانشی سایر نقاط را بر مبنای آن

تلاش بر مسیر موفق

مثال ۷: اگری به جرم 2 kg را از بالای کامیون با ارتفاع 2 m به بالای یک پشت بام با ارتفاع 4 m از سطح زمین پرتاب می‌کنیم.

$$\text{تغییر انرژی پتانسیل گرانشی آجر در این حایه جایی چقدر است؟} \quad (g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

(الف) مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را زمین در نظر بگیرید.



$$h_1 = 2\text{ m}, \quad h_2 = 6\text{ m}$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = mgh_2 - mgh_1 = mg(h_2 - h_1)$$

$$= 2 \times 10 \times (6 - 2) = 80\text{ J} \rightarrow \Delta U = 80\text{ J}$$

$$h_1 = 0, \quad h_2 = 6 - 2 = 4\text{ m}$$

(ب) مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را کامیون در نظر بگیرید.

$$\Delta U = U_2 - U_1 = mgh_2 - mgh_1 = mg(h_2 - h_1) = 2 \times 10 \times (4 - 0) = 80\text{ J} \rightarrow \Delta U = 80\text{ J}$$

$$h_1 = -4\text{ m}, \quad h_2 = 0$$

(ج) مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را پشت بام در نظر بگیرید.

$$\Delta U = U_2 - U_1 = mgh_2 - mgh_1 = mg(h_2 - h_1) = 2 \times 10 \times (4 - 0) = 80\text{ J} \rightarrow \Delta U = 80\text{ J}$$

مثال ۸: کتابی به جرم $1/5\text{ kg}$ را با دست از حالت سکون به اندازه 1 m بالا برده و دوباره به حالت سکون می‌رسانیم. با صرف نظر از مقاومت هوا، کار نیروی دست در این حایه جایی چقدر است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

$$\text{نیروهایی که به کتاب در این حایه جایی وارد می‌شوند، نیروی دست و نیروی وزن کتاب هستند. بنابراین طبق قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:}$$

$$W_{\text{دست}} = K_2 - K_1 \rightarrow W_{\text{دست}} + W_{\text{وزن}} = K_2 - K_1 = 0 \rightarrow W_{\text{دست}} + W_{\text{وزن}} = 0 \rightarrow W_{\text{دست}} = -W_{\text{وزن}}$$

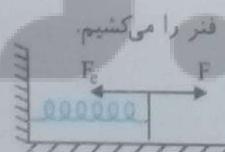
$$\frac{W_{\text{وزن}} = -\Delta U}{W_{\text{دست}} = -(-\Delta U)} = \Delta U \rightarrow W_{\text{دست}} = \Delta U = mgh_2 - mgh_1 = mg(h_2 - h_1)$$

$$= 1/5 \times 10 \times 1 = 15\text{ J} \rightarrow W_{\text{دست}} = 15\text{ J}$$

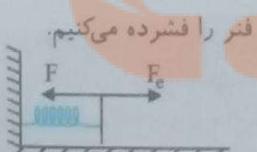
انرژی پتانسیل گشتنی

اگر فتر را فشرده یا بکشیم، نیرویی در خلاف جهت حایه جایی فتر، به دست ما وارد می‌شود که آن را نیروی فتر می‌گویند و با F نشان می‌دهند.

فتر را می‌گشیم.



فتر را فشرده می‌کنیم.



(در این شکل‌ها F نشان دهنده نیروی فتر و F_e نشان دهنده نیروی خارجی است).

آنکه پتانسیل گشتنی انرژی پتانسیل که به دلیل تغییر طول در یک فتر ذخیره می‌شود را انرژی پتانسیل گشتنی می‌گویند.

(با فشرده کردن فتر توسط جسم، انرژی پتانسیل گشتنی در

سامانه جسم - فتر ذخیره می‌شود).

کار و انرژی پتانسیل گشتنی کار نیروی فتر در یک حایه جایی برابر است با منفی تغییرات انرژی پتانسیل گشتنی فتر.

$$W_{\text{گشتنی}} = -\Delta U = -F \cdot d$$

آنکه دلیل قرار گرفتن علامت منفی در اینجا فواید را شرح زیر است:

۱- هنگامی که فتر را فشرده یا می‌گشیم انرژی پتانسیل فتر افزایش می‌یابد، یعنی $\Delta U > 0$ کسانی

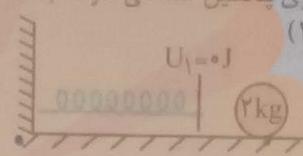
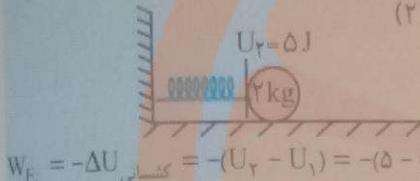
چند جا در اینجا $W_{\text{گشتنی}} = -\Delta U$ است.

۲- هنگامی که فنر فشرده با کشیده شده راه را می کیم، انرژی پتانسیل کشسانی فنر کاهش می باید، یعنی ΔU در این حالت نیروی فنر در جهت جابه جایی است؛ بنابراین کار نیروی فنر مثبت است یعنی $W_F > 0$.

مثال ۵: گلوله ای به جرم 2 kg که با تندی $\frac{m}{s}$ به سمت فنر پرتاب شده، فنر را فشرده و متوقف می شود. اگر در لحظه

توقف جسم، انرژی پتانسیل کشسانی فنر 5 J باشد. (الف) کار نیروی فنر در این جابه جایی چقدر است؟

(۲)

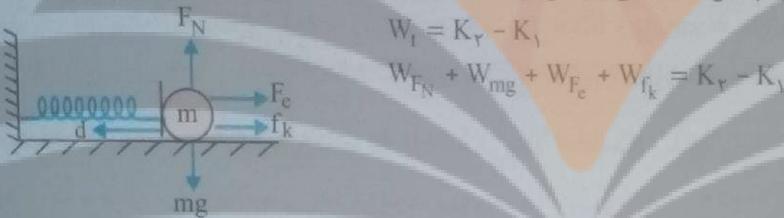


$$W_{F_e} = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(5 - 0) = -5\text{ J} \rightarrow W_{F_e} = -5\text{ J}$$

لوجه: چون در حین فشرده شدن فنر، نیروی فنر در خلاف جهت جابه جایی است، کار نیروی فنر منفی به دست می آید.

(ب) با استفاده از قضیه کار - انرژی، کار نیروی اصطکاک را در این جابه جایی به دست آورید.

در شکل زیر نیروهایی که به جسم در حین جابه جایی وارد می شوند، مشخص شده است. طبق قضیه کار و انرژی داریم:



$$W_{F_N} = W_{mg} = 0$$

نیروی عمودی سطح و نیروی وزن عمود بر جایه جایی هستند، پس کار این نیروها صفر است:

$$K_2 = 0$$

جسم در نهایت متوقف می شود، انرژی جنبشی نهایی آن نیز صفر است:

$$W_{F_e} + W_{mg} + W_{F_e} + W_{f_k} = K_2 - K_1 \rightarrow W_{F_e} + W_{f_k} = -K_1 \rightarrow W_{F_e} + W_{f_k} = -\frac{1}{2}mv_1^2$$

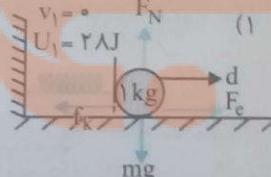
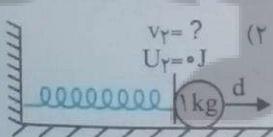
$$\frac{W_{F_e} = -5\text{ J}}{-5 + W_{f_k} = -\frac{1}{2} \times 2 \times 3^2} \rightarrow -5 + W_{f_k} = -9 \rightarrow W_{f_k} = -9 + 5 = -4 \rightarrow W_{f_k} = -4\text{ J}$$

مثال ۶: جسمی به جرم 1 kg به یک فنر فشرده متصل و به حال سکون قرار دارد. انرژی پتانسیل کشسانی فنر در این حالت 2 J

است. با رها کردن سامانه جسم - فنر، سرعت جسم در لحظه جدا شدن از فنر چقدر است؟ کار نیروی اصطکاک را در این

جابه جایی $L = 1\text{ m}$ در نظر بگیرید.

در شکل زیر نیروهایی که به جسم در حین جابه جایی وارد می شوند، مشخص شده است. توجه به این نکته ضروری است که نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت جابه جایی است.



طبق قضیه کار و انرژی داریم:

$$W_i = K_2 - K_1 \rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_{F_e} + W_{f_k} = K_2 - K_1 \rightarrow W_{F_e} + W_{f_k} = \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (1)$$

کار نیروی فنر را می توانیم با رابطه کار و انرژی پتانسیل محاسبه کنیم:

$$W_{F_e} = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(0 - 2) = 2\text{ J} \quad (2)$$

$$\frac{(1),(2)}{2\text{ J} - 1\text{ J} = \frac{1}{2} \times 1 \times v_2^2} \rightarrow 1 = \frac{1}{2}v_2^2 \rightarrow v_2 = \sqrt{2} = \sqrt{2} \text{ m/s} \rightarrow v_2 = \sqrt{2} \text{ m/s}$$

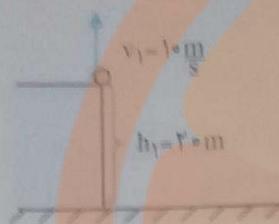
پایستگی انرژی مکانیکی

انرژی مکانیکی: مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل یک جسم را انرژی مکانیکی جسم می گویند و آن را با E نشان می دهند:

$$E = K + U$$

اصل پایستگی انرژی مکانیکی با نادیده گرفتن نیروهای مقاوم (اصطکاک و مقاومت هوا) انرژی مکانیکی یک جسم در طول مسیر $E_i = E_f$

مثال ۱: سنگی از بالای ساختمانی به ارتفاع 20m با تندی $\frac{m}{s}$ 10 رو به بالا پرتاب می‌شود. در چه ارتفاعی از سطح زمین تندی سنگ نصف می‌شود؟ (از مقاومت هوا صرف نظر نظر نکنید). ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



$$h_1 = 20\text{m} , \quad v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} , \quad h_2 = ? , \quad v_2 = 10 \div 2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

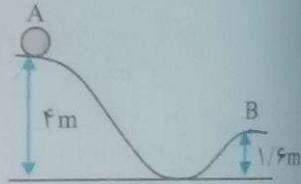
$$\begin{aligned} E_1 &= E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2 \\ \frac{1}{2} \times 10^2 + 10 \times 20 &= \frac{1}{2} \times 5^2 + 10 \times h_2 \rightarrow 50 + 200 = 12.5 + 10h_2 \rightarrow 250 - 12.5 = 10h_2 \\ \rightarrow 237.5 &= 10h_2 \rightarrow h_2 = \frac{237.5}{10} = 23.75\text{m} \end{aligned}$$

در ارتفاع 23.75m از سطح زمین تندی سنگ نصف تندی اولیه می‌شود.

مثال ۲: مطابق شکل جسمی از نقطه A با تندی $\frac{m}{s}$ بر روی سطح به طرف پایین می‌لغزد. اگر اثر نیروهای اصطکاک و

مقاومت هوا صرف نظر شود، تندی جسم در نقطه B چقدر است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

$$h_A = 4\text{m} , \quad v_A = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} , \quad h_B = 1/6\text{m} , \quad v_B = ?$$



$$E_A = E_B \rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}v_A^2 + gh_A &= \frac{1}{2}v_B^2 + gh_B \rightarrow \frac{1}{2} \times 4^2 + 10 \times 4 = \frac{1}{2}v_B^2 + 10 \times 1/6 \rightarrow 16 + 40 = \frac{1}{2}v_B^2 + 16 \\ 48 &= \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow 96 = v_B^2 \rightarrow v_B = \sqrt{96} = 4\sqrt{6} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

کار و انرژی درونی

انرژی درونی به مجموع انرژی‌های ذرات تشکیل دهنده یک جسم، کار و انرژی درونی، جسم می‌گویند.

نکته: انرژی درونی جسم با گرمتر شدن آن افزایش می‌یابد. هر چه تعداد ذرات سازنده جسم و انرژی هر ذره بیشتر باشد، انرژی درونی آن بیشتر است.

نکته: در ترمز گرفتن خودرو، انرژی جنبشی خودرو به انرژی درونی لاستیک‌ها و سطح جاده تبدیل می‌شود.

نکته: چون زمانی که حالتی از انرژی به انرژی درونی تبدیل می‌شود، به سختی قابل بازگشت است. اصطلاح‌آمی کوییم انرژی تلف شده است.

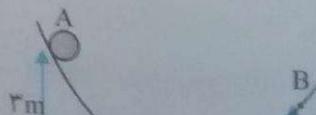
با در نظر گرفتن نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا، انرژی مکانیکی جسم پایسته نبوده و تغییر می‌کند که این تغییر به صورت افزایش انرژی درونی جسم و محیط اطراف یا کار نیروهای مقاوم ظاهر می‌شود.

کار نیروهای مقاوم برابر است با تغییر انرژی مکانیکی جسم:

فقطون پایستگی انرژی در یک سامانه منزوی، انرژی خلق یا تابود نمی‌شود بلکه از شکل به شکل دیگر تبدیل می‌شود.

مثال ۳: در شکل زیر جرم توب 50kg و تندی آن در نقطه A برابر $\frac{m}{s}$ 2 است. کار نیروهای مقاوم را در

طول مسیر محاسبه کنید. ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)



تلاش در مسیر

$$m = 50 \text{ kg} , h_A = 2 \text{ m} , v_A = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} , h_B = 1 \text{ m} , v_B = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} , W_f = ?$$

$$W_f = E_B - E_A = (K_B + U_B) - (K_A + U_A) = (\frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B) - (\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A)$$

$$\rightarrow W_f = (\frac{1}{2} \times 50 \times 2^2 + 50 \times 10 \times 2) - (\frac{1}{2} \times 50 \times 3^2 + 50 \times 10 \times 3)$$

$$= (110) - (225 + 150) = 110 - 375 = -265 \text{ J}$$

نکته: کار نیروهای مقاوم همواره منفی است.

مثال ۱: جسمی به جرم ۲kg از ارتفاع ۶ متری سطح زمین از حالت سکون رها می شود. اگر کار نیروهای مقاوم در طول مسیر ۲۵J باشد، سرعت جسم در لحظه برخورد با زمین چقدر است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$m = 2 \text{ kg} , h_1 = 6 \text{ m} , v_1 = 0 , W_f = -25 \text{ J} , h_2 = 0 , v_2 = ?$$

$$W_f = E_2 - E_1 = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1) = K_2 - U_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - mgh_1 \rightarrow -25 = \frac{1}{2} \times 2 \times v_2^2 - 2 \times 10 \times 6$$

$$\rightarrow -25 = v_2^2 - 120 \rightarrow 120 - 25 = v_2^2 \rightarrow v_2^2 = 95$$

$$\rightarrow v_2 = \sqrt{95} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v_2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

توان

کار انجام شده در واحد زمان (آهنگ انجام کار) را توان می گویند. توان را با P نشان می دهند و یکای آن $\frac{\text{J}}{\text{s}}$ یا وات (W) است.

توان متوسط: اگر کار W در بازه زمانی Δt انجام شود، توان متوسط به این صورت تعریف می شود:

نکته: یکاهای بزرگتر توان کیلووات (kW) و مگاوات (MW) هستند.

نکته: از یکاهای قدیمی توان اسب بخار است. یک اسب بخار برابر ۷۴۶W وات است:

مثال ۱: موتور یک ماشین برقی نیروی رو به جلوی 800N ایجاد می کند. اگر این ماشین برقی در هر دقیقه 30 متر به جلو حرکت

کند، توان متوسط موتور آن چقدر است؟

$$F = 800 \text{ N} , \Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s} , d = 30 \text{ m} , \bar{P} = ?$$

$$W = Fd = 800 \times 30 = 24000 \text{ J} \rightarrow W = 24000 \text{ J}$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{24000}{60} = 400 \text{ W} \rightarrow \bar{P} = 400 \text{ W}$$

مثال ۲: هواپیمایی با جرم $2 \times 10^4 \text{ kg}$ برای بلند شدن از باند فرودگاه در مدت 36s از حالت سکون به تندی $648 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ رسید. توان متوسط موتور این هواپیما چقدر است؟ (از نیروهای اضافی صرف نظر کنید).

$$m = 2 \times 10^4 \text{ kg} , \Delta t = 36 \text{ s} , v_1 = 0 , v_2 = 648 \times \frac{10}{36} = 180 \frac{\text{m}}{\text{s}} , \bar{P} = ?$$

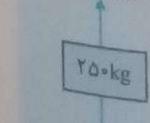
$$W_t = K_2 - K_1 \rightarrow W_t = K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^4 \times 180^2 = 32400 \times 10^4 = 324 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{324 \times 10^6}{36} = 9 \times 10^5 \text{ W} \rightarrow \bar{P} = 9 \text{ MW}$$

مثال ۳: بالابری باری به جرم 250kg را در مدت 20s به اندازه 8m بالا می برد. توان متوسط موتور این بالابر چقدر است؟ این توان

را بر حسب اسب بخار محاسبه کنید. ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$m = 250 \text{ kg} , \Delta t = 20 \text{ s} , d = 8 \text{ m} , v_1 = v_2 = 0 , \bar{P} = ?$$



با توجه به اینکه به جسم فقط نیروهای وزن و موتور بالابر وارد می شود، طبق قضیه کار و انرژی داریم:

$$W_1 = K_1 - K_2 \rightarrow W_{\text{خروجی}} + W_{\text{نیزه}} = K_1 - K_2 = 0 \rightarrow W_{\text{خروجی}} = -W_{\text{نیزه}} = -(-\Delta U) = \Delta U$$

$$W_{\text{خروجی}} = \Delta U = mg(h_2 - h_1) = 250 \times 10 \times 1 = 2500 \text{ J} \rightarrow W_{\text{خروجی}} = 2500 \text{ J}$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{2500}{2} = 1250 \text{ W} \rightarrow \bar{P} = 1 \text{ kW}$$

$$\bar{P} = 1000 \div 746 = 1/24 \text{ hp}$$

یک اسپ بخار برابر 746 W است، بنابراین:

نهان در تمام دستگاه‌ها بخشی از انرژی ورودی قابل استفاده بوده و بقیه آن به صورت گرمابه هدر می‌رود.

نهان از این قابل استفاده را انرژی خروجی یا کار مفید می‌گویند.

مثال ۱: نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را بازده می‌گویند و آن را با R_a نشان می‌دهند.

$$\frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} = \frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{ورودی}}} \rightarrow R_a = \frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{ورودی}}} = \text{بازده}$$

بازده یک وسیله بر حسب درصد از رابطه زیریه دست می‌آید:

$$\frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{ورودی}}} \times 100 = \text{بازده بر حسب درصد}$$

مثال ۲: پمپ آبی با توان ورودی $W = 500 \text{ W}$ در مدت 5 دقیقه $2m^3$ آب را تا ارتفاع $d = 5 \text{ m}$ بالا می‌برد. بازده این پمپ چقدر است؟

$$(g = 10 \frac{m}{s^2}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3})$$

$$P_{\text{ورودی}} = 500 \text{ W}, \Delta t = 5 \text{ min} = 5 \times 60 = 300 \text{ s}, V = 2m^3, d = 5 \text{ m}, R_a = ?$$

ابتدا جرم آبی که توسط پمپ به بالا فرستاده می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \times V = 1000 \times 2 = 2000 \text{ kg} \rightarrow m = 2000 \text{ kg}$$

با استفاده از توان ورودی به پمپ، انرژی ورودی به آن محاسبه می‌شود:

$$P_{\text{ورودی}} = \frac{E_{\text{ورودی}}}{\Delta t} \rightarrow E_{\text{ورودی}} = P_{\text{ورودی}} \times \Delta t = 500 \times 300 = 150000 \text{ J} \rightarrow E_{\text{خروجی}} = 150000 \text{ J}$$

انرژی خروجی پمپ نیز برابر است با تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آب:

$$E_{\text{خروجی}} = \Delta U = mg(h_2 - h_1) = mgd = 2000 \times 10 \times 5 = 100000 \text{ J} \rightarrow E_{\text{خروجی}} = 100000 \text{ J}$$

حال با استفاده از انرژی ورودی و انرژی خروجی بازده پمپ را محاسبه می‌کنیم:

$$R_a = \frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{ورودی}}} = \frac{100000}{150000} = 0.66 \rightarrow R_a = 0.66 \rightarrow \text{درصد بازده} = 0.66 \times 100 = 66 \%$$

مثال ۳: آسانسوری با جرم کل 500 kg و توان ورودی 1 kW در مدت یک دقیقه چند متريالی رود؟

$$m = 500 \text{ kg}, P_{\text{ورودی}} = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}, R_a = \frac{1000}{100} = 10, \Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, d = ?$$

ابتدا با توان ورودی، انرژی ورودی را محاسبه می‌کنیم:

$$P_{\text{ورودی}} = \frac{E_{\text{خروجی}}}{\Delta t} \rightarrow E_{\text{خروجی}} = P_{\text{ورودی}} \times \Delta t = 1000 \times 60 = 60000 \text{ J} \rightarrow E_{\text{خروجی}} = 60000 \text{ J}$$

با استفاده از انرژی ورودی و راندمان، انرژی خروجی را به دست می‌وریم:

$$R_a = \frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{ورودی}}} \rightarrow E_{\text{خروجی}} = R_a \times E_{\text{ورودی}} = 0.1 \times 60000 = 6000 \text{ J} \rightarrow E_{\text{خروجی}} = 6000 \text{ J}$$

انرژی خروجی برابر است با تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم، بنابراین:

$$E_{\text{خروجی}} = \Delta U = mg(h_2 - h_1) = mgd \rightarrow 6000 = 0.1 \times 10 \times d \rightarrow d = \frac{6000}{0.1} = 60000 \text{ m} \rightarrow d = 60 \text{ km}$$

مثال ۱-۲ چه مدت طولی می‌گشد تا یک موتور الکتریکی با توان ورودی $2kW$ و با رعایت 70% درصد، جسمی به جرم 70 کیلوگرم را از ارتفاع 10 متر بالا بردازد؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

$$P_{جذب} = 2kW = 2000W, Ra = \frac{V_0}{V_0} = 0/V, m = 70\text{ kg}, d = 10\text{ m}, \Delta t = ?$$

ابندا انرژی خروجی موتور الکتریکی را محاسبه می‌کیم:

$$E_{خروجی} = \Delta U = mg(h_Y - h_V) = mgd = 70 \times 10 \times 10 = 7000J \rightarrow E_{خروجی} = 7000J$$

با استفاده از راندمان و انرژی خروجی، انرژی ورودی را به دست می‌آوریم:

$$Ra = \frac{E_{خروجی}}{E_{ورودی}} \rightarrow E_{ورودی} = \frac{E_{خروجی}}{Ra} = \frac{7000}{0.7} = 10000J \rightarrow E_{ورودی} = 10000J$$

حال با استفاده از انرژی ورودی و توان ورودی، زمان را محاسبه می‌کیم:

$$P_{جذب} = \frac{E_{ورودی}}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{E_{ورودی}}{P_{جذب}} = \frac{10000}{2000} = 5s \rightarrow \Delta t = 5s$$

تمرين ۱-۲

ماهواره‌ای به جرم 224 kg ، و با تندی ثابت $2 / 84 \text{ km/s}$ دور زمین می‌جرخد. انرژی جنبشی ماهواره را بر حسب زویل و مگازول حساب کنید.

$$m = 224\text{ kg}, v = 2 / 84 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 2 / 84 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}, K = ?$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 224 \times (2 / 84 \times 10^3)^2 = \frac{1}{2} \times 224 \times (2 / 84)^2 \times 10^6 = 903 \times 10^6 \text{ J} = 9.03 \times 10^7 \text{ MJ}$$

تمرين ۲-۲

جرم خودروی به همراه راننده اش $10 \times 40 \times 40 \text{ kg}$ است (شکل زیر). تندی خودرو در دو نقطه از مسیرش روی شکل زیر داده شده است. تغییرات انرژی جنبشی خودرو ($\Delta K = K_2 - K_1$) را بین این دو نقطه حساب کنید.

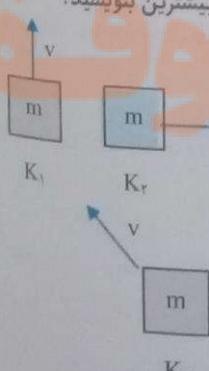


$$v_1 = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}}, v_2 = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}, m = 140\text{ kg}$$

$$K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 140 \times 25^2 - \frac{1}{2} \times 140 \times 18^2 = 2 / 62 \times 10^5 - 1 / 36 \times 10^5 = 1 / 26 \times 10^5 \text{ J}$$

پرسش ۱-۲

انرژی جنبشی هر یک از اجسام زیر را با هم مقایسه کنید و مقدار آن را به ترتیب از کمترین تا بیشترین بتوانید.



$$K_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K_2 = \frac{1}{2}m(2v)^2 = \frac{4mv^2}{2} = 2mv^2$$

$$K_3 = \frac{1}{2}mv^2$$

تلاشی در مسیر معرفت

$$K_1 = \frac{1}{2}(2m)v^2 = \frac{2mv^2}{2} = mv^2$$

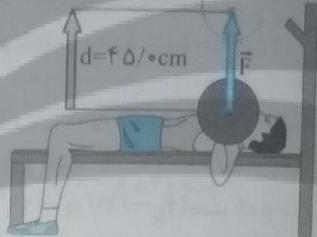
$$K_2 = \frac{1}{2}(2m)(2v)^2 = \frac{8mv^2}{2} = 4mv^2$$

$$K_3 = K_1 < K_4 < K_2 < K_5$$

تمرين ۳-۲

ورزشکار وزنه‌ای به جرم 68 kg را به طور یکنواخت، 45 cm بالای سر خود می‌برد (شکل رو به رو). کاری که این ورزشکار روی وزنه انجام داده است را محاسبه کنید. اندازه شتاب گرانش زمین را 9.8 N/kg بگیرید.

$$m = 68\text{ kg}, \quad d = 45\text{ cm} = 0.45\text{ m}, \quad g = 9.8\text{ N/kg}$$



تمرين ۳-۳

نیروی که ورزشکار به وزنه وارد می‌کند، برابر با وزن این وزنه است؛ بنابراین:
 $W = Fd = 666 \times 0.45 = 299.7\text{ J} \rightarrow W = 300\text{ J}$

تمرين ۴-۲

شکل رو به رو شخص را در حال هُل دادن یک گاری حمل باری روی سطحی هموار و بدون اصطکاک با نیروی به بزرگی $F = 66\text{ N}$ نشان می‌دهد. اگر گاری $18/4\text{ m}$ در جهت نیرو جایه جا شود، کاری را که شخص روی گاری انجام می‌دهد چقدر است؟

$$F = 66\text{ N}, \quad d = 18/4\text{ m}$$

$$W = Fd = 66 \times 18/4 = 1214/4\text{ J} \rightarrow W = 1.214 \times 10^3\text{ J}$$

تمرين ۵-۲

تمرين ۵-۲ را دوباره بینيد. کار انجام شده توسط ورزشکار را روی وزنه براي حالت حساب کنيد که ورزشکار با وارد کردن همان نیروی \bar{F} ، وزنه را به آرامی پاين می‌آورد (شکل رو به رو). توضيح دهد که در اين دو حالت، چه تفاوتی بين مقادير به دست آمده برای کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.

در اين حالت نیروی ورزشکار در خلاف جهت جایه جايی است ($\theta = 180^\circ$)، پس کار انجام شده توسط ورزشکار برابر است با:

$$W = Fd \cos \theta = 666 \times 0.45 \times \cos 180^\circ = -299.7\text{ J}$$

$$\rightarrow W = -300\text{ J}$$

وقتی ورزشکار وزنه را بالا می‌برد، کار انجام شده توسط ورزشکار 300 J است، يعني به وزنه انرژی داده شده ولی زمانی که ورزشکار وزنه اما

تمرین ۲-۲

شخصی جسمی را بگز دفعه با طنابی بلند (شکل الف) و باز دیگر با طنابی کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطح هموار می‌کند. اگر حابه‌جایی و کاری که این شخص در هر دو باز روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، توضیح دهد در کدام حالت، شخص نیروی بزرگ‌تری وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت، ناقیزه فرض کنید.

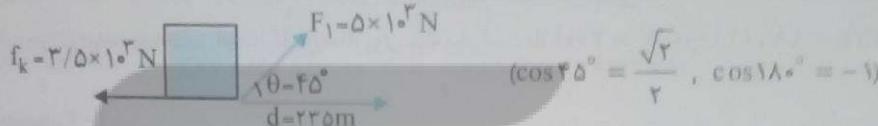


در حالت (ب) شخص نیروی بیشتری وارد می‌کند، زیرا هر قدر طول طناب کوتاه‌تر باشد، زاویه θ بزرگ‌تر و در نتیجه $\cos \theta$ کوچک‌تر است. بنابراین برای حیران لین کافیست، نیروی وارد شده F باید افزایش باید:

$$W = (F \cos \theta)d \rightarrow \text{نات کافی} \quad \text{نات کافی}$$

تمرین ۲-۳

کشاورزی توسط تراکتور سورتمه‌ای پرازهیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازه 235m جابه‌جا می‌کند (شکل زیر). وزن کل سورتمه و بار آن $mg = 1/47 \times 10^3 \text{ N} = 10^3 \text{ N}$ است. تراکتور نیروی ثابت $F_t = 5/00 \times 10^3 \text{ N}$ را در زاویه $0 = 45^\circ$ بالای افق به سورتمه وارد می‌کند. نیروی اصطکاک جنبشی $f_k = 3/50 \times 10^3 \text{ N}$ است که برخلاف جهت حرکت به سورتمه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی سورتمه را به دو روش محاسبه کنید.



روش اول: کار تک‌نک نیروها را در این جایه‌جایی به دست آورده و حاصل جمع آنها را محاسبه می‌کنیم:

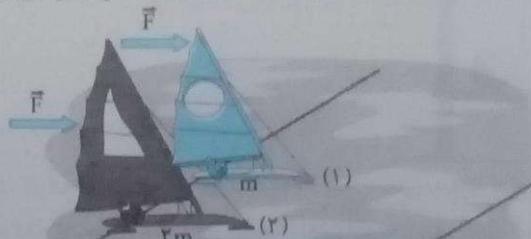
$$\left. \begin{aligned} W_1 &= (F_t \cos 45^\circ)d = 5 \times 10^3 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 235 = 820725\text{J} \\ W_2 &= (f_k \cos 180^\circ)d = 3/50 \times 10^3 \times (-1) \times 235 = -822500\text{J} \end{aligned} \right\} \rightarrow W_t = W_1 + W_2 = 820725 - 822500 = -1775\text{J}$$

روش دوم: نیروهای در امتداد جایه‌جایی را مشخص کرده و اندازه نیروی خالص آنها را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} F_t &= F_t \cos \theta - f_k = 5 \times 10^3 \times \cos 45^\circ - 3/50 \times 10^3 = 3535 - 3500 = 35\text{N} \\ W_t &= F_t d = 35 \times 235 = 8225\text{J} \rightarrow W_t = 8225\text{J} \end{aligned}$$

تمرین ۷-۲

دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح بخزده، دارای جرم‌های m و $2m$ ، روی دریاچه افقی و بدون اصطکاکی فرار دارند و نیروی ثابت و یکسان F با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصله d می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، باهم مقایسه کنید.



بن نیز (F) و جایه جایی (d) در هردو قایق یکسان است، کار کل انجام شده در هردو قایق برابر است:

$$W_t = W'_t \rightarrow \text{کار کل قایق (۲)} = \text{کار کل قایق (۱)}$$

بن هردو قایق از حالت سکون شروع به حرکت کرده‌اند، انرژی جنبشی اولیه هردو قایق صفر است:

$$K_1 = K'_1 = 0 \rightarrow W_t = W'_t \rightarrow K_2 - K'_2 = K'_2 - K_2 \rightarrow K_2 = K'_2$$

لذی جنبشی هردو قایق پس از عبور از خط پایان برابر است.

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}(2m)v'_2 \rightarrow v_2^2 = 2v'_2 \rightarrow v_2 = \sqrt{2}v'_2 \rightarrow \text{سرعت قایق (۱)، } \sqrt{2} \text{ برابر سرعت قایق (۲) است.}$$

۴۰

تمرین ۸-۲

هم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش $8/40 \times 10^3 \text{ kg}$ است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت

B می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو $7/35 \times 10^4 \text{ J}$ است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر

$54/0 \text{ km/h}$ باشد، تندی آن در موقعیت B چند متغیر ثانیه است؟

$$m = 840 \text{ kg}, W_t = 7/35 \times 10^4 \text{ J} = 73500 \text{ J}, v_A = 54 \text{ km/h} \times \frac{10}{36} = \frac{m}{s}, v_B = ?$$

$$W_t = K_B - K_A \rightarrow W_t = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 \rightarrow 73500 = \frac{1}{2} \times 840 \times v_B^2 - \frac{1}{2} \times 840 \times 15^2$$

$$\rightarrow 73500 = 420v_B^2 - 94500 \rightarrow 73500 + 94500 = 420v_B^2 \rightarrow 168000 = 420v_B^2 \rightarrow v_B^2 = \frac{168000}{420}$$

$$\rightarrow v_B = 400 \rightarrow v_B = \sqrt{400} = 20 \rightarrow v_B = \frac{m}{s}$$

۴۰

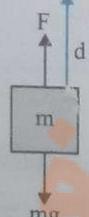
تمرین ۹-۲

شکل رو به رو شخص را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت $52/7 \text{ N}$ ، جعبه‌ای به جرم $4/10 \text{ kg}$ را از حال

سکون در امتداد قائم جایه جا می‌کند.

الف) کار انجام شده توسط شخص و کار انجام شده توسط نیروی وزن را روی جعبه در ارتفاع $1/40 \text{ m}$ به طور جداگانه حساب کنید.

$$m = 4/10 \text{ kg}, F = 52/7 \text{ N}, d = 1/4 \text{ m}$$



نیروی دست در جهت جایه جایی است، پس کار انجام شده توسط دست (شخص) برابر است با:

$$W_1 = Fd = 52/7 \times 1/4 = 73/78 \text{ J} \rightarrow W_1 = 73/8 \text{ J}$$

نیروی وزن جعبه در خلاف جهت جایه جایی است ($\theta = 180^\circ$)، کار انجام شده توسط نیروی وزن

$$W_2 = mgd \cos 180^\circ = 4/10 \times 10 \times 1/4 \times (-1) = -52/4 \text{ J} \rightarrow W_2 = -52/4 \text{ J}$$

ب) کار کل انجام شده روی جعبه تا ارتفاع $1/40 \text{ m}$ چقدر است؟

$$W_t = W_1 + W_2 = 73/8 - 52/4 = 16/4 \text{ J} \rightarrow W_t = 16/4 \text{ J}$$

پ) با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی، تندی نهایی جعبه را در ارتفاع $1/40 \text{ m}$ حساب کنید.

بن سرعت اولیه جعبه صفر است، انرژی جنبشی اولیه آن نیز صفر خواهد بود، بنابراین داریم:

$$W_t = K_2 - K'_1 \rightarrow W_t = K_2 \rightarrow W_t = \frac{1}{2}mv_2^2 \rightarrow 16/4 = \frac{1}{2} \times 4/10 \times v_2^2 \rightarrow 16/4 = 2/05v_2^2$$

$$v_2^2 = \frac{16/4}{2/05} \rightarrow v_2 = \sqrt{16} = 2\sqrt{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

تلات

پرسش ۳-۲

برای آنکه تندی خودرویی از حال سکون به v برسد، باید کار کل W_{1t} روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تندی خودرو از v به $2v$ برسد، باید کار کل W_{2t} روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت W_{1t} / W_{2t} چقدر است؟



$$\frac{W_{1t}}{W_{2t}} = \frac{K_2 - K_1}{K_2' - K_1'} = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - 0}{\frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2}mv^2} = \frac{\cancel{\frac{1}{2}mv^2}}{\cancel{\frac{1}{2}m(4v^2 - v^2)}} = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{W_{1t}}{W_{2t}} = \frac{1}{3}$$

تمرین ۱۰-۲

برای جسمی به جرم m که رو به بالا حرکت می‌کند و از سطح زمین دورمی‌شود نشان دهید کار نیروی وزن، همچنان از این طریق $-U$ به دست می‌آید. فرض کنید که جسم به اندازه کافی نزدیک به سطح زمین بماند به گونه‌ای که وزن آن ثابت باشد.

از آنجا که نیروی وزن همواره به سمت زمین است، در حرکت رو به بالا نیروی وزن و جابه‌جایی

زاویه 180° دارد، بنابراین:

$$\begin{aligned} h_2 &= h_1 + d \\ W_{\text{وزن}} &= mgd \cos 180^\circ = -mgd = -mg(h_2 - h_1) = -(mgh_2 - mgh_1) \\ &= -(U_2 - U_1) \rightarrow W_{\text{وزن}} = -\Delta U \end{aligned}$$

تمرین ۱۱-۲

انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) یک هواپیما مسافربری به جرم $7/50 \times 10^4 \text{ kg}$ که با تندی 864 km/h در ارتفاع $9/60 \times 10^3 \text{ m}$ حرکت می‌کند چقدر است؟ مقدار این انرژی‌ها را با هم مقایسه کنید.

$$m = 7/50 \times 10^4 \text{ kg}, v = 864 \times \frac{10}{36} = 240 \frac{\text{m}}{\text{s}}, h = 9/60 \times 10^3 \text{ m}, K = ?, U = ?$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 7/50 \times 10^4 \times (240)^2 = 216000 \times 10^4 = 21/6 \times 10^8 \text{ J} \rightarrow K = 21/6 \times 10^8 \text{ J}$$

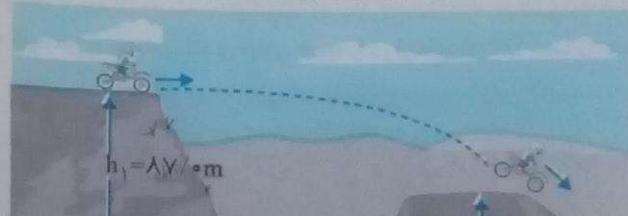
$$U = mgh = 7/50 \times 10^4 \times 10 \times 9/60 \times 10^3 = 72 \times 10^8 \text{ J} \rightarrow U = 72/0 \times 10^8 \text{ J}$$

$$U - K = 72 \times 10^8 - 21/6 \times 10^8 = 50/4 \times 10^8 \rightarrow U - K = 50/4 \times 10^8 \text{ J}$$

انرژی پتانسیل گرانشی هواپیما در این ارتفاع $50/4 \times 10^8 \text{ J}$ بیشتر از انرژی جنبشی آن است.

تمرین ۱۲-۲

جسم موتورسواری با موتورش 147 kg است. این موتورسوار، پرشی مطابق شکل رو به رو انجام می‌دهد.



اگر انرژی پتانسیل گرانشی موتورسوار را روی هر یک از تپه‌ها حساب کنید (9.81 m/s^2) .

$$U_1 = mgh_1 = 147 \times 9 / 81 \times 87 = 125460 / 10^3 \text{ J} \rightarrow U_1 = 125 \times 10^3 \text{ J}$$

$$U_2 = mgh_2 = 147 \times 9 / 81 \times 43 = 62009 / 10^3 \text{ J} \rightarrow U_2 = 62 \times 10^3 \text{ J}$$

ب) کار بروی وزن موتورسوار را در این جایه‌جایی به دست آوردید.

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(62 \times 10^3 - 125 \times 10^3) = 63 \times 10^3 \text{ J} = \text{وزن}$$

۴۶

فعالیت ۱-۲

۰ یک فنر فلزی یا پلاستیکی نرم و نسبتاً بلند اختیار کنید. فنر را مطابق شکل رویه‌رو. از یک طرف آن در امتداد قائم اورزان کنید. ایندا پیش‌بینی کنید که با رها کردن فنر، چه اتفاقی می‌افتد؟ فنر را رها کنید و با دقت، تمامی تبدیلهای انرژی آن را بررسی کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید. اگر دوربین با امکان ضبط و پخش آهسته فیلم در اختیار دارید، فیلم از این فعالیت تهیه کنید و آن را به طور آهسته مشاهده کنید.

فنر حرکت نوسانی رفت و برگشت را در راستای قائم انجام می‌دهد. در حالت فشرده و قلی از رها کردن، فنر انرژی پتانسیل کشانی و گرانشی دارد (۱). بارها کردن و باز شدن فنر، انرژی پتانسیل کشانی و گرانشی آن کاهش و انرژی جنبشی آن افزایش کشانی و گرانشی دارد (۲). با گذشتن فنر از حالت تعادل از انرژی جنبشی و می‌بلد به طوری که در حالت تعادل بیشترین انرژی جنبشی را دارد (۳). با گذشتن فنر از حالت تعادل از انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی آن کاسته و به انرژی پتانسیل کشسانی آن افزوده می‌شود تا در تهایی فنر متوقف شده و بارمی گردد (۴). در ادامه همین روند تکرار می‌شود.

۴۷

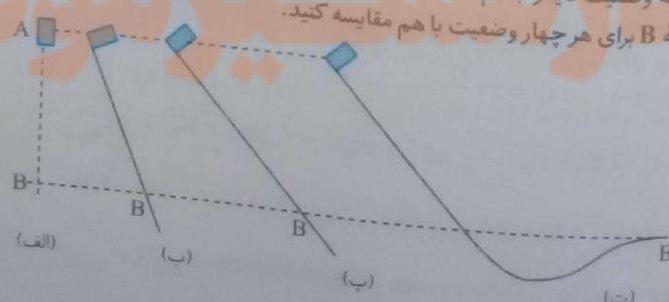
۱



پرسشن ۴-۲ از حال سکون

لشک رویه‌رو، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در وضعیت الف، جسم از حال سکون سقوط می‌کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می‌کند.

لندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.



۹۷۷

۵-۲
توب را هنگام رسیدن به دهانه

۱۵-۲
لاین جم
بلکار در سط
داین نقطه به

۷-۱
توب
برید از
یه ای جیسی

۳
۱۹-۲
خون
دریک از دو
۱۸۷۰۱۱۱
ایندوهای هوان
الاتم شده توب

لندی جسم در
 نقطه B در همه
 وضعیت‌ها بکسان
 است

لندی جسم در
 نقطه B در همه
 وضعیت‌ها بکسان
 است

ازری مکانیکی
 جسم در نقطه B
 در همه وضعیت‌ها
 برابر است

ازری پتانسیل گرانشی
 جسم در نقطه B
 در همه وضعیت‌ها
 برابر است

در همه حالت‌ها
 صور دون استقل
 ارتفاع جسم ثابت
 و جسم از حالت
 سکون رها شده
 است

نقطه B در همه
 حالت‌ها هم‌وار
 است

۴۸

تمرین ۱۳-۲

در مثال ۱۲-۲، مبدأ ازrی پتانسیل گرانشی را در ارتفاع h بگیرید و در این اساس لندی توب را هنگام رسیدن به دهانه سبد حساب کنید.

$$h_1 = 0, \quad v_1 = \sqrt{2} \frac{m}{s}, \quad h_2 = 2 - 1/9 = 1/3m, \quad v_2 = ?$$

$$E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2 \rightarrow \frac{1}{2} \times (\sqrt{2})^2 + \frac{1}{2} \times 9.81 \times 1/3$$

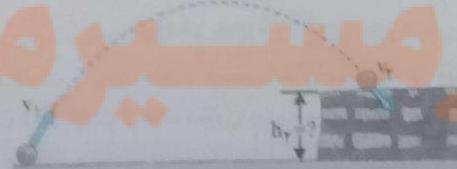
$$\rightarrow 25/92 = \frac{1}{2}v_2^2 + 10/79 \rightarrow 25/92 - 10/79 = \frac{1}{2}v_2^2 \rightarrow 15/12 = \frac{1}{2}v_2^2 \rightarrow v_2^2 = 30/25$$

$$\rightarrow v_2 = \sqrt{30/25} = \sqrt{6}/5 = \sqrt{6} \frac{m}{s}$$

نتیجه: با در نظر گرفتن هر نقطه دلخواه به عنوان مبدأ ازrی پتانسیل گرانشی، تغیری در پاسخ نیست و ایجاد نمی‌شود.

تمرین ۱۴-۲

توب مطابق شکل از سطح زمین با لندی 8 m/s به طرف صخره ای پرتاپ می‌شود. اگر توب با لندی $v_2 = 24/5 \text{ m/s}$ به بالای صخره برخورد کند، ارتفاع h_2 را به دست آورید. مقاومت هوا را هنگام حرکت توب نادیده بگیرید. ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)



$$v_1 = 8 \frac{m}{s}, \quad h_1 = 0, \quad v_2 = 24 \frac{m}{s}, \quad h_2 = ?$$

$$E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} \times 8^2 + 9.81 \times 0 = \frac{1}{2} \times 24^2 + 9.81 \times h_2 \rightarrow 64 = 288 + 9.81h_2 \rightarrow 64 - 288 = 9.81h_2 \rightarrow h_2 = 22.4 \text{ m}$$

۴۸

چشم
راصی -
تجزیی از
وزیر و موسسه

تلاشی در مسیر موفقیت

تمرين ٢-١٣

در مثال ۱۲-۲، مبدأ ارزی پتانسیل گرانشی و ارتفاع h بگیرید و براین اساس تندی توب را هنگام رسیدن به دهانه سبد حساب کنید.

$$h_3 = \dots , \quad v_3 = V / \tau \frac{m}{s} , \quad h_V = V - V / \tau = V / M \Omega , \quad v_V = ?$$

$$E_1 = E_T \rightarrow K_1 + U_1 = K_T + U_T \rightarrow \frac{1}{\gamma} \ln V_T + \ln g_{h_1} = \frac{1}{\gamma} \ln V_T + \ln g_{h_T}$$

$$\rightarrow \frac{1}{\gamma} v_{\gamma}^{\gamma} + gh_{\gamma} = \frac{1}{\gamma} v_{\gamma}^{\gamma} + gh_{\gamma} \rightarrow \frac{1}{\gamma} \times (\gamma / \gamma)^{\gamma} + \dots = \frac{1}{\gamma} v_{\gamma}^{\gamma} + \alpha / \lambda \gamma \times \gamma / \gamma$$

$$\rightarrow 25/92 = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} + 10/79 \rightarrow 25/92 - 10/79 = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \rightarrow 15/113 = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{2} = 25/79$$

$$\rightarrow v_r = \sqrt{r \cdot 1/2\pi} = \Delta / \frac{\Delta}{s} \rightarrow v_r = \Delta / \frac{\Delta}{s}$$

نتیجه: با در نظر گرفتن هر نقطه دلخواه به عنوان مبدأ ارزی پتانسیل گرانشی، تعییری در پاسخ مسئله ایجاد نمی شود.

تمرين ۲-۱۴

توبی مطابق شکل از سطح زمین با تندی $v_1 = 42 \text{ m/s}$ به طرف صخره‌ای پرتاب می‌شود. اگر توب با تندی $v_2 = 24 \text{ m/s}$ به بالای صخره برخورد کند، ارتفاع h_2 را به دست آورید. مقاومت هوا را هنگام حرکت توب نادیده بگیرید. ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

$$v_1 = 44 \frac{m}{s} , \quad h_1 = 0 , \quad v_2 = 44 \frac{m}{s} , \quad h_2 = ?$$

$$E_1 = E_T \rightarrow K_1 + U_1 = K_T + U_T \rightarrow \frac{1}{\gamma} \cancel{mV}_1 + \cancel{mgh}_1 = \frac{1}{\gamma} \cancel{mV}_T + \cancel{mgh}_T \rightarrow \frac{1}{\gamma} V_1 + gh_1 = \frac{1}{\gamma} V_T + gh_T$$

$$\rightarrow \frac{1}{r} \times \gamma \tau^r + \dots = \frac{1}{r} \times \tau \gamma^r + q / \lambda \times h_\tau \rightarrow \lambda \lambda \gamma = \tau \lambda \lambda + q / \lambda \times h_\tau \rightarrow \lambda \lambda \gamma - \tau \lambda \lambda = q / \lambda \times h_\tau$$

$$\rightarrow \Delta \eta \gamma = g / A \cdot h_\gamma \rightarrow h_\gamma = \frac{\Delta \eta \gamma}{g} = \varepsilon_0 / \varepsilon m \rightarrow h_\gamma = \varepsilon_0 / \varepsilon m$$

پرسش ۵-۲

نوب در حال حرکتی را با دست خود می‌گیرد (شکل رویه‌رو). پس از توقف توب، انرژی جنبشی آن کجا رفته است؟

۴۹

انرژی جنبشی آن به انرژی درونی توب، دست و محیط تبدیل شده و سبب گرمتر شدن آنها می‌شود.

۵۰

تمرین ۱۵-۲
توب به جرم 45kg با تندی 8 m/s از نقطه A می‌گذرد (شکل رویه‌رو). نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توب با زمین، 20 N درصد انرژی جنبشی توب را تا رسیدن به نقطه B تلف می‌کند. تندی توب را در این نقطه به دست آورید.

$$K_A = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2} \times 45 \times 8^2 = 1440\text{ J} \rightarrow K_A = 1440\text{ J}$$

بنابراین 20 N درصد از انرژی جنبشی توب در مسیر تلف شده است؛ بنابراین 80 N درصد از انرژی جنبشی اولیه توب به نقطه B می‌رسد. در

$$K_B = \frac{1}{2}mv_B^2 = 1120\text{ J} \rightarrow K_B = 1120\text{ J}$$

$$K_B = \frac{1}{2}mv_B^2 \rightarrow 1120 = \frac{1}{2} \times 45 \times v_B^2 \rightarrow 1120/45 = 24.8 \rightarrow v_B = 4.8 \text{ m/s}$$

۵۱

تمرین ۱۶-۲
هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری بوئینگ ۷۶۷، بیشترانه‌ای (نیروی جلوی هواپیما) برابر $1.97 \times 10^5 \text{ N}$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه $15/6 \text{ km}$ در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هریک از موتورهای هواپیما چند اسب بخار است؟

$$F = 1.97 \times 10^5 \text{ N}, \quad \Delta t = 1\text{ min} = 60\text{s}, \quad d = 15/6 \text{ km} = 15600\text{m}, \quad \bar{P} = ?$$

$$W = Fd = 1.97 \times 10^5 \times 15600 = 30732 \times 10^5 \text{ J} \rightarrow W = 30732 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{30732 \times 10^5}{60} = 511.6 \times 10^5 \text{ W} \rightarrow \bar{P} = 512 \times 10^5 \text{ W}$$

باتوجه به اینکه هر اسب بخار برابر ۷۴۶ وات است، توان متوسط هر یک از موتورها بر حسب اسب بخار برابر است با:

$$\bar{P} = 512 \times 10^5 + 746 = 68632 \text{ hp} \rightarrow \bar{P} = 68632 \text{ hp}$$

۵۲

تمرین ۱۷-۲
آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از ارتفاع 90 m متری روی برههای توربین می‌ریزد و آن را صورت خاند. با چرخش توربین، مولد من چرخد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود (شکل رویه‌رو). اگر $85/0$ درصد کار بیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانية چند مترمکعب آب باید روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به 200 MW برسد؟ جرم هر مترمکعب آب را $1000 \times 10^3 \text{ kg}$ در نظر بگیرید.

$$h_1 = 90\text{ m}, \quad h_2 = 0, \quad Ra = \frac{85}{100} = 0.85, \quad P_{خروجی} = 200\text{ MW} = 200 \times 10^6 \text{ W}$$

$$\Delta t = 1\text{ s}, \quad p_{آب} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad V = ?$$

$$P_{خروجی} = \frac{E}{\Delta t} \rightarrow E_{خروجی} = P_{خروجی} \Delta t = 200 \times 10^6 \times 1 = 200 \times 10^6 \text{ J} \rightarrow E_{خروجی} = 200 \times 10^6 \text{ J}$$

حال با استفاده از انرژی خروجی و بازده، انرژی ورودی به توربین را محاسبه می‌کنیم:

$$Ra = \frac{E_{خروجی}}{E_{ورودی}} \rightarrow E_{ورودی} = \frac{E_{خروجی}}{Ra} = \frac{200 \times 10^6}{0.85} = 235 / 29 \times 10^6 \text{ J} \rightarrow E_{ورودی} = 235 \times 10^6 \text{ J}$$

انرژی ورودی به توربین همان کاربروی وزن آب است، بنابراین:

$$E_{ورودی} = W_{آب} = -AU = -(U_2 - U_1) = U_1 = mgh_1 \rightarrow E_{ورودی} = mgh_1 \\ \rightarrow 235 \times 10^6 = m \times 10 \times 9.8 \rightarrow m = \frac{235 \times 10^6}{9.8} = 241 \times 10^3 \text{ kg} \rightarrow m = 241 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{241 \times 10^3}{1000} = 241 \text{ m}^3 \rightarrow V = 241 \text{ m}^3 \quad \text{حجم آب}$$

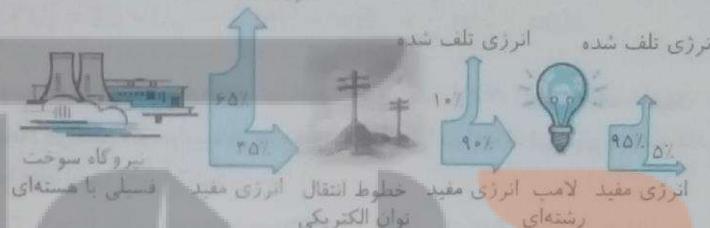
۵۲

فعالیت ۲-۲

شکل زیر طرح وارهای از درصد انرژی مفید و انرژی تلف شده در یک نیروگاه سوخت فسیلی یا هسته‌ای را از آغاز تا مصرف در یک لامپ رشته‌ای نشان می‌دهد.

الف) یک نیروگاه سوخت فسیلی را در نظر بگیرید که با مصرف گازوئیل، انرژی الکتریکی تولید می‌کند. با سوختن هر لیتر گازوئیل $\frac{34}{2}$ مگاوات انرژی گرمایی تولید می‌شود. برای این که یک لامپ رشته‌ای 100 واتی در طول یک ماه به مدت 180 ساعت روشن بماند (به طور میانگین هر شبانه روز 4 ساعت)، چقدر گازوئیل باید در نیروگاه مصرف شود؟

انرژی تلف شده



زمان مصرف را بر حسب ثانیه محاسبه می‌کنیم، می‌دانیم هر ساعت 3600 ثانیه است:

$$\Delta t = 180h = 180 \times 3600 = 6 / 48 \times 10^6 \text{ s}$$

$$Ra = 0.75 \times 0.9 = 0.675$$

$$P_{خروجی} = 100 \text{ W}$$

بازده کل در فاصله تولید تا مصرف انرژی الکتریکی برابر است با:

توان خروجی تقریباً است با:

ابتدا با استفاده از توان خروجی و زمان، انرژی خروجی را محاسبه می‌کنیم:

$$P_{خروجی} = \frac{E_{خروجی}}{\Delta t} \rightarrow E_{خروجی} = P_{خروجی} \times \Delta t = 100 \times 6 / 48 \times 10^6 = 6 / 48 \times 10^7 \text{ J} \rightarrow E_{خروجی} = 6 / 48 \times 10^7 \text{ J}$$

حال با استفاده از انرژی خروجی و راندمان، انرژی ورودی را محاسبه می‌کنیم:

$$Ra = \frac{E_{خروجی}}{E_{ورودی}} \rightarrow E_{ورودی} = \frac{E_{خروجی}}{Ra} = \frac{6 / 48 \times 10^7}{0.675} = 20 / 57 \times 10^7 \text{ J} \rightarrow E_{ورودی} = 20 / 6 \times 10^7 \text{ J}$$

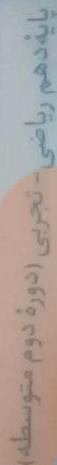
با فرض اینکه همه انرژی گرمایی تولیدی گازوئیل به انرژی الکتریکی تبدیل شود، داریم:

$$\frac{\text{انرژی مصرفی}}{\text{انرژی هر لیتر گازوئیل}} = \frac{20 / 6 \times 10^7}{34 / 2 \times 10^6} = 6 / 602 = 6 / 0.21 \text{ L}$$

ب) با توجه به نتیجه قسمت الف، درک خود از هشدار معروف «لامپ اضافی خاموش!» را بیان کنید.

با توجه به اتفاق انرژی در مسیر تولید تا مصرف و مشکلات استفاده از سوخت‌های فسیلی در تولید انرژی الکتریکی مانند

۵۴



تلاش روی فرقه

۲) اگر در سراسر ایران، هر خانه در طول یک ماه، معادل انرژی الکتریکی مصرف شده در قسمت الک. صرفه جویی کند، مرتبه بزرگی گازوئیل صرفه جویی شده را تخمین بزنید.

$$10^7 - 2 \times 10^7 = 20,000,000$$

$$10^1 / 10^2 = 10^{-1}$$

$$10^8 - 10^1 \times 10^7 = 10^8$$

۵۵

فعالیت ۳-۲

مدت زمانی را که طول می‌کشد تا با دویدن به بالای یک راه پله برسید اندازه بگیرید. آهنگ انجام این کار را محاسبه کنید. پاسخ خود را بر حسب وات و اسپ بخار بیان کنید.

$$W = mgh = 70 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 6 \text{ m} = 4200 \text{ J} \rightarrow P = \frac{W}{t} = \frac{4200}{12} = 350 \text{ W}$$

کار انجام شده برابر است با تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی:

$$W = \Delta U = (U_2 - U_1) = mg(h_2 - h_1) = mgh = 70 \times 10 \times 6 = 4200 \text{ J} \rightarrow W = 4200 \text{ J}$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{4200}{12} = 350 \text{ W} \rightarrow \bar{P} = 350 \text{ W}$$

از آنجاکه هر اسپ بخار ۷۴۶ وات است، توان متوسط بر حسب اسپ بخار برابر است با:

$$\bar{P} = 350 + 746 = 1096 \text{ hp} \rightarrow \bar{P} = 1096 \text{ hp}$$

۵۶

پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۲

۱- تقریباً بیشتر شهاب‌سنگ‌هایی که وارد جو زمین می‌شوند به دلیل اصطکاک زیاد با ذرات تشکیل دهنده جو، به دمای بالایی می‌رسند و می‌سوزند. شکل روبرو شهاب‌سنگی به جرم $1/35 \times 10^5 \text{ kg}$ با تنده $1/12 \text{ km/s}$ را نشان می‌دهد که با تنده $4/12 \text{ km/s}$ وارد جو زمین شده است. انرژی جنبشی این شهاب‌سنگ را به دست آورید. این انرژی را با انرژی 936 km/h جنبشی یک هوایپما می‌سافربری به جرم $2/25 \times 10^3 \text{ kg}$ که با تنده $7/25 \text{ km/h}$ در حرکت است مقایسه کنید.

اندیانرژی جنبشی شهاب‌سنگ را محاسبه می‌کنیم:

$$m = 1/35 \times 10^5 \text{ kg}, \quad v = 4/12 \text{ km/s} = 4/12 \times 10^3 \text{ m/s}, \quad K_1 = ?$$

$$K_1 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 1/35 \times 10^5 \times (4/12 \times 10^3)^2 = \frac{1}{2} \times 1/35 \times 10^5 \times (4/12)^2 \times 10^6 = 11/46 \times 10^{11} \text{ J}$$

$$\rightarrow K_1 = 11/5 \times 10^{11} \text{ J}$$

انرژی جنبشی هوایپما می‌سافربری نیز برابر است با:

$$m = 2/25 \times 10^3 \text{ kg}, \quad v = 936 \times \frac{1}{36} = 26.0 \text{ m/s}, \quad K_2 = ?$$

$$K_2 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2/25 \times 10^3 \times (26.0)^2 = 2450.0 \times 10^3 = 2/45 \times 10^9 \text{ J} \rightarrow K_2 = 0.0245 \times 10^{11} \text{ J}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{11/5 \times 10^{11}}{0.0245 \times 10^{11}} \approx 469$$

انرژی جنبشی شهاب‌سنگ تقریباً 469 برابر انرژی جنبشی هوایپما می‌سافربری است.

۲- حدود 50000 سال پیش شهاب‌سنگی در نزدیکی آریزونای آمریکا به زمین برخورد کرده و جاله‌ای بزرگ از خود

به جای گذاشته است (شکل روبرو). با اندازه‌گیری‌های جدید (200.5 میلادی) برآورد شده است که جرم این

شهاب‌سنگ حدود $40 \times 10^8 \text{ kg}$ بوده و با تنده $12/0 \text{ km/s}$ به زمین برخورد کرده است. انرژی جنبشی این

شهاب‌سنگ هنگام برخورد به زمین چقدر بوده است؟ (خوب است بدانید انرژی آزاد شده توسط هر TNT برابر

$$m = 1/4 \times 10^8 \text{ kg}, \quad v = 12 \text{ km/s} = 12 \times 10^3 \text{ m/s}, \quad K = ?$$

$$K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 1/4 \times 10^8 \times (12 \times 10^3)^2 = \frac{1}{2} \times 1/4 \times 10^8 \times 12^2 \times 10^6 = 100/8 \times 10^{14} \rightarrow K = 1/4 \times 10^{14} \text{ J}$$

۹۸۱



تلاش

۳- در شکل های (الف) و (ب). جرم ارباب های بکسان است. برای اینکه تندی از آنها از صفر به مقدار معنی τ برسد که انجام شده در هر دو حالت را با هم مقایسه کنید.



$$W_t = K_2 - K_1$$

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow W_t = \frac{1}{2}mv^2$$

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

کار انجام شده در قسمت (الف):

$$W_{t2} = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}(2m)v_2^2 - \frac{1}{2}(2m)v_1^2 = mv^2 \rightarrow W_{t2} = mv^2$$

کار انجام شده در قسمت (ب):

$$W_{t2} = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}(2m)v_2^2 - \frac{1}{2}(2m)v_1^2 = mv^2 \rightarrow W_{t2} = 2W_t$$

کار انجام شده در قسمت (ب) دو برابر کار انجام شده در قسمت (الف) است.

۴- ورزشکاری سعی می کند توب بیسیالی به جرم 145g را با بیشترین تندی ممکن پرتتاب کند. به این منظور ورزشکار نیرویی به بزرگی $F = 75\text{N}$ را تا لحظه پرتتاب توب و در امتداد جایه جایی ($d = 1/45\text{m}$) بر آن وارد می کند (شکل رویه رو). تندی توب هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟

$$m = 145\text{g} = 0/145\text{kg}, \quad F = 75\text{N}, \quad d = 1/45\text{m}, \quad v_1 = 0, \quad v_2 = ?$$

$$W_t = K_2 - K_1 \rightarrow W_F + W_{mg} = K_2 - K_1$$

نیروی وزن عمود بر جایه جایی است، بنابراین: $W_{mg} = 0$ ، همچنین انرژی جنبشی اولیه توب صفر است: $K_1 = 0$

$$W_F + W_{mg} = K_2 - K_1 \rightarrow W_F = K_2 \rightarrow F \cdot d = \frac{1}{2}mv_2^2 \rightarrow 75 \times 1/45 = \frac{1}{2} \times 0/145 \times v_2^2$$

$$\rightarrow v_2^2 = \frac{75 \times 1/45}{0/5 \times 0/145} = 1500 \rightarrow v_2 = \sqrt{1500} = 38.7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v_2 = 38.7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۵- آیا کار کل انجام شده بر یک جسم در یک جایه جایی می تواند منفی باشد؟ توضیح دهد.

بله، اگر در جایه جایی یک جسم نیروهای مقاوم بیشتر از نیروهای حرکت باشند، جسم پس از طی مسافتی متوقف و کار کل انجام شده بر روی جسم منفی می شود. به بیان دیگر طبق قضیه کار و انرژی جنبشی اگر سرعت جسم کاهش باید، انرژی جنبشی آن نیز کاهش یافته و مطابق رابطه $W_t = K_2 - K_1$ ، کار کل نیروهای وارد بر جسم منفی می شود.

۶- برای آنکه نیروی خالص، بتواند تندی جسم را از صفر به τ برساند باید کار W را روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد

تندی این جسم از صفر به 3τ برسد کاری که روی جسم باید انجام شود چند برابر W است؟

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با تغییر انرژی جنبشی جسم.

$$v_1 = 0, \quad v_2 = v, \quad W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow W_t = \frac{1}{2}mv^2 \quad \left. \rightarrow W_t = 9W_1 \right\}$$

$$v_1 = 0, \quad v_2 = 3v, \quad W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(3v)^2 = \frac{9}{2}mv^2$$

۷- گ مطابق شکل رویه رو سطلی را در دست نگه دارید. آیا نیروی دست شما هنگامی که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می زید روی سطل کاری انجام می دهد؟ اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود چطور؟ پاسخ خود را در هر مورد توضیح دهید.

هنگامی که سطل را در دست نگه می داریم باید نیرویی برابر با وزن سطل و رویه بالا به جسم وارد کنیم.

چون سطل با تندی ثابت حرکت می کند، شخص نیرویی درجهت افقی به آن وارد نمی کند.

از طرفی زاویه بین نیروی F و جایه جایی d , 90° است.

$$W = Fd \cos \theta = Fd \cos 90^\circ = 0$$



تلاش

لگام که نمای تغییر کند، شتاب و در نتیجه نیرو در راستای جایه جایی مؤلفه ای داشت، آین نیرو روی سطل کار انجام می دهد.

$$W = Fd \cos \theta \neq 0$$



- ۱۱- شخص گلوله ای برفی به جرم 158g را از روی زمین بر می دارد و تا ارتفاع 185cm بالا می برد و سپس آن را با قدری پرتاب می کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلوله برف چقدر است؟

$$m = 158\text{g} = 0.158\text{kg}, h = 185\text{cm} = 1.85\text{m}, v = 12/4\text{m/s}, W = ?$$

شخص روی گلوله ای برفی در دو مرحله کار انجام داده است.

$$W_{mg} = -mgh = -0.158 \times 10 \times 1.85 = -2.92\text{J} \rightarrow W_{mg} = -2.92\text{J}$$

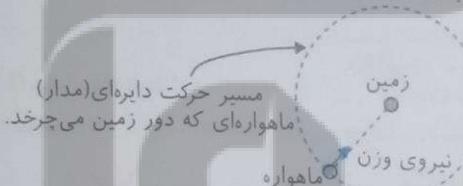
مرحله اول: بالابردن گلوله برفی

مرحله دوم: پرتاب گلوله

$$W = \Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = -\frac{1}{2} \times 0.158 \times (12/4)^2 = -12/1\text{J} \rightarrow W = -12/1\text{J}$$

$$\Rightarrow W_t = W_{mg} + W = -2.92 - 12/1 = -15\text{J} \rightarrow W_t = -15\text{J}$$

- ۹- ماهواره ها در مدارهای معین و با تندی ثابتی دور زمین می چرخدند. حرکت یک ماهواره به دور زمین (شکل الف) را می توان مطابق شکل (ب) مدل سازی کرد. همان طور که دیده می شود نیروی خالصی (نیروی وزن) همواره بر ماهواره وارد می شود. چگونه امکان دارد با وجود وارد شدن این نیرو به ماهواره، انرژی جنبشی آن ثابت بماند؟



نیروی خالص وارد بر ماهواره عمود بر جهت جایه جایی است، پس کار کل ماهواره صفر است. از طرفی با توجه به قضیه کار و انرژی، $W_t = \Delta K$ ، تغییرات انرژی جنبشی نیز صفر است، پس انرژی جنبشی ماهواره همواره ثابت می ماند.

- ۱۰- آیا انرژی جنبش یک جسم می تواند منفی باشد؟ انرژی پتانسیل گرانشی یک سامانه چطور؟ توضیح دهید.

خواه طبق رابطه $\frac{1}{2}mv^2 = K$ انرژی جنبشی به جرم جسم (m) و محدود سرعت (v) بستگی دارد، چون هردوی این عوامل کمیت هایی ثابت هستند، بنابراین انرژی جنبشی جسم همواره ثابت است.

همچنین طبق رابطه $U = mgh$ ، انرژی پتانسیل گرانشی نیز به جرم جسم (m)، شتاب گرانشی (g) و ارتفاع (h) بستگی دارد. همه این عوامل ثابت هستند، بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی یک سامانه نیز همواره ثابت است.

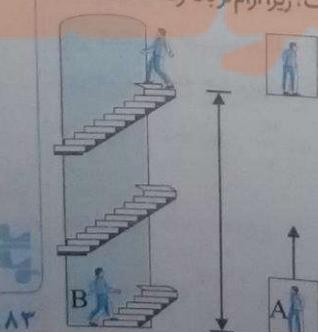
نکته: تغییرات انرژی جنبشی (K) و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی یک سامانه (U) می تواند منفی باشند.

۱۱- دو شخص هم جرم A و B به طبقه سوم ساختمانی می روند. شخص A با آسانسور و شخص B به آرام از پله های ساختمان بالا می روند. گزاره های درست را با ذکر دلیل مشخص کنید.

(الف) در طبقه سوم، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A از شخص B کمتر است، زیرا آرام تر بالا رفته است.

نادرست، زیرا انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم به تندی

حرکت بستگی ندارد و به جرم و ارتفاع جسم بستگی دارد.



ب) انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A کمتر از شخص B است. زیرا برای رسیدن به طبقه سوم ساختمان مسافت کمتری پیموده است. نادرست، زیرا انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم به مسافت پیموده شده توسط جسم بستگی ندارد.

پ) کار نیروی وزن برای هر دو شخص در طول مسیر یکسان است.

درست، می‌دانیم که کار نیروی وزن در جایه‌جایی جسم رو به بالا برابر است با: $W_{mg} = mgh \cos 180^\circ = -mgh$ چون m , g و h در هر دو شخص یکسان هستند، کار نیروی وزن نیز در هر دو شخص برابر است.

ت) انرژی پتانسیل گرانشی هر دو شخص در طبقه سوم ساختمان یکسان است. درست، طبق رابطه $U = mgh$ چون m , g و h برای هر دو شخص برابر است، انرژی پتانسیل گرانشی هر دو شخص یکسان است.

۱۲- در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آنها وارد نمی‌شود. در کدام حالت، جسم بیشترین تندی را هنگام رسیدن به سطح افقی دارد؟

$$h_1 = h, v_1 = 0, h_2 = 0, v_2 = v, m$$

$$E_1 = E_2 \rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \rightarrow mg(h_2) = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\rightarrow gh = \frac{v^2}{2} \rightarrow v^2 = 2gh \rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

$$h_1 = h, v_1 = 0, h_2 = 0, v_2 = v, 2m$$

$$E_1 = E_2 \rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \rightarrow (2m)gh = \frac{1}{2}(2m)v^2$$

$$\rightarrow v^2 = 2gh \rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

$$h_1 = h, v_1 = 0, h_2 = 0, v_2 = v, m$$

$$E_1 = E_2 \rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \rightarrow mg(h_2) = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\rightarrow v^2 = 2gh \rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

در هر سه شکل، جسم با تندی یکسان $\sqrt{2gh}$ به زمین می‌رسد.
ب) تا هنگام رسیدن به پایین مسیر، بیشترین مقدار کار نیروی وزن روی آن انجام شده است؟

$$W = -\Delta U = -(mgh_2 - mgh_1) = mgh$$

کار نیروی وزن به جرم و ارتفاع جسم بستگی دارد، در شکل‌هایی که جرم جسم m است، کار به صورت $W = mgh$ و در شکلی که جرم جسم $2m$ است، کار به صورت $W = 2mgh$ است. پس در شکل وسط، بیشترین کار انجام شده است.

۱۳- در شکل روبه رو هواییمایی که در ارتفاع 225m از سطح زمین و با تندی h برخورد به زمین چقدر است؟ (از تأثیر مقاومت هوا روی حرکت بسته چشم بوسی کنید).

$$h_1 = 225\text{m}, v_1 = 198 \times \frac{10}{36} = 55 \frac{\text{m}}{\text{s}}, h_2 = 0, v_2 = ?$$

اگر نظر از نیروی مقاومت هوا در طول مسیر، انرژی مکانیکی اولیه و نهایی بسته باشد:

$$\begin{aligned} E_1 = E_2 &\rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2 \\ &\rightarrow \frac{1}{2}(55)^2 + 10 \times 225 = \frac{1}{2}v_2^2 \rightarrow 1512.5 + 2250 = 0.5v_2^2 \rightarrow 3762.5 = 0.5v_2^2 \\ &\rightarrow v_2^2 = \frac{3762.5}{0.5} = 7525 \rightarrow v_2 = \sqrt{7525} = 86.7 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

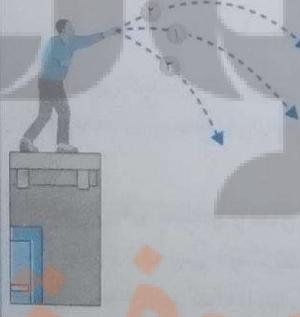
۱۴- موتورسواری از انتهای سکویی مطابق شکل رو به رو، پرش را با تندی 35.0 m/s انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطه مسیرش به 32.0 m/s برسد، ارتفاع h را پیدا کنید. اصطکاک و مقاومت هوا در طول مسیر حرکت موتورسوار نادیده بگیرید.



$$v_1 = 35 \frac{m}{s}, \quad h_1 = 0, \quad v_2 = 32 \frac{m}{s}, \quad h_2 = h = ?$$

$$\begin{aligned} E_1 = E_2 &\rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh \rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh \\ &\rightarrow \frac{1}{2} \times (35)^2 = \frac{1}{2} \times (32)^2 + 10 \times h \rightarrow 612.5 = 512 + 10 \times h \rightarrow h = \frac{100.5}{10} = 10.0 \text{ m} \end{aligned}$$

۱۵- سه توپ مشابه، از بالای ساختمان با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند (شکل رو به رو). توپ (۱) در امتداد افق، توپ (۲) با زاویه‌ای بالاتر از امتداد افق و توپ (۳) با زاویه‌ای پایین‌تر از امتداد افق پرتاب می‌شود، با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی جنبشی توپ‌ها را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید.
جزء ارتفاع و تندی اولیه توپ‌ها یکدیگر برابر است، بنابراین:
انرژی مکانیکی اولیه مساوی است.



$$\left. \begin{array}{l} K_1 = K_2 = K_3 \\ U_1 = U_2 = U_3 \end{array} \right\} \Rightarrow E_1 = E_2 = E_3 \rightarrow$$

با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی‌های مکانیکی اولیه و نهایی هر یک از توپ‌ها برابر است، درنتیجه:

$$E'_1 = E'_2 = E'_3 \rightarrow U'_1 + K'_1 = U'_2 + K'_2 = U'_3 + K'_3 \xrightarrow{\substack{\text{در لحظه برخورد به زمین} \\ U'_1 = U'_2 = U'_3 = 0}} K'_1 = K'_2 = K'_3$$

پس انرژی جنبشی توپ‌ها هنگام برخورد با زمین برابر است.

۱۶- گلوله‌ای به جرم 0.45 kg از دهانه تفنگی با تندی $1/22 \text{ km/s}$ و ارتفاع $1/62 \text{ m}$ از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله با تندی $4/25 \text{ km/s}$ به زمین برخورد کند،

(الف) در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

$$\begin{aligned} m = 0.45 \text{ kg} &= 0.45 \text{ kg}, \quad v_1 = 1/22 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 1/22 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1220 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad h_1 = 1/62 \text{ m} \\ v_2 = 0/425 \frac{\text{km}}{\text{s}} &= 0/425 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 428 \text{ m} \end{aligned}$$

تلاش در معرفی

کار نیروهای مقاوم برابر است با تغییر انرژی مکانیکی جسم:

$$W_f = E_f - E_i$$

$$E_i = K_i + U_i = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i = \frac{1}{2} \times 0 / 0.45 \times (1220)^2 + 0 / 0.45 \times 10 \times 1 / 62 = 33489 + 0 / 729 \\ \rightarrow E_i = 33489 \text{ J}$$

$$E_f = K_f + U_f = \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2} \times 0 / 0.45 \times (425)^2 = 4064 \text{ J} \rightarrow E_f = 4064 \text{ J}$$

$$W_f = E_f - E_i = 4064 - 33489 = -29426 \text{ J} \rightarrow W_f = -2 / 94 \times 10^3 \text{ J}$$

ب) مقدار به دست آمده در قسمت (الف) را با کار نیروی وزن مقایسه کنید.

$$W_g = mgh = 0 / 0.45 \times 10 \times 1 / 62 = 0 / 729 \text{ J} \rightarrow W_g = 0 / 729 \text{ J}$$

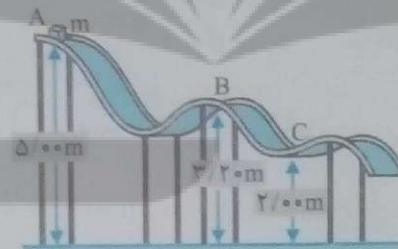
کار نیروی وزن در این حرکت بسیار ناچیز و قابل صرف نظر است.

- ۱۷- جسمی به جرم $m = 12 / 5 \text{ kg}$ در نقطه A از حالت سکون رها می شود و در مسیری بدون اصطکاک از

من خورد (شکل زیر). تعیین کنید:

الف) تندی جسم را در نقطه B

$$m = 12 / 5 \text{ kg}, v_A = 0, h_A = 5 \text{ m}, h_B = 3 / 2 \text{ m}, v_B = ?, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



$$E_A = E_B \rightarrow U_A + K_A = U_B + K_B \rightarrow mgh_A = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 \rightarrow 10 \times 5 = 10 \times 3 / 2 + \frac{v_B^2}{2}$$

$$\rightarrow 50 - 32 = \frac{v_B^2}{2} \rightarrow v_B^2 = 36 \rightarrow v_B = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ب) کار نیروی گرانشی را در حرکت جسم از نقطه A تا نقطه C.

$$W = -\Delta U = -(U_C - U_A) = -(mgh_C - mgh_A) = -12 / 5 \times 10 \times (2 - 5) = -375 \text{ J}$$

$$\Rightarrow W = -375 \text{ J}$$

- ۱۸- شکل روبه رو گلوله ای را نشان می دهد که از سقف کلاس آویزان شده و دانش آموزی آن را از وضعیت تعادل خارج کرده و در برابر نوک بینی خود گرفته است.

الف) وقتی دانش آموز گلوله را رها می کند هنگام برگشت به او برخورد نمی کند. چرا؟ (این تجربه ساده ولی هیجان انگیز را در صورت امکان در کلاستان انجام دهید).

چون بخشی از انرژی مکانیکی اولیه گلوله در طول مسیر رفت و برگشت صرف غلبه بر نیروهای مقاوم می شود. انرژی مکانیکی گلوله در مسیر برگشت کاهش یافته و تا ارتفاع کمتری بالا می آید.

ب) اگر دانش آموز هنگام رها کردن گلوله، آن را هُل دهد، هنگام برگشت آن، چه اتفاقی می افتد؟

در این حالت با افزایش انرژی مکانیکی اولیه گلوله نسبت به حالت قبل، گلوله می تواند در مسیر برگشت تا ارتفاع اولیه و حتی بیشتر از آن نیز بالا بیاید.

- ۱۹- بالابری یا تندی ثابت، باری به جرم $kg = 10^7 \times 10^2 / 80 \times 10^2 / 6 / 4$ را در مدت 186 s تا ارتفاع 4 m بالا من پردازد. اگر جرم

بالابری $kg = 10^7 \times 20 \times 3 / 2$ باشد، توان متوسط موتور آن چند وات و چند اسب بخار است؟

کار انجام شده توسط آسانسور برابر است با تغییر انرژی پتانسیل گرانشی:

$$W = mgh = 100 \times 10 \times 78 / 4 = 78 / 4 \times 10^3 J$$

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{78 / 4 \times 10^3}{186} = 421 W \rightarrow \bar{P} = 421 W$$

نتیجه به اینکه هر اسپ بخار ۷۴۶ وات است، توان متوسط آسانسور بر حسب بخار برابر است با:

$$\bar{P} = 421 + 746 = 1167 W$$

۲. شخص به جرم $78 / 5 kg$ در مدت زمان $84 / 5 s$ از تعداد ۵ پله بالا می‌رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟ ارتفاع هر پله را $28 / 5 cm$ فرض کنید.

$$m = 78 / 5 kg, \Delta t = 84 s, h = 50 \times 28 / 5 = 1425 cm = 14 / 25 m, g = 10 \frac{N}{kg}$$

کار مفید انجام شده توسط شخص برابر است با تغییر انرژی پتانسیل گرانشی شخص:

$$W_{\text{مفید}} = mgh = 78 / 5 \times 10 \times 14 / 25 = 11186 / 25 J$$

$$\bar{P}_{\text{مفید}} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{11186 / 25}{84} = 133 W$$

۱- شکل زیر هوایپما به جرم $7 / 20 \times 10^4 kg$ رانشان می‌دهد که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از $2 / 05 \times 10^3 m$ جایه‌جایی در امتداد باند هوایپما، به تندی برخاستن $h = 254 km / h$ می‌رسد.

(الف) کار کل نیروهای وارد برهوایپما را در این جایه‌جایی حساب کنید.

$$m = 7 / 20 \times 10^4 kg, v_1 = 0, d = 2050 m, v_2 = 254 \times \frac{10}{36} = 70 / 5 \frac{m}{s}, W_t = ?$$

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 7 / 2 \times 10^4 \times (70 / 5)^2 = 17892 / 9 \times 10^3 J$$

$$\rightarrow W_t \approx 17893 \times 10^3 J = 17893 \times 10^3 J$$

ب) دقیقه پس از برخاستن، هوایپما تا ارتفاع $565 m$ از سطح زمین اوج می‌گیرد و تندی آن به $328 km / h$ می‌رسد. در این مدت،

$$h = 565 m, W_t = ? \text{ وزن}$$

$$W_t = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(mgh_2 - mgh_1) = -mg(h_2 - h_1) = -mgh = -7 / 2 \times 10^4 \times 565 = -40680 \times 10^3 J \rightarrow W_t \approx -40680 \times 10^3 J$$

(ب) به جز نیروی وزن، چه نیروهای دیگری بر هوایپما اثر می‌کند (با این نیروها در علوم سال ششم آشنا شدید)؟ کار

کدام یک از این نیروها مثبت و کار کدامیک از آنها منفی است؟

علاوه بر نیروی وزن، نیروی رانشی، نیروی مقاومت هوا و نیروی بالابر بر هوایپما اثر می‌کند. چون در این مدت هوایپما رو به جلو

ورو به بالا حرکت می‌کند، کار نیروی رانشی و نیروی بالابر مثبت و کار نیروی مقاومت هوا منفی است.

(ت) کار کل نیروهای وارد برهوایپما مقدار است؟

$$v_1 = 254 \times \frac{10}{36} = 70 / 5 \frac{m}{s}, v_2 = 328 \times \frac{10}{36} = 91 / 1 \frac{m}{s}, W_t = ?$$

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 7 / 2 \times 10^4 \times (91 / 1)^2 - (70 / 5)^2 = \frac{1}{2} \times 7 / 2 \times 10^4 \times 3328 / 96 = 11984 / 25 \times 10^3 J \rightarrow W_t = 11984 \times 10^3 J = 11984 \times 10^3 J$$

(ث) توان کل انجام کار توسط نیروهای غیر از وزن را بایابید.

$$W_t = W_{\text{وزن}} + W_{\text{غیر وزن}} \rightarrow W_{\text{غیر وزن}} = W_t - W_{\text{وزن}} = 11 / 9 \times 10^7 - (-40 / 6 \times 10^7) = 11 / 9 \times 10^7 + 40 / 6 \times 10^7 = 52 / 5 \times 10^7 J$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{52 / 5 \times 10^7}{6} = 8 / 875 \times 10^7 = 8 / 875 \times 10^7 W$$

۴۲- سالانه تریک به 1.4×10^4 km خطوط لوله در نقاط مختلف کشور توزیع می شود اگر بازده هریک از پمپ های این مرکز ۲۸ درصد باشد توان هریک از آنها بمحاسبه میگیرید.

$$h_1 = 2.05 \times 10^3 \text{ m}, h_2 = 2.70 \times 10^3 \text{ m}, \text{ بازده} = \frac{28}{100} = 0.28, \rho = 1.6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, P = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1.6 \times 10^3 \times 1 = 1.6 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$W_{\text{خروجی}} = \Delta U = U_2 - U_1 = mgh_2 - mgh_1 = mg(h_2 - h_1) = 1.6 \times 10^3 \times 1 \times (2.70 \times 10^3 - 2.05 \times 10^3) \\ = 1.6 \times 10^3 \times 0.65 \times 10^3 = 5.59 \times 10^6 \text{ J} \Rightarrow W_{\text{خروجی}} = E_{\text{خروجی}} = 5.59 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{ورودی}}} = \frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{بازده}}} = \frac{5.59 \times 10^6}{0.28} = 19.9 \times 10^6 \text{ J}$$

$$P = \frac{E_{\text{ورودی}}}{t} = \frac{19.9 \times 10^6}{1} = 19.9 \times 10^6 \text{ W}$$

$$\frac{19.9 \times 10^6}{2} = 9.95 \times 10^6 \text{ W} \rightarrow 9.95 \times 10^6 + 746 = 1.22 \times 10^7 \text{ hp}$$

ارزشیابی مستمر

۱- درست یا نادرست بودن جمله های زیر را مشخص کنید. (۱ نمره)

الف) انرژی جنبش و کار کیت های نرده ای هستند.

نادرست درست

نادرست درست

نادرست درست

نادرست درست

ب) اگر تیروی حالت غیر صفری بر جسم وارد شود، انرژی جنبش ثابت باقی می ماند.

ج) اگر کار کل انجام شده بر روی جسم متفاوت باشد، انرژی جنبش جسم افزایش یافته است.

د) اگر فری را بکشیم با فشرده کیم، کار تیروی فردراین جایه جایی مثبت است.

۲- جاهای خالی را با کلمه های مناسب پر کنید. (۱ نمره)

الف) هر چه تعداد ذرات سازنده جسم بشرط افزایش هر ذره زیادتر باشد، انرژی

آن بیشتر است.

ب) هر اسب بخار برابر وات است.

ج) نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی یک دستگاه را من گویند.

د) کار تیروی های برابر است با تغییر انرژی مکانیکی جسم.

۳- گزینه درست را مشخص کنید. (۱ نمره)

الف) اگر جرم جسم را ۴ برابر کنیم، انرژی جنبش آن چند برابر می شود؟

الف) ۴ برابر

ج) ۴ برابر نمی کند.

ب) نصف

د) تغییر نمی کند.

ب) ۴ برابر

الف) ۴ برابر

ج) ۴ برابر

د) ۴ برابر

۴- مناهیم زیر را تعریف کنید. (۱ نمره)

الف) تلاش در مسیر موقوفه

ب) اگر توان متوسط ماشین A دو برابر توان متوسط ماشین B باشد، در یک زمان ثابت، کار ماشین B چند برابر

کار ماشین A است؟

الف) ۲ برابر

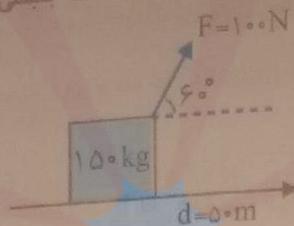
ج) ۴ برابر

ب) ۴ برابر

د) ۴ برابر

۵. شخصی با ری به جرم 150 kg را توسط طفابی که با افق راویه 60° می‌سازد، با نیروی 100 N به اندازه 5 m منع کرد.

$$(\cos 60^\circ = \frac{1}{2}) \quad (1/25)$$



۶. بسته‌ای به جرم 80 kg با طنابی که به بالگردی متصل است از روی زمین بلند می‌شود. اگر بالگرد نیروی 120 N

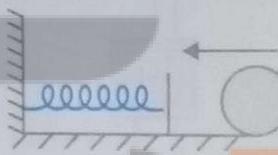
را در راستای قائم بر بسته وارد و سرعت را به بالای آن در ارتفاع 45 m متر به $\frac{m}{s} = 1$ برساند، کار نیروی مقاومت هوا

$$\text{در طول مسیر چقدر است? } (1/25) \quad (g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

۷. موتورسواری با جرم 20 kg از بالای تپه‌ای به ارتفاع 5 m به بالای تپه‌ای دیگر به ارتفاع 8 m می‌پردازد. کار نیروی

$$\text{وزن موتورسوار در این جایه‌جایی چقدر است? } (0/5) \quad (g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

۸- مطابق شکل زیر جسمی با انرژی جنبشی $L = 5\text{ J}$ فنری بخورد کرده و آن را فشرده می‌کند. اگر در لحظه توقف جسم، انرژی پتانسیل کشسانی فنر 40 J باشد، کار نیروی اصطکاک جنبشی در این جایه‌جایی چقدر است؟ $(0/75)$



۹- توبی از ارتفاع 4 m سطح زمین با سرعت $\frac{m}{s} = 1$ رو به بالا پرتاب می‌شود. با تأثیر گرفتن نیروی مقاومت هوا،

$$\text{سرعت پرتاب توب در ارتفاع } 8\text{ m} \text{ از سطح زمین چقدر است? } (0/75) \quad (g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

۱۰- توان ورودی یک پمپ آب 2 kW و بازده آن 70 l/s درصد است. این پمپ در هر دقیقه چند کیلوگرم آب را از عمق

$$28\text{ m} \text{ یک چاه باتندی ثابت بالا می‌آورد? } (1/5) \quad (g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

پاسخ ارزشیابی مستمر

۱. (الف) درست $(0/25)$ ، ب) نادرست $(0/25)$ ، ج) نادرست $(0/25)$ ، د) نادرست $(0/25)$

۲. (الف) درونی $(0/25)$ ، ب) $(746/0/25)$ ، ج) بازده $(0/0/25)$ ، د) مقاوم $(0/0/25)$

۳. (الف) کمینه $(0/5)$ ، (ب) $(0/5)$ ، (ج) $(0/5)$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2} m_2 v_2^2}{\frac{1}{2} m_1 v_1^2} = \frac{m_2 v_2^2}{m_1 v_1^2} = \frac{4m_1 \times (\frac{1}{2} v_1)^2}{m_1 v_1^2} = \frac{4m_1 \times \frac{1}{4} v_1^2}{m_1 v_1^2} = 4 \times \frac{1}{4} = 1 \rightarrow \frac{K_2}{K_1} = 1 \rightarrow K_1 = K_2$$

$$\bar{P}_A = \bar{V} \bar{P}_B, \quad \Delta t_A = \Delta t_B, \quad \frac{W_B}{W_A} = ?$$

$$\bar{P} = \frac{W}{t}, \quad \bar{V} = \frac{W}{\bar{P}}, \quad \bar{V} = \frac{W}{\bar{P}}$$

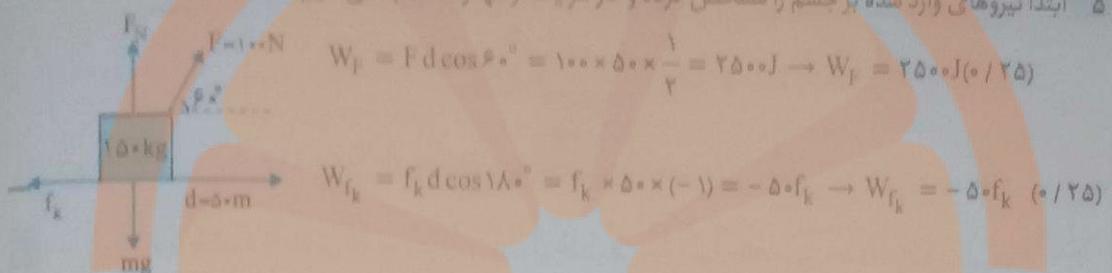
(ب) کمینه (ج) $(0/5)$

تلاش بر درستی

۴) الف) کار کل انجام شده بر روی جسم برابر است با تغییر انرژی چنینی جسم

ب) انرژی که به دلیل تغییر طول دریک فنر ذهنیه می شود را انرژی پتانسیل نشانی می گویند.

۵) ابتدا نیروهای وارد شده بر جسم را مشخص کرده و کار هر یک از آنها را محاسبه می کنید:



چون نیروهای وزن و عمودی سطح، عمود بر جایه جایی هستند، (۵) کار این نیروها صفر است:

$$W_{F_N} = W_{mg} = 0 \quad (۰ / ۲۵)$$

$$\begin{aligned} W_t &= W_{F_N} + W_{mg} + W_F + W_{f_k} = W_F + W_{f_k} \rightarrow ۰ = ۲۵۰ - ۵*f_k \rightarrow -۲۵۰ = -۵*f_k \\ \rightarrow f_k &= \frac{-۲۵۰}{-۵} = ۵۰ N \rightarrow f_k = ۵۰ N \quad (۰ / ۲۵) \end{aligned}$$

$$m = ۱۰۰ kg, v_۱ = ۰, F = ۱۰۰ N, d = ۵ m, v_۲ = ۱0 \frac{m}{s}, W_{\text{ مقاومت هوای}} = ?$$

نیروهایی که به این بسته وارد می شوند عبارتند از: نیروی بالگرد، نیروی وزن و نیروی مقاومت هوای.

با توجه به قضیه کار و انرژی:

$$W_t = K_۲ - K_۱ \rightarrow W_F + W_{mg} + W_f = K_۲ - K_۱ \rightarrow W_f = K_۲ - W_F - W_{mg} \quad (۰ / ۲۵)$$

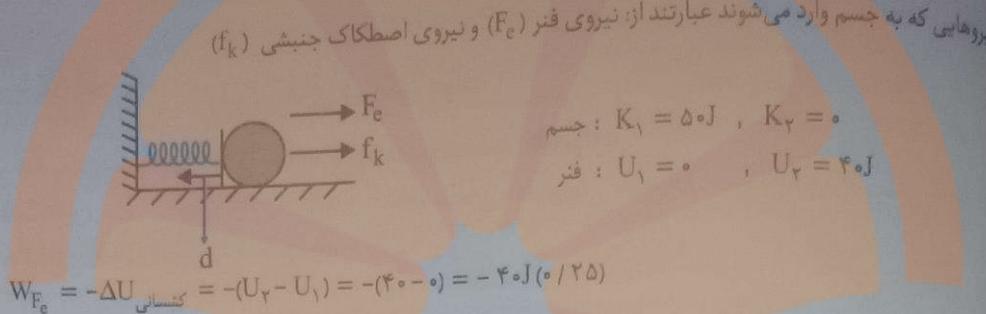
$$\left\{ \begin{array}{l} K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰ \times ۱۰^۲ = ۵۰۰۰ J \quad (۰ / ۲۵) \\ W_F = F \cdot d = ۱۰۰ \times ۵ = ۵۰۰۰ J \quad (۰ / ۲۵) \end{array} \right.$$

$$W_{mg} = mgd \cos ۹۰^\circ = ۱۰۰ \times ۱0 \times ۵ \times (-۱) = -۵۰۰۰ J \quad (۰ / ۲۵)$$

$$\rightarrow W_f = ۵۰۰۰ - ۵۰۰۰ - (-۵۰۰۰) = -۱۰۰۰ J \rightarrow W_f = -۱۰۰۰ J \quad (۰ / ۲۵)$$

$$m = ۱۰۰ kg, h_۱ = ۵ m, h_۲ = ۱۰ m, W_{\text{ وزن}} = ?$$

$$\begin{aligned} W_{\text{ وزن}} &= -\Delta U = -(U_۲ - U_۱) = -mg(h_۲ - h_۱) = -۱۰۰ \times ۱0 \times (۱0 - ۵) = -۵۰۰۰ J \rightarrow W_{\text{ وزن}} = -۵۰۰۰ J \quad (۰ / ۲۵) \end{aligned}$$



جسم : $K_1 = 50 \text{ N/m}$, $K_2 = 0$
فتر : $U_1 = 0$, $U_2 = 40 \text{ J}$

$$W_{F_s} = -\Delta U_{کنسانی} = -(U_2 - U_1) = -(40 - 0) = -40 \text{ J} \quad (\circ / 25)$$

$$W_t = K_2 - K_1 \rightarrow W_{F_s} + W_{f_k} = K_2 - K_1 \quad (\circ / 25) \rightarrow -40 + W_{f_k} = 0 - 0$$

$$\rightarrow W_{f_k} = -40 + 40 = -10 \text{ J} \quad (\circ / 25)$$

$$h_1 = 4 \text{ m}, v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}, h_2 = 8 \text{ m}, v_2 = ?$$

بانادیده گرفتن نیروی مقاومت هوا داریم:

$$E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \rightarrow \frac{1}{2} m v_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 + mgh_2$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + gh_2 \rightarrow \frac{1}{2} \times 10^2 + 10 \times 4 = \frac{1}{2} \times v_2^2 + 10 \times 8 \rightarrow 50 + 40 = \frac{1}{2} \times v_2^2 + 80$$

$$90 - 80 = \frac{1}{2} v_2^2 \rightarrow 10 = \frac{1}{2} v_2^2 \rightarrow v_2^2 = 20 \rightarrow v_2 = \sqrt{20} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2\sqrt{5} \quad (\circ / 25)$$

$$P_{ورودی} = 2 \text{ kW} = 2000 \text{ W}, Ra = \frac{V}{I} = 0 / 100, \Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, h = 28 \text{ m}, m = ?$$

لذعاً استفاده از توان ورودی، انرژی ورودی را محاسبه می کنیم:

$$P_{ورودی} = \frac{E_{ورودی}}{\Delta t} \rightarrow E_{ورودی} = P_{ورودی} \times \Delta t = 2000 \times 60 = 120000 \text{ J} \rightarrow E_{ورودی} = 120000 \text{ J} \quad (\circ / 25)$$

با استفاده از انرژی ورودی و راندمان، انرژی خروجی را بدست آوریم:

$$Ra = \frac{E_{خروجی}}{E_{ورودی}} \rightarrow E_{خروجی} = Ra \times E_{ورودی} = 0 / 10 \times 120000 = 84000 \text{ J} \rightarrow E_{خروجی} = 84000 \text{ J} \quad (\circ / 25)$$

انرژی خروجی با تغییر انرژی پتانسیل گرانشی آب برابر است، بنابراین:

$$E_{خروجی} = \Delta U = mgh \rightarrow 84000 = m \times 10 \times 28 \rightarrow m = \frac{84000}{280} = 300 \text{ kg} \rightarrow m = 300 \text{ kg} \quad (\circ / 25)$$

تلاش در معرفه

ویرگی‌های فیزیکی مواد

کلیدواژه

حالات های ماده - حرارت براونی - بلورین - کشش سطحی - اثر مویریک - ترشودگی - حجم چسبی و دگرچسبی - فشار شایع - فشارسنج - اصل ارشمیدس - سناوری - اصل بروون

منابع آموزش

حالت های ماده

(الف) جامد: خصوصیات یک جسم جامد عبارت است از:

۱- شکل و حجم معین دارد.

۲- نیروی بین اتم های آن از نوع الکتریکی است.

۳- اتم ها در مکان های مشخص قرار دارند و حول این مکان ها نوسان می کنند.

۴- در اثر گرمایش نوسان ها بیشتر شده و جسم جامد منسق شود.

۵- نیروی بین اتم ها شبیه فترهایی است که اتم ها را یک هم نگذاشته و مانع ازان می شود
که اتم ها از حد معینی به هم نزدیک یا از هم دور شوند.

انواع جامد ها:

۱- جامد های بلورین: در این جامد ها اتم ها در طرح های منظمی کنار هم قرار گرفته و جسم جامد از تکرار این طرح ها پدید می آید. جامد های بلورین معمولاً از سرد کردن تدریجی مایع مذاب و یا محلول آنها پدید می آیند، زیرا در این حالت مولکول ها فرصت دارند تا در طرح های منظم، خود را مرتب کنند. مثال: انواع فلزات، نمک ها، الماس و سنگ های معدنی.

۲- جامد های بی شکل (آمورف): در این جامد ها، مولکول ها در طرح منظمی کنار هم قرار ندارند و معمولاً از سرد کردن سریع مایع مذاب پدید می آیند؛ زیرا در این حالت مولکول ها فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم قرار گیرند و در نتیجه در وضعيت نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می مانند: مثال شیشه، قیر و

ب) مایع

مولکول های مایع نظم و تقارن اتمی جامد های بلورین را ندارند و به صورت نامنظم کنار هم قرار می گیرند. مایع ها به راحتی جاری می شوند و شکل ظرف را به خود می گیرند.

نکته: فاصله ذرات در حالت جامد و مایع تقریباً یکسان است.

نکته: در مایع ها پدیده پخش رخ می دهد. این پدیده ناشی از حرکت نامنظم و کاتورهای مولکول های مایع است، مانند پخش شدن جوهر در آب.

نکته: مایع ها تراکم ناپذیر هستند.

ج) گاز

اتم ها و مولکول ها در گاز، آزادانه و با تندی زیاد، حرکت و با یکدیگر و دیواره ظرف برخورد می کنند. در گازها فاصله بین مولکول ها نسبت به اندازه مولکول ها بسیار زیاد است.

حرکت براونی: حرکت نامنظم و کاتورهای مولکول های یک گاز را «حرکت براونی» می گویند.



تلash

این حالت ماده در دیاگاهی سیار بالا اینداد می‌نمود. در این حالت یک را چند تا کمتر از نیم بعد از آن و باریکی شاند و باقی مجموعه ای از گلخانه‌های ازاد، بون‌ها و اتم‌های خنثی که حاوی مقادیر پراپر از بارهای مفت و منظر هستند، تشکیل می‌شود که به آن «بلسان» می‌گویند. ویرگی‌های فیزیکی اینام مواد از قبیل نعله کوب، رسانندگی اکسیریکی و گرمایی، دندانپت، سحرکم و ... در مقیاس نانو تغییر می‌کند.

نکته: برای تفسیر ویرگی‌های فیزیکی اینام مواد در مقیاس نانو لازم نیست همه اینام ماده در مقیاس نانو باشد بلکه اگریک بعد از آن بروز در مقیاس نانو محدود نباشد، ویرگی‌های فیزیکی تغییر می‌کند، مثل نانو ایزوهای اینام.

بروزی هم چیزی اینروی جاذبه بین مولکول‌های یک ماده را «بروزی هم چیزی» می‌گویند.

بروزی دگرچیزی اینروی جاذبه بین مولکول‌های دو ماده مختلف را «بروزی دگرچیزی» می‌گویند.

گلش سطحی: ناشی از بروزی هم چیزی بین مولکول‌های سطح مایع است. به این ترتیب که جاذبه بین مولکول‌های سطح مایع آن را شبیه یک پوسته کشیده می‌کند که مانع از نفوذ اجسام خارجی به داخل مایع می‌شود. مثل شاور مالدن گیره برروی آب، تشکیل حباب صابون، تشکیل قطره از گلش اب هنگام سقوط و راه رفتن برخی حشرات برروی آب.

رنشونگی: هرگاه مایع در ناسی با خامد باشد آن دو حالت ممکن است اینداد نمود.

- ۱- اگر بروزی دگرچیزی بین مولکول‌های مایع و جلد از بروزی هم چیزی بین مولکول‌های مایع بیشتر باشد، مایع خامد را نمی‌کند، مثل آب پرسطح شده.

- ۲- اگر بروزی هم چیزی بین مولکول‌های مایع از بروزی دگرچیزی بین مولکول‌های مایع و جلد بیشتر باشد، مایع خامد را نمی‌کند، مثل جیوه پرسطح شسته.

ازموینگی

الف) لوله مویین در ظرف آب دارای ویرگی‌های زیر است:

۱- آب در لوله مویین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب در ظرف قرار می‌گیرد.

۲- هر چه قطر لوله کمتر باشد، ارتفاع سیون آب در آن بیشتر است.

۳- سطح آب در لوله مویین فرورفته است.

تجویه فیزیکی این پدیده: چون بروزی دگرچیزی بین مولکول‌های آب و نیشیه بیشتر از بروزی هم چیزی بین مولکول‌های آب است، آب تمايل به چسبیدن به دیواره نیشیه را دارد، در نتیجه آب در لوله بالا می‌رود.

ب) لوله مویین در ظرف جیوه دارای ویرگی‌های زیر است:

(۱) جیوه در لوله مویین بالا می‌رود و سطح آن باین بر از سطح جیوه در ظرف قرار می‌گیرد.

(۲) هر چه قطر لوله کمتر باشد، ارتفاع سیون جیوه در آن کمتر است.

(۳) سطح جیوه در لوله مویین برآمده است.

تجویه فیزیکی این پدیده: چون بروزی هم چیزی بین مولکول‌های جیوه از بروزی دگرچیزی بین مولکول‌های جیوه و نیشیه بیشتر است، جیوه سطح نیشیه را تر نمی‌کند در نتیجه سطح جیوه در لوله مویین باین بر از سطح جیوه در ظرف است.

در لوله‌های مویین و زن مایع جایه‌جا شده تسبیب به سطح با برآیند بروهای هم چیزی و دگرچیزی پراپر است.

فشار در شاره‌ها: به مایع‌ها و گازها شاره می‌گویند.

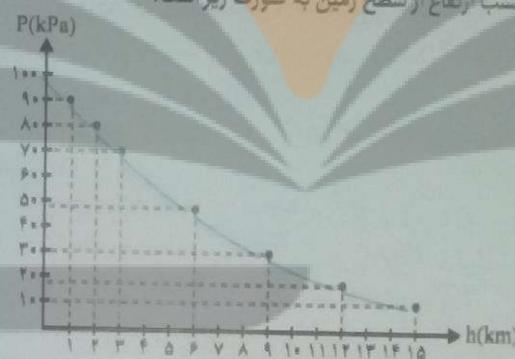
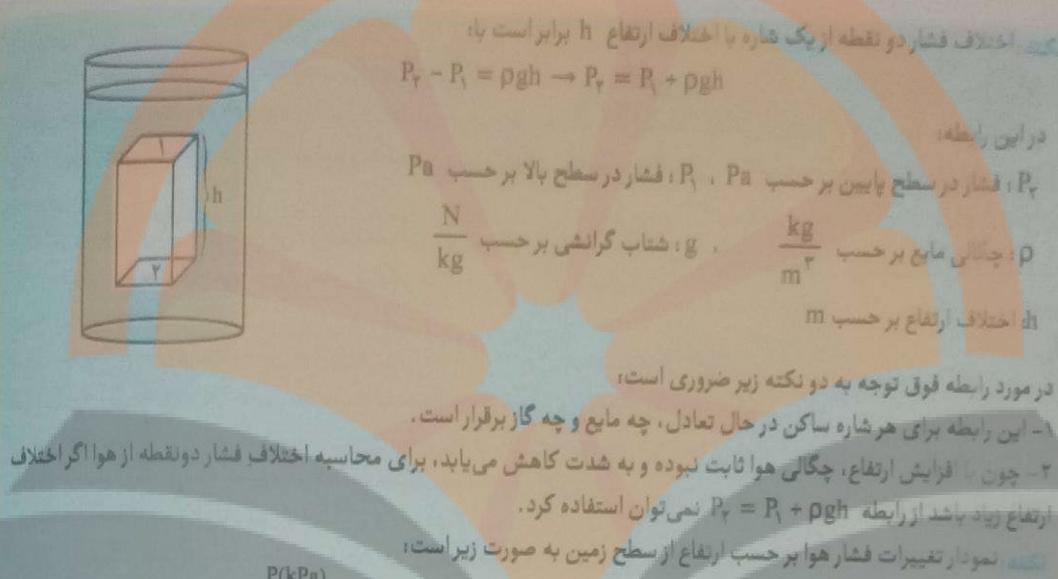
نکته: اگر جسمی داخل شاره‌ای قرار گیرد، بروزی از ظرف شاره بر هر سطح جسم وارد می‌شود که ناشی از برخورد مولکول‌های شاره با سطح است.

نکته: فشاری که بر یک سطح درون شاره وارد می‌شود از رابطه مقابل به دست می‌آید:

مثال: اگر فشار هوای داخل یک هوایما 10^5 Pa باشد، چه بروزی از ظرف هوای داخل، بر پنجره‌ای دایره‌ای شکل به شعاع

$$P = \frac{F}{A} \quad A = \pi r^2 = \pi \times (d/2)^2 = \pi \times 0.09 = 0.27 \text{ m}^2 \quad F = ?$$

تلاش

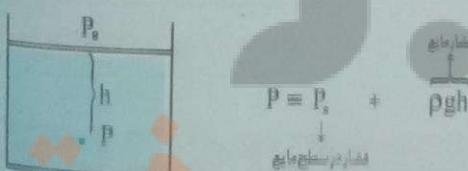


مثال: مخزنی استوانه‌ای شکل به ارتفاع ۵۰cm درون شاره‌ای شوطه‌ور است. اگر فشار شاره در بالا و نه مخزن به ترتیب 150 kPa و 120 kPa باشد، چگالی شاره چقدر است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)

$$h = 50\text{ cm} = 0.5\text{ m}, \quad P_f = 150 \times 10^3 \text{ Pa}, \quad P_i = 120 \times 10^3 \text{ Pa}, \quad \rho = ?$$

$$P_f = P_i + \rho gh \rightarrow 150000 = 120000 + \rho \times 10 \times 0.5 \rightarrow 30000 = 5\rho \rightarrow \rho = \frac{30000}{5} = 6000 \frac{kg}{m^3}$$

فشار در عمق h از یک مایع برابر است با:



نکته: فشار هوا در سطح دریای آزاد $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ است که به آن پک انکسیفر (bar) می‌گویند.
نکته: با توجه به کم بودن چگالی گازها، در محفظه‌های گوچگ گاز اختلاف فشار در نقاط مختلف بسیار ناچیز است و می‌توان فشار گاز یک محفظه را در تمام نقاط آن قابل در نظر گرفت.

مثال ۱: اگر چگالی آب دریاچه‌ای $1.02 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$ و فشار هوا در سطح دریاچه $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ باشد، فشار در عمق ۵ متری

این دریاچه چقدر است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)

$$\rho_w = 1.02 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}, \quad P_i = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}, \quad h = 5\text{ m}, \quad P = ?$$

$$P = P_i + \rho gh = 1.01 \times 10^5 + 1.02 \times 10^3 \times 10 \times 5 = 1.061 \times 10^5 \text{ Pa}$$

مثال ۲: غواصی در عمق ۱۰ متری آب دریاچه‌ای شنا می‌کند، اگر مساحت سراین غواص 200 cm^2 فرض شود، اندازه نیرویین که بر سرین غواص وارد می‌شود چند نیوتن است؟

$$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, P_0 = 10^5 \text{ Pa})$$

$$h = 10\text{ m}, A = 200\text{ cm}^2 = 200 \times 10^{-4}\text{ m}^2$$

پس باید فشار وارد بر سر غواص را در این عمق محاسبه کنیم:

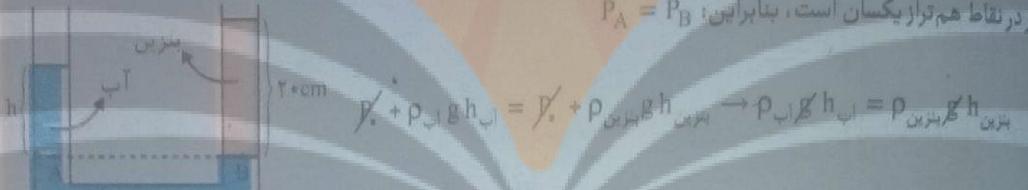
$$P = P_0 + \rho gh = 10^5 + 1000 \times 10 \times 10 = 10^5 + 10^5 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow F = P \cdot A = 2 \times 10^5 \times 200 \times 10^{-4} = 400 \times 10 = 4000\text{ N} \rightarrow F = 4000\text{ N}$$

مثال ۳: در یک لوله U شکل مقداری آب قرار دارد. در شاخه سمت راست آنقدر بزرگی می‌ریزیم تا ارتفاع آن به 20 cm برسد.

اختلاف ارتفاع آب در دو شاخه چقدر است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_{\text{بزرگ}} = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

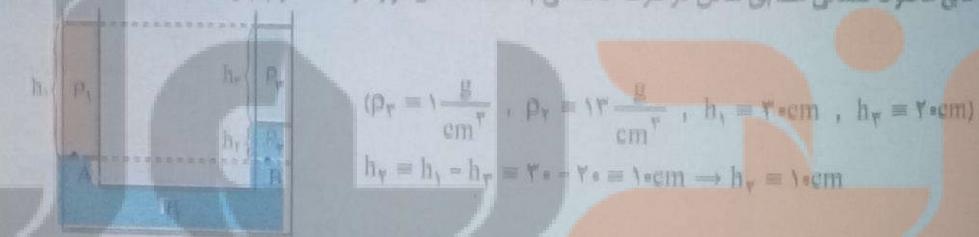
$$P_A = P_B$$



$$\rightarrow \rho_A h_A = \rho_B h_B \rightarrow 1000 \times h_A = 700 \times 20 \rightarrow h_A = \frac{14000}{1000} = 14\text{ cm} \rightarrow h_B = 14\text{ cm}$$

نکته: چون h_B بر حسب سانتی متر نوشته شده، آب h_B بزرگتر است از h_A بر حسب سانتی متر بدست می‌آید.

مثال ۴: نسخه مایع مخلوط نشدنی مطابق شکل در گلف U شکلی به حالت تعادل قرار دارد. مقدار ρ_1 را محاسبه کنید.



$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 \rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3$$

$$\rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3 \rightarrow \rho_1 \times 30 = 13 \times 10 + 1 \times 20 \rightarrow 30 \rho_1 = 150 \rightarrow \rho_1 = \frac{150}{30} = 5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

مثال ۵: یک اسخنر در گفک استخنر پر از آب به عمق ۱۰ متر برابر $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ است.

(الف) چگالی آب استخنر چقدر است؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

$$P = P_0 + \rho gh \rightarrow 10^5 + \rho \times 10 \times 10 \rightarrow 10^5 + 10 \rho = 10^5 + 10\rho \rightarrow 10\rho = 10^5 \rightarrow \rho = 10^4 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow \rho = \frac{10^4 \text{ kg}}{1000} = 10\text{ kg/m}^3 \rightarrow \rho = 10\text{ kg/m}^3$$

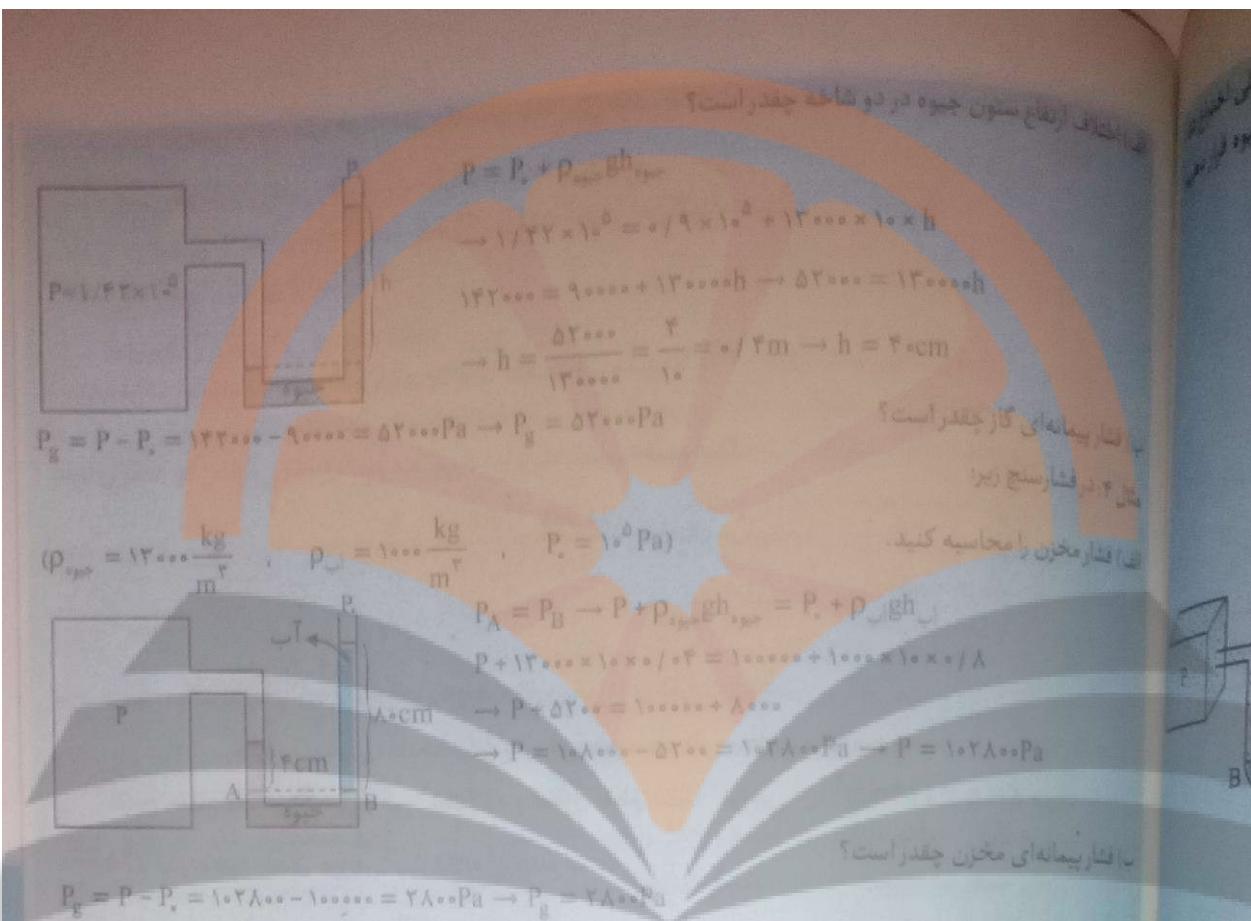
(ب) اگر استخنر مکعب مستطیلی با مساحت اعده 50 m^2 فرض شود، جرم آب داخل استخنر چند کیلوگرم است؟

$$(\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

$$V = 50 \times 10 = 500\text{ m}^3$$

آنچه آب

تلاش برای موفقیت



$$P = P_0 + \rho g h$$

ی منفی است.

بله تمام باقیتی از یک جسم در شاره‌ای قرار گردید، نیرویی ووبه بالا به اندازه وزن شاره جایه‌جا شده توسط جسم، به جسم وارد می‌شود.

لکن، چون فشار شاره در قسمت‌های عمیق‌تر بیشتر است، نیرویی که از طرف شاره به

بخش‌های عمیق‌تر وارد می‌شود، بیشتر است؛ در نتیجه نیروی بالاسوی خالصی به

جسم وارد شده که با وزن شاره جایه‌جا شده برابر است.

لذو شناوری، به نیروی بالاسوی خالصی که به جسم درون شاره وارد شده و با وزن شاره جایه‌جا شده برابر است، «نیروی

شاره» می‌گویند و آن را با F_b نشان می‌دهند.

لکن، اگر جسم در شاره غوطه‌ور باشد، حجم جسم و حجم شاره‌ای که جایه‌جا شده برابر است،

$$V_{\text{حجم}} = V_{\text{شاره جایه‌جا شده}}$$

لکن، اگر جسم بروزی شاره شناور باشد، حجم جسم بیشتر از حجم شاره جایه‌جا شده است.

$$V_{\text{حجم}} > V_{\text{شاره جایه‌جا شده}}$$

لکن نیروی جسمی که درون یک شاره قرار دارد،

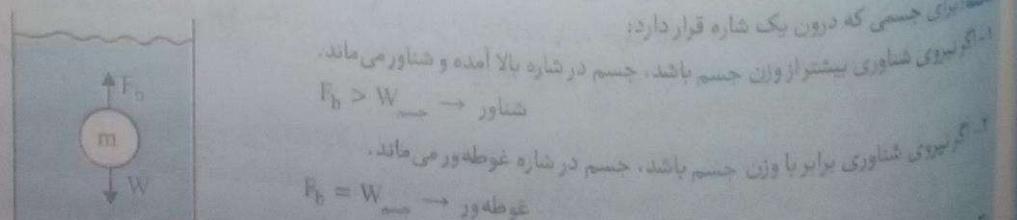
اگر بروزی شناوری بیشتر از وزن جسم باشد، جسم در شاره بالا آمده و شناور می‌ماند.

$$F_b > W_{\text{جسم}} \rightarrow \text{شاره} \rightarrow \text{جسم}$$

اگر بروزی شناوری برابر با وزن جسم باشد، جسم در شاره غوطه‌ور می‌ماند.

$$F_b = W_{\text{جسم}} \rightarrow \text{غوطه‌ور} \rightarrow$$

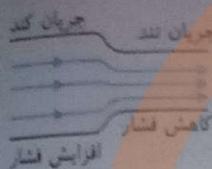
تلاشی در مسیر موافق



اصل بروولی: در مسیر حرکت شاره فشار داخل یک شاره با افزایش تندی شاره، کاهش می‌یابد.

نکته: طبق اصل بروولی فشار و تندی یک شاره نسبت عکس دارند.

نکته: به جزیالی که در آن سرعت همه ذراتی که از نقطه معینی می‌گذرند، قابل باشد، جریان پایا می‌گویند.



نکته: اصل بروولی بر طبق این فرضیات است:

۱- شاره تراکم‌ناپذیر است. ۲- هنگام حرکت شاره اما الاف انرژی وجود ندارد. ۳- حرکت شاره پایا است (متلاطم نیست).

آنکه جریان شاره: نسبت حجم شاره جایه‌جا شده به زمان را «آهنگ جریان شاره» می‌گویند. اگر سطح مقطع لوله را A و حجم شاره‌ای که در زمان t از این سطح مقطع عبور می‌کند را با AL نشان دهیم، آهنگ جریان شاره از طریق رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{آهنگ جریان شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{AL}{t} = A\bar{v} = Av$$

حجم آین بخش از شاره برابر AL است

نکته: نسبت سافت به زمان ($\frac{1}{t}$) در حرکت یکنواخت شاره برابر تندی شاره (v) است.

معادله پیوستگی: در شاره تراکم‌ناپذیر، آهنگ حرکت شاره در سطح مقطع‌های متفاوت برابر است:

مثال: سطح مقطع یک سرنگ پر از آب 0.4cm^2 و سطح مقطع دهانه خروجی آن 4mm^2 است. اگر سرنگ با تندی

$$1/5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$



$$A_1 = 0.4\text{cm}^2, v_1 = 1/5 \frac{\text{cm}}{\text{s}},$$

$$A_2 = 0.4\text{mm}^2 = 0.4 \times 10^{-4}\text{cm}^2, v_2 = ?$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow 0.4 \times 10^{-4} \times 1/5 = 0.4 \times 10^{-4} \times v_2 \rightarrow v_2 = 1/5 \times 10^3 = 150 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

نکته: در معادله پیوستگی باید پکاهای A و v در دو طرف معادله یکسان باشد.

مثال ۲: یک لوله آبیاری با قطر داخلی 2cm به یک آپارتمان که سرآن 5 روزه با قطر 2mm دارد وصل شده است. اگر تندی آب در لوله $90 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ باشد، تندی آب در زمان خروج از آب پاش چقدر است؟ ($\pi = 3$)

$$\begin{aligned} &\text{سطح مقطع لوله: } 2\text{cm} \rightarrow r_1 = 1\text{cm} \rightarrow A_1 = \pi r^2 = 3 \times 1^2 = 3\text{cm}^2 \rightarrow A_1 = 3\text{cm}^2 \\ &\text{لوله: } 2\text{cm} \rightarrow r_2 = 0.1\text{mm} = 1 \times 10^{-4}\text{cm} \rightarrow A_2 = \pi r^2 = 3 \times (1 \times 10^{-4})^2 = 3 \times 10^{-8}\text{cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{سطح مقطع هر روزه: } 3 \times 10^{-8}\text{cm}^2 \\ &\text{مساحت روزه: } 5 \times 3 \times 10^{-8} = 15 \times 10^{-8}\text{cm}^2 = 150 \times 10^{-9}\text{cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow 3 \times 90 = 150 \times 10^{-9} \times v_2 \\ &\rightarrow v_2 = \frac{3 \times 90}{150 \times 10^{-9}} = \frac{270}{150 \times 10^{-9}} = 1/8 \times 10^9 = 18000 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 180 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

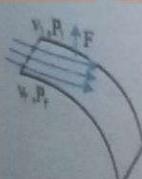
کاربردهایی از اصل بروولی

۱- چرا وقتی سطح بالایی یک ورق کاغذ را فوت می‌کنیم، ورق کاغذ به سمت بالا حرکت می‌کند؟

با فوت کردن، هوای بالای کاغذ سریع‌تر جریان می‌یابد و بنا به اصل بروولی فشار آن

کاهش می‌یابد. در نتیجه فشار هوای سطح زیرین که بیشتر است کاغذ را به طرف بالا

حرکت می‌دهد.



۲- نیروی بالایر وارد بر هواییما در جین حرکت چگونه ایجاد می‌شود؟

حلزوحی بال هواییما به گونه‌ای است که تندی هوا در بالای بال بیشتر از زیر آن است.



تلاش ۱۰ صیغه موافق

این سهیش معمولی یا شیشه عطر چگونه کار می کند؟

کاهش مخزن هوای اصرم، سریع شدن روزهای گفروخته در ساعت، ایجاد و
کاهش فشار هوای بالای لوله می‌شود، بنابراین شاره در لونه بالا آمدده و با
موسیقی خود و از طریق روزنه به بیرون پاشیده می‌شود.



۲- گلندار نوب فوتبال چگونه ایجاد می شود؟

در هر دو کات ذار ضربه با به کوئله‌ای به توب وارد می‌شود که توب در حین جلو رفتن
در پیک جهت خاص می‌چرخد. چرخش توب باعث چرخش هوای اطراف توب شده و
در پیک سمت توب بیشتر از سمت دیگر می‌شود در نتیجه طبق اصل برنولی
بنویطف توب در حین حرکت اختلاف فشار ایجاد شده و توب به یک سمت
می‌گردد. با کاهش سرعت چرخش توب در طول حرکت اختلاف فشار
کاهش دارد. ولوب پس از علی مسیری خمیده، به راستای اویله خود باز می‌گردد.

۱-۳

للمزني یکی از هنرهاه صنعتی ایران و با قدمتی چندین هزار ساله است. تحقیق کنید صنعتگران قلم زن، چگونه از فعل ریخت شدن قیر گمک می‌گیرند تا بدون سوراخ شدن فلز برخوبی آن تنفس و نگارهای متعددی ایجاد کنند.

منگران برای تنظیم گودی و برجستگی های ایجاد شده پروری فلز و جلوگیری از سوراخ شدن سطح فلز با هزیات چکش، قیر یا گرمادان شل کرده و داخل چلروف کار خود می ریزند تا سطح داخلی آن را به طور کامل بپوشاند، هر چه قیر داغتر باشد فلز درین مرتبه بیشتر فرو می رود، از قیر سفت شده نیز برای استحکام بخشی و جلوگیری از فرو رفتن بیش از حد سطح و شکستن فلز در پایه ضربه و همچنین کاهش سروصدای استفاده می کنند. در برخی از موارد نیز به قیر گچ اضافه می کنند، تا ثرد و شکننده شده بعد از کار به آسانی از سطح جدا شود.

٣٢

بکسرنگ، مثلاً ۱۰ سی س اختیار کنید. پیستون آن را بکشید تا هوا وارد سرنگ شود. انگشت خود را محکم روی دهانه طرحی سرنگ قرار دهید و تا جایی که می‌توانید پیستون را حرکت دهید تا هوای درون سرنگ متراکم شود. هوای درون سرنگ را خالی و آن را تا نیمه از آب پر کنید. با مسدوخ نمودن انتهای سرنگ سعی کنید تا جایی که ممکن است مایع درون آن را متراکم کنید. از این آزمایش ساده چه نتیجه‌ای در مورد تراکم پذیری گازها و مایع‌ها من گیرید؟ توضیح دهید. چون فاصله بین مولکولی در مایع‌ها کم است (تقریباً به اندازه جامدات است)، نیروی دافعه بین مولکولی اجازه نمی‌دهد که این فاصله را بروز کردن فشار کاهش داد. ولی در گازها فاصله بین مولکول‌ها بسیار زیاد است. بنابراین مولکول‌های گاز را می‌توان تحت فشار به یکدیگر نزدیک و متراکم کرد. در نتیجه، توانیم یکوییم مایع‌ها تراکم ناپذیر و گازها تراکم پذیرند.

۴۸

الف) وقتی در شبیه عطری را درگوشید از آنکه باز من کنید. پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای آتاق پخش و هم آن حس می شود. با توجه به شکل رویه رو این پدیده را چگونه توجیه می کنید؟ چرا پدیده پخش در گازها سریع تر از مالحهاست؟ حرکت نامنظم و کاتورهای مولکولهای عطر و هوای فضای آتاق و برخورد آنها با یکدیگر و انحراف سبیران باعث پراکنده شدن این مولکولها در فضای آتاق می شود. حرکت مولکولها در گازها سریع تر از مالحهاست بنابراین پدیده پخش در گازها با سرعت بیشتری رخ می دهد.

ب) هواي اطراف کره زمين، آميذهاي از نيتروزن (۷۸ درصد)، اکسيزن (۲۱ درصد)، گرين دى اکسید، بخار آب و مقدار کم کاربوني س اثر (كريپتون، نتون و هلیم) است. این مولکول‌ها به طور کاتوره‌اي و با تندی زياد همواره در حرکت‌اند. برخورد مولکول‌هاي هواي به يكديگر سبب شدن اتمها شده است. اين يكديگر را با سرعت بيشتری رخ می‌دهد.

سین تولید شده توسط گاهان، د. جنگا هارا، فارابی بخش و بازش پادها در سراسر کره زمین پراکنده می شود. همچنان گرین ۴ چند پرسنل بغض اهلاء می شود اهمیت این پدیده را در اینجا بررسی نمایم.

تمرین ۱-۳

در مکعب به ابعاد یک نانومتر، چه تعداد اتم را می‌توان جای داد؟ اگر ابعاد مکعب 10^{-9} نانومتر باشد چطور؟ قطره اتم 10^{-10} m فرض کنید. تعداد اتم‌هایی که در هر یک از ابعاد طول و عرض و ارتفاع این مکعب جای می‌گیرند برابر است با:

$$10^{-9} = \frac{10^{-9}}{10^{-10} \times 10^{-10}} = \frac{10^{-9}}{10^{-20}} = 10^{11}$$

بنابراین تعداد کل اتم‌هایی که در این مکعب جای می‌گیرند برابر است با: $10^{11} \times 10^{11} = 10^{22}$ تعداد کل اتم‌ها اگر ابعاد مکعب 10 nm شود تعداد اتم‌هایی که در هر یک از ابعاد طول و عرض و ارتفاع این مکعب جای می‌گیرند 10^{10} می‌شود بنابراین: $10^{10} \times 10^{10} = 10^{20}$ تعداد کل اتم‌ها

پرسش ۲-۳

به نظر شما چرا در کتاب‌های مرجع دمای ذوب طلا را 64°C ذکر کردند؟ زیرا این دمای ذوب برای تمام کاپردهای علمی و صنعتی صحیح است و تمامی قطعه‌هایی از طلا که می‌توان آنها را با چشم دید در این دما ذوب می‌شوند. اما در مقایسه نانو، هرچه ذره کوچک‌تر باشد دمای ذوب کمتری ذوب ثابتی را برای طلا در نظر گرفت.

فعالیت ۳-۳

علوم و فناوری نانو دستاوردهای فراوانی در عرصه‌های مختلف، از جمله: پزشکی و داروسازی، رایانه‌ها، ذخیره‌سازی داده‌ها و گوشی‌های تلفن همراه، صنایع هوایپیماسازی و خودروسازی، پوشک و خودنی‌ها و ... داشته است، تأثیر علوم نانو را در یک از این حوزه‌ها در گروه خود، به عنوان موضوع تحقیق انتخاب کرده و نتیجه تحقیق را به کلاس ارائه دهید. دانش‌آموزان عزیز می‌توانند با مراجعه به سایت www.nano.ir و جستجوی شماره‌های مختلف ماهنامه «فن آوری نانو» با آخرين پيشرخت‌های اين فناوري در علوم مختلف آشنا شوند.

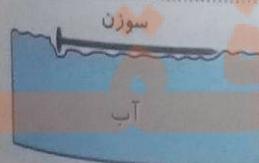
۶۶

پرسش ۳-۴

وقتی شیشه می‌شکند با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛ ولی اگر قطعه‌های شیشه را آنقدر گرم کنیم که نرم شوند می‌توان آنها را به هم چسباند. این پدیده‌ها را با توجه به کوتاه‌بُرد بودن نیروهای بین مولکولی توجیه کنید.

چون نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند با نزدیک کردن قطعات شیشه نمی‌توان آنها را در فاصله بین مولکولی یکدیگر فرا داده و به هم چسباند ولی بعد از گرم کردن شیشه و اتصال آنها به هم، جنبش بین مولکول‌ها باعث قرار گرفتن آنها در فاصله‌های بین مولکولی شده و جاذبه بین مولکول‌ها سبب اتصال دوباره قطعات به یکدیگر می‌شود.

فعالیت ۴-۳



الف) سعی کنید یک سوزن ته گرد یا گیره کاغذ را مطابق شکل روی سطح آب

شناور کنید. برای این منظور می‌توانید از یک تکه دستمال کاغذی استفاده کنید.

ب) پس از شناور شدن سوزن یا گیره، سطح آب را به دقت مشاهده کنید و مشاهدات خود را به کلاس گزارش دهید.

سوزن یا گیره در محل تماس با سطح آب فروافتگی ایجاد می‌کند. ولی روی سطح آب شناور بوده و به زیر آب نمی‌رود. (کشش سطحی ناشی از هم‌چسبی مولکول‌های سطح آب مانع از فروافتگی جسم در آب می‌شود.)

پ) اکنون یک دو قطره شوینده را به آرامی به آب درون ظرف بیفزايد. مشاهدات خود را به کلاس گزارش کنید.

دلیل برای آن ارائه دهید. با افزودن مایع ظرفشویی سوزن یا گیره در آب فرو می‌رود. زیرا مایع ظرفشویی نیروی هم‌چسبی مولکول‌های سطح آب و در نتیجه کشش سطحی آن را کاهش می‌دهد.

(۷)

(۸)

(۹)

(۱۰)

(۱۱)

(۱۲)

(۱۳)

(۱۴)

(۱۵)

(۱۶)

(۱۷)

(۱۸)

(۱۹)

(۲۰)

(۲۱)

(۲۲)

(۲۳)

(۲۴)

پرسش ۴-۳

نکرهای روبه رو خروج قطره های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره چکان نشان می دهد.
الف) توضیح دهید در کدام شکل دمای قطره های روغن کمتر است.

در شکل سمت پیش - زیرا هر قدر روغن سردتر باشد نیروی هم چسبی آن قوی تراست و در زمان جدا شدن از قطره چکان قطرات بزرگ تری را تشکیل می دهد. (با قوی ترشدن نیروی هم چسبی، قطره برای فروافتادن و غلبه بر این نیرو باید جرم بیشتری داشته باشد).

ب) افزایش دما چه تأثیری بر نیروی هم چسبی مولکول های یک مایع من گذارد؟

افزایش دما باعث افزایش جنبش مولکولی و در نتیجه ضعیف شدن نیروی هم چسبی مولکول های یک مایع می شود.

ب) چرا هنگام شستن ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرف شویں، ترجیح می دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟

می باعث افزایش جنبش مولکولی و در نتیجه غلبه بر نیروی دگرچسبی چربی ها و ظروف شده و ظروف راحت تر شسته می شوند.

فعالیت ۵-۳

۱) بک طرف یک تکه شیشه کوچک (با ابعادی حدود ۱۰cm در ۱cm) را کمی بالاتر از شعله یک شمع بگیرید تا سطح شیشه به طور کامل دود اندود شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطح افقی قرار دهید و سپس روی سطح دود اندود شده آن چند قطره آب بریزید. آنچه را مشاهده می کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید. چون نیروی هم چسبی بین مولکول های آب از نیروی دگرچسبی مولکول های آب و دوده بیشتر است آب دوده را تر نمی کند و قطرات آب بر روی دوده به شکل کروی باقی می مانند و به صورت قطره های کوچک روی سطح شیشه قرار می گیرد. بار دیگر سطح شیشه را به حای دود اندود کردن، با روغن چرب کنید و آزمایش را تکرار کنید. مشاهده خود را توضیح دهید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید. (پس از بحث کافی در خصوص این فعالیت، دوباره به تصویر و پرسش شروع فصل باز گردید و پاسخی قانع کننده ارائه دهید).

چون نیروی هم چسبی بین مولکول های آب از نیروی دگرچسبی بین مولکول های آب و روغن بیشتر است آب بر سطح شیشه جرب شده با روغن پخش نمی شود و به صورت قطره های کوچک روی سطح شیشه قرار می گیرد.

فعالیت ۶-۳

این فعالیت به شما کمک می کند تا درک بهتری از نیروی دگرچسبی به دست آورید. به این منظور از یک لیوان پر از آب، یک کارت بانکی و تعدادی وزنه چند گرم یا سکه های بول استفاده کنید. ابتدا مطابق شکل الف. کارت را طوری روی لبه لیوان قرار دهید که تنها نیمی از آن با آب در تماس باشد. وزنه های چند گرم را روی قسمتی از کارت قرار دهید که با آب در تماس نیست (ابتدا وزنه ۵ گرمی، سپس ۱۰ گرمی و ...). نتیجه مشاهده خود را با توجه به مفاهیمی که تاکنون فراگرفته اید توضیح دهید.

چون نیروی دگرچسبی آب و کارت بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های آب است با افزودن وزنه های دریک سمت کارت، سوی دیگر علاوه بر اینکه از سطح اولیه خود بالاتر می آید سطح آب در تماس با حود را نیز بالا می برد. بنابراین کارت از سطح آب جدا نمی شود با افزایش تعداد وزنه ها، نیروی وزن آنها بر نیروی دگرچسبی آب و کارت غلبه کرده و کارت از سطح آب جدا می گردد. یک دو قطره مایع شوینده به آب اضافه کنید و آزمایش را تکرار کنید. نتیجه مشاهده خود را در گروه خود به بحث بگذارید. با افزودن مایع ظرفشویی به آب، نیروی دگرچسبی کاهش یافته و کارت با قرار دادن وزنه های را به راحتی از سطح آب جدا می شود.

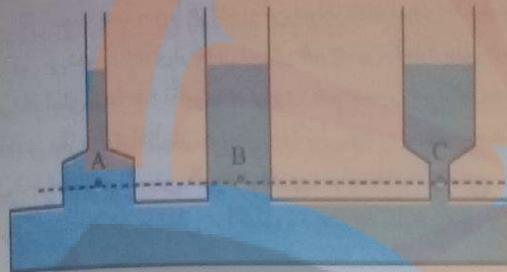
فعالیت ۷-۳

در ساختمان دیوارهای ساختمان باید اثر مویینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراویش آب از منفذهای مویین در این دیوارها می نواند سبب خسارت در داخل ساختمان شود. برای جلوگیری از این خسارت، دیوارهای داخل با خارج ساختمان را معمولاً با مواد ناتراوا (مانند قیر) می پوشانند.

تحقیق کنید در معماری سنتی ایران به جای قیر اندود کردن، چگونه از نفوذ آب به داخل سازه ها جلوگیری می کردند. در نواحی سیار مطروب کرانه های نزدیک دریا خانه ها بر روی پایه های چوبی بنا می شد، شب بندی مناسب بام ها نیز از عوامل مؤثر در جلوگیری از نفوذ آب بوده است. استفاده از کاهگل و روغن به عنوان اندود بر روی کاهگل ها، ملات های آهکی و ملات قیر چارو (ساروج چی) که ترکیبی از چگ، گل رس، شیره سوخته انگور یا خرما، خاکستر و مواد یافی (مغز و پر زهای نوعی نی) است از جمله عایق های رطبوبی معماری سنتی ایران بوده است. (به طور کلی موادی که نیروی دگرچسبی آنها با آب کمتر از نیروی هم چسب مولکول های آبرسانشند نهاده و عایق های رطبوبی خوبی هستند).

پرسش ۵-۳

در علوم سال نهم دیدید که فشار در نقاط هم تراز یک مایع ساکن مانند نقاط A، B و C در شکل یکسان است و به شکل گرفتار ندارد. این موضوع را با رابطه ۳-۳ توضیح دهید.



طبق رابطه $P = P_0 + \rho gh$ عوامل مؤثر بر فشار بک مایع عبارتند از: فشار در سطح مایع، چگالی مایع، عمق مایع و شتاب گرانشی. چون همه این عوامل در نقاط A، B و C یکسان است، فشار در این نقاط نیز با هم برابر است.

تمرین ۲-۳

شناگری در عمق ۵/۰ از سطح آب در یاچه‌ای شنا می‌کند فشار ناشی از آب و همچنین فشار کل در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت پرده گوش را یک سانتی‌متر مربع (1cm^2) فرض کنیم، بزرگ نیرویی که به پرده گوش این شناگر وارد می‌شود چند نیوتون است؟ فشار هوای محیط را $1\times 10^5\text{ Pa}$ بگیرید.

$$P_{\text{آب}} = 1\times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \quad P_0 = 1/01 \times 10^5 \text{ Pa} = 10/1 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$A = 1\text{cm}^2 = 1\times 10^{-4} \text{ m}^2, \quad h = 5\text{m}$$

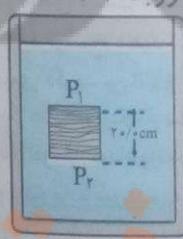
$$\text{فشار شاره در عمق } 5 \text{ متری} = P_{\text{شاره}} = 5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P = P_0 + \rho gh = P_0 + P_{\text{شاره}} = 10/1 \times 10^4 + 5 \times 10^4 = 15/1 \times 10^4 \text{ Pa} \rightarrow P = 15/1 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{نیروی وارد بر پرده گوش} = F = PA = 15/1 \times 10^4 \times 1 \times 10^{-4} = 15/1 \text{ N} \rightarrow F = 15/1 \text{ N}$$

تمرین ۳-۳

جسم مکعبی به طول ضلع 10 cm درون شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است (شکل رویه‌رو). فشار در بالا و زیر جسم به ترتیب $10/8$ و $10/6$ کیلوپاسکال است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ (راهنمایی: از رابطه ۳-۲ استفاده کنید.)



$$h = 20\text{cm} = 0/2\text{m}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \quad \rho = ?$$

$$P_t = 10/8 \text{ kPa} = 10/8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_b = 10/6 / 8 \text{ kPa} = 10/6 / 8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_t = P_b + \rho gh$$

$$10/6 / 8 \times 10^4 = 10/8 \times 10^4 + \rho \times 10 \times 0/2 \rightarrow 10/6 / 8 \times 10^4 - 10/8 \times 10^4 = 2\rho \rightarrow 1/8 \times 10^4 = 2\rho$$

$$\rho = \frac{1/8 \times 10^4}{2} = 0/9 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \rho = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

تمرین ۴-۳

در هواشناسی و روی نقشه‌های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشارهای بار استفاده می‌کنند. به طوری که داریم:

$$1\text{bar} = 1/000 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1/000 \times 10^5 \text{ Pa}$$

یک ستون مکعبی به سطح مقطع 1m^2 را در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می‌یابد

برویس که ستون هوا به سطح مقطع وارد می کند برابر است با:

$$P_r = \frac{F}{A} \rightarrow F = P_r A = 1 \times 10^5 \times 1 = 1 \times 10^5 N \rightarrow F = 1 \times 10^5 N$$

این نیرو برابر وزن هوای داخل ستون است بنابراین:
 $F = mg \rightarrow m = \frac{F}{g} = \frac{1 \times 10^5}{10} = 1 \times 10^4 kg \rightarrow m = 10000 kg$

باوجه به شکل ۱۸-۳ ب، چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فشار هوا ۳۰ KPa است.
 پلی نمودار در ارتفاع ۹ کیلومتری از سطح زمین فشار هوا ۳۰ KPa است.
 لذا جرم ستون هوا را از ارتفاع ۹ کیلومتری تا انتهای جو محاسبه می کنیم:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = 30 \times 10^3 \times 1 = 3 \times 10^4 N \rightarrow F = 3 \times 10^4 N$$

$$F = mg \Rightarrow m = \frac{F}{g} = \frac{3 \times 10^4}{10} = 3 \times 10^3 = 3000 kg \Rightarrow m = 3000 kg$$

بنابراین جرم ستون هوا از سطح زمین تا ارتفاع ۹ کیلومتری برابر است با:

$$\frac{10000 - 3000}{10000} = 70\% \quad \text{جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری} \\ \frac{7000}{10000} = \frac{x}{100} \Rightarrow x = \frac{100 \times 7000}{10000} = 70\% \quad \text{جرم کل}$$

۷۸

پرسش ۶-۳

(الف) توضیح دهد چرا توریچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ (ممکن است شکل الف بتواند در پاسخ به این پرسش به شما کمک کند). چون چگالی جیوه بسیار بیشتر از چگالی آب است، ارتفاع ستون جیوه در آزمایش بسیار کمتر از ارتفاع ستون آب می شود. بنابراین انجام آزمایش و اندازه گیری ارتفاع راحت تر است.

(ب) برای لوله های غیرموبین، اگر سطح مقطع و طول لوله ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی کند (شکل

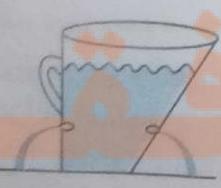
ب) علت را توضیح دهد. با توجه به رابطه $P = \rho gh$ ارتفاع ستون جیوه از رابطه $h = \frac{P}{\rho g}$ به دست می آید، چون P و

و در همه لوله ها ثابت هستند پس ارتفاع h نیز مقداری ثابت است.
 پ) در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان، روی ورقه کاغذ پخش می شود. در بدنه لامپ یا در پوش بالایی این نوع قلم های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می کنند (شکل پ). دلیل این کار را توضیح دهد. فشار هوا از طریق این روزنگه به سطح جوهر وارد و جوهر را به سمت گوی غلتان می فشارد.

۷۹

تمرین ۸-۳

آزمایش طراحی و سپس اجرا کند که به کمک آن بتوان نشان داد فشار در یک عمق معین از مایع به جهت گیری سطحی که فشار به آن وارد می شود بستگی ندارد.



ظرفی را مطابق شکل مقابل در نظر می گیریم و دو روزنگه در محل های مشخص شده و با عمق های یکسان بر روی بدنه آن ایجاد می کنیم. اگر ظرف را از آب پر کرده و روزنگه ها را باز کنیم، شدت خروج آب در هر دو روزنگه برابر است. بنابراین فشار وارد شده از طرف مایع در هر دو نقطه یکسان است. (برای پی بردن به درستی این ادعا اگر آب خروجی از روزنگه ها را جمع آوری کرده و مقایسه کنیم، مشاهده کنیم که حجم آب خروجی از دو روزنگه برابر است).

۸۰

تمرین ۵-۳

شکل رو به رو یک کیسه پلاستیک حاوی محلول رانشان می دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می کنند طوری که فشار هوا در این بخش از کیسه همواره با فشار بیرون برابر بماند. اگر فشار بیماند، د. ساهه گ ۱۳۳۰ پاسکال باشد، ارتفاع کمینه h چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ

تلash

فعالیت ۹-۳

- ۱ درون یک طرف مقداری آب بروزید. یک فویل آلومینیم به ابعاد تقریبی $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ اختیار کنید و آن را مجاله کنید پیش بینی کنید. با قرار دادن فویل مجاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید.

فویل مجاله شده بر روی آب شناور می‌ماند.

اگر فویل مجاله شده را آنقدر فشار دهید تا تقریباً مشابه یک قوب کروی شود. اگر این توب آلومینیم را روی سطح آب قرار دهید، پیش بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید. دو این حالت فویل مجاله شده در آب فرو می‌رود. از این آزمایش نتیجه می‌گیریم شناور شدن یا فرورفتن جسم در یک مایع به جرم جسم بستگی نداشته بلکه به چگالی جسم وابسته است. اگر چگالی جسم کمتر از چگالی مایع باشد، جسم بر روی مایع شناور می‌ماند و اگر چگالی جسم بیشتر از چگالی مایع باشد، جسم در مایع فرو می‌رود.

۸۱

پرسش ۷-۳

- ۱ در شکل روبرو، نیروی شناوری F_b و نیروی وزن W وارد بر چند جسم نشان داده شده است. با توجه به نیروی خالص وارد بر هر جسم، وضعیت آن را به کمک یکی از واژه‌های شناوری، غوطه‌وری، فرورفتن و بالارفتن توصیف کنید.



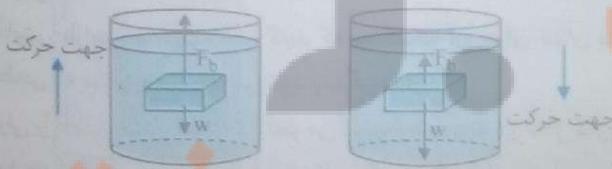
۸۲

پرسش ۸-۳

- ۱- در شکل (الف) نیروهای وارد بر جسم با حجم بکسان و چگالی متفاوت نشان داده است که در شاره‌ای ساکن قرار دارند. جهت حرکت دو جسم را روی شکل تعیین کنید همچنین چگالی هر جسم را با چگالی آب مقایسه کنید.

در شکل (۱) چون نیروی وزن بیشتر از نیروی شناوری (F_b) است، جسم به سمت پایین فرو می‌رود و در شکل (۲) چون نیروی شناوری (F_b) بیشتر از نیروی وزن است جسم در مایع بالا می‌رود.

شکل (۱)
شکل (۲)

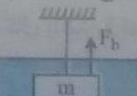


در شکل (۱) چون جسم داخل آب فرو می‌رود
چگالی آن بیشتر از آب است و در شکل (۲)
چون جسم به سمت بالا می‌رود چگالی آن
کمتر از آب است.

- ۲- شکل (ب) ظرفی محتوی آب را نشان می‌دهد که روی یک ترازوی عقربه‌ای قرار دارد. شخص انگشت خود را وارد آب می‌کند. توضیح دهید عقربه ترازو چه تغییری می‌کند. ترازو عدد بیشتری را در این حالت نشان می‌دهد. چون انگشت داخل آب قرار دارد طبق اصل ارشمیدس آب به انگشت نیروی بالا سویی وارد می‌کند (F_b) و مطابق قانون سوم نیوتون انگشت نیز نیرویی در خلاف جهت و رو به پایین به آب وارد می‌کند. در نتیجه نیروی خالصی که از طرف آب به ترازو وارد می‌شود افزایش یافته و ترازو عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

ایستگاه یادگیری

الجسس را به رسمانی هنگام و آن را در آب شناور نگم نمودی \rightarrow آب به ته ظرف وارد می‌کند افزایش می‌یابد.



تلاش

تلاش

۴. هم قطعه‌های آهنی در شکل (پ) با یکدیگر برابر است. دریافت خود را از این شکل بیان کنید. برای دو جسم با درم بکسان جسمی که حجم بیشتری دارد چون در زمان قرار گرفتن در مایع، حجم بیشتری از مایع را جابه‌جا می‌کند طبق اصل رسمیس نیروی شناوری وارد بر آن بیشتر است. اگر نیروی شناوری بیشتر از وزن جسم باشد، جسم بر روی مایع شناور می‌ماند و اگر نیروی شناوری کمتر از وزن جسم باشد جسم در مایع فرو می‌رود.

۵. توضیح دهید چرا یک کشش هوایی که با گاز هلیم (که چگالی آن کمتر از چگالی هو است) پرشده است نمی‌تواند به طور نامحدود به بالا رفتن ادامه دهد. چون چگالی هلیم کمتر از چگالی هو است کشش هوایی در هوا به سمت بالا حرکت می‌کند. با افزایش ارتفاع، هو رقیق تر شده و چگالی آن کمتر می‌شود تا در ارتفاع معینی چگالی کشش و چگالی هو برابر می‌شود، درنتیجه کشش در هوا غوطه ور می‌ماند.

۸۳

فعالیت ۱۰-۳

پی قطعه چوبی را روی آب درون ظرفی قرار دهید. یک وزنه آهنی را یکبار روی چوب قرار دهید (شکل الف) و بار دیگر از زیر چوب آویزان کنید (شکل ب). پیش‌بینی کنید در کدام تجربه، چوب بیشتر در آب فرو می‌رود؟ آزمایش را انجام دهید. پیش‌بینی و نتایج مشاهده (آزمایش) خود را در گروهتان به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید. اگر روزه بر روی چوب قرار گیرد چوب بیشتر در آب فرو می‌رود؛ زیرا اگر وزنه را از زیر چوب آویزان کنیم، نیروی شناوری وارد بر روزه بر روی خالص را به پایین را کاهش داده و باعث می‌شود چوب کمتر در آب فرو رود.

۸۷

پرسش ۹-۳

ولنی شیر آبی را کمن باز کنید و آب به آرامی جریان یابد، مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیک‌تر شدن به زمین، باریک‌تر می‌شود (شکل روبرو). دلیل این پدیده را با توجه به معادله پیوستگی توضیح دهید.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

معادله پیوستگی را می‌توان بصورت مقابله نوشت:

طبق معادله پیوستگی سطح مقطع و تنیدی شاره نسبت عکس دارند.

چون با نزدیک‌تر شدن باریکه آب به زمین تنیدی آن افزایش می‌یابد، طبق معادله پیوستگی سطح مقطع آن کاهش خواهد یافت.

۸۸

فعالیت ۱۱-۳

الف) یک نی نوشابه را به طور عمودی درون ظرفی محتوی آب قرار دهید به طوری که ته نی با کف ظرف آب در تماس نباشد. مطابق شکل الف، درون یک نی افقی به گونه‌ای بدمید که جریان هوای خروجی درست از بالای سرنی عمودی بگذرد. مشاهده خود را گزارش کنید و دلیل آن را به کمک اصل برنولی توضیح دهید. با دمین هوا در نی افقی سطح آب در نی عمودی بالا می‌آید. زیرا با افزایش تنیدی جریان هوای در بالای نی طبق اصل برنولی فشار هوای بالای نی کاهش یافته و اختلاف فشار هوای بیرون و هوای بالای نی باعث بالا آمدن آب در نی می‌شود.

ب) این فعالیت را می‌توانید در ظرف شویی آشپزخانه منزلتان یا یک نشت بزرگ در حیاط مدرسه انجام دهید. مطابق شکل یک جفت قایق اسباب بازی را روی سطح آب قرار داده و شل کنار هم بینندید. سپس جریانی از آب را بین آنها برقرار کنید. به حرکت قایق‌ها نسبت به یکدیگر توجه کنید (شکل ب). با توجه به اصل برنولی توضیح دهید چرا قایق‌ها به طرف هم کشیده می‌شوند. با افزایش تنیدی جریان آب بین قایق‌ها، فشار آب در بین آنها کاهش یافته و اختلاف فشار آب ایجاد شده بین دو طرف قایق‌ها باعث کشیده شدن آن‌ها به سمت هم می‌شود.

۸۹

پرسش ۱۰-۳

الف) روزهایی که باد می‌وزد، ارتفاع موج‌های دریا یا اقیانوس بالاتر از ارتفاع میانگین می‌شود. با اصل برنولی چگونه می‌توان افزایش ارتفاع موج را توضیح داد؟

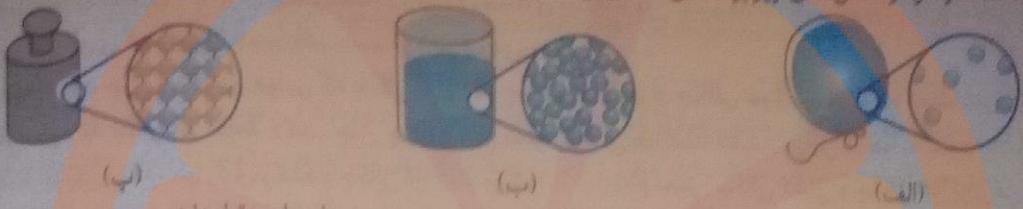
با وزش باد، فشار هوای بالای سطح آب کاهش یافته و درنتیجه امواج می‌توانند تا ارتفاع بیشتری بالا بیایند.

ب) شکل روبرو کامیون را در دو وضعیت سکون و در حال حرکت نشان می‌دهد. با استفاده از اصل برنولی توضیح دهید چرا وقت کامیون در حال حرکت است پوشش برزنتی آن پُف می‌کند؟

با حرکت کامیون در این اوضاع سطح آب در پوشش برزنتی کامیون کاهش یافته و طبق اصل برنولی فشار هوای در آن قسمت کاهش

پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۲

۱- دریافت خود را از شکل‌های زیر بر اساس مقاییم که از سه حالت معمول ماده فراگرفته‌اید بیان کنید.



(الف) در گازها فاصله بین مولکول‌ها بسیار زیاد و مولکول‌ها نسبت به هم در وضعیت نامنظم قرار دارند.

(ب) در مایعات فاصله بین مولکول‌ها کم و مولکول‌ها به صورت نامنظم در گثار یکدیگر قرار دارند.

(پ) در جامدات فاصله بین مولکول‌ها کم و مولکول‌ها به صورت منظمی در گثار هم قرار دارند.

۲- توضیح دهد از سه حالت مختلف ماده در چه بخش‌هایی از یک دوچرخه و به چه دلیل استفاده شده است.

- از حالت جامد در ساخت بدنه و به دلیل استحکام زیاد استفاده شده است.

- از حالت مایع (روغن) در زنجیر و چرخ دنده به جهت روانکاری و کاهش اصطکاک استفاده شده است.

- از حالت گاز در باد لاستیک‌های به جهت کاهش ضربه وارد شده به بدنه درین حرکت و کاهش وزن استفاده شده است.

۳- هنگام پاک کردن لخته سیاه، ذرات گچ به طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و حرکت منکنده. این حرکت نامنظم ذرات گچ، مطابق شکل رویه‌رو مدل سازی نشده است.

(الف) جه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره‌های گچ می‌شود؟ ابرخورد مولکول‌های هوای ذرات گچ.

(ب) مولکول‌های هوای بسیار کوچک تر و سبک‌تر از ذره‌های گچ هستند و نوسنگی میکروسکوب هم دیده نمی‌شوند. توضیح دهد چگونه این تجربه ساده، شاهدی بر وجود مولکول‌های هواست. در مولکول‌های هوای جهت و تعداد برخورد های انجام شده در هر راستا متفاوت و تندی حرکت مولکول‌ها بسیار زیاد است؛ بنابراین حرکت نامنظمی در ذرات گچ ایجاد می‌شود. اگر مولکول‌های هوای وجود نداشته باشند، ذرات گچ باشتبا ثابت هستند، از این نیروی وزن خود به سمت زمین سقوط می‌کردند.

۴- توضیح دهد چرا

(الف) پدیده پخش در گازها، سریع‌تر از مایع‌ها انجام می‌شود. در توضیح خود به چند مثال نیز اشاره کنید.

۱- تندی حرکت مولکول‌های گاز بیشتر از مایعات است. ۲- تراکم مولکول‌های گاز در محیط کمتر است بنابراین حرکت مولکول‌های گاز در محیط با سهولت بیشتری انجام می‌گیرد. پدیده پخش به دو دلیل بالا در گازها سریع‌تر از مایعات انجام می‌گیرد. مثلاً وقتی گلی خوشبو را به اتاق می‌بریم بوی گل در همه جای اتاق حس می‌شود ولی وقتی مقداری شکر را در آب می‌ریزیم تا رمانی که آن هم نریزیم همه آب به طور کامل شیرین نمی‌شود.

(ب) یک بادکنک پر از باد، حتی اگردهانه آن نیز کاملاً بسته شده باشد، باز هم رفته رفته کم باد می‌شود. فاصله بین مولکول‌های دیواره بادکنک بزرگ‌تر از اندازه مولکول‌های هو است، بنابراین مولکول‌های هوای می‌توانند با برخورد به دیواره بادکنک از آن عبور کرده و در نتیجه بادکنک رفته رفته کم باد می‌شود.

۵- هر یک از موارد زیر را توضیح دهد.

(الف) علوم و فناوری نانو دانش و ابزاری است که ما را قادر به بررسی، مشاهده و به کارگیری مواد در مقیاس نانو می‌کند. همچنین علم نانو شاخه‌ای از علوم است که تغییر در ویژگی‌های فیزیکی مواد را در مقیاس نانو بررسی می‌کند.

(ب) انبعاد مواد مورد بررسی در علوم و فناوری نانو و اهمیت بررسی مواد در انبعاد نانو انبعاد مواد مورد بررسی در مقیاس نانو بسته به نوع ماده و ویژگی‌های فیزیکی آن می‌باشد حدود ۱ تا 10^{-10} نانومتر باشد. در این انبعاد ویژگی‌های فیزیکی مواد از قبیل نقطه ذوب، رسانندگی گرمایی و الکتریکی، شفافیت، استحکام، رنگ و ... تغییر می‌کند. فناوری نانو در واقع از ویژگی‌های خاصی از مواد که در انبعاد نانو تغییر می‌کند بهره‌برداری می‌نماید.

(پ) تفاوت نانوذره و نانولایه در نانوذره هر سه بعد ماده در مقیاس نانو است ولی در نانولایه فقط یک بعد از ماده در مقیاس نانو است.

۶- شیشه‌گران برای چسباندن تکه‌های شیشه به یکدیگر، آنها را آن قدر گرم می‌کنند که فرم شوند. این کار را با توجه به کوتاه‌بُرد بودن نیروی جاذبه بین مولکولی توضیح دهد. چون نیروهای بین مولکولی کوتاه بُرد هستند، برای اتصال دو قطعه شیشه‌ای به هم باید مولکول‌های این دو قطعه را در فاصله مناسبی از هم قرار دهیم تا این نیروها بین مولکول‌های دو قطعه به وجود آید. افزایش حداکثر باعث بسته شدن، جذب، مولکول و شوده دادن به مولکولا می‌شود.

الف) توضیح دهد چرا قلم مویین را از آب بیرون می کشیم (شکل الف)، موهای آن به هم می چسبند. (انشاره به پدیده کشش سطحی در مایع‌ها توجه کنید).

ب) بیرون کشیدن قلم‌وار آب چون سطح خارجی موها با آب پوشیده می‌شود نیروی کشش سطحی که بین مولکول‌های آب وجود دارد این موها را در کتارهای قرار داده و به هم می چسبند.

ب) شکل (ب) دولوله موبین هم جنس را نشان می‌دهد که درون مایع قرار دارند. چرا ارتفاع مایع درون لوله با ارتفاع دولوله می‌گذرد؟ با توجه به شکل، نیروی هم چسبی مایع را بایروی دگرچسبی مایع و لوله‌های موبین مقایسه کنید. در لوله‌های موبین هر قدر قطر لوله بیشتر باشد تغییر ارتفاع مایع در لوله نسبت به سطح مایع ظرف کمتر است. در اینجا بیز چون لوله‌ای بیشتر است ارتفاع مایع در آن کمتر است.

ب) بایروی زگچسبی بین مولکول‌های مایع و مولکول‌های شیشه بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول‌های مایع است. ا) تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر در کشورهای غرب ایران، پدیده خطرناک ریزگردها را به مناطق وسیعی از کشورمان گشتن داده است. چگالی ریزگردها در حالتی که نشین شده باشد تقریباً دو برابر چگالی آب است.

الف) چرا بادهای نسبتاً ضعیف قادرند توده‌های بزرگی از ریزگردها را به حرکت درآورند در حالی که توفان‌های شدید در این تنها مقدار اندک آب را به صورت قطره‌های ریز به طرف بالا می‌پاشند؟

ب) بایروی کشش سطحی آب مانع از جدا شدن قطرات ریز آب از سطح آن می‌شود ولی این بایرو درین ذرات ریزگردها وجود ندارد. با پرسی کنید برای مقابله با این پدیده و مهار آن، چه تدبیری را می‌توان اندیشید.

هر لدر رطوبت سطح زمین بیشتر باشد جدا شدن این ریزگردها از سطح زمین کمتر است؛ بنابراین مقابله با خشکسالی و بردگاه‌های بی‌رویه منابع آبی زمین و گاشت گیاهان از جمله عواملی است که می‌تواند رطوبت سطح زمین را حفظ و مانع از چنین پدیده‌هایی شود.

۹- نومن ماهی به نام ماهی کمان‌گیر با جمیع کدن آب دردهان خود و پرتاپ آن به سوی حشراتی که در بیرون از آب، روی گیاهان نشسته‌اند، آنها را شکار می‌کند و می‌خورد (شکل الف). هدف گیری آنها به اندازه‌ای دقیق است که معمولاً در این کار اشتباه نمی‌کنند. کدام ویژگی فیزیکی آب این امکان را به ماهی کمان‌گیر برای شکار می‌دهد؟

ب) بایروی دگرچسبی بین آب و بدن حشره باعث می‌شود تا آب در جین پایین آمدن حشره را بیز با خود به داخل آب بیاورد. ۱۰- مساحت روزنه خروج بخار آب، روی درب زودپزی 2 atm است (mm^2) $4 / ۰ = ۴ \text{ mm}^2$. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در 2 atm نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپزرا 1 atm بگیرید.



$$A = 4 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

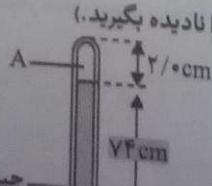
$$P = 2\text{ atm} - 1\text{ atm} = 1\text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, m = ?$$

برای ثابت ماندن فشار داخل زودپز باشد نیروی ناشی از اختلاف فشار داخل و بیرون ظرف با وزن وزنه‌ای که روی این

$$F = mg \rightarrow PA = mg \rightarrow 1 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-6} = m \times 10 \rightarrow 0 / 4 = 10m \rightarrow m = \frac{0 / 4}{10} = 0 / 0.4 \text{ kg}$$

$$\rightarrow m = 0.04 \text{ g}$$



۱۱- شکل رو به رو یک جوسنج ساده جیوه‌ای را نشان می‌دهد. (ضخامت دیواره شیشه‌ای را نادیده بگیرید).

الف) در ناحیه A چه چیزی وجود دارد؟
مقدار بسیار ناچیزی بخار جیوه

ب) فشار هوا محیط که این جوستج در آنجا قرار دارد چقدر است؟

$$P_{\text{باد}} = 12600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, h = 74\text{cm} = 0.74\text{m}$$

$$P_e = \rho gh = 12600 \times 10 \times 0.74 = 90630 \text{ Pa} \rightarrow P_e = 100 \times 10^3 \text{ Pa}$$

ت) اگر این جوستج را بالای کوه بیرم چه تغییری در ارتفاع سون جوته درون لوله رخ می دهد؟ دلیل آن را توضیح دهید.
در ارتفاعات با کاهش فشار هوا محیط طبق رابطه $P_e = \rho gh$ و ناچه به اینکه ρ و g تقریباً ثابت هستند ارتفاع سون جیوه (h) کاهش می یابد.

الف) ارتفاع چهار شهر مرتفع ایران از سطح دریا، به شرح زیر است:

$$\begin{array}{lll} \text{فريدون شهر: } & 2612\text{m} & \text{سميرم: } 2265\text{m} \\ & \text{بروجن: } 2234\text{m} & \text{شهرکرد: } 2072\text{m} \end{array}$$

با نوجه به نمودار شکل ۱۸-۳ ب، فشار تقریبی هوا را در این شهرها بیسید.

$$\text{فريدون شهر: } 74\text{kPa}, \text{ سميرم: } 78\text{kPa}, \text{ بروجن: } 77\text{kPa}, \text{ شهرکرد: } 80\text{kPa}$$

ب) چگالی میانگین هوا تا ارتفاع ۳ کیلومتری از سطح دریا آزاد حدود $\bar{\rho} = 1/0.1 \text{ kg/m}^3$ است. با استفاده از رابطه $P = P_e - \rho gh$ فشار هوا را در این شهرها حساب کنید و مقادیر بدست آمده را با توجه قسمت الف مقایسه کنید.

$$h = 2612\text{m}, \bar{\rho} = 1/0.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, P_e = 100000 \times 10^3 \text{ Pa}, P = ?$$

$$P = P_e - \bar{\rho}gh = 100000 - 1/0.1 \times 10 \times 2612 = 100000 - 26120 / 2 = 77388\text{Pa} = 77.388\text{kPa}$$

$$\text{سميرم: } h = 2265\text{m}$$

$$P = P_e - \bar{\rho}gh = 100000 - 1/0.1 \times 10 \times 2265 = 100000 - 22650 / 2 = 77735\text{Pa} = 77.735\text{kPa}$$

$$\text{شهرکرد: } h = 2072\text{m}$$

$$P = P_e - \bar{\rho}gh = 100000 - 1/0.1 \times 10 \times 2072 = 100000 - 20720 / 2 = 77928\text{Pa} = 77.928\text{kPa}$$

۱۳- غواص‌ها می‌توانند با قرار دادن یک سر لوله‌ای در دهان خود، در حالی که سر دیگر آن از آب بیرون است، تا عمق بیشینه‌ای در آب فرو روند و نفس بکشند (شکل رویه‌رو). با گذشت این عمق اختلاف فشار درون و بیرون ریه غواص افزایش می‌یابد و غواص را تراحت می‌کند. چون هوا درون ریه از طریق لوله با هوا بیرون ارتباط دارد، فشار هوا درون ریه، همان فشار جو است در حالی که فشار وارد برقفسه سینه او، همان فشار در عمق آب است. در عمق ۱۵m از سطح آب، اختلاف فشار درون ریه غواص با فشار وارد برقفسه سینه او چقدر است؟ (خوب است بدانید که غواص‌های مجهز به مخزن هواز فشرده می‌توانند تا عمق بیشتری در آب فرو روند، و فشار هوا درون ریه آنها با افزایش عمق، همیای فشار آب بر سطح بیرونی بدن زیاد می‌شود).

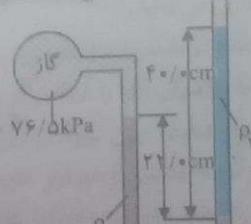
$$P = P_e - \bar{\rho}gh = 100000 - 1/0.1 \times 10 \times 15 = 100000 - 15000 / 2 = 85000\text{Pa} = 85\text{kPa}$$

چون فشار هوا درون ریه غواص همان فشار جو (P_e) و فشار وارد بر قفسه سینه غواص همان فشار در عمق آب (P) است، اختلاف فشار درون ریه با فشار وارد بر قفسه سینه به صورت زیر بدست می‌آید:

$$P = P_e + \rho gh \rightarrow P - P_e = \rho gh = 1000 \times 10 \times 6 / 15 \rightarrow P - P_e = 6 \times 10^3 \text{ Pa}$$

درون لوله U شکل که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است جیوه ($P_1 = 12.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) و مایعی با چگالی نامعلوم P_2 وجود دارد (شکل رویه‌رو).

اگر فشار هوا بیرون لوله U شکل 10 kPa باشد، چگالی مایع را تعیین کنید.



$$P_{\text{مختلط}} = 76 / \Delta kPa = 76500 \text{ Pa}, \rho_1 = 13 / 6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, h_1 = 22 \text{ cm} = 0.22 \text{ m}$$

$$\rho_2 = ?, h_2 = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}, P_e = 101 \text{ kPa} = 101000 \text{ Pa}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$P_{\text{مختلط}} + P_e = P_{\text{مختلط}} + \rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2 + P_e$$

$$\rightarrow 76500 + 13600 \times 10 \times 0.22 = \rho_2 \times 10 \times 0.04 + 101000 \rightarrow 79820 + 27920 = 4 \rho_2 + 101000$$

$$\rightarrow 4 \rho_2 = 5420 \rightarrow \rho_2 = \frac{5420}{4} = 1355 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \rho_2 = 1355 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

فرشک رو به رو مقدار h چند سانتی متر است؟ فشار هوای محیط را 101 kPa و چگالی آب را $1000 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ بگیرید.

$$P_e = 101 \text{ kPa} = 101 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$\rho_{\text{آب}} = 1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_A = 0.12 \text{ MPa} = 0.12 \times 10^6 \text{ Pa} = 120 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$h_c = 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m}$$



$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$h_B = ?$$

$$P_A = \rho g h_B + P_{\text{مختلط}} \quad \left. \begin{array}{l} \text{مختلط} \\ \text{مختلط} \end{array} \right) \rightarrow P_{\text{مختلط}} = \rho g h_B + \rho g h_C + P_e \rightarrow$$

$$120 \times 10^3 = 1 \times 10^3 \times h_B + 1 \times 10^3 \times 0.12 + 101000$$

$$120 = 10h_B + 112 \rightarrow 120 - 112 = 10h_B \rightarrow 8/10 = h_B = 8/10 = 0.8 \text{ m} = 80 \text{ cm}$$

$$\rightarrow h_B = 80 \text{ cm}$$

فرازهای شکل را در نظر بگیرید که محتوی حجم مسایی از آب و روغن است (شکل رو به رو). با توجه به اطلاعات در شکل، فشار بینهای ای هوا درون ریه شخص که از شاخه سمت چپ لوله درون آن دمده، حداکثر است؟ چگالی روغن را 1.05 kg/m^3 بگیرید.



$$h_{\text{آب}} = 80 \text{ cm} = 80 / 10 \times 10^3 \text{ m},$$

$$\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{روغن}} = 1.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

فشار هوای درون ریه فرد را با P_g نشان دهیم می توان نوشت:

$$P + P_{\text{روغن}} = P_{\text{آب}} + P_e \rightarrow P_g + P_e = P_{\text{آب}} + P_{\text{روغن}} \rightarrow P_g = P_{\text{آب}} - P_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} - \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}}$$

$$h_{\text{آب}} = h_{\text{روغن}} \rightarrow P_g = gh(\rho_{\text{آب}} - \rho_{\text{روغن}}) = 10 \times 80 / 10 \times 10^{-2} = 1600 \text{ Pa}$$

$$\rightarrow P_g = 1 / 53 \times 10^3 \text{ Pa} = 1532 / 10^3 \text{ Pa}$$

از جمله آب و روغن، ریه را می بخشد. مقدارهای لعله ثابت است ارتفاع آب روغن برابر است: روغن

تلاش برای بروز قیمت

دو قوطی نوشابه، یکی معمولی و دیگری رزیم را در ظرفی محتوی آب بگذارید. متوجه خواهد شد که نوشابه رزیم شناور می‌ماند در حالی که نوشابه معمولی فرو می‌رود. با استفاده از اصل ارشمیدس، این نتیجه را توضیح دهد.
(اشاره: چگالی شیرین کننده‌های مصنوعی مورد استفاده در نوشابه‌های رزیم کمتر از شکر است.)

هر دو نوشابه حجم ثابت دارند، وقتی داخل آب قرار می‌گیرند وزن شاره جایه‌جا شده توسط آنها یکسان و در نتیجه طبق اصل ارشمیدس نیروی شناوری هر دو برابر است؛ از طرفی چون چگالی نوشابه رزیمی کمتر از چگالی نوشابه معمولی است ($\text{معمولی} > \text{رزیم}$) وزن نوشابه رزیمی نیز کمتر از وزن نوشابه معمولی است ($\text{معمولی} < \text{رزیم}$). پس نیروی خالص که به نوشابه رزیمی وارد می‌شود رو به بالا و نیروی خالصی که به نوشابه معمولی وارد می‌شود رو به پائین است که باعث شناور شدن نوشابه رزیمی و فرو رفتن نوشابه معمولی در آب می‌شود.

۱۸- دریافت خود را از شکل‌های الف و ب بنویسید.



با توجه به شکل (ب) وزن جسم $N = 10$ است؛ از طرفی چون نیرو سنج نیروی خالص رو به پائین جسم را نشان می‌دهد در شکل (الف) می‌توان نوشت:

$$\text{نیروی شناوری} - \text{وزن جسم} = \text{عدد نیرو سنج} \\ N - F_b = 6 \rightarrow F_b = 4N$$

با توجه به ترازوی شکل (الف) نتیجه می‌گیریم نیروی شناوری با وزن مایع جایه‌جا شده توسط جسم برابر است.

۱۹- سه جسم a, b و c با چگالی‌های متفاوت مطابق شکل رو به رو درون آب شناورند. چگالی این سه جسم را بیکدیگر مقایسه کنید.

هر قدر چگالی جسم نسبت به آب بیشتر باشد حجم بیشتری از جسم در آب فرو می‌رود بنابراین:

۲۰- توضیع دهد چرا نیروی شناوری برای جسمی که در یک شاره قرار دارد رو به بالاست.

برای جسمی که در شاره قرار دارد چون فشار وارد بر سطح پائینی جسم از سوی شاره بیشتر از فشار وارد بر سطح بالائی جسم از طرف شاره است نیروی خالص رو به بالائی به جسم وارد می‌شود که همان نیروی شناوری است.

۲۱- توضیع دهد چه موقع نیروی شناوری وارد بر یک شناکر به بیشینه مقدار خود می‌رسد. وقتی بدن شناکر به طور کامل درون آب قرار می‌گیرد از آنجاکه وزن مایع جایه‌جا شده بیشترین مقدار است طبق اصل ارشمیدس نیروی شناوری نیز بیشینه خواهد بود.

۲۲- در لوله‌ای پراز آب مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست در جریان است. روی این لوله ۵ قسمت (A,B,C,D,E) و (A) نشان داده شده است.

الف) در کدام یک از قسمت‌های لوله، تندي آب، در حال افزایش، در حال کاهش، یا ثابت است؟

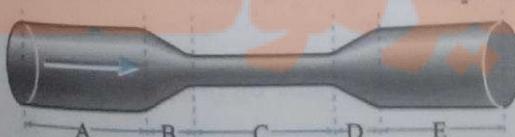
طبق معادله پیوستگی $\frac{v_A}{v_B} = \frac{A_B}{A_A}$ تندي شاره و سطح مقطع نسبت عکس دارند، بنابراین در

محل‌هایی که سطح مقطع کاهش می‌یابد تندي افزایش و در محل‌هایی که سطح مقطع افزایش می‌یابد تندي جریان آب کاهش می‌یابد. در محل‌هایی که سطح مقطع ثابت است تندي جریان آب نیز ثابت است. بنابراین:

A: تندي ثابت است. C: تندي ثابت است. E: تندي ثابت است.

B: تندي افزایش می‌یابد. D: تندي کاهش می‌یابد.

ب) تندي آب را در قسمت‌های A, C و E لوله با بیکدیگر مقایسه کنید.



$$v_A = v_E < v_C$$

۲۳- دو نوار کاغذی به طول تقریبی 10 cm را مطابق شکل (الف) به انتهای یک نی نوشابه بچسبانید. وقتی که مطابق شکل (ب) به درون نی دمیده می‌شود نوارهای کاغذی به طرف بیکدیگر جذب می‌شوند. با توجه به اصل برنولی دلیل این پدیده را توضیح دهد.

با دمیدن درنی تندي هوا در بین کاغذها افزایش و طبق اصل برنولی فشار هوا در بین آنها کاهش می‌یابد؛ در نتیجه فشار هوا در

تلاشی برای موفقیت

و سطح دهنده چرا با فشردن بیشتر پدال گاز دور موتور خودرو افزایش من باشد و خودرو من تواند سریع نر حرکت کند.

پنجه پدال گاز، درجه پروانه ای باز و هوا به داخل کشیده من شود. در قسمت میانی لوله چون سطح مقطع کاهش من باشد پس سوخت و قسمت میانی لوله باعث انتقال سوخت به لوله من شود. هر قدر پدال بیشتر فشرده شود اختلاف فشار

شکل (الف) آتش نشانی را در حال حاموش کردن آتش از فاصله نسبتاً دوری نشان من دهد. نمایی بزرگ شده از پرسنل نشانی به انتهای لوله آتش نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_1 = 1/5 \text{ m/s}$ وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1 = 9/60 \text{ cm} = 9/60 \times 10^{-2} \text{ m}$ و قطر قسمت خروجی آن $d_2 = 2/50 \text{ cm} = 2/50 \times 10^{-2} \text{ m}$ باشد. تندی خروج آب را مشخص کنید.

$$\text{شمع ورودی شیر} = v_1 = 1/5 \frac{\text{m}}{\text{s}}, d_1 = 9/60 \text{ cm} \rightarrow r_1 = 9/4 \text{ cm} + 2 = 4/8 \text{ cm} = 4/8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{شمع خروجی شیر} = v_2 = 2/50 \text{ cm} + 2 = 1/25 \text{ cm} = 1/25 \times 10^{-2} \text{ m}$$

استفاده از معادله پیوستگی من توان نوشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow \cancel{A_1} \cancel{v_1} = \cancel{A_2} \cancel{v_2} \rightarrow v_2 = \frac{r_1^2 v_1}{r_2^2} = \frac{(4/8 \times 10^{-2})^2 \times 1/5}{(1/25 \times 10^{-2})^2} = \frac{24/56 \times 1/5}{1/5625 \times 1} =$$

$$v_2 = 22/11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

اوپریشنی مستص

- ۱- درست با نادرست بودن جمله های زیر را مشخص کنید. (۱ نمره)
- الف) فاصله ذرات در جامدات کمتر از مابعها است.
ب) اهرچه قطر لوله موبین کمتر باشد. ارتفاع آب در آن بیشتر است.
ج) برای تغییر وزن فیزیکی مواد در مقیاس نانو، همه ابعاد ماده باید در مقیاس نانو باشد.
د) اگر نیروی شناوری بیشتر از وزن جسم باشد، جسم در شاره غوطه ور من شود.
- ۲- جهای خالی را با کلمه های مناسب پر کنید. (۱)
- الف) حرکت تامنظام و کاتورهای مولکول های یک گاز را حرکت
ب) نیروی جاذبه بین مولکول های یک ماده را نیروی
ج) سطح آب در لوله موبین من گویند.

- ۳- اختلاف فشار یک شاره با فشار جو را فشار
د) از انتخاب نیروی هم چسبی (کشش سطحی - خاصیت موبینگی) است.
۴- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید. (۱/۷۵)
- الف) آب سطح شیشه چرب شده با روغن را (من کند - نم کند).
ب) از نتایج نیروی هم چسبی (کشش سطحی - خاصیت موبینگی) است.
ج) طبق اصل (ارشمیدس - برنولی) فشار و تندی شاره نسبت عکس دارند.

- ۵- گزینه درست را مشخص کنید. (۱)
- الف) در یک لوله اگر سطح مقطع ۳ برابر شود، تندی جریان آب چند برابر من شود؟
ب) ۱/۹ برابر
ج) ۱/۳ برابر
د) ۹ برابر

- ۶- در یک حوضه انتفاع ستوون 7240 mmHg است. فشار جو چند پاسکال است؟

$$(0.12 \text{ Pa}) = 12 \text{ Pa}$$

$$kg$$

$$N$$

تلاش موافقت

۱۰- مفاهیم زیر را تعریف کنید.

الف) جامد های بی شکل

ب) اصل ارتباطیتین

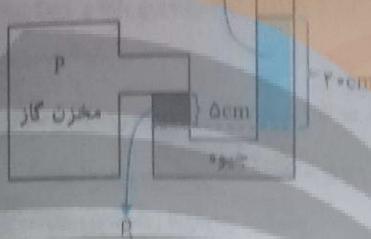
۶- چرا وقای سطح بالاتر پنهان کاغذ را نمود می کنیم، ورق کاغذ به سمت بالا حرکت می کند؟ (۵/۰)

۷- چرا وقتی قطعه ای گرم شده بیشتر را در کنار هم قرار می دهیم، به هم می پیویند؟ (۵/۰)

۸- چرا وقتی اسکلت خود را در ظرف آبی که بر روی یک ترازو قرار دارد، فرو می بردیم، ترازو عدد بیشتری را لشان می دهد؟ (۵/۰)

۹- چرا حجم حباب هوا در مسیر رسیدن به سطح آب افزایش می باید؟ (۵/۰)

$$۱۰- در شکل زیر اگر فشار جو $P = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ باشد،$$



الف) فشار گاز درون مخلن چقدر است؟

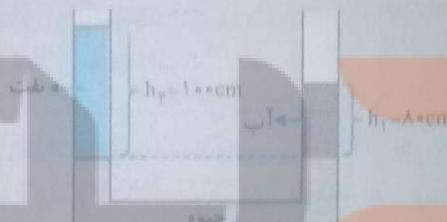
ب) فشار بینهای گاز مخلن چقدر است؟

۱۱- یک زیردریایی در اعماق اقیانوس ساقی است. اگر بر روی زیردریایی وارد بینهای به مساحت $40 \times 40 \text{ cm}^2$ از این زیردریایی

$$۱۱- ۱ \times 10^3 \text{ N} \text{ باشد، عمق زیردریایی چقدر است؟} (۱) \quad (P_{\text{ب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, P_0 = 10^5 \text{ Pa}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

۱۲- در شکل زیر h_1 و h_2 به ترتیب عمق آب و نفت است که روی جیوه ریخته شده اند و دو سطح جیوه هم تراز

است. اگر چگالی آب $\frac{h}{1} = 1$ باشد، چگالی نفت چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (سراسری تجربی - ۸۲) (۱)



با ساخت ارزشیابی مستمر

۱- الف) نادرست (۰/۲۵)، ب) درست (۰/۳۵)، ج) نادرست (۰/۳۵)، د) نادرست (۰/۲۵) ۲- الف) برآونی (۰/۲۵)

ب) هم چسبی (۰/۰)، ج) فورفته (۰/۰)، د) بیمانهای (۰/۰) ۳- الف) نمی کند. (۰/۰)، ب) کشش سطحی (۰/۰)

ج) برولی (۰/۰) ۴- الف) گرینه (ب) (۰/۰)، طبق معادله پیوستگی سطح مقطع لوله و تندی تسبیت عکس دارند. ب) گرینه (ج) (۰/۰)

در جوستنج فشار جو برابر فشار سنتون جیوه است بنابراین: $P_{\text{ب}} = P_{\text{ج}} = \rho_{\text{ج}} gh$

۵- الف) در این جامد های مولکول ها در طرح منظم کنار هم قرار نداشتند و معمولاً از سرد کردن سریع مایع مذاب پدید می

آیند. زیرا در این حالت مولکول ها فرست کافی ندازند تا در طرح منظم قرار گیرند، در نتیجه در وضعیت نامنظمی که در حالت

مایع داشتند باقی مانند. (۰/۰) ب) وقتی تمام یا قسمی از یک جسم در شاره ای فرو می رود، با نیرویی به اندازه وزن شاره

جا به جا شده توسط جسم، به بالا رانده می شود. (۰/۰) ۶- با قوت کردن، تندی جریان هوا در بالاتری کاگذ افزایش یافته و بنا به

اصل برینولی فشار هوا در این قسمت کاهش می یابد، در نتیجه اختلاف فشار های ایجاد شده بین سطح زیرین و سطح فوقانی

کاغذ، آن را به سمت بالا حرکت می دهد. (۰/۰) ۷- وقتی شیشه را گرم می کنیم با نزدیک کردن قطعات آن به یکدیگر جنبش

مولکولی سب قرار گرفتن مولکول ها در فاصله بین مولکولی شده و جاذبه بین مولکول ها باعث اتصال دوباره آنها می شود. (۰/۰)

۸- وقتی انگشت داخل آب قرار می گیرد، طبق اصل ارشمیدس، آب به انگشت نیروی شناوری و رویه بالاتری (F_b) ای وارد

می کند، طبق قانون سوم نیوتون، انگشت نیز نیرویی هم اندازه و در خلاف جهت و رو به پایین به آب وارد می کند، در نتیجه

رسو، خالص که از طرف آب ایجاد می شود، این نیرویی را در این حالت می بینیم. (۰/۰) ۹- الامد

$$\rho_1 = 10 \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}, \rho_2 = 4 \frac{g}{cm^3} = 4000 \frac{kg}{m^3}, h_1 = \Delta cm = 0/0\Delta m, h_2 = 2 cm = 0/2m$$

$$P_{\text{مخزن}} + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2 \rightarrow P_{\text{مخزن}} = P_0 + \rho_2 gh_2 - \rho_1 gh_1$$

$$\rightarrow P_{\text{مخزن}} = 10^5 + 4000 \times 10 \times 0/2 - 10000 \times 10 \times 0/0\Delta Pa$$

$$\rightarrow P_{\text{مخزن}} = 100000 + 8000 - 8000 = 103000 Pa \rightarrow P_{\text{مخزن}} = 103000 Pa (0/2\Delta)$$

$$P_g = P_0 - P_{\text{مخزن}} = 103000 - 100000 = 3000 Pa \rightarrow P_g = 3000 Pa (0/2\Delta)$$

ابتدا فشار وارد بر پیچره را محاسبه می کنیم:

$$F = \lambda \times 10^5 N, A = 400 cm^2 = 400 \times 10^{-4} m^2 = 4 \times 10^{-2} m^2$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\lambda \times 10^5}{4 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^6 Pa \rightarrow P = 2 \times 10^6 Pa (0/2\Delta)$$

$$P = 2 \times 10^6 Pa, P_0 = 10^5 Pa, \rho = 1000 \frac{kg}{m^3}, g = 10 \frac{N}{kg}$$

$$P = P_0 + \rho gh \rightarrow 2 \times 10^6 = 10^5 + 1000 \times 10 \times h \Rightarrow 2 \times 10^6 = 10^5 + 10^5 h \rightarrow 2 \times 10^6 - 10^5 = 10^5 h$$

$$19 \times 10^5 = 10^5 h \rightarrow h = \frac{19 \times 10^5}{10^5} = 190 m \rightarrow h = 190 m$$

$$\text{اپ : } h_1 = \lambda \text{ cm}, \rho_1 = \lambda \frac{g}{cm^3}$$

$$\text{نفت : } h_1 = \lambda \text{ cm}, \rho_2 = ?$$

چون دو سطح جیوه در دو شاخه هم تراز هستند، بنابراین:

$$\rho_1 gh = \rho_2 gh \rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \rightarrow 1 \times 10^5 = \rho_2 \times 10^6 \rightarrow \rho_2 = \frac{10^5}{10^6} = 0.1 \frac{g}{cm^3}$$

$$\rightarrow \rho_2 = 0.1 \times 1000 = 100 \frac{kg}{m^3}$$

دانش آزاد عزیز شه راهنمایی برای مطالعه آزاد باشی دنیا های انتها کتاب قسمت فیزیک کتاب، قسمت آنلاین پالان مراجعه نماید.

دانش آزاد عزیز شه راهنمایی برای مطالعه آزاد باشی دنیا های انتها کتاب قسمت فیزیک کتاب، قسمت آنلاین پالان مراجعه نماید.

دما و گرما

کلیدوازه

کلوین - سلسیوس - فارنهایت - البساط گرمایی - البساط غیرعادی آب - گرمایی ویله - ظرفیت گرمایی - مول و عدد آووگادرو - ظرفیت گرمایی مول - گرمایی سنج - گرمایی نماین تبخیر - رسالش گرمایی - هفت تابش گرمایی - اثر گلخانه‌ای - قانون آووگادرو - قانون گازهای کامل

دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.

هر مشخصه قابل اندازه‌گیری که با گرمی و سردی جسم تغییر کند را «کمیت دماستجو» می‌گویند.

مقیاس‌های دما: مقیاس‌های مهم در اندازه‌گیری دما عبارتند از: مقیاس درجه سلسیوس، کلوین و فارنهایت.

این مقیاس مبتنی بر دو نقطه ثابت است:

۱- دمایی را که در آن اب خالص در فشار 1 atm شروع به بخ زدن می‌کند، صفر در نظر می‌گیرند.

۲- دمایی را که در آن آب خالص در فشار 1 atm شروع به جوشیدن می‌کند، 100°C در نظر می‌گیرند.

۳- فاصله بین این دو نقطه را به 100° تقسیم کرده و هر قسمت را یک درجه سلسیوس می‌نامند.

نکته: درجه سلسیوس همان سانتی گراد است.

نکته: یکای درجه سلسیوس را با ${}^\circ\text{C}$ و دما بر حسب درجه سلسیوس را با θ نمایش می‌دهند. به عنوان مثال:

نکته: کلوین از دیگر مقیاس‌های اندازه‌گیری دما است که آن را با نماد K نشان می‌دهند. دما بر حسب کلوین را معمولاً با T نمایش می‌دهند. به عنوان مثال:

نکته: رابطه دما در مقیاس درجه سلسیوس و کلوین به صورت زیر است:

$$T = \theta + 273 / 15$$

مثال ۱: صفر کلوین بر حسب درجه سلسیوس چقدر است؟

$$T = 0 \rightarrow \theta + 273 / 15 = 0 \rightarrow \theta = -273 / 15^\circ\text{C}$$

نکته: دمای $15^\circ\text{C} = -273 / 15$ را سرکلوین می‌گویند که کمترین دمای ممکن است، اما برای دفعاً حد بالای وجود ندارد.

نکته: از این پس در محاسبات، مقدار سرکلوین را به طور تقریبی -273°C در نظر می‌گیریم.

مثال ۲: دمای 37°C را بر حسب کلوین به دست آورد.

$$\theta = 37^\circ\text{C}, T = \theta + 273 = 37 + 273 = 310\text{ K}$$

مثال ۳: دمای 423 K را بر حسب درجه سلسیوس محاسبه کنید.

$$T = 423\text{ K}, T = \theta + 273 \rightarrow 423 = \theta + 273 \rightarrow \theta = 15^\circ\text{C}$$

نکته: از دیگر مقیاس‌های اندازه‌گیری دماست که در صنعت و هواشناسی کاربرد دارد. یکای فارنهایت را با ${}^\circ\text{F}$ و دما بر حسب فارنهایت را با F نشان می‌دهند.

نکته: رابطه دما در مقیاس دمای فارنهایت و سلسیوس به صورت مقابل است:

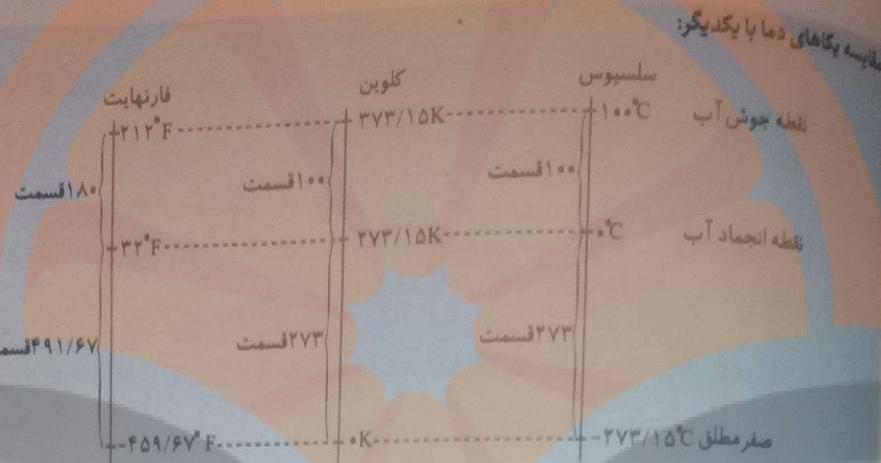
$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

مثال ۴: دمای 20°C را به درجه فارنهایت تبدیل کنید.

$$\theta = 20^\circ\text{C}, F = \frac{9}{5}\theta + 32 = \frac{9}{5} \times 20 + 32 = 36 + 32 = 68^\circ\text{F}$$

مثال ۵: دمای 86°F را بر حسب سلسیوس بنویسید.

$$F = 86^\circ\text{F}, F = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow 86 = \frac{9}{5}\theta + 32 \rightarrow 86 - 32 = \frac{9}{5}\theta \rightarrow \frac{9}{5}\theta = 54 \rightarrow \theta = \frac{54}{9} = 6^\circ\text{C}$$



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

$$\frac{9}{5} \times 40 = 72^{\circ}\text{F}$$

$$\frac{5}{9} \times 45 = 25^{\circ}\text{C}$$

لئن، رابطه تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس و فارنهایت:

مثال ۱۰. اگر دمای جسمی 40°C افزایش باید، چند درجه فارنهایت افزایش یافته است؟

مثال ۱۱. اگر دمای جسمی 45°F افزایش باید، چند درجه سلسیوس افزایش یافته است؟

لئن، یک درجه سلسیوس و کلوین با یکدیگر برابر ولی یک درجه فارنهایت کوچکتر از درجه سلسیوس و کلوین است.

دانشمندان سه دماسنج را به عنوان معیار پذیرفته اند:

۱- دماسنج گازی: اساس کار این دماسنجهای بر مبنای قانون گازهای کامل است.

۲- دماسنج اپریومتر: اساس کار این دماسنجهای بر مبنای تابش گرمایی است.

۳- دماسنج مقاومت پلاتیسی: اساس کار این دماسنجهای بر مبنای مقاومت الکتریکی است.

لئن، دماسنجهای ترموموکوپیل نسبت به دماسنجهای معیار دقت کمتری داشته و کمیت دماسنجی آنها ولتاژ است.

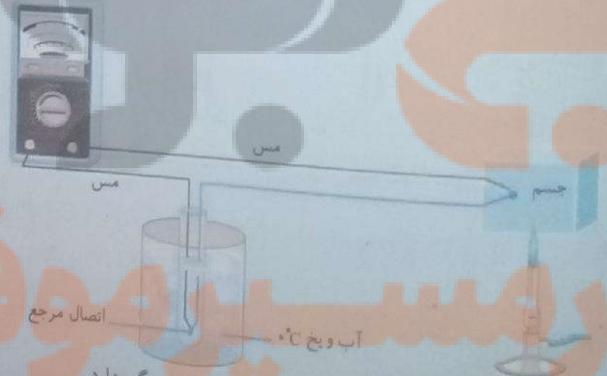
دماستنگ ترموموکوپیل: شامل دو سیم فلزی غیرهم جنس (مانند مس و کنستانتان) است که از یک سو قاره دمای ذوب یخ نگهدارشته

دماسنج ترموموکوپیل: شامل دو سیم فلزی غیرهم جنس (مانند مس و کنستانتان) است که از یک سو قاره دمای ذوب یخ نگهدارشته

شده و از طرف دیگر به دمای مجھول متصل شده و به وسیله دو سیم مسی به یک ولت سنج بسته می شوند. با افزایش دمای مجھول

ولتاژ دو سر سیم های غیرهم جنس افزایش می باید، با اندازه گیری ولتاژ مربوط به هر دمای توان دمای مجھول را مشخص کرد.

ولتسنج



لئن، گستره دماسنجی دماسنجهای ترموموکوپیل به جنس سیم های غیرهم جنس بستگی دارد.

دماسنج ترموموکوپیل دو مزیت عده دارد:

۱- به دلیل جرم کوچک محل اتصال خیلی سریع با جسم به تعادل گرمایی رسیده و دما را مشخص می کند.

۲- در مدارهای الکترونیکی بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایش و سرمایشی به راحتی به کاربرده می شوند.

بساطه گرمایش

بساطه جامدات، با افزایش دما، دامنه توسان مولکول ها و اتم های ماده و در نتیجه فاصله متوسط آنها از یکدیگر افزایش یافته و

تلash سی دروس بروموفت

انبساط طولی:

اگر طول اولیه یک میله را با L_1 و طول نهایی آن را با L_2 نشان دهیم، تغییر طول این میله برابر است با:

$$\Delta L = L_2 - L_1$$
$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$$

تغییر طول جامد در اثر انبساط از رابطه مقابل به دست می‌آید:

در این رابطه، ΔL و L_1 : طول اولیه و تغییر طول بر حسب m ، ΔT : تغییر دما بر حسب K یا $^{\circ}C$ و α : ضریب انبساط طولی بر حسب $\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{^{\circ}C}$ است.

نکته: در رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ ، یکای L_1 و ΔL یکسان است. مثلاً اگر L_1 بر حسب سانتی‌متر باشد، ΔL نیز بر حسب سانتی‌متر به دست می‌آید.

مثال ۱: طول یک پل فلزی 2000 متر است. اگر ضریب انبساط طولی فلز ساخته شده $\frac{1}{K} = 13 \times 10^{-6}$ باشد، با تغییر دمای $^{\circ}C$ بین فصول گرم و سرد سال، بیشترین تغییر طول ممکن برای پل چقدر است؟

$$L_1 = 2000\text{m} , \alpha = 13 \times 10^{-6} \frac{1}{K} , \Delta T = \lambda ^{\circ}C , \Delta L = ?$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T = 13 \times 10^{-6} \times 2000 \times \lambda = 13 \times 4 \times 10^{-2} = 51.2\text{m} \rightarrow \Delta L = 51.2\text{m}$$

مثال ۲: یک خطکش فلزی در دمای $10^{\circ}C$ - طول 30cm و در دمای $40^{\circ}C$ طول 30.8cm دارد. ضریب انبساط فلز این خطکش چقدر است؟

$$\theta_1 = -10^{\circ}C , L_1 = 30\text{cm} , \theta_2 = 40^{\circ}C , L_2 = 30.8\text{cm} , \alpha = ?$$

$$\Delta T = \Delta \theta = 40 - (-10) = 50^{\circ}C , \Delta L = 30.8 - 30 = 0.8\text{cm}$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \rightarrow 0.8 = \alpha \times 30 \times 50 \rightarrow 0.8 = 1500 \alpha \rightarrow \alpha = \frac{0.8}{1500} = 4 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$$

دعاستاخ تواری دو فلزه: از نواری یا دو تیغه فلزی متفاوت که بروزی هم متصل شده‌اند، ساخته شده است. چون ضریب انبساط طولی دو فلز متفاوت است، در اثر گرما (یا سرما) یکی از فلزات بیشتر از دیگری متبسط (یا منقبض) شده و توار خم می‌شود. از این ویژگی برای ساخت دعاستاخ‌ها استفاده می‌شود.

انبساط سطحی: تغییر مساحت جسم جامد در اثر انبساط از رابطه مقابل به دست می‌آید:

در این رابطه، ΔA و A_1 : مساحت اولیه و تغییر مساحت بر حسب m^2 ، ΔT : تغییر دما بر حسب K یا $^{\circ}C$ و α : ضریب انبساط طولی بر حسب $\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{^{\circ}C}$ است.

نکته: در این رابطه نیز یکای ΔA و A_1 یکسان است.

مثال ۱: یک صفحه فلزی دایره‌ای شکل به شعاع 10cm داریم، اگر دمای آن را $100^{\circ}C$ افزایش دهیم، تغییر مساحت آن چقدر است؟

$$(\alpha = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{K} , \pi = 3)$$

$$r = 10\text{cm} , \Delta T = 100^{\circ}C , \Delta A = ?$$

$$A_1 = \pi r^2 = 3 \times 10^2 = 300\text{cm}^2$$

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T = 2 \times 3 \times 10^{-5} \times 300 \times 100 = 18 \times 10^{-1} = 1.8\text{cm}^2 \rightarrow \Delta A = 1.8\text{cm}^2$$

ابتدا مساحت اولیه صفحه را محاسبه می‌کنیم:

مثال ۲: یک قطعه فلزی دایره‌ای شکل به شعاع 5cm و ضخامت 2mm داریم، اگر دمای آن را $100^{\circ}C$ افزایش دهیم، تغییر مساحت آن چقدر است؟

تلاش برای معرفه قیمت

برای محاسبه مساحت لبهای این ورقه T ، ابتدا باید تغییر مساحت آن را بدست آوریم:

$$\Delta A = \gamma \alpha A_1 \Delta T = 7 \times 11 \times 10^{-2} \times 6 \times 0.5 = 2 \times 11 \times 6 \times 0.5 \times 10^{-2} = 66 \times 10^{-2} = 0.66 \text{ cm}^2$$

مساحت لبهای ورقه $A_2 = 66 + 0.66 = 66.66 \text{ cm}^2$

$$A_2 = A_1 + \Delta A = 66.66 + 0.66 = 67.32 \text{ cm}^2$$

مثال: دمای یک صفحه آهنی 20°C است. درجه دمایی مساحت این صفحه به اندازه 100×10^{-2} مساحت اولیه آن افزایش می‌باید؟

$$(\alpha_{\text{آهن}} = 10 \times 10^{-2} \frac{1}{\text{K}})$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C}, \Delta A = 100 \times 10^{-2} \text{ cm}^2, T_2 = ?$$

برای محاسبه دمای لبهای این ورقه، ابتدا باید ΔT را محاسبه کنیم:

$$\Delta A = \gamma \alpha A_1 \Delta T \rightarrow 0.66 = 2 \times 10^{-2} \times A_1 \times \Delta T \rightarrow 0.66 = 2 \times 10^{-2} \Delta T$$

$$\rightarrow \Delta T = \frac{10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = \frac{100}{2} = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \rightarrow 50 = T_2 - 20 \rightarrow T_2 = 70^\circ\text{C}$$

مثال: تغییر حجم یک جسم چاف در اثر انبساط از رابطه زیر به دست آورده است: $\Delta V = \beta V_1 \Delta T$

در این رابطه: V_1 و V_2 حجم اولیه و تغییر حجم بر حسب ΔT . m^3 : تغییر دما بر حسب K یا $^\circ\text{C}$ و β : ضریب انبساطی حجمی

ضریب انبساطی حجمی چندینها (β) تقریباً سه برابر ضریب انبساط طولی آنها است، بنابراین:

$\beta_{\text{پکای}} = \frac{1}{3} \text{ و } \beta_{\text{پکای}} = \frac{1}{3} \text{ است.}$

مثال: حجم یک شمش آوینیمی به ابعاد $5 \times 4 \times 2.5$ سانتی‌متر در اثر افزایش دمای 200°C چقدر افزایش می‌باید؟

$$(\alpha_{\text{Al}} = 22 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}})$$

$$V_1 = 2.5 \times 4 \times 5 = 50 \text{ cm}^3, \beta = \gamma \alpha, \Delta T = 200^\circ\text{C}, \Delta V = ?$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = \gamma \alpha V_1 \Delta T = 2 \times 22 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^3 \times 200 = 2 \times 22 \times 5 \times 10^3 \times 10^{-6} = 69 \text{ cm}^3$$

مثال: دمای یک گره فلزی به شعاع 10 cm را 50°C افزایش می‌دهیم. حجم آن 2 cm^3 افزایش می‌باید. ضریب انبساط

طولی این فلز چقدر است؟ ($\pi = 3$)

$$r = 10 \text{ cm}, \Delta T = 50^\circ\text{C}, \Delta V = 2 \text{ cm}^3, \alpha = ?$$

$$V_1 = \frac{\pi}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi r^3 = 4000 \text{ cm}^3$$

مثال: حجم اولیه گره را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \rightarrow \Delta V = \gamma \alpha V_1 \Delta T \rightarrow r = \pi \times \alpha \times r^2 \times \Delta T \rightarrow 2 = \pi \times 10^{-6} \alpha \rightarrow \alpha = \frac{2}{\pi \times 10^{-6}} = 0.5 \times 10^{-2}$$

$$\rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$$

مثال: مایع‌ها با افزایش دمای مایع، حرکت کاتنواره‌ای آنها و مولکول‌ها افزایش می‌باید. در نتیجه آنها و مولکول‌ها از هم دور

نشده و حجم مایع بیشتر می‌شود.

مثال: حجم مایع می‌تواند خامنده چندینها از رابطه زیر به دست آورده است:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

ضریب انبساطی β حجمی مایع‌ها بر حسب $\frac{1}{\text{K}}$ می‌باشد.

مثال: ظرفی به حجم $2L$ به طور کامل از اسون پر شده و داخل یخچالی با دمای -2°C قرار دارد. اگر آن را در هوای بیرون با دمای

$$(\beta = 1/43 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}) 37^\circ\text{C}$$

قرار دهیم، چه مقدار مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟ (از افزایش حجم ظرف صرف نظر گردید.)

$$V_1 = 2L, \theta_1 = -2^\circ\text{C}, \theta_2 = 37^\circ\text{C}, \Delta V = ?$$

$$\Delta T = \Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 = 37 - (-2) = 39^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = 1/43 \times 10^{-3} \times 2 \times 2L \times 39 = ...$$

مثال ۲: در مخزنی 20°C الکل ریخته شده است. دمای آن را چقدر افزایش دهیم تا حجم الکل 21L شود؟

$$\beta_{\text{الکل}} = 1/1 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$$

$$V_1 = 20\text{L}, V_2 = 21\text{L}, \Delta T = ?, \Delta V = 21 - 20 = 1\text{L}$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \rightarrow 1 = 1/1 \times 10^{-3} \times 20 \times \Delta T \rightarrow \Delta T = \frac{1}{1/1 \times 10^{-3} \times 20} = \frac{1}{0/22} = 50^{\circ}\text{C} \rightarrow \Delta T = 50^{\circ}\text{C}$$

مثال ۳: طرف آلمینیمی به حجم 1L به طور کامل از جیوه پوشیده است. اگر دمای آن را 100°C افزایش دهیم، چه مقدار جیوه از

$$\beta_{\text{آل}} = 0/18 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}, \alpha_{\text{آل}} = 23 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$$

$$V_1 = 1\text{L} = 1000\text{cm}^3, \Delta T = 100^{\circ}\text{C}, \Delta V = ?$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = \gamma \alpha V_1 \Delta T = 3 \times 23 \times 10^{-6} \times 1000 \times 100 = 6/9\text{cm}^3 \rightarrow \Delta V_{\text{طرف}} = 6/9\text{cm}^3 \quad \text{طرف بیرون می‌ریزد؟}$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = 0/18 \times 10^{-3} \times 1000 \times 100 = 18\text{cm}^3 \rightarrow \Delta V_{\text{جیوه}} = 18\text{cm}^3 \quad \text{افزایش حجم جیوه}$$

$$\Delta V_{\text{جیوه}} - \Delta V_{\text{طرف}} = 18 - 6/9 = 17.4\text{cm}^3 \quad \text{جیوه سوزیر شده}$$

نکته: با افزایش دما، جرم جسم ثابت و حجم آن افزایش می‌یابد، بنابراین طبق رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ ، چگالی جسم کاهش می‌یابد.

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T} \quad \text{نکته: در ابساط مایع‌ها رابطه چگالی با تغییر دما عبارت است از:}$$

$$\text{در این رابطه: } \rho_1: \text{چگالی در دمای اولیه بر حسب } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_2: \text{چگالی در دمای نهایی بر حسب } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \beta: \text{ضریب ابساط}$$

$$\text{حجمی بر حسب } \frac{1}{\text{K}} \text{ یا } \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \text{ و } \Delta T: \text{تغییر دما K یا } ^{\circ}\text{C} \text{ است.}$$

$$\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \Delta T)$$

نکته: رابطه فوق را با تقریب مناسب می‌توان به صورت زیرنوشت:

نکته: رابطه چگالی با تغییر دما را برای جامدها نیز می‌توان به کاربرد.

مثال ۴: اگر دمای الکل را 5°C افزایش دهیم، چگالی آن چقدر می‌شود؟

$$\Delta \theta = 5^{\circ}\text{C}, \rho_2 = ?$$

$$\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \Delta T) = 1000(1 - 1/1 \times 10^{-3} \times 5) = 1000(1 - 0/05) = 756 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \rho_2 = 756 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$(\alpha_{\text{فولاد}} = 11 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}})$$

مثال ۵: دمای یک قطعه فولادی را چقدر افزایش دهیم تا چگالی آن درصد کاهش یابد؟

چگالی فولاد یک درصد کاهش یابد، یعنی چگالی نهایی 99% درصد چگالی اولیه باشد.

$$\rho_2 = \frac{99}{100} \rho_1 \rightarrow \rho_2 = 0/99 \rho_1$$

$$\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \Delta T) \rightarrow \rho_2 = \rho_1(1 - \gamma \alpha \Delta T) \rightarrow 0/99 \rho_1 = \rho_1(1 - 2 \times 11 \times 10^{-6} \times \Delta T)$$

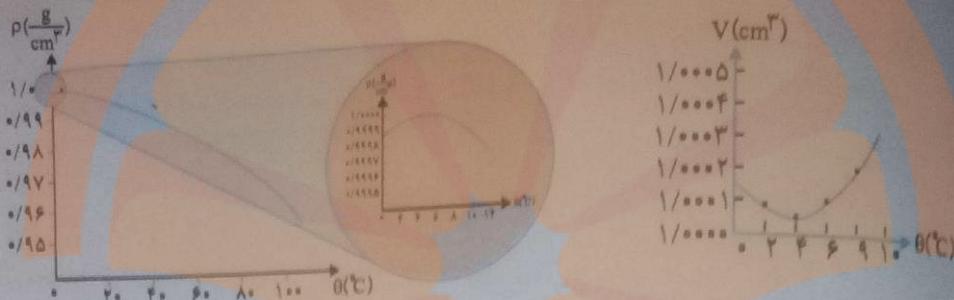
$$0/99 = 1 - 33 \times 10^{-6} \Delta T \rightarrow 33 \times 10^{-6} \Delta T = 1 - 0/99 = 0/01$$

$$\rightarrow \Delta T = \frac{0/01}{33 \times 10^{-6}} = 303^{\circ}\text{C} \rightarrow \Delta T = 303^{\circ}\text{C}$$

ابساطه غیرعادی آب: رفتار آب در محدوده دمایی 0°C تا 4°C متفاوت از سایر مایع‌ها است؛ یعنی با افزایش دما از 0°C تا 4°C

حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد. هم‌چنین با کاهش دما از 4°C تا 0°C حجم آب افزایش و چگالی آن کاهش می‌یابد.

پس از دمای 4°C رفتار آب مانند دیگر اجسام است، یعنی با افزایش دما حجم آن افزایش و با کاهش دما حجم آن کاهش می‌یابد.
نمودار (دما- حجم) و (دما- چگالی) آب در محدوده دمایی 0°C تا 4°C به صورت زیر است:



بنابراین دلیل رفتار غیرعادی آب در محدوده دمایی 0°C تا 4°C چیست؟
باخ ساختار بلوری بعده گونه‌ای است که در برخی نقاط مولکول‌ها به هم نزدیک و در برخی نقاط از هم دورند، در نتیجه حجم بعیدتر از آب است، ازان‌جا که در محدوده دمایی 0°C تا 4°C هنوز بقایای ساختار مولکولی بع در آب وجود دارد با افزایش دما در این محدوده و از بین رفتن ساختار مولکولی بع، حجم آب کاهش می‌یابد و پر عکس.
از ریاضی است که به دلیل اختلاف دما از جسم گرم تر به جسم سردتر منتقل می‌شود و آن را با Q نشان داده و یکای آن زول (J) است.
نماند گرمایی اگردو یا چند جسم گرم و سرد در تعامل با یکدیگر قرار گیرند، گرمای از اجسام گرم تر به اجسام سردتر منتقل می‌شود تا در تعادل گرمایی، از ریاضی جنبشی و پتانسیل مربوط به حرکت کاتورهای آنها و مولکول‌ها در جسم گرمتر کاهش و در جسم سردتر افزایش می‌یابد.

ظرفیت گرمایی مقدار گرمایی است که دمای جسم را 1°C یا 1K افزایش می‌دهد، آن را با C نشان داده و یکای آن $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ است. مثلاً وقتی

من گوییم ظرفیت گرمایی یک جسم $\frac{\text{J}}{1000\text{K}}$ است، یعنی اگر به جسم 1000J گرمای دهیم، دمای آن 1K افزایش می‌یابد.

محاسبه گرما با استفاده از ظرفیت گرمایی مقدار گرمایی که دمای جسمی با ظرفیت گرمایی C را به اندازه ΔT افزایش می‌دهد، این گرما از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$Q = C\Delta T$$

در این رابطه Q : گرما بر حسب J ، C : ظرفیت گرمایی بر حسب $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ و ΔT : تغییر دما بر حسب K است.

مثال ۱. یک قطعه فلزی با ظرفیت گرمایی $\frac{\text{J}}{2500\text{K}}$ داریم. چه مقدار گرمای لازم است تا دمای این قطعه 4°C افزایش یابد؟

$$C = 2500 \frac{\text{J}}{\text{K}} , \Delta T = 4^{\circ}\text{C} = 40\text{K} , Q = ?$$

$$Q = C\Delta T = 2500 \times 40 = 100000\text{J} \rightarrow Q = 10^5\text{J}$$

ظرفیت گرمایی ویژه (گرمایی ویژه) مقدار گرمایی است که دمای یک کیلوگرم از جسم را 1°C یا 1K افزایش می‌دهد و آن را با c نشان داده و یکای آن $\frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ است.

نکته گرمایی ویژه یک جسم به جنس آن بستگی دارد.

نکته رابطه بین ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژه به صورت زیر است:

$$\text{ظرفیت گرمایی} \rightarrow c = \frac{\text{J}}{\text{kg.K}} \leftarrow \text{ظرفیت گرمایی ویژه} \rightarrow c = \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$$

محاسبه گرما با استفاده از ظرفیت گرمایی ویژه: مقدار گرمایی که دمای جسمی به جرم m و گرمای ویژه c را به اندازه ΔT افزایش

$$Q = C\Delta T \xrightarrow{C=mc} Q = mc\Delta T$$

می‌دهد، از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$Q = mc\Delta T \quad \text{که} \quad \text{جنس} \rightarrow \text{جنس} \quad \text{بر حسب} \quad \text{kg} \quad \text{و} \quad \text{جنس} \rightarrow \text{جنس} \quad \text{بر حسب} \quad \text{K}$$

تلash مسیر موافقت

$$C_p = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$m = 2kg, \Delta T = \Delta \theta = 20K, Q = ?$$

$$Q = mc\Delta T = 2 \times 2100 \times 20 = 210000 J \rightarrow Q = 210000 J$$

مثال ۲: اگر $42 \times 10^9 J$ گرمای لازم باشد تا دمای آب از $10^\circ C$ به $60^\circ C$ برسد. گرمای ویژه آب چندراست؟

$$C_p = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$Q = 42 \times 10^9 J, V = VL = 0.1 \times 2 m^3, \Delta T = \Delta \theta = 60 - 10 = 50K$$

برای محاسبه گرمای ویژه، ابتدا باید جرم آب را محاسبه کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1000 \times 0.1 \times 2 = 2kg \rightarrow m = 2kg$$

$$Q = mc\Delta T \rightarrow 42 \times 10^9 = 2 \times c \times 50 \rightarrow c = \frac{42 \times 10^9}{100} = 42 \times 10^7 = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \rightarrow c_{آب} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$$

مول و عدد آووگادرو

موال یکایی برای مقدار ماده است که آن را برای یک مول داشت. هر یک مول شامل 6.02×10^{23} از اجزای سازنده ماده (atom یا مولکول) است. عدد 6.02×10^{23} را عدد آووگادرو می‌گویند.

جرم مولی: جرم یک مول از هر ماده را جرم مولی آن می‌گویند و آن $6.02 \times 10^{23} g/mol$ است.

$$M_{کربن} = 12 \frac{g}{mol}, M_{آب} = 18 \frac{g}{mol}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

نکته: تعداد مول یک ماده از رابطه مقابل به دست می‌آید:

در این رابطه:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{g}{g/mol} = \frac{kg}{kg/mol}$$

مثال: می‌دانیم الماس از کربن تشکیل شده است. یک قطعه الماس به جرم $8g$ از این تعداد آتم کربن تشکیل شده است؟

$$(M_{کربن} = 12 \frac{g}{mol})$$

$$n = ? \quad \text{Tعداد آتم کربن} = ?$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{8}{12} = 0.6666666666666667 mol \rightarrow n = 0.6666666666666667 mol$$

ابتدا تعداد مول اتم کربن این قطعه الماس را محاسبه می‌کنیم:

من دانیم هر مول شامل 6.02×10^{23} آتم کربن است، بنابراین تعداد آتم‌های کربن این قطعه الماس برابر است با:

$$6.02 \times 10^{23} \times 0.6666666666666667 = 4.012 \times 10^{23} = 4.012 \times 10^{23} = 4.012 \times 10^{23}$$

مثال: ۳۶ گرم آب شامل چه تعداد مولکول آب است؟

$$(M_{آب} = 18 \frac{g}{mol})$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{36}{18} = 2 mol \rightarrow n = 2 mol$$

ظرفیت گرمایی مولی (گرمای ویژه مولی): مقدار گرمایی است که دمای یک مول از ماده را $1K$ افزایش می‌دهد.

نکته: گرمای ویژه مولی فلزات همگی یکسان و تقریباً برابر $\frac{J}{mol \cdot K}$ است. یعنی گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از هر فلز برابر است و به جنس آنها بستگی ندارد. (قابلیت دوام (پیری))

دستی تعادل: به دمای ثابتی که اجسام در تعادل گرمایی دارند، «دمای تعادل» می‌گویند.

نکته: در محاسبه مقدار گرمایی می‌دانیم که دمای تعادل آب $0^\circ C$ است. یعنی گرمای لازم برای افزایش دمای آب $1K$ برابر است.

تلاشی در سیر موفقیت

اگرچه جسم با گرمای ویژه c_1, c_2, c_3, \dots ، جرم‌های m_1, m_2, m_3, \dots و دمای اولیه $\theta_1, \theta_2, \dots$ در تماس با دمای تعادل (θ) آنها از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta - \theta_3) + \dots = 0$$

مثال ۱: آب 10°C را داخل ظرف الومینیمی به جرم 100g و دمای 80°C می‌بریم، دمای تعادل چند مرتبه شود؟ (از تبادل حریق خود صرف نظر کنید).

$$(c_{\text{Al}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}})$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{آب: } m_1 = 100\text{g} = 0.1\text{kg}, \quad c_1 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad \theta_1 = 10^{\circ}\text{C} \\ \text{الومینیم: } m_2 = 100\text{g} = 0.1\text{kg}, \quad c_2 = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad \theta_2 = 80^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{دمای تعادل}} \theta = ?$$

در حل مسائل مربوط به تعادل گرمایی جمع حریق‌ها صفر است. بنابراین:

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0 \rightarrow 0.1 \times 4200(\theta - 10) + 0.1 \times 900(\theta - 80) = 0$$

$$\rightarrow 1620(\theta - 10) + 90(\theta - 80) = 0 \rightarrow 1710\theta - 16200 + 90\theta - 7200 = 0 \rightarrow 1770\theta - 24000 = 0$$

$$\rightarrow 1770\theta = 24000 \rightarrow \theta = \frac{24000}{1770} = 13.5^{\circ}\text{C} \rightarrow \theta = 13.5^{\circ}\text{C}$$

مثال ۲: در ظرفی 400g آب 20°C و 375g مس با گرمای 50°C و 200g فلزی با گرمای 60°C قرار دارد. اگر دمای تعادل

نها 20°C شود، گرمای ویژه فلز چقدر است؟ (از تبادل گرمای با ظرف و محیط صرف نظر کنید).

$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, c_{\text{مس}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}})$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{آب: } m_1 = 400\text{g} = 0.4\text{kg}, \quad c_1 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad \theta_1 = 20^{\circ}\text{C} \\ \text{مس: } m_2 = 375\text{g} = 0.375\text{kg}, \quad c_2 = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad \theta_2 = 50^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{دمای تعادل}} \theta = 20^{\circ}\text{C}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{فلز: } m_3 = 200\text{g} = 0.2\text{kg}, \quad c_3 = ?, \quad \theta_3 = 60^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{دمای تعادل}} \theta = 20^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{مس}} + Q_{\text{فلز}} = 0 \rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta - \theta_3) = 0$$

$$\rightarrow 0.1 \times 4200(20 - 20) + 0.375 \times 400(20 - 50) + 0.2 \times c_3 (20 - 60) = 0$$

$$\rightarrow 16200 - 3000 - 8c_3 = 0 \rightarrow c_3 = \frac{13200}{8} = 2200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}} \rightarrow c_3 = 2200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}$$

گراماسچ (کالری مت): ظرفی است عایق‌بندی شده برای تعیین گرمای ویژه یک جسم.

دربیک گراماسچ پس از برقراری تعادل گرمایی داریم:

نکت: معمولاً در یک گراماسچ به جای داشتن جرم (m) و گرمای ویژه ظرف (C)، گرامیت گرمایی ظرف (C) را داریم.

مثال ۳: فلزی به جرم 500g و دمای 75°C را درون گراماسچی حاوی 500g آب 15°C می‌اندازیم. اگر گرامیت گرمایی

گراماسچ $\frac{J}{\text{kg} \cdot \text{C}}$ و دمای تعادل 25°C باشد، گرمای ویژه فلز چقدر است؟

$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}})$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{فلز: } m_1 = 500\text{g} = 0.5\text{kg}, \quad \theta_1 = 75^{\circ}\text{C}, \quad c_1 = ? \\ \text{آب: } m_2 = 500\text{g} = 0.5\text{kg}, \quad \theta_2 = 15^{\circ}\text{C}, \quad c_2 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad C_2 = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad \theta_2 = 25^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{دمای تعادل}} \theta = 25^{\circ}\text{C}$$

نکت: چون آب داخل گرماسنج قرار دارد، دمای اولیه آب و گرماسنج برابر است. ($\theta_1 = \theta_2 = 15^\circ\text{C}$)

$$Q_{\text{فر}} + Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 0 \rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + C_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$\begin{aligned} & 16 \times c_1 \times (25 - 15) + 0 / 0 \times 4200 \times (25 - 15) + 90 \times (25 - 15) = 0 \rightarrow -30c_1 + 21000 + 900 = 0 \\ & -30c_1 + 21900 = 0 \rightarrow 30c_1 = 21900 \rightarrow c_1 = \frac{21900}{30} = 730 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}} \rightarrow c_1 = 730 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}} \end{aligned}$$

مثال ۲: گرماسنجی حاوی ۳۰۰g آب 40°C است. اگر یک قطعه 800 گرمی از فلزی با گرمایی ویژه 180°C و دمای 40°C را داخل آب قرار دهیم، دمای تعادل 60°C می شود. طرفیت گرمایی گرماسنج چقدر است؟

$$(c_{\text{فر}} = 420 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}})$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{آب: } m_1 = 300 \text{g} = 0.3 \text{kg}, \quad c_1 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad \theta_1 = 40^\circ\text{C} \\ \text{فلز: } m_2 = 800 = 0.8 \text{kg}, \quad c_2 = 420 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad \theta_2 = 180^\circ\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{دمای تعادل}} \theta = 60^\circ\text{C}$$

$$\text{مثال ۳: } C_2 = ?, \quad \theta_2 = 180^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{فر}} + Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 0 \rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + C_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$0 / 0 \times 4200 \times (60 - 40) + 0 / 0 \times 420 \times (60 - 180) + C_2 (60 - 180) = 0 \rightarrow 33600 - 30320 + 20C_2 = 0$$

$$-6720 + 20C_2 = 0 \rightarrow 20C_2 = 6720 \rightarrow C_2 = \frac{6720}{20} = 336 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \rightarrow C_2 = 336 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

حالات های ماده:

ماده معمولاً در سه حالت پا فاز جامد، مایع و گاز وجود دارد.

تغییر حالت اگر در یک تغییر از یک حالت (فاز) به حالت (فاز) دیگر را تغییر حالت (گذار فاز) می گویند.

الواع تغییر حالت

نام تغییر حالت	تغییر حالت	گرماده / گرمافیر	مثال
ذوب	جامد به مایع	گرمافیر	آب شدن بستنی
چگالش بخار به مایع یا میوهان	بخار به مایع	گرماده	تشکیل باران
تبخیر	مایع به بخار	گرمافیر	تبخیر آب دریاها
تصبید	جامد به بخار	گرماده	تصبید نفتالین
انجماد	مایع به جامد	گرماده	یخ زدن آب دریاچه ها
چگالش بخار به جامد	بخار به جامد	گرماده	تشکیل برف

نکت: بخار و گاز تعاریف متفاوتی دارند و ای در اینجا برای آنها تعاریف پاکسازی در نظر گرفته می شود.

ذوب و انجماد

دمای ذوب: دمای لایقی که در آن جسم جامد با گرفتن گرمای مایع تبدیل می شود را دمای ذوب می گویند. این دما به جنس ماده و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

نکت: جامدهای پاکسازی مثلاً فلزات، «ما» ذوب مشخصی دارند و حجم آنها هنگام ذوب افزایش می یابد.

جامدهای پاکسازی مثلاً فلزات، «ما» ذوب مشخصی دارند و حجم آنها هنگام ذوب کاهش می یابد.

نکت: معمولاً افزایش فشار، نفعله ذوب را افزایش می دهد ولی در بیخ و برقی مواد دیگر افزایش فشار باعث کاهش نفعله ذوب می شود و بالعکس.

نفعله ذوب \Rightarrow \uparrow فشار \downarrow در آب (بخ)

کاهش فشار \downarrow فشار \uparrow در آب (بخ)

تلاش

پس از جماد دمای ثابتی که در آن، مایع با از دست دادن گرما به جامد تبدیل می شود را «دمای انجماد» می گویند. این دما به پس مانده و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

جهاندهای بلوبرین دمای انجماد مشخص دارند و حجم آنها هنگام انجماد کاهش می یابد.

جهاندهای به شکل دمای انجماد مشخص ندارند و در گسترهای از دما منجمد می شوند. حجم آنها هنگام انجماد ثابت است.

چون دمای ذوب هر ماده با دمای انجماد آن برابر است، تأثیر فشار بر نقطه انجماد و ذوب یکسان است.

وجود را بالصی در مایع ها باعث تغییر دمای ذوب و انجماد می شود. مثلاً افزودن نمک به آب نقطه انجماد و ذوب را کاهش می دهد.

جسم در هنگام ذوب همان قدر گرما می گیرد که در هنگام انجماد از دست می دهد.

گرمای نهان ذوب مقدار گرمایی که یک کیلوگرم از جسم هنگام انجماد یا ذوب منتقل می کند را «گرمای نهان ذوب» می گویند و آن

نشان داده و یکای آن $\frac{J}{kg}$ است. مقدار این گرما به جنس ماده بستگی دارد. به عنوان مثال:

$$L_f = 224000 \frac{J}{kg}, \quad L_p = 134000 \frac{J}{kg}$$

مقدار گرمایی که جسم به جرم m و گرمای نهان ذوب L_f در هنگام ذوب می شود، برابر است با:

$$Q_{ذوب} = +mL_f$$

مقدار گرمایی که جسم به جرم m و گرمای نهان ذوب L_f در هنگام انجماد از دست می دهد، برابر است با:

$$Q_{انجماد} = -mL_f$$

نکته علامت $+$ و $-$ در رابطه های بالا، نشان دهنده این است که هنگام ذوب، جسم گرمایی گیرد ($+ Q$) و هنگام انجماد، گرما از دست می دهد ($- Q$).

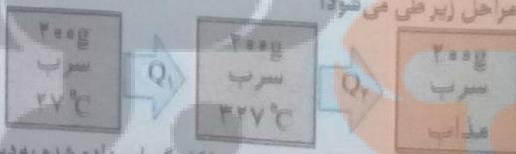
مثال ۱) یک قطعه ۸ گرمی طلا در نقطه ذوب، چقدر گرما می گیرد تا به طور کامل ذوب شود؟

$$m = \lambda g = 0.118 \text{ kg} \quad Q = mL_f = 0.118 \times 64500 = 516 \text{ J}$$

مثال ۲) دمای ذوب سرب 227°C است. چه مقدار گرمای لازم است تا 200g سرب را بتوان در دمای اتاق (22°C) ذوب کرد؟

$$(L_f)_{سرب} = 24500 \frac{J}{kg}, \quad \theta_{سرب} = 130 \frac{J}{kg \cdot ^\circ\text{C}}$$

برای ذوب سرب با دمای 22°C 22°C مرحله زیر طی می شودا



گرمای داده شده در هر مرحله را محاسبه و سپس با هم جمع می کنیم تا گل گرمایی داده شده به دست آید.

آن در مرحله اول، سرب تغییر حالت می دهد گرمای داده شده برابر است با

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 0.2 \times 130 \times (227 - 22) = 7800 \text{ J}$$

در مرحله دوم، سرب تغییر حالت می دهد، بنابراین گرمای داده شده برابر است با

$$Q_2 = mL_f = 0.2 \times 24500 = 4900 \text{ J}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 7800 + 4900 = 12700 \text{ J}$$

گرمای گل داده شده در این فرایند برابر است با

مثال ۳) از 500g آب 20°C چه مقدار گرمای بگیریم تا به 10°C = تبدیل شود؟

$$(L_f)_آب = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ\text{C}}, \quad \theta_{آب} = 210 \frac{J}{kg \cdot ^\circ\text{C}}, \quad L_f = 224000 \frac{J}{kg}$$

آب تبدیل آب 20°C به 10°C = مرحله زیر طی می شودا

مرحله اول: آب تغییر دما می‌دهد:

مرحله دوم: آب تغییر حالت داده و به بخ تبدیل می‌شود:

مرحله سوم: بخ تغییر دما می‌دهد:

کل گرمایی که آب در این فرایند از دست می‌دهد، برابر است با:

$$Q_1 = mc_p \Delta\theta = 0.1 / 5 \times 4200(0 - (-20)) = -42000 \text{ J}$$

$$Q_2 = mL_{f,p} = 0.1 / 5 \times 224000 = -167000 \text{ J}$$

$$Q_3 = mc_p \Delta\theta = 0.1 / 5 \times 2100(0 - (-20)) = -10500 \text{ J}$$

مثال: مقدار ۱۰۰g بخ 20°C - را در 80°C آب 25°C می‌اندازیم. اگر همه بخ ذوب شود، دمای تعادل چقدر می‌شود؟

$$(c_p) = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad (c_f) = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad L_{f,p} = 224000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

آب و بخ پس از طی مراحلی به دمای تعادل می‌رسند:



$$Q_1 = mc_p \Delta\theta = 0.1 / 1 \times 2100 \times (0 - (-20)) = 4200 \text{ J}$$

$$Q_2 = mL_{f,p} = 0.1 / 1 \times 224000 = 22400 \text{ J}$$

$$Q_3 = mc_p \Delta\theta = 0.1 / 1 \times 4200(\theta - 0) = 4200\theta \text{ J}$$

$$Q_4 = mc_p \Delta\theta = 0.1 / 8 \times 4200(\theta - 25) = 2240(\theta - 25) = 2240\theta - 56000 \text{ J}$$

$$Q_5 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 4200 + 22400 + 4200\theta + 2240\theta - 56000 = 0$$

$$2780\theta - 46400 = 0 \rightarrow 3780\theta = 46400 \rightarrow \theta = \frac{46400}{3780} = 12.27^\circ\text{C} \rightarrow \theta = 12 / 27^\circ\text{C}$$

تبخیر و معیان

تبخیر به تبدیل مایع به گاز، تبخیر و به گاز حاصل از تبخیر، تخلوک گوتیاند. تبخیر مایع در هوای سطحی می‌تواند رخ ۵-۶ هد.

تبخیر سطحی: به تبخیری که تا پیش از رسیدن به نقطه جوش مایع انجام می‌شود، «تبخیر سطحی» می‌گویند. در این حالت

مولکول‌هایی که نندی زیادی دارند از سطح مایع جدا می‌شوند.

نکته: از جمله عوامل مؤثر بر تبخیر سطحی، دمای مایع و مساحت سطح آن است.

نقطه جوش: با گرم کردن مایع به دمایی می‌رسیم که حباب‌های گاز از داخل مایع بالا می‌آیند، به این حالت جوشیدن و به این دما

نکته: در جوشیدن، کل مایع در فرایند تبخیر هر کوتاه می‌گرد و در نقطه جوش مایع، آهنگ تبخیر به پیشترین مقدار خود می‌رسد.

گرمایی نهان تبخیر: مقدار گرمایی مورد نیاز برای تبخیر یک کیلوگرم از مایع را گرمایی نهان تبخیر مایع می‌گویند و آن را با L_V

نهان می‌دهند و یکای گرمای نهان تبخیر $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ است. مقدار این گرمای به جنس ماده و دماستگی دارد.

$$Q = +mL_V$$

مقدار گرمای لازم برای تبخیر مایعی به جرم m گرمای نهان تبخیر L_V برابر است با:

میان تبدل بخار به مایع را «معیان» می‌گویند که وارون تبخیر است و در هر دمایی رخ می‌دهد.

گرمایی که مقداری بخار به جرم m گرمای نهان تبخیر L_V به هنگام معیان از دست می‌دهد برابر است با:

$$Q = -mL_V$$

نکته: در این فرایند از $m > L_V$ است که هنگام معیان، بخار

$$Q = P t$$

گرمایی که یک گرمکن الکتریکی با توان P در مدت زمان t تولید می‌کند، برابر است با:

$$Q = \text{گرمای تولیدی بر حسب } P, t; \text{ توان گرمکن بر حسب } W \text{ و } t; \text{ زمان بر حسب } s \text{ است.}$$

کتری برقی ۲۵۰ آب در حال جوش را در مدت ۵ دقیقه به طور کامل تبخیر می‌کند. توان این وسیله چقدر است؟

$$(L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

$$m = 250 \text{ g} = 0.25 \text{ kg}, \quad t = 5 \text{ min} = 5 \times 60 = 300 \text{ s}, \quad P = ?$$

$$Q = m L_V = 0.25 \times 2256 \times 10^3 = 564 \times 10^3 \text{ J}$$

کلامی لازم برای تبخیر ۲۵۰g آب را محاسبه می‌کنیم:

کتری برقی تولید می‌شود. پس توان کتری به صورت زیر به دست می‌آید.

$$Q = P t \rightarrow P = \frac{Q}{t} = \frac{564 \times 10^3}{300} = 188 \times 10^3 \text{ W} \rightarrow P = 188 \text{ kW}$$

مثال ۱: چه مقدار گرمای لازم است تا ۱۰۰g بخار 100°C به بخار 10°C تبدیل شود؟

$$(L_{P_{\text{غ}}^{\text{ب}}} = 224 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad c_{\text{غ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot {}^\circ\text{C}}, \quad L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad c_{\text{ب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot {}^\circ\text{C}})$$

مثال ۲: مقدار گرمای لازم است:



$$Q_1 = mc_{\text{غ}} \Delta\theta = 0.1 \times 2100 \times (0 - (-10)) = 2100 \text{ J} = 2.1 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = mL_f = 0.1 \times 224 = 22.4 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = mc_{\text{ب}} \Delta\theta = 0.1 \times 4200 \times (0 - 0) = 4200 \text{ J} = 4.2 \text{ kJ}$$

$$Q_4 = mL_V = 0.1 \times 2256 = 225.6 \text{ kJ}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 2.1 + 22.4 + 4.2 + 225.6 = 252.7 \text{ kJ}$$

$$(L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

مثال ۳: ۲۰۰g بخار آب چه مقدار گرمای از دست دهد تا به آب تبدیل شود؟

$$m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}, \quad Q = -m L_V = -0.2 \times 2256 = -451.2 \text{ kJ} \rightarrow Q = -451.2 \text{ kJ}$$

روش های انتقال گرمای

۱- رسانش گرمایی: لار این روشن به دلیل ارتعاش اتمها و حرکت الکترون‌های آزاد در قسمت‌های گرم تر و گسترش این حرکت و

۲- منتقل به سراسر جسم، گرمای منتقل می‌شود، مثل انتقال گرمای در فلزات.

نکته در فلزات گرمای از طریق ارتعاشات اتمها و هم از طریق حرکت الکترون‌های آزاد منتقل می‌شود ولی سهم الکترون‌های آزاد

از انتقال گرمای بیشتر از اتمها است. (در غیر فلزات گرمای فقط از طریق ارتعاش اتمها انتقال می‌یابد.)

عامل مؤثر بر میزان رسانش گرمایی فلزات عبارتند از:

۱- طول چشم: هر قدر طول یک جسم بیشتر باشد، آهنگ رسانش گرمایی آن کمتر است.

۲- سطح مقطع جسم: هر قدر سطح مقطع جسم بیشتر باشد، رسانش گرمایی آن بیشتر است.

۳- اختلاف دماهای قدر اختلاف دما بیشتر باشد، رسانش گرمایی نیز بیشتر است.

۴- جنس ماده: مواد مختلف متناسب به ساختار اتمی و مولکولی آنها رسانندگی گرمایی متفاوتی دارند. مثلاً رسانندگی گرمایی یک

کربن از شیشه یا چوب است.

آنکه رسانش گرمای مقدار گرمای عبوری از جسم در هر ثانیه را آهنگ رسانش گرمایی می‌نامند.

نکته: به طول L و سطح مقطع A داریم، اگر اختلاف دمای دو سر میله $(T_H - T_L)$ باشد، آهنگ رسانش گرمای در این میله بر این

$H = \frac{Q}{A} = k \frac{(T_H - T_L)}{L}$

تلash و فقیر

در این رابطه:

$$H = \text{آهنگ رسانش گرما بر حسب } W, k: \text{رسانندگی گرمایی میله بر حسب } \frac{W}{m \cdot K} \text{ یا } \frac{J}{s \cdot m \cdot K}, T_H: \text{دما} \text{ قسمت گرمتر بر حسب}$$

T_L یا C , $A: \text{سطح مقطع میله بر حسب } m^2$ و $L: \text{طول میله بر حسب } m$ است.

نکته: اگرچه رابطه فوق برای یک میله ذکر شده ولی می توان آن را برای هر جسم با سطح مقطع A و طول L نیز به کار برد.

مثال ۱: ابعاد دیوار اتاق $3m$ و $5m$ و ضخامت آن $15cm$ است. اگر این دیوار از آجر با رسانندگی گرمایی $\frac{W}{m \cdot K} = 1.8$ ساخته شده و دما داخل اتاق $25^\circ C$ و دما بیرون $5^\circ C$ باشد.

(الف) آهنگ رسانش گرما از این دیوار چقدر است؟

$$A = 3 \times 5 = 15m^2, L = 15cm = 0.15m, k = 1.8 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$T_H - T_L = 25 - (-5) = 30^\circ C = 30K, H = ?$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = \frac{1.8 \times 15 \times 30}{0.15} = 2400W \rightarrow H = 2400W$$

(ب) این دیوار در مدت ۵ دقیقه چند کیلوژول گرما عبور می کند؟

$$H = 2400W, t = 5 \times 60 = 300s, Q = ?$$

$$H = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = H \cdot t = 2400 \times 300 = 720000J = 720 \text{ kJ} \rightarrow Q = 720 \text{ kJ}$$

مثال ۲: بین دو لایه شیشه دو جداره ای از آب پر شده است. اگر ابعاد شیشه $2m$ و $5m$ و ضخامت لایه میانی آب داخل آن $2cm$ و اختلاف دماه داخل و بیرون $20^\circ C$ باشد، آهنگ رسانش گرما از این لایه آب چقدر است؟

$$A = 2 \times 5 = 10m^2, L = 2cm = 0.02m, T_H - T_L = 20^\circ C = 20K, H = ?$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = \frac{1.8 \times 10 \times 20}{0.02} = 6000W \rightarrow H = 6000W$$

مثال ۳: یک سرمهله آهی به طول $120cm$ را در آب جوش و سر دیگر آن را در مخلوط آب و بخ قرار من دهیم. اگر شعاع میله $2cm$ باشد، چند زول گرما در مدت یک دقیقه از این میله هاشرش می کند؟

$$L = 120cm = 1.2m, T_H - T_L = 100 - 0 = 100^\circ C = 100K, r = 2cm, t = 1\text{ min} = 60s, Q = ?$$

$$A = \pi r^2 = 3 \times 2^2 = 12cm^2 = 12 \times 10^{-4}m^2$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = \frac{1.8 \times 12 \times 10^{-4} \times 100}{1.2} = 8W \rightarrow H = 8W$$

ابتدا آهنگ رسانش گرما را محاسبه می کنیم:

دماه عبوری از میله در مدت یک دقیقه به صورت زیر به دست می آید:

$$H = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = H \cdot t = 8 \times 60 = 480J \rightarrow Q = 480J$$

(ب) هرگفت این روش انتقال گرما مختص مایع ها و گازها است. در این روش در اثر گرما، فاصله متوسط مولکول ها در بخش هایی

از شاره که در تماس با جسم گرم است، افزایش یافته و حجم آن زیاد می شود. در نتیجه چگالی شاره کاهش یافته و بنایه اصل از مشین دس، نیروی شناوری باعث بالا آمدن آن در محیط می شود. آنگاه شاره سر دتر اطراف آن، جایگزین شاره گرم تر شده و گرما منتقل می شود.

این روش هرگفت

- هرگفت طبیعی در این روش شاره خود به خود و بدون استفاده از وسیله دیگر و فقط به خاطر نیروی شناوری در محیط حرکت



هرفت طبیعی هوا در شرایط عادی هوای اطراف سطح زمین گرم و هوای لایه‌های بالاتر سرد است. در این شرایط در اثر پدیده هرفت هوای گرم با چگالی کمتر به بالا رفته و هوای سردتر با چگالی بیشتر جای آن را می‌گیرد و بدین ترتیب چرخش هوا در سطح زمین ایجاد می‌شود.

وارونگی هوای زارونگی دما در روزهای سرد زمستانی هوای اطراف سطح زمین سرد و چگالی آن زیاد و هوای لایه‌های بالاتر، گرم‌تر و چگالی آنها کمتر است. تحت این شرایط هرفت طبیعی هوای متوقف می‌شود که به آن «وارونگی هوای» می‌گویند.

نکته: **وارونگی** هوای اباعث انباشت آلاینده‌های موجود در لایه هوای سرد سطح زمین و در نتیجه آودگی هوا در شهرهای صنعتی می‌شود. **جتابش گرمایی** به انتقال گرما از طریق امواج الکترومغناطیسی که از اجسام منتشر می‌شود، تابش گرمایی می‌گویند.

نکته: اجسام در هر دمایی تابش الکترومغناطیسی گسیل می‌گویند.

دهانگاریخشی از تابش‌های گرمایی منتشر شده از اجسام، تابش نامرئی فروسرخ است که برای آشکارسازی آن از ابزاری به نام دمانگار استفاده می‌شود.

عوامل مؤثر بر تابش گرمایی

۱- دما: افزایش دما، تابش گرمایی را افزایش می‌دهد.

۲- مساحت: افزایش مساحت، تابش گرمایی جسم را افزایش می‌دهد.

۳- رنگ: رنگ‌های تیره و مات، تابش گرمایی بیشتری نسبت به رنگ روشن دارند.

۴- صیقلی یا گردبود: سطوح ناصاف تابش گرمایی بیشتر و سطوح صاف تابش گرمایی کمتری دارند.

نکته: روش‌های اندازه‌گیری دما بر مبنای تابش گرمایی را «تفستج» و ابزارهای اندازه‌گیری دما بر این روش را «تفستج» می‌گویند.

نکته: نف‌سنج‌ها بدون تماس با جسم، دما را اندازه‌گیری می‌کنند و معمولاً برای اندازه‌گیری دماهای بیشتر از 110°C به کار می‌روند.

الواع نف‌سنج:

۱- نف‌سنج تابش: در این وسیله دمای جسم با متمرکز کردن تابش گرمایی گسیل شده از آن روی ترموموکوپ و تغییر ولتاژ خروجی ترموموکوپ اندازه‌گیری می‌شود.

۲- نف‌سنج نوری: اساس کار این نف‌سنج‌ها مقایسه رنگ و شدت نور تابیده از کوره با رنگ و شدت نور یک لامپ رشته‌ای است.

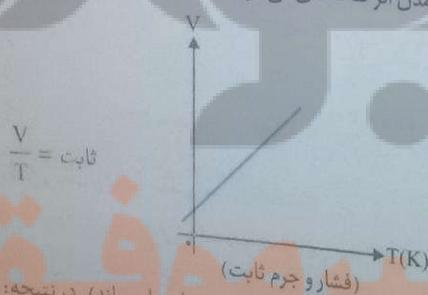
نکته: **الرکخانه‌ای** نور خورشید یا عور از جو به سطح زمین می‌رسد و بخشی از آن جذب زمین و بخشی دیگر با انعکاس و تابش گرمایی

گسیل می‌شود. وجود گازهایی مثل دی‌اکسیدکربن در لایه پوش سپهر باعث بازتابش دوباره گرمایی گسیل شده به سطح زمین می‌شود.

رفت و برگشت تابش گرمایی بین این لایه و سطح زمین با ایجاد محیطی محصور مانع از خروج گرما از سطح زمین و در نتیجه افزایش

دمای زمین می‌شود. به این پدیده یعنی به دام افتادن تابش گرمایی بین لایه پوش سپهر و سطح زمین «الرکخانه‌ای» می‌گویند.

نکته: **گازهای الرکخانه‌ای** به گازهای موجود در لایه پوش سپهر که باعث به وجود آمدن اثر الرکخانه‌ای می‌شوند، «گازهای الرکخانه‌ای» می‌گویند.



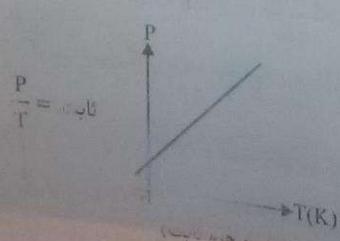
نکته: **قواین گازها** گاز در فشار ثابت اگر فشار مقدار معینی گاز ثابت

باشد، حجم و دمای گاز رابطه مستقیم دارند

(حجم و دما متناسب‌اند). در نتیجه:

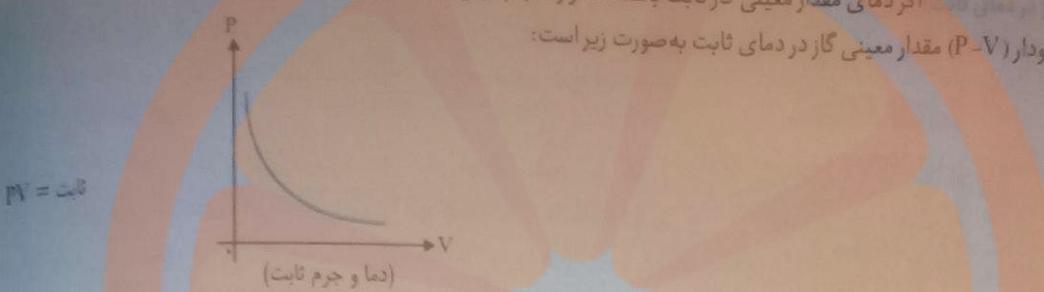
نمودار (V-T) مقدار معینی گاز در فشار ثابت

به صورت زیر است:



نکته: **نمودار (P-T)** مقدار معینی گاز در فشار ثابت به صورت زیر است:

اگر دمای مقدار معینی گاز ثابت باشد، فشار و حجم آن رابطه معکوس دارند. در نتیجه: نمودار $(P-V)$ مقدار معینی گاز در دمای ثابت به صورت زیر است:



با توجه به روابط بالا می‌توان نتیجه گرفت، اگر طی فرایندی فشار، حجم و دمای گازی را از P_1 و T_1 به P_2 و T_2 برسانیم، آنگاه می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

در این رابطه دما حتماً باید بر حسب کلوین نوشته شود و یکاهاي P ، V و T در دو طرف معادله یکسان باشد.

مثال ۱: دمای مقدار معینی اکسیژن را در فشار ثابت از 0°C به 273°C می‌رسانیم. اگر حجم اولیه گاز 2 L باشد، حجم نهایی آن چند سانتی‌متر مکعب است؟

$$P_1 = 1\text{ atm} , T_1 = 0 + 273 = 273\text{ K} , T_2 = 273 + 273 = 546\text{ K} , V_1 = 2\text{ L} , V_2 = ?$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{1 \times 2}{273} = \frac{V_2}{546} \rightarrow V_2 = 4\text{ L} \rightarrow V_2 = 4\text{ L}$$

از آن جا که هر لیتر 1000 cm^3 است، حجم نهایی بر حسب سانتی‌متر مکعب برابر است با: $V_2 = 4 \times 1000 = 4000\text{ cm}^3$

مثال ۲: حجم مخزن یک گاز 120 cm^3 و فشار گاز داخل آن 1 atm است. اگر در دمای ثابتی حجم آن را به 15 cm^3 برسانیم، فشار گاز چقدر می‌شود؟

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \rightarrow 1 \times 120 = P_2 \times 15 \rightarrow P_2 = \frac{120}{15} = 8\text{ atm} \rightarrow P_2 = 8\text{ atm}$$

مثال ۳: فشارسنجی فشارهای داخل لاستیک یک خودرو در دمای 25°C را برابر 25 kPa نشان می‌دهد پس از مدتی راننگی این فشار به 30 kPa می‌رسد، دمای هوای داخل لاستیک در این فشار چقدر است؟ (حجم لاستیک ثابت فرض شود و $P_1 = 10^5\text{ Pa}$)

با توجه به اینکه فشارسنج فشار پیمانه‌ای هوای داخل لاستیک را اندازه‌گیری می‌کند داریم:

$$P_1 = P_1 + 25\text{ kPa} = 10000 + 25000\text{ Pa} = 350\text{ kPa} \rightarrow P_2 = 350\text{ kPa}$$

$$P_2 = P_1 + 30\text{ kPa} = 10000 + 30000 = 40000\text{ Pa} = 400\text{ kPa} \rightarrow P_2 = 400\text{ kPa}$$

$$T_1 = 25 + 273 = 280\text{ K} \rightarrow T_1 = 280\text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow \frac{350}{280} = \frac{400}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{280 \times 400}{350} = 320\text{ K} \rightarrow T_2 = 320\text{ K}$$

این دما بر حسب درجه سلسیوس برابر است با: $T = 25 + 320 - 280 = 47^{\circ}\text{C}$

مثال ۴: فشار مخزن گازی 5 atm و دمای آن -23°C است. اگر دمای گاز را به 27°C برسانیم، حجم گاز دو برابر حجم اولیه آن می‌شود. در این حالت فشار گاز چقدر است؟

$$P_1 = 5\text{ atm} , T_1 = -23 + 273 = 250\text{ K} , T_2 = 27 + 273 = 300\text{ K} , V_1 = 2V_1 , P_2 = ?$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{5 \times 2V_1}{250} = \frac{P_2 \times 2V_1}{300} \rightarrow \frac{5}{250} = \frac{P_2}{300} \rightarrow P_2 = \frac{300 \times 5}{250} = 6\text{ atm} \rightarrow P_2 = 6\text{ atm}$$

اگر تعداد مول گاز را با n و عدد آووگادرو (6×10^{23}) را با N_A نشان دهیم، تعداد مولکول‌های n مول گاز برابر است با:

در دعا و فشار ثابت گاز به تعداد مولکول آن (N) ثابت است: $N = n \cdot N_A \rightarrow \text{عدد آووگادرو} \times \text{تعداد مول} = \text{تعداد کل مولکول}$

۲-۴ تمرین

الف) دمای بدن یک انسان سالم تقریباً 37°C است. این دما را بر حسب کلوین و فارنهایت بنویسید.

$$T = \theta + 273 = 37 + 273 = 310\text{K}$$

$$\begin{cases} \theta = 37^{\circ}\text{C} \\ F = -\frac{9}{5}\theta + 32 = -\frac{9}{5} \times 37 + 32 = 98.6^{\circ}\text{F} \end{cases}$$

ب) گرمترین نقطه روی زمین، ناحیه‌ای در کویر لوت است که دمای آن تا حدود 70°C و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا -89°C گزارش شده است. این دماها را بر حسب کلوین و فارنهایت بدست آورد.

$$T = \theta + 273 = 70 + 273 = 343\text{K}$$

$$\begin{cases} \theta = 70^{\circ}\text{C} \\ F = -\frac{9}{5}\theta + 32 = -\frac{9}{5} \times 70 + 32 = 158^{\circ}\text{F} \end{cases}$$

$$T = \theta + 273 = -89 + 273 = 184\text{K}$$

$$\begin{cases} \theta = -89^{\circ}\text{C} \\ F = -\frac{9}{5}\theta + 32 = -\frac{9}{5} \times (-89) + 32 = -128.2^{\circ}\text{F} \end{cases}$$

۱-۴ فعالیت

تحقیق کنید برای نگهداری باخته‌های بند ناف حون، به چه دمایی نیازمندیم. این دما چگونه ایجاد و حفظ می‌شود؟

دمای نگهداری سلول‌های بند ناف در حدود 196°C است. این دما توسط نیتروژن مایع با نقطه جوش 196°C ایجاد

می‌شود. در این حالت نیتروژن و سلول‌های بند ناف در تانک‌های خلاء که میادله گرما با محیط را تقریباً به صفر می‌رسان

نگهداری می‌شوند. در این تانک‌ها بین جداره داخلی و بیرونی خلاء وجود دارد.

۲-۴ فعالیت

نوع ویژه‌ای از دماسنجهای مایعی که بیشینه و کمینه دعا را در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد، دماستج یا بشبه-

کمینه نام دارد. از این دماسنجهای معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌شود. در

مورخ چگونگی کار این دماستج را تحقیق کنید.

طرح این نوع دماستج در شکل مقابل رسم شده است. هنگامی که دما بالا می‌رود، به سبب انبساط الكل در مخزن

سمت چپ، جیوه در لوله سمت راست به بالا رانده می‌شود و شاخص فولادی لوله سمت راست را با خود بالا می‌برد. اگر سطح

جیوه در لوله سمت راست پایین بیاید، شاخص فولادی که به آن فترهای ریزی متصل است همراه با آن حرکت نمی‌کند و در

همان محل قبلی خود در مقابل دمای بیشینه می‌ایستد. هنگامی که الكل به علت تابه، دما منقبض می‌شود جیوه از طرف چپ لوله U شکل بالا می‌رود و شاخص فولادی دیگر را

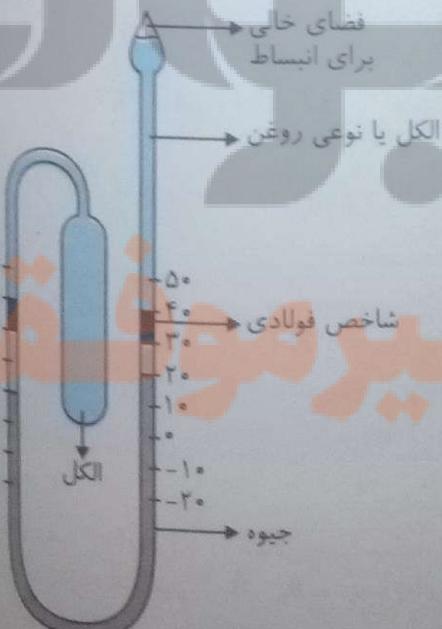
در این طرف لوله به بالا می‌راند اگر سطح جیوه در لوله سمت چپ پایین بیاید. شاخص فولادی سمت راست چپ نیز که به آن

فترهای ریزی متصل است همراه با آن حرکت نمی‌کند و در همان محل قبلی خود در مقابل دمای کمینه می‌ایستد. در پایان

مدت زمان موردنظر، با استفاده از آهنربا این دو شاخص به

سطح جیوه برگردانده می‌شوند. در شکل مقابل حداقل دما

30°C و حداکثر آن 30°C است.



پرسشن ۱-۴

(الف) چرا بهتر است قفل و کلید یک در، هم جنس باشند؟

بر از این صورت در اثر تغییر دما، ابعاد هر دو به یک میزان تغییر کرده و کلید در قفل گیر نمی کند.

(ب) چرا در برخی از فصل های سال، بعضی از درب ها در چارچوب خود گیر می کنند؟

بر اثر تغییرات دما در فصول مختلف سال، تغییرات متفاوتی را در ابعاد درب و چارچوب ایجاد کرده این تغییر من تواند به دلیل

ناتوان جنس درب و چارچوب باشد) و در نتیجه درب گیر می کند.

نکات ۳-۴

۱- شکل (الف) طرحی از دو قسمت متواال خط آهن (ریل راه آهن) های قدیم و شکل (ب) تصویر واقعی از آن را در گذشته نشان می دهد. اگر فاصله خالی بین این دو قسمت به حد کافی زیاد نمی بود، چه مشکلی پیش می آمد؟

تغییر طول هر ریخش از ریل ها در اثر انبساط و انقباض ناشی از تغییرات دما، موجب وارد شدن نیرویه ریخش های دیگر می شود و این نیرو و باعث خسیده شدن ریل ها و یا جلا شدن اتصالات آن می شد.

۲- امروزه بین قسمت های متواال خط آهن فاصله ای در نظر گرفته نمی شود و این قسمت ها پشت سر هم جوشکاری می شوند. تحقیق کنید در این روش جگوهه مشکل ناشی از انبساط در یک روز گرم تابستانی برطرف می شود؟

امروزه برای اتصال ریل ها به پایه های زیرین خطوط ریل این پایه ها تراورس می گویند از بین و مهره استفاده نمی شود بلکه ریل نوسط سطه های فلزی محکم به پایه ها می چسبد در نتیجه ممکن انبساط طولی به هر میزان از دو طرف از این ریل که معمولاً در محل تعویض خطوط در ایستگاه ها آست وجود دارد.

آزمایش ۱-۴

هدف: اندازه گیری ضریب انبساط طولی

وسیله های مورد نیاز: دستگاه اندازه گیری ضریب انبساط

طول، چند لوله فلزی توخالی، اولن با لوله جانبی و دریوش.

لوله لاستیکی، دما سنج، مجموعه پایه و گیره و چراغ الکلی.



شرح آزمایش:

۱- طول لوله توخالی مورد نظر را اندازه بگیرید (L_1) و لوله را روی دستگاه نصب کنید.

۲- در این مقداری آب بپریزید و دریوش آن را بگذارید.

۳- دمای محیط را بخوانید (θ_1) و دما سنج را در جای نشان داده شده قرار دهید.

۴- اولن را گرم می دهید تا آب به جوش آید.

۵- آنقدر صبر کنید تا بخار آب از لوله خارج و لوله توخالی کاملاً گرم شود و سپس دمای دما سنج را بخوانید (θ_2).

۶- افزایش طول میله توخالی را با ریزنمیج متصل به دستگاه اندازه بگیرید (ΔL).

۷- با استفاده از رابطه $2-۴$ ضریب انبساط طولی را بدست آورید.

$$\Delta L = L_1 \times \Delta T \rightarrow \Delta L = 120 \times \alpha \times (30 - 25) \rightarrow \Delta L = 120 \times \alpha \times 5 \rightarrow \Delta L = 600 \alpha \quad (1)$$

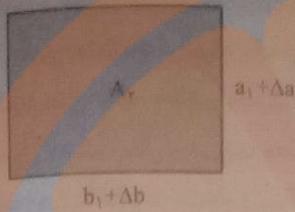
$$600 \alpha = 1 / 16 \rightarrow \alpha = 1 / 9600 \quad (2)$$

تلash بر مفهوم

تلash

۴-۴ فعالیت

ورقهای فلزی و مستطیلی شکل به اضلاع a_1 و b_1 را در نظر بگیرید. بر اثر افزایش دمای ΔT ، طول اضلاع مستطیل به اندازه Δa و Δb افزایش می‌یابند. اگر ضریب انبساط طولی ورقه α باشد، نشان دهید که افزایش مساحت این ورقه با تقریب مناسب از رابطه $\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$ بدست می‌آید.



$$A_2 = (a_1 + \Delta a)(b_1 + \Delta b) = a_1 b_1 + a_1 \Delta b + b_1 \Delta a + \Delta a \Delta b$$

$$\begin{aligned} \Delta a &= a_1 \alpha \Delta T \\ \Delta b &= b_1 \alpha \Delta T \end{aligned} \rightarrow A_2 = a_1 b_1 + a_1 b_1 \alpha \Delta T + b_1 a_1 \alpha \Delta T + a_1 \alpha \Delta T b_1 \alpha \Delta T$$

$$A_1 = a_1 b_1 \rightarrow A_2 = A_1 + A_1 \alpha \Delta T + A_1 \alpha \Delta T + A_1 (\alpha \Delta T)^2$$

با توجه به کوچک بودن ضریب α از عبارت $A_1(\alpha \Delta T)^2$ می‌توان صرف نظر کرد. درنتیجه:

$$A_2 = A_1 + 2A_1 \alpha \Delta T \rightarrow A_2 - A_1 = 2\alpha A_1 \Delta T \rightarrow \Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$$

۱۰۴

تمرین ۳-۴

شکل‌های (الف) و (ب) نشان می‌دهند که وقتی روی یک ورقه فلزی حفره‌ای دایره‌ای داشته باشیم و ورقه را گرم کنیم (قطر (یا مساحت) حفره بزرگ می‌شود. فرض کنید جنس ورقه، برنجی است و حفره‌ای به قطر ۱ اینچ (2.54cm) درون آن ایجاد شده است. وقتی دمای ورقه، 20°C افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد شد؟

$$\text{ابتدا مساحت اولیه حفره را محاسبه می‌کنیم: } \frac{1}{4} \pi R^2 = \frac{1}{4} \pi (1/27)^2 = 1/27\text{cm}^2, \quad \Delta T = 20^\circ\text{C}$$

$$A_1 = \pi R^2 = \pi / 4 \times (1/27)^2 = 5\text{cm}^2$$

ابتدا مساحت اولیه حفره را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T = 2 \times 19 \times 10^{-6} \times 5 \times 200 = 2 \times 19 \times 5 \times 2 \times 10^{-4} = 380 \times 10^{-4} = 380 \times 10^{-4}\text{cm}^2$$

$$\rightarrow \Delta A = 3/8 \times 10^{-2}\text{cm}^2$$

۵-۴ فعالیت

آزمایش را طراحی و اجرا کنید که با آن بتوانید حجم گلیسیرین سرریز شده در مثال ۴-۴ را اندازه بگیرید. سپس روی آن، ضریب انبساط حجمی گلیسیرین را تعیین کنید.

وسایل آزمایش: گلیسیرین، استوانه مدرج، درپوش پلاستیکی استوانه مدرج با دو سوراخ، دماسنجد، لوله مدرج، چراغ الکلی و پله.

شرح آزمایش: داخل استوانه مدرج تا حجم 100cm^3 گلیسیرین می‌ریزیم ($V_1 = 100\text{cm}^3$). دماسنجد و لوله مدرج سوراخ‌های درپوش عبور داده و درپوش را بر روی طرف طوری قرار می‌دهیم که سطح گلیسیرین را به طور کامل پوشاند. بعد از اولیه گلیسیرین را با دماسنجد اندازه گیری می‌کنیم. ($\theta_1 = 20^\circ\text{C}$).

ظرف را بر روی پایه قرار داده و توسط چراغ به آن گرمای دهیم تا دمای آن به 60°C برسد ($\theta_2 = 60^\circ\text{C}$). گلیسیرین می‌شده و از لوله مدرج بالا می‌آید. حجم گلیسیرین منبسط شده در دمای 60°C را توسط لوله مدرج مشخص می‌کنیم.

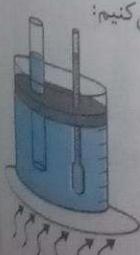
$$\Delta V = 2\text{cm}^3 \quad (\Delta V = \text{حال با کمک رابطه } \Delta V = \beta V_1 \Delta T = \beta V_1 \Delta T \text{ ضریب انبساط حجمی گلیسیرین را محاسبه می‌کنیم:})$$

$$V_1 = 100\text{cm}^3, \quad \theta_1 = 20^\circ\text{C}, \quad \theta_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \Delta \theta = 40^\circ\text{C}, \quad \Delta V = 2\text{cm}^3$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \rightarrow \beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T} = \frac{2}{100 \times 40} = \frac{2}{4000}$$

$$\rightarrow \beta = 5 \times 10^{-4} = 5/10 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{K}}$$



نماینده دمای
ازدایش دار
که در آن
الف رابطه

ب) نشان دهی
عارت رادر
باوجه به این ک

۶-۴ فعالیت
۶ وقتی آب در

بخ زدن از سطح آ

بیشتر از مایع ها اند

تا 0°C حجم آب

این افزایش حجم

۲-۴ پرسش

الف) مفهوم از این

محیط به تعادل ک

ب) در یک کلاس

آنها بیشتر از دمای

دما می‌بیشتر از د

گرما با بیرون دمای

تعادل گرمایی هست

ب) در شکل ۴-

باریلین به تعادل

پرسش ۳-۴

جند گوی فلزی ا

پلسانی داشته باه

س از مدتی گوی

راذوب می‌کند و

طراس و اجرا کر

دانند. در نتی

۴-۴ نماین

افزایش دما که به طور معمول موجب افزایش حجم اجسام می شود، بر حجم آنها تأثیری ندارد. به همین دلیل انتظار داریم که چگالی اجسام با افزایش دما کاهش باید. رابطه چگالی با تغییر دما به صورت $\rho_2 = \rho_1 / (1 + \beta \Delta T)$ است که در آن ρ_1 و ρ_2 به ترتیب چگالی ماده در دمای T_1 و T_2 ، β ضریب ابساط حجمی و $T_2 - T_1 = \Delta T$ است.

(الف) رابطه چگالی با تغییر دما را بدست آورد.

$$V_T = V_1 + \Delta T = V_1 + \beta V_1 \Delta T = V_1 (1 + \beta \Delta T) \rightarrow V_T = V_1 (1 + \beta \Delta T) \rightarrow \frac{m}{\rho} = \frac{m}{\rho_2} (1 + \beta \Delta T)$$

$$\rightarrow \frac{1}{\rho_2} = \frac{1 + \beta \Delta T}{\rho_1} \rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T}$$

(ب) اثبات دهد با تقریب مناسبی می توان چگالی جسم را از رابطه $\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$ نیز بدست آورد.

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T} \times \frac{1 - \beta \Delta T}{1 - \beta \Delta T} = \frac{\rho_1 (1 - \beta \Delta T)}{1 - (\beta \Delta T)^2}$$

ضرب می کنیم:

با توجه به این که $(\beta \Delta T)^2$ مقدار کوچکی است می توان از آن صرف نظر کرد. (۰ = $(\beta \Delta T)^2$) بنابراین:

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 (1 - \beta \Delta T)}{1 - 0} \rightarrow \rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$$

۶-۴ فعالیت

۰ وقتی آب در یک ظرف روبازیخ می بندد معمولاً یک برآمدگی مرکزی ایجاد می شود. در این مورد تحقیق کنید. بع زدن از سطح آب شروع شده و ناقاطی که تزدیک به دیوارهای ظرف هستند سریع تریخ می زند (چون رسانندگی گرمایی جامدها بستر از مایه هاست مولکول های آب تزدیک دیواره سریع تر گرمای خود را از دست می دهند). می دانیم با کاهش دمای آب از 4°C $\text{ن}^{\circ}\text{C}$ حجم آب افزایش می باید. پس در حین بع زدن آب از طرف دیواره ها حجم نیز افزایش می باید. چون مایع ها تراکم ناپذیرند لین افزایش حجم به تدریج به نقطه میانی ظرف منتقل و باعث بالا آمدن سطح آب در حین انجام داده می شود.

۱۰۹

(الف) منظور از اینکه «دماستج های معمولی دمای خودشان را اندازه گیری می کنند» چیست؟ چون در اندازه گیری دما، دماستج و محیط به تعادل گرمایی رسیده و هم دما می شوند، دماستج ها با نشان دادن دمای خودشان، دمای محیط را نیز نشان می دهند.

(ب) از یک کلاس درس میز صندلی، دانش آموز، تخته، شیشه، پنجه و... وجود دارد. در یک روز میانی، دمای کدام یک از آنها بیشتر از دمای هوای اتاق است؟ دمای کدام یک کمتر از دمای هوای اتاق است؟ بدین انسان چون منع تولید گرمای است دمایی بیشتر از دمای هوای کلاس دارد. اجسامی مثل شیشه و پنجه که با هوای بیرون در ارتباط هستند نیز به دلیل مبادله گرمایی با بیرون دمای کمتری نسبت به دمای هوای کلاس نیز چون همگی با هوای کلاس در تعادل گرمایی هستند دمای ثابتی دارند.

(ج) از شکل ۱۷-۴ میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم چگونه تغییر کرده است؟

با رسیدن به تعادل گرمایی، میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم گرم کاهش و جسم سرد افزایش می باید.

۲-۴ پرسش

چند گوی فلزی از جنس های مختلف، مثلاً از آلومینیم، فولاد، برنج، مس، سرب و...، را اختیار می کنیم که همگی حرم یکسانی داشته باشند. گویی ها را توسط ریسمان هایی داخل ظرف آبی قرار می دهیم که آب آن در حال جوشیدن است و پس از مردمی گویی ها را بیرون آورده و آنها را روی یک ورقه پارافین قرار می دهیم. به نظر شما کدام گویی، پارافین یا شتری را ذوب می کند و علت آن چیست؟ این آزمایش را نخستین بار فیزیک دان ایرلندی، جان تیندال ($1803-1820$ م).

طراجی و اجرا کرد. گویی که گرمای ویژه بیشتری دارد پارافین بیشتری را ذوب می کند. زیرا اجسامی که گرمای ویژه بی بالاتری در زمان سرد شدن گرمای بیشتری را به محیط و اجسامی که در تماس با آنها هستند منتقل می کنند.

۳-۴ پرسش



تلاش برای موافقت

تمرین ۵-۴

جسم به جرم 25 kg و دمای 20°C را درون ظرف عایقی حاوی 50 g آب 25°C می‌اندازیم. پس از چند دقیقه دمای تعادل را اندازه می‌گیریم. دمای تعادل 21°C می‌شود. گرمای ویژه جسم را محاسبه کنید.

$$c = \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

تعادل گرمای بین ظرف و سایر اجسام جسم پوش کنید.

استخراج اطلاعات مسئله را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\text{جسم: } m_1 = 0.025\text{ kg}, \theta_1 = 20^{\circ}\text{C}, c_1 = ?$$

$$\text{آب: } m_2 = 0.05\text{ kg}, \theta_2 = 25^{\circ}\text{C}, c_2 = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

جهنم جسم و آب به تعادل گرمایی رسیده‌اند، می‌توان نوشت:

$$Q_{جسم} + Q_{آب} = 0 \rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$\rightarrow 0.025 \times c_1 \times (21 - 20) + 0.05 \times 4200 \times (21 - 25) = 0$$

$$0.025 \times c_1 \times 1 = 0.05 \times 4200 \times (-4) \rightarrow c_1 = \frac{-0.020}{0.05} = -0.400 \rightarrow c_1 = 400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

آزمایش ۲-۴

هدف تعیین گرمای ویژه فلزی با جنس نامعلوم

و سیله‌های مورد تیاز گرماسنج با ظرفیت گرمایی معین، یک جسم کوچک فلزی (مثل یک وزنه فلزی قلاب‌دار)، دماسچ: ترازو، پرشیشه‌ای، جراح گازی، سه‌پایه و شعله پخش کن، این را

شرح آزمایش:

۱۱۵



۱- مقداری آب با جرم معلوم را درون گرماسنج بریزید و صفر کنید و تا دمای گرماسنج و آب بیکسان شود. این دما را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۲- جرم جسم فلزی را به کمک ترازو اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۳- حسم فلزی را درون پشر قرار دهید، مقداری آب روی آن بریزید و سپس مجموعه را روی جراح گازی روشن بگذارید.

۴- صفر کنید تا آب چند دقیقه بجوشد. دمای آب را در این حالت اندازه بگیرید. این دما همان دمای جسم فلزی نیز است.

۵- جسم داغ شده را توسط انبر به سرعت درون گرماسنج بیندازید.

۶- آب درون گرماسنج را با همزن آن به هم بزنید و دمای تعادل را اندازه گرفته و یادداشت کنید.

۷- با استفاده از رابطه $c = \frac{(\text{حرملنج} - \text{تعادل})}{(\text{حرملنج} - \text{تعادل})} \cdot \frac{(\text{تعادل} - \text{تعادل})}{(\text{تعادل} - \text{تعادل})}$ گرمای ویژه جسم فلزی را به دست آورید.

$$c = \frac{(5352 - 291)}{(291 - 22)} = \frac{5040}{68} = 74.1 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

۱۱۶

۱- مقداری مولتی متر را درون گرماسنج بیندازید.

۲- مقداری آب را درون گرماسنج بیندازید.

۳- مقداری مولتی متر را درون گرماسنج بیندازید.

۴- مقداری آب را درون گرماسنج بیندازید.

۵- مقداری آب را درون گرماسنج بیندازید.

۶- مقداری آب را درون گرماسنج بیندازید.

۷- مقداری آب را درون گرماسنج بیندازید.

فعالیت ۷-۴

نقطه ذوب بخ در فشار 1 atm برابر 0°C است. برای آب نقطه‌ای موسوم به نقطه سه‌گانه وجود دارد که در آن سه دلات بخ، آب و بخار در تعادل‌اند. دمای این نقطه $0^\circ\text{C} / 0^\circ\text{C}$ است. تحقیق کنید برای رسیدن به این نقطه به چه فشاری نیاز است.

نقطه سه‌گانه آب نقطه ثابتی است که در آن، بخ، آب و بخار در حال تعادل قرار دارند. این حالت فقط در فشار معینی حاصل می‌شود. فشار بخار آب در نقطه سه‌گانه $4158\text{ هیلی متر جیوه} = 612\text{ پاسکال}$ است.



فعالیت ۸-۴

بر و بخ دو شکل آشنای حالت جامد آب هستند، اما با وجود این، ظاهر متفاوتی دارند. دلیل این امر را تحقیق کنید.

غلت این تفاوت مربوط به نحوه فرایند تشکیل برف و بخ است. در تشکیل برف، هوای سرد، مولکول‌های بخار آب را به کریستال‌های بخ تبدیل می‌کند. این کریستال‌ها در مسیر فروند به زمین با مولکول‌های بخار آب برخورد می‌کنند. به محض برخورد بخار آب با کریستال، بخار آب حالت گازی خود را از دست داده و به کریستال جامد تبدیل شده و به هسته ادنه برف می‌پیوندد. این فرایند مدام تکرار و ادنه‌های بزرگتری از برف ساخته می‌شود. ولی در فرایند شکل‌گیری بخ، مولکول‌های مایع از ابتداء کنار هم قرار دارند و با سرد شدن، ساختار بخ را تشکیل می‌دهند.

فعالیت ۹-۴

تحقیق کنید وجود ناخاصی در مایع چه تأثیری بر نقطه انجماد آن دارد. وجود ناخالصی موجب می‌شود که مایع، نقطه انجماد مشخصی نداشته و انجماد در گستره‌ای از دمایهای رخ دهد. مثلاً هنگام بخ زدن آب نمک، اولین بلورهای در دمای کمتر از -18°C تشکیل می‌شود و انجماد کامل در دمایهای کمتر، ($\text{تا } -18^\circ\text{C}$) روی می‌دهد.

آزمایش ۳-۴

هدف: تعیین گرمایی نهان ذوب بخ
وسیله‌های مورد نیاز: بشر شیشه‌ای با حجم 400 ml ، چراغ گازی، سه پایه، توری نسوز، ترازو، مقداری مخلوط آب و بخ،
گرماسنج با ظرفیت گرمایی معلوم و دماسنج.

شرح آزمایش: 20 g آب در بشر بریزید و آن را روی سه پایه قرار دهید. چراغ گاز را روشن کنید تا دمای آب دست کم به 60°C برسد.

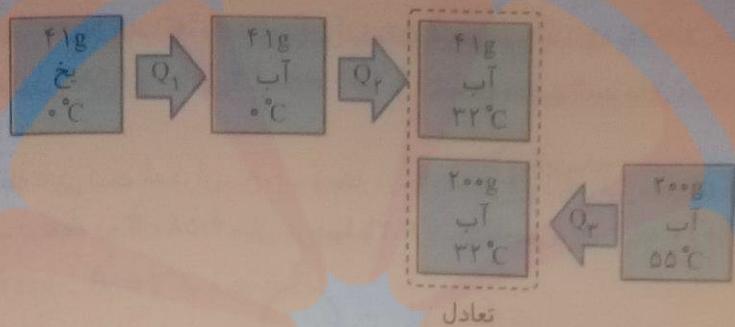
۱- آب گرم را درون گرماسنج بریزید و پس از مدتی دمای تعادل آب و گرماسنج را با دماسنج اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۲- آب گرم را درون گرماسنج بریزید و پس از مدتی دمای تعادل آب و گرماسنج را با دماسنج اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۳- قطعه بخ به جرم تقریبی 0.5 kg را از درون مخلوط آب و بخ (با دمای 0°C) بیرون آورده و جرم آن را اندازه بگیرید.

۴- بخ را درون گرماسنج بیندازید و صبر کنید تا کاملاً ذوب شود. اینک دمای تعادل را اندازه بگیرید.

۵- با استفاده از اعداد بدست آمده، گرمای ذوب بخ (L_F) را حساب کنید.



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \rightarrow 0 / 0.41 L_F + 0 / 0.41 \times 4200 \times (32 - 0) + 0 / 2 \times 4200 \times (32 - 55) = 0 \\ \rightarrow 0 / 0.41 L_F + 5510 / 4 - 19320 = 0 \Rightarrow L_F = \frac{13809 / 6}{0 / 0.41} = 336820 \text{ J/kg} \\ \rightarrow L_F = 3 / 37 \times 10^5 \text{ J/kg}$$

فعالیت ۱۰-۴

الف) بررسی کنید از دیدگاه مولکولی، افزایش دما و افزایش مساحت سطح مایع چگونه برآهنگ تبخیر سطحی مایع افزایش می‌کند؟
با افزایش دما جنبش مولکولی افزایش یافته و مولکول‌های بیشتری تندی کافی را برای جدا شدن از سطح مایع پیدا می‌کنند.
بنابراین آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

ب) با بررسی تبخیر سطحی در شرایط مختلف سعی کنید از راه تجربه، عامل یا عامل‌های دیگری را پیدا کنید که بر آهنگ تبخیر سطحی مؤثر باشند.

- ۱- جنس مایع: تبخیر سطحی در برخی مایع‌ها بیشتر از سایر مواد است. مثلاً تبخیر سطحی در الکل بسیار بیشتر از آب است.
- ۲- فشار سطح مایع: فشار سطح مایع و تبخیر سطحی نسبت عکس دارند، یعنی کاهش فشار بر سطح مایع‌ها باعث افزایش آهنگ تبخیر سطحی می‌شود. بنا بر همین قاعده، حریان‌ها هم می‌توانند برآهنگ تبخیر سطحی مؤثر باشد. طبق اصل برونوی، حریان‌ها بر روی سطح مایع باعث کاهش فشارها در سطح مایع و در تجربه افزایش آهنگ تبخیر سطحی می‌شود.

پ) تحقیق کنید کوزه‌های سفالی چگونه می‌توانند آب داخل خود را خنک کنند.

کوزه‌های سفالی مولکول‌های آب را از داخل به سطح خارجی خود منتقل می‌کنند و چون تبخیر فرآیندی گرماگیر است این مولکول‌ها برای تبخیر شدن، از سطح کوزه گرم‌گرفته و آب درون کوزه خنک می‌شود.

فعالیت ۱۱-۴

از تفاوت نقطه جوش اجسام مختلف در صنعت، استفاده زیادی می‌شود. تحقیق کنید چگونه از این ویژگی برای جدا کردن محصولات نفی استفاده می‌شود؟

در این روش مخلوط مواد و محصولات نفتی را گرم می‌دهند. از آنجا که دمای جوش اجزای تشکیل‌دهنده مخلوط متفاوت است، بخارهای نفتی ایجاد شده در دمای‌های مختلف، هر یک مربوط به جزء خاصی از اجزای مخلوط است که طی فرآیند معجان و تقطیر، جمع آوری می‌شوند.

پرسشن ۴-۴

چرا در جدول ۵-۴ گرمای تبخیر آب با افزایش دمای آن کاهش می‌یابد؟

با افزایش دما جنبش مولکولی و تندی حرکت مولکول‌ها افزایش یافته در نتیجه پیوند بین آنها سست‌تر می‌شود و مولکول‌ها از یکدیگر دور می‌زنند و از این‌رو تبخیر آب را کاهش می‌آورد.

پرسشن ۵-۴

ا) جایگزین نظریه زودتر پخته می‌شود؟ بسته بودن ذردیگ زودتر باعث محبوس شدن بخار آب در آن و افزایش فشار در بین مایع می‌شود. بنابراین نقطه جوش مایع افزایش یافته و غذا در دمایی بالاتر قرار می‌گیرد و در نتیجه زودتر پخته می‌شود.
ب) دلیل دیرتر پخته شدن تخم مرغ در ارتفاعات چیست؟ کوهنوردان برای رفع این مشکل چه کاری انجام می‌دهند?
در ارتفاعات به دلیل کاهش فشار هوای نقطه جوش آب پایین می‌آید. در نتیجه تخم مرغ در دمایی کمتری قرار می‌گیرد و دیرتر پخته می‌شود. کوهنوردان برای رفع این مشکل تخم مرغ‌ها را در ظروف درسته می‌جوشانند زیرا با بسته شدن در ظرف فشار هوای پر نتیجه نقطه جوش افزایش می‌یابد.

آزمایش ۴-۴

هدف: تعیین گرمای نهان تبخیر آب

ویله‌های مورد نیاز: شتر ۲۰۰۰۰۰۰، دما سنج، سه پایه، نوری، پایه و گیره، چراغ گاز، زمان سنج، آب و ترازو

تجزیه آزمایش:

- ۱- حجم شتر خالی را اندازه گیری کنید و مقدار معنی آب (مثلاً 200 kg) در آن بروزیرد.
- ۲- نوری را روی سه پایه بگذارد. چراغ را زیر آن روشن کنید و شتر را روی نوری قرار دهید.
- ۳- دما سنج را به گمک پایه و گیره طوری درون پشت قرار دهید تا مخزن آن کمی باشند بر سطح آب باید باشد.
- ۴- در لحظه‌ای که دمای آب به $\theta_1 = 70^\circ\text{C}$ می‌رسد زمان سنج را روشن کنید.
- ۵- $t_1 = 5\text{ s}$.

۶- صبر کنید تا آب به جوش آید. زمان (t_2) و دما (θ_2) را ثبت کنید.

$$t_2 = 1\text{ min}$$

$$\theta_2 = 99^\circ\text{C}$$

۷- با استفاده از رابطه $P(t_2 - t_1) = mc(\theta_2 - \theta_1)$ و جایگذاری مقادیر معلوم، توان گرمادهی چراغ به آب (P) را بدست آورید.

$$P = \frac{24360}{6} = 406\text{ W}$$

۸- گرمای دادن را آن قدر ادامه دهید تا مقدار قابل ملاحظه‌ای از آب بخار شود (تذکر: در طول گرما دادن باید شرایط

چراغ و بشر ثابت بماند تا توان گرمادهی چراغ به آب تغییر نکند).

۹- زمان (t_2) را ثبت کنید. بشر را از روی چراغ بردارید و با وزن کردن آن جرم آب بخار شده (m') را بدست آورید.

$$t_3 = 6 / 5\text{ min}$$

$$m' = 140\text{ g} \rightarrow m' = 6\text{ g}$$

۱۰- گرمای تبخیر را با استفاده از رابطه $P(t_2 - t_1) = m'L_V$ به دست آورید.

$$P(t_2 - t_1) = m'L_V \rightarrow 406(390 - 60) = 0.06 L_V \Rightarrow L_V = 2 / 23 \times 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$t_2 = 1\text{ min}$$

۱۱- گرمای تبخیر را با استفاده از رابطه $P(t_2 - t_1) = m'L_V$ به دست آورید.

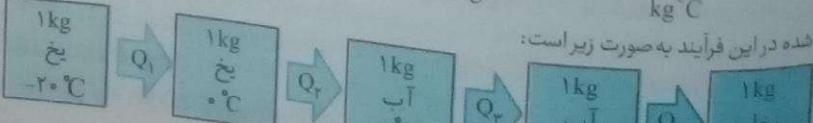
۱۲- گرمای مورد نیاز برای این تبدیل چند کیلوژول است؟

۱۳- قطعه بعض به جرم $1 / 0.0\text{ kg}$ و دمای اولیه 20°C را آن قدر گرم می‌کنیم تا تمام آن تبدیل به بخار 100°C شود. کل

گرمای مورد نیاز برای این تبدیل چند کیلوژول است؟

$L_F = 324 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ ، $c_F = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ ، $L_V = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ ، $c_V = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$

۱۴- مراحل طل شده در این فرآیند به صورت زیر است:



منظور سهولت در محاسبات نتایج را بر حسب کیلوژول می‌نویسیم:

$$Q_1 = mc_p \Delta\theta = 1 \times 2100 \times (0 - (-20)) = 42000 \text{ J} = 42 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = mL_F = 1 \times 324 = 324 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = mc_p \Delta\theta = 1 \times 4200 (100 - 0) = 420000 \text{ J} = 420 \text{ kJ}$$

$$Q_4 = mL_V = 1 \times 2256 = 2256 \text{ kJ}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 42 + 324 + 420 + 2256 = 3052 \text{ kJ} \rightarrow Q = 3 / 1 \times 10^3 \text{ kJ}$$

۱۲۴

فعالیت ۱۲-۴

در عمود ایجاد شنبم صبحگاهی روی گیاهان تحقیق کنید. صبحگاهان قبل از طلوع خورشید خنکترین زمان شبانه‌روز است. زیرا بیشترین فاصله زمانی را از زمان تابش خورشید به زمین دارد. در صبحگاهان پخار آب موجود در هوادار اثر برخورد با سطح سردر مثلاً شاخه و برگ گیاهان با از دست دادن گرمای واطی فرآیند می‌یابند به مایع تبدیل شده و شنبم صبحگاهی ایجاد می‌شود.

۱۲۴

فعالیت ۱۳-۴

در فرایندهای تغییر حالت (تغییر فاز) دما تغییر نمی‌کند، اما انرژی درونی ماده تغییر می‌کند. در این باره تحقیق کنید. انرژی درونی مجموع انرژی‌های جنبشی همه اتم‌ها و مولکول‌های تشکیل‌دهنده جسم و انرژی پتانسیل مربوط به برهم‌کش‌های اتم‌ها و مولکول‌های آنهاست. وقتی جسمی گرم می‌شود، چون انرژی جنبشی ذرات تشکیل‌دهنده آن افزایش می‌یابد، انرژی درونی آن بیشتر می‌شود. اما در زمان تغییر حالت ماده، چون گرمای داده شده صرف غلبه بر نیروهای بین مولکولی می‌شود انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها تغییر نمی‌کند، بنابراین دما ثابت می‌ماند ولی چون با این رفتار نیروهای بین مولکولی، انرژی پتانسیل آنها افزایش می‌یابد انرژی درونی بیشتر می‌شود.

۱۲۵

پرسش ۴

برخی آشپزها برای آنکه سیب‌زمینی زودتر آب پز شود، ابتدا چند سیخ کوچک فلزی درون سیب‌زمینی فرو می‌کنند و بعد آن را در آب اندخته و روی اجاق قرار می‌دهند. علت این کار آشپزها چیست؟ چون فلات رساناهای گرمایی خوبی هستند، گرما از طریق این میله‌های فلزی به داخل سیب‌زمینی منتقل شده و سیب‌زمینی زودتر پخته می‌شود.

۱۲۶

تمرین ۷-۴

مساحت استخری با کف تخت، ۸۲۰ متر مربع و عمق آن ۲/۰ متر است. در یک روز گرم دمای سطح آب 25°C و دمای کف آب 12°C است. آهنگ رسانش گرمایی از سطح استخر به کف آن چقدر است؟

$$\text{ک} = \frac{W}{m \cdot K}, \quad A = 820 \text{ m}^2, \quad L = 2 \text{ m}, \quad T_H - T_L = 25 - 12 = 13 \text{ K}$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = \frac{0.16 \times 820 \times 13}{2} = 3198 \rightarrow H = 3 / 2 \times 10^3 \text{ W}$$

۱۲۷

فعالیت ۱۴-۴

موهای خرس قطبی توخالی هستند. تحقیق کنید این موضوع چه نقشی در گرم نگهداشتن بدن خرس در سرمای قطب دارد؟ از آنجا که بخش عمده‌ای از گرمای بدن جانداران از طریق فرایند رسانش به بیرون منتقل می‌شود و این فرایند نیاز به محیط مادی دارد، توخالی بودن موهای خرس قطبی انتقال گرمای به طریق رسانش را از بدن جاندار به حداقل می‌رساند.

۱۲۸

تلات



۱۴ آزمایش:
و به را از تاب سرد پر کنید و به آرامی چند دانه پناسیم پرمنگنات (یا چند قطره مولکولی) را از دهانه لوله به داخل آن ببریزید.
۱۵. پس از شاخه های قائم لوله را مطابق شکل روی شعله بگیرید و در همان شاخه شاخه قائم دیگر لوله را با دست لمس کنید.
۱۶. دستگاه را از شاخه قائم بردارید و در حالی که گرما دادن را ادامه می دهید به میان درون لوله با دقت نگاه کنید. پس از چند دقیقه دوباره همان شاخه قائم پس از لمس کنید.

۱۷. مشاهدات خود را بنویسید و با بحث در گروه، دلیل هر یک از مشاهدات را توضیح دهید. در اینجا حرارت دادن به لسمی از لوله قائم که لمس می کنیم سرد است. ولی در اثر گرما جریان هموفتی در مایع ایجاد شده و حرکت مایع داخل سبد هده می شود. این جریان هموفتی، پس از مدتی گرم را به تمام بخش های مایع داخل لوله منتقل می کند که دلیل آن سک هدن آب گرم به دلیل کاهش چگالی و حرکت رو به بالای آن و جایگزینی آب سرد و سنتگین به جای آن و انجام مداوم این عمل است.

(۱۲۹)

پرسش ۷-۴

۱۸. به نظر شما چه ارتباطی بین انتقال گرما به روش هموفت و ضریب انبساط حجمی، برای یک مایع وجود دارد؟
۱۹. درجه ضریب انبساط حجمی یک مایع بیشتر باشد پدیده هموفت با سرعت بیشتری در آن ماده رخ می دهد. چون پدیده هموفت علت اختلاف چگالی بین شاره گرم و شاره سرد روی می دهد. این اختلاف چگالی در مایعاتی که ضریب انبساط حجمی بزرگتری دارند بیشتر است.

۱۳۱

(۱۲۹)

تفاوت ۱۵-۴

چهار طبقه شیشه ای بکسان، دو رنگ جوهر قرمز و آبی، دو کارت ویزیت مقواپی و آب بسیار سرد و بسیار گرم تهیه کنید. در دو نما از بطری ها جوهر آبی و در دو بطری دیگر جوهر قرمز برویزید. سپس بطری های آبی را با آب خیلی سرد و بطری های قرمز را با آب خیلی گرم پر کنید. اکنون در حالی که دهانه یک بطری قرمز را با کارت ویزیت گرفته اید، دهانه آن را دقیقاً روی دهانه یک بطری آبی قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. همین آزمایش را به طور معکوس نیز انجام دهید؛ یعنی این بار یک بطری آبی رنگ که دهانه آن با کارت پوشیده شده است را روی دهانه بطری قرمز رنگ فراز دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. مشاهدات خود را توضیح دهید. از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟
اگر بطری قرمز بالا باشد با بیرون کشیدن کارت، رنگ ها به حالت اولیه خود باقی مانده و ترکیب نمی شوند. ولی اگر بطری آبی بالا باشد با بیرون کشیدن کارت، رنگ آبی به سمت پائین و رنگ قرمز به طرف بالا حرکت کرده و رنگ ها ترکیب می شوند.
از این آزمایش نتیجه می گیریم اختلاف دما بین بخش های مختلف یک شاره، تنها زمانی که شاره سرعت بالاتر از شاره گرم تر باشد بوجود آمدن جریان هموفتی می شود.

(۱۲۱)

تفاوت ۱۶-۴

۲۰. این یورموسیله ای است که از یک حباب شیشه ای تشکیل شده است که درون آن چهار پره فلزی قائم قرار دارد که این یورموسیله حول یک محور (سوzen عمودی) بچرخدن. دو وجه هر چهار پره، یک در میان سفید و سیاه است. وقتی این یورموسیله کنار یک چشممه نور قرار گیرد، پره ها حول سوzen عمودی می چرخدند و هر چه شدت نور بیشتر باشد، این چرخش صریع نر است. در مورد دلیل چرخش پره ها تحقیق کنید.

۲۱. این یورموسیله یک طرف هر پره سفید و طرف دیگر سیاه است. زمانی که این پره ها در مقابل نوری که از یک جسم گرم تابش می کنند فرار می گیرند می چرخدند. جهت چرخش به گونه ای است که سمت سیاه پره ها از نور دور و سمت سفید به نور نزدیک می شوند. در این یورموسیله گرم از طریق تابش امواج الکترومغناطیسی به سمت سیاه هر پرده که گرمای بیشتری را جذب می کند منتقل و سپس گرم شدن پرده و مولکول های هوای اطراف آن می شود، با گرم شدن مولکول های هوای ارزی جنسی آنها افزایش باشه و این مولکول های سطح پرده سیاه برخورد و ضربه می زنند که باعث حرکت پرده سیاه می شود.
اگر یک یورموسیله را در یک ظرف آبگشته باشیم، هر چند درجه دارد که باعث حرکت پرده ها شود، برعکس اگر با هوای تحت این یورموسیله را در یک ظرف آبگشته باشیم، هر چند درجه دارد که باعث حرکت پرده های سطح پرده برای چرخش می شود.

۱۳۱

فعالیت ۱۷-۴

سرنگ را که پیشتر آن آزادانه حرکت می‌کند به فشارسنجی می‌بندیم و آن را به طور افقی درون ظرف آبی می‌گذاریم و ظرف را به آرام گرم می‌کنیم. توضیح دهد کدام یک از کمیت‌های دما، حجم، فشار و مقدار هوای درون سرنگ تغییر می‌کند و تغییر آنها چگونه است؟

۱- دمای هوای داخل سرنگ افزایش می‌یابد چون هوای سرنگ با آب داخل ظرف به تعادل گرمایی می‌رسد.

۲- فشار هوای درون سرنگ ثابت می‌ماند و مقدار آن برابر با مقدار فشاری است که از طرف آب و هوای بالای آن به سرنگ وارد می‌شود.

۳- حجم هوای سرنگ افزایش می‌یابد، چون در فشار ثابت، حجم و دمای گاز نسبت مستقیم دارند. با افزایش دما، حجم گاز هم افزایش می‌یابد.

۴- مقدار هوای داخل سرنگ تغییر نمی‌کند زیرا هوایی از سرنگ خارج نمی‌شود.

فعالیت ۱۸-۴

با وجود تلاش در جهت ثابت نگهداشت فشار هوای درون هوایپسما، همواره مقدار آن کمتر از فشار هوای روی زمین است.

وقتی هوایپسما بالا می‌رود و فشار هوای کم می‌شود. بسته‌های نوشیدنی یا دسر باد می‌کنند و حتی گاهی در شان باز می‌شود. با

فرهن ثابت یومن دما، این پدیده را توضیح دهد.

چون این نوشیدنی‌ها بر روی زمین بروی شوند، فشار هوای داخل آنها به اندازه فشار در سطح زمین است. زمانی که فشار هوای

بیرون بسته‌ها کاهش می‌یابد، اختلاف فشار ایجاد شده بین داخل و بیرون نیرویی به در و دیواره بسته‌ها وارد و باعث پادکن دیواره‌ها و باز شدن در بسته‌ها می‌شود.

پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۴

۱- دماهای زیر را بر حسب درجه سلسیوس و فارنهایت مشخص کنید:

$$T = \theta + 273 \rightarrow \theta = T - 273, \quad F = \frac{9}{5} \theta + 32$$

$$\begin{cases} \theta = 0 - 273 = -273^{\circ}\text{C} \\ F = \frac{9}{5} \times (-273) + 32 = -459/4^{\circ}\text{F} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \theta = 273 - 273 = 0^{\circ}\text{C} \\ F = \frac{9}{5} \times 0 + 32 = 32^{\circ}\text{F} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \theta = 373 - 273 = 100^{\circ}\text{C} \\ F = \frac{9}{5} \times 100 + 32 = 212^{\circ}\text{F} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \theta = 546 - 273 = 273^{\circ}\text{C} \\ F = \frac{9}{5} \times 273 + 32 = 523/4^{\circ}\text{F} \end{cases}$$

۲- برای اندازه‌گیری دمای یک جسم توسط دماسنجد به چه نکاتی باید توجه کنیم؟ (راهنمایی: به نکاتی که در فصل ۱

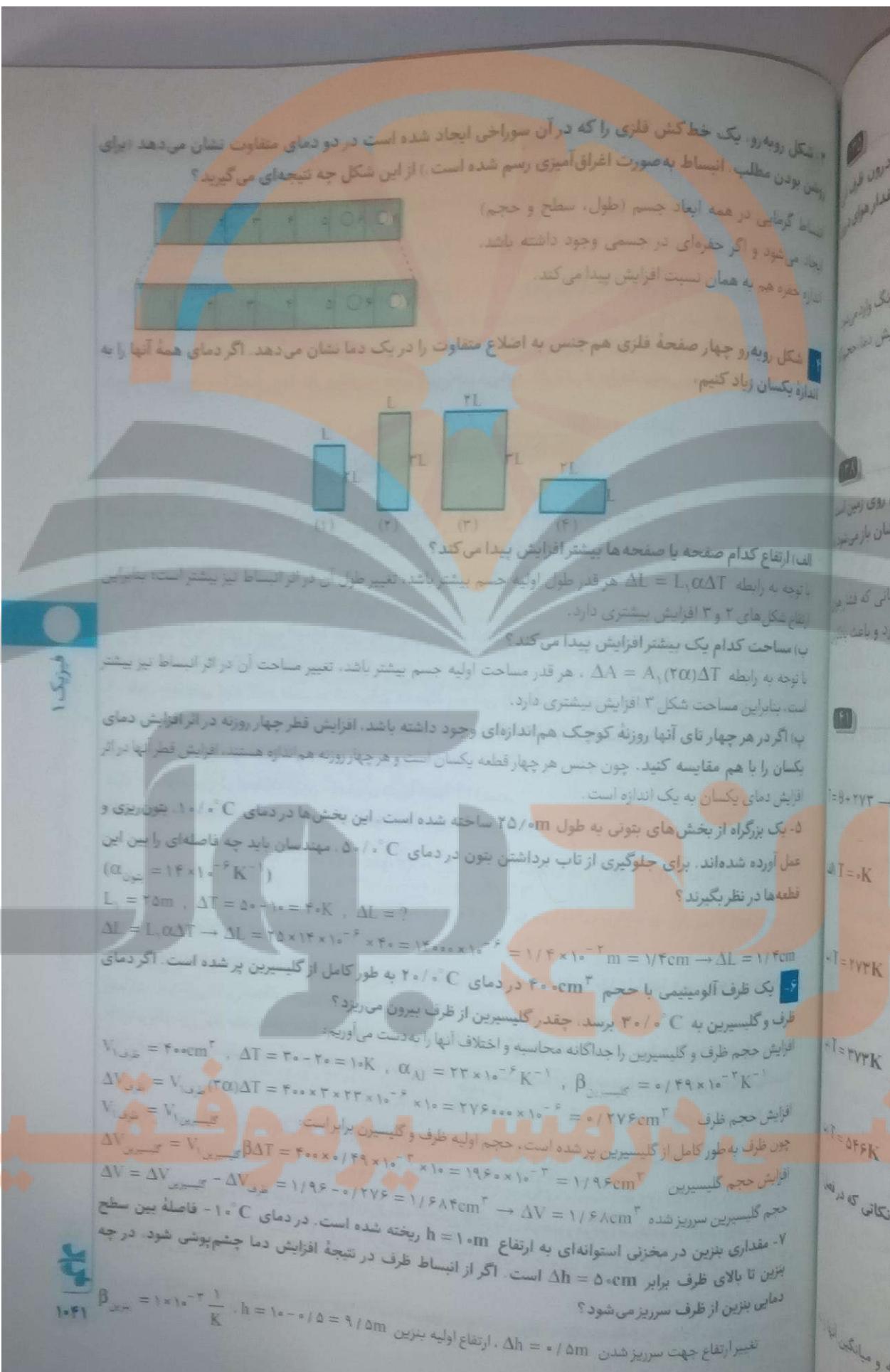
خواندید نیز توجه کنید). در اندازه‌گیری دمای یک جسم با دماسنجد مدرج:

(۱) جسم در تماس با مخزن دماسنجد های جیوه‌ای و الکلی قرار گیرد.

(۲) بعد از تماس جسم با دماسنجد مدتی صبر کرد تا جسم و دماسنجد به تعادل گرمایی برسند.

(۳) چشم در وضعیت عمود بر دماسنجد های مدرج قرار گیرد تا اعداد به درستی خوانده شوند.

تلاشی در مسیر و فهم

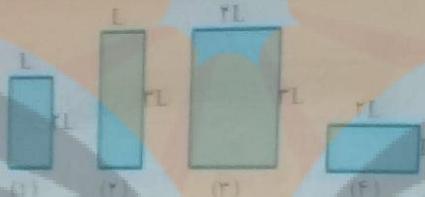


۱- شکل رو به رو، یک خط‌گش فلزی را که در آن سوراخ ایجاد شده است در دو دمای متفاوت نشان می‌دهد (ایران پس بودن مطلب، ابساط به صورت اغراق‌آمیزی رسم شده است). از این شکل چه تتجهای می‌گیرید؟



بساط گرمایی در همه ابعاد جسم (طول، سطح و حجم)
ازاره می‌شود و اگر حفره‌ای در جسم وجود داشته باشد،
ازاره حفره‌هی به همان نسبت افزایش پیدا می‌کند.

۲- شکل رو به رو چهار صفحه فلزی هم جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همه آنها را به
ادارة پکسان زیاد کنیم:



الف) ارتفاع کدام صفحه با صفحه‌های پیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

با توجه به رابطه $L = L_0 \alpha \Delta T$ هر قدر طول اولیه جسم بیشتر باشد، تغییر طول آن در اثر ابساط نیز بیشتر است؛ بنابراین
ارتفاع شکل‌های ۲ و ۳ افزایش بیشتری دارد.

ب) مساحت کدام یک پیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

با توجه به رابطه $A = A_0 (1 + \alpha \Delta T)^2$ ، هر قدر مساحت اولیه جسم بیشتر باشد، تغییر مساحت آن در اثر ابساط نیز بیشتر
است. بنابراین مساحت شکل ۳ افزایش بیشتری دارد.

پ) اگر در هر چهار تای آنها روزنه کوچک هم اندازه‌ای وجود داشته باشد، افزایش قطر چهار روزنه در اثر افزایش دمای
پکسان را با هم مقایسه کنید. چون جنس هر چهار قطعه پکسان است و هر چهار روزنه هم اندازه هست، افزایش قطر را در اثر
افزایش دمای پکسان به یک اندازه است.

۵- یک بزرگراه از بخش‌های بتون به طول 25 m ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای 0°C بتون ریزی و
عمل آورده شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای 0°C ، مهندسان باید چه فاصله‌ای را بین این
($\alpha = 14 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$)

$$L = 25\text{ m}, \Delta T = 0 - (-10) = 10^\circ\text{K}, \Delta L = ?$$

$$\Delta L = L \cdot \alpha \Delta T \rightarrow \Delta L = 25 \times 14 \times 10^{-5} \times 10 = 14000 \times 10^{-5} = 1 / 4 \times 10^{-2} \text{ m} = 1 / 4 \text{ cm} \rightarrow \Delta L = 1 / 4 \text{ cm}$$

۶- یک ظرف آلومینیم با حجم 400 cm^3 در دمای 0°C به طور کامل از گلیسیرین پر شده است. اگر دمای

ظرف و گلیسیرین به 20°C برسد، چقدر گلیسیرین از ظرف بیرون می‌زند؟

افزایش حجم ظرف و گلیسیرین را جداگانه محاسبه و اختلاف آنها را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{ظرف}} = 400\text{ cm}^3, \Delta T = 20 - 0 = 20^\circ\text{K}, \alpha_{\text{ظرف}} = 23 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}, \beta_{\text{گلیسیرین}} = 49 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{افزایش حجم ظرف} = V_{\text{ظرف}} \cdot (\alpha_{\text{ظرف}}) \Delta T = 400 \times 23 \times 10^{-5} \times 20 = 276000 \times 10^{-5} = 276\text{ cm}^3$$

چون ظرف به طور کامل از گلیسیرین پر شده است، حجم اولیه ظرف و گلیسیرین برابر است:

$$\text{افزایش حجم گلیسیرین} = V_{\text{گلیسیرین}} - V_{\text{ظرف}} = 400 \times 0 / 49 \times 10^{-3} = 19600 \times 10^{-5} = 196\text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \Delta V_{\text{ظرف}} - \Delta V_{\text{گلیسیرین}} = 276 - 196 = 80 / 276 = 1 / 3.43 \text{ cm}^3 \rightarrow \Delta V = 1 / 3.43 \text{ cm}^3$$

حجم گلیسیرین سریز شده 3°C $\rightarrow \Delta V = 1 / 6.8 \text{ cm}^3$

۷- مقداری بزرگ در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع 10 m $h = 10\text{ m}$ ریخته شده است. در دمای 0°C فاصله بین سطح

بزرگ در تا بالای ظرف برابر 5 cm است. اگر از ابساط ظرف در نتیجه افزایش دما چشم بوش شود، درجه

دماهی بزرگ از ظرف سریز می‌شود؟

$$\beta_{\text{بزرگ}} = 1 \times 10^{-3} / \text{K}, h = 10 - 5 / 5 = 9 / 5 \text{ m}, \Delta h = 5 \text{ cm}$$

تغییر ارتفاع جهت سریز شدن

ابتدا حجم اولیه بین را محاسبه می کنیم. اگر A سطح مقطع استوانه باشد، داریم:

$$V_1 = A \times h = A \times 9 / 5 = 9 / 5 A$$

$$\Delta V = A \times \Delta h = A \times 1 / 5 = 1 / 5 A$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta T \rightarrow 1 / 5 A = 9 / 5 A \times 1 \times 10^{-3} \times \Delta T$$

$$\rightarrow \Delta T = \frac{1 / 5}{9 / 5 \times 10^{-3}} = 1 / 0.5 \times 10^3 = 52 \text{ K}$$

$$T_2 = T_1 + \Delta T \rightarrow T_2 = -10 + 52 = 42 \rightarrow T_2 = 42^\circ \text{C}$$

- در شکل رو به روز با کاهش دما، نوار دوفله به طرف بین خم می شود. اگر یک از نوارها، بینجی و نوار دیگر فولادی باشد

الف) نوار بالایی از چه جنسی است؟ با سرد شدن فلات طول آنها کاهش می باند. طبق جدول ۱-۲ چون ضرب انساط طولی بینج بیشتر از فولاد است. کاهش طول بینج که اثر کاهش دما بیشتر از کاهش طول فولاد خواهد بود؛ بنابراین فلت بینج بینج و فلت بالایی فولاد است.

ب) اگر نوارها را گرم کنم به کدام سمت خم من شوند. با گرم کردن نوارها چون ضرب انساط طولی بینج بیشتر است، افزایش طول آن بیشتر خواهد بود. فلت پائین بینج است؛ بنابراین نوار به سمت بالا خم خواهد شد.

۹- طول خطوط‌های لوله گاز و نفت در کشورمان که مواد سوختی را از جنوب کشور به مرکز و شمال منتقل می کند به چندصد کیلومتر می‌رسد. دمای هوا در زمستان معکن است تا 10°C و در تابستان تا 50°C می‌رسد. جنس این لوله‌ها عوماً از فولاد با $K^{-1} = 10 \times 10^{-6}$ است.

طول خط لوله بین دو ایستگاه تهران - اصفهان تقریباً 230 km است.

الف) در اثر این اختلاف دما این خط چقدر منبسط می شود؟

$$\Delta T = 50 - (-10) = 60 \text{ K} , \alpha_{بینج} = 10 \times 10^{-6} \frac{1}{K} , L_1 = 220 \text{ km} = 220 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \rightarrow \Delta L = 220 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} \times 60 = 128 \text{ m} \rightarrow \Delta L = 128 \text{ m}$$

ب) چگونه می‌توان تأثیر این انساط را بر طرف کرد؟

با عایق‌بندی صحیح اوله‌ها در زیرزمین می‌توان مانع از تغییر دما و در نتیجه تغییر طول اوله‌ها شد. همچنین استفاده از اتصالات آکاردلوس (قابل انعطاف) می‌تواند از خم شدن اوله‌ها در اثر افزایش طول جلوگیری کند.

۱۰- در یک روز گرم یک تانکر حامل سوخت با $L = 30,000$ بینجین بارگیری شده است. هوا در محل تحویل سوخت $C = 20^\circ \text{C}$ سردتر از محل است که در آنجا سوخت بارزده شده است. و اندده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟

$$V_1 = 30,000 \text{ L} , \Delta T = -20 \text{ K} , \beta_{بینج} = 1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} , V_2 = ?$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V = V_1 + V_1 \beta \Delta T = V_1 (1 + \beta \Delta T) = 30,000 (1 + 1 \times 10^{-5} \times (-20))$$

$$V_2 = 30,000 \times (1 - 0.02) = 30,000 \times 0.98 = 29,400 \text{ L} \rightarrow V_2 = 29,400 \text{ L}$$

۱۱- برای گرم کردن 200 g آب جهت تهیه چای، از یک گرمکن الکتریکی غوطه‌ور در آب استفاده می‌کنیم. روی برجسته

گرمکن $W = 200$ نوشته شده است. با نادیده گرفتن اختلاف گرمکن، زمان لازم برای رساندن دمای آب از 4°C از 20°C را محاسبه کنید.

تلاشی در مواجهه با مشکل

نیاز گرمای لازم جهت تغییر دمای آب از 30°C به 100°C را محاسبه می کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta = \frac{P}{2} \times 4200 \times (100 - 30) = 58800 \text{ J} \rightarrow Q = 58800 \text{ J}$$

استفاده از رابطه توان در گرمکن الکتریکی می توان نوشت:

$$Q = Pt \rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{58800}{200} = 294.5 \rightarrow t = 294.5^{\circ}\text{C}$$

۲. دمای یک قطعه فلز 60°C کیلوگرم را توسط یک گرمکن 50°C وات در مدت 110s از 28°C به 18°C پانداشیم. این آزمایش برای گرمای ویژه فلز چه مقداری را به دست می دهد؟ حدس می زنید که این پاسخ از مقدار گرمای ویژه فلز بیشتر باشد یا کمتر؟ توضیح دهد.

$$m = 0.5 \text{ kg}, P = 50 \text{ W}, \Delta\theta = 28 - 18 = 10^{\circ}\text{C}, t = 110\text{s}, c_{\text{فلز}} = ?$$

نیاز گرمای تولیدی گرمکن برابر است با مقدار گرمایی که آب برای تغییر دما دریافت می کند:

$$\begin{cases} Q = Pt \\ Q = mc\Delta\theta \end{cases} \rightarrow Pt = mc\Delta\theta \rightarrow c_{\text{فلز}} = \frac{Pt}{m\Delta\theta} = \frac{50 \times 110}{0.5 \times 10} = 1100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

آن در واقعیت همه گرمای تولیدی گرمکن به آب داده نمی شود و بخشی از آن هدر می رود، بنابراین در رابطه

$$\frac{Pt}{m\Delta\theta} = c_{\text{فلز}}, \text{ صورت کسر کاهش و گرمای ویژه واقعی فلز کمتر از مقدار محاسبه شده خواهد بود.}$$

۳- گرماسنجی به جرم 200g از مس ساخته شده است. یک قطعه 80g گرم از یک ماده نامعلوم همراه با 50g آب به درون گرماسنج ریخته می شود. اکنون دمای این مجموعه 30°C شده است. در این هنگام 100g آب 70°C به

گرماسنج اضافه می شود. دمای تعادل 52°C می شود. گرمای ویژه قطعه را محاسبه کنید.

$$\left. \begin{array}{l} m_1 = 200\text{g} = 0.2 \text{ kg}, c_{\text{مس}} = 386 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}, \theta_1 = 30^{\circ}\text{C} \\ m_2 = 80\text{g} = 0.08 \text{ kg}, c = ?, \theta_2 = 30^{\circ}\text{C} \\ m_3 = 50\text{g} = 0.05 \text{ kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}, \theta_3 = 30^{\circ}\text{C} \\ m_4 = 100\text{g} = 0.1 \text{ kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}, \theta_4 = 70^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \text{دماي تعادل} \rightarrow \theta = 52^{\circ}\text{C}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$Q_1 = m_1 c_{\text{مس}} (\theta - \theta_1) = 0.2 \times 386 \times (52 - 30) = 1698.4 \text{ J}$$

$$Q_2 = m_2 c (\theta - \theta_2) = 0.08 \times c \times (52 - 30) = 1176 \text{ J}$$

$$Q_3 = m_3 c_{\text{آب}} (\theta - \theta_3) = 0.05 \times 4200 \times (52 - 30) = 4620 \text{ J}$$

$$Q_4 = m_4 c_{\text{آب}} (\theta - \theta_4) = 0.1 \times 4200 \times (52 - 70) = -7560 \text{ J}$$

$$1698.4 + 1176 + 4620 - 7560 = 0 \rightarrow 1176 \text{ J}$$

$$\rightarrow c_{\text{آب}} = \frac{1176}{0.1} = 11760 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \rightarrow c_{\text{آب}} = 11760 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

۴- یک جسم متشابه با آب دارد. این یک جسم، دادن گرما به آن است. اگر به جسم گرما دهیم، آب دمای آن حتی

تلاشی در معرفه فیزیک

۱۵- قبل از تزریق دارو یا شرم به یک بیمار محل تزریق را با الکل تمیز می کنند. این کار سبب احساس خنکی در محل تزریق می شود. علت را توضیح دهید.

الکل برای تبخیر سطحی از روی بیوست گرما گرفته و بیوست در محل تماس با الکل خنک می شود.

۱۶- کدام گزینه درباره فرایند ذوب نادرست است؟

(الف) افزایش فشار وارد بر جسم بربیشتر مواد، سبب پایین رفتن نقطه ذوب می شود.

(ب) افزایش فشار بر روی بخ، سبب کاهش اندک نقطه ذوب آن می شود.

(پ) فریند ذوب، عملی گرم‌گیر است.

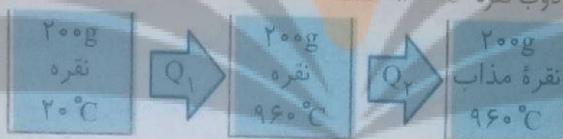
(ت) گرمایی که جسم جامد در نقطه ذوب خود می گیرد تا به مایع تبدیل شود، سبب تغییر دمای آن نمی شود.

(الف) نادرست است. در اکثر مواد افزایش فشار سبب افزایش نقطه ذوب می شود.

۱۷- کمترین گرمای لازم برای ذوب کامل 200g نقره که در آغاز در دمای 20°C قرار دارد چقدر است؟ (فشار هوا را یک اتمسفر فرض کنید)

برای ذوب 200g نقره با دمای اولیه 20°C ۳ مرحله ریز طی می شود:

توجه: مطابق جدول ۴-۴ دمای ذوب نقره 96°C است.



$$m = 200\text{g} = 0.2\text{kg}, c_{\text{نقره}} = 236 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, L_f_{\text{نقره}} = 88 / 3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 88 / 3 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

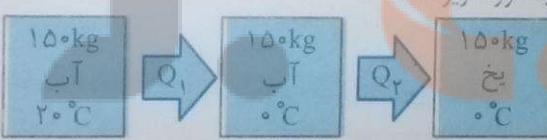
$$Q_1 = mc\Delta\theta = 0.2 \times 236 \times (96 - 20) = 4426\text{J}$$

$$Q_2 = mL_f = 0.2 \times 88 / 3 \times 10^3 = 1766\text{J}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = 4426\text{J} + 1766\text{J} = 6202\text{J}$$

۱۸- یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد یک سالن سریسته در شب هنگام، وقتی که دمای زیر صفر پیش‌بینی شده است، قرار دادن نشت بزرگ پراز آب در سالن است. اگر جرم آب درون نشت 15kg و دمای اولیه آن 20°C باشد و همه آن به بخ 0°C تبدیل شود، آب چقدر گرمای ب محیط پیروامونش می دهد؟

مراحل طی شده برای این فرایند به صورت زیر است:



$$m = 15\text{kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, L_f_{\text{بخ}} = 333 / 7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 15 \times 4200 \times (0 - 20) = -12600\text{kJ} \rightarrow Q_1 = -12600\text{kJ}$$

$$Q_2 = -mL_f = -15 \times 333 / 7 = -50055\text{kJ} \rightarrow Q_2 = -50055\text{kJ}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = -12600 - 50055 = -62655\text{kJ}$$

۱۹- یک گرمکن 50~W ای واتی به طور کامل در 100~g آب درون یک گرماسنج قرار داده می شود.

(الف) این گرمکن در مدت یک دقیقه دمای آب و گرماسنج را از 20°C به 25°C می رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.

$$P = 50\text{W}, m_{\text{آب}} = 100\text{g} = 0.1\text{kg}, t = 1\text{min} = 60\text{s}, \Delta\theta = 25 - 20 = 5^\circ\text{C}$$

گرمکن تولیدی گرمکن به گرماسنج و آب داده می شود، بنابراین می توان نوشت:

$$Q = Pt \quad \text{گرمای دریافتی آب} \quad Q_1 = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \quad \text{گرماسنج} \quad Q_2 = C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta$$

$$Q = Q_1 + Q_2 \rightarrow Pt = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta + C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta \rightarrow 50 \times 60 = 0 / 1 \times 4200 \times \Delta + C_{\text{گرماسنج}}$$

$$\rightarrow 3000 = 2100 + \Delta C_{\text{گرماسنج}} \rightarrow 900 = \Delta C_{\text{گرماسنج}} = \frac{900}{5} = 180 \rightarrow C_{\text{گرماسنج}} = \frac{180}{100} = 1.8 \text{ J}$$

ب) چه مدت طول می کشد تا دمای آب درون گرماسنج از 25°C به نقطه جوش (100°C) برسد؟ چون با افزایش دمای آب، دمای گرماسنج نیز افزایش می یابد، گرمکن تولیدی گرمکن برابر است با گرمای لازم برای تغییر دمای آب و گرماسنج.

$$m_{\text{آب}} = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}, P = 50 \text{ W}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \Delta\theta = 100 - 25 = 75^{\circ}\text{C}$$

$$C_{\text{گرماسنج}} = 1.8 \frac{\text{J}}{\text{C}}, Q = Pt, Q_1 = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta, Q_2 = C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta, t = ?$$

$$Q = Q_1 + Q_2 \rightarrow Pt = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta + C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta$$

$$\rightarrow 50 \times t = 0 / 1 \times 4200 \times 75 + 1.8 \times 75$$

$$\rightarrow 50t = 31500 + 13500 \rightarrow 50t = 45000 \rightarrow t = \frac{45000}{50} = 900 \text{ s} \rightarrow t = 9.00 \text{ s}$$

ب) چه مدت طول می کشد تا ۲۰ گرم آب در حال جوش درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟ چون در نقطه جوش آب، دما افزایش نمی یابد، بنابراین گرمکن تولیدی گرمکن صرف افزایش دمای آب و گرمکن نمی شود و صرفاً باعث تغییر فاز آب از مایع به بخار خواهد شد.

$$m = 20 \text{ g} = 0.02 \text{ kg}, P = 50 \text{ W}, L_{V,\text{آب}} = 2256 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = 2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, t = ?$$

$$Q = Pt \quad \text{گرمای تولیدی گرمکن}, Q' = m_{\text{آب}} L_{V,\text{آب}} \quad \text{گرمای تبخر آب}$$

$$Q = Q' \rightarrow Pt = m_{\text{آب}} L_{V,\text{آب}} \rightarrow 50 \times t = 0.02 \times 2256 \times 10^3$$

$$\rightarrow 50t = 45120 \rightarrow t = \frac{45120}{50} = 902.4 \text{ s} \rightarrow t = 9.02 / 48$$

۲۰- گرمکنی در هر ثانیه $200 / 0$ ژول گرما می دهد.

الف) چقدر طول می کشد تا این گرمکن $100 / 0$ کیلوگرم آب 100°C را به بخار آب 100°C تبدیل کند؟

$$P = 200 \text{ W}, m = 0.1 \text{ kg}, L_{V,\text{آب}} = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, t = ?$$

گرمای تولیدی گرمکن برابر است با گرمای لازم جهت تبدیل 0.1 kg آب 100°C به بخار 100°C .

$$Q = Q' \rightarrow Pt = m_{\text{آب}} L_{V,\text{آب}} \rightarrow 200t = 0.1 \times 2256 \times 10^3 \rightarrow t = \frac{2256 \times 10^2}{2 \times 10^2} = 1128 \text{ s}$$

ب) این گرمکن در همین مدت، چه مقدار بخار 100°C را می تواند به آب 100°C تبدیل کند؟

$$P = 200 \text{ W}, t = 1128 \text{ s}, L_f = 323 / 7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 323 / 7 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, m = ?$$

$$Q = Q' \rightarrow Pt = m_{\text{آب}} L_f \rightarrow 200 \times 1128 = m_{\text{آب}} \times 323 / 7 \times 10^3$$

$$\rightarrow m_{\text{آب}} = \frac{200 \times 1128}{323 / 7 \times 10^3} = 676 \times 10^{-3} \text{ kg} \rightarrow m_{\text{آب}} = 676 \text{ g}$$

- اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازه کافی کوچک است با توان ثابت گرمای بدهیم نمودار دما - زمان آن صورت کیفی مانند شکل روبرو می شود. این نمودار در اینجا برای جسم جامدی به جرم 50 g رسم شده که توسط گرم کن $W = 10\text{ W}$ گرم شده است.



الف) چقدر طول می کشد تا این جامد به نقطه ذوب خود برسد؟ با توجه به نمودار در بازه زمانی $0 \text{ s} \leq t \leq 300\text{ s}$ دمای جسم افزایش می باید و در بازه زمانی $300\text{ s} \leq t \leq 1150\text{ s}$ دمای جسم ثابت بوده و جسم تغییر حالت می دهد (ذوب می شود) پس $300\text{ s} \leq t \leq 1150\text{ s}$ طول می کشد تا جسم به نقطه ذوب برسد.
ب) گرمای ویژه جامد و پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.

با توجه به شکل و اطلاعات مسئله داریم:

$$m = 50\text{ g} = 0.05\text{ kg}, P = 10\text{ W}, t = 300\text{ s}, \Delta\theta = 80 - 20 = 60^\circ\text{C}, c = ?$$

$$Q = Q' \rightarrow Pt = m \cdot c_{\text{جسم}} \cdot \Delta\theta \rightarrow 10 \times 300 = 0.05 \times c_{\text{جسم}} \times 60$$

$$\rightarrow 3000 = 3c_{\text{جسم}} \rightarrow c_{\text{جسم}} = \frac{3000}{3} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \rightarrow c_{\text{جسم}} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m = 0.05\text{ kg}, P = 10\text{ W}, t = 1150 - 300 = 850\text{ s}, L_f = ?$$

$$Q = Q' \rightarrow Pt = mL_f \rightarrow 10 \times 850 = 0.05 \times L_f \rightarrow L_f = \frac{8500}{0.05} = 170000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\text{گرمای نهان ذوب جسم} \rightarrow L_f = 170000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

گرمای ویژه جسم

- ۲۲- در چاله کوچکی $1/100\text{ kg}$ آب 0°C قرار دارد. اگر برای تبخیر سطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیه آن بخ بیند،

جرم آب بخ زده چقدر می شود؟

مقدار گرمایی که بخشی از آب برای انجام از دست می دهد برابر است با مقدار گرمایی که بخش دیگر آب برای تبخیر می گیرد.

$$\text{در دمای } 0^\circ\text{C} \text{ داریم: } L_{V,\text{آب}} = 2490 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{ و } L_{f,\text{آب}} = 3232 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

اگر جرم آب بخ زده را m و جرم آب تبخیر شده را m' نشان دهیم می توان نوشت:

$$Q_{\text{تبخیر}} + Q_{\text{انجام}} = 0 \rightarrow -mL_f + m'L_v = 0 \rightarrow m'L_v = mL_f \rightarrow m' = m \frac{L_f}{L_v}$$

مجموع جرم آب بخ زده و جرم آب تبخیر شده 1 kg است، بنابراین:

$$m + m' = 1 \rightarrow m + \frac{mL_f}{L_v} = 1 \rightarrow \frac{mL_v + mL_f}{L_v} = 1 \rightarrow m \frac{L_v + L_f}{L_v} = 1 \rightarrow m = \frac{1}{L_v + L_f}$$

$$\rightarrow m = \frac{L_v}{L_v + L_f} \rightarrow m = \frac{2490}{2490 + 3232/7} = \frac{2490}{2822/7} \approx 0.882\text{ kg} \rightarrow m = 882\text{ g}$$

جرم آب بخ زده

تلاشی در معرفت



تلاش

۲۲. در گروهی از جانوران خونگرم و انسان، تبخیر عرق بدن، یکی از راه‌های مهم کنترل دمای بدن است.

ا) چه مقدار آب تبخیر شود تا دمای بدن شخصی به جرم 50 kg به اندازه 24°C کاهش یابد؟ گرمای نهان بخار آب در دمای بدن (37°C) برابر $J/\text{kg} = 42 \times 10^6$ و گرمای ویژه بدن در حدود 348 J/kg.K است.

گرمایی که شخص در کاهش دمای بدن، شخص از دست می‌دهد برابر است با گرمایی که آب هنگام تبخیر می‌گیرد. بنابراین:

$$Q = Q' \rightarrow m_{\text{آب}} L_{\text{آب}} = m_{\text{بدن}} c_{\text{بدن}} \Delta\theta \rightarrow m_{\text{آب}} = 50 \times 348 \times 10^6 \text{ J} / 42 \times 10^6 \text{ J/kg} = 3480 \text{ g}$$

$$\rightarrow m_{\text{آب}} = \frac{3480}{42 \times 10^6} = 719 \times 10^{-4} \text{ kg} = 719 \times 10^{-3} \text{ kg} = 719 \text{ g} \rightarrow m_{\text{آب}} = 719 \text{ g}$$

ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیر شده بنوشد، چقدر است؟

$$\rho_{\text{آب}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho = \frac{\text{m}}{\text{V}} \rightarrow V = \frac{\text{m}}{\rho} = \frac{719}{1} = 719 \text{ cm}^3 \rightarrow V = 719 \text{ cm}^3$$

۲۳. اگر شما پک تیرچویی و یک لوله فلزی سرد را که هم دما هستند لمس کنید، چرا حس من کنید که لوله سردتر است؟ چرا ممکن است دست شما به لوله بخوردی؟

چوب رسانای ضعیف گرمای است، بنابراین گرمایی دست را در محل تماس نگه داشته و گرم به تظر می‌رسد ولی فلز چون رسانای گرمای است، گرمای دست را در محل تماس منتقل کرده و سوداری به تظر می‌رسد. اگر دمای لوله خیلی پایین باشد، رطوبتی که بین پوست دست و سطح فلز قرار دارد، در آن کاهش دمایه بلورهای پیغامبری شده و دست را به سطح فلز می‌چسباند.

۲۴. یک پالتو چگونه شما را گرم نگه می‌دارد؟ چرا استفاده از چند لباس زیر پالتو این عمل را تشديد می‌کند؟ لایه‌ای از هوای درین الایاف پالتو قرار گرفته و چون هوای رسانای ضعیف گرمای است، مانع از انتقال گرمای بدن به خارج می‌شود.

بالوقایت ضخامت لایه‌های عایق پوشاننده بدن، آهنگ رسانای گرمای بدن به هوای بیرون کاهش می‌باید.

۲۵. شبشه پنجه‌ای دارای عرض 2 cm ، ارتفاع 1 cm و ضخامت 0.5 mm است. (الف) در یک روز زمستانی دمای وجهی از شبشه که در تماس با هوای سرد بیرون است 24°C و دمای وجهی از شبشه که در تماس با هوای گرم داخل اتاق است 27°C است. چه مقدار گرمای در هر تانیه از طریق شبشه (با $k = 1\text{ W/m.K}$) به بیرون انتقال پیدا می‌کند؟

$$A = 2 \times 1 = 2 \text{ m}^2, L = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}, T_L = 24^\circ\text{C}, T_H = 27^\circ\text{C}, k = \frac{1 \text{ W}}{\text{m.K}}, H = ?$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = \frac{1 \times 2 \times (27 - 24)}{4 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^3 \text{ W} \rightarrow H = 2 \times 10^3 \text{ W}$$

ب) چه مقدار انرژی در طول یک روز به این ترتیب تلف می‌شود؟ یک روز 86400 s تانیه است، بنابراین انرژی ای که در طول یک روز تلف می‌شود برابر است با:

$$Q = Ht \rightarrow Q = 2 \times 10^3 \times 86400 = 2 \times 10^8 \text{ J} \rightarrow Q = 2 \times 10^8 \text{ J}$$

۲۶. جعبه پخته دانی از جنس پلی استیرن با مساحت کل دیواره‌های 1 m^2 و ضخامت دیواره‌های 2 cm در اختیار دارد. اختلاف دمای سطح داخلی و خارجی پخته دان 20°C است. در یک روز (24 h) چقدر بین آب می‌شود؟ گرمایی گرمایی پلی استیرن برابر است با 0.1 W/m.K . برای محاسبه مقدار گرمایی که در مدت 24 ساعت از بیرون به داخل جعبه منتقل می‌شود باید آهنگ رسانای گرمای از جعبه را بدست آوریم:

$$A = 1\text{ m}^2, L = 2\text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}, T_H - T_L = 20^\circ\text{C}, t = 24\text{ h} = 86400\text{ s}, m = ?$$

$$L_{\text{فی}} = \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, k = \frac{0.1 \text{ W}}{\text{m.K}}$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_C)}{L} = \frac{0.1 \times 1 \times 20}{2 \times 10^{-2}} = \frac{16 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = 8\text{ W} \rightarrow H = 8\text{ W}$$

گرمایی که در ۲۴ ساعت به داخل جعبه مستقل می شود:

$$Q = A \times \Delta T = 591200 \rightarrow Q = 591200$$

حال باید ببینیم این مقدار گرمایی چند گرم رخ C را ذوب می کند:

$$m_g = \frac{Q}{L_f} = \frac{591200}{22272 \times 10^3} = 2\text{kg} \rightarrow m_g = 2\text{kg}$$

- ۲۸- دو قوری هم حنس و هم اندازه را در نظر بگیرید که سطح بیرونی یکن سیاه رنگ و دیگری سفید رنگ است هر دو را با آب داغ با دمای یکسان پرس کیم. آب کدام قوری زودتر خنک می شود؟ قوری لبره، چون تابش گرمایی کم است سطوح تبره و مات بیشتر از سطوح صاف و روشن است، آهنج ناشی گرمای قوری لبره بیشتر بوده و زودتر خنک می شود.

- ۲۹- گازی در دمای C ۲۰ دارای حجم ۱۰۰ cm³ است.

الف) این گاز را باید تا چه دمایی گرم کنیم تا در فشار ثابت حجم آن ۲۰۰ cm³ شود؟

$$T_1 = 20 + 273 = 293K, V_1 = 100\text{cm}^3, V_2 = 200\text{cm}^3, T_2 = ?$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{100}{293} = \frac{200}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{293 \times 200}{100} = 586K$$

$$\rightarrow T_2 = 586K = 313^\circ C$$

ب) این گاز در همین فشار در چه دمایی دارای حجم ۵۰ cm³ خواهد شد؟

$$T_1 = 293K, V_1 = 100\text{cm}^3, V_2 = 50\text{cm}^3, T_2 = ?, P_2 = ?$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{100}{293} = \frac{50}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{293 \times 50}{100} = 146.5K$$

$$\rightarrow T_2 = 146.5K = -126.5^\circ C$$

۳- هوای با فشار atm درون استوانه یک تلمبه دوجرمه با طول ۲۴cm محبوس است. راههای چهارمی خروجی هوای استوانه تلمبه را مسدیم. اکنون

الف) اگر طول استوانه را در دمای تابت به ۳۰ cm افزایش دهیم فشار هوای محبوس چقدر خواهد شد؟

$$P_1 = 1atm, L_1 = 24cm, L_2 = 30cm, T_1 = 273K, P_2 = ?,$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \rightarrow P_1 \cancel{\lambda} L_1 = P_2 \cancel{\lambda} L_2 \rightarrow P_1 L_1 = P_2 L_2$$

$$\rightarrow 1 \times 24 = P_2 \times 30 \rightarrow P_2 = \frac{24}{30} = 0.8 / atm \rightarrow P_2 = 0.8 / atm$$

ب) برای آنکه در دمای تابت فشار هوای محبوس ۳/۰ atm شود، طول استوانه را چقدر باید کاهش دهیم؟

$$P_1 = 1atm, L_1 = 24cm, P_2 = 3atm, T_1 = 273K, L_2 = ?,$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \rightarrow P_1 \cancel{\lambda} L_1 = P_2 \cancel{\lambda} L_2$$

$$P_1 L_1 = P_2 L_2 \rightarrow 1 \times 24 = 3 \times L_2 \rightarrow L_2 = \frac{24}{3} = 8cm \rightarrow L_2 = 8cm$$

$$|\Delta L| = |L_1 - L_2| = |24 - 8| = 16cm \rightarrow |\Delta L| = 16cm$$

۲۰
۱۹
۱۸
۱۷
۱۶
۱۵
۱۴
۱۳
۱۲
۱۱
۱۰
۹
۸
۷
۶
۵
۴
۳
۲
۱

تلاش در معرفت

۲- لاستیک یک اتومبیل حاوی مقدار معین هواست. هنگامی که دمای هوا 17°C است، فشارسنج، فشار درون لاستیک را $2/00$ اتمسفر نشان می‌دهد. پس از یک رانندگی بسیار سریع، فشار هوای لاستیک دوباره اندازه‌گیری می‌شود. اگر فشارسنج، $2/30$ اتمسفر را نشان می‌دهد. دمای هوای درون لاستیک در این وضعیت چقدر است؟

حجم لاستیک را ثابت و فشار جو را $1/00$ اتمسفر در نظر بگیرید. چون فشارسنجها، فشار پیمانه‌ای گاز را اندازه‌گیری می‌کنند، برای محاسبه فشار مطلق هوای داخل لاستیک باید فشار پیمانه‌ای را با فشار جو جمع کرد.

$$P = P_g + P_0 \quad \text{درینگ است} \quad \text{ن گرمایی گلیس} \quad \text{خنک می شود}$$

$$T_1 = 17 + 273 = 290\text{K}, \quad P_1 = 2 + 1 = 3\text{atm}, \quad P_2 = 2/3 + 1 = 3/3\text{atm}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \xrightarrow{\text{حجم ثابت}} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow \frac{3}{290} = \frac{3/3}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{290 \times 3/3}{3} = 319\text{K}$$

$$\rightarrow T_2 = 319\text{K} = 46^{\circ}\text{C}$$

۳- دما و فشار متعارف (STP) برای گاز، دمای $0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$ و فشار $1/00\text{atm} = 1/00 \times 10^5\text{Pa}$ معرفی می‌شود. حجم یک مول گاز کامل در دما و فشار متعارف چقدر است؟

$$T = 273\text{K}, \quad P = 1\text{atm} = 1/00 \times 10^5\text{Pa}, \quad n = 1\text{mol}, \quad R = 8/314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}, \quad V = ?$$

$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 8/314 \times 273}{1/00 \times 10^5} = 2240 \times 10^{-5} \text{m}^3 = 22/40 \times 10^{-3} \text{m}^3$$

$$\rightarrow V = 22/4 \text{L}$$

۴- یک حباب هوای حجم 20cm^3 در ترمه یک دریاچه به عمق 40m قرار دارد که دمای آن 0°C است. حباب

ناسطح آب بالا می‌آید که در آنجا دما 20°C است (دمای هوای حباب با دمای آب اطراف آن یکسان است). در لحظه‌ای که حباب به سطح آب می‌رسد حجم آن چقدر است؟ فشار هوادر سطح دریاچه را $1/00 \times 10^5\text{Pa}$ در نظر بگیرید.

$$V_1 = 0/2\text{cm}^3, \quad T_1 = 0 + 273 = 273\text{K}, \quad T_2 = 20 + 273 = 293\text{K}$$

$$P_1 = P_0 + \rho gh = 1/00 \times 10^5 + (1000 \times 10 \times 40)$$

$P_1 = 5/01 \times 10^5\text{Pa} \rightarrow P_2 = P_0 = 1/00 \times 10^5\text{Pa}$ فشار در سطح آب و فشار در عمق 40 متری دریاچه

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{5/01 \times 10^5 \times 0/2}{273} = \frac{1/00 \times 10^5 \times V_2}{293} \rightarrow \frac{1/002}{273} = \frac{1/01 V_2}{293}$$

$$\rightarrow V_2 = \frac{293 \times 1/002}{273 \times 1/01} = 1/05\text{cm}^3 \rightarrow V_2 = 1/05\text{cm}^3$$

حجم حباب در سطح آب:

۵- ساحاب سیاره‌ای، ابری است حلقوی (شکل رو به رو) که عمدتاً از گاز هیدروژن با غلظت $1000/0$ مولکول بر سانتی‌متر مکعب و دمای 10000K تشکیل شده است. فشار گاز در این ساحاب را محاسبه کنید.

$$N = 1000, \quad V = 1\text{cm}^3 = 1 \times 10^{-6}\text{m}^3, \quad T = 10000\text{K} = 1 \times 10^3\text{K}, \quad N_a = 6/02 \times 10^{22}$$

$$R = 8/314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}, \quad P = ?$$

$$N = n N_a \rightarrow n = \frac{N}{N_a}$$

با وجود به تعریف مول داریم:

با وجود به قانون گازها می‌توان نوشت:

$$PV = nRT \rightarrow PV = \frac{N}{N_a} RT \rightarrow PV = \frac{NRT}{N_a} \rightarrow P = \frac{NRT}{VN_a}$$

$$\rightarrow P = \frac{1000 \times 8/314 \times 10^3}{10^{-6} \times 6/02 \times 10^{22}} = 1/38 \times 10^{-10}\text{Pa}$$

ارزشیابی مستمر

۱- درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید. (۱ نمره)

الف) اساس کار تفسیح‌ها بر مبنای تابش گرمایی است.

ب) با افزایش دمای آب از ${}^{\circ}\text{C}$ تا ${}^{\circ}\text{C}$ حجم آب افزایش می‌یابد.

ج) گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از هر فلز به جنس آن بستگی ندارد.

د) تغییر مایع در هر دمایی رخ می‌دهد.

۲- جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید. (۱)

الف) به انتقال گرما از طریق امواج الکترومغناطیس که از اجسام منتشر می‌شود

ب) به مقدار گرمایی که دمای جسم را ${}^{\circ}\text{C}$ یا ${}^{\circ}\text{K}$ افزایش دهد

ج) به مقدار گرمایی که یک کیلوگرم از جسم هنگام انجماد یا ذوب منتقل می‌کند

د) به دام افتادن تابش گرمایی بین لایه پوش سیه و سطح زمین

۳- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید. (۱)

الف) حجم جامد های (بلورین - بن شکل) هنگام ذوب ثابت است.

ب) (تصعید - میان) فرایندی گرماده است.

ج) روش انتقال گرمایی (همرفت - تابش) نیاز به محیط مادی ندارد.

د) رابطه حجم و دمای گاز در فشار ثابت (مستقیم - معکوس) است.

۴- گزینه درست را مشخص کنید. (۵)

الف) کدام یک از موارد زیر از عوامل مؤثر بر آهنگ تغییر سطحی نیست؟

ب) مساحت سطح مایع

د) مقدار مایع

الف) دمای مایع

ج) فشار سطح مایع

۵- اگر دمای جسمی ${}^{\circ}\text{F}$ 81° افزایش یابد چند درجه سلسیوس افزایش یافته است؟

۳۶ $^{\circ}\text{C}$

۲۸ $^{\circ}\text{C}$

۴۵ $^{\circ}\text{C}$

۵۴ $^{\circ}\text{C}$

۶- مفاهیم زیر را تعریف کنید. (۱)

الف) تعادل گرمایی ب) وارونگی هوا

۷- دلیل رفتار غیرعادی آب در محدوده دمایی ${}^{\circ}\text{C}$ تا ${}^{\circ}\text{C}$ چیست؟ (۰/۵)

۸- دو مورد از عوامل مؤثر بر میزان رسانش گرمایی مواد را نام ببرید. (۰/۵)

۹- چرا وقتی آب در ظروف رو باز بخ می‌بندد یک برآمدگی مرکزی ایجاد می‌شود؟ (۰/۵)

۱۰- اگر دمای یک میله فلزی را ${}^{\circ}\text{C}$ 200° افزایش دهیم، طول آن 1 cm طول اولیه افزایش می‌یابد. ضریب انبساط طولی این فلز چقدر است؟ (۰/۵)

۱۱- از 200g آب ${}^{\circ}\text{C}$ 20° چه مقدار گرما بگیریم تا به بخ ${}^{\circ}\text{C}$ 20° تبدیل شود؟ (۱)

$$(c) \quad J = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C}} , \quad L_f = 2100 \frac{J}{\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C}} , \quad e_{\text{بخ}} = \frac{J}{235000 \frac{J}{\text{kg}}}$$

۱۲- یک قطعه فلز به جرم 1 kg از جنس آلومینیم با دمای ${}^{\circ}\text{C}$ 80° را در ظرفی که حاوی 500g آب ${}^{\circ}\text{C}$ 10° است،

با تعادل احوالات اینجا به کنند. (۱) تعادل گرمایی آب و ظرف صفت نظر کنند. (۱)

تلاش برای موفقیت

۱۰) ایوان دیوار افقی یک خانه چومن ۳m و ۶m و ضخامت دیوار ۱cm است. اگر رسانیدگی گرمایی چوب باشد، آهنگ رسانش گرما از این دیوار چقدر است؟ (دماهی داخل خانه 20°C و دماهی بیرون را در نظر بگیرید.) (۰/۷۵)

حجم یک حاب هوا هستگام که به سطح آب دریاچه‌ای منرسد. ۷ برابر حجم آن در انتهای دریاچه است. با فرض ثابت بودن دما، عمق دریاچه را تعیین کنید. (۰/۷۵)

$$(P_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa} , \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} , g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

پاسخ ارزشیابی مستمر

۱۱) درست (۰/۲۵)، ب) نادرست (۰/۲۵)، ج) درست (۰/۲۵)، د) درست (۰/۲۵) ۲) (الف) تابش گرمایی (۰/۲۵)، ب) ضریت گرمایی (۰/۲۵)، ج) گرمایی بهان ذوب (۰/۰)، د) اثر گرانه‌ای (۰/۰)، س) شکل (۰/۰)، ب) میزان (۰/۰)، ه) انتشار (۰/۰)، د) مستقیم (۰/۰/۲۵) ۳) (الف) گزینه (۰/۰/۲۵)، (ب) گزینه (۰/۰/۲۵) ۴) (الف) گزینه (۰/۰/۲۵) ۵) (ب) گزینه (۰/۰/۲۵)

۱۲) اگردو یا چند جسم گرم و سرد در تماس با یکدیگر قرار گیرند، گرم از اجسام گرمتر به احجام سردتر منتقل می‌شود تا در پایان این اجسام به دماهی ثابت برسند، به این حالت تعادل گرمایی گویند. (۰/۰) ب) در روزهای سرد زمستان، هوای اطراف سطح زمین سرد و چگالی آن زیاد و هوای لایه‌های بالاتر گرمتر و چگالی آنها کمتر است، تحت این شرایط هموفت طبیعی هوا منتقل می‌شود که به آن وارونگی هوا می‌گویند. (۰/۰/۵) ۶) ساختار بلوریخ به گونه‌ای است که در برخی نقاط، مولکول‌ها به هم تردیک و در برخی نقاط از هم دوراند، در نتیجه حجم بیشتر از آب است، از آنجا که در محدوده دمایی 0°C تا 4°C همیزیایی ساختار مولکولی بخ درآب وجود دارد، با افزایش دما در این محدوده و ازین رفته ساختار مولکولی بخ حجم آب کاهش می‌بلند و بالعکس. ۷) طول جسم، ماحت سطح مقطع جسم (اختلاف دما و جنس مده نیز از عوامل دیگر است). (۰/۰/۵)

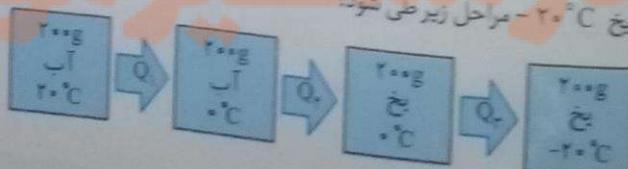
۸) بخ زدن از سطح آب و نقطه نزدیک به دیوارهای ظرف شروع می‌شود، با کاهش دماهی آب از 20°C تا 4°C احجام آب افزایش می‌بلد، مایع‌ها تراکم ناپذیرند؛ بنابراین در حین بخ زدن آب، از طرف دیواره ظرف افزایش حجم به تدریج به نقطه میانی ظرف سفل و بادعث بالا آمدن سطح آب در حین انجامداد می‌شود. (۰/۰/۵)

$$\Delta T = 20^{\circ}\text{C} , \Delta L = +1\text{ cm} , \alpha = ?$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \cdot \Delta T} \rightarrow \alpha = \frac{+1\text{ cm}}{L_1 \times 20^{\circ}\text{C}} = \frac{+1\text{ cm}}{20^{\circ}\text{C}} = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \quad (۰/۰/۲)$$

$$c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} , c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} , L_f = 335000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} , m = 200\text{g} = 0.2\text{kg}$$

هوای تبدیل آب 20°C به بخ -20°C - مرحله زیر مطابق شود:



$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= mc_{\text{آب}} \Delta \theta = 0.2 \times 4200 \times (0 - 20) = -16800\text{J} \\ Q_2 &= -mL_f = -0.2 \times 335000 = -67000\text{J} \\ Q_3 &= mc_{\text{یخ}} \Delta \theta = 0.2 \times 2100 \times (-20 - 0) = -84000\text{J} \end{aligned} \right\} \rightarrow Q = -Q_1 - Q_2 - Q_3$$

تلاشی در معرفت

۱۲

$$\left. \begin{array}{l} m_1 = 1\text{kg}, \quad c_1 = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, \quad \theta_1 = 10^\circ\text{C} \\ m_2 = 2\text{kg}, \quad c_2 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, \quad \theta_2 = 10^\circ\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{دماي تعادل}} \theta = ?$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0$$

$$\rightarrow 1000 \times (\theta - 10) + 2 \times 4200 \times (\theta - 10) = 0$$

$$\rightarrow 1000\theta - 10000 + 8400\theta - 84000 = 0 \rightarrow 3000\theta - 94000 = 0 \rightarrow \theta = \frac{94000}{3000} = 31^\circ\text{C} (0/25)$$

$$A = 3 \times 6 = 18\text{m}^2, \quad L = 10\text{cm} = 0.1\text{m}, \quad k = 0.2 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}, \quad T_H - T_L = 30 - (-10) = 40\text{K}$$

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L} = \frac{0.2 \times 18 \times 40}{0.1} = 1440\text{W} \rightarrow H = 1440\text{W} (0/25)$$

۱۳ ابتدا با استفاده از قانون گازها و با فرض ثابت بودن دما، فشار در ته دریاچه را محاسبه می کنیم:

$$\begin{aligned} P_r &= P_0 = 10^5 \text{Pa}, \quad V_r = \gamma V_1 \\ \frac{P_r V_1}{X} &= \frac{P_r V_2}{X} \xrightarrow{\text{دماي است}} P_1 V_1 = P_r V_2 \\ \rightarrow P_1 X_1 &= 10^5 \times \gamma X_1 \rightarrow P_1 = \gamma \times 10^5 \text{Pa} (0/25) \end{aligned}$$

حال با توجه به رابطه $P = P_0 + \rho gh$ عمق دریاچه محاسبه می شود:

$$\begin{aligned} P &= P_0 + \rho gh \rightarrow \gamma \times 10^5 = 10^5 + 1000 \times 10 \times h \rightarrow \gamma \times 10^5 - 10^5 = 10^4 h \rightarrow \gamma \times 10^5 = 10^4 h \\ \rightarrow h &= \frac{\gamma \times 10^5}{10^4} = \gamma \text{m} \rightarrow h = \gamma \text{m} (0/25) \end{aligned}$$

تلاشی در مسیر موفق

ویژه دانش آموزان رشته ریاضی و فیزیک

نحوه ترمودینامیک

کلیدوازه

- متغیر ترمودینامیک - فرایند های ترمودینامیک - اختر روان - سمع گیما - قانون اول ترمودینامیک - جوخته - ماهیت اگرچه ای - بازده - قانون دوم ترمودینامیک - ضریب عملکرد پخته

دستگاه

نموداری علمی است که به مقدارهای رایطه بین گرمای کار و نسبی گذاره کار عکسیک می گویند.
نموداری علمی است که را محیط پیرامون دارد که با کار ماده من است.
نهاد انسام پیرامون دستگاه را که باستگاه است از این دستگاه کار را باشد. تعادل ترمودینامیکی رخ ندانه است.
نموداری ترمودینامیکی اگر در حجم معین از پتانسیل ماده غشت از شرط تعادل کار را باشد. تعادل ترمودینامیکی رخ ندانه است.
نموداری ترمودینامیکی اکتمیت های فشار، حجم و P را که داشت تعادل دستگاه را آنها منحصر می نماید. عرصه های
نموداری می گویند.
حالات گاز را بخطه بین متغیرهای ترمودینامیکی یک گاز را معادله حالت گاز می گویند. معادله حالت برای یک گاز این این است:
$$PV = nRT$$

است زیرا: تغییر دستگاه از یک حالت تعادل دیگر افزایش ترمودینامیکی می گویند.

فرایند ایستوار افزایشی که در آن دستگاه همواره بزرگی به حالت تعادل است را ایستوار می گویند.

گرمای ارزی ای است که به دلیل اختلاف دمای دو حجم معادله من شود.

میان گرمایی اینمی است که با ماده گرمای تغییرهای مخصوص نمی کند.

لوگو دروسی ایزابر است با مجموع ارزی های حشنه و پتانسیل ذرات یک حیم که آن را لاندان می نماید.

لکه مهم ارزی دروسی یک گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است.

لکه انداد ارزی بین دستگاه و محیط از طریق گرمای کار صورت می گیرد.

لکه انداد ارزی دروسی به گرمای و کار ماده شده بین دستگاه و محیط استگن دارد.

قانون اول ترمودینامیکی اگر در یک فرایند ایستوار، دستگاه گرمایی Q ایگرد و کار W بین آن انجام شود، تغییر ارزی $\Delta U = Q + W$

دستگاه بر اساس با مجموع گرمایی داده شده به دستگاه و کار انجام شده روی آن:

لکه مهم اگر به دستگاه گرمایی داده شود علامت Q مشبت و اگر دستگاه گرمایی داده شود علامت Q مشت.

لکه مهم اگر بروی دستگاه کار انجام شود احتمم دستگاه کافی نیست و اگر دستگاه روی محیط کار انجام

داد (حجم دستگاه افزایش یابد) علامت W مشت است.

لکه اندادهایی که یک گاز کامل را از حالت اولیه یکسان (P_1, V_1, T_1) به حالت نهایی یکسان (P_2, V_2, T_2) می رسانند، تغییر

لوگو دروسی بکار راند وی کار و گرمایی مزاده شده در آنها می تواند مقاوت باشد.

لکه تعادل کار و گرمایی یک دستگاه با محیط، ارزی دروسی می تواند افزایش یابد ($W < \Delta U$) یا

نفس نکند. ($W = \Delta U$)

مثال ۱: در یک فرایند ترمودینامیکی بروی دستگاه 450J کار انجام شده و 250J گرمای سطح دستگاه از محیط گرفته شده است.

تغییر ارزی دروسی دستگاه چقدر است؟

مثال ۲: اگر در یک فرایند ترمودینامیکی 1500J گرمای دستگاه داده شود، دستگاه 400J کار بروی محیط انجام دهد. تغییر ارزی

لوگو دستگاه چقدر است؟

$Q = +1500\text{J}$ ، $W = -400\text{J}$

$\Delta U = Q + W = +1500 - 400 = +1100\text{J} \rightarrow \Delta U = 1100\text{J}$

ویژه دانش آموزان رشته ریاضی و فیزیک

تمودینامیک

کلیدوازه

- متغیر ترمودینامیک - فرایندهای ترمودینامیک - انرژی درونی - منع کرما - قانون اول ترمودینامیک - جرجه
دهد هات - ماهیت کرمانی - بازده - قانون دوم ترمودینامیک - ضریب عملکرد پنجچال

علم ترمودینامیک اعلمی است که به مطالعه رابطه بین گرما و کار و تبدیل گرما به کار مکانیکی می پردازد.

اسکله احتمی است که با محیط پیرامون خود گرمای و کار مبادله می کند.

معنی اقسام پیرامون دستگاه را که با دستگاه تعادل ایروزی دارد محیط می گویند.

مثال ترمودینامیک اگر در حجم معین از یک گاز دماغه قرار دهد، مقاطعه گاز ثابت باشد، تعادل ترمودینامیکی رخ داده است.

متغیرهای ترمودینامیک اکمیت های فشار، حجم و دما (P , V , T) را که حالت تعادل دستگاه با آنها مشخص می شود متغیرهای ترمودینامیکی می گویند.

مثال حالت گاز را برابر بین متغیرهای ترمودینامیکی یک گاز را معادله حالت گاز می گویند. معادله حالت برای یک گاز آرامانی برابر $PV = nRT$ است:

فرایند ترمودینامیک تغییر دستگاه از یک حالت تعادل به حالت تعادل دیگر را فرایند ترمودینامیکی می گویند.

فرایند ایستاده فرایندی که در آن دستگاه همواره نزدیک به حالت تعادل است را ایستوار می گویند.

گرمازی ای است که دلیل اختلاف دمای محسوسی می شود.

معنی گرمایی احتمی است که با مجموع ایزی های جنسی و پتانسیل ذرات یک جسم که آن را بال ایشان می دهند.

اولی درونی برابر است با مجموع ایزی های جنسی و پتانسیل ذرات یک گرمایی محسوسی نمی کند.

لکه مهیه ایزی درونی یک گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است.

لکه تعادل ایزی بین دستگاه و محیط از طریق گرمای و کار صورت می گیرد.

لکه تغییر ایزی درونی به گرمای و کار مبادله شده بین دستگاه و محیط بستگی دارد.

قانون اول ترمودینامیک: اگر در یک فرایند ایستوار، دستگاه گرمایی Q را بکشد و کار W روی آن انجام شود، تغییر ایزی دلاری $\Delta U = Q + W$

دستگاه بیزیر است با مجموع گرمایی داده شده به دستگاه و کار انجام شده روی آن:

لکته مهیه: اگر به دستگاه گرمای داده شود علامت Q مشت و اگر به دستگاه گرمای گرفته شود علامت Q مشت و اگر دستگاه کار انجام شود علامت W مشت و اگر دستگاه کاهش یابد علامت W مشت.

لکه احمد دستگاه افزایش یابد علامت W منفی است.

لکه فرایندهایی که یک گاز کامل را از حالت اولیه یکسان (P_1, V_1, T_1) به حالت نهایی یکسان (P_2, V_2, T_2) می رسانند، تغییر

انرژی درونی یکسانی دارند وی کار و گرمای مبادله شده در آنها می تواند متفاوت باشد.

لکه تو تبادل گرمای یک دستگاه با محیط، ایزی درونی می تواند افزایش یابد ($> \Delta U$) یا کاهش یابد ($< \Delta U$) با تغییر نکند.

مثال ۱: اگر در یک فرایند ترمودینامیکی بر روی دستگاه 45 J کار انجام شده و 25 J گرمای توسط دستگاه از محیط گرفته شده است.

تغییر ایزی درونی دستگاه چقدر است؟

مثال ۲: اگر در یک فرایند ترمودینامیکی 1500 J گرمای به دستگاه داده شود، دستگاه 400 J کار روی محیط انجام دهد. تغییر ایزی

گرمای دستگاه چقدر است؟

$Q = +1500\text{ J}$ ، $W = -400\text{ J}$ ، $\Delta U = Q + W = +1500 - 400 = +1100\text{ J} \rightarrow \Delta U = 1100\text{ J}$

ویژه دانش آموزان رشته ریاضی و فیزیک

ترمودینامیک

کلیدواژه

هراه هال - متغیر ترمودینامیک - فرایند های ترمودینامیک - افزایش اگرایی - بازده - قانون دوم ترمودینامیک - ضرب عملکرد پختگان

دیفرانسیل - ماتریس - ماتریس انتقالی - ماتریس انتقالی - ماتریس انتقالی - ماتریس انتقالی - ماتریس انتقالی

$$P_{\text{III}} = 1 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{II}} = 5 \text{ kPa}$$

$$Q = 100 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = 1000 \text{ kJ}$$

$$\Delta T = 7 \text{ K}$$

$$A = 2 \times 6 = 12 \text{ m}^2$$

$$H = k \cdot A(T_1)$$

$$P = P_0 \cdot e^{-\frac{h}{T}}$$

$$P = P_0 \cdot \frac{P_1}{T_1} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$P = P_0 + P_1 \cdot \frac{h}{T_0}$$

$$h = -$$

مثال ۲: در یک فرایند ترمودینامیکی کار انجام شده توسط دستگاه 300 J و تغییر انرژی درونی دستگاه -200 J است. گرمای مبادله شده را محاسبه کنید.

وقتی کار انجام شد توسط دستگاه 200 J باشد کار انجام شده برروی دستگاه 200 J است.

$$\Delta U = Q + W \rightarrow -200 = Q - 200 \rightarrow Q = -100 \text{ J}$$

علامت Q منفی است پس در این فرایند 100 J گرمای از دستگاه گرفته شده است.

لکته با انجام هر فعالیتی طبق قانون اول ترمودینامیک انرژی درونی بدن به کار و گرمای بدلیل می شود.

لکته آهنج سوخت و ساز بدن، آهنج تبدیل انرژی شیمیایی مواد غذایی به انرژی درونی است که بر حسب کیلوکالری بر ساعت

$$\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \text{) یا وات بیان می شود.}$$

فرایندهای خاص

چند نوع فرایند ترمودینامیکی که به بررسی آنها می پردازم عبارتند از:

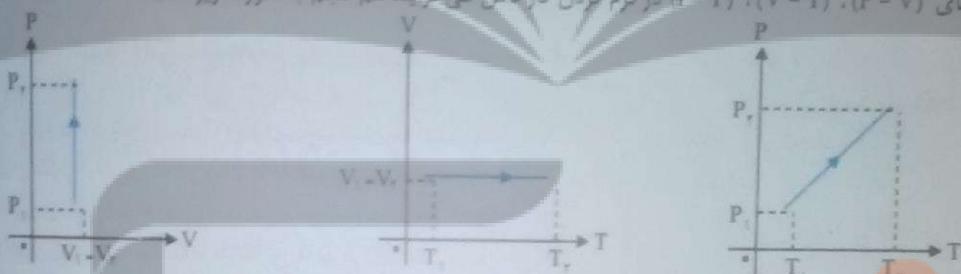
- ۱- فرایند هم حجم
- ۲- فرایند هم فشار
- ۳- فرایند هم دما

فرایند هم حجم

فرایندهای که در آن حجم گاز ثابت می ماند فرایند هم حجم نام دارد. در این فرایند چون جسم گاز تغیری نمی کند؛ کار انجام شده روی

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow{W=0} \Delta U = Q \text{ و تغییر انرژی درونی در این فرایند برابر است با:}$$

نمودارهای $(P-V)$, $(P-T)$, $(V-T)$ در گرم کردن گاز کامل ضر فرایند هم حجم به صورت زیر است:



لکته اگر گازی به صورت هم حجم گرمای از دست دهد جهت بیکانها وازونه می شود.

گرمای ویژه مولی گاز در حجم ثابت (C_V) مقدار گرمایی است که دمای یک مول از گاز را در حجم ثابت، 1 K افزایش می دهد.

محاسبه گرمای در فرایند هم حجم

گرمای مبادله شده در فرایند هم حجم از رابطه زیر به دست می آید:

$$Q = nC_V \Delta T \quad \text{که در این رابطه: } n \text{ تعداد مول گاز}$$

$$C_V = \text{گرمای ویژه مولی گاز بر حسب } \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}, \Delta T : \text{افزایش دمای گاز بر حسب کلوین یا درجه سلسیوس است.}$$

لکته گرمای ویژه مولی در گازهای کامل تک اسیترقیباً برابر با $\frac{R}{2}$ و در گازهای کامل دو اسیترقیباً برابر با $\frac{5}{2} R$ است.

$$\Delta U = Q = nC_V \Delta T \quad \text{لکته گرمای ویژه مولی در فرایند هم حجم، رابطه گرمای و تغییر انرژی درونی به صورت زیر است:}$$

$$n = 2 \text{ mol}, Q = +400 \text{ J}, \Delta T = ? \quad \text{مثال ۱: اگر ۲ مول گاز کامل دو اتمی در حجم ثابت، } 300 \text{ K گرمای دهیم دمای آن چه مقدار افزایش می بارند?}$$

$$Q = nC_V \Delta T \xrightarrow{C_V = \frac{5}{2} R} Q = n \times \frac{5}{2} R \times \Delta T \rightarrow +400 = \cancel{2} \times \frac{5}{2} \times \lambda \times \Delta T \rightarrow 400 = 40 \Delta T$$

$$\rightarrow \Delta T = \frac{400}{40} = 10 \text{ K}$$

مثال ۲: اگر دمای ۳ مول گاز کامل تک اتمی در حجم ثابت، 20 K افزایش باید تغییر انرژی درونی گاز چقدر است؟

$$\Delta U = Q = nC_V \Delta T \xrightarrow{C_V = \frac{R}{2}} \Delta U = n \times \frac{R}{2} \times \Delta T$$

$$= 3 \times \frac{3}{2} \times 8 \times 20 = 720 \text{ J} \rightarrow \Delta U = 720 \text{ J}$$

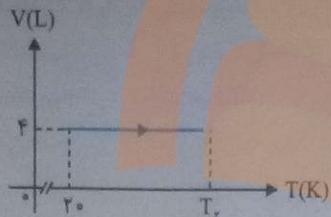
مثال ۳: شکل زیر نمودار $T - V$ ، ۲ مول گاز کامل تک اتمی را طی فرایندی هم حجم نشان می‌دهد. اگر گرمای مبادله شده طی

$$(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}})$$

تک اتمی، هم حجم.

$$V_1 = V_2 = 4L = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3, T_1 = 20 \text{ K}$$

$$Q = +96 \text{ J}, T_2 = ?, P_2 = ?$$



$$Q = nC_V \Delta T \rightarrow Q = n \times \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) \rightarrow 96 = 2 \times \frac{3}{2} \times 8 \times (T_2 - 20) \rightarrow 96 = 24(T_2 - 20)$$

$$T_2 - 20 = \frac{96}{24} = 4 \rightarrow T_2 = 4 + 20 = 24 \text{ K} \rightarrow T_2 = 24 \text{ K}$$

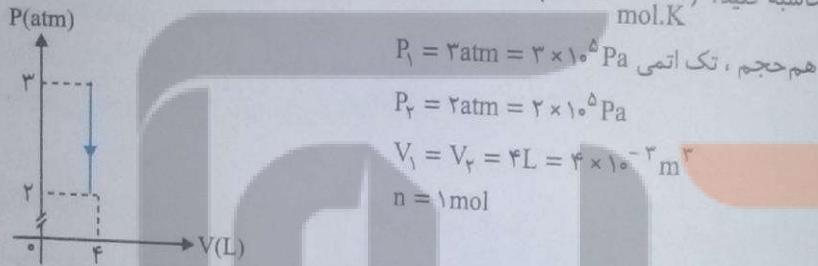
$$P_2 V_2 = nRT_2 \rightarrow P_2 \times 4 \times 10^{-3} = 2 \times 8 \times 24 \rightarrow P_2 = \frac{384}{4 \times 10^{-3}} = 96 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$\rightarrow P_2 = 96 \times 10^3 \text{ Pa}$$

فشار نهایی:

مثال ۴: شکل زیر نمودار $P - V$ یک مول گاز کامل تک اتمی را طی یک فرایند هم حجم نشان می‌دهد:

$$(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}})$$



$$Q = nC_V \Delta T = n \times \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (nRT_2 - nRT_1) \xrightarrow{PV = nRT} Q = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\rightarrow Q = \frac{3}{2} (2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3} - 3 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}) = \frac{3}{2} (800 - 1200) = \frac{3}{2} \times (-400) = -600 \text{ J}$$

$$\rightarrow Q = -600 \text{ J}$$

چون علامت Q منفی است بنابراین گاز گرمای از دست داده است.

ب) تغییر انرژی درونی گاز چقدر است؟ $\rightarrow \Delta U = Q = -600 \text{ J} \rightarrow \Delta U = -600 \text{ J}$

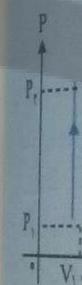
ج) دمای نهایی گاز چقدر است؟

$$P_2 V_2 = nRT_2 \rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = \frac{2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{1 \times 8} = 100 \text{ K} \rightarrow T_2 = 100 \text{ K}$$

$$\frac{P_2 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{\text{هم حجم}} \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow \frac{2 \text{ atm}}{100} = \frac{2 \text{ atm}}{100} \rightarrow T_1 = \frac{100 \times 3}{2} = 150 \text{ K} \rightarrow T_1 = 150 \text{ K}$$

د) دمای اولیه گاز چقدر است؟

فرایند هم فشار



ایش می‌دهد.

$Q = nC_V \Delta T$

$\frac{3}{2} R$ است.

$C_V =$

$Q = nC_V \Delta T$

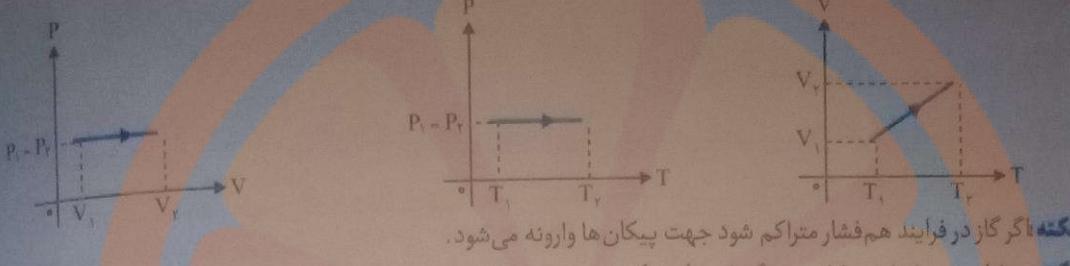
$R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$

$n = 2 \text{ mol}$

$Q = nC_V \Delta T$

$\rightarrow \Delta T = \frac{400}{400}$

نمودارهای $P-T$, $P-V$ و $V-T$ برای یک فرایند انساط هم فشار به صورت زیر است:



نکته اگر گاز در فرایند هم فشار متراکم شود جهت پیکانها وارونه می شود.

نکته در فرایند هم فشار هم کار و هم گرمایین دستگاه و محیط مبادله می شود.

محاسبه گار در فرایند هم فشار:

کار محیط روی دستگاه در فرایند هم فشار از رابطه زیر به دست می آید:

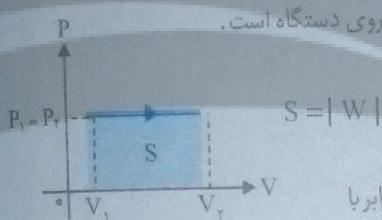
$$W = -P \Delta V$$

طبق رابطه فوق:

اگر گاز منبسط شود $\Rightarrow \Delta V > 0 \Rightarrow W$ (کار محیط روی دستگاه) منفی است.

اگر گاز متراکم شود $\Rightarrow \Delta V < 0 \Rightarrow W$ (کار محیط روی دستگاه) مثبت است.

نکته مهم مساحت زیر نمودار $P-V$ در فرایند هم فشار برابر قدر مطلق کار محیط روی دستگاه است.



نکته در حالت کلی می توان نشان داد برای تمام فرایندها، مساحت زیر نمودار $P-V$ برابر با $|W|$ قدر مطلق کار محیط روی دستگاه است.

محاسبه گرمایی در فرایند هم فشار:

مشابه فرایند هم حجم، گرمایی مبادله شده در فرایند هم فشار از رابطه زیر به دست می آید:

که در این رابطه C_p : گرمایی ویژه مولی در فشار ثابت است.

$$Q = nC_p \Delta T$$

نکته مهم گرمایی ویژه مولی در فشار ثابت برای گاز کامل تک اتمی تقریباً برابر با $R \frac{5}{2}$ و برای گازهای کامل دو اتمی تقریباً برابر با $R \frac{7}{2}$ است.

نتیجه مهم: کار، گرمایی و تغییر انرژی درونی در فرایند هم فشار به صورت زیر است:

$$W = -P \Delta V, \quad Q = nC_p \Delta T, \quad \Delta U = Q + W$$

مثال ۱: حجم گاز کاملی در دمای $27^\circ C$ برابر $3L$ است. اگر در فشار ثابت $1/5 atm$ دمای آن را به $127^\circ C$ برسانیم. کاری که

$$\text{گاز روی محیط انجام می دهد. چقدر است? } (R = 8.3 \frac{J}{mol \cdot K})$$

$$T_1 = 27 + 273 = 300K, \quad V_1 = 3L = 3 \times 10^{-3} m^3, \quad W = ?$$

$$T_2 = 127 + 273 = 400K, \quad P_1 = P_2 = 1/5 atm = 1/5 \times 10^5 Pa$$

برای محاسبه W باید ابتدا حجم نهایی گاز (V_2) را با استفاده از قانون گازها محاسبه کنیم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{\text{هم فشار}} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{3}{300} = \frac{V_2}{400} \rightarrow V_2 = \frac{3 \times 400}{300} = 4L$$

$$\rightarrow V_2 = 4L = 4 \times 10^{-3} m^3$$

کار محیط روی گاز برابر است با:

$$W = -P \Delta V = -P(V_2 - V_1) = -1/5 \times 10^5 (4 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-3}) = -1/5 \times 10^5 \times 10^{-3} = -150 J$$

$$\rightarrow W = -150 J$$

مثال ۱: حجم 0.5 mol گاز کامل تک اتمی در فشار ثابت 2 atm از 2 L به 0.5 L کاهش می‌یابد؛
کار انجام شده روی گاز چقدر است؟

$$n = 0.5\text{ mol}, P_1 = P_2 = 2\text{ atm} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}, V_1 = 2\text{ lit} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

فشار ثابت، تک اتمی،

$$W = -P\Delta V = -2 \times 10^5 \times (0.5 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3}) = -2 \times 10^5 \times (-1/5) \times 10^{-3} = 3 \times 10^2 = 300\text{ J}$$

$$\rightarrow W = +300\text{ J}$$

اگر می‌دانیده بین گاز و محیط چقدر است؟

$$Q = nC_p\Delta T = n \times \frac{\Delta}{T} R(T_2 - T_1) = \frac{\Delta}{T} (nRT_2 - nRT_1) = \frac{\Delta}{T} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$= \frac{\Delta}{T} (2 \times 10^5 \times 0.5 \times 10^{-3} - 2 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3})$$

$$\rightarrow Q = \frac{\Delta}{T} (100 - 400) = \frac{\Delta}{T} \times (-300) = -750\text{ J} \rightarrow Q = -750\text{ J}$$

علت Q منفی است، بنابراین گرمای از دست داده است.

ج) تغیر انرژی درونی گاز را محاسبه کنید.

$$\Delta U = Q + W = -750 + 300 = -450\text{ J} \rightarrow \Delta U = -450\text{ J}$$

د) اگر دمای اولیه گاز 100 K باشد دمای نهایی آن چقدر است؟

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{\text{هم فشار}} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{2}{100} = \frac{0.5}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{100 \times 0.5}{2} = 25\text{ K} \rightarrow T_2 = 25\text{ K}$$

مثال ۲: اگر به ۴ لیتر گاز کامل دو اتمی با دمای اولیه 100 K در فشار جو $(1 \times 10^5 \text{ Pa})$ گرمای دهیم دمای نهایی آن چقدر

$$(R = 8.3 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}})$$

$$V_1 = 4\text{ L} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3, T_1 = 100\text{ K}, P_1 = P_2 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}, Q = +560\text{ J}, T_2 = ?$$

$$Q = nC_p\Delta T \rightarrow Q = n \times \frac{\Delta}{T} R(T_2 - T_1)$$

برای محاسبه T_2 در رابطه فوق ابتدا باید تعداد مول گاز را با استفاده از قانون گازها محاسبه کنیم:

$$P_1 V_1 = nRT_1 \rightarrow n = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{1 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{8.3 \times 100} = \frac{400}{830} = \frac{1}{2}\text{ mol} \rightarrow n = \frac{1}{2}\text{ mol}$$

$$Q = n \times \frac{\Delta}{T} R(T_2 - T_1) \rightarrow \Delta T = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta}{T} \times 8.3 \times (T_2 - 100) \rightarrow \Delta T = 14(T_2 - 100)$$

$$\rightarrow T_2 - 100 = \frac{560}{14} = 40^\circ$$

$$T_2 - 100 = 40^\circ \rightarrow T_2 = 140\text{ K}$$

دمای نهایی گاز

مثال ۳: مقداری گاز کامل تک اتمی در یک انبساط هم فشار، 300 J گرمای دریافت می‌کند. کار انجام شده در این فرایند چقدر است؟

$$Q = +300\text{ J}, W = ?$$

$$Q = nC_p\Delta T = n \times \frac{\Delta}{T} R(T_2 - T_1) = \frac{\Delta}{T} (nRT_2 - nRT_1) = \frac{\Delta}{T} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\xrightarrow{\text{هم فشار}} P_1 = P_2 = P \rightarrow Q = \frac{\Delta}{T} P(V_2 - V_1)$$

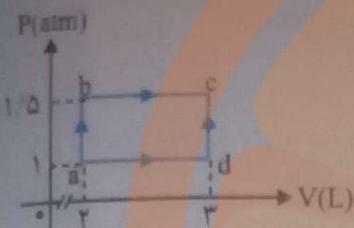
$$\rightarrow Q = \frac{\Delta}{T} P\Delta V \rightarrow 300 = \frac{\Delta}{T} P\Delta V \rightarrow P\Delta V = \frac{300}{\Delta} = 120 \rightarrow P\Delta V = 120$$

$$W = -P\Delta V \rightarrow W = -120\text{ J}$$

مثال ۵: مقداری گاز کامل نک اندی مطابق شکل زیر از دو مسیر abc و adc به طور آرمانی از حالت اولیه a به حالتنهایی c رفته است.

الف) تغییر انرژی درونی گاز در مسیر abc چقدر است؟

هر فشار → فرایند ab هم حجم → فرایند bc



$$\Delta U_{abc} = W_{abc} + Q_{abc} = (W_{ab} + W_{bc}) + (Q_{ab} + Q_{bc})$$

مقدار کار و گرمایی هر مسیر را جداگانه محاسبه من کنیم:

$\rightarrow W_{ab} = 0$

$\rightarrow W_{bc} = -P\Delta V = -1/5 \times 10^5 \times (3 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3})$

$$= -1/5 \times 10^5 \times 1 \times 10^{-3} = -150 \text{ J} \rightarrow W_{bc} = -150 \text{ J}$$

$\rightarrow Q_{ab} = nC_V\Delta T = n \times \frac{3}{2}R(T_b - T_a) = \frac{3}{2}(nRT_b - nRT_a) = \frac{3}{2}(P_bV_b - P_aV_a)$

$$\rightarrow Q_{ab} = \frac{3}{2}(1/5 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3} - 1 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}) = \frac{3}{2}(300 - 200) = 150 \text{ J} \rightarrow Q_{ab} = 150 \text{ J}$$

$\rightarrow Q_{bc} = nC_p\Delta T = n \times \frac{5}{2}R(T_c - T_b) = \frac{5}{2}(nRT_c - nRT_b) = \frac{5}{2}(P_cV_c - P_bV_b)$

$$\rightarrow Q_{bc} = \frac{5}{2}(1/5 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3} - 1/5 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}) = \frac{5}{2}(450 - 300) = 375 \text{ J} \rightarrow Q_{bc} = 375 \text{ J}$$

$$\Delta U_{abc} = (0 - 150) + (150 + 375) = 375 \text{ J} \rightarrow \Delta U_{abc} = 375 \text{ J}$$

ب) تغییر انرژی درونی در مسیر ade چقدر است؟

فرایندهایی که از حالت اولیه یکسان به حالتنهایی یکسان می‌رسند تغییر انرژی درونی یکسانی دارند بنابراین:

$$\Delta U_{adc} = 375 \text{ J}$$

فرایند همدمای

فرایندی که در آن دما ثابت است فرایند همدمای نام دارد. در این فرایند تغییر انرژی درونی صفر است و در نتیجه:

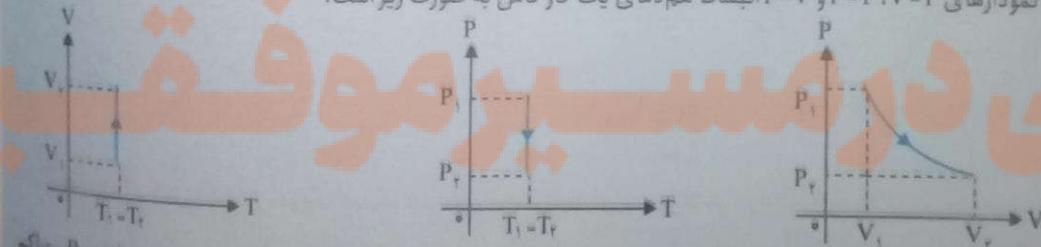
$$\Delta U = Q + W \rightarrow Q = -W$$

نکته: طبق رابطه فوق در فرایند همدمای Q و W قرینه یکدیگر هستند بنابراین:

در تراکم همدمای چون کار انجام شده روی گاز (W) مثبت است علامت (Q) منفی است. یعنی گاز گرمایی داده است.

در انبساط همدمای چون کار انجام شده روی گاز (W) منفی است، علامت (Q) مثبت است. یعنی گاز گرمایی داده است.

نکته: نمودارهای P-T, V-T, P-V انبساط همدمای یک گاز کامل به صورت زیر است:

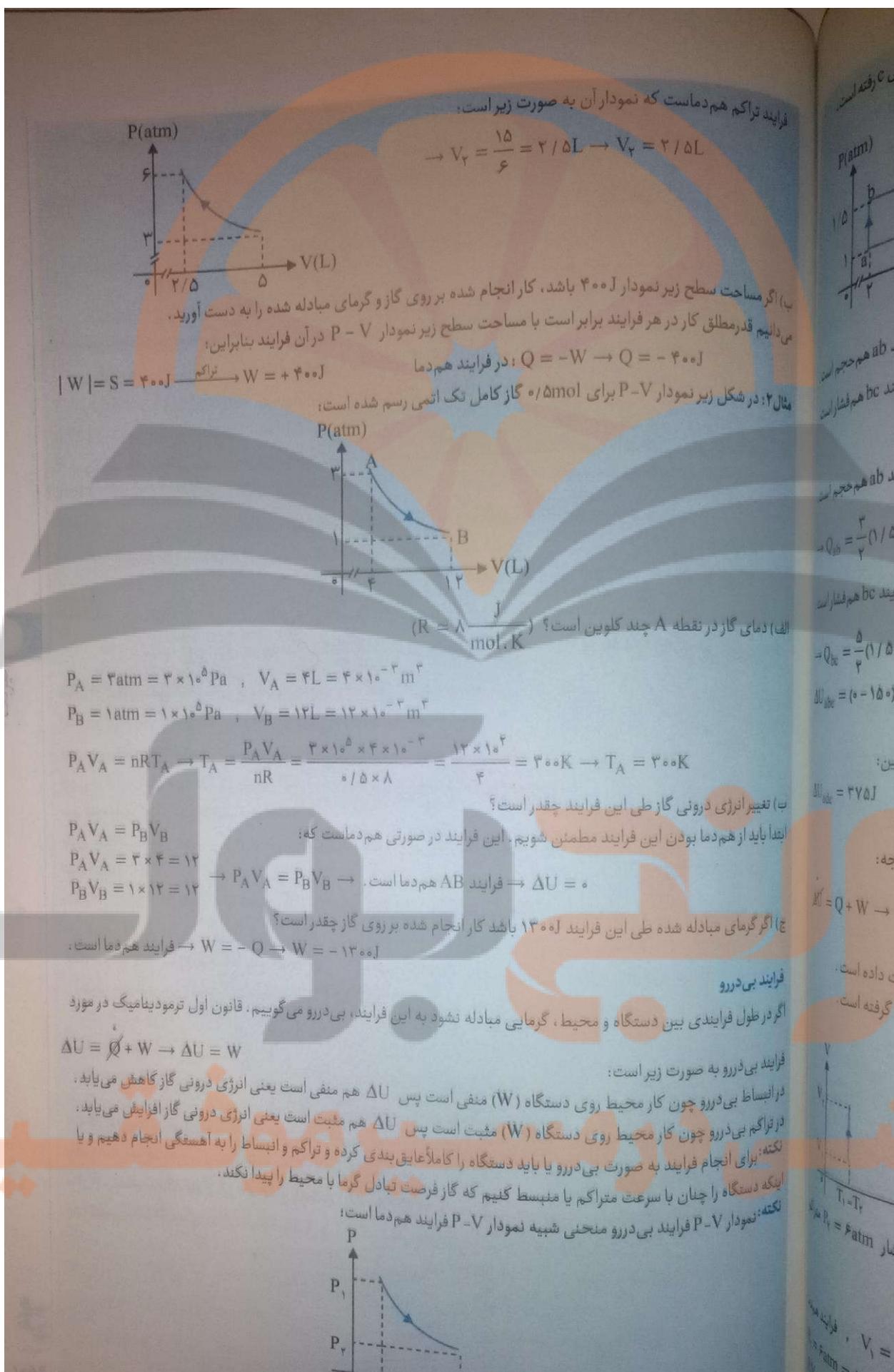


مثال ۶: مقداری گاز کامل را در دمای ثابت از حالت اولیه $P_1 = 5 \text{ atm}$ و $V_1 = 5 \text{ L}$ تا حالتنهایی با فشار $P_2 = 2 \text{ atm}$ من گلیم.

الف) حجمنهایی گاز را محاسبه و نمودار P-V آن را رسم کنید.

$$V_1 = 5 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3, P_1 = 2 \text{ atm} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

تلاشی در مسیر معرفت



(الف) فشار نهایی در تراکم همدمای چقدر است؟

$$T_{V_{\text{نهایی}}} = 200\text{K}, \quad T_{V_{\text{نیزه}}}=300\text{K}, \quad P_{T_{\text{نهایی}}} = 2\text{atm} = 2 \times 10^5 \text{Pa}, \quad n = 2\text{mol}$$

$$T_{V_{\text{نهایی}}} = 200\text{K}, \quad T_{V_{\text{نیزه}}}=300\text{K}, \quad P_{T_{\text{نهایی}}} = ?$$

$$\text{PV} = nRT \rightarrow nR = \frac{PV}{T} \rightarrow (\frac{P_T V_T}{T_T})_{\text{نهایی}} = (\frac{P_T V_T}{T_T})_{\text{نیزه}}$$

مطابق قانون کارها

$$\frac{V_{T_{\text{نهایی}}}}{V_{T_{\text{نیزه}}}} = (\frac{P_T}{T_T})_{\text{نهایی}} = (\frac{P_T}{T_T})_{\text{نیزه}}$$

$$\rightarrow \frac{P_{T_{\text{نهایی}}}}{200} = \frac{2}{300} \rightarrow P_{T_{\text{نهایی}}} = \frac{200 \times 2}{300} = 1/5 \text{atm} \rightarrow P_{T_{\text{نهایی}}} = 1/5 \text{atm}$$

$$(R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}})$$

می‌دانیم تغییر انرژی درونی در هر فرایند برابر است با:

$$\Delta U = nC_V \Delta T \rightarrow \Delta U = 2 \times \frac{3}{2} \times 8.314 \times (300 - 200) = 2400 \text{J} \rightarrow \Delta U = 2400 \text{J}$$

درجه حریم ترمودینامیکی تغییرهای از فرایندها است که در آن دستگاه پس از طی چند فرایند به حالت اولیه خود بازمی‌گردد. مثال:



نکته: چون در یک چرخه حالت اولیه و نهایی یکسان است تغییر انرژی درونی صفر است ($\Delta U = 0$). قانون اول ترمودینامیک برای یک چرخه به صورت زیر است:

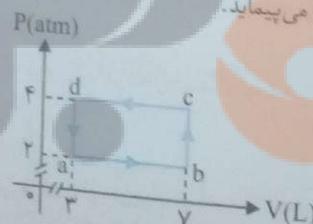
$$Q + W = \Delta U \rightarrow Q + W = 0 \rightarrow Q = -W$$

(در چرخه ترمودینامیکی)

نکته: کار کل انجام شده در یک چرخه نمودار $P-V$ برابر است با مساحت داخل چرخه.

نکته: اگر چرخه ساعتگرد باشد کار انجام شده بر روی دستگاه منفی و اگر چرخه پاد ساعتگرد باشد کار انجام شده بر روی دستگاه مثبت است.

مثال: گازی چرخه ترمودینامیکی فرضی زیر را می‌پیماید.



(الف) کار انجام شده بر روی گاز در این چرخه چقدر است؟

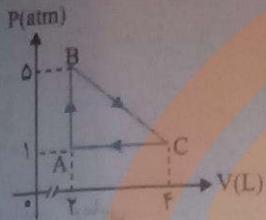
$$|W| = S_{abcd} = 4 \times 10^{-3} \times (2 - 1) \times 10^5 = 400 \text{J} \rightarrow |W| = 400 \text{J}$$

(ب) اگر مایی مبادله شده بین گاز و محیط در این چرخه چقدر است؟ در یک چرخه: $Q = -W \rightarrow Q = -400 \text{J}$

(الف) این چرخه، گاز ۱۰۰ گرما به محیط داده است.

مثال: یک مول گاز تک اتمی چرخه‌ای مطابق شکل مقابل می‌پیماید.

الف) کار انجام شده در چرخه را محاسبه کنید.



$$|W| = S_{ABC} = \frac{\frac{2}{3} \times 10^{-3} \times (5-1) \times 10^5}{2}$$

$$= 4 \times 10^2 = 400 \text{ J}$$

چرخه ساعتگرد

$$W = -400 \text{ J}$$

ب) کار انجام شده، گرمای مبادله شده و تغییر انرژی درونی در فرایند AB را محاسبه کنید.

$$W_{AB} = 0$$

$$Q_{AB} = nC_V \Delta T = n \times \frac{3}{2} R(T_B - T_A) = \frac{3}{2}(nRT_B - nRT_A)$$

$$= \frac{3}{2}(P_B V_B - P_A V_A) = \frac{3}{2}(5 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3} - 1 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3})$$

$$= \frac{3}{2}(1000 - 200) = 1200 \text{ J} \rightarrow Q_{AB} = 1200 \text{ J}$$

$$\Delta U_{AB} = Q_{AB} + W_{AB} = 0 + 1200 = 1200 \text{ J} \rightarrow \Delta U_{AB} = 1200 \text{ J}$$

ج) کار انجام شده، گرمای مبادله شده و تغییر انرژی درونی در فرایند CA را محاسبه کنید.

$$W_{CA} = -P\Delta V = -1 \times 10^5 \times (2 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3}) = -1 \times 10^5 \times (-2) \times 10^{-3}$$

$$= 200 \text{ J} \rightarrow W_{CA} = -200 \text{ J}$$

$$Q_{CA} = nC_P \Delta T = n \times \frac{5}{2} R(T_A - T_C) = \frac{5}{2}(nRT_A - nRT_C)$$

$$= \frac{5}{2}(P_A V_A - P_C V_C) = \frac{5}{2}(1 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3} - 1 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3})$$

$$= \frac{5}{2}(200 - 400) = -500 \text{ J} \rightarrow Q_{CA} = -500 \text{ J}$$

$$\Delta U_{CA} = Q_{CA} + W_{CA} = -500 + 200 = -300 \text{ J} \rightarrow \Delta U_{CA} = -300 \text{ J}$$

ماشین‌های گرمایی

ماشین گرمایی: دستگاهی است که طی یک چرخه ترمودینامیکی مقداری گرما از محیط دریافت و بخشی از آن را به کارتیدیل می‌کند.

انواع ماشین‌های گرمایی:

۱- ماشین گرمایی برون سوز: ماشینی است که در آن گرما از بیرون به دستگاه داده می‌شود و انواع آن عبارتند از:

ماشین بخار، ماشین استریلینگ، ماشین نیوکامن.

۲- ماشین گرمایی درون سوز: ماشینی است که در آن گرما در داخل دستگاه تولید می‌شود و انواع آن عبارتند از:

ماشین بنزینی، ماشین دیزلی.

ماشین بخار وات:

در ماشین بخار وات دستگاهی که چرخه را طی می‌کند، آب است.

نکته: چرخه آرمانی چرخه‌ای است که فرایندهای آن ایستاوار و بدون اتفاف باشد.

چرخه آرمانی یک ماشین بخار وات را چرخه رانکن می‌گویند.

ماشین برون سوز بنزینی:

چرخه ماشین‌های بنزینی شامل شش فرایند است که عبارتند از: ضربه مکش، ضربه تراکم، آتش گرفتن، ضربه انجام کار، تخلیه.

ضربه خروج گاز.

چرخه آرمانی یک ماشین بنزینی را چرخه آتو می‌گویند.

نکته مهم: طرز کار طرح وار یک ماشین گرمایی آرمانی به صورت رو به رو است که در آن دستگاه مقداری گرما از منبع گرم گرفته

تلاش بر موفقیت

$$Q_H = |W| + |Q_L|$$

منبع گرم

$$Q_H$$

دستگاه

$$|W|$$

منبع سرد

$$Q_L$$

بازده ماشین گرمایی

بازده یک ماشین گرمایی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\eta = \frac{\text{انرژی مفید خروجی}}{\text{انرژی داده شده به ماشین}} \rightarrow \eta = \frac{|W|}{Q_H} \text{ یا } \eta = 1 - \frac{|Q_L|}{Q_H}$$

نکه: بازده ماشین‌های گرمایی واقعی کمتر از بازده ماشین‌های گرمایی آرامانی است.

بازده تقریبی از ماشین‌های گرمایی به صورت زیر است:

بازده ماشین روزن سوز بنزینی: ۲۰ تا ۳۰ درصد

بازده ماشین روزن سوز دیزلی: ۳۰ تا ۳۵ درصد

بازده ماشین بروزن سوز پخار: ۳۰ تا ۴۰ درصد

مثال ۱: بازده یک موتور بنزینی ۲۵ درصد است. اگر در هر چرخه ۲۰۰۰ ج گرمایه موتور داده شود در هر چرخه:

(الف) کار انجام شده توسط موتور چقدر است؟

$$\eta = \frac{25}{100} = 0.25, Q_H = 2000\text{J}, |W| = ?$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \rightarrow |W| = \eta \times Q_H = 0.25 \times 2000 = 500\text{J} \rightarrow |W| = 500\text{J}$$

ب) چند جول گرمایه منبع سرد داده می‌شود؟

$$Q_H = |W| + |Q_L| \rightarrow |Q_L| = Q_H - |W| = 2000 - 500 = 1500\text{J} \rightarrow |Q_L| = 1500\text{J}$$

مثال ۲: یک ماشین گرمایی آرامانی در هر دقیقه $10^3 \times 2 \times 10^3$ گرمایه منبع گرم دریافت و $10^3 \times 10^3$ گرمایه منبع سرد می‌دهد.

(الف) این ماشین در هر دقیقه چند جول کار انجام می‌دهد؟

$$Q_H = 2 \times 10^3 = 2000\text{J}, |Q_L| = 2 \times 10^3 \text{J} = 2000\text{J}$$

$$Q_H = |W| + |Q_L| \rightarrow |W| = Q_H - |Q_L| = 2000 - 2000 = 17000\text{J} \rightarrow |W| = 17000\text{J}$$

ب) بازده ماشین چقدر است؟

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{17000}{20000} = \frac{17}{20} \rightarrow \text{درصد بازده} = \frac{17}{20} \times 100 = 85\%$$

توان یک موتور بنزینی 5 kW و بازده آن ۲۰ درصد است. در هر دقیقه چه مقدار گرمایه موتور داده می‌شود؟

$$P = \Delta k W = 5000\text{W}, \eta = \frac{20}{100}, \Delta t = 1\text{min} = 60\text{s}, Q_H = ?$$

کار انجام شده توسط موتور در هر دقیقه:

$$P = \frac{|W|}{\Delta t} \rightarrow |W| = P \cdot \Delta t = 5000 \times 60 = 300000 = 3 \times 10^5 \text{J} \rightarrow |W| = 3 \times 10^5 \text{J}$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \rightarrow Q_H = \frac{|W|}{\eta} = \frac{3 \times 10^5}{0.2} = 15 \times 10^5 \text{J} \rightarrow Q_H = 15 \times 10^5 \text{J}$$

گرمایی داده شده به موتور در هر دقیقه:

قانون دوم ترمودینامیک (به بیان ماشین گرمایی): ممکن نیست دستگاه طی چرخه‌ای همه گرمایی جذب شده از منبع گرم را به

کار تبدیل کند. (ممکن نیست بازده ماشین گرمایی 100% درصد شود.)

بازده چرخه کارنو بیشترین بازده یک ماشین گرمایی که بین دو منبع با دماهای T_H و T_L کار می‌کند را بازده ماشین کارنوی آن

نمی‌گویند که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\eta_{کارنو} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

بر حسب کلوبن است).

۱۰۶۳

نکته: بازده ماشین کارلو به جنس ماده‌ای که چوله را می‌بینند بستگی ندارد.

نتیجه: کارلو بازده یک ماشین گرمایی که بین دو منبع با دمای T_L و T_H کار می‌کند هرگز نمی‌تواند بیشتر از بازده ماشین کارنویی باشد که بین این دو منبع کار می‌کند یعنی: $\eta_{کارنویی} \leq \eta$

مثال ۱: یک ماشین گرمایی بین دمای $T_L = 300\text{K}$ و $T_H = 400\text{K}$ کار می‌کند. بازده ماشین کارنویی که بین این دو دما کار می‌کند چقدر است؟

$$\eta_{کارنویی} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300}{400} = 1 - 0.75 = 0.25 \times 100 = 25\%$$

مثال ۲: یک ماشین کارنویی بین دمای $T_L = 100\text{K}$ و $T_H = 500\text{K}$ کار می‌کند. اگر این ماشین در هر چرخه 20J گرمای منبع گرم بگیرد:

(الف) در هر چرخه چه مقدار کار انجام می‌دهد؟

$$\eta_{کارنویی} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{100}{500} = 1 - 0.2 = 0.8 \rightarrow \eta = \eta_{کارنویی} = 0.8$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \rightarrow |W| = \eta \times Q_H = 0.8 \times 200 = 160\text{J} \rightarrow |W| = 160\text{J}$$

(ب) در هر چرخه چه مقدار گرما به منبع سرد می‌دهد؟

$$|Q_L| = Q_H - |W| = 200 - 160 = 40\text{J} \rightarrow |Q_L| = 40\text{J}$$

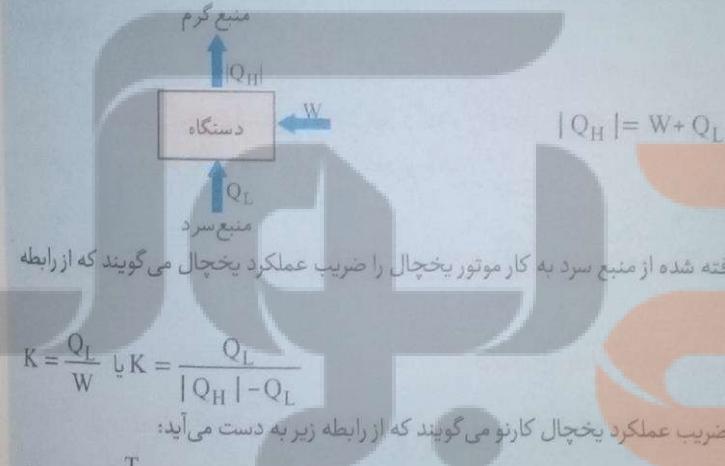
بخجال

قانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچالی: ممکن نیست گرما خود به خود از جسم سرد به جسم گرم منتقل شود.

نکته: با انجام کار می‌توان گرما را از جسم سرد به جسم گرم منتقل کرد.

نکته: وسیله‌ای است که با استفاده از کار، گرما را از جسم سرد به جسم گرم منتقل می‌کند. طرز کار یخچال‌ها و اروان ماشین‌های گرمایی است.

نکته مهم: طرز کار طرح وار یک یخچال به صورت زیر است:



ضریب عملکرد یخچال: نسبت گرمای گرفته شده از منبع سرد به کار موتور یخچال را ضریب عملکرد یخچال می‌گویند که از رابطه

زیر به دست می‌آید:

$$K = \frac{Q_L}{W} \quad \text{یا} \quad K = \frac{Q_L}{|Q_H| - Q_L}$$

نکته: بیشترین ضریب عملکرد یخچال را ضریب عملکرد یخچال کارنویی گویند که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$K_{کارنویی} = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

مثال ۱: موتور یک یخچال در هر دقیقه با مصرف $J = 10^5$ انرژی الکتریکی $J = 10^5 \times 10^5 = 10^{10}\text{J}$ گرمای از درون یخچال می‌گیرد.

(الف) در این مدت یخچال چند ژول گرما به فضای بیرون می‌دهد؟

$$t = 60\text{s}, \quad W = 10^5\text{J}, \quad Q_L = 5 \times 10^5\text{J}, \quad Q_H = ? \\ |Q_H| = W + Q_L = 10^5 + 5 \times 10^5 = 6 \times 10^5\text{J} \rightarrow |Q_H| = 6 \times 10^5\text{J}$$

(ب) ضریب عملکرد آن چند است؟

$$K = \frac{Q_L}{W} = \frac{5 \times 10^5}{10^5} = 5 \rightarrow K = 5$$

مثال ۲: ضریب عملکرد یک یخچال ۳ است؛ اگر در هر دقیقه $J = 10^5 \times 9 \times 10^5 = 9 \times 10^9\text{J}$ گرمای از درون آن گرفته شود.

(الف) توان مصرف بخجال، حقیقت است؟

برای محاسبه توان مصرفی ابتدا باید کاریخچال را محاسبه کرد:

$$K = \frac{Q_1}{W} \rightarrow W = \frac{Q_1}{K} = \frac{4 \times 10^7}{4} = 4 \times 10^7 \text{ J} \rightarrow W = 40000 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{40000}{4} = 10000 \text{ W} \rightarrow P = 10000 \text{ W}$$

(در هر دقیقه چه مقدار گرمای خارج از خیچال داده می شود؟)

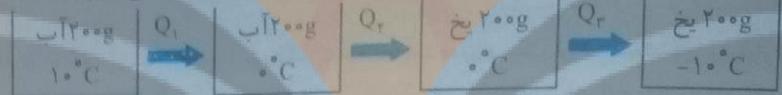
$$Q_H = Q_L + W = 40000 + 40000 = 120000 \text{ J} = 120 \text{ kJ} \rightarrow Q_H = 120 \text{ kJ}$$

مثال ۳: توان یک خیچال $W = 200 \text{ W}$ و ضریب عملکرد آن $\eta = 4$ است. چه مدت طول می کشد تا دراین خیچال آب 200 g با 10° C بخ

$$(L_f = 335000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} , c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}} , c_{\text{بخار}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}) - \text{تبدیل شود؟}$$

$$P = 200 \text{ W} , K = 4 , t = ? , m = 200 \text{ g} , 10^\circ \text{ C} \xrightarrow{\text{بخار}} -10^\circ \text{ C}$$

از دست می دهد تابه بخ $10^\circ \text{ C} - 10^\circ \text{ C}$ که آب 10° C از دست می دهد تابه بخ



$$Q_1 = mc_{\text{آب}} \Delta T = 0.7 / 2 \times 4200 \times (10 - 10) = -8400 \text{ J}$$

$$Q_2 = -mL_f = -0.7 / 2 \times 335000 = -57000 \text{ J}$$

$$Q_3 = mc_{\text{بخار}} \Delta T = 0.7 / 2 \times 2100 \times (-10 - 10) = -4200 \text{ J}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = -8400 - 57000 - 4200 = -79600 \text{ J}$$

بنابراین گرمایی که خیچال از آب می گیرد برابر است با: $Q_L = 79600 \text{ J}$

$$K = \frac{Q_1}{W} \rightarrow W = \frac{Q_1}{K} = \frac{79600}{4} = 19900 \text{ J} \rightarrow W = 19900 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{19900}{200} = 99.5 \text{ s} \rightarrow t = 99.5 \text{ s}$$

نکته: دو بیان قانون دوم ترمودینامیک معادل یکدیگرد. یعنی اگر قانون دوم ترمودینامیک به بیان خیچالی نقص شود، قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی نیز نقض می شود و بالعکس.

۱۵۱

روی فوطی های اسپری، هشدار داده شده است که از انداختن آن در آتش خودداری کنید. علت این توصیه را براساس

فرایند هم حجم توضیح دهید.

با افزایش دما حجم قوطی تقریباً ثابت است (فرایند هم حجم) ولی فشار گاز داخل آن افزایش می باید که این افزایش فشار اگر از حد معینی (بسته به جنس گاز و اندازه قوطی) بیشتر شود باعث انفجار قوطی خواهد شد.

۱۵۲

تمرين ۱-۵

۱) دمای n مول گاز با گرمای ویژه مولی در حجم ثابت C_V . در یک فرایند هم حجم از T_1 به T_2 رسیده است.

الف) تغییر انرژی درونی گاز در این فرایند را بیابید.

در فرایند هم حجم $W = 0$ بنابراین:

$$\Delta U = Q + W \rightarrow \Delta U = Q = nC_V \Delta T \rightarrow \Delta U = nC_V \Delta T = nC_V(T_2 - T_1)$$

ب) اگر این گاز گاز آرامانی و تک اتمی باشد، تغییر انرژی درونی آن به چه صورت نوشته می شود؟

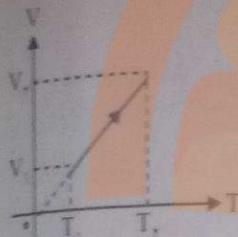
در گاز کامل تک اتمی داریم $C_V = \frac{3}{2} R$ بنابراین:

$$\Delta U = n \times \frac{3}{2} R \times \Delta T \rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T$$

تلاش معرفه

تمرین ۲-۵

نیشان دهید نمودار $P-T$ برای فرایند هم فشار یک گاز آرامی، خط راست است که امتداد آن از مبدأ محضات می‌گذرد.
چون گاز آرامی است با استفاده از معادله حالت گاز داریم:



$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P} \rightarrow V = \left(\frac{nR}{P}\right)T$$

چون $\left(\frac{nR}{P}\right)$ مقداری ثابت است رابطه فوق معادله خط راستی است که امتداد آن از مبدأ محضات می‌گذرد.

تمرین ۳-۵

نیشان دهید رابطه ۳-۵ که برای یک انبساط هم فشار به دست آمده برای یک تراکم هم فشار نیز برقرار است.
اگر طی یک فرایند تراکم در پیستون، فشار کار P ، مساحت پیستون d و جایه چالی A در نظر گرفته شود با توجه به اینکه نیرویی که از طرف گاز به پیستون وارد می‌شود در مقابل اینجا چالی A است، می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} F \times d \times \cos 180^\circ &= -Fd = -PAd \quad : \text{در تراکم.} \\ Ad = V_2 - V_1 &= -\Delta V \quad : \text{کار گاز روی پیستون} \\ -p(-\Delta V) &= P\Delta V \quad : \text{کار پیستون روی گاز} \rightarrow W = -P\Delta V \end{aligned}$$

۱۵

فعالیت ۱-۵

با توجه به نمودار شکل رو به رو، نیشان دهید در فرایند هم فشار، مساحت سطح زیر نمودار $P-V$ برابر با قدر مطلق کار انجام شده است.



$$\begin{aligned} W &= -P\Delta V = -P(V_2 - V_1) \\ S &= (P - e)(V_2 - V_1) = P(V_2 - V_1) \end{aligned} \quad \rightarrow S = |W|$$

تمرین ۴-۵

مشابه آنچه که برای تراکم هم دما شرح دادیم، انبساط هم دمای گاز کامل را شرح دهید و علامت های Q و W را برای چنین فرایندی تعیین و نمودارهای $T-P$ و $V-T$ را برای آنرسم کنید.

در انبساط هم دما، استوانه حاوی گاز را در تماس با یک منبع گرمایی با دمای ثابت و برابر با دمای اولیه گاز قرار می‌دهیم. فشار گاز داخل استوانه را با برداشتن تدریجی ساقمه‌های سربی روی پیستون، به آهستگی کاهش می‌دهیم، حجم گاز داخل استوانه به تدریج زیاد می‌شود، چون در این فرایند دما ثابت است تغییر انرژی درونی صفر است و می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta U = Q + W = 0 \rightarrow Q = -W$$

چون در انبساط، کار انجام شده بر روی گاز منفی است، Q مثبت می‌شود. یعنی در انبساط هم دما گاز گرمایی می‌گیرد.
 $W \rightarrow 0$ ، منفی $\rightarrow 0$

۱۶



تلاش در مسیر پیروزی

نهایی T_1 - T_r و V_1 - V_r این فرایند به صورت زیر است:

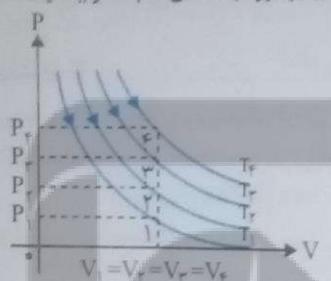


نهایی یک سرنگ حاوی هوا را مسدود و آن را وارد حجم بزرگ از آب کنید، پس از مدتی، پیستون سرنگ را به آرامی بشارید. هوا درون سرنگ چه فرایندی را طی می کند؟
بنابراین یک تراکم هم دما است که در آن آب نقش یک منبع گرمایی را دارد.

۱۵۸)

در شکل رویه رو، نمودار P - V مربوط به انساط هم دمای یک گاز آرامی در دمای های مختلف رسم شده است.
الف) شان دهد: $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$. (راهنمایی: خطی عمود بر محور V یا عمود بر محور P رسم کنید، به گونه ای که هر چهار نمودار را قطع کند و سپس قانون گازهای آرامی را برای نقطه های برخورد با منحنی ها به کار بیندید)
ب) خط عمود بر محور V رسم می کنیم به طوری که هر چهار نمودار را قطع کند. نقاط برخورد را نامگذاری می کنیم.

۱۵۹)



$$P_1 V_1 = nRT_1, \quad P_2 V_2 = nRT_2, \quad P_3 V_3 = nRT_3, \quad P_4 V_4 = nRT_4$$

$$P_1 < P_2 < P_3 < P_4$$

$$P_1 V_1 < P_2 V_2 < P_3 V_3 < P_4 V_4$$

$$nRT_1 < nRT_2 < nRT_3 < nRT_4$$

$$T_1 < T_2 < T_3 < T_4$$

توجه به قانون گازها می توان نوشت:

با توجه به نمودار، رابطه فشار در نقاط ۱ و ۲ و ۳ و ۴ برابر است با:

چون حجم گاز در تمام این نقاط با هم برابر است می توان نوشت:

بالستقایه از قانون گازها داریم:

لذا مقادیر nR از ناساوا می توان نوشت:

ب) از یک تغییر حجم معین، اندازه کار انجام شده در کدام فرایند بیشتر است؟
چون قدر مطلق کار انجام شده برابر با سطح زیر نمودار (P - V) است، هرچه نمودار بالاتر باشد مساحت زیر آن و در نتیجه کار انجام شده در آن فرایند بیشتر است. پس: $|W_4| > |W_2| > |W_1| > |W_3|$

۱۶۰)

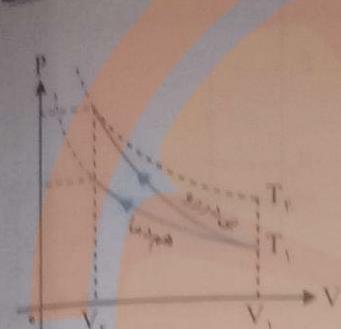
لذتیت ۲-۳

۵) وقتی در یک نوشابه گازدار جملی سرد را سریع باز می کنیم، مشاهده می شود که هاله ریقی در اطراف دهانه نوشابه ایجاد می شود. این پدیده را توجیه کنید. در قسمت بالای بطری نوشابه ای که در آن باز نشده مخلوط از گاز کربن دی اکسید و بخار آب وجود دارد. وقتی که در نوشابه را سریع باز می کنیم به علت سرعت بالای انجام این کار، گاز داخل بطری نوشابه تبادل گرما با محیط را ندارد و فرایندی می درو را طی می کند. در این فرایند فشار گاز کاهش و حجم آن افزایش می یابد. لذا نتیجه این ریقی در یک نوشابه کار و دمای آن کاهش می ناید و این کاهش دما باعث می شود تا بخار آب موجود در بطری نوشابه به مایع

تلash
در مهندسی موافقیت

تمرین ۵-۵

مثال ۱۱-۵ را با فرض آنکه گازیه جای انساط، تراکم باید پاسخ دهد.
در شکل، دو مسیر هم‌دعا برای دعاهای T_1 و T_2 رسم شده‌اند. در تراکم هم‌دعا، دعا تغییر نمی‌کند. بنابراین گاز در مسیر (T_1) باقی می‌ماند و لی در تراکم سریع، چون دمای گاز افزایش می‌باید گاز از مسیر (T_1) خارج و به دعاهای بالاتر در مسیر (T_2) می‌رود. در اینجا چون سطح زیر نیودار فرایند بی‌دری بیشتر است $|W|$ برای این فرایند مقدار بیشتری دارد.



بررسی ۲-۵

سریگ آتش‌نه استوانه کوچک است مجهر به پیستون که کاملاً بر سطح داخلی استوانه منطبق است. در همان حسوس داخل سریگ، فقط هوا و نکه کاغذ کوچک قرار دارد. با این‌دن سریع پیستون به داخل، و تراکم این در رود هوای محبوس، نکه کاغذ مشتعل می‌شود. معمولاً از کاغذ نیتروسلولر در این آزمایش استفاده می‌شود که نقطه اشتعال سریع‌تر دارد. حرا کاغذ در این فرایند آتش می‌گیرد؟
من دانیم در تراکم این در رود دمای گاز افزایش می‌باشد بنابراین اکثر سریگ سریع و مقدار آن زیاد باشد دمای هوا در داخل سریگ به حدی افزایش می‌باید که باعث اشتعال کاغذ درعن سریگ می‌شود.

(۱۶۱)

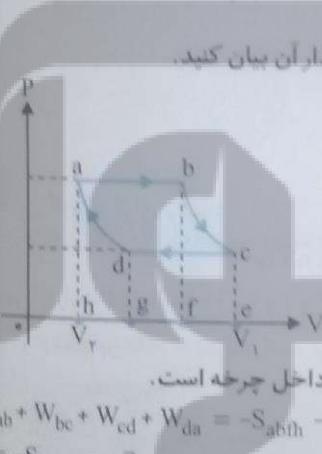
الف) در فرایند

(۱۶۲)

فعالیت ۴-۵

شکل زیر را چرخه ترمودینامیک فرضی را نشان می‌دهد.

الف) کار انجام شده روی دستگاه در هر فرایند را بر حسب سطح زیر نمودار آن بیان کنید.



$$\begin{aligned} |W_{ab}| &= S_{abfh} \xrightarrow{\text{بساط}} W_{ab} = -S_{abfh} \\ |W_{cd}| &= S_{edge} \xrightarrow{\text{نکه}} W_{cd} = +S_{edge} \\ |W_{bc}| &= S_{bcff} \xrightarrow{\text{بساط}} W_{bc} = -S_{bcff} \\ |W_{da}| &= S_{dahg} \xrightarrow{\text{نکه}} W_{da} = +S_{dahg} \end{aligned}$$

ب) نشان دهد مقدار کار کل انجام شده روی دستگاه برابر با مساحت داخل چرخه است.

$$\begin{aligned} W_t &= W_{ab} + W_{bc} + W_{cd} + W_{da} = -S_{abfh} - S_{bcff} + S_{edge} + S_{dahg} = -S_{abeh} + S_{adch} = -S_{abcd} \\ \Rightarrow W_t &= -S_{abcd} = -S_{چرخه} \end{aligned}$$

ب) کار کل انجام شده روی دستگاه مثبت است یا منفی؟ توضیح دهد.

چون مساحت زیر نمودار در بخش انساط (abc) بزرگ‌تر از مساحت زیر نمودار در بخش تراکم eda است. بنابراین کار انجام شده بر روی دستگاه در این چرخه منفی است:

$$W_t = -S_{چرخه}$$

فعالیت ۵-۵

در مورد ماشین‌های بخاری که امروزه در نیروگاه‌های گرمایی (حرارتی) استفاده می‌شوند و نحوه کارکرد آنها تحقیق کنید و نتیجه تحقیق را به صورت پوستر یا پرده‌نگار در کلاس ارائه نمایید. سعی کنید از تصاویر مناسب آموزشی بهره ببرید.
دانش‌آموخته عزیز می‌توانند با مراجعه به سایت www.mechanism.ir و www.mechanism.ir جستجوی عبارت «توربین بخار چیست» و «توربین حسیت» در قسمت جستجو در سایت، تصاویر و توضیحاتی را در مورد توربین‌های بخار نیروگاه‌های حرارتی به دست آورند.

(۱۶۳)

تلاش در مسیر موافقت

۶-۵ هدایت

قابی پوت - پوت، نوعی قایق است اسباب بازی است که اساساً کار آن مانند ماشین های برون سوز است. در مورد این قابی های اسباب بازی تحقیق کرده و سعی کنید آن را بسازید. در این قایق ها مخزنی از آب قرار دارد که توسط یک ماده اشتعال را ولند اکل یا شمع، گرم و به نقطه جوش می رسد. فشار بخار آبی که از انتهای قایق خارج می شود نیروی پیشوان آن را تأمین می کند. (دانش آموزان عزیزمی توانند با مراجعه به سایت www.aparat.com مراحل ساخت قایق بخار را آموزش ببینند.)

۳-۵ پرسش

بافرض آنکه بتوان ضریب عملکرد یک یخچال را با ضریب عملکرد یخچال کارنو توصیف کرد، به گمان شما یک کولر گاری در آب و هوای معتمد بهتر کار می کند یا در آب و هوای گرم؟

در آب و هوای معتمد بهتر کار می کند. زیرا هر قدر دمای منبع گرم T_H (دمای هوای بیرون) بیشتر باشد مقدار $T_H - T_L$

$$\text{بیشتر است بنابراین با افزایش مقدار مخرج در رابطه } \frac{T_L}{T_H - T_L} = K \text{ ضریب عملکرد کاهش می یابد.}$$

۱۷۴

پرسش ها و مسئله های فصل ۵

۱- ظرفی شامل 40 kg آب است. با هم زدن آب داخل ظرف، 40 kJ کار روی آن انجام می دهیم و در این مدت 30 g را از ظرف به بیرون منتقل می شود. انرژی درونی آب چقدر تغییر می کند؟

$$W = 40 \text{ kJ}, Q = -30 \text{ kJ}, \Delta U = ?$$

$$\Delta U = Q + W = -30 + 40 = 10 \text{ kJ} \rightarrow \Delta U = 10 \text{ kJ}$$

۱۷۵

۲- الف) در فرایند هم حجم چگونه می توان فشار گاز را افزایش یا کاهش داد؟

در فرایند هم حجم با افزایش دما، فشار گاز افزایش و با کاهش دما، فشار گاز کاهش می یابد.

ب) در فرایند هم فشار چگونه می توان حجم گاز را افزایش یا کاهش داد؟

در فرایند هم فشار اگر دما افزایش یابد، حجم گاز افزایش و اگر دما کاهش یابد، حجم گاز کاهش می یابد.

۳- ته یک سرنگ را که دسته آن می تواند آزادانه حرکت کند مسدود می کنیم. آن را درون مقداری آب می اندازیم و آب را به تدریج گرم می کنیم. هوای درون چه فرایندی را طی می کند؟ فرایند انسیاط هم فشار

۴- حجم $5/4 \text{ mol}$ از یک گاز آرامی تک اتمی $3/8 \text{ لیترو فشار آن } 1/5 \text{ انسفراست.}$

الف) مقداری گرمایی که گاز می دهیم تا فشار آن از طریق یک فرایند هم حجم دو برابر شود. کار و گرمای مبادله شده را برای این فرایند محاسبه کنید.

$$n = 0.5 \text{ mol}, V_1 = 8/3 \text{ L} = 8/3 \times 10^{-3} \text{ m}^3, P_1 = 1/5 \text{ atm} = 1/5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 2P_1 = 2 \times 1/5 \times 10^5 = 3 \times 10^5 \text{ Pa}, W = ?, Q = ?$$

کارهای انجام شده در فرایند هم حجم صفر است بنابراین: $W = 0$

گرمای مبادله شده در فرایند هم حجم برابر است با:

$$Q = nC_V \Delta T = n \times \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (nRT_2 - nRT_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \xrightarrow{\substack{\text{فرایند هم حجم} \\ \text{ثابت}}} Q = \frac{3}{2} V \Delta P$$

$$\rightarrow Q = \frac{3}{2} \times 8/3 \times 10^{-3} \times (3/8/5) \times 10^5 = 18/675 \times 10^2 \text{ J} \rightarrow Q = 1/9 \times 10^3 \text{ J}$$

ب) اگر به جای گرمایی داده به گاز، مقداری گرمایی از گاز بگیریم تا حجم آن در طی یک فرایند هم فشار نصف شود، کار و

گرمای مبادله شده در این فرایند چقدر می شود؟

$$V_1 = 8/3 \times 10^{-3} \text{ m}^3, V_2 = \frac{1}{2} V_1 = \frac{1}{2} \times 8/3 \times 10^{-3} = 4/15 \times 10^{-3} \text{ m}^3, W = ?, Q = ?$$

کار انجام شده در فرایند هم فشار برابر است با:

$$W = -P \Delta V = -1/5 \times 10^5 \times (4/15 - 8/3) \times 10^{-3} = +6/225 \times 10^2 \text{ J} \rightarrow W = 6/225 \times 10^2 \text{ J}$$

گرمای مبادله شده در فرایند هم فشار نیز برابر است با:

$$Q = nC_p \Delta T = n \times \frac{\Delta}{2} \times R(T_2 - T_1) = \frac{\Delta}{2} (nRT_2 - nRT_1) = \frac{\Delta}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \xrightarrow[\text{هم فشار}]{\text{هم دامنه}} Q = \frac{\Delta}{2} P \Delta V$$

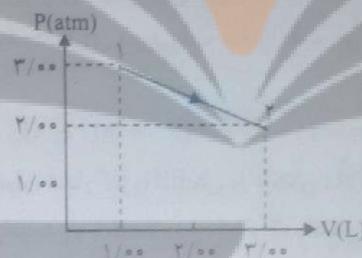
$$Q = \frac{\Delta}{2} \times 1/5 \times 10^5 \times (4/14 - 8/23) \times 10^{-3} = 15/5625 \times 10^2 \text{ J} \rightarrow Q = 1/6 \times 10^3 \times 10^2 \text{ J}$$

نکته: برای گازهای تک اتمی گرمای مبادله شده در فرایند هم حجم را می‌توان از رابطه $Q = \frac{3}{2} V \Delta P$ و گرمای مبادله

شده در فرایند هم فشار را می‌توان از رابطه $Q = \frac{\Delta}{2} P \Delta V$ به دست آورد.

نکته: برای گازهای دو اتمی نیز گرمای مبادله شده در فرایند هم حجم از رابطه $Q = \frac{5}{2} V \Delta P$ و هم فشار از رابطه $Q = \frac{7}{2} P \Delta V$ به دست می‌آید.

۵- نمودار $P - V$ ی گازی رقیق در شکل رو به رو نشان داده شده است. در این فرایند با فرض آنکه انرژی درونی در نقطه (۱) برابر 456 J و در نقطه (۲) برابر 912 J باشد، چقدر گرمای مبادله شده است؟ آیا گاز گرما گرفته است یا از دست داده است؟



با توجه به انرژی درونی اولیه و نهایی، تغییر انرژی درونی فرایند برابر است با:

$$U_1 = 456 \text{ J}, \quad U_2 = 912 \text{ J} \rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 = 912 - 456 = 456 \text{ J} \rightarrow \Delta U = 456 \text{ J}$$

برای محاسبه گرمای مبادله شده ابتدا باید کار انجام شده در این فرایند را محاسبه کنیم که برابر است با مساحت سطح زیر نمودار $P - V$:

$$|W|_{\text{جزء}} = S_{\text{جزء}} = \frac{\text{ارتفاع} \times \text{مجموع دو قاعده}}{2} = \frac{(2+3) \times 10^5 \times (3-1) \times 10^{-3}}{2} = \frac{5 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}}{2} = 5 \times 10^2 = 500 \text{ J} \rightarrow |W| = 500 \text{ J}$$

چون در این فرایند گاز منبسط شده علامت کار منفی است: $W = -500 \text{ J}$

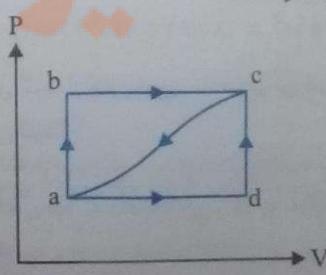
حال با دانستن تغییر انرژی درونی و کار انجام شده و با استفاده از قانون اول ترمودینامیک، گرمای مبادله شده برابر است با:

$$Q = \Delta U - W = 456 - (-500) = 456 + 500 = 956 \text{ J} \rightarrow Q = 956 \text{ J}$$

علامت Q مثبت است بنابراین گاز در این فرایند گرما گرفته است.

۶- گازی مطابق شکل، از طریق مسیر abc از حالت a به c می‌رود. گاز در این مسیر 90° ژول گرما می‌گیرد و 70° ژول کار انجام می‌دهد.

الف) تغییر انرژی درونی گاز در مسیر abc چقدر است؟



$$Q = +90 \text{ J}, \quad W = -70 \text{ J}, \quad \Delta U = Q - W = 90 - 70 = 20 \text{ J}$$

ب) اگر برای رسیدن به حالت ۲ فرایند از مسیر abc انجام شود، کار انجام شده توسط گاز در مقایسه با مسیر abc بیشتر است یا کمتر؟ گرمای داده شده به گاز بیشتر است یا کمتر؟
چون مساحت سطح زیر نمودار در مسیر abc بیشتر است، قدر مطلق کار نیز در آین مسیر کمتر است.
بلطفه ابتدا و انتهای هر دو مسیر مشترک است پس تغییر انرژی درونی هر دو مسیر یکسان است؛ از طرفی چون گاز در مسیر abc کمتری را انجام داده است، گرمای کمتری بیشتر است. لیز دریافت کرده است.
پ) اگر گاز را از مسیر خمیده از حالت ۲ به حالت ۳ برگردانیم، چقدر باید از آن انرژی بگیریم؟
انرژی که از گاز در مسیر c به a گرفته می‌شود برابر با تغییر انرژی درونی گاز در آین مسیر است، بنابراین:

۷. ۱۲/ گاز اکسیژن (O_2) در فشار متعارف جو ($1/0 \times 10^5 \text{ Pa}$) از $25/^\circ\text{C}$ تا $125/^\circ\text{C}$ گرم منشود. نسبت تغییر انرژی درونی گاز به گرمای داده شده به آن را بدست آورید.

راه اول:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta U = nC_V \Delta T \\ Q = nC_p \Delta T \end{array} \right\} \rightarrow \frac{\Delta U}{Q} = \frac{nC_V \Delta T}{nC_p \Delta T} = \frac{C_V}{C_p} = \rightarrow \frac{\Delta U}{Q} = \frac{21/2}{29/4} = 0/721$$

روشن دوم: برای اکسیژن داریم:

$$C_V = \frac{J}{\text{mol} \cdot \text{K}} = \frac{21/2}{22} \text{ J} \quad C_p = \frac{J}{\text{mol} \cdot \text{K}} = \frac{29/4}{8} \text{ J} \quad M_{O_2} = \frac{32}{2} \text{ g/mol} \quad \Delta T = 125 - 25 = 100 \text{ K} \quad m = 12 \text{ g}$$

تعداد مول گاز O_2 : $n = \frac{m}{M} = \frac{12}{32} = \frac{3}{8} \text{ mol} \rightarrow n = \frac{3}{8} \text{ mol}$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta U = nC_V \Delta T = \frac{3}{8} \times \frac{6360}{21/2 \times 100} \text{ J} \\ \Delta Q = nC_p \Delta T = \frac{3}{8} \times \frac{6360}{29/4 \times 100} \text{ J} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{\Delta U}{Q} = \frac{\frac{6360}{21/2}}{\frac{6360}{29/4}} = 0/721 \rightarrow \frac{\Delta U}{Q} = 0/721$$

۸- یک مکعب آلومینیم توپریه ضلع $20/0 \text{ cm}$ از $20/^\circ\text{C}$ تا $50/^\circ\text{C}$ در فشار متعارف جو ($1/0 \times 10^5 \text{ Pa}$) گرم منشود. کار انجام شده توسط مکعب و تغییر انرژی درونی آن را محاسبه کنید.

$$V_1 = 20 \times 20 \times 20 = 8000 \text{ cm}^3 \quad \Delta T = 50 - 20 = 30 \text{ K} \quad P = 1/0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\alpha_{AL} = 23 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \quad C_{AL} = 900 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad \rho_{AL} = 2/7 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

ابتدا تغییر حجم جسم را از رابطه انبساط حجمی جامدها محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta T = 8000 \times 3 \times 23 \times 10^{-6} \times 100 = 55/2 \text{ cm}^3 \rightarrow \Delta V = 55/2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

کار انجام شده در فرایند هم فشار برابر است با:
کار انجام شده توسط مکعب $\rightarrow W = -5/57 \text{ J}$ (به گرمای داده شده به

برای محاسبه تغییر انرژی درونی مکعب با استفاده از قانون اول ترمودینامیک مکعب نیاز داریم:

$$\left. \begin{array}{l} Q = mc_{AL}\Delta\theta = 21/6 \times 900 \times 100 = 194/4 \times 10^4 \text{ J} \\ m = \rho V = 2/7 \times 10^3 \times 8000 \times 10^{-6} = 21/6 \text{ kg} \end{array} \right\}$$

کار انجام شده توسط مکعب نسبت به گرمای داده شده به آن بسیار ناچیز است؛ بنابراین با صرف نظر کردن از کار انجام شده

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow{W=0} \Delta U = Q = 1/94 \times 10^6 \text{ J}$$

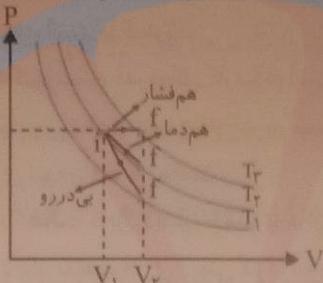
توسط مکعب داریم:

جنسه صرف تغییر انرژی درونی آن منشود.

تلاش در شرکت



۹- مطابق شکل رو به رو، حجم گازی آرامی طی سه فرایند هم فشار، هم دما و بی دررو از V_1 به حجم بزرگ تر V_2 می رسد.



الف) اندازه گار انجام شده توسط گاز را در این سه فرایند مقایسه کنید.

$$|W_{\text{بی دررو}}| > |W_{\text{هم دما}}| > |W_{\text{هم فشار}}|$$

با توجه به مساحت سطح زیر نمودار در سه فرایند داریم:

ب) دماینهای را در این فرایندها مقایسه کنید.

$$T_{\text{بی دررو}} > T_{\text{هم دما}} > T_{\text{هم فشار}}$$

مطابق نمودار $T_1 > T_2 > T_3$ بنا براین:

ب) گرمایی داده شده به گاز را در این فرایندها مقایسه کنید.

$$\text{در فرایند بی دررو } Q_{\text{بی دررو}} = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W \\ \Rightarrow W < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow Q_{\text{هم دما}} > 0$$

در فرایند هم دما داریم:

$$Q_{\text{هم فشار}} = nC_P \Delta T = \frac{C_P}{R} nR \Delta T = \frac{C_P}{R} P \Delta V = \frac{C_P}{R} |W_{\text{هم فشار}}|$$

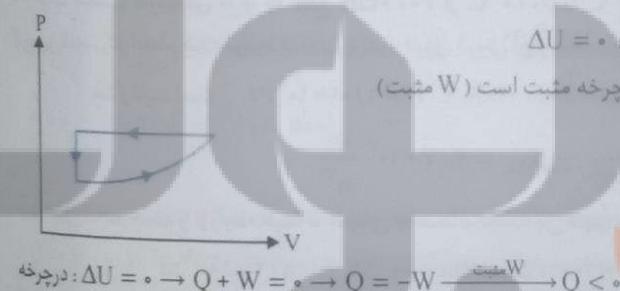
در فرایند هم فشار داریم:

$$\left. \begin{array}{l} Q_{\text{بی دررو}} = \frac{C_P}{R} |W_{\text{هم فشار}}| \\ Q_{\text{هم دما}} = |W_{\text{هم دما}}| \end{array} \right\} \frac{|W_{\text{هم فشار}}| > |W_{\text{هم دما}}|}{\frac{C_P}{R} > 1} \Rightarrow Q_{\text{بی دررو}} > Q_{\text{هم دما}} > Q_{\text{هم فشار}} = 0$$

۱۰- برای چرخه گازی که نمودار $P - V$ ای آن در اینجا نشان داده شده است، ΔU , W و Q مثبت است یا منفی، و یا برابر صفر است؟

تغییر انرژی درونی در یک چرخه صفر است بنا براین: $\Delta U = 0$

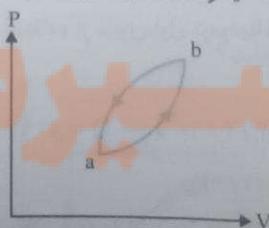
چرخه با ساعتگرد است بنا براین کار انجام شده در چرخه مثبت است (W مثبت)



$$\Delta U = 0 \rightarrow Q + W = 0 \rightarrow Q = -W \xrightarrow{\text{مثبت}} Q < 0$$

۱۱- شکل رو به رو چرخه ای را نشان می دهد که یک گاز طی کرده است.

الف) تعیین کنید که گاز در این چرخه گرمایی گرفته یا از دست داده است؟



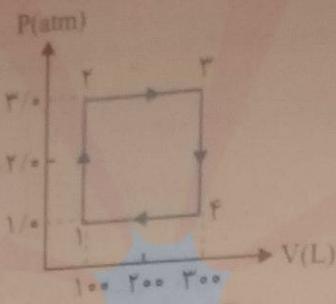
گاز گرمایی گرفته است. $\xrightarrow{Q=-W} Q > 0 \rightarrow W < 0 \rightarrow$ چرخه ساعتگرد

ب) اگر مقدار گرمایی مبادله شده در این چرخه 400J باشد، کار انجام شده روی گاز چقدر است؟

$$Q = 400\text{J} \quad Q = -W \rightarrow W = -Q = -400 \rightarrow W = -400\text{J}$$

تلاشی در مسیر موفقیت

کار کامل دو انتی چرخه نشان داده شده در شکل زیر را می‌پساید. دمای گاز در حالت (۱) برابر 200 K است.



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{1}{200} = \frac{1}{T_2} \rightarrow T_2 = 200\text{ K}$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2} \rightarrow T_3 = 180\text{ K}$$

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_4 V_4}{T_4} \rightarrow \frac{P_4}{T_4} = \frac{1}{180} = \frac{1}{T_2} \rightarrow T_2 = 180\text{ K}$$

ب) کار انجام شده در چرخه چقدر است؟

$$|W|_{چرخه} = S = (3-1) \times 10^2 \times (200 - 100) \times 10^{-3} = 2 \times 10^2 \times 200 \times 10^{-3} = 400 \times 10^{-2} = 4 \times 10^2 \text{ J}$$

افزونه ساعتگرد $\rightarrow W = -4 \times 10^2 \text{ J}$

پ) در چه فرایندهایی گاز گرم گرفته است؟

بنویج به رابطه‌های هم‌حجم و هم‌شارگرمای مبادله شده با $Q = nC_p \Delta T$ و $Q = nC_v \Delta T$ می‌باشد.

افزونه دما مثبت و با کاهش دما منفی است بنابراین:

فرایند ۱ به افزونه دما گاز گرم گرفته است $\rightarrow Q > 0$

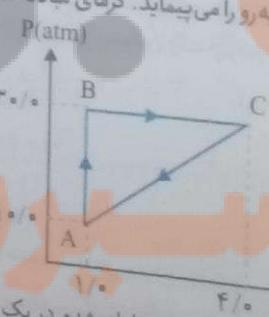
فرایند ۲ به افزونه دما گاز گرم گرفته است $\rightarrow Q > 0$

فرایند ۳ به کاهش دما گاز از دست داده است $\rightarrow Q < 0$

فرایند ۴ به کاهش دما گاز از دست داده است $\rightarrow Q < 0$

ن) در چه فرایندهای گاز گرم از دست داده است؟

۱۰- گاز داخل یک استوانه، چرخه‌ای مطابق شکل رویه را می‌پساید. گرمای مبادله شده در این چرخه چند زول است؟



بنویج به اینکه در یک چرخه $W = -Q$ برای محاسبه گرمای مبادله شده در یک چرخه باید کار انجام شده در چرخه را محاسبه کنیم:

$$|W|_{چرخه} = S = \frac{(200-100) \times 10^2 \times (2-1) \times 10^{-3}}{2} = \frac{200 \times 10^2 \times 1 \times 10^{-3}}{2} = 2000\text{ J}$$

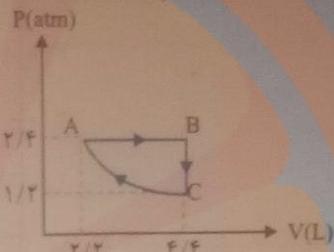
$$\rightarrow W = -2000\text{ J}$$

$$Q = -W = -(-2000) = +2000\text{ J} \rightarrow Q = 2000\text{ J}$$

تلاشی در مسیر موفقیت

۱۴- دستگاهی متشکل از 32 mol گاز کامل تک اتمی حجمی برابر $2/2\text{ L}$ را در فشار $2/4\text{ atm}$ اشغال کند. این دستگاه چرخه‌ای مطابق شکل را می‌پیماید که در آن فرایند CA فرایندی هم دما است.

الف) دما در نقاط A و B و C چقدر است؟



$$n = 32\text{ mol}, R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$P_A V_A = nRT_A \rightarrow T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{2/4 \times 10^5 \times 2/2 \times 10^{-3}}{0.32 \times 8.314} = 206/25 \text{ K} \rightarrow T_A = 206/25 \text{ K}$$

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_B V_B}{T_B} \xrightarrow{\text{فرایند } B \text{ به } A \text{ فشار}} \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \rightarrow \frac{2/2}{206/25} = \frac{4/4}{T_B}$$

$$\rightarrow T_B = \frac{4/4 \times 206/25}{2/2} = 412/5 \text{ K} \rightarrow T_B = 412/5 \text{ K}$$

$$\frac{P_B V_B}{T_B} = \frac{P_C V_C}{T_C} \xrightarrow{\text{فرایند } C \text{ به } B \text{ فشار}} \frac{P_B}{T_B} = \frac{P_C}{T_C} \rightarrow \frac{2/4}{412/5} = \frac{1/4}{T_C}$$

$$\rightarrow T_C = \frac{412/5 \times 1/4}{2/4} = 206/25 \text{ K} \rightarrow T_C = 206/25 \text{ K}$$

ب) ΔU را برای هر یک از سه فرایند چرخه به دست آورید.

$$n = 32\text{ mol}, C_v = \frac{3}{2}R \quad \Delta U = nC_v \Delta T \quad \text{به دست می‌آید:}$$

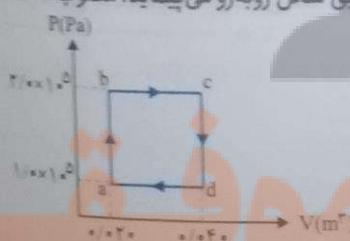
$$\Delta U_{AB} = nC_v(T_B - T_A) = 0.32 \times \frac{3}{2} \times 8.314 \times (412/5 - 206/25) = 792 \text{ J} \rightarrow \Delta U_{AB} = 792 \text{ J}$$

$$\Delta U_{BC} = nC_v(T_C - T_B) = 0.32 \times \frac{3}{2} \times 8.314 \times (206/25 - 412/5) = -792 \text{ J} \rightarrow \Delta U_{BC} = -792 \text{ J}$$

$$\Delta U_{CA} = 0 \quad \text{فرایند } CA \text{ هم دما است.}$$

۱۵- یک مول از یک گاز تک اتمی در یک ماشین گرمایی آرماتی، چرخه‌ای را مطابق شکل رو به رو می‌پیماید. مطلوب است:

الف) کار انجام شده توسط ماشین گرمایی در پیمودن یک چرخه.



کار انجام شده در یک چرخه برابر است با مساحت داخل چرخه بنابراین:

$$W_{abc} = S = (2-1) \times 10^5 \times (0.04 - 0.02) = 2000 \quad \text{چرخه ساعتگرد} \rightarrow W = -2000 \text{ J}$$

$$Q_{abc} = Q_{ab} + Q_{bc}$$

ب) گرمای مبادله شده در فرایند abc.

$$Q_{ab} = \frac{3}{2} V \Delta P = \frac{3}{2} \times 0.02 \times (2-1) \times 10^5 = 3000 \text{ J} \rightarrow Q_{ab} = 3/0 \text{ kJ}$$

$$Q_{bc} = \frac{5}{2} P \Delta V = \frac{5}{2} \times 2 \times 10^5 \times (0.04 - 0.02) = 10000 \text{ J} \rightarrow Q_{bc} = 10 \text{ kJ}$$

$$\rightarrow Q_{abc} = 3/0 + 10 = 13 \text{ kJ}$$

۱۰۷۵

تلاشی در مسیر

۱۸- یک ماشین بخار در هر دقیقه $1 \times 10^5 \text{ MJ}$ گرمای آرامانی میدله شده در فرایند $a-c-d-a$ از دست می‌رود. با فرض آرامانی بودن این ماشین (الف) کار انجام شده توسط ماشین در هر دقیقه چند مگاژول است؟

$Q_H = 1/5 \times 10^5 \text{ MJ}$, $|Q_L| = 9 \times 10^4 \text{ MJ} = 1/9 \times 10^5 \text{ MJ}$, $|W| = ?$

$|W| = Q_H - |Q_L| = 1/5 \times 10^5 - 1/9 \times 10^5 = 1/45 \times 10^5 \text{ MJ} \rightarrow |W| = 2 \times 10^4 \text{ MJ}$

۱۹- یک ماشین بخار در هر دقیقه $1 \times 10^5 \text{ MJ}$ گرمای آرامانی میدله شده در فرایند $a-b-c-d-a$ از دست می‌رود. با فرض آرامانی بودن این ماشین (الف) کار انجام شده توسط ماشین در هر دقیقه چند مگاژول است؟

$Q_H = 1/5 \times 10^5 \text{ MJ}$, $|Q_L| = 9 \times 10^4 \text{ MJ} = 1/9 \times 10^5 \text{ MJ}$, $|W| = ?$

$|W| = Q_H - |Q_L| = 1/5 \times 10^5 - 1/9 \times 10^5 = 1/45 \times 10^5 \text{ MJ} \rightarrow |W| = 2 \times 10^4 \text{ MJ}$

۲۰- یک ماشین گرمای آرامانی در هر چرخه $1 \times 10^5 \text{ J}$ گرمای منبع دما بالا من گیرد و $1 \times 10^4 \text{ J}$ گرمای به منبع دما پایین می‌دهد.

(الف) بازده این ماشین چقدر است؟

$Q_H = 100 \text{ J}$, $Q_L = -60 \text{ J}$, $t = 1/5 \text{ s}$, $\eta = ?$, $P = ?$

$\eta = 1 - \frac{|Q_L|}{Q_H} = 1 - \frac{60}{100} = 1 - 0.6 = 0.4 \rightarrow \eta = 40\%$

۲۱- اگر هر چرخه $5 \times 10^5 \text{ J}$ طول بکشد، توان خروجی این ماشین چقدر است؟

$|W| = Q_H - |Q_L| = 100 - 60 = 40 \text{ J}$, $P = \frac{|W|}{t} = \frac{40}{1/5} = 200 \text{ W} \rightarrow P = 200 \text{ W}$

۲۲- بازده یک ماشین آرامانی 25 J درصد است و در هر چرخه $1 \times 10^7 \text{ J}$ کار انجام می‌دهد.

(الف) Q_H و $|Q_L|$ را در هر چرخه ماشین به دست آورید.

$\eta = \frac{25}{100} = 0.25$, $|W| = 1/2 \times 10^7 \text{ J}$, $Q_H = ?$, $Q_L = ?$

$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \rightarrow Q_H = \frac{|W|}{\eta} = \frac{1/2 \times 10^7}{0.25} = 2 \times 10^6 \text{ J} \rightarrow Q_H = 2 \times 10^6 \text{ J}$

$Q_H = |W| + |Q_L| \rightarrow |Q_L| = Q_H - |W| = 2 \times 10^6 - 1/2 \times 10^7 = 2 \times 10^6 \text{ J} \rightarrow |Q_L| = 2 \times 10^6 \text{ J}$

۲۳- اگر بانتظام متور بازده ماشین به 30 J درصد افزایش یابد، Q_H و $|Q_L|$ به ازای همان مقدار کار چقدر می‌شود؟

$\eta = \frac{30}{100} = 0.3$, $|W| = 1/2 \times 10^7 \text{ J}$, $Q_H = ?$, $Q_L = ?$

$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \rightarrow Q_H = \frac{|W|}{\eta} = \frac{1/2 \times 10^7}{0.3} = 2 \times 10^6 \text{ J} \rightarrow Q_H = 2 \times 10^6 \text{ J}$

$|Q_L| = Q_H - |W| = 2 \times 10^6 - 1/2 \times 10^7 = 1/2 \times 10^6 \text{ J} \rightarrow |Q_L| = 1/2 \times 10^6 \text{ J}$

۲۴- یک ماشین بخار در هر دقیقه $1 \times 10^5 \text{ MJ}$ گرمای آرامانی میدله شده در فرایند $a-b-c-d-a$ از دیگ بخار دریافت می‌کند و $1 \times 10^4 \text{ MJ}$ گرمای در

تلاش بر موفقیت

ب) بازده این ماشین چقدر است؟

۱۹- یک ماشین گرمایی درون سوز در هر چرخه $A = 1 \text{ kJ}$ گرمای از سوراندن سوخت دریافت می کند و $Q_H = 2 \text{ kJ}$ تحویل می دهد. گرمای حاصل از سوخت $W = 5 \times 10^7 \text{ J}$ است و ماشین در هر ثانیه 0.1 s چرخه را می بیند.

کمیت های زیر را حساب کنید.

(الف) بازده ماشین.

$Q_H = 1 \text{ kJ} = 1 \times 10^3 \text{ J}$ ، $|W| = 2 \text{ kJ} = 2 \times 10^3 \text{ J}$ = گرمای سوختن .

هر ثانیه 0.1 s چرخه ، $\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{2 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 0.2$ $\rightarrow \eta = 20\%$

ب) با فرض آرمانی بودن ماشین، گرمای تلف شده در هر چرخه.

$|Q_L| = Q_H - |W| = 1 \times 10^3 - 2 \times 10^3 = 6 \times 10^2 \text{ J}$ $\rightarrow |Q_L| = 6 \times 10^2 \text{ J}$

تریزی تولیدی گرم سوخت

$\frac{1}{x} = \frac{6 \times 10^2}{1 \times 10^3} \rightarrow x = \frac{1 \times 10^3}{6 \times 10^2} = 0.167 \rightarrow x = 0.167 \text{ ثانیه}$

پ) سوخت مصرف شده در هر چرخه و توان ماشین.

توان ماشین $|W| = 4 \times 2 \times 10^7 = 8 \times 10^7 \text{ J}$ ، $t = 18 \text{ s}$ ، $P = \frac{|W|}{t} = \frac{8 \times 10^7}{18} = 444 \text{ kW}$

۲۰- مفترعن مدعا است ماشین ساخته که بین نقطه های جوش (در فشار متعارف جو) و انجام آب کار می کند و بازده آن 70% درصد است. آیا ادعای این مفترعن می تواند درست باشد؟ توضیح دهید.

بازده کارنوی ماشین گرمایی که بین آن دو مکار می کند را بدست می آوریم:

$T_H = 100 + 273 = 273 \text{ K}$ ، $T_L = 0 + 273 = 273 \text{ K}$ ، $\eta_{کارنو} = ?$

$\eta_{کارنو} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{273}{273} = 1 - 0.73 = 0.27 \rightarrow \eta_{کارنو} = 27\%$

با توجه به اینکه حداقل بازده ماشین گرمایی که بین این دو مکارها کار می کند، ۲۷ درصد است ادعای این مفترعن نادرست است.

۲۱- من خواهیم بازده یک ماشین کارنو را افزایش دهیم. با امثال عددی برسی کنید آیا بهتر است که دمای منع دمای بالا را افزایش دهیم یا دمای بازده را همان را به همان مقدار کاهش دهیم؟

با فرض $K = 4 \text{ K}$ و $T_H = 2 \text{ K}$ بازده کارنو برابر است با:

اگر دمای منع دما بالا را یک درجه افزایش دهیم داریم:

اگر دمای منع دما پایین را یک درجه کاهش دهیم داریم:

با توجه به نتایج بدست آمده در مثال فوق برای افزایش بازده ماشین کارنو بهتر است دمای منع دما پایین را کاهش دهیم.

۲۲- مفترعن ادعا می کند چهار ماشین ساخته است که هر یک بین منبع های با دمای 300 K و 400 K کار می کند. داده های هر ماشین در هر چرخه عبارت اند از:

$W = -40 \text{ J}$	$Q_L = -1750 \text{ J}$	$Q_H = 2000 \text{ J}$	A ماشین
$W = -400 \text{ J}$	$Q_L = -200 \text{ J}$	$Q_H = 500 \text{ J}$	B ماشین
$W = -400 \text{ J}$	$Q_L = -200 \text{ J}$	$Q_H = 600 \text{ J}$	C ماشین
$W = -100 \text{ J}$	$Q_L = -800 \text{ J}$	$Q_H = 1000 \text{ J}$	D ماشین

بافرض آرمانی بودن این چهار ماشین:

الف) کدام یک از ماشین‌ها قانون اول ترمودینامیک را نقض می‌کند؟

قانون اول ترمودینامیک همان قانون اول پایستگی انرژی است یعنی در هر ماشین گرمایی Q_H بنا بر این:

$$Q_H = |Q_L| + |W| \quad \text{و} \quad |Q_L| + |W| = 1750 + 40 = 1790 \text{ J} \rightarrow Q_H \neq |Q_L| + |W| \rightarrow \text{قانون اول نقض می‌شود}$$

A: ماشین

$$\begin{cases} |Q_L| = 1750 \text{ J} \\ |Q_H| = 2000 \text{ J} \end{cases}$$

B: ماشین

$$\begin{cases} |Q_L| = 1750 \text{ J} \\ |Q_H| = 2000 \text{ J} \end{cases}$$

C: ماشین

$$\begin{cases} |Q_L| = 1750 \text{ J} \\ |Q_H| = 2000 \text{ J} \end{cases}$$

D: ماشین

$$\begin{cases} |Q_L| = 1750 \text{ J} \\ |Q_H| = 2000 \text{ J} \end{cases}$$

قانون اول نقض می‌شود $\rightarrow Q_H \neq |Q_L| + |W| \rightarrow \text{قانون اول برقرار است}$

قانون اول برقرار است $\rightarrow Q_H = |Q_L| + |W| \rightarrow |Q_L| + |W| = 1750 + 40 = 1790 \text{ J} \rightarrow Q_H = 1790 \text{ J}$

قانون اول برقرار است $\rightarrow Q_H = |Q_L| + |W| \rightarrow |Q_L| + |W| = 1750 + 40 = 1790 \text{ J} \rightarrow Q_H = 1790 \text{ J}$

قانون اول برقرار است $\rightarrow Q_H = |Q_L| + |W| \rightarrow |Q_L| + |W| = 1750 + 40 = 1790 \text{ J} \rightarrow Q_H = 1790 \text{ J}$

ب) کدام یک از ماشین‌ها قابل ساخت هستند؟

د) اگر بازده یک ماشین گرمایی که بین دو قطب گرم و سرد بادهای 300K و 300K کار می‌کند برابر باشد،

$$\eta_{کارنو} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300}{300} = 1 - 0 / 300 = 0 / 300 \rightarrow \eta_{کارنو} = 0 / 300$$

بازده ماشین‌های C و D را محاسبه کرده و با بازده کارنو مقایسه هی کنیم، ماشینی قابل ساخت است که در آن هم قضیه کارنو و هم قانون اول ترمودینامیک برقرار باشد:

$$\eta_C = 1 - \frac{|Q_L|}{|Q_H|} = 1 - \frac{200}{300} = 1 - 0 / 300 = 0 / 300 \rightarrow \eta_C > \eta_{کارنو} = 0 / 300$$

$$\eta_D = 1 - \frac{|Q_L|}{|Q_H|} = 1 - \frac{90}{180} = 1 - 0 / 180 = 0 / 180 \rightarrow \eta_D < \eta_{کارنو} = 0 / 300$$

۲۲- یک ماشین کارنو بین دمای 280K و 360K کار می‌کند. این ماشین در هر چرخه 75J گرمایی منع دما بالا می‌گیرد.

الف) در هر چرخه $|W|$ چقدر است؟

$$T_L = 280\text{K}, T_H = 360\text{K}, Q_H = 75\text{J}, |W| = ?, |Q_L| = ?$$

$$\eta_{کارنو} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{280}{360} = 1 - \frac{28}{36} = \frac{8}{36} = \frac{2}{9}$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \rightarrow |W| = \eta Q_H = \frac{2}{9} \times 75 = \frac{50}{9} \rightarrow |W| = \frac{50}{9} \text{ J}$$

ب) در هر چرخه چقدر گرمایی به منع دما پایین داده می‌شود؟

$$|Q_L| = Q_H - |W| \rightarrow |Q_L| = 75 - \frac{50}{9} = \frac{175}{9} \rightarrow |Q_L| = \frac{175}{9} \text{ J}$$

۲۴- فرار است نیم ساعت دیگر مهمانی برای شما بررسد در حالی که هیچ یخی را برای نوشابه خود آماده نکرده‌اید. به سرعت $1/100\text{L} \cdot 10^\circ\text{C}$ را در قالب‌های یخ می‌ریزید و در فریزر قرار می‌دهید. آیا در زمانی که مهمان می‌رسد،

یخ خواهد داشت؟ ضربی عملکرد یخچال $4\text{W}/110^\circ\text{C}$ و توان آن 110W است. (فرض کنید همه توان الکتریکی یخچال

صرف سرد کردن و یخ زدن آب می‌شود.)

$$V = 1\text{L} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3, \rho_{آب} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, L_{F_يخ} = 333 / 7 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, \rho_{آب} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$K = ?, P = 110\text{W}, t = ?$$

با استفاده از رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ جرم آب را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 1000 \times 1 \times 10^{-3} = 1\text{kg} \rightarrow m = 1\text{kg}$$

مقدار گرمایش که ۱kg آب 10°C از دست می‌دهد تا به بخ 0°C تبدیل شود به صورت زیر به دست می‌آید:

$$Q = mc_p \Delta\theta - mL_f = 1 \times 4200 \times (0 - 10) - (1 \times 222 / 7 \times 10^3) \\ = -4200 - 222 \times 10^{-3} = -275700\text{J} \rightarrow |Q_L| = 275700\text{J}$$

گرمایش که یخچال از آب برای بخ زدن می‌گیرید کاری که یخچال برای بخ زدن آب انجام می‌دهد:

$$K = \frac{|Q_L|}{W} \rightarrow W = \frac{|Q_L|}{K} = \frac{275700}{10} = 27570\text{J} \rightarrow W = 27570\text{J}$$

زمانی که طول می‌کشد تا آب بخ بزند:

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{27570}{10} = 2757\text{s} \rightarrow t = 2757\text{s}$$

بایوچه به اینکه تقریباً ۲۷ دقیقه طول می‌کشد تا همه آب به بخ 0°C تبدیل شود زمان کافی برای درست کردن بخ خواهیم داشت.

- ۲۵- یک کولر گاری در هر دقیقه 10°C گرمایش از آتفاً من گیرد و در همان حدت $1/3 \times 10^5\text{J}$ گرمایش فضای بیرون می‌دهد. با فرض آرمانی بودن کولر،
الف) توان مصرفی این کولر چند وات است؟

$$t = 7\text{س}, |Q_L| = 9 \times 10^7\text{J}, Q_H = 13 \times 10^7\text{J}, P = ?, K = ?$$

برای بدست آوردن توان مصرفی کولر ابتدا باید کار انجام شده توسط کولر را محاسبه کرد:

$$|Q_H| = Q_L + W \rightarrow W = |Q_H| - Q_L = 2 \times 10^7 - 9 \times 10^7 = 4 \times 10^7\text{J} \rightarrow W = 4 \times 10^7\text{J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{4 \times 10^7}{60} = \frac{2}{3} \times 10^7\text{W} \rightarrow P = \frac{2}{3} \times 10^7\text{W}$$

ب) ضریب عملکرد آن چقدر است؟

$$K = \frac{|Q_L|}{W} = \frac{9 \times 10^7}{4 \times 10^7} = 2.25 \rightarrow K = 2.25$$

- ۲۶- فرض کنید 250g آب صفر درجه سلسیوس در اختیار داریم. من خواهیم با قراردادن این آب در یخچال بخ نهاده کنیم. یخچال در آتفاً قرار دارد که دمای آن 0°C است. دمای داخل یخچال -5°C - تاب نگه داشته شده است. کمترین مقدار انرژی الکتریکی که باید به یخچال داده شود تا بخ صفر درجه سلسیوس تشکیل شود. چقدر است؟



$$m = 250\text{g} = 0.25\text{kg}, T_H = 22 + 273 = 295\text{K}, T_L = -5 + 273 = 268\text{K}, W = ?$$

$$L_{f,g} = 222 / 7 \times 10^3 \text{ J/kg}$$

$$Q_L = -mL_f = -0.25 \times 222 / 7 \times 10^3 = -82425\text{J} \rightarrow Q_L = 82425\text{J}$$

کمترین مقدار انرژی داده شده به یخچال رمایش است که یخچال بیشترین بازده را داشته باشد: که تو:

$$K_{\text{بازد}} = \frac{T_h}{T_h - T_l} = \frac{-5\text{K}}{22\text{K} - 5\text{K}} = \frac{268}{165} \approx 1.6 \rightarrow K_{\text{بازد}} = K = 1.6$$

ضریب عملکرد یخچال:

$$K = \frac{|Q_L|}{W} = \frac{|Q_L|}{\frac{ATf25}{K}} = \frac{82425}{1.6} \rightarrow W = 82425 / 1.6$$

تلاشی در مسیر موفقیت

از شیائی مستمر

درست یا نادرست بودن جمله های زیر را مشخص کنید. (۱ نمره)

الف) انرژی درونی یک گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است.

ب) در فرایند هم فشار، کار و گرمای بین دستگاه و محیط مبادله می شود.

ج) تغییر انرژی درونی در تمام فرایندها از رابطه $\Delta U = nC_V \Delta T$ به دست می آید. درست

د) ماشین پخار، یک ماشین گرمایی درون سوز است.

۴. جاهای خالی را با کلمه های مناسب پر کنید. (۱)

الف) چرخه آرمانی یک ماشین بنزینی را چرخه من گویند.

ب) با انعام من توان گرمای را از جسم سرد به جسم گرم منتقل کرد.

ج) بیشترین ضریب عملکرد یخچال را ضریب عملکرد یخچال من گویند.

د) اگر حجم دستگاه کاهش یابد علامت W است.

۵. از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید. (۱)

الف) بازده ماشین کارنوبیه جنس ماده ای که چرخه را می پیماید بستگی (دارد - ندارد).

ب) در فرایند (هم فشار - هم حجم) تغییر انرژی درون دستگاه برابر با گرمای مبادله شده است.

ج) در فرایند (هم دما - بی دررو)، گرمایی بین محیط و دستگاه مبادله نمی شود.

د) در فرایندهای انبساط هم دما و انبساط بی دررو کار انجام شده در فرایند (هم دما - بی دررو) بیشتر است.

۶. گزینه درست را مشخص کنید. (۱)

الف) بازده ماشین کارنوبی که بین دمای K ۱۰۰ و K ۵۰ کار می کند چقدر است؟

الف) ۲۰ درصد ب) ۴۰ درصد ج) ۶۰ درصد د) ۸۰ درصد

ب) یخچالی با صرف انرژی J ۱۲۰۰ مقدار J ۴۰۰۰ انرژی گرمایی را از داخل یخچال من گیرد. ضریب عملکرد این یخچال چقدر است؟

الف) ۱

د) مقاومیت زیر را تعریف کنید. (۱)

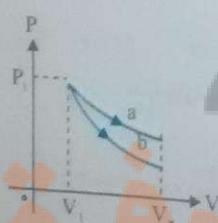
الف) قانون اول ترمودینامیک:

ب) قانون دوم ترمودینامیک (به بیان ماشین گرمایی):

۷. شکل مقابل نمودارهای هم دما و بی درروی گاز کامل را نشان می دهد: (۱)

الف) کدام یک از فرایندهای a و b بی دررو است؟

ب) تغییر انرژی کدام فرایند صفر است؟

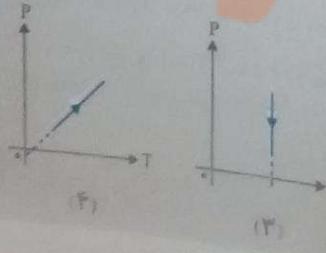


۳)

۲)

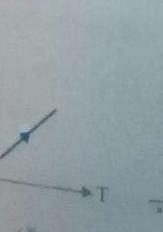
۴)

۸- مشخص کنید هر کدام از فرایندهای زیر مربوط به کدام نمودار است؟ (۱)

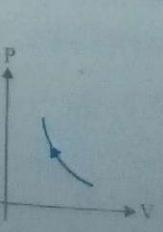


(۱)

(۲)



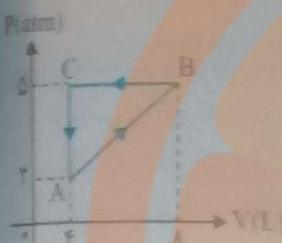
(۱)



(۱)

- الف) انبساط هم دما
ب) هم حجم
ج) تراکم بی دررو
د) انبساط هم فشار

۸-۱) مول گازات ک این جرخدای مطابق شکل زیر طن می‌کند. (۱/۷۵) (نهایی ریاضی - ۲) (۹۲)



الف) کار انجام شده در این جرخه جقدر است؟

ب) گاز در قریب BC چند زول گرم با محیط مبادله می‌کند؟

$$C_P = \frac{\Delta}{T} R \quad R = A \frac{J}{mol \cdot K}$$

۸-۲) یک ماشین بخار آرامی در هر دقیقه 3.2×10^{-3} گرم از دیگ بخار دریافت می‌کند و $1/8 \times 10^{-3}$ گرم از

سرد کننده از دست می‌دهد. (۱/۲۵) (نهایی ریاضی - خرد ۹۵)

الف) کار انجام شده توسط ماشین در هر دقیقه چند زول است؟

ب) بازده این ماشین جقدر است؟

پاسخ ارزشیابی هستم

۱) الف) درست (۲۵)، ب) درست (۲۵)، ج) درست (۲۵)، د) نادرست (۲۵)، ۲) الف) اتو (۲۵)، ب) کار (۲۵)،

ج) کارنو (۲۵)، د) مستث (۲۵)، ۳) الف) اند (۲۵)، ب) حجم حجم (۲۵)، ج) سرو (۲۵)، د) هدم

۴) الف) گزینه (۲) (۰/۵)، ب) (۲) (۰/۵)، ج) (۰/۵)، د) (۰/۵)، ه) (۰/۵) کارنو $T_L = 100\text{ K}$, $T_H = 500\text{ K}$, $\eta_{کارنو} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{100}{500} = 0.8 = 80\%$

ب) گزینه (ج) (۰/۵) $W = 400\text{ J}$, $Q_L = 1200\text{ J}$, $K = \frac{Q_L}{W} = \frac{1200}{400} = 3 \rightarrow K = 2$

۵) الف) اگر در یک فرایند ایستاوار، دستگاه گرمایی Q را بگیرد و گاز W روی دستگاه انجام شود (۰/۵)، تغییر انرژی درونی

دستگاه برآمد است با مجموع گرمای مبادله شده و کار انجام شده.

ب) ممکن نیست دستگاه طی جرخدای همه گرعاای جذب شده از منبع گرم را به کار تبدیل کند. (۰/۵)

۶) الف) ثب نموداری درو بیشتر از هدمدا است بنابراین فرایند a، ب) درو است (۰/۵)، ب) تغییر انرژی درونی فرایند هدمدا حفراست از آنحایکه فرایند d، هدمداست بنابراین تغییر انرژی درونی فرایند c صفر است. (۰/۵)

۷) الف) نمودار ۳، ب) نمودار ۴، ج) نمودار ۵، د) نمودار ۶ (هر مورد ۰/۵)

$$|W| = S_{ABC} = \frac{(A-4) \times 10^{-3} \times (5-2) \times 10^0}{2} = 600\text{ J} \rightarrow |W| = 600\text{ J} \quad (\circ/25)$$

الف) A

$$\rightarrow Q = nC_P \Delta T = n \times \frac{\Delta}{T} R (T_C - T_B) = \frac{\Delta}{T} (nRT_C - nRT_B) \quad (\circ/24)$$

$$\rightarrow Q = \frac{\Delta}{T} (P_C V_C - P_B V_B) = \frac{\Delta}{T} ((5 \times 10^4 \times 4 \times 10^{-3} - 5 \times 10^5 \times 1 \times 10^{-3}) = \frac{\Delta}{T} (2000 - 4000) = \frac{\Delta}{T} (-2000) \quad (\circ/24)$$

$$\rightarrow Q = -2000\text{ J} \quad (\circ/24)$$

$$Q_H = 2 \times 10^{-3}\text{ J}, |Q_L| = 1/8 \times 10^{-3}\text{ J}, |W| = ? \quad (\circ/24)$$

$$Q_H = |Q_L| + |W| \rightarrow |W| = Q_H - |Q_L| = 2 \times 10^{-3} - 1/8 \times 10^{-3} = 1/2 \times 10^{-3}\text{ J} \rightarrow |W| = 1/2 \times 10^{-3}\text{ J} \quad (\circ/24)$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{1/2 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-3}} = 0.5 = 50\% \quad (\circ/24)$$

سوالات امتحانی

تئوری ای اوه (نوبت اول)

کاری

ذست

۱- درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

(الف) جرم جسم کمیت برداری است.

(ب) اگر سرعت جسمی را نصف کنیم، انرژی جنبشی جسم 2 برابر می‌شود.

(ج) با افزایش دما، نیروی هم چسبی بین مولکول‌ها کاهش می‌یابد.

(د) ارتفاع جسم در لوله مویین بالاتر از سطح جیوه در ظرف است.

۲- از داخل پرانتز عبارات درست را انتخاب کنید.

(الف) مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل یک جسم را انرژی (درونی- مکانیکی) جسم می‌گویند.

(ب) وقتی وزنه برداری وزنه‌ای را به آرامی پایین می‌آورد، کار ورزشکار روی وزنه (مثبت - منفی) است

(ج) اگر نیروی هم چسبی بین مولکول‌های مایع از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و جامد (بیشتر - کمتر) باشد، مایع جامد را ترنمی کند.

(د) پدیده کشش سطحی - پخش، ناشی از حرکت نامنظم و کاتورهای مولکول‌های مایع است.

۳- گزینه درست را مشخص کنید.

(الف) یک دماسنجد دیجیتالی دمای جسمی را 23°C / 5°C نشان می‌دهد. خطای این وسیله چقدر است؟

$\pm 0/25^{\circ}\text{C}$

$\pm 0/1^{\circ}\text{C}$

$\pm 1^{\circ}\text{C}$

$\pm 0/5^{\circ}\text{C}$

(ب) با خطکشی که بر حسب میل متر درجه بندی شده است، طول جسمی $142/7\text{mm}$ اندازه گیری

می‌شود. رقم غیرقطعی این اندازه گیری کدام است؟

(الف) 1

(ج) 2

(ب) 4

(ب) کار و انرژی پتانسیل کشسانی

۴- مفاهیم زیر را تعریف کنید.

(الف) کشش سطحی

۵- مرتبه بزرگی اعداد زیر را تخمین بزنید.

2500×10^{-6}

95×10^{-4}

۶- عدد زیر را با نمادگذاری علمی و بر حسب یکای خواسته شده بنویسید.

(الف) $175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

(ب) $10^{14} \text{ mg} =$

Tg

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

10^{-6}

95×10^{-4}

$10^{14} \text{ m} =$

$175 \times 10^{-14} \text{ m} =$

10^{-6}

95×10^{-4}

2500×10^{-6}

۷- دو ویزگی آب در لوله مویین را بنویسید.

۸- به چه حالت آمورف می‌گویند؟ مثالی بزنید.

۹- جگال الکل در SI. kg / m^3 800 است. جرم 20cm^3 الکل چند گرم است؟

۱۰- مطابق شکل زیر بر جعبه‌ای دو نیروی $F_1 = 140\text{N}$ و $F_2 = 60\text{N}$ جسم را در جایه جایی 10m محاسبه جنبش در حین حرکت 32N باشد، کار کل انجام شده بر روی جسم را در ظرف کشید.

$$(\cos 30^\circ = +\frac{1}{2}, \cos 180^\circ = -1)$$



۱۱- چتر بازی با جرم کل 70 kg از بالni که در ارتفاع 8 m از سطح زمین است، با تندی $\frac{2}{\text{s}}$ به بیرون می پرد. اگر او با تندی $\frac{3}{\text{s}}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چتر باز در طول مسیر چقدر است؟ (با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی حل شود)

$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

۱۲- جرم موتورسواری با موتورش 150 kg است. اگر این موتورسوار از تپه‌ای به ارتفاع 5 m به تپه‌ای پایین تر به ارتفاع 2 m پرشی انجام دهد. کار نیروی وزن موتورسوار در این جابه‌جایی چقدر است؟

$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

۱۳- جسمی به جرم 2 kg مطابق شکل از ارتفاع 5 m روی سطح شیبدار از نقطه A رها می شود. اگر کار نیروهای مقاوم در طول مسیر 2 m باشد، سرعت جسم در نقطه B چقدر است؟

$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



۱۴- تلمبه‌ای با توان 2 kW در مدت 10 s مقدار 6 لیتر آب را از سطح زمین تا ارتفاع 15 m بالا می فرستد.

اگر چگالی آب $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد، بازده این تلمبه چند درصد است؟

سؤالهای ویژه دانش‌آموzan تجربی

۱۵- روشی پیشنهاد کنید که به کمک آن بتوان حجم یک جسم جامد با شکل نامنظم را بدست آورد.

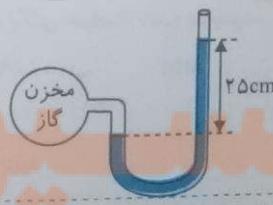
۱۶- آیا انرژی جنبشی یک جسم می‌تواند منفی باشد؟ توضیح دهید.

۱۷- چرا آب مایع مناسب برای خاموش کردن بتزین شعله‌ور نیست؟

۱۸- مرتبه بزرگی تعداد ضربان قلب یک انسان در طول عمرش را تخمین بزنید. میانگین طول عمر انسان را 75 سال، تعداد ضربان قلب در هر ثانیه را 8 /s و هر سال را 3×10^7 در نظر بگیرید.

سؤالهای ویژه دانش‌آموzan ریاضی و فیزیک

۱۵- در شکل زیر فشار جو 10^5 Pa است. فشار گاز درون مخزن چقدر است؟ (مایع $(\rho) = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ، $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



۱۶- در شکل مقابله $A_1 = 2\text{ mm}^2$ و $A_2 = 8\text{ mm}^2$ است. اگر تندی آب در A برابر 6 m/s باشد، تندی حرکت آب در A_2 چقدر است؟

۱۷- (الف) اصل ارشمیدس را توضیح دهید.

ب) چرا وقتی کامیون در حرکت است، پوشش بزرگی آن پف می‌کند؟

۱۸- یک ستون فرضی به سطح مقطع 2 m^2 در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه دارد. اگر فشار، هوا در سطح دریا 10^5 Pa باشد، چند کلوگرم هوا دارد. اب، ستون، فرضی وجود دارد؟

تلاشی در مسیر موفقیت

پانچ سوالات امتحانی

- الف) نادرست (۰/۵)، ب) نادرست (۰/۵)، ج) درست (۰/۵)، د) نادرست (۰/۵) ۲ الف) مکانیکی (۰/۵)، ب) منطقی (۰/۵)،
ج) پیشتر (۰/۵) د) پخش (۰/۵) ۳ الف) گزینه (ج) (۰/۵)، خطاای وسیله های رقمی، مشتب منفی یک واحد از آخرين رقمی
است که می خوانند. ب) گزینه (د) (۰/۵) آخرين رقم سمت راست عدد اندازه گیری شده، رقم غیر قطعی است. ۴ الف) به
لایل نیروهای جاذبه ای که مولکول های سطح مایع به یکدیگر وارد می کنند سطح مایع شبیه یک پوسته تحت کشش رفتار
منکد و کشش سطحی روی می دهد. (۰/۵) ب) کار نیروی فندر یک جابه جایی برابر است با منفی تغییر ارزوی پتانسیل
کشانی سامانه جسم - فندر آن جایه جایی. (کشانی $U = -\Delta W$) (۰/۵)
- $$10^7 \sim 10^9 = 7 / 8 \times 10^{-3} \times 10^9 - 10^9 \times 10^{0.78} \times 10^9 \quad \text{(الف)}$$
- $$2500 \times 10^{-6} = 2 / 5 \times 10^{-3} \times 10^{-6} - 10^9 \times 10^3 \times 10^{-6} \sim 10^{-3} \quad \text{(۰/۵) (ب)}$$

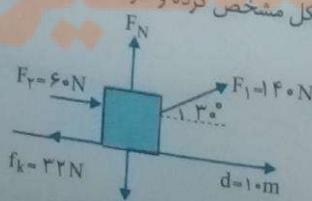
$$\begin{aligned} (0.25) \frac{10^{-13} \text{ m}}{10^{-12} \text{ m}} &= 10^{-13} \times 10^{12} \text{ pm} \\ (0.25) 10^7 \times 10^{-13} \times 10^{12} \text{ pm} &= 1/75 \times 10^0 \text{ pm} = 1/75 \text{ pm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (0.25) \frac{10^3 \text{ mg}}{10^3 \text{ µg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ µg}} \times \frac{1 \text{ Tg}}{10^{12} \text{ kg}} &= 10^3 \times 10^{-3} \times 10^{-12} \text{ Tg} = 9/5 \times 10^{-2} \times 10^{-11} \text{ Tg} = 9/5 \times 10^{-13} \text{ Tg} \end{aligned}$$

- ۷- ارتفاع آب در لوله موبین بالاتر از ارتفاع آب در ظرف است. (۰/۲۵) ۸- سطح آب در لوله موبین فورفته است.
۹- جامد هایی که در آنها مولکول ها به صورت نامنظم در کنار هم قرار داشته و معمولاً از سرد کردن سریع مایع مذاب پدید
می آیند، آمورف می گویند؛ مثل شیشه. (۰/۵)

$$\begin{aligned} \rho_{الکل} &= \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = (\lambda_{الکل} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(1)(1) = (\lambda_{الکل} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(\frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}})(\frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3}) \\ &= \lambda \times 10^2 \times 10^3 \times 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0/\lambda \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \rightarrow \rho_{الکل} = 0/\lambda \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad (0/25), V = 20 \text{ cm}^3 \\ \rho &= \frac{\text{m}}{V} \rightarrow m = \rho V = 0/\lambda \times 20 = 16 \text{ g} \rightarrow m = 16 \text{ g} \quad (0/25) \end{aligned}$$

- ۱۰- همه نیروهای وارد بر جسم را بروی شکل مشخص کرده و کارتک تک نیروها را محاسبه می کنیم:



$$W_{F_1} = F_1 d \cos 30^\circ = 140 \times 10 \times 0.866 = 112 \text{ J} \quad (0/25)$$

$$W_{F_2} = F_2 d = 60 \times 10 = 600 \text{ J} \quad (0/25)$$

تلاشی در مسیر موفقیت

مکانیزم مدرج

$W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ = 32 \times 10 \times (-1) = -320 \text{ J}$ (o/ZD)

$W_{F_N} = W_{mg} = 0$ (o/ZD)

چون نیروهای F_N و mg عمود بر حایه جایی هستند، کار این نیروها صفر است:

$W_t = W_{F_N} + W_{mg} + W_F + W_{f_k} = 1120 + 600 - 320 = 1400 \text{ J} \rightarrow W_t = 1400 \text{ J}$ (o/ZD)

$m = 70 \text{ kg}$, $d = 80 \text{ m}$, $v_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_2 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, $W_f = ?$

نیروهای مقاومت هوا و وزن به این جسم وارد می شود

بنابراین:

$W_t = \Delta K \rightarrow W_t + W_{mg} = K_2 - K_1$ (o/ZD)

$W_{mg} = mgd = 70 \times 10 \times 80 = 56000 \text{ J}$ (o/ZD)

$K_1 = \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 70 \times 2^2 = 140 \text{ J}$ (o/ZD)

$K_2 = \frac{1}{2} mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 70 \times 4^2 = 560 \text{ J}$ (o/ZD)

$\rightarrow W_f + 56000 = 560 - 140 \rightarrow W_f = 420 - 56000 = -55580 \text{ J}$

$\rightarrow W_f = -55580 \text{ J}$ (o/ZD)

$m = 15 \text{ kg}$, $h_1 = 5 \text{ m}$, $h_2 = 2 \text{ m}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, $W_{mg} = ?$

$W_{mg} = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(mgh_2 - mgh_1) = -mg(h_2 - h_1) = -15 \times 10 \times (2 - 5)$ (o/ZD)

$\rightarrow W_{mg} = -45000 \text{ J}$ (o/ZD)

$m = 2 \text{ kg}$, $h_A = 5 \text{ m}$, $v_A = 0$, $W_f_{مقابله} = -20 \text{ J}$, $h_B = 0$, $v_B = ?$

$W_f = E_B - E_A \rightarrow W_f = (K_B - K_A) - (U_B - U_A) \rightarrow W_f = K_B - U_A$

$W_f = \frac{1}{2} mv_B^2 - mgh_A \rightarrow -20 = \frac{1}{2} \times 2 \times v_B^2 - 2 \times 10 \times 5 \rightarrow -20 = v_B^2 - 100$ (o/ZD)

$\rightarrow v_B = 10 \rightarrow v_B = \sqrt{10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (o/ZD)

$P = 2 \text{ kW} = 2000 \text{ W}$, $\Delta t = 10 \text{ s}$, $V = 5 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, $h = 15 \text{ m}$, $\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$R_a = ?$

$P_{ورودی} = \frac{E_{ورودی}}{\Delta t} \rightarrow E_{ورودی} = P_{ورودی} \Delta t = 2000 \times 10 = 20000 \text{ J}$ (o/ZD)

$E_{خروجی} = \Delta U = mgh \xrightarrow{m=\rho V} E_{خروجی} = \rho Vgh = 1000 \times 5 \times 10^{-3} \times 10 \times 15 = 7500 \text{ J}$ (o/ZD)

$\rightarrow E_{خروجی} = 7500 \text{ J}$ (o/ZD)

$R_a = \frac{E_{خروجی}}{E_{ورودی}} = \frac{7500}{20000} = 0.375 \rightarrow 37.5 \text{ درصد بازده} = 0 / 45 \times 100 = 45\%$ (o/ZD)

پاسخ نامه سوال های ویژه دانش آموزان تجربی

جسم را داخل ظرف مدرج حاوی آب قرار می دهیم، اختلاف حجم آب، بعد و قبل از ورود جسم برابر است با حجم این

ذیر با توجه به رابطه انرژی جنبشی $K = \frac{1}{2}mv^2$ ، چون هر دو کمیت m و v^2 مثبت هستند، حاصل ضرب آنها نیز مثبت است؛ بنابراین انرژی جنبشی کمیتی مثبت خواهد بود. (۰/۵)

چون چگالی بنزین کمتر از آب است بنزین بر روی سطح آب قرار گرفته و همچنان شعله ور تا قی می ماند. (۰/۵)

مرتبه تعداد ضربان قلب در هر ثانیه برابر است با:

مرتبه بزرگی طول عمر میانگین انسان برابر است با:

مرتبه بزرگی هر سال بر حسب ثانیه برابر است با:

توجه به اطلاعات بدست آمده تعداد ضربان قلب انسان در طول عمرش را می توان به صورت زیر تخمین زد:

$$N = (10^7 \text{ year}) \left(\frac{10^7 \text{ beat}}{1 \text{ year}} \right) \sim 10^{14} \text{ beat} \quad (0/25)$$

پاسخ نامه سوال های ویژه دانش آموزان ریاضی و فیزیک

$$P_0 = 10^5 \text{ Pa}, h = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\rho_{\text{مایع}} = (\lambda \frac{g}{\text{cm}^3})(1)(1) = (\lambda \frac{kg}{\text{m}^3})(\frac{1 \text{ kg}}{10 \text{ g}})(\frac{10^5 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3}) = \frac{\lambda \times 10^5 \text{ kg}}{10^3 \text{ m}^3} = \lambda \times 10^2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_{\text{تحزن}} = P_0 + \rho_{\text{مایع}} gh = 10^5 + \lambda \times 10^2 \times 10 \times 0.25 = 10000 + 25000 = 125000 \text{ Pa}$$

$$\rightarrow P_{\text{تحزن}} = 1/2 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (0/25)$$

$$A_1 = 2 \text{ mm}^2, A_2 = 8 \text{ mm}^2, v_1 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}, v_2 = ?$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow 2 \times 6 = 8 \times v_2 \rightarrow v_2 = \frac{12}{8} = 1.5 \text{ m/s} \rightarrow v_2 = 1.5 \text{ m/s} \quad (0/25)$$

(الف) وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره ای فرو رود، شاره نیرویی بالا سو بر آن وارد می کند که با وزن شاره جایه جا

شدۀ نوسنگی جسم برابر است. (۰/۵)

با حرکت کامیون تندی جریان هوا در بالای پوشش بزرگی افزایش یافته و طبق اصل برتوی فشار هوا در آن قسمت کاهش

می یابد، در نتیجه اختلاف فشار های داخل و بیرون پوشش بزرگی باعث پف کردن آن می شود (۰/۵)

$$A = 2 \text{ m}^2, P_0 = 10^5 \text{ Pa}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, m = ?$$

$$P_0 = \frac{F}{A} \rightarrow F = P_0 A \xrightarrow{F=mg} mg = P_0 A \rightarrow m = \frac{P_0 A}{g} = \frac{10^5 \times 2}{10} = 2 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$\rightarrow m = 2 \times 10^4 \text{ kg} \quad (0/25)$$

سوالات انتخابی

چهارمین نوادگان (آخرت ۱۴م)

ذت

کاخ

۱- درست با نادرست بودن جمله‌های زیر را منحص کنید.
الف) به رقم‌هایی که بعد از اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی ثبت می‌کنیم، رقم‌های با معنا می‌گویند.

نادرست درست

نادرست درست

نادرست درست

نادرست درست

ب) کاربوروی وزن جسم همواره متفاوت است.

ج) ویژگی‌های فیزیکی همه مواد در مقایسه نانو تغییر می‌کند.

د) انساط حجم حامدات از مایعات بسیار کمتر است.

۲- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب کنید.

الف) دما و مقدار ماده کمیت‌های (اصلی - فرعی) هستند.

ب) انرژی جلیش جسم به جهت حرکت آن بستگی (دارد - ندارد).

ج) وقتی مایع به سرعت سرد می‌شود، محمولاً خامد (بالورین - بن‌شکل) به وجود می‌آید.

د) در رساناهای فلزی سهم (مولکول‌ها - الکترون‌های آزاد) در رسانش گرما بینش از آنها است.

۳- گزینه درست را منحص کنید.

الف) خطای اندازه‌گیری خط کش که تا میلی‌متر مدرج شده گدام گزینه است؟

±0/5 cm (د) ±0/1 mm (ج) ±1 mm (ب) ±0/5 mm (ف)

ب) جرم یک قطعه فلزی $\frac{1}{2} \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$ و چگالی آن $4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است. حجم این قطعه چند سانتی‌متر مکعب است؟

1 cm³ (د) 1 cm³ (ج) 1 cm³ (ب) 1 cm³ (ف)

ج) اگر حجم جسم بینش از حجم شاره جایه جا شده باشد:

الف) جسم بربری مایع شناور است.

د) نیروی شناوری بزرگ‌تر از نیروی وزن است.

د) دمای سردترین نقطه در قطب جنوب -85°C است. این دما بر حسب فارنهایت برابر است با:

-121 F (الف) -77 F (ب) -188 F (ج) -58 F (د)

ب) گرمایی نهان و بیشه ذوب

الف) اصل برنولی

۵- عبارت‌های مناسب را به یکدیگر وصل کنید.

الف) مرتبه بزرگی عدد 5800010^{-2}

ب) مجموع انرژی‌های ذرات تشکیل دهنده جسم

ج) دلیل خسیدگی در نوار دو فلزه

د) نوع فرایند میمان

۱- مفهوم زیر را تعریف کنید.

تلash

- ۱- انرژی درونی
- ۲- گرمایی
- ۳- تعادل گرمایی
- ۴- انرژی جنبشی
- ۵- انساط و انقباض
- ۶- گرما ماده

۶- آیا کا، کا، انعام شده بر روی یک جسم در یک جایه جایی می‌تواند منفی باشد؟ توضیح دهید.

تلاش برای درست

دو عامل مؤثر در تابش گرمایی از یک جسم را نام ببرید.

از مایه‌ی طراحی کنید که به کمک آن بتوانید فشار هوا را در محل زندگی خود اندازه‌گیری کنید.

نماین شکل زیر گلوله‌ای به جرم 500 g از نقطه A با تندی اولیه 4 m/s رو به پایین حرکت من کند. اگر تندی گلوله در نقطه B برابر 6 m/s باشد، کار نیروهای مقاوم در طول مسیر چقدر است؟

$$(g = N/kg)$$

بالایری با توان 1 kW و بازده 8 J/kg درصد باری به جرم 250 kg را در مدت 10 s چند متر بالا می‌برد؟

$$(g = 10\text{ N/kg})$$

در یک لوله U شکل آب، جیوه و الکل به صورت زیر به حالت تعادل قرار دارند اگر ارتفاع الکل 20 cm و اخلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه 5 cm باشد، ارتفاع آب چقدر است؟

$$P_{آب} = \rho_{الکل} \frac{h}{m^3}, \quad P_{آب} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{جیوه} = 13000 \frac{kg}{m^3}$$

چند گرم بین 10°C - را با 200 g آب 20°C مخلوط کنیم تا پس از تعادل گرماهی دمای تعادل 20°C شود؟

$$(c_{آب} = 2100 \frac{J}{kg \cdot \text{C}}, c_{آب} = 4200 \frac{J}{kg \cdot \text{C}})$$

یک ورقه مس به ابعاد $2\text{ m} \times 5\text{ m}$ تغییر دمای 5°C به اندازه 18 cm^2 افزایش سطح پیدا می‌کند. ضریب انبساط طولی مس را بیندازید.

سوال‌های ویژه دانش آموزان تجربی

گازی در دمای 20°C دارای حجم 100 cm^3 است. این گاز را باید تا چه دمایی گرم کنیم تا در فشار ثابت حجم آن 200 cm^3 شود؟

در محفظه‌ای 164 g اکسیژن با فشار 2 atm و دمای 27°C وجود دارد. حجم این محفظه چند بیلت است؟

$$M_{O_2} = 22 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

گلوله‌ای به جرم 500 g با تندی 4 m/s به سمت فشری پرتاب شده و فشر را فشرده گردد و برای لحظه‌ای متوقف می‌شود. اگر انرژی پتانسیل کشسانی فشر در لحظه‌ی توقف J باشد کار نیروی اصطکاک در طول مسیر چقدر است؟

طبق اصل برنولی توضیح دهد چرا بازیک آب با تندی 4 m/s ترشدن به سطح زمین باریکتر من شود؟

اگر سطح مقطع یک لوله را 4 برابر کنیم، تندی جريان آب در لوله با فرض اینکه آب همه لوله را فرا گیرد، چند برابر می‌شود؟

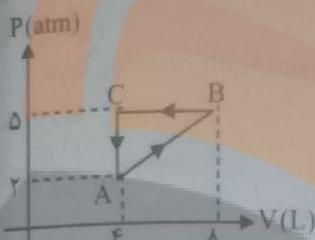
سوال‌های ویژه دانش‌آموزان ریاضی و فیزیک

۱۵- مول گاز تک اتمی چرخه‌ای مطابق شکل را طی می‌کند. (نهایی ریاضی - دی ۹۲)

الف) کار انجام شده در کل چرخه چقدر است؟

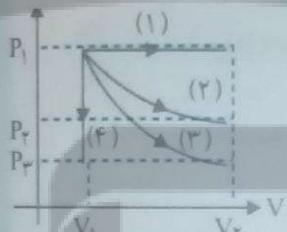
ب) گرمای مبادله شده گاز با محیط در فرایند BC چقدر است؟

$$(R = \frac{J}{moL \cdot K}, C_p = \frac{5}{2} R)$$



۱۶- ضریب عملکرد یک کولر گازی ۳ است. اگر در هر دقیقه 9×10^4 گرم از درون اناق گرفته شود، توان مصرفی کولر چند واحد است؟

۱۷- گاز کاملی چهار فرایند هم حجم، هم فشار، هم دما و پس دررو را مطابق شکل طی می‌کند. در هر بخش شماره فرایند مرتبه را بنویسید.



الف) در این فرایند $Q = 0$ است.

ب) در این فرایند $\Delta T = 0$ است.

ج) در این فرایند $W = 0$ است.

د) در این فرایند $|W|$ بیشترین مقدار است.

۱۸- از داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کنید.

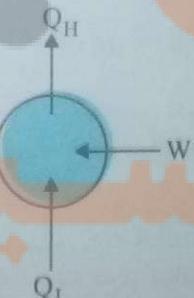
الف) براساس قانون (اول - دوم) ترمودینامیک گرمای خودی خود از جسم سرد به جسم گرم منتقل نمی‌شود.

ب) در تراکم بی‌دررو گاز کامل، دمای گاز (افزایش - کاهش) می‌یابد.

۱۹- در شکل مقابل یک دستگاه ترمودینامیکی را به صورت طرح وار مشاهده می‌کنید.

الف) این دستگاه چه نام دارد؟

ب) در هر چرخه این دستگاه چه رابطه‌ای بین کمیت‌های داده شده برقرار است؟



تلاشی در مسیر موفقیت

پانچ سوالات اسختانی

الف) درست (۰/۰۲۵)، ب) نادرست (۰/۰۲۵)، ج) درست (۰/۰۲۵)، د) درست (۰/۰۲۵)، ۲ الف) اصلی (۰/۰۲۵)، ب) ندارد (۰/۰۲۵)،

پایی شکل (۰/۰۲۵)، د) الکترون های آزاد (۰/۰۲۵) ۳ الف) گزینه (ب)، خطای اندازه گیری و سیله های درجه بندی شده،

کمترین تقسیم بندی مقیاس آنهاست. $0.5 \text{ mm} + 2 = 0.5 \text{ mm}$ ، ب) گزینه (الف)، ابتدا چگالی جسم را بر

g/cm^3 محاسبه می کنیم:

$$m = 10 \text{ g}, p = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = (10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(1)(1) = (10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}})(\frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3}) =$$

$$\frac{10^3 \times 10^3}{10^6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$p = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{p} = \frac{10}{10} = 1 \text{ cm}^3 \rightarrow V = 1 \text{ cm}^3$$

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 = \frac{9}{5}(-85) + 32 = -121^\circ \text{ F} \rightarrow F = -121^\circ \text{ F} \quad \text{ج) گزینه (ب) (۰/۰۵)، د) گزینه (الف) (۰/۰۵)}$$

الف) در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می یابد. (۰/۰۵) ب) مقدار گرمایی است که به یک گیگرام از جسم جامد در نعلمه ذوب داده می شود تا به مایع تبدیل شود. (۰/۰۵)

الف) $10^\circ \text{ (۰/۰۲۵)، ب) انرژی درونی (۰/۰۲۵)، ج) انبساط و انقباض (۰/۰۲۵)، د) گرماده (۰/۰۲۵)}$

به: اگر در جایه چایی یک جسم نیروی های مقاوم بیشتر از نیروی محرک باشد، جسم پس از حل مسافتی متوقف و کار کل انجام شده بر روی جسم منفی می شودا به بیان دیگر طبق تعییر کار و انرژی، جنبشی اگر سرعت جسم کاهش یابد، انرژی جنبشی آن نیز کاهش پالته و مطابق رابطه $K_2 - K_1 = W$ ، کار کل نیروهای وارد بر جسم منفی می شود. (۰/۰۵)

چون نیروی همچسبی بین مولکول های جیوه بیشتر از نیروی دیگر جسبی بین مولکول های جیوه و مولکول های شیشه است، بنابراین جیوه سطح شیشه را تر نمی کند و سطح جیوه در لوله موبین پایین تر از سطح جیوه درون ظرف است. (۰/۰۵)

د) مسافت، میزان حیقلی بودن و رنگ سطح جسم (۰/۰۵) مورد کافی است

آزمایش توربیچلی، یک لوله شیشه ای بلند (به طول تقریبی 80 cm) با یک سر بسته را از جیوه پر کرده و درون ظرف سحتی جیوه به طور وارونه قرار می دهیم. فشار هوا در محل برابر است با فشار ارتفاع ستون جیوه در لوله. بنابراین با

اندازه گیری ارتفاع جیوه درون لوله و دانستن چگالی جیوه $\rho_{\text{جيوه}} = \frac{\text{جيوه}}{\text{m}^3} = ۱۳۶۰۰ \text{ kg/m}^3$ می توان فشار هوا را در محل با استفاده از

$$\text{P}_{\text{جيوه}} = \rho_{\text{جيوه}} gh_{\text{جيوه}} \quad \text{محاسبه کرد. (۰/۰۷۵)}$$

$$m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}, v_A = 4 \text{ m/s}, h_A = 4 \text{ m}, v_B = 6 \text{ m/s}$$

$$h_B = 2 \text{ m}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, W_f = ?$$

$$E_A = K_A + U_A = \frac{1}{2} mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4^2 + 0.5 \times 10 \times 4 = 4 + 20 = 24 \text{ J}$$

$$\rightarrow E_A = 24 \text{ J} \quad (۰/۰۵)$$

$$E_B = K_B + U_B = \frac{1}{2} mv_B^2 + mgh_B = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 6^2 + 0.5 \times 10 \times 2 = 9 + 10 = 19 \text{ J}$$

$$\rightarrow E_B = 19 \text{ J} \quad (۰/۰۵)$$

$$W_f = E_B - E_A = 19 - 24 = -5 \text{ J} \rightarrow W_f$$

۱۶

تلاشی در مسیرهای نیت

$$P = \rho kW = 1000W, Ra = \frac{\Delta T}{\gamma_{\text{air}}} = s/\Delta T, m = \gamma_{\text{air}} \cdot kg, \Delta t = 10s, h = ?, g = 10, \frac{N}{kg}$$

$$P = \frac{E_{\text{heat}}}{\Delta t} \rightarrow E_{\text{heat}} = P \cdot \Delta t = 1000 \times 10 = 10000J \rightarrow E_{\text{heat}} = 10000J (s/\Delta T)$$

$$Ra = \frac{E_{\text{heat}}}{E_{\text{cool}}} \rightarrow E_{\text{cool}} = Ra \cdot E_{\text{heat}} = s/\Delta T \times 10000 = 10000J \rightarrow E_{\text{cool}} = 10000J (s/\Delta T)$$

$$E_{\text{cool}} = \Delta U \rightarrow E_{\text{cool}} = mgh \rightarrow h = \frac{E_{\text{cool}}}{mg} = \frac{10000}{10 \times 1000} = 1 / 10m \rightarrow h = 1 / 10m (s/\Delta T)$$

$$\rho = \frac{kg}{m^3}, h = 10cm = s/\Delta T$$

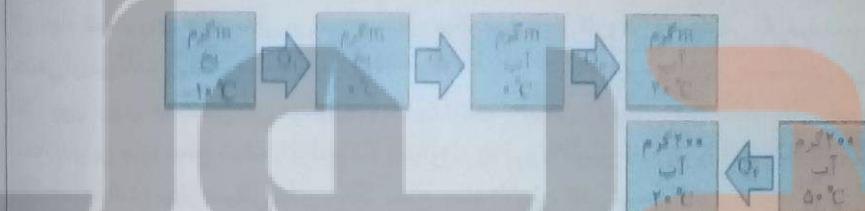
$$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}, h = 10cm = s/\Delta T$$

$$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}, h = ?$$

$$\rightarrow P_{\text{up}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{over}} \rightarrow \rho_{\text{up}} / h_{\text{up}} = P_{\text{atm}} / h_{\text{atm}} + P_{\text{over}} / h_{\text{over}} (s/\Delta T)$$

$$\rightarrow 1000 \times 10 = 10000 \times 10 + 1000 \times 10 / 10 \rightarrow 10000h = 10000 + 1000 (s/\Delta T)$$

$$\rightarrow h = \frac{1000}{10000} = s/\Delta T = 10cm (s/\Delta T)$$



$$C_{\text{p}} = 1000 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, L_f = 333.7 \frac{J}{kg}, C_{\text{vap}} = 2260 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

Q_1 : در تعادل گرمایی $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0 (s/\Delta T)$

$$Q_1 = mc_{\text{p}} \Delta \theta = m \times 1000 \times (0 - (-10)) = 10000m (s/\Delta T)$$

$$Q_2 = mL = m \times 333.7 = 3337m (s/\Delta T)$$

$$Q_3 = mc_{\text{vap}} \Delta \theta = m \times 2260 \times (20 - 0) = 45200m (s/\Delta T)$$

$$Q_4 = mc_{\text{p}} \Delta \theta = 0 / 2 \times 333.7 (20 - 0) = -667m (s/\Delta T)$$

$$\rightarrow 10000m + 3337m + 45200m - 667m = 0 \rightarrow 49260m = 25200 \rightarrow m = \frac{25200}{49260} (s/\Delta T)$$

$$\rightarrow m = 0.516kg \rightarrow m = 516g (s/\Delta T)$$

$$\Delta A = \gamma \cdot \delta = 1000 \cdot 10, \Delta T = 10 \cdot k, \Delta A = 1000 \cdot 10^2, \alpha = ?$$

$$\Delta A = \Delta_1 (\gamma \alpha) \Delta T \rightarrow \alpha = \frac{\Delta A}{\gamma \Delta_1 \Delta T} = \frac{1000 \times 10^{-2}}{10 \times 10 \times 10} = \frac{1000 \times 10^{-2}}{10^3} = 1000 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 1000 \times 10^{-5} (s/\Delta T)$$

پاسخ فامه سوال‌های تعریفی

$$T_1 = 27 + 273 = 293 \text{ K}, V_1 = 100 \text{ cm}^3, V_2 = 200 \text{ cm}^3, T_2 = ?$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{\text{نکته}} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{100}{293} = \frac{200}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{293 \times 200}{100} = 586 \text{ K} \rightarrow T_2 = 586 \text{ K} \quad (*/\Delta)$$

$$m = \rho V, P = \rho g = 2 \times 10^3 \text{ Pa}, T = 27 + 273 = 293 \text{ K} \quad (*/\Delta)$$

$$V = 2, M_{O_2} = 2 \times \frac{32}{mol}, R = 8.31 \frac{J}{mol \cdot K}$$

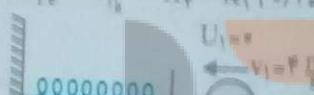
$$n = \frac{m}{M} = \frac{2}{32} = 0.0625 \text{ مقدار مول ماده} \quad (*/\Delta)$$

$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.0625 \times 8.31 \times 293}{2 \times 10^3} = 0.0025 \text{ m}^3 = 2.5 \text{ L} \quad (*/\Delta)$$

$$V = 2.5 \text{ L} \quad (*/\Delta)$$

$$m = \delta \times g = 0.5 \text{ kg}, v_1 = \frac{m}{\rho} = 0.5 \text{ m/s}, v_2 = 0, U_2 = 2 \text{ J}, U_1 = 0, W_f = ?$$

$W_f = \Delta U$: قطبه کار و انرژی جنبشی



$$W_f = -\Delta U = -(U_2 - U_1) = -(2 - 0) = -2 \text{ J} \quad (*/\Delta)$$



$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 / 0.5^2 = 0.25 \text{ J} \quad (*/\Delta)$$

$$K_2 = 0 \quad (*/\Delta)$$

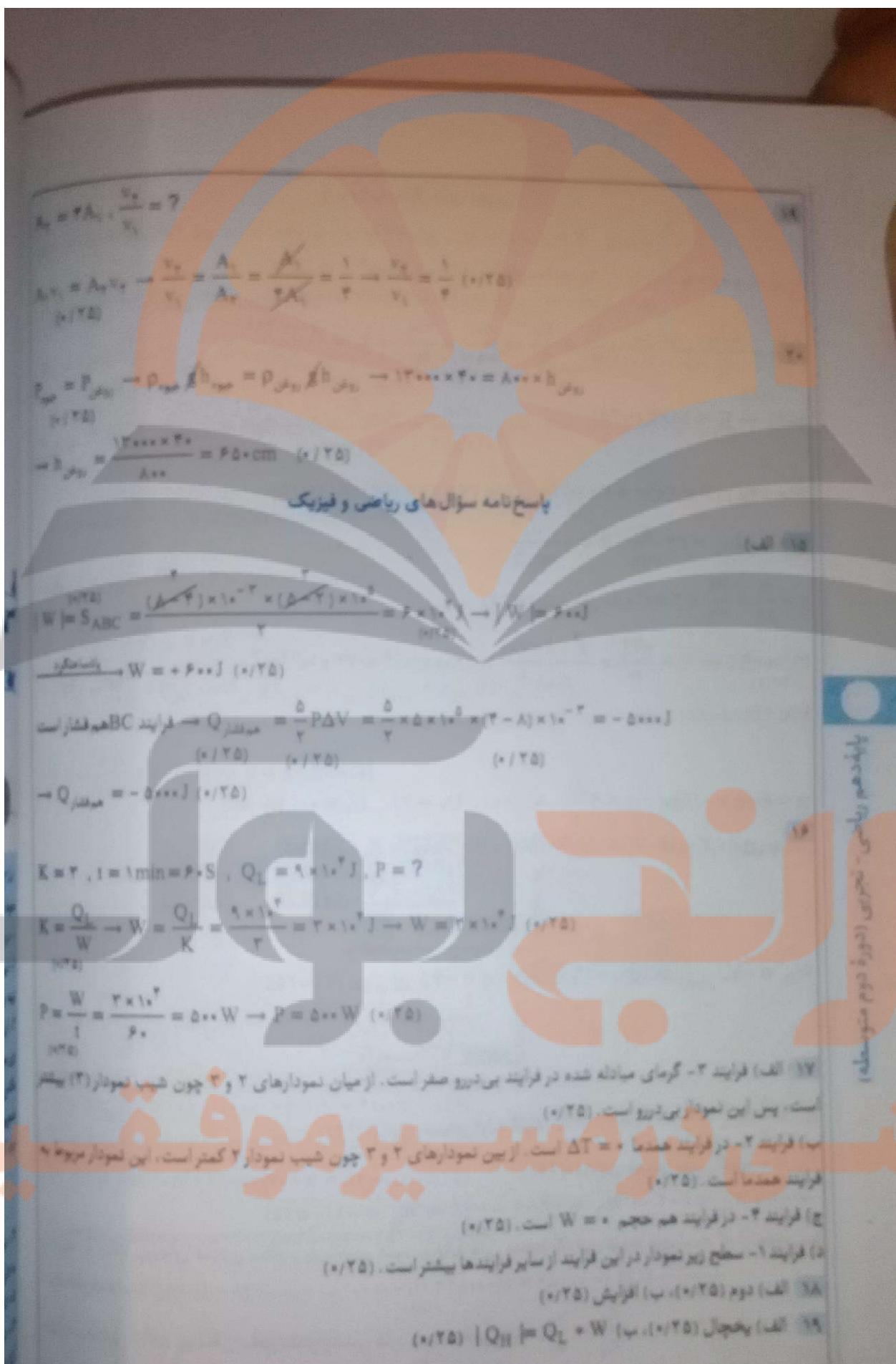
$$\rightarrow -2 + W_{f_k} = 0 - 0.25 \rightarrow W_{f_k} = -0.25 \text{ J} \quad (*/\Delta)$$

توجه به اینکه نیروهای عمودی سطح و وزن جسم عمود بر جا به جایی هستند کار این نیروها صفر است که از نوشت آنها صرف نظر شده است. $(*/\Delta)$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (*/\Delta)$$

الف) طبق معادله پیوستگی سطح مقطع و تندی شاره نسبت عکس دارند.

طریق بازدیدکردن باریکه آب به زمین، تندی آن افزایش می‌یابد، پس طبق معادله پیوستگی سطح مقطع آن کاهش



تلشی درس‌پرموتفقیت



- دانلود گام به گام تمام دروس 
- دانلود آزمون های قلم چی و گاج + پاسخنامه 
- دانلود جزوه های آموزشی و شب امتحانی 
- دانلود نمونه سوالات امتحانی 
- مشاوره کنکور 
- فیلم های انگیزشی 

 Www.ToranjBook.Net

 [@ToranjBook_Net](https://ToranjBook_Net)

 [@ToranjBook_Net](https://ToranjBook_Net)