

جزوه کمک آموزشی

فیزیک ۱

فصل ۱

فیزیک و اندازه گیری

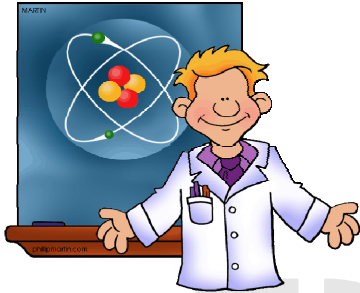
تهیه و تنظیم:
احد افتخار



فیزیک: دانش بنیادی

فیزیک از بنیادی ترین دانش‌ها و شالوده تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند. فیزیک‌دانان پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و می‌کوشند الگوها و نظم‌های خاصی میان این پدیده‌ها بیابند. دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند. مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند. همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری مدل یا نظریه‌ای شود و حتی ممکن است نظریه‌ای جدید جایگزین نظریه قبلی شود. ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است و نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش داشته است.

نظریه اتمی:



- ۱) دالتون ← مدل توپ بیلیارد
- ۲) تامسون ← مدل کیک کشمش
- ۳) رادرفورد ← مدل هسته‌ای
- ۴) بور ← مدل سیاره‌ای
- ۵) شرودینگر ← مدل ابر الکترونی

مدل‌سازی در فیزیک:

مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود. در مدل‌سازی برای شبیه‌سازی یک پدیده باید آن را تا حد امکان ساده کرد؛ مثلاً در مدل‌سازی حرکت یک توپ می‌توان از اثر مقاومت هوا و اثر چرخش توپ بر حرکت آن صرف‌نظر کنیم و توپ را به‌صورت یک نقطه در نظر بگیریم.

کمیت‌های فیزیکی و یکاهای اندازه‌گیری

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی:



برای بیان برخی کمیت‌های فیزیکی تنها از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌شود. این‌گونه کمیت‌ها، کمیت نرده‌ای نامیده می‌شوند. مانند طول، جرم، زمان، انرژی، کار، دما و فشار. برای بیان برخی دیگر از کمیت‌های فیزیکی افزون بر یک عدد و یکای مناسب، به جهت و راستای آن نیز اشاره می‌شود. این دسته از کمیت‌ها را کمیت برداری می‌نامند. مانند: سرعت، نیرو، شتاب، میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی و جابه‌جایی.

اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها:

برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری نیاز داریم که تغییر نکنند و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند. هفت کمیت را که مستقل هستند، کمیت‌های اصلی می‌گویند.

کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها		
نماد یکا	نام یکا	کمیت
m	متر	طول
kg	کیلوگرم	جرم
s	ثانیه	زمان
K	کلوین	دما
mol	مول	مقدار ماده
A	آمپر	جریان الکتریکی
cd	کندلا	شدت روشنایی

برخی دیگر از کمیت‌ها که توسط روابط فیزیکی به کمیت‌های دیگر وابسته هستند را کمیت‌های فرعی گویند.

یکای فرعی	یکای SI	کمیت
$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s}$	تندی و سرعت
$\frac{m}{s^2}$	$\frac{m}{s^2}$	شتاب
$\frac{kgm}{s^2}$	نیوتون (N)	نیرو
$\frac{kg}{ms^2}$	پاسکال (Pa)	فشار
$\frac{kgm^2}{s^2}$	ژول (J)	انرژی

مثال ۱: یکاهای نیرو، فشار و انرژی را برحسب یکاهای اصلی به دست آورید.

$$\text{نیرو: } F = ma \Rightarrow N = \frac{kgm}{s^2}$$

$$\text{فشار: } P = \frac{F}{A} \Rightarrow Pa = \frac{N}{m^2} \Rightarrow Pa = \frac{\frac{kgm}{s^2}}{m^2} = \frac{kg}{ms^2}$$

$$\text{کار یا انرژی: } W = F \cdot d \Rightarrow J = Nm = \frac{kgm}{s^2} \times m = \frac{kgm^2}{s^2}$$

مثال ۲: یکای توان برحسب یکاهای اصلی کدام است؟

$$\frac{kgm}{s^2} \quad (۴)$$

$$\frac{kgm^2}{s^3} \quad (۳)$$

$$\frac{kgm^3}{s^2} \quad (۲)$$

$$\frac{kgm^2}{s^2} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه ۳

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = \frac{mad}{t} = \frac{kg \frac{m}{s^2} \times m}{s} = \frac{kgm^2}{s^3}$$

سازگاری یکاها:

هنگام استفاده از رابطه‌های فیزیکی و جایگذاری اندازه هر کمیت در آن، باید به سازگاری یکاها در دو طرف رابطه توجه کنیم.

مثال ۳: تندی یک جسم مطابق با رابطه $v = kx^2$ به مکان جسم مربوط است. یکای مناسب k کدام است؟

$$\frac{m}{s^2} \quad (۴)$$

$$\frac{s}{m} \quad (۳)$$

$$\frac{m}{s} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{ms} \quad (۱)$$

پاسخ: گزینه ۱

$$v = kx^2 \Rightarrow \frac{m}{s} = k \times m^2 \Rightarrow k = \frac{1}{ms}$$

پیشوندهای یکاها و نمادگذاری علمی:

هرگاه در اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ‌تر یا بسیار کوچک‌تر از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم که در جدول زیر آمده است.

نماد	پیشوند	ضرب	نماد	پیشوند	ضرب
y	یوکتو	10^{-24}	Y	یوتا	10^{24}
z	زپتو	10^{-21}	Z	زتا	10^{21}
a	اتو	10^{-18}	E	اگزا	10^{18}
f	فمتو	10^{-15}	P	پتا	10^{15}
p	پیکو	10^{-12}	T	ترا	10^{12}
n	نانو	10^{-9}	G	گیگا	10^9
μ	میکرو	10^{-6}	M	مگا	10^6
m	میلی	10^{-3}	k	کیلو	10^3
c	سانتی	10^{-2}	h	هکتو	10^2
d	دسی	10^{-1}	da	دکا	10^1

برای نوشتن عددهای بسیار بزرگ یا بسیار کوچک، از نمادگذاری علمی استفاده می‌کنیم. برای نوشتن عددها به این صورت، باید عدد را طوری بنویسیم که به صورت حاصل ضرب یک عدد بین ۱ تا ۱۰ در توان صحیحی از ۱۰ باشد؛ مثلاً:

$$2/61 \times 10^{-5}, \quad 3/5 \times 10^{+7}, \quad -1/4 \times 10^{-1}$$

مثال ۴: طول یک میله فلزی 0.72 dm است. طول این میله برحسب نانومتر چقدر است؟

$$7/2 \times 10^9 \quad (4) \qquad 7/2 \times 10^8 \quad (3) \qquad 7/2 \times 10^7 \quad (2) \qquad 7/2 \times 10^6 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۲

$$L = 0.72 \text{ dm} = 72 \times 10^{-2} \times 10^{-1} \text{ m} = 7/2 \times 10^{-2} \text{ m} = 7/2 \times 10^{-2} \times 10^{+9} = 7/2 \times 10^7 \text{ nm}$$

مثال ۵: جرم یک قطعه فلزی $43/22 \times 10^{-4} \text{ Mg}$ است. جرم این قطعه چند میکروگرم است؟

$$4/32 \times 10^{+1} \quad (4) \qquad 4/32 \times 10^9 \quad (3) \qquad 4/32 \times 10^8 \quad (2) \qquad 4/32 \times 10^7 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۳

$$m = 43/22 \times 10^{-4} = 4/32 \times 10^{-3} \text{ Mg} = 4/32 \times 10^{-3} \times 10^{+6} \times 10^{+6} = 4/32 \times 10^9 \mu\text{g}$$

تبدیل واحدهای مرکب:

برای تبدیل واحدهایی که ترکیبی از واحدهای اصلی هستند، باید جزء به جزء یکاها را تبدیل کنیم تا ضرب تبدیل به دست آید. مانند

مثال‌های زیر:

$$1) \frac{\text{km}}{\text{h}} \Rightarrow \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{10^3}{3600} = \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1}{3/6} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \frac{\text{km}}{\text{h}} \xrightarrow[\times 3/6]{+3/6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$2) \text{cm}^2 \rightarrow \text{m}^2, \quad \text{cm}^3 \rightarrow \text{m}^3$$

$$\text{cm} \xrightarrow{\times 10^{-2}} \text{m} \Rightarrow \text{cm}^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} \text{m}^2, \quad \text{cm}^3 \xrightarrow{\times 10^{-6}} \text{m}^3$$

نکته: یک لیتر معادل یک دسی متر مکعب است.

$$1L = 1dm^3 = 10cm \times 10cm \times 10cm = 1000cm^3$$

مثال ۶: چگالی جسمی $8 \frac{kg}{L}$ است. چگالی این جسم بر حسب $\frac{g}{cm^3}$ چقدر است؟

- (۱) ۸ (۲) ۸۰۰۰ (۳) 8×10^{-3} (۴) 8×10^6

پاسخ: گزینه ۱

$$\frac{kg}{L} \times \frac{1000}{1000} = \frac{g}{cm^3} \Rightarrow 8 \frac{kg}{L} = 8 \frac{g}{cm^3}$$

مثال ۷: ابعاد یک جسم مکعب مستطیل $10cm \times 25mm \times 4m$ است. حجم این جسم چند لیتر است؟

- (۱) ۱ (۲) ۱۰ (۳) ۱۰۰ (۴) 0.1

پاسخ: گزینه ۲

$$V = 40cm \times 25cm \times 10cm \Rightarrow V = 10000cm^3 = 10L$$

اندازه‌گیری، خطا و دقت:

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی همواره عدم قطعیت و مقداری خطا وجود دارد. این خطاها ناشی از دقت وسیله اندازه‌گیری، مهارت شخص آزمایشگر و تعداد دفعات اندازه‌گیری است. هر چه تعداد دفعات اندازه‌گیری بیشتر باشد، خطای اندازه‌گیری کاهش می‌یابد. دقت وسیله‌های اندازه‌گیری مدرج، برابر با کمینه درجه‌بندی آن وسایل است و دقت اندازه‌گیری در وسایل دیجیتال (رقمی)، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن وسیله می‌خواند.

چگالی

جرم واحد حجم جسم را چگالی جسم می‌گویند که برابر است با نسبت جرم جسم به حجم آن.

$$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{kg}{m^3}, \frac{g}{L}, \frac{g}{cm^3} \right)$$

$$\frac{g}{cm^3} \xrightarrow{\times 1000} \frac{kg}{m^3}$$

$$\frac{g}{L} = \frac{kg}{m^3}$$

$$\frac{kg}{L} = \frac{g}{cm^3}$$

یادآوری روابط حجم:

$V = a^3$	مکعب
$V = a \times b \times c$	مکعب مستطیل
$V = \frac{4}{3} \pi R^3$	کره
$V = \pi R^2 h$	استوانه
$V = \frac{4}{3} \pi (R_2^3 - R_1^3)$	پوسته کروی
$V = \pi h (R_2^2 - R_1^2)$	پوسته استوانه‌ای
$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h$	مخروط

مثال ۸: ابعاد یک ظرف مکعب مستطیل $10\text{cm} \times 20\text{cm} \times 5\text{cm}$ است. آن را به وسیله مایعی به چگالی $\rho = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ پر کرده‌ایم. جرم مایع

درون این ظرف چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۸ (۲) ۸۰ (۳) ۴۰ (۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱

$$V = 10\text{cm} \times 20\text{cm} \times 5\text{cm} = 10^4 \text{cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 10^4 \times 0.8 = 8 \times 10^3 \text{g} = 8 \text{kg}$$

مثال ۹: جرم دو کره همگن توپر A و B با هم برابر است. اگر شعاع کره A برابر ۳ cm و شعاع کره B برابر ۶ سانتی‌متر باشد، چگالی کره A چند برابر چگالی کره B است؟

- (۱) ۱ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) $2\sqrt{2}$

پاسخ: گزینه ۳

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\frac{m_A}{V_A}}{\frac{m_B}{V_B}} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} \xrightarrow{m_A=m_B} \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{V_B}{V_A} = \frac{\frac{4}{3}\pi R_B^3}{\frac{4}{3}\pi R_A^3} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^3 \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \left(\frac{6}{3}\right)^3 = 8$$

مثال ۱۰: درون استوانه مدرجی آب وجود دارد. گلوله توپری به جرم ۴۲ گرم را داخل آب می‌اندازیم. سطح آب از درجه 50cm^3 به 54cm^3 می‌رسد. چگالی گلوله چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

- (۱) ۳/۵ (۲) ۱۰/۵ (۳) ۲۱ (۴) ۴۲

پاسخ: گزینه ۲

$$V = 54 - 50 = 4 \text{cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{42}{4} = 10.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

مثال ۱۱: جرم یک گلوله آهنی توپر ۳۹۰۰ گرم و چگالی آن $7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است. اگر گلوله آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو ببریم و

چگالی الکل $800 \frac{\text{g}}{\text{L}}$ باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۳۹۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۶۰۰

پاسخ: گزینه ۱

حجم گلوله آهنی: $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 7800 = \frac{3900}{V} \Rightarrow V = 500 \text{cm}^3$

جرم الکی که بیرون می‌ریزد: $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 0.8 = \frac{m}{500} \Rightarrow m = 400 \text{g}$

چگالی آلیاژ:

اگر چند ماده را با هم مخلوط کنیم، چگالی آلیاژ ایجاد شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

مثال ۱۲: مخلوطی از ۲ نوع مایع با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 درست شده است. اگر $\frac{1}{3}$ حجم آن از مایعی با چگالی ρ_1 بوده و $\frac{2}{3}$ باقی‌مانده از

مایعی با چگالی ρ_2 باشد، چگالی مخلوط برابر با کدام است؟

$$\begin{array}{l} (1) \quad \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3} \\ (2) \quad \frac{\rho_2 + 2\rho_1}{3} \\ (3) \quad \frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_2 + 2\rho_1} \\ (4) \quad \frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_1 + 2\rho_2} \end{array}$$

پاسخ: گزینه ۱

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow \rho = \frac{\rho_1 \times \frac{1}{3}V + \rho_2 \times \frac{2}{3}V}{\frac{1}{3}V + \frac{2}{3}V} = \frac{V(\rho_1 + 2\rho_2)}{V(3)} \Rightarrow \rho = \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3}$$

مثال ۱۳: مخلوطی از دو ماده A و B به چگالی‌های $\frac{3}{\text{cm}^3}$ و $\frac{9}{\text{cm}^3}$ در اختیار داریم. اگر جرم ماده A سه برابر جرم ماده B باشد، چگالی

مخلوط چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

$$\begin{array}{l} (1) \quad 2400 \\ (2) \quad 3600 \\ (3) \quad 4800 \\ (4) \quad 5600 \end{array}$$

پاسخ: گزینه ۲

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{2m_B + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} = \frac{3m_B}{\frac{3m_B}{3} + \frac{m_B}{9}} = \frac{3m_B}{\frac{10}{9}m_B} = \frac{3}{10} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

نکته: اگر چند ماده با حجم‌های مساوی را با هم مخلوط کنیم، چگالی آلیاژ میانگین چگالی آن چند ماده است.

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

محاسبه حجم حفره:

ممکن است درون یک قطعه جسم جامد، یک حفره پنهان باشد. برای محاسبه حجم حفره کفایت اختلاف حجم ظاهری و حجم واقعی را

به دست آوریم. حجم ظاهری با ابعاد جسم به دست می‌آید و حجم واقعی با داشتن جرم و از رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ به دست می‌آید.

(مثلاً مکعب مستطیل) : $V = a \times b \times c$: حجم ظاهری

$$V = \frac{m}{\rho} \text{ : حجم واقعی}$$

$$V = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{واقعی}} \text{ : حجم حفره}$$

مثال ۱۴: ابعاد یک شمش آلومینیومی به چگالی $\rho = 3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ برابر $10 \text{cm} \times 20 \text{cm} \times 50 \text{cm}$ و جرم آن ۲۴ کیلوگرم است. حجم حفره داخل

آن چند سانتی‌متر مکعب است؟

$$\begin{array}{l} (1) \quad 2000 \\ (2) \quad 4000 \\ (3) \quad 12000 \\ (4) \quad 3000 \end{array}$$

پاسخ: گزینه ۱

$$V = 10 \times 20 \times 50 = 10^4 \text{cm}^3 \text{ : حجم ظاهری}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 3 = \frac{24000}{V} \Rightarrow V = 8000 \text{cm}^3 \text{ : حجم واقعی}$$

$$V = 10000 - 8000 = 2000 \text{cm}^3 \text{ : حجم حفره}$$

مثال ۱۵: مکعبی به حجم 400 cm^3 از آلومینیوم به چگالی $\frac{2}{7} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ساخته شده است که درون آن حفره قرار دارد. اگر داخل حفره آب به

چگالی $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ باشد و جرم کل مجموعه نیز 910 g باشد، حجم حفره آب بر حسب سانتی متر مکعب کدام است؟

۱۲۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۱۲۵ (۲)

۸۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

$$m_{\text{کل}} = m_{\text{Al}} + m_{\text{حفره}} \Rightarrow 910 = \rho_{\text{Al}} V_{\text{Al}} + \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}}$$

$$\begin{cases} 910 = 2/7 \times V_1 + 1 \times V_2 \\ 400 = V_1 + V_2 \end{cases} \Rightarrow 910 - 400 = 1/7 V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{510}{1/7} = 300 \text{ cm}^3$$

$$V_1 = 300 \text{ cm}^3 \text{ : آلومینیوم}$$

$$V_2 = 100 \text{ cm}^3 \text{ : حفره}$$

گزینهدو



مؤسسه آموزشی فرهنگی