جزوه فیزیک دهم

مطالعه و یادگیری فیزیک به این دلیل اهمیت دارد که فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و فالوده‌ی تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به طور مستقیم یا غیر مستقیم در زندگی ما نقش دارند.

دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند. از آن‌جا که فیزیک، علمی تجربی است، لازم است این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند. نظریه‌های فیزیکی همیشه معتبر نیستند و ممکن است دست-خوش تغییر شوند.

مدل‌سازی: فیزیک‌دانان برای بررسی پدیده‌ها از مدل‌سازی استفاده می‌کنند. مدل‌سازی فرآیندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

برای مثال در مدل‌سازی پرتاب توپ، برای ساده شدن فرآیند از نیروی مقاومت هوا صرف نظر می‌کنیم. هم‌چنین فرض می‌کنیم وزن توپ با فاصله‌اش از زمین ثابت است!

هنگام مدل‌سازی باید اثرات جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین کننده را.

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی:

در فیزیک به هر چیز که بتوان آن را اندازه گرفت مانند طول، جرم، سرعت و ... کمیت فیزیکی گفته می‌شود.

برای بیان برخی از کمیت‌های فیزیکی از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌شود. به این گونه کمیت‌ها، کمیت‌های نرده‌ای می‌گویند مثل جرم، طول.

برای بیان برخی دیگر از کمیت‌های فیزیکی، علاوه بر یک عدد و یکا لازم است به جهت آن نیز اشاره کنیم. به این کمیت‌ها، کمیت‌های برداری می‌گویند. مثل سرعت، شتاب، جابه‌جایی، نیرو.

برای نوشتن کمیت‌های برداری از پیکان (→) استفاده می‌شود. مثل سرعت $\vec{v}$.

اگر علامت پیکان بالای یک کمیت برداری نیاید، اندازه آن کمیت (بردار) شامل عدد و یکا بیان می‌شود.

دانشمندان هفت کمیت را به عنوان کمیت‌های اصلی در نظر گرفته‌اند و سایر کمیت‌ها از روی کمیت-های اصلی بدست می‌آیند.

کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها:

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	S
دما	کلوین	k
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کاندلا (شمع)	cd

برای مثال کمیت فرعی سرعت که از رابطه‌ی $\frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان}}$ بدست می‌آید، یکای آن m/s است.

دانشمندان برای یک‌دست شدن اندازه‌گیری‌ها، برای هر کدام از کمیت‌های اصلی، مقداری نسبت داده‌اند که در تمام دنیا این مقدار قرارداد شده است.

طول: در اواخر قرن هجدهم، یک متر، یک ده میلیونیوم فاصله استوا تا قطب شمال تعریف شد. بنابر آخرین توافق جهانی، یک متر مسافتی است که نور در مدت $\frac{1}{299792458}$ ثانیه طی می‌کند.

جرم: یک استوانه‌ی فلزی از جنس آلیاژ پلاتین-ایریدیوم ساخته‌اند و جرم آن را یک کیلوگرم قرارداد کرده‌اند.

زمان: در گذشته، یک ثانیه، $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شد. استاندارد کنونی بسیار پیشرفته‌تر است.

تبدیل یکاها:

اغلب نیاز است برای حل مسئله‌های فیزیک، یکای کمیتی را تغییر دهیم. برای این کار از ضرایب تبدیل مناسب استفاده می‌کنیم. ضریب تبدیل نسبتی از یکاهاست که برابر با یک است. به طور زنجیری پیش می‌رویم تا به یکای مورد نظر برسیم.

برای مثال:

$$۳۶\frac{\text{km}}{\text{h}} = ۳۶\frac{\text{km}}{\text{h}}\left(\frac{1\ \text{h}}{3600\ \text{s}}\right)\left(\frac{1000\ \text{m}}{1\ \text{km}}\right) = ۱۰\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$۱\text{h} = ۳۶۰۰\ \text{s} \qquad \frac{1\ \text{h}}{3600\ \text{s}} = ۱$$

گاهی نیاز است ضرایب تبدیل را به توان برسانیم:

$$۲۰\frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = ۲۰\frac{\text{cm}^3}{\text{s}}\left(\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}\right)^3 = \frac{20}{10^6} = ۲ \times ۱۰^{-۵}\ \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

سازگاری یکاها:

هر کمیت فیزیکی را با نمادی نشان می‌دهند. برای ارتباط بین کمیت‌ها از معادله‌ها استفاده می‌شود. باید دقت کنیم یکای کمیت‌ها در دو طرف معادله یکی باشند. مثلا اگر سمت چپ جرم را بر حسب kg نوشتیم، سمت راست نیز باید جرم بر حسب kg باشد. ترجیحا بهتر است کمیت‌ها را SI نوشت.

پیشوندهای یکاها:

جدول زیر پیشوندها و ضریب آنها را نشان می‌دهد. بیان هر پیشوند به معنای ضرب ضریب مخصوص آن پیشوند در مقدار کمیت است.

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

نمادگذاری علمی:

برای بیان راحت‌تر اعداد خیلی بزرگ و کوچک، از نمادگذاری علمی استفاده می‌کنیم.

ابتدا عدد را به عددی بین ۰ تا ۱۰ تبدیل کرده سپس توان مناسبی از ۱۰ را در آن ضرب می‌کنیم.

مثال:

$۵۶۲۰۰۰ = ۵/۶۲ \times ۱۰^{۵}$

$۰/۰۰۰۷۲ = ۷/۲ \times ۱۰^{-۴}$

دقت اندازه‌گیری:

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی قطعیت وجود ندارد. فقط می‌توانیم با انتخاب وسیله‌ای دقیق‌تر، خطای اندازه‌گیری را کمتر کنیم.

دقت وسیله اندازه‌گیری: کوچک‌ترین عدد قابل گزارش توسط یک وسیله‌ی اندازه‌گیری را دقت آن وسیله می‌نامند. مثلا دقت خط‌های معمولی میلی‌متر است.

برای کاهش خطا در آزمایش‌ها، معمولا یک کمیت را چند بار اندازه‌گیری کرده و مقدار میانگین گزارش می‌شود. البته در این میان داده‌هایی که اختلاف زیادی با بقیه دارند کنار گذاشته می‌شوند.

ارقام بامعنی: رقم‌های اعلام شده در یک اندازه‌گیری را ارقام معنی‌دار می‌گوییم. (بدون در نظر گرفتن صفرهای سمت چپ) مثلا اگر طول جسمی ۷/۶m باشد این طول با ۲ رقم بامعنی بیان شده است و یا ۷/۶۰m متر ۳ رقم معنی‌دار دارد.

به طور کلی برای تعیین ارقام بامعنی از سمت چپ شروع کرده، صفرهای پشت سر اولین رقم را نمی‌شماریم، اما صفرهای بین و صفرهای سمت راست را می‌شماریم.

مثال:

۰/۰۵۴m ⟵ دقت: $\frac{1}{1000}$ m . ۳ رقم بامعنی

۱/۶۷۰۰cm ⟵ دقت: 10^{-6}m = $\frac{1}{10000}$ cm . ۵ رقم بامعنی

تخمین مرتبه بزرگی:

برخی اوقات برای شناخت بهتر یک موضوع و کمیت های وابسته به آن ، نیاز داریم اندازه ی غیر دقیق (تقریبی) آن را به کار گیریم . برای این کار از فرایند تخمین یا بردار استفاده می کنیم . معمولا در موارد زیر از تخمین استفاده می کنیم .

دقت بالا در محاسبات اهمیت چندانی نداشته باشد .

زمان کافی برای محاسبه ی دقیق نداشته باشیم .

همه یا بخشی از داده های مورد نیاز در دسترس نباشد .

نوعی از تخمین که در فیزیک کاربرد دارد ، تخمین مرتبه بزرگی نام دارد . در تخمین مرتبه بزرگی همه اعداد به صورت نماد گذاری علمی نوشته می شود و سپس از قاعده زیر استفاده می کنیم .

اگر $1 \le x < 5$ آنگاه $x \sim 10^0$

اگر $5 \le x < 10$ آنگاه $x \sim 10$

مثال : در شهری با مساحت $520\ km^2$ ، حدود 50/0 mm باران دیده است . اگر هر قطره باران را به صورت کره ای به قطر 4/0 mm فرض کنیم ، تعداد قطره های باران را تخمین بزنید ؟

$$A = 520 \times 10^6\ m^2 = 5/2 \times 10^8 m^2 \sim 10^9 m^2$$

حجم باران $V_1 = Ad = 10^8 m^2$ $\quad d = 50\,mm = 5 \times 10^{-2} m \sim 10^{-1} m$

$$V_2 = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi(2 \times 10^{-3} m)^3 = 32 \times 10^{-9} = 3.2 \times 10^{-8} = \sim 10^{-8}$$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{10^8}{10^{-8}} = 10^{16}$ تعداد کل قطرات باران به صورت تخمینی

چگالی:

چگالی هر ماده از ویژگی های مهم هر ماده است از تقسیم جرم به حجم به دست می آید

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

برای مثال جسمی در آب فرو می رود که چگالی آن از چگالی آب بیشتر باشد . چگالی آب با تخمین $1000 \frac{Kg}{m^3}$ است .

انرژی جنبشی:

میدانیم هر چیزی که حرکت میکند، انرژی دارد و انرژی وابسته به حرکت یک جسم را انرژی حرکتی یا جنبشی مینامند. انرژی جنبشی از رابطه زیر به دست می آید.

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

یکای انرژی در SI $\frac{kgm^2}{s^2}$ است که به افتخار فیزیک دان انگلیسی، ژول (J) نامیده میشود. انرژی جنبشی کمیتی نرده ای و همیشه مثبت است. این کمیت تنها به جرم و تندی جسم بستگی دارد و به جهت حرکت جسم وابسته نیست.

کار:

میدانیم مفهوم کار در فیزیک با مفهوم آن در زندگی روزمره بسیار تفاوت دارد. کار از وارد بر جسم از رابطه زیر به دست می آید.

$$W = Fd$$

در این رابطه F نیروی وارد بر جسم و d میزان جا به جایی جسم تحت اثر آن نیرو است. برای استفاده از این رابطه باید چند نکته را رعایت کنیم.

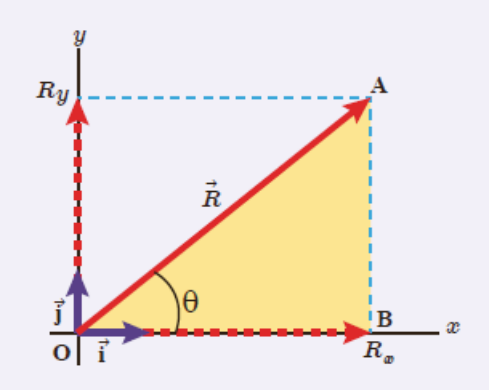
اول اینکه نیروی وارد بر جسم باید ثابت باشد و نباید متغیر باشد.

دوم اینکه نیروی ثابت وارد بر جسم با جا به جایی آن هم جهت باشد.

سوم آن که باید بتوان جسم را به صورت یک ذره در نظر گرفت.(باید تمام جرم جسم را در مرکز جرم آن در نظر بگیریم که در سال های آینده با آن آشنا خواهید شد.)

اگر نیروی وارد بر جسم و جا به جایی جسم هم جهت نبودند، باید بردار نیرو را در جهت X و Y تجزیه کنیم. در واقع باید بردار نیرو را به دو بردار هم جهت با جا به جایی و عمود بر جا به جایی تجزیه کنیم.

یادآوری تجزیه بردار ها:



$$R_y = R\,sin\theta \qquad R_x = Rcos\theta$$

اگر θ زاویه ی بین بردار نیرو و جا به جایی باشد، کار وارد شده بر جسم تحت تاثیر نیروی F برابر است با: $F = (Fcos\theta)d$.

$Fcos\theta$ همان مولفه ی نیرو در جهت جا به جایی است.

اگر چند نیرو به جسمی وارد شود، برای محاسبه کار کل وارد بر جسم میتوان کار تمامی نیرو ها را حساب کرد و با هم جمع جبری کرد. همچنین میتوان برآیند نیرو ها را حساب کرد و کار نیروی بر آیند را حساب کرد.

کار و انرژی جنبشی: کل کار وارد بر جسم میتواند مثبت یا منفی باشد. اگر منفی باشد، نیروی برآیند خلاف جهت جا به جایی است و باعث کاهش سرعت جسم و کاهش انرژی جنبشی جسم میشود. اگر کار مثبت، نیروی برآیند در جهت جا به جایی است و باعث افزایش سرعت جسم و افزایش انرژی جنبشی آن میشود.

قضیه کار و انرژی:

کل کار انجام شده بر روی یک جسم، برابر با اختلاف انرژی جنبشی جسم در اول و آخر حرکت است.

$$W_t = K_2 - K_1$$

این یک رابطه ی کلی است و از قضیه اصل پایستگی انرژی (انرژی نه به وجود می آید نه نابود میشود) اثبات میشود. از این رابطه میتوان وقتی که نیرو ثابت هم نیست و یا حرکت جسم خمیده است هم استفاده کرد.

کار و انرژی پتانسیل:

انرژی پتانسیل نوعی انرژی ذخیره ای است که به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد. برای مثال شخصی که از روی تخته درون آب شیرجه میزند، انرژی پتانسیل آن به مرور کم میشود و به انرژی جنبشی تبدیل میشود. تغییر انرژی پتانسیل جسم به خاطر تغییر موقعیت اجسام سامانه (شخص و تخته پرش) نسبت به یکدیگر است.

انرژی پتانسیل گرانشی:

وقتی جسمی از ارتفاع h_1 به h_2 میرود، کار نیروی وزن در این جابه جایی برابر است با:

$$W = mgd = mg(h_1 - h_2) = -mg(h_2 - h_1)$$

انرژی پتانسیل گرانشی سامانه ای متشکل از زمین و جسمی به جرم m که در ارتفاع h از سطح زمین است عبارت است از :

$$U = mgh$$

این رابطه برای هر نوع مسیری قابل استفاده است. مسیر های مستقیم از بالا به پایین و مسیر های خمیده و ... .

پس : $W = -\Delta U$

این رابطه نشان میدهد که انرژی پتانسیل منفی کار نیروی وزن است. علامت منفی مهم است. هنگامی که جسم پایین می آید h کاهش می یابد، کار نیروی وزن مثبت و انرژی پتانسیل گرانشی کاهش میابد. هنگامی که جسم بالا میرود، انرژی پتانسیل گرانشی افزایش میابد.

در فیزیک تغییر انرژی پتانسیل اهمیت دارد و انرژی پتانسیل گرانشی U به تنهایی کاربردی ندارد.

انرژی پتانسیل کشسانی:

به وضعیتی که فنر نه کشیده شده است و فشرده شده است وضعیت تعادل فنر میگویند.

اگر فنر را فشار دهیم و طول آنرا کم کنیم، فنر به دست ما نیرویی در جهت خلاف وارد میکند. در این حالت انرژی پتانسیل کشسانی فنر (انرژی ذخیره شده در فنر) افزایش میابد. اگر فنر را بکشیم هم فنر در جهت خلاف دست ما را میکشد و انرژی پتانسیل کشسانی فنر افزایش میابد.

$$W = -\Delta U$$

مانند انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی پتانسیل کشسانی هم برابر با منفی کار انجام شده روی فنر است و به مسیر حرکت بستگی ندارد.

به این نیرو هایی که کار انجام شده توسط آنها به مسیر حرکت بستگی ندارد، نیرو های پایستار میگویند

در کل انرژی پتانسیل برای هر نیروی پایستاری تعریف میشود و تعریف آن هم منفی کار انجام شده توسط آن نیرو است.

پایستگی انرژی مکانیکی:

انرژی نه از بین میرود و نه به وجود می آید. فقط از حالتی به حالت دیگری تبدیل میشود.

کل انرژی مکانیکی اول و آخر حرکت با هم برابر هستند.

$$E = K + U \quad , \quad E_1 = E_2$$

پس: $K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

پایستگی انرژی به مسیر حرکت بستگی ندارد. هر دو نقطه از حرکت را که در نظر بگیریم، انرژی مکانیکی (مجموع انرژی های پتانسیل و جنبشی) این دو نقطه با هم برابر هستند.

در واقعیت مقداری از انرژی اولیه به هدر میرود. معمولا این انرژی هدر رفته به شکل گرما به محیط بیرون داده میشود. در این حالت انرژی اولیه به انرژی ثانویه و مقداری گرما تبدیل شده است. در این حالت هم پایستگی انرژی برقرار است. یعنی $E_2 = E_1 + W_{net}$

W_{net} میزان انرژی هدر رفته است. این انرژی هدر رفته به صورت کار نیرو های ناپایستار (مثلا اصطکاک، مقاومت هوا) ظاهر میشود.

کار و انرژی درونی:

انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی های ذره های تشکیل دهنده آن است.

در بالا گفتیم که در واقعیت مقداری از انرژی به هدر میرود. فرض کنید ماشینی با سرعت بالا ترمز میکند. ماشین می ایستد. سوال پیش می آید که انرژی جنبشی ماشین کجا رفته است؟ لاستیک های ماشین گرم شده اند. پس انرژی درونی لاستیک ها افزایش یافته است. انرژی جنبشی ماشین به انرژی درونی لاستیک های ماشین تبدیل شده است.

$$\text{انرژی هدر رفته} = E_2 - E_1$$

توان:

یک ماشین وسیله ای است که کار خاصی را برای ما انجام میدهد. مثلا یخچال و اتومبیل هر دو ماشین هستند. یکی از مهم ترین ویژگی های هر ماشین مدت زمانی است که طول میکشد تا کار معینی را انجام دهد. هر چه ماشین کار معینی را در مدت زمان کمتری انجام دهد، ماشین بهتری است.

کار انجام شده در واحد زمان را توان متوسط مینامند و به صورت زیر تعریف میکنند.

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

توان کمیتی نرده ای است و یکای آن وات (W) است که به احترام جیمز وات مخترع انگلیسی نام گذاری شده است. یک وات برابر یک ژول بر ثانیه است. استفاده از یکا ها بزرگتر مانند کیلو وات و مگاوات هم متداول است. این یکا نخستین بار توسط وات برای ارزیابی توان خروجی اختراع جدیدش، ماشین بخار، معرفی شد. توان موتور و بیشتر وسایل نقلیه با این یکا بیان میشود.

مثال: خودرویی به جرم $1.30 * 10^3 kg$ برای سبقت گرفتن از کامیونی سرعت خود را در عرض ۳ ثانیه از ۱۳,۴ به ۱۷,۴ میرساند. توان موتور برای انجام اینکار باید دست کم چقدر باشد؟

پاسخ:

میدانیم کل کار انجام شده روی ماشین توسط موتور برابر تغییر انرژی جنبشی آن است.(چون فقط نیروی موتور کار انجام میدهد و نیروی وزن کاری انجام نمیدهد)

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(V_2^2 - V_1^2) = \frac{1}{2}(1.3 * 10^3)(17.9^2 - 13.4^2) = 9.16 * 10^4 J$$

ماشین این کار را در مدت ۳ ثانیه انجام میدهد.

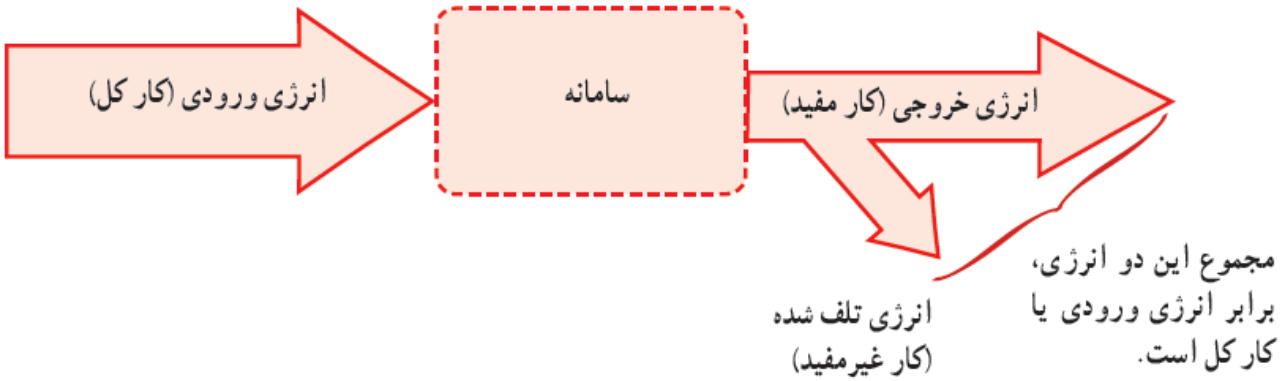
$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = 9.16 * \frac{10^4}{3} = 3.05 * 10^4 = 40.9 hp$$

این کمترین توان مورد نیاز است. ولی در واقعیت با نیرو های مقاومتی مثل مقاومت هوا و اصطکاک به توانی بیش از این نیاز است.

واحد اسب بخار یکی دیگر از یکا های رایج در اندازه گیری توان است. هر اسب بخار برابر ۷۴۶ وات است.

بازده:

گفتیم در سامانه بخشی از انرژی به هدر میرود. مثلا در یک یخچال مقداری از انرژی الکتریکی برای تولید سرما استفاده میشود و مقداری هم در موتور به صورت گرما به هدر میرود.



بازده را به صورت زیر تعریف میکنیم.

$$\text{بازده بر حسب درصد} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} * 100$$

بازده را معمولا بر حسب درصد بیان میکنند. هر چه بازده یک ماشین به ۱۰۰ درصد نزدیک تر باشد، یعنی انرژی اتلافی ماشین کمتر است و ماشین بهتری است.