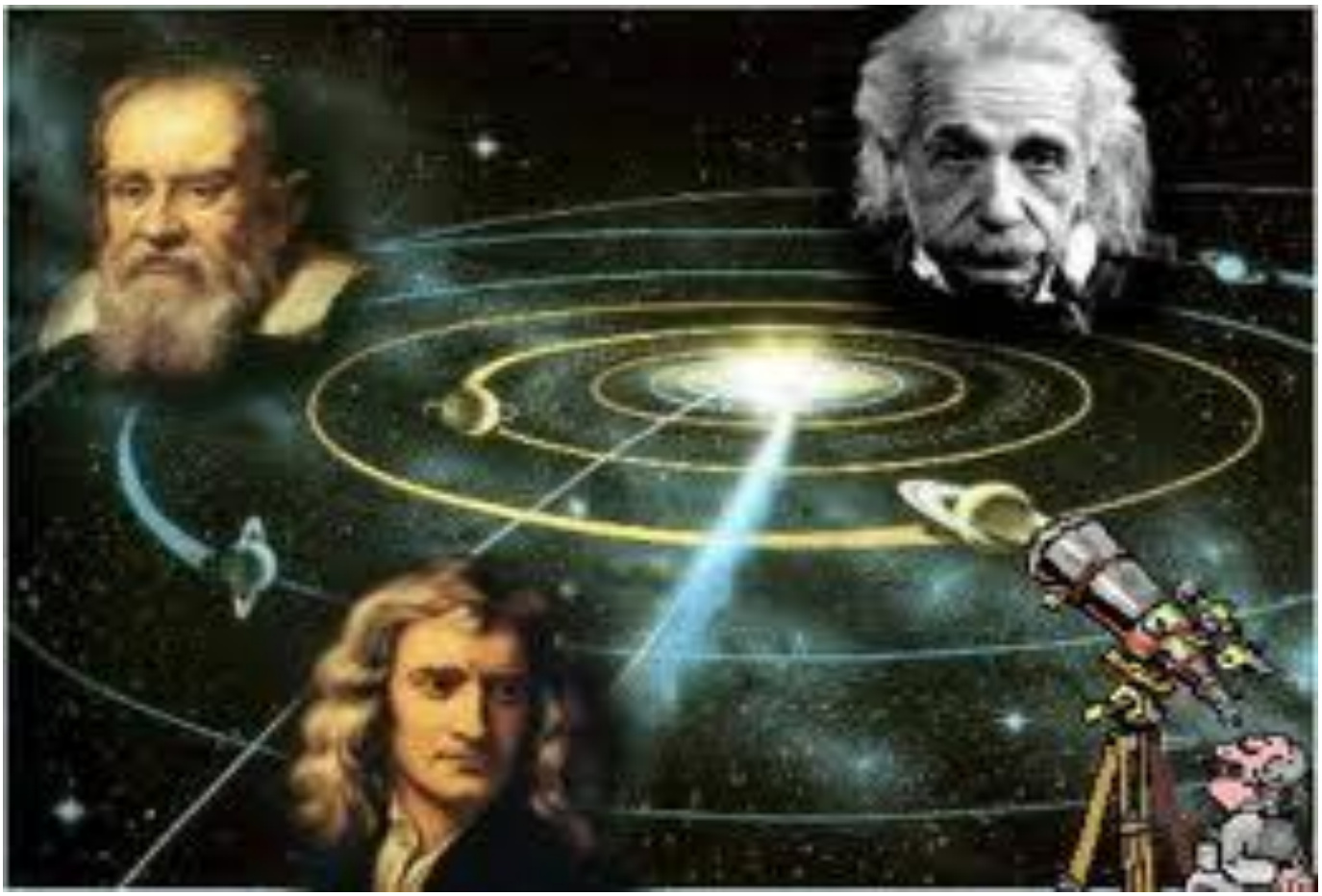
سبک جهانی کانگ فو توآر 2

معاونت آموزش

جزوه فیزیک



تقدیم به:

رهروان طریقت دانایی کانگ فو توآر 2

گردآوری: خانم مرادی کارشناس ارشد فیزیک ، مدرس دانشگاه علمی کاربردی شهربابک

فصل اول : کمیت ها « در سراسر امپراطوریمان باید پیمانه ای استاندارد برای مایعات و غله و نیز پهنایی استاندارد برای انواع پارچه و همچنین وزنه ای استاندارد وجود داشته باشد» منشور کبیر(۱۲۱۵ میلادی)

کمیت های فیزیکی:

بطور کلی کمیت ها به دو دسته تقسیم می شوند

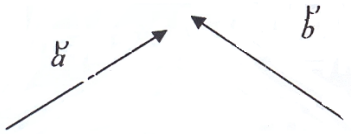
۱ ـ کمیت های اسکالر (نرده ای) ۲ ـ کمیت های برداری

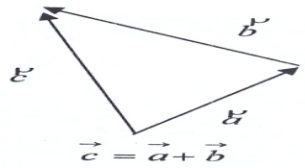
۱ ـ کمیت اسکالر (نرده ای) : کمیتی است که با یک عدد مشخص می شوند مانند حجم، سطح، طول، زمان، جرم ، جرم حجمی، کار و انرژی، دما و ...

۲ ـ کمیت برداری : کمیتی است که علاوه بر یک عدد ، بایستی جهت و سوی آن نیز مشخص باشد . مانند : نیرو، سرعت، شتاب، جابجایی ، اندازه حرکت، ضربه، گشتاور نیرو، شدت میدان الکتریکی .

ترکیب بردارها: ترکیب کمیت های برداری از جمع جبری اعداد تبعیت نمی کند بنابر این برای ترکیب دو بردار از روشهای ذیل استفاده می کنیم.

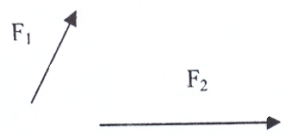
الف: روش مثلث : در این روش یک نقطه به عنوان مبدا در نظر گوفته و از این نقطه همسنگ (موازی ،مساوی و همجهت) یکی از بردارها رسم می کنیم، سپس همسنگ بردار دوم را از انتهای بردار اول رسم می کنیم. بردار حاصل جمع (برآیند) برداری است که از ابتدای بردار اولی به انتهای بردار دوم رسم شود.

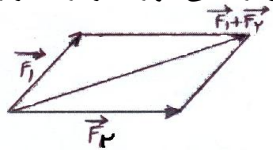




مثال:

ب: روش متوازی الاضلاع: در این روش یک نقطه به عنوان مبداء در نظر گرفته و از این نقطه همسنگ د بردار داده شده رسم می کنیم . سپس با توجه به این دو بردار ،یک متوازی الاضلاع می سازیم، بدین صورت که از انتهای هر بردار خطی موازی بردار دیگر رسم می کنیم . قطر متوازی الاضلاع که از مبداء رسم شده، برآیند دو بردار خواهد بود. **مثال:**





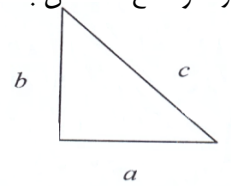
ج: روش جبری برای محاسبه برآیند دو بردار : قبل از توضیح این روش لازم است نکاتی را در ارتباط با مثلث قائم الزاویه یاد آور شویم.

یادآوری ۱ : مثلثی که یک زاویه آن ۹۰ درجه باشد را مثلث قائم الزاویه نامند و در این مثلث ضلع روبرو به زاویه ۹۰ درجه، وتر نامیده می شود.

یادآوری ۲ : اگر در مثلث قائم الزاویه اندازه دو ضلع مشخص باشد، ضلع سوم از طریق رابطه فیثاغورث محاسبه می گردد.

$$(\text{وتر})^2 = (\text{یک ضلع})^2 + (\text{ضلع دیگر})^2$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$



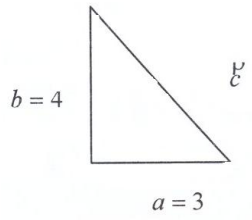
یادآوری ۳ : در مثلث های قائم الزاویه روابط زیر برقرار است.

$$\sin\alpha=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}}=\frac{b}{c} \qquad tg\alpha=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{b}{a}$$

$$\cos\alpha=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}=\frac{a}{c} \qquad \cot g\alpha=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{ضلع مقابل}}=\frac{a}{b}$$

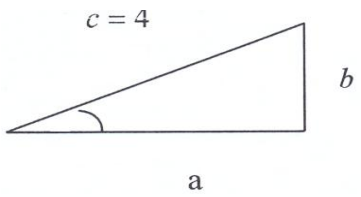
به دلیل اهمیت فرمولهای فوق در مباحث آینده ، به چند مثال زیر توجه فرمایید.

۱ ـ در شکل مقابل اندازه بردارc را محاسبه کنید



$$c^2=a^2+b^2$$
$$c^2=4^2+3^2$$
$$c^2=16+9$$
$$c^2=25$$
$$c=\sqrt{25}=5$$

۲ ـ در شکل مقابل اگر زاویه $a=30^o$ و اندازه بردار c = ۴ باشد، اندازه بردارهای a و b را بدست آورید



$$\sin\alpha=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}}=\frac{b}{c} \qquad \cos\alpha=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}=\frac{a}{c}$$

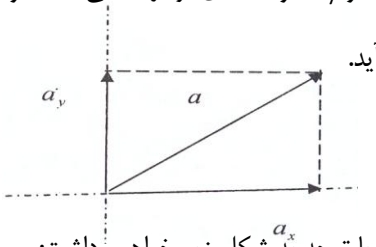
$$\sin 30^o=\frac{b}{4} \qquad \cos 30^o=\frac{a}{4}$$

$$\frac{0/5}{1}=\frac{b}{4} \qquad \frac{0/85}{1}=\frac{a}{4}$$

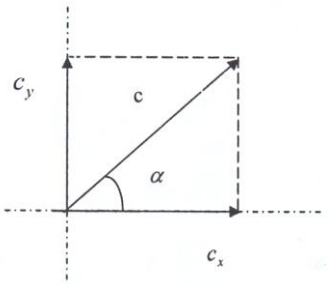
$$b=4\times 0/5=2 \qquad \alpha=4\times 0/85=3/40$$

تجزیه بردارها (روش تحلیلی) : برای تجزیه دو بردار به صورت زیر عمل می کنیم.

ابتدا دو راستا نیاز داریم، این دو راستا را فقط در حالتی بررسی می کنیم که بر هم عمود باشند . بنابر این جهت رسم راستا: از ابتدای بردار، دو محور رسم می کنیم تا دو محور را قطع کند. با توجه به شکل مقابل بردارهای a_x و a_y مولفه های بردار a می باشند و بدین طریق بردار a را تجزیه کرده ایم. ویژگی این مولفه این است که اگر با هم جمع کنیم بردار برآیند به دست می آید.



با توجه به فرمولهایی که در ارتباط با مثلث قائم الزاویه گفته شد و با توجه به شکل زیر خواهیم داشت:

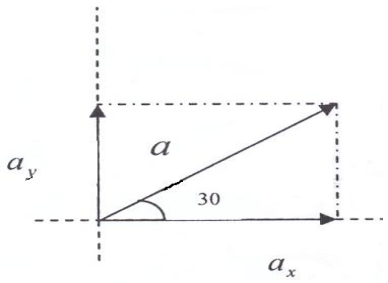


$$\sin\alpha=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} \qquad \cos\alpha=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}$$

$$\sin\alpha=\frac{cy}{c} \qquad \cos\alpha=\frac{cx}{c}$$

$$c_y=c.\sin\alpha \qquad c_x=c.\cos\alpha$$

بنابر این اگر اندازه بردار و زاویه بین بردار و راستای افقی، مشخص باشد می توانیم اندازه مولفه های بردار را بدست آوریم. به عنوان مثال در شکل مقابل اگر اندازه بردار a=۸ و زاویه $a=30^o$ باشد مولفه های بردار a را رسم کرده و آنها را محاسبه کنید(می دانیم $\cos 30^o=0/85$, $\sin 30^o=0/5$)



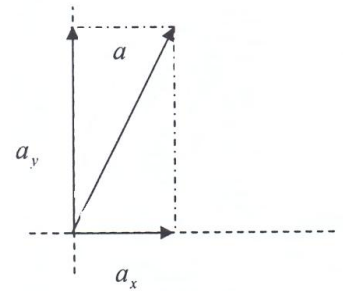
$$\sin\alpha=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} \qquad \cos\alpha=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}$$

$$\sin 30^o=\frac{ay}{a} \qquad \cos 30^o=\frac{\alpha_x}{a}$$

$$\frac{0/5}{1}=\frac{ay}{8} \qquad \frac{0/85}{1}=\frac{\alpha_x}{8}$$

$$ay=8\times 0/5=4 \qquad \alpha_x=8\times 0/85=6/80$$

از مثال بالا کاملا مشخص می شود که جمع بردارها از جمع جبری اعداد تبعیت نمی کند یعنی اگر اندازه a_x و a_y را با هم جمع کنیم حاصل آن با بردار برآیند مساوی نخواهد بود. همچنین اگر مولفه های برداری مشخص باشد می توان مقدار برآیند را محاسبه نمود.

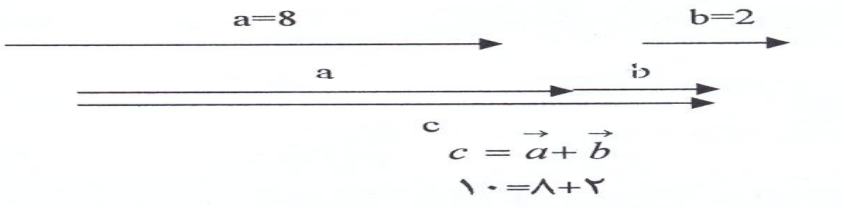


با توجه به شکل زیر اندازه برآیند دو بردار به مولفه های $a_x=3$, $a_y=6$ را محاسبه کنید.

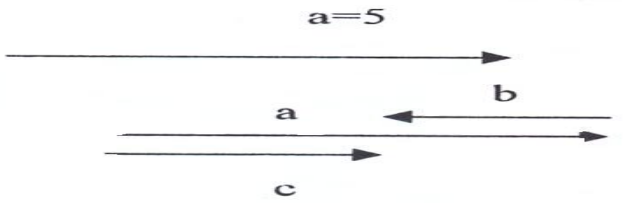
طبق رابطه فیثاغورث

$$a^2 = ax^2 + ay^2$$
$$a^2 = 3^2 + 6^2$$
$$a^2 = 9 + 36 = 45$$
$$a = \sqrt{45} \approx 6/7$$

نکته: تنها جایی که برآیند برداری با جمع مقداری دو بردار برابر است، وقتی است که بردارها هم راستا و هم جهت باشند.



چون دو بردار هم راستا و هم جهت می باشند لذا اندازه برآیند، با جمع جبری مقدار بردارها برابر خواهد بود . اما اگر دو بردار هم راستا بوده ولی در خلاف جهت یکدیگر باشند، اندازه برآیند از تفاضل دو بردار بدست می آید و جهت بردار برآیند هم جهت با بردار بزرگتر خواهد بود.



$$|\vec{c}| = a - b$$
$$|\vec{c}| = 5 - 2 = 3$$

ـ لازمه اینکه، یک کمیت برداری باشد این است که علاوه بر مقدار، دارای جهت و راستا نیز باشد.

ـ ترکیب کمیت های برداری، از جمع جبری اعداد تبعیت نمی کنند. ـ بردارهایی را همسنگ گویند که هم جهت، هم اندازه و هم راستا باشند

ـ ترکیب بردارها از روشهای مثلث، متوازی الاضلاع و روش جبری امکان پذیر است.

ـ در روش مثلث: همسنگ بردار دوم را در ادامه همسنگ بردار اول رسم می کنیم.

ـ در روش متوازی الاضلاع از یک نقطه همسنگ دو بردار رسم می شود. ـ اگر مولفه های برداری را با هم جمع کنیم، خود بردار به دست می آید.

نمونه سوالات فصل اول:

۱ـ کدامیک از کمیت های زیر به ترتیب برداری و اسکالر می باشند؟

الف)حجم ـ زمان ب) دما ـ نیرو ج) شتاب ـ نیرو د) سرعت ـ حجم

۲ ـکدامیک از کمیتها بایستی علاوه بر یک عدد، جهت و سوی آن نیز مشخص باشد؟

الف) نرده ای ب) برداری ج) اسکالر د) الف و ب

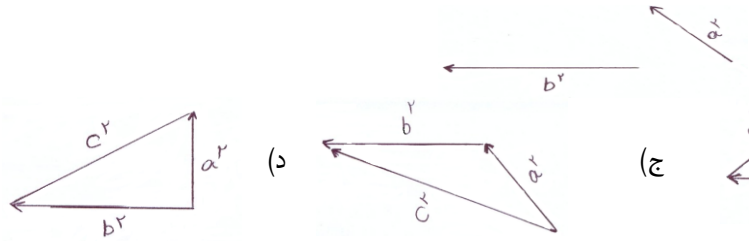
۳ ـ کدامیک از مشخصات بردارهای همسنگ می باشد؟

الف) هم جهت بودن ب) هم اندازه بودن ج) هم راستا بودن د) همه موارد

۴ ـ در کدامیک از روشهای ترکیب بردارها برآیند، برداری است که از ابتدای بردار اولی به انتهای بردار دوم رسم می شود؟

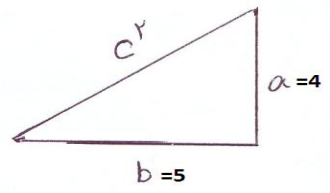
الف) روش متوازی الاضلاع ب) روش مثلث ج) روش همسنگ د) روش جبری

۵ ـ کدامیک برآیند دو بردار a و b به روش مثلث می باشد؟



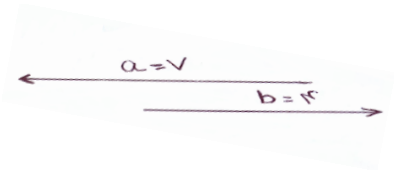
الف) ب) ج) د)

۶ ـ در شکل داده شده اندازه بردارc کدام می باشد؟



الف $\sqrt{۴۱}$ ب)۳۷ ج)۴۱ د) $\sqrt{۳۷}$

۷ـ در شکل مقابل برآیند دو بردار a و b کدام می باشد؟



الف)۵ ب) ۷ ج) ۴ د) ۳

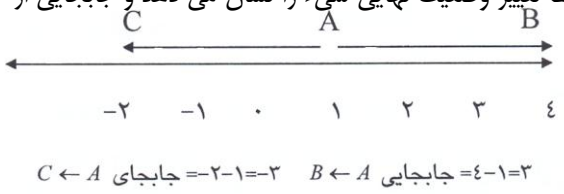
فصل دوم : حرکت اجسام « فهم حرکت، فهم طبیعت است» لئوناردو داوینچی

حرکت اجسام : هنگامی که حرکت را توصیف می کنیم با بخشی به نام سینماتیک سرو کار داریم بنابر این در سینماتیک رابطه ریاضی پیدا می کنیم که وضعیت حرکت جسم را از قبل پیش بینی کنیم و به علم حرکت نیز موسوم است و ه نگامی که حرکت را به نیروهای موجود در حرکت مربوط می سازیم یعنی در مورد عوامل حرکت بحث شود با بخشی به نام د ینامیک سر و کار پیدا خواهیم کرد . ترکیب دو علم سینماتیک و دینامیک علم مکانیک را توصیف می کند یعنی مکانیک زمینه ای علمی است که پاسخ های درستی به علل رویدادها و وسعت آنها می دهد.

حرکت: هر گاه بردار مکان یک جسم نسبت به یک مبداء با گذشت زمان تغییر نماید، می گوییم جسم نسبت به آن مبداء در حال حرکت است. حرکت امری نسبی است، مثلا دانش آموزی که در کلاس درس نشسته نسبت به کلاس ، ساکن ولی نسبت به خورشید متحرک است

مسیر حرکت: مکان هندسی مجموعه نقاطی که متحرک از آنها عبور می کند را مسیر حرکت گویند که همان رد پای متحرک است که یا مستقیم الخط و یا منحنی الخط می باشد.

جابجایی : جابجایی دلالت بر چگونگی حرکت شیء از نقطه A به نقطه B نمی کند. بلکه فقط تغییر وضعیت نهایی شیء را نشان می دهد و جابجایی از تفاضل موضع ثانویه جسم از موضع اولیه جسم بدست می آید. به شکل زیر توجه کنید:



جابجایی $A \leftarrow B$ = ٤-١=٣ جابجایی $A \leftarrow C$ = -٢-١=-٣

جابجایی یک کمیت برداری است چون نیاز به جهت و مقدار دارد . به مثالی دیگر توجه کنید: شخصی از نقطه(A) ٣ کیلومتر به طرف شمال راه می رود و به نقطه (B) می رسد، سپس از این نقطه ۴ کیلومتر به سمت شرق می رود تا به نقطه (C) برسد. این شخص جمعا ٧ کیلومتر پیاده روی انجام داده است اما جابجایی او از نقطه مبداء حرکتش فقط ۵ کیلومتر خواهد بود.

$(\text{جابجایی})^{٢} = ٣^{٢} + ٤^{٢}$

$(\text{جابجایی})^{٢} = ٩ + ١٦ = ٢٥$

$\text{جابجایی} = \sqrt{25} = ٥$

سرعت متوسط(V) :خارج قسمت جابجایی به زمان انجام جابجایی را سرعت متوسط نامند.

یادآوری: در سیستم MKS: واحدی که برای اندازه گیری مسافت (طول) بکار می رود متر (M) است همچنین جرم را بر حسب کیلوگرم (kg) و زمان را بر حسب ثانیه(s) محاسبه می کنند.

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جابجایی}}{\text{زمان انجام جابجایی}}$$

بنابراین واحد سرعت متوسط با توجه به فرمول $\frac{\text{جابجایی}}{\text{زمان}}$ بصورت متر بر ثانیه (m/s) خواهد بود.در فرمول فوق جابجایی را با x نمایش داده و زمان را با t معرفی خواهیم کرد بنابراین این فرمول بصورت زیر نوشته می شود.

$$\overline{V} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \qquad \text{یا} \qquad \overline{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

حرکت مستقیم الخط یکنواخت: حرکتی است که در هر بازه زمانی دلخواه، سرعت متوسط آن مقدار ثابتی باشد . در چنین شرایطی سرعت متوسط و سرعت لحظه ای برابر خواهد بود یعنی $\overline{v}=v$ بنابراین در حرکت مستقیم الخط یکنواخت می توان نوشت: رابطه شماره(١)

$$V = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

اگر در رابطه شماره(١) مقادیر مساوی آنها را به صورت زیر قرار دهیم خواهیم داشت:

$$t_1 = 0 \quad , t_2 = t \quad , x_1 = x_0 , \quad x_2 = x$$

$$V = \frac{x - x_0}{t} \Rightarrow x - x_0 = Vt \quad \Rightarrow x = Vt + x_0$$

معادله فوق را معادله حرکت یکنواخت نامند. در این معادله x مقدار جابجایی است، v سرعت حرکت، t زمان انجام حرکت و x_0 فاصله از مبداء نام دارد.

تذکر: برای حل مسائل فیزیک ابتدا در حین خواندن مسئله، داده های آن را بصورت کدها(علائم) یادداشت کرده و سپس با توجه به نوع داده ها فرمول مورد نظر بدست خواهد آمد.

مسئله:۱ـ متحرکی در شروع حرکت در فاصله ۵ متری مبداء قرار دارد اگر این متحرک با سرعت ثابت ۲ متر بر ثانیه حرکت کند پس از ۱۰ ثانیه چه فاصله ای از مبداء دارد؟

$x_0 = 5m$
$V = 2m/s$
$t = 10s$
$x = ?$

$x = vt + x_0$
$x = 2 \times 10 + 5 = 25m$

۲ـ فاصله دو شهر A وB ۱۰۰۰ متر است. اگر دوچرخه سواری از فاصله ۱۰۰ متری شهر A به طرف شهر B با سرعت ثابت حرکت کند و این مسافت را در مدت ۱۸ ثانیه رکاب بزند، سرعت دوچرخه سوار را بدست آورید؟

$x = 1000m$
$x_0 = 100m$
$t = 18s$
$V = ?$

$x = vt + x_0$
$1000 = V(18) + 100$
$1000 - 100 = 18V$
$900 = 18V \Rightarrow V = \frac{900}{18} = 50m/s$

۳ـ شناگری طول استخر ۵۰ متری را در مدت ۲۰ ثانیه شنا می کند و در برگشت این مسافت را در مدت ۲۵ ثانیه طی می کند.

$x_{\text{رفت}} = 50m$
$t_{\text{رفت}} = 20s$
$\overline{V} = ?$

اولا: سرعت متوسط این شناگر را در حرکت رفت حساب کنید؟

$\overline{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{50}{20} = 2/5m/s$

ثانیا: سرعت متوسط این شناگر را در رفت و برگشت محاسبه کنید؟

$x_{\text{رفت و برگشت}} = 0$
$t_{\text{رفت و برگشت}} = 20 + 25 = 45$
$\overline{V} = ?$
$\overline{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0}{45} = 0$

نکته: در این مسئله چون شناگر دوباره به نقطه اولیه برگشته است لذا جابجایی صورت نگرفته و بنابراین جابجایی رفت و برگشت صفر خواهد بود.

تندی: وقتی دونده ای مسافت ۱۰۰ متر را با سرعت طی می کند، مقدار مسافت طی شده با میزان جابجایی او در این حرکت مساوی خواهد بود . درتوصیف مسافت کافی است فقط طول راه را بدانیم. لکن در جابجایی علاوه بر طول مسیر، جهت آن نیز باید مد نظر قرار گیرد بطوری که اگردونده فوق پس از دویدن مسافت ۱۰۰ متر دوباره به طرف نقطه شروع برگردد مسافتی که طی کرده برابر ۲۰۰=۱۰۰+۱۰۰ متر خواهد بود اما چون دوباره به نقطه شروع برگشته است لذا جابجایی این دونده صفر بدست می آید یا دونده اصلا جابجا نشده است .تندی و سرعت دو واژه ای هستند که اکثر ا درباره تعریف چگونه به حرکت در آمدن سریع شیء به کار برده می شود این واژه ها اغلب مترادف و قابل معارضه با همدیگر هستند، اما در حقیقت یک تفاوت معنی دار و قابل ملاحظه ای مابین آنها وجود دارد به طوری که تندی به مسافت و سرعت به جابجایی مربوط می شود . بطور کلی تندی از خارج قسمت مسافت پیموده شده بر زمان پیمودن مسافت محاسبه می گردد.

$\text{تندي} = V = \text{مسافت پیموده شده} = \frac{d}{t}$

حال دوباره به مسئله شناگر بر می گردیم، در این مسئله شناگر طول استخر ۵۰ متری را در ۲۰ ثانیه و در برگشت در ۲۵ ثانیه طی می کرد حالا می خواهیم تندی شناگر را در رفت و برگشت حساب کنیم مسافتی که شناگر طی کرده (۱۰۰=۵۰+۵۰) متر است یعنی d=۱۰۰m و زمانی که این مسافت را طی کرده ۴۵=۲۰+۲۵ ثانیه است یعنی t=۴۵s بنابراین

$V = \frac{d}{t} \Rightarrow V = \frac{100}{45} = 2/2m/s$

مسئله: دونده ای با سرعت متوسط ۸m/s به مدت ۶۰ ثانیه می دود(روی خط مستقیم) مسافتی که طی می کند چند متر است؟

$\overline{V} = 8m/s$ $\quad x = \overline{V}t + x_0$

$t = 60s$ $\quad x = 8 \times 60 + 0$

$x = ?$ $\quad x = 480m$

$x_0 = 0$

مسئله: سرعت متوسط دوچرخه سواری که مسافت ۲ کیلومتر را رکاب می زند ۱۰ متر بر ثانیه است چه مدت طول می کشد تا به پایان مسیر برسد؟

$x = 2km \rightarrow 2 \times 1000 = 2000m$

$\overline{V} = 10m/s$ $\quad x = \overline{V}t + x_0$

ـ مکانیک = سینماتیک + دینامیک ـ جابجایی یک کمیت برداری است. ـ وقتی سرعت ثابت باشد حرکت از نوع یکنواخت است.

نمونه سوالات فصل دوم :

۱ ـ کدامیک همان رد پای متحرک است که یا مستقیم الخط و یا منحنی الخط می باشد؟

الف) مسیر حرکت ب) جابجایی ج) حرکت د) مکانیک

۲ـ کدامیک فقط تغییر وضعیت نهایی شیء را نشان می دهد؟

الف) حرکت ب) جابجایی ج) سرعت د) مکانیک

۳ ـ شخصی ۴ کیلومتر به طرف شرق و سپس از آن جا ۳ کیلومتر به طرف جنوب می رود پیاده وری و جابجایی شخص به ترتیب چه مقدار می باشد؟

الف) ۷ ـ ۵ ب) ۴ ـ ۳ ج)۵ ـ ۷ د)۳ ـ ۴

۴ـ کدامیک حرکتی است که در هر بازه زمانی دلخواه، سرعت متوسط آن مقدار ثابتی است؟

الف) جابجایی ب) حرکت مستقیم ج) حرکت یکنواخت د) حرکت مستقیم الخط یکنواخت

۵ ـ در سرعت ثابت حرکت از چه نوعی می باشد؟

الف) یکنواخت ب) مستقیم ج) برداری د) شتابدار

۶ ـ دونده ای با سرعت متوسط ۵ m/s به مدت ۴۰ ثانیه می دود (روی خط مستقیم) مسافتی که طی می کند چند متر است؟

الف) ۹۰m ب) ۲۰۰m ج) ۷۰m د) ۵۰m

۷ ـ شناگری طول استخر ۳۰ متری را در مدت ۱۰ ثانیه شنا می کندو در برگشت این مسافت را در مدت ۱۵ ثانیه طی می کند. سرعت متوسط این شناگر را در رفت و برگشت چه مقدار می شود؟

الف) ۲۵m/s ب)۴۰m/s ج) om/s د) ۱۰m/s

فصل سوم: قوانین حرکت

« نقطه اتکایی به من بدهید تا زمین را جابجا کنم» (ارشمیدس)

نیرو: نیرو عاملی است که باعث تغییر شکل یا تغییر در اندازه حرکت یک جسم می شود مانند نیروی وزن، نیروی موتور اتومبیل و ...

انواع نیرو:

۱ـ نیروی گرانشی: هر جسمی بر جسم دیگر نیروی گرانشی وارد می کند.

۲ـ نیروی الکترومغناطیسی: که شامل نیروی الکتریکی و نیروی مغناطیسی می باشد.

۳ـ نیروی هسته ای: که به دو نوع نیروی هسته ای قوی و ضعیف تقسیم می شوند.

قوانین حرکت: در قرن هفدهم میلادی، اسحاق نیوتن اظهار نمود که حرکت به نیرو وابسته است . این دانشمند برای بیان چگونگی حرکت اشیاء ۳ قانون تنظیم نمود که به عنوان حقایق مطلق اثرات نیرو به حساب می آید.

۱ـ قانون اول نیوتن

هر گاه بر جسمی نیرو وارد نشود یا برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، اگر جسم ساکن است ساکن باقی می ماند و اگر در حال حرکت است در مسیر مستقیم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد.یکی از ویژگی های جسم متعادل این است که برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد و چون جسمی که حرکت یکنواخت دارد، سرعتش ثابت است لذا برآیند نیروهای وارد برآن نیز صفر است. بنابراین قانون اول نیوتن در مورد اجسام دارای حرکت یکنواخت صادق است.

اینرسی : خاصیتی از جسم است که می خواهد وضعیت حرکتی خودش را حفظ کند به طوری که اگر ساکن است ، ساکن باقی بماند و اگر متحر ک است با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه دهد. به دلیل تشابه بین تعاریف فوق، به قانون اول نیوتن ،قانون اینرسی نیز گفته می شود.

اندازه اینرسی وابسته به جرم جسم است . یعنی هر چه جرم جسم بیشتر باشد، خاصیت ماندن در وضعیت حرکتی قبلی بیشتر می شود . بنابراین به اندازه اینرسی هر جسم، جرم گفته می شود و یا مقدار ماده ای که در ترکیب یک جسم به کار رفته توده یا جرم جسم گویند.

۲ ـ قانون دوم نیوتن(اصل اساسی دینامیک)

هر گاه به جسمی نیرو وارد شود، جسم در جهت آن نیرو شتابی می گیرد که اندازه شتاب، با نیرو نسبت مستقیم و با جرم جسم، نسبت عکس دارد.

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

a = شتاب m = جرم جسم F=نیروی وارد بر جسم

تعریف نیوتن(واحد نیرو) : یک نیوتن، نیرویی است که اگر به جسمی به جرم یک کیلوگرم وارد شود، به آن شتاب یک م تر بر مجذور ثانیه بدهد.جرم ، یک کمیت اسکالر است اما نیرو و شتاب یک کمیت برداری بوده و جهت و راستای نیرو و شتاب یکسان می باشد.

مسئله ۱: بر جسمی به جرم ۲ کیلوگرم، نیرویی وارد می آید ،اگر این جسم شتابی به اندازه ۵ m/s^2 پیدا کند اندازه نیرو را مشخص کنید؟

M=۲kg, a=۵, F=? → F= ma → F= ۲×۵=۱۰N

مسئله ۲: بر جسمی به جرم ۲ کیلوگرم که بر روی سطح بدون اصطکاک قرار دارد، نیروی افقی ۴ نیوتن وارد می آید.**اولا:** شتاب جسم را بدست آورید؟

F=۴N , m=۲kg , a=?

$$F = ma$$
$$4 = 2 \times a \Rightarrow a = \frac{4}{2} = 2\,m/s^2$$

ثانیا: این جسم پس از ۲ ثانیه چه مسافتی را خواهد پیمود(جسم در ابتدا ساکن بوده است) ؟

T=۲s
a=۲m/s^2
V_O= o
X =?

$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t$$
$$x = \frac{1}{2}(2)(2)^2 + 0 \times 2$$
$$x = 4m$$

مسئله ۳: جسمی توسط نیروی ۱۵ نیوتنی، شتابی معادل $۳m/s^۲$ پیدا کرده است جرم جسم را بدست آورید؟

F=۱۵N
$a=۳m/s^۲$
m=?

$$F = ma$$
$$15 = m \times 3 \Rightarrow m = \frac{15}{3} = 5kg$$

اندازه حرکت

حاصلضرب جرم جسم در سرعت جسم را، اندازه حرکت گویند. بنابراین P=mv

اندازه حرکت یک کمیت برداری بوده و جهت آن هم جهت با سرعت می باشد . اگر دو جسم، جرمهای مساوی داشته باشند، جسمی که سرعتش بیشتر باشد، اندازه حرکت بیشتری خواهد داشت همچنین اگر بر جسمی نیرو وارد شود، در اثر وارد شدن نیرو، سرعت جسم تغییر پیدا می کند، بنابراین ان دازه حرکت آن تغییر می کند، یعنی اثر نیرو به صورت تغییر اندازه حرکت ظاهر می شود.

قانون دوم نیوتن از دیدگاه اندازه حرکت : آهنگ تغییرات اندازه حرکت یک جسم $(\frac{\Delta P}{\Delta t})$ متناسب است با نیرویی که بر جسم وارد آمده و هم جهت با نیروی وارده است یعنی :

$$F \propto \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

اگر جرم جسم هنگام وارد آمدن نیرو ثابت باشد خواهیم داشت:

$$\Delta P = P_2 - P_1$$
$$P_1 = mV_1 \qquad \Rightarrow F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{P_2 - P_1}{\Delta t} = \frac{mv_2 - mv_1}{\Delta t} = \frac{m(V_2 - V_1)}{\Delta t}$$
$$P_2 = mv_2 \qquad \Rightarrow F = m\frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow F = ma$$

ضربه: حاصلضرب نیرو در زمان اثر نیرو را ضربه نامند بنابراین:

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F.\Delta t = \Delta P$$

یعنی می توان ضربه را به عنوان تغییرات اندازه حرکت نیز معرفی کرد.

۳ ـ قانون سوم نیوتن

هر عملی را عکس العملی است مساوی و مخالف جهت آن. بطور کلی هر گاه از طرف جسمی، بر جسم دیگر نیرویی وارد شود از طرف جسم دوم نیز نیرویی به همان اندازه و در خلاف جهت بر جسم اول وارد می شود. توجه داشته باشید که نیروهایی که بر یک جسم وارد می شود همه نیروی عمل می باشند و برای پیدا کردن نیروهای عکس العمل باید به دنبال نیرویی بگردیم که از محیط منشاء گرفته باشد مانند جاذبه زمین.

وزن : نیروی کششی را که از طرف جاذبه زمین بر جسم وارد می شود، وزن آن جسم گویند. و همان طوری که حرفg برای شتاب حرکت سقوط آزاد اجسام در نظر گرفته شده است، حرف w هم برای نشان دادن وزن یک جسم به کار برده شده است و نمایانگر نیروی مخصوص جاذبه زمین می باشد.

جرم جسم در نقاط مختلف زمین همواره ثابت است اما وزن آن، امکان دارد به لحاظ اینکه در چه نقطه ای از کره زمین قرار گرفته است تغییر نماید . ولی با وجود تفاوتی که بین جرم و وزن وجود دارد، رابطه قاطع و روشنی بین این دو کمیت وجود دارد به طوری که با توجه به قانون دوم نیوتن می توانیم رابطه زیر را بنویسیم. F=ma

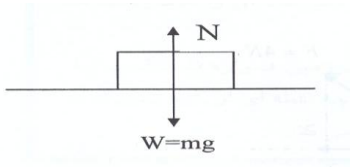
در این رابطه نیروی اعمال شده همان وزن جسم است که با w نمایش داده و به جای a، شتاب جاذبه زمین یعنی g را قرار می دهیم بنابراین: w =mg

با توجه به این رابطه اگر جرم جسمی ۵ کیلوگرم باشد می توان وزن آنرا محاسبه کرد یعنی: w = mg→ w = ۵×۹/۸ = ۴۹N

و یا بالعکس اگر وزن جسمی ۶۰ نیوتن باشد جرم جسم برابر خواهد بود با: W=mg

۶۰=m×۱۰→m= $\frac{۶۰}{۱۰} = ۶kg$

در شکل مقابل با توجه به قانون سوم نیوتن، وزن جسم به زمین نیرو وارد می کند و از طرف زمین نیز نیروی عمود بر سطح، مساوی و در خلا ف جهت، از زمین به جسم نیرو وارد می کند.



محاسبه نیروهای وارد بر جسم برای محاسبه نیروهای وارد بر جسم به ترتیب زیر عمل می کنیم

۱ـ جسم را یک نقطه در نظر می گیریم .

۲ ـ محورهای مختصات را از آن نقطه رسم می کنیم. به طوری که یکی از محورها را موازی با سطح، و دیگری را عمود بر آن می کشیم.

۳ـ همه نیروهای خارجی را روی دستگاههای محورهای مختصات، تجزیه می کنیم.

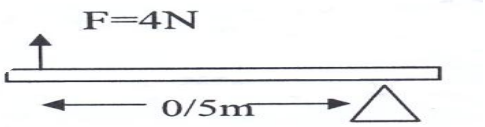
۴ ـ قانون دوم نیوتن را برای هر کدام از راستاها به کار می بریم.

گشتاور نیرو

گشتاور نیرو عاملی است که سبب چرخش یک جسم، حول یک نقطه یا یک محور می شود و به عواملی همچ ون نیروی وارده، فاصله نقطه اثر نیرو تا تکیه گاه(بازوی نیرو) و همچنین به زاویه بین نقطه اثر نیرو و بازوی نیرو وابسته است .

$T = F \times r \times \sin a$ فاصله نقطه اثر نیرو تا تکیه گاه × اندازه نیرو = اندازه گشتاور نیرو ×Sina

مسئله: در شکل مقابل اندازه گشتاور نیروی F را محاسبه کنید؟



$$T = F.r.\sin\alpha \quad (\sin 90 = 1)$$
$$T = 4 \times 0/5 \times \sin 90^{o}$$
$$T = 2 \times 1 = 2N.m$$

هر چه بازوی نیرو بیشتر باشد، نیروی کمتری برای به گشتن در آوردن نیاز داریم.

شرط تعادل:

اگر جسم نقطه ای باشد (بدون بعد) کافی است برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد تا جسم در حال تعادل بماند. اما در اجسام غیر نقطه ای دو شرط برای تعادل لازم است: الف) برآیند نیروهای وارد برآن صفر باشد ب) برآیند گشتاورهای وارد بر جسم صفر باشد.

باید هر دو شرط فوق را داشته باشد تا جسم در حال تعادل باقی بماند.

جرم جسم در نقاط مختلف زمین همواره ثابت است اما وزن جسم، بسته به اینکه در چه نقطه ای از کره زمین است تغییر می کند.

نمونه سوالات فصل سوم:

۱ـ کدامیک عاملی است که باعث تغییر شکل یا تغییر در اندازه حرکت یک جسم می شود؟

الف) جابجایی ب) حرکت ج) نیروی وزن د)نیرو

۲ـ کدامیک جزء انواع نیرو محسوب نمی شود؟

الف) نیروی رانشی ب) نیروی هسته ای ج) نیروی الکترومغناطیسی د) نیروی گرانشی

۳ ـ کدامیک از جملات صحیح می باشد؟

الف) قانون اول نیوتن در مورد اجسام دارای حرکت یکنواخت صادق نیست. ب) جسمی که حرکت یکنواخت دارد،برآیند نیروهای وارد بر آن نیز صفر است.

ج) جسمی که حرکت یکنواخت دارد، سرعتش ثابت نیست د)از ویژگی های جسم متعادل این است که برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد.

۴ ـ کدامیک خاصیتی از جسم است که می خواهد وضعیت حرکتی خودش را حفظ کند؟

الف) اصطکاک ب) نیرو ج) اینرسی د) حرکت مستقیم الخط

۵ ـ اندازه اینرسی به کدامیک وابسته می باشد؟

الف) اندازه جسم ب) حجم جسم ج) رنگ جسم د) جرم جسم

۶ ـ فرمول $F=ma$ بیانگر کدامیک از قوانین نیوتن می باشد؟

الف) قانون اول ب) قانون سوم ج) قانون اینرسی د) قانون دوم

۷ ـ کامیک از تعاریف صحیح می باشد؟

الف) یک نیوتن، نیرویی است که اگر به جسمی به جرم ده کیلوگرم وارد شود، به آن شتاب یک متر بر مجذور ثانیه بدهد.

ب) ضربه، حاصلضرب نیرو در سرعت اثر نیرو را گویند. ج) اندازه حرکت، حاصلضرب حجم جسم در سرعت جسم را گویند.

د) قانون سوم نیوتن، هر عملی را عکس العملی است مساوی و مخالف جهت آن.

۸ـ بر جسمی به جرم ۳ کیلوگرم، نیرویی وارد می آید، اگر این جسم شتابی به اندازه $۷m/s^۲$ پیدا کند اندازه نیرو چه مقدار می شود؟

الف)$۲۱m/s^۲$ ب)۱۵N ج)-۲۱N د)$۱۵m/s^۲$

۹ ـ جسمی توسط نیروی ۲۴ نیوتنی، شتابی معادل $۴m/s^۲$ پیدا کرده است جرم جسم را بدست آورید؟

الف)۵kg ب) ۶kg ج)۹kg د) ۷kg

۱۰ـ کدامیک نیروی کششی است که از طرف جاذبه زمین بر جسم وارد می شود؟

الف) وزن ب) حجم ج) اصطکاک د) گشتاور

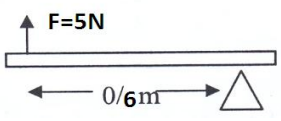
۱۱ ـ گشتاور به کدامیک از عوامل زیر بستگی ندارد؟

الف)حاصلضرب نیرو در زمان ب) بازوی نیرو ج) اندازه نیرو د) فاصله نقطه اثر نیرو تا تکیه گاه

۱۲ـ کدام مورد عاملی است که سبب چرخش یک جسم ، حول یک نقطه یا یک محور می شود؟

الف) قانون اینرسی ب) گشتاور نیرو ج) ضربه د) نیوتن

۱۳ـ در شکل مقابل اندازه گشتاور نیروی F چه مقدار می شود؟ $(\sin۹۰=۱)$



الف) ۲N.m ب) ۴N.m ج) ۳N.m د) ۵N.m

۱۴ـ کدامیک از شرط های تعادل یک جسم می باشد ؟

الف) برآیند نیروهای وارد بر آن یک باشد　　ب) برآیند گشتاورهای وارد بر جسم صفر باشد

ج) برآیند جرم وارد بر آن صفر باشد　　د) برآیند گشتاورهای وارد بر جسم یک باشد

۱۵ـ اگر وزن جسمی ۷۰ نیوتن باشد جرم جسم چه مقدار خواهد بود؟(g=۱۰)

الف)۷۰۰kg　　ب) ۶kg　　ج) ۷kg　　د) ۶۰۰kg

۱۶ـ اگر جرم جسمی ۹ کیلوگرم باشد وزن آن چه مقدار است؟(g=۱۰)

الف) ۹۰N　　ب) ۹N　　ج) ۹۰Kg　　د) ۹Kg

فصل چهارم: اصطکاک

« دایناسورها از بین رفتند، چون اسلحه شان زیاد بود و مغزشان کوچک»　(شعار مخالفین بمب هسته ای)

اصطکاک

اصطکاک نیرویی است که در خلاف جهت حرکت جسم اثر می کند و موجب آهسته یا کند شدن حرکت می شود .در واقع نیروی اصطکاک ضد تلاش برای سر خوردن یا غلتیدن یک جسم روی جسم دیگر می باشد و بطور کلی هر گاه دو جسم با یکدیگر در تماس باشند و بخواهند نسبت به یکدیگر حرکت کنند بین آنها نیرویی در خلاف جهت حرکت نسبی به هر کدام وارد می آید که اصطکاک نام دارد. اصطکاک به دو بخش لغزشی و غلتشی تقسیم می شود.

۱ـ اصطکاک لغزشی

این اصطکاک به دو بخش ایستایی و جنبشی تقسیم می شود. به طوری که تا وقتی دو جسم نسبت به هم لغزش را شروع نکرده اند اصطکاک از نوع ایستایی است و اگر لغزشی بین دو جسم شروع شد، دیگر اصطکاک از نوع جنبشی می باشد .بعنوان مثال وقتی به یک صندلی نیروی یک نیوتنی وارد می کنیم و صندلی حرکت نمی کند در حقیقت این نیرو توسط یک نیروی یک نیوتنی که مخالف حرکت آن است بی اثر شده است، این نیرو که از شروع حرکت جلوگیری می کند، اصطکاک ایستایی نام دارد.

الف: اصطکاک ایستایی (f_s)

نیروی اصطکاک ایستایی مقدار ثابتی نیست و بسته به نیرویی که به جسم وارد می شود تغییر می کند یعنی متناسب است با نیروی خارجی که سعی می کند جسم را نسبت به سطح حرکت دهد . اگر نیروی اصطکاک ایستایی رفته رفته افزایش یابد و به حداکثر برسد، چنانچه از این ماکزیمم نیرو ، اندکی بیشتر نیرو وارد شود جسم شروع به لغزش می کند و در اینجا کار نیروی اصطکاک ایستایی متوقف شده و اصطکاک جنبشی ایجاد می شود . منشاء فیزیکی نیروهای اصطکاک ، بی نظمی سطوح تماس است. وقتی که یک شیء به دیگری تکیه داشته باشد، تماس بین برجستگی ها و فرورفتگی های کوچک سبب می شود که برای حرکت دادن دو سطح نسبت به یکدیگر، تلاشی لازم باشد . هر چه نیرویی که دو سطح را به یکدیگر می فشارد بزرگتر باشد و هر چه بی نظمی سطوح بیشتر باشد، برای حرکت دادن دو سطح نسبت به یکدیگر تلاش بیشتری لازم است.

حداکثر نیروی اصطکاک ایستایی(f_{smax}) با نیروی عمود بر سطح متناسب است یعنی:　　$f_{smax}=\mu_s \cdot N$

بنابراین (f_{smax}) به دو عامل نیروی عمودی سطح و ضریب اصطکاک (μ_s)بستگی دارد. ضریب اصطکاک با عواملی همچون جنس سطوح، صاف و صیقلی کردن سطوح، استفاده از لایه های سطحی همانند روغن و ... تغییر می کند.

مسئله: جعبه ای به وزن ۱۰ نیوتن روی یک سطح افقی قرار دارد، اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و سطح ۰/۲ باشد الف) حداقل چه مقدار نیروی افقی باید به جعبه وارد کنیم تا جعبه نسبت به سطح شروع به لغزش کند. چون جسم در راستای قائم جابجا نمی شود لذا W= N خواهد بود .

$W=10N$,　$\mu=0/2$,　$F_{SMAX}=?$ $\rightarrow$　$F_{SMAX}=\mu \cdot N=0/2\times10=2N$

ب) اگر جسم را با نیروی افقی ۰/۵ نیوتن هل دهیم، نیروی اصطکاک ایستایی چقدر است؟

چون مقدار (f_{smax}) نیوتن بدست آمده بنابراین باید نیروی وارد شده از ۲ نیوتن بیشتر باشد تا جسم بتواند حرکت کند و بدلیل اینکه نیروی ۰/۵ نیوتنی

وارد کرده ایم که از (f_{smax}) کمتر است بنابراین نیروی اصطکاک ایستایی برابر همان نیرویی است که به جسم وارد می شود یعنی : f_s = ./۵N

ب : اصطکاک جنبشی(f_k)

هر گاه جسمی نسبت به سطح شروع به لغزش کند، اصطکاک از نوع جنبشی است و بطور کلی اصطکاک جنبشی نیروی مقاومت سطح در مقابل لغزش یک جسم بر روی آن می باشد که همواره خلاف جهت حرکت است . این نیرو ناشی از وجود پستی و بلندی های میکروسکوپی در سطح تماس و درگیری آنها به هنگام لغزش و همچنین وجود نیروهای جاذبه اتمی و ملکولی سطوح تماس می باشد. **نیروی اصطکاک جنبشی به عوامل زیر بستگی دارد**

الف: با نیروی عمود بر سطح نسبت مستقیم دارد . ب: به جنس، وضع تماس(ضریب اصطکاک) نیز بستگی دارد. آزمایشات حاکی از این است که اندازه

نیروی اصطکاک جنبشی مقدار ثابتی است (بر خلاف اصطکاک ایستایی) و با (f_k) نمایش می دهند بنابراین: $F_k=U_k.N$

همواره ضریب اصطکاک ایستایی از ضریب اصطکاک جنبشی بیشتر است . یعنی برای به راه انداختن یک جسم نیروی بیشتری لازم است تا ادامه حرکت آن و عموما اصطکاک جنبشی در سرعتهای متوسط به سرعت وابسته نیست و همچنین به اندازه سطح (مساحت ظاهری تماس) بستگی ندارد و به شرط اینکه سطح خیلی کوچک نشود.

۲ ـ اصطکاک غلتشی

وقتی یک جسم مدور روی سطحی می غلتد (مانند توپ) عاملی که سبب می شود تا سرعت غلتش توپ کم شود اصطکاک غلتشی است .بر روی سطوح سخت و صاف، عمل غلتیدن آسانتر از سطوح نرم و ناهموار است، بدیهی است که اصطکاک غلتشی روی چمن های مرطوب، بلند و ضخیم به مراتب بیشتر از چمن های خشک ، انبوه و نزدیک به هم است.تجارب ورزشی نشان داده است که اثر اصطکاک غلتشی به مراتب کمتر از اثر اصطکاک لغزشی است. مقدار اصطکاک غلتشی به عواملی همچون نوع و ماهیت و جنس توپ، سطحی که در عمل غلتیدن درگیر است، عکس العمل طبیعی و قطر توپ بستگی دارد. البته عموما در شرایط عادی نمی توان کار چندان موثری در جهت مقابله با این نوع اصطکاک انجام داد زیرا نوع و جنس توپ، زمین و نوع کف پوش توسط مقررات تعیین می شود. اما آنچه می توان در این زمینه انجام داد این است که در شرایط غیر عادی، عوامل و شرایط اثر گذار را بشناسیم.بعنوان مثال چنانچه چمن فوتبال بلند و خیس باشد در نتیجه اصطکاک غلتیدن زیاد است در نتیجه بازیکن فوتبال در چنین زمینی باید از پاس های هوایی برای رس اندن توپ به همبازی خود استفاده کند چرا که احتمالا در پاس زمینی توپ به همبازی وی نخواهد رسید.

نمونه سوالات فصل چهارم

۱ـ کدامیک از جملات در مورد اصطکاک صحیح می باشد؟

الف)به دو بخش لغزشی و غلتشی تقسیم می شود. ب) نیروی ضد تلاش برای سر خوردن یا غلتیدن یک جسم روی جسم دیگر می باشد.

ج) نیرویی است که در خلاف جهت حرکت جسم اثر می کند و موجب آهسته یا کند شدن حرکت می شود.

د) هرگاه دو جسم با یکدیگر در تماس باشند و بخواهند نسبت به یکدیگر حرکت کنند بین آنها نیرویی در جهت حرکت نسبی به هر کدام وارد می آید.

۲ـ کدامیک منشاء فیزیکی نیروهای اصطکاک می باشد؟

الف) سر خوردن دو جسم روی یکدیگر ب) حرکت کردن دو جسم در خلاف جهت هم

ج) بی نظمی سطوح تماس د) تکیه داشتن یک شیء به دیگری

۳ـ حداقل نیروی افقی که باید به جعبه ای به وزن ۱۲ نیوتن که روی یک سطح افقی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی آن با سطح ۰/۳ می باشد وارد شود تا جعبه نسبت به سطح شروع به لغزش کند چه مقدار می باشد؟

الف) ۶۳N ب) ۳/۶N ج)۶/۳N د) ۳۶N

۴ـ هر گاه جسمی نسبت به سطح شروع به لغزش کند اصطکاک از چه نوعی می باشد؟

الف) جنبشی ب) لغزشی ج) ایستایی د) غلتشی

۵ـ نیروی اصطکاک به کدامیک از عوامل زیر بستگی دارد؟

الف) نیروی عمود بر سطح ب) وضع تماس ج) ضریب اصطکاک د) همه موارد

۶ـ وقتی یک جسم مدور روی سطحی می غلتد چه عاملی سبب می شود تا سرعت غلتش توپ کم شود؟

الف)اصطکاک ب) اصطکاک جنبشی ج) اصطکاک غلتشی د) اصطکاک ایستایی

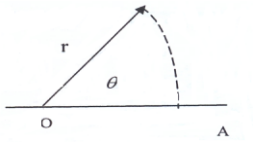
۷ـ کدامیک از عوامل در مسابقات طناب کشی برای برنده شدن موثر هستند؟

الف)استفاده از کفهشای عاج دار ب) استفاده از طناب کلف تر ج) استفاده از افراد سنگین وزن تر د) الف وج

فصل پنجم: حرکت دایره ای

« دست از مس وجود چو مردان ره بشوی تا کیمیای عشق بیابی و زر شوی» (حافظ)

فرض کنید سنگ سنگینی توسط میله بدون جرمی (یعنی فوق العاده سبک) حول یک مرکز ثابت O مسیری دایره ای را طی کند . برای مشخص کردن مکان سنگ در هر لحظه، می توانیم مختصات y و x ان را بدست آوریم.



اما روش طبیعی تر و مناسب تر این است که مکان سنگ را بر حسب زاویه θ بین میله و یک جهت اختیاری مثلا خط OA در شکل مقابل توصیف کنیم. اگر θ و طول میله (r) معلوم باشد، در این صورت دقیقا می دانیم که سنگ را ، در کجا جستجو کنیم. دلیل اینکه مختصات قطبی r و θ ترجیح داده می شود این است که در حرکت دورانی، فقط یکی از این دو مختصه تغییر می کند، و اگر این حرکت یکنواخت باشد، تغییر به شیوه ساده ای انجام می گیرد.

حرکت دایره ای: در فصل دوم برای توصیف و بکار بستن مفاهیم مکانیکی حرکت، آنرا در مسیر مستقیم الخط بررسی کردیم، اما در جهان، عموما مسیرهای حرکت، منحنی الخط می باشند مانند حرکت پرتابی گلوله توپ که تحت تاثیر نیروی جاذبه در مسیر سهمی شکل حرکت می نماید و یا سیارات در مسیرهای تقریبا دایره ای مانند، به گرد خورشید می چرخند و یا در سطح اتم، الکترونها به گرد هسته اتم، حرکت دایره ای دارند .در حرکت دایره ای ، اندازه سرعت متحرک ثابت بوده ولی در جهت های متفاوتی تغییر می کند . در نتیجه چون تغییرات در سرعت ایجاد شده بنابراین حرکتش شتابدار است . در این فصل فقط به توصیف حرکت دایره ای یکنواخت می پردازیم.

حرکت دایره ای یکنواخت

هر گاه جسمی مسیر دایره ای را طی کند و سرعتش ثابت باشد به این حرکت، حرکت دایره ای یکنواخت گویند . قبلا در توصیف حرکت شتابدار گفته شد، حرکتی را شتابدار گویند که در آن، اندازه یا جهت سرعت تغییر کند. بنابراین در حرکت دایره ای یکنواخت علی رغم اینکه سرعت حرکت ثابت است ،اما جهت آن بطور دائم تغییر می کند. لذا این حرکت نیز جزء حرکات شتابدار محسوب می شود.

شتاب جانب به مرکز

شتاب ایجاد شده در این حرکت با توان دوم سرعت متناسب است . یعنی هر چه سرعت افزایش یابد مقدار شتاب نیز بیشتر می شود . همچنین شتاب با شعاع دایره نسبت عکس دارد و بنابراین جهت شتاب همواره در راستای شعاع و به سمت مرکز دایره است. به این شتاب، شتاب جانب به مرکز گفته می شود.

a=شتاب ، r=شعاع دایره ، v=سرعت $\rightarrow$ $a=\frac{V^2}{r}$

جهت سرعت جسم همواره بر مسیر حرکت مماس است (شعاع در نقطه تماس، بر خط مماس، عمود است) پس شتاب در هر لحظه بر سرعت عمود است، شتابی که راستای آن بر سرعت عمود باشد، این شتاب باعث تغییر اندازه سرعت نمی شود بلکه فقط باعث تغییر جهت سرعت می گردد.

مسئله: جسمی با سرعت $5m/s$ حول دایره ای به قطر ۴ متر در حرکت است، شتاب جانب به مرکز این جسم چقدر است؟

$V=5m/s$

$2r=4\Rightarrow r=2m$ $\quad a=\frac{V^2}{r}=\frac{5^2}{2}=\frac{25}{2}=12/5m/s^2$

$a=?$

نیروی جانب به مرکز

مطابق قانون دوم نیوتن اگر به جسمی نیرو وارد شود حتما در ان شتاب ایجاد می شود . بنابراین اگر حرکت جسمی شتابدار بود مسلما از خارج به جسم نیرو وارد می شود. در حرکت دایره ای یکنواخت چون حرکتی شتابدار است پس حتما نیرو وجود دارد . این نیرو در راستای شعاع دایره به سمت مرکز دایره و هم جهت با شتاب می باشد. به این نیرو ،نیروی جانب به مرکز گفته می شود و مطابق قانون دوم نیوتن خواهیم داشت:

$a=\frac{V^2}{r}$

$F=ma$ $\quad\Rightarrow F=\frac{mV^2}{r}$

مسئله : جسمی به جرم $2kg$ با سرعت ثابت $4m/s$ روی مسیر دایره ای به شعاع $2m$ حرکت دایره ای یکنواختی انجام می دهد مقدار نیروی جانب به مرکز را محاسبه کنید؟

$m=2kg$

$V=4m/s$ $\quad F=\frac{mV^2}{r}$

$r=2m$ $\quad F=\frac{2\times(4)^2}{2}=16N$

$F=?$

نمونه سوالات فصل پنجم:

۱ـ کدامیک از جملات در مورد حرکت دایره ای یکنواخت صحیح می باشد؟

الف) جزء حرکات شتابدار محسوب می شود. ب) سرعت حرکت ثابت است ج) مسیر مستقیمی دارد د) جهت آن به طور دائم تغییر می کند

۲ـ شتاب به ترتیب چه نسبتی با سرعت و شعاع دایره دارد؟

الف) مستقیم ـ مستقیم ب) مستقیم ـ عکس ج) عکس ـ مستقیم د) عکس ـ عکس

۳ـ شتاب جانب به مرکز جسمی که با سرعت $6m/s$ حول دایره ای به قطر ۶ متر در حرکت است چقدر می باشد؟

الف) $6m/s^2$ ب) $12/5m/s^2$ ج) $6/5m/s^2$ د) $12m/s^2$

۴ـ نیروی جانب به مرکز جسمی به جرم $4kg$ با سرعت ثابت $6m/s$ که روی مسیر دایره ای به شعاع $4m$ حرکت دایره ای یکنواختی انجام می دهد چه مقدار می شود؟

الف) $36\,N$ ب) $26\,N$ ج) $36/5\,N$ د) $26/5\,N$

فصل ششم: کار و انرژی « ساحل افتاده ای گفت: از چه بسی زیستم هیچ نه معلوم گشت آه که من کیستم

موج زخود رسته ای تیر خرامید و گفت: هستم اگر می روم گر نروم نیستم (علامه اقبال لاهوری) »

در فرهنگ لغت، کار را چنین تعریف می کنند :« چیزی که زحمت و تلاش صرف آن می شود »، فعالیت ذهنی نیز مانند فعالیت بدنی، کار محسوب می شود . پس وقتی نشسته اید و این کتاب را مطالعه می کنید، به مفهوم محاوره ای کلمه ، کار انجام می دهید، ولی بنابر مفهومی که فیزیکدانان برای آن قائلند، این نوع فعالیت، کار به حساب نمی آید. در فیزیک، کار به نحوی بسیار دقیق تر و ظریف تر تعریف می شود.

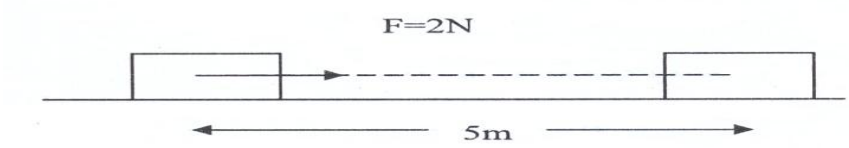
تعریف کار

اگر نیرویی بر جسم وارد شود و این نیرو سبب جابجایی نقطه اثر نیرو در راستای نیرو گردد، این نیرو کار انجام می دهد. کار انجام شده برابر حاصلضرب اسکالر نیرو در جابجایی می باشد و نتیجه این حاصلضرب کمیتی است اسکالر و واحد آن ژول می باشد.

$\mathcal{W}=\mathcal{F}\times d\times\cos a$ (زاویه بین نیرو و راستای جابجایی) $\cos$ × جابجایی × نیرو = کار

$\mathcal{W}$ = کار انجام شده بر حسب ژول ، $\mathcal{F}$= نیرو بر حسب نیوتن ، d =جابجایی برحسب متر ، a= زاویه بین نیرو و راستای جابجایی است

مسئله : در شکل زیر کار نیروی $\mathcal{F}$ را محاسبه کنید($\cos^{\circ}=1$) . زاویه بین راستای نیرو و راستای جابجایی جسم، صفر درجه است بنابراین:



$$W = F.d.\cos\alpha$$
$$W = 2\times 5\times \cos 0^{o}$$
$$W = 10\times 1 = 10j$$

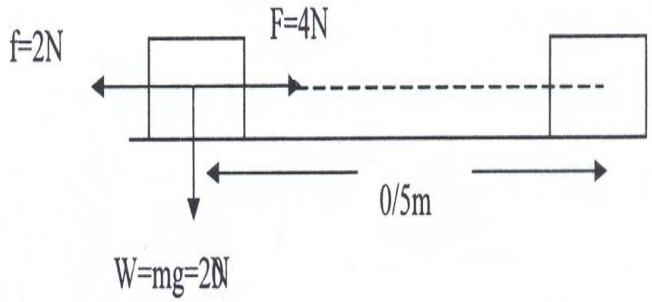
اگر جسمی را روی کف دست به مدت ۳۰ دقیقه نگه داریم چون جابجایی صورت نگرفته است بنابراین کاری انجام نشده است.

مسئله: به جسمی نیروی ۴ نیوتنی تحت زاویه ۶۰ درجه نسبت به افق وارد کرده ایم و جسم $60cm$ جابجا شده است، چقدر این نیرو کار انجام داده است؟

$\cos 60^{o} = 0/5$
$F = 4N$
$d = 60cm = 0/6m$
$W = ?$

$$W = F.d.\cos\alpha$$
$$W = 4\times 0/6\times 0/5$$
$$W = 1/2j$$

مسئله: جسمی به وزن $20N$ روی زمین قرار دارد، نیرویی برابر ۴ نیوتن به طور افقی بر جسم وارد می شود اگر نیروی اصطکاک لغزشی برابر ۲ نیوتن باشد و جسم به اندازه ۰/۵ متر جابجا شود حساب کنید. اولا:کار نیروی $\mathcal{F}$ ثانیا:کار نیروی وزن ثالثا:کار نیروی اصطکاک($\cos^{\circ}=1$, $\cos 90^{\circ}=0$, $\cos 180^{\circ}=-1$)



$$W_F = F.d.\cos\alpha$$
$$W_F = 4\times 0/5\times \cos 0^{0} = 4\times 0/5\times 1 = 20j$$
$$W_{mg} = F.d.\cos\alpha$$
$$W_{mg} = 20\times 0/5\times \cos 90^{0} = 20\times 0/5\times 0 = 0$$
$$Wf = F.d.\cos\alpha$$
$$Wf = 2\times 0/5\times \cos 180^{0} = 2\times 0/5\times (-1) = -1j$$

انرژی

به توانایی انجام کار انر ژی گویند. انرژی نیز کمیتی اسکالر است و واحد آن ژول می باشد . انرژی عموما به دو دسته انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل تقسیم می شود.

انرژی جنبشی: قابلیت انجام کاری است که یک جسم به سبب سرعت و حرکت خود دارا می باشد و آنرا با علامت E_K نمایش می دهند. $E_k = \frac{1}{2}mV^2$

در فرمول فوق: m = جرم جسم بر حسب کیلوگرم V = سرعت جسم بر حسب متر بر ثانیه E_K = انرژی جنبشی بر حسب ژول

مسئله: توپ فوتبالی به جرم ۳۰۰ گرم با سرعت $10\,m/s$ شوت می کنیم. انرژی جنبشی آنرا حساب کنید؟

$m = 300gr = \frac{300}{1000} = 0/3kg$ $\quad E_k = \frac{1}{2}mV^2$

$V = 10m/s$ $\quad E_k = \frac{1}{2}(0/3)(10)^2 = \frac{1}{2}(0/3)(100) = 15j$

$E_k = ?$

انرژی پتانسیل: قابلیت انجام کاری است که به سبب وضع یا حالت خاص جسم، در آن وجود دارد. مانند جسمی که نسبت به زمین در ارتفاع قرار دارد یا فنر کوک شده در ساعت که به سبب وضع خاصی که دارند، می توانند کار انجام دهند.

انرژی پتانسیل جاذبه ای: هر گاه جسمی به جرم m را به ارتفاع h از سطح زمین بالا ببریم ، کاری که بر روی جسم انجام می دهیم به صورت انرژی پتانسیل در جسم ذخیره می شود به طوری که جسم می تواند به سطح اولیه خود برگشته و همین مقدار کار را پس بدهد. انرژی پتانسیل را با علامت EP نمایش می دهند بنابراین: $EP = mgh$

m = جرم جسم بر حسب کیلوگرم ، g = شتاب جاذبه زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه ، h = ارتفاع بر حسب متر ، EP = انرژی پتانسیل بر حسب ژول

ژیمناستی را در نظر بگیرید که روی ترامپلین مشغول اجرای مهارت است . هنگامی که به سمت بالا حرکت می کند به تدریج از انرژی جنبشی کاسته می شود و بر عکس به انرژی پتانسیل افزوده می گردد و در مرحله سقوط یا پایین آمدن به تدریج به انرژی جنبشی افزوده شده و از انرژی پتانسیل کاسته می شود.

مسئله: یک وزنه به جرم ۸۰۰ کیلوگرم را بوسیله یک جرثقیل تا ارتفاع ۲۲ متر از سطح زمین بالا می بریم انرژی پتانسیل وزنه نسبت به سطح زمین چقدر است ($g = 10\,m/s^2$)

$m = 800kg$
$h = 22m$
$EP = ?$

$EP = mgh$
$EP = 800 \times 10 \times 22 = 176000\,j$

وقتی جسم به سمت بالا پرتاب می شود در نقطه اوج انرژی جنبشی جسم صفر خواهد شد چون سرعت در این نقطه به صفر می رسد.

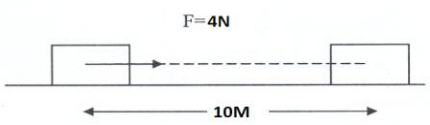
نمونه سوالات فصل ششم:

۱ـ کدام جمله در مورد تعریف کار صحیح می باشد؟

الف) کمیتی برداری است　　ب) برابر حاصلضرب اسکالر نیرو در شتاب می باشد　　ج) واحد آن نیوتن می باشد

د) اگر نیرویی بر جسم وارد شود و این نیرو سبب جابجایی نقطه اثر نیرو در راستای نیرو گردد، این نیرو کار انجام می دهد

۲ـ در شکل مقابل کار نیروی F را محاسبه کنید($COSO^{O}$=۱)



الف) ۴/۵ J　　ب) ۴۰N　　ج) ۴۰ J　　د) ۴/۵ N

۳ ـ کدام جمله در مورد انرژی صحیح نمی باشد؟

الف) به توانایی انجام کار انرژ ی گویند　　ب) به سه دسته ، جنبشی، پتانسیل و ایستایی تقسیم می شود

ج) کمیتی اسکالر است　　د) واحد آن ژول است

۴ـ کدامیک قابلیت انجام کاری است که یک جسم به سبب سرعت و حرکت خود دارا می باشد؟

الف) انرژی جنبشی　　ب) انرژی　　ج) انرژی ایستایی　　د) انرژی پتانسیل

۵ـ جسمی به جرم ۵۰۰ گرم را با سرعت ۱۰M/S پرتاب می کنیم انرژی جنبشی جسم چه مقدار می باشد؟

الف) ۲۵ J　　ب) ۱۵ J　　ج) ۱۴ J　　د) ۲۳J

۶ ـ کدامیک قابلیت انجام کاری است که به سبب وضع یا حالت خاص جسم، در آن وجود دارد؟

الف) انرژ ی　　ب) انرژ ی پتانسیل　　ج) انرژ ی جنبشی　　د) انرژ ی ایستایی

۷ـ یک وزنه به جرم ۶۰۰ کیلوگرم را بوسیله یک جرثقیل تا ارتفاع ۲۰ متر از سطح زمین بالا می بریم انرژی پتانسیل وزنه نسبت به سطح زمین چقدر است؟ ($g=۱۰m/s^{۲}$)

الف) ۱/۲۰۰۰j　　ب) ۱۷۵۰۰۰j　　ج) ۱۲۰۰۰۰ j　　د) ۱/۷۵۰۰۰j