

(۱) به نیروی جاذبه‌ای که هر دو جسم به جرم‌های m_1 و m_2 در فاصله معین r بر یکدیگر وارد می‌سازند، نیروی گرانشی بین دو جسم گویند که مقدار آن از رابطه $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ حاصل می‌گردد.

(۲) شتاب جاذبه در سطح هر سیاره‌ای به جرم M و شعاع متوسط R از رابطه $g = \frac{GM}{R^2}$ حاصل می‌گردد.

(۳) اگر شتاب جاذبه در سطح زمین g_0 باشد وقتی به ارتفاع h از سطح زمین برویم، شتاب جاذبه g_h از رابطه $g_h = g_0 \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2$ حاصل می‌گردد.

(۴) قانون اول نیوتن: اگر بر جسمی نیرو وارد نشود و یا برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، اگر جسم ساکن باشد به حال سکون باقی می‌ماند و اگر در حرکت باشد، حرکتش بر روی خطی راست و یکنواخت خواهد بود.

(۵) تمایل اجسام در ماندن به وضعیت حرکتی اولیه خود را لختی یا اینرسی گویند.

(۶) به مجموعه ذرات تشکیل دهنده جسم جرم جسم گویند. (در SI واحد آن کیلوگرم kg است.)

(۷) قانون دوم نیوتن: اگر به جسمی به جرم m نیروی F وارد گردد، این نیرو شتابی به اندازه a به جسم می‌دهد به طوری که شتاب جسم با نیروی وارده رابطه مستقیم و با جرم جسم رابطه عکس دارد. $\vec{F} = m\vec{a}$

(۸) یک نیوتن نیرویی است که اگر به جسمی به جرم $1kg$ اثر کند به آن شتاب $1m/s^2$ می‌دهد.

(۹) اگر جسمی تحت تاثیر اعمال چند نیرو شتاب بگیرد آنگاه قانون دوم نیوتن به صورت $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ استفاده می‌گردد.

(۱۰) راستا و جهت شتاب همواره هم‌راستا و هم جهت برآیند نیروهایی است که به جسم داده می‌شوند ولی برآیند نیروها الزاماً با سرعت و جابه‌جایی جسم متناسب نبوده ولی همواره با تغییرات سرعت متناسب است.

(۱۱) نیرویی که از طرف زمین بر واحد جرم جسم وارد می‌شود را نیروی وزن جسم نامند. $\vec{W} = m\vec{g}$

(۱۲) قانون سوم نیوتن: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم هم به جسم اول نیرویی هم‌اندازه و هم‌راستا با آن ولی در خلاف جهت وارد می‌سازد. نیروهای عمل و عکس‌العمل بر دو جسم اثر می‌کند.

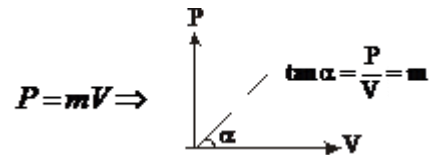
(۱۳) به حاصلضرب جرم جسم در سرعت آن در هر لحظه، تکانه (اندازه حرکت) می‌گویند. $\vec{P} = m\vec{v}$

(۱۴) بیان قانون دوم نیوتن با استفاده از تغییر تکانه: $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$: نیروی متوسط وارد به جسم

(۱۵) آهنگ تغییر تکانه‌ی یک جسم نسبت به زمان برابر برآیند نیروهای وارد بر جسم است: $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ لحظه‌ای

(۱۷) حاصلضرب جرم جسم در تابع « مکان - زمان » به شما تابع « تکانه - زمان » را می‌دهد: $\vec{P} = m \frac{dx}{dt}$ لحظه‌ای

(۱۸) وقتی جرم جسم ثابت می‌ماند، نمودار تکانه بر حسب سرعت خط راستی است که از مبدأ می‌گذرد و شیب این نمودار برابر جرم جسم است.



(۱۹) به حاصلضرب نیرو در زمان تاثیرش $(F\Delta t)$ ضربه نیرو وارد به جسم نامند. $F\Delta t = \Delta P = m\Delta V$

$$(Ns = kgm/s)$$

(۲۰) رابطه بین انرژی جنبشی جسم و تکانه: $K = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}P V = \frac{P^2}{2m}$

(۲۱) به نیرویی که از طرف سطح تماس جسم با تکیه گاه به جسم وارد می شود نیروی عمودی تکیه گاه گویند. (N)

(۲۲) نیروی اصطکاک نیرویی است که در برابر حرکت جسم بر روی سطح مقاومت می کند و همواره خلاف جهت حرکت به جسم وارد می گردد و مقدار آن از رابطه $f = \mu \cdot N$ به دست می آید.

(۲۳) نیروی اصطکاک بین دو جسم که نسبت به هم ساکنند را نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) گویند. که مقدار آن بستگی به نیرویی دارد که به آن وارد می شود (F) و مقدار آن می تواند از صفر تا یک مقدار بیشینه به نام « بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی یا نیروی اصطکاک در آستانه حرکت f_{smax} » تغییر کند و نیروی اصطکاک بین دو جسم در حال حرکت را اصطکاک جنبشی (f_k) گویند دقت کنید که مقدار f_k همواره از مقدار f_{smax} کوچکتر است.

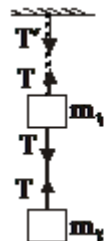
(۲۴) نیروی کشسانی ایجاد شده در یک فنری که تغییر طول یافته از رابطه $F = -K\Delta x$ حاصل می گردد.

(۲۵) اگر چند فنر با ثابتهای $K_1, K_2, \dots, K_n$ را به صورت سری به هم ببندیم، ثابت معادل از رابطه $\frac{1}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n}$ به دست می آید.

(۲۶) اگر چند فنر با ثابتهای $K_1, K_2, \dots, K_n$ را به صورت موازی به هم ببندیم، ثابت معادل از رابطه $K = K_1 + K_2 + \dots + K_n$ به دست می آید.

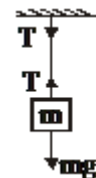
(۱) نیروی کشش نخ در هر نقطه برابر نیرویی است که در صورت پاره شدن طناب (نخ) در آن نقطه، باید اعمال کنیم تا وضعیت اولیه جسم حفظ گردد.

(۲) اگر جسمی توسط نخ در راستای قائم به حالت تعادل باقی ماند، نیروی کشش نخ برابر وزن وزنه آویزان به آن است.



$$T = m_1 g$$

$$T' = m_1 g + m_2 g$$

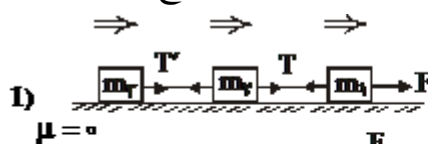


$$\Rightarrow T = mg$$

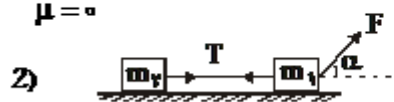
(۳) اگر چند جسم توسط نخهایی به هم متصل شوند و تحت تاثیر نیروهای خارجی (ΣF) به حرکت در آیند، می توان آنها را

به عنوان یک دستگاه در نظر گرفت. در این حالت شتاب حرکت همه وزنه ها با هم برابر بوده و از رابطه $a = \frac{\Sigma F}{\Sigma m}$ به دست می آید.

در حالات زیر چند نمونه مثال برای محاسبه شتاب حرکت وزنه‌ها و نیروی کشش نخ بین آنها آورده شده است:



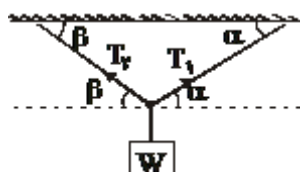
$$a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{F - T}{m_1} = \frac{T - T'}{m_2} = \frac{T'}{m_3}$$



$$a = \frac{F \cos \alpha}{m_1 + m_2} = \frac{F \cos \alpha - T}{m_1} = \frac{T}{m_2}$$

(۴) اگر مطابق شکل جسمی به وزن W توسط دو نخ با نیروهای کشش T_1 و T_2 به حال تعادل باشد به طوری که زوایایی که نیروهای کشش T_1 و T_2 به ترتیب با افق می‌سازند α و β باشد، می‌توان نوشت:

$$T_1 = \frac{W \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$



$$T_2 = \frac{W \cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

اگر α و β برابر باشند، حتماً $T_1 = T_2 = \frac{W}{2 \sin \alpha}$ (و برعکس).

(۵) اگر آسانسوری با جرم کل m و با شتاب a در حرکت باشد، نیروی کشش کابل آن از رابطه کلی زیر به دست می‌آید:
(+ : اگر آسانسور بالا رود، - : اگر آسانسور پایین آید). اگر شتاب هم جهت با حرکت بود شتاب با علامت مثبت و اگر

شتاب خلاف جهت حرکت بود شتاب با علامت منفی وارد رابطه بالا می‌شود. $T = m(g \pm a)$

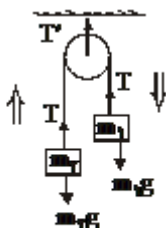
(۶) وقتی جسمی با شتاب a در راستای قائم در حرکت باشد، به مقدار g' در رابطه $g' = g \pm a$ شتاب ظاهری حرکت جسم گویند. (+ : اگر جسم بالا رود، - : اگر جسم پایین آید). علامت شتاب نیز مانند همان‌طور که در ۵ گفته شد محاسبه می‌شود.

(۷) اگر جسمی به جرم m درون آسانسوری بر روی نیروسنجی قرار داشته باشد، عددی که نیروسنج به هنگام حرکت آسانسور نشان می‌دهد، وزن ظاهری جسم است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

(+ : اگر جسم بالا رود، - : اگر جسم پایین آید). علامت a نیز طبق نکته ۵ محاسبه می‌شود. $W' = m(g \pm a)$

(۸) برای محاسبه نیروی کشش نخ و شتاب حرکت وزنه‌ها در ماشین آتوود مقابل از رابطه $a = \frac{\Sigma F}{\Sigma m}$ به صورت زیر استفاده می‌گردد:

$$a = \frac{m_2 g - m_1 g}{m_1 + m_2}$$



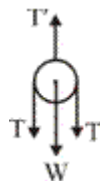
$$m_1 > m_2$$

$$T = m_1(g - a) \text{ و یا } T = m_2(g + a)$$

$$a = \frac{\Delta m}{\Sigma m} g, T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

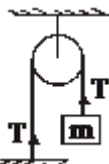
اگر دستگاه مطابق شکل دارای دو وزنه باشد:

و نیروی نگه دارنده دستگاه (یا نیرویی که به سقف وارد می گردد) از رابطه مقابل به دست می آید:



$$T' = 2T + W \rightarrow \text{وزن قرقره}$$

(۹) توجه داشته باشید که اگر دستگاه به حال تعادل باشد (مانند شکل مقابل) شتاب حرکت وزنه‌ها صفر و نیروی کشش نخ برابر وزن وزنه است.

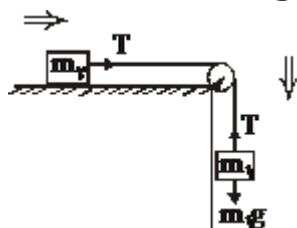


$$T = mg$$

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

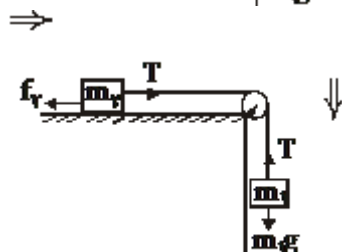
(۱۰) در حرکت اجسام روی سطوح ترکیبی، ابتدا با استفاده از رابطه شتاب حرکت وزنه‌ها را به دست آورده و سپس با جدا نمودن هر یک از وزنه‌ها از دستگاه می توان کشش نخ بین وزنه‌ها را یافت، به نمونه‌های ذیل توجه کنید:

الف) ترکیب سطح افقی بدون اصطکاک و سطح قائم



$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$$

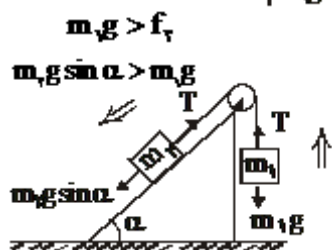
$$T = m_1(g - a) \text{ و یا } T = m_2 a$$



ب) ترکیب سطح افقی با اصطکاک و سطح قائم

$$a = \frac{m_2 g - f_r}{m_1 + m_2}, f_r = \mu m_1 g$$

$$T = m_1(g - a) \text{ و یا } T = m_2 a + f_r$$

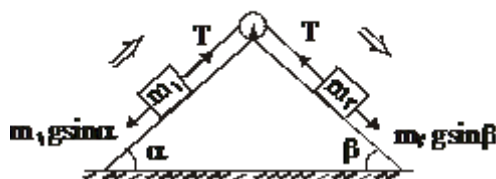


ج) ترکیب سطح شیب‌دار بدون اصطکاک و سطح قائم

$$a = \frac{m_2 g \sin \alpha - m_2 g}{m_1 + m_2}$$

$$T = m_1(g + a) \text{ و یا } T = m_2 g \sin \alpha - m_2 a$$

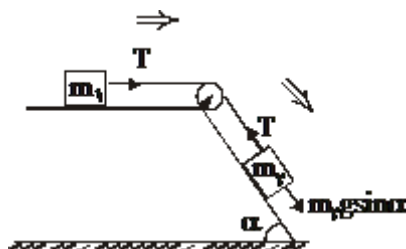
$$m_2 g \sin \alpha > m_2 g \sin \alpha$$



د) ترکیب دو سطح شیب‌دار بدون اصطکاک

$$a = \frac{m_2 g \sin \beta - m_2 g \sin \alpha}{m_1 + m_2}$$

$$T = m_2 g \sin \beta - m_2 a \text{ و یا } T = m_2 g \sin \alpha + m_2 a$$



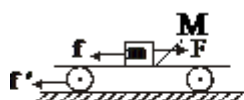
ه) ترکیب سطح شیبدار بدون اصطکاک با سطح افقی بدون

اصطکاک

$$a = \frac{m_2 g \sin \alpha}{m_1 + m_2}$$

$$T = m_2 g \sin \alpha - m_2 a \quad \text{و یا} \quad T = m_1 a$$

(۱) در مثال حرکت جسم روی ارا به :



$$a = \frac{F - f}{m + M}$$

- اگر $F < f$ باشد : $F < f$ * جسم و ارا به هر دو ساکنند

$F > f$ * جسم و ارا به با یک شتاب حرکت می کنند

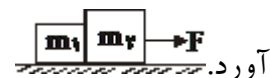
- اگر $F > f$ باشد : آنگاه جسم با شتاب $\frac{F - f}{m}$ و ارا به با شتاب $\frac{f - f'}{M}$ به حرکت در می آیند.

- عامل حرکت ارا به وجود نیروی اصطکاک بین جسم و ارا به است (f) و هرگاه نیروی F وجود نداشته باشد همواره

$$\frac{F}{m}$$

جسم بر روی ارا به با شتاب m حرکت می کند و ارا به همواره ساکن است.

(۲) اگر مطابق اشکال زیر دو یا چند جسم به هم چسبیده تحت تاثیر برآیند نیروهای وارد با شتاب یکسان a به حرکت در آیند ، آنگاه با جدا نمودن هر جسم از دستگاه و نمایش نیرویی که هر کدام به دیگری وارد می سازد می توان این نیروها را به دست



(۳) به مدت زمانی که طول می کشد تا ذره ای یک دور کامل مسیر دایره ای را دور بزند دوره و به تعداد دوره هایی که یک ذره در یک ثانیه طی می کند ، بسامد گویند.

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

(۴) آهنگ جابه جایی زاویه ای را سرعت زاویه ای متوسط گویند.

(۵) در حرکت روی مسیر دایره ای چون جهت سرعت همواره در حال تغییر است لذا متحرک الزاماً دارای شتاب می شود. به این شتاب « شتاب مرکزگرا » یا « شتاب جانب مرکز » گویند و مقدار آن از رابطه زیر محاسبه می گردد:

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

(۶) طبق قانون دوم نیوتن در حرکت روی مسیر دایره ، نیروی جانب به مرکز تعریف می گردد:

$$F = ma = m \frac{V^2}{r} = mr\omega^2 = mV\omega$$

(۷) نیروی جانب به مرکز برآیند نیروهای موجود در راستای شعاع دوران بوده که به طرف مرکز دوران است.

(۸) نمایش برخی حداقل یا حداکثر سرعت هایی که جسم باید داشته باشد ، تا بتواند به حرکت خود روی مسیر دایره ای ادامه دهد :

- حداکثر سرعت جسمی که روی صفحه گرامافونی در حرکت است: $\omega_{\max} = \sqrt{\frac{\mu g}{r}}$

- حداقل سرعت اتاقک دوار: $V_{\min} = \sqrt{\frac{rg}{\mu}}$

- حداکثر سرعت اتومبیل‌ها در پیچ جاده‌ها: $V_{\max} = \sqrt{rg \tan \theta}$

(۹) سرعت حرکت ماهواره به دور زمین از روابط $V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} = R_e \sqrt{\frac{g_0}{r}}$ (که R فاصله ماهواره تا مرکز زمین است) به دست می‌آیند.