



دانشگاه پیام نور

این کانال به منظور کمک به دانشجویان عزیز ساخته شده و داندلود تمامی فایل های داخل این کانال به صورت رایگان است امیدوارم بتوانیم رضایت شما رو جلب کنیم و کمک کوچکی باشیم در مسیر موفقیت شما

کانال دانشجویان برتر دانشگاه پیام نور



متفاوت ترین کانال اشتراک نمونه سوالات و جزوات و اخبار دانشگاه پیام نور



@BookTabadol1

The biomechanics of sports techniques

بیومکانیک فنون
ورزشی
دکتر رسول حمایت طلب
استادیار دانشگاه تهران

منبع درسی:

• کتاب بیومکانیک فنون ورزشی

تالیف: دکتر پرفسور جیمز جی هی

ترجمه دکتر نمازی زاده

انتشارات دانشگاه تهران

• کتاب آناتومی کاربردی (فصلهای 2 و 4)

تالیف: دکتر پرفسور جیمز جی هی

ترجمه دکتر فراهانی، دکتر شجاع الدین

انتشارات دانشگاه پیام نور

فصل اول

انواع حرکت

هدف کلی این فصل:

- آشنایی دانشجویان با انواع حرکات

هدفهای رفتاری

پس از مطالعه این فصل از دانشجویان انتظار می رود:

- حرکات انتقالی را تعریف کنند.
- حرکات انتقالی مستقیم الخط را تعریف کنند.
- حرکات انتقالی منحنی الخط را تعریف کنند.
- حرکات چرخشی (دورانی) را تعریف کنند.
- حرکات عام یا متداول را تعریف کنند.

انواع حرکات

حرکات انتقالی مستقیم الخط

حرکات انتقالی منحنی الخط

حرکات انتقالی

حرکات دورانی

حرکات عام

انواع حرکات

حرکات انتقالی

حرکات انتقالی موقعی صورت می‌گیرد که جسم طوری حرکت کند که کلیه اجزاء آن دقیقاً مسافت یکسانی را در جهت و زمان مشابه طی کرده باشد. حرکات انتقالی به دو صورت مستقیم الخط و منحنی الخط صورت می‌گیرد.

الف- حرکات انتقالی مستقیم الخط

در حرکت انتقالی مسیر حرکت روی خط مستقیم است. مانند حرکت یک جسم روی یک سطح صاف و در مسیر مستقیم، یا حرکت اسکیت بازی که بدون تغییر وضعیت قسمتهای مختلف بدنش در مسیر مستقیم حرکت می‌کند.

ب - حرکت انتقالی منحنی الخط

در حرکت انتقالی منحنی الخط مسیر حرکت منحنی شکل است. مانند رچتر بازی که بدون اینکه قسمتهای مختلف بدنش تغییر وضعیت دهد در یک مسیر منحنی شکل سقوط می‌کند.

حرکات دورانی

حرکت دورانی یا چرخشی موقعی صورت می‌گیرد که جسم در یک مسیر دایره‌ای حول محوری در فضا طوری حرکت کند که کلیه اجزاء و قسمت‌های آن در یک جهت و زمان مشابه جابجا شود.



در حرکت دورانی محور دوران ممکن است
خود قسمتی از جسم (مانند حرکت دورانی
دست در مفصل شانه) یا مجزا از جسم (مانند
حرکت دورانی ژیمناست حول میله بارفیکس)
باشد. اما در هر صورت در وضعیت عمود بر
صفحه دوران می باشد.

حرکات عام یا متداول

حرکات عام در حقیقت ترکیبی از حرکتهای انتقالی و دورانی می باشد. مانند دویدن دو و میدانی که در آن حرکت خود ورزشکار از نوع انتقالی بوده و حرکت اندامهای وی از نوع دورانی می باشد.

حرکات عام یا متداول

حرکت دوچرخه سوار که در آن حرکات میچ پا، ساق پا و ران از نوع دورانی بوده و حرکت بالاتنه وی از نوع انتقالی است. حرکات ورزشکاران در محیطهای ورزشی عموماً از نوعاً می باشد.





فصل دوم

توصیف حرکات خطی

هدف کلی این فصل:

- آشنایی دانشجویان با حرکت خطی و روابط مربوط به آن

هدفهای رفتاری

پس از مطالعه این فصل از دانشجویان انتظار می رود:

- مسافت و جابجایی را تعریف کنند.
- سرعت متوسط و بردار سرعت متوسط را تعریف کنند.
- مفهوم شتاب را بفهمند.
- کمیت‌های برداری و نرده ای را بشناسند.
- روش محاسبه برایند دو بردار را یاد بگیرند.
- مولفه های عمودی و افقی یک بردار را تعیین کنند.
- معادلات مربوط به حرکات خطی شتابدار و بدون شتاب را بشناسند.

کینماتیک (Kinematics):

هر گاه ویژگیهای حرکت نظیر سرعت حرکت، مسافت، جابجایی و شتاب حرکت یک جسم را مورد مطالعه قرار می‌دهیم در حقیقت به کینماتیک می‌پردازیم. به عبارت دیگر، علم کینماتیک به بررسی ویژگیهای حرکت می‌پردازد.

مسافت:

همانطور که قبلاً عنوان شد، مسافت یکی از ویژگیهای حرکت بود و عبارتست از طول راه یا مسیری که یک جسم طی کرده است. به عبارت دیگر وقتی ورزشکاران از نقطه A به نقطه B تغییر مکان می‌دهد، مسافت طی شده توسط آن ورزشکار طول راه یا جاده‌ای است که توسط وی طی شده است.

دونده‌ای که دور پیست دو و میدانی مسابقه دوی 800 متر را انجام می‌دهد، اگر فرض کنیم که از نقطه استارت حرکت را شروع کرده و در نقطه پایان متوقف شود، مسافت طی شده توسط وی 800 متر است. مسافت یک کمیت نرده‌ای (غیربرداری) است که فقط اندازه آن ملاک است و واحدهای اندازه‌گیری آن معمولاً متر و کیلومتر است.

مسافت در حرکات دورانی:

در حرکات دورانی، مسافت بصورت زاویه طی شده توسط یک جسم یا یک ورزشکار محاسبه می‌شود. به عنوان مثال هنگامیکه ژیمناست حول میله بارفیکس یک دور حرکت چرخشی انجام می‌دهد، مسافت طی شده توسط وی یک دور یا 360 درجه و یا $2\pi r$ است.

موقعی که در حرکات پرتاب وزنه ورزشکار سه دور و نیم حول محور عمودی خود می‌چرخد و سپس وزنه را رها می‌کند، مسافت زاویه‌ای طی شده توسط هر بخش از بدن وی (مانند دست حامل وزنه) سه دور و نیم یا 1260 درجه و یا $7\pi r$ است.

واحدهای اندازه‌گیری مسافت دورانی یا زاویه‌ای، دور، درجه و رادیان است.



جابجایی عبارتست از تعیین وضعیت محل یک جسم نسبت به یک نقطه مرجع (یا مبدا) که با یک خط مستقیم مشخص می‌شود.

به عبارت دیگر کوتاهترین فاصله بین نقطه شروع و نقطه پایان حرکت یک جسم که با یک خط مستقیم مشخص می‌شود، جابجایی آن جسم نامیده می‌شود.

در محاسبه جابجایی، علاوه بر تعیین طول یا مسافت تغییر وضعیت جسم، جهت یا راستای حرکت نیز باید مشخص شود.

بعنوان مثلاً فردی که از منزل تا محل کار مسافت 9 کیلومتری را طی کرده، جابجایی وی اندازه خط مستقیمی است که منزل را به محل کار وصل می‌کند که ممکن است کمتر از 9 کیلومتر (مثلاً 6 کیلومتر) باشد.

جابجایی در حرکات دورانی:

در حرکات دورانی، جابجایی زاویه‌ای که توسط یک جسم یا یک ورزشکار طی شود، برابر کوچکترین زاویه بین وضعیت شروع و خاتمه حرکت است.

به عنوان مثال ژیمناستی که حول میله بارفیکس را یک بار دور می‌زند، جابجایی زاویه‌ای انجام گرفته توسط وی صفر درجه است.

از تعاریف مسافت و جابجایی می‌توان استنباط کرد که هر گاه در حرکات انتقالی حرکت در مسیر مستقیم صورت گیرد (مانند دو 100 متر) میزان مسافت و جابجایی با هم برابرند. همچنین در حرکات دورانی هر گاه حرکت در محدوده زاویه‌ای برابر و کوچکتر از 180 درجه انجام شود مقدار مسافت و جابجایی زاویه‌ای (یا دورانی) برابر خواهند بود.

همانند مسافت، واحدهای اندازه‌گیری جابجایی
متر و کیلومتر بوده و واحدهای اندازه‌گیری
جابجایی زاویه‌ای دور، درجه و رادیان می باشد.
با وجود اینکه جابجایی زاویه‌ای دارای هر دو
ارزش مقدار و جهت می‌باشد، اما در واقع یک
بردار نیست. چرا که جابجایی زاویه‌ای را
نمی‌توان از روش متوازی‌الاضلاع جمع کرد.

$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$

سرعت متوسط و بردار سرعت:

در بحث مسافت و جابجایی و کلاً تغییر وضعیت، سرعت بیانگر آهنگ تغییر موضع یک جسم یا تغییر وضعیت یک شخص نسبت به زمان است. بطوریکه سرعت متوسط جسم یا شخص در این وضعیت از تقسیم مسافت طی شده بر زمان طی مسافت بدست می‌آید. به عبارت دیگر:

رابطه (1):

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان طی مسافت}} \quad \text{یا} \quad \bar{v} = \frac{x}{t}$$

به منظور محاسبه بردار سرعت، به جای مسافت طی شده از جابجایی انجام گرفته استفاده می‌کنیم. به عبارت دیگر، بردار سرعت از تقسیم جابجایی انجام گرفته بر زمان جابجایی بدست می‌آید. بدین ترتیب که :

رابطه (2):

$$\text{مقدار جابجایی} = \frac{\text{بردار سرعت}}{\text{زمان جابجایی}} \quad \text{یا} \quad \bar{v} = \frac{d}{t}$$

واحدهای اندازه‌گیری سرعت متر بر ثانیه و کیلومتر بر ساعت است.

مثال : یک دوچرخه سوار در یک مسابقه مسافت 9 کیلومتری را در مدت 15 دقیقه رکاب زده است. در صورتیکه مقدار جابجایی وی در این مسابقه 6 کیلومتر باشد، الف - سرعت متوسط و ب - بردار سرعت دوچرخه سوار را در طول این مسیر محاسبه کنید.

جواب : چون 15 دقیقه برابر 900 ثانیه بوده می‌باشد، خواهیم داشت،

$$\overline{V} = \frac{x}{t} = \frac{9000}{900} = 10 \text{ m/s}$$

$$\overline{V} = \frac{d}{t} = \frac{6000}{900} = 6.67 \text{ m/s}$$

از مثال و بحث‌های بالا می‌توان نتیجه گرفت که اگر مقدار مسافت و جابجایی انجام شده توسط یک جسم برابر باشد (حرکت در مسیر مستقیم انجام گرفته باشد)، کمیت‌های سرعت متوسط و بردار سرعت برابر خواهند بود.



$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$

هنگامی که یک جسم متحرک در حین حرکت از لحاظ اندازه، جهت و یا هر دو تغییر کند، در این صورت گفته می‌شود که آن جسم دارای شتاب است. به عبارت دیگر، شتاب یک جسم آهنگ تغییرات آن نسبت به زمان است. اگر یک دونه در لحظه دارای سرعت در نقطه A باشد و در لحظه دارای سرعت در نقطه B باشد، در این حالت شتاب متوسط در طول مسیر از تقسیم تغییرات سرعت بر تغییرات زمان بدست می‌آید. به عبارت دیگر:

$$v_2$$

$$t_2$$

$$v_1$$

رابطه (3):

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

$$\text{یا } a = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

چون واحد اندازه‌گیری سرعت متر بر ثانیه است، از رابطه (3) می‌توان نتیجه گرفت که واحد اندازه‌گیری شتاب متر بر مجذور ثانیه می‌باشد. شتاب متوسط یک کمیت برداری است که همواره دارای مقدار و جهت می‌باشد.

از رابطه (۳) می‌توان نتیجه گرفت که a می‌تواند مثبت، منفی و صفر باشد.

هر گاه سرعت نهایی بزرگتر از سرعت اولیه باشد،
در این حالت a مثبت خواهد بود. اگر سرعت نهایی
کوچکتر از سرعت اولیه باشد در این صورت a منفی
بوده و در صورتیکه سرعت اولیه و سرعت نهایی
برابر باشند، a صفر خواهد بود. یعنی جسم دارای
سرعت یکنواخت و بدون تغییر سرعت است.

به عبارت دیگر، در حرکت مستقیم الخط یکنواخت که
سرعت همواره ثابت است، شتاب صفر است.

در رابطه (3) اگر به جای $t_2 - t_1$ ، t قرار دهیم،
در این صورت خواهیم داشت :

$$\text{رابطه (4): } a = \frac{V_2 - V_1}{t} \Rightarrow V_2 - V_1 = at \Rightarrow V_2 = a \cdot t + V_1$$

که در این رابطه v_2 سرعت نهایی، v_1 سرعت اولیه، a شتاب و t زمان تغییر سرعت از v_1 به v_2 است.

همچنین از رابطه (3) و (4) می‌توان نتیجه گرفت که :

$$x = V_1 \cdot t + \frac{1}{2} at^2 \quad \text{رابطه (5):}$$

که در این رابطه x مسافت پیموده شده، v_1 سرعت اولیه، a شتاب و t زمان حرکت جسم است.

علاوه بر این از روابط (4) و (5) می‌توان
رابطه مستقل از زمان زیر را بدست آورد :

$$V_2^2 - V_1^2 = 2ax \quad \text{رابطه (6):}$$

که در این رابطه v_2 سرعت نهایی، v_1 سرعت
اولیه، a شتاب و x مسافت پیموده شده توسط
جسم است.

مثال : یک دونده ماراتن که با سرعت ۴ متر بر ثانیه می‌دوید، ناگهان به گذرگاهی می‌رسد که این گذرگاه را در مدت ۲ ثانیه و با شتاب متوسط ۲ متر بر مجذور ثانیه طی می‌کند.

الف- طول این گذرگاه را حساب کنید.

ب - سرعت دونده را در پایان گذرگاه بدست آورید.

$$x = V_1 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2 = 4 \times 2 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 12 \text{ m}$$

$$V_2 = V_1 + at = 4 + 2 \times 2 = 8 \text{ m/s}$$

مثال : یک دونده سرعت 10 متر اول مسیر مسابقه را از حالت استارت در مدت 2 ثانیه پیموده است. سرعت این دونده را در لحظه عبور از نقطه 10 متر مشخص کنید.

حل : چون مسابقه دوی سرعت است لذا حرکت شتابدار است و به همین دلیل ابتدا باید شتاب حرکت دونده را حساب کنیم :

$$x = V_1 \cdot t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \quad \begin{array}{l} \text{چون از خط استارت شروع به دویدن} \\ \text{کرده بنابراین } V_1 = 0 \text{ است.} \end{array} \rightarrow 10 = 0 \times 2 + \frac{1}{2} \times \alpha \times 2^2$$

$$\Rightarrow 10 = 2\alpha \Rightarrow \alpha = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$V_2 = V_1 + \alpha t = 0 + 5 \times 2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

کمیت‌های برداری و نرده‌ای

کمیت‌های برداری، کمیت‌هایی هستند که علاوه بر اندازه و مقدار، جهت و راستا نیز دارند. به عبارت دیگر، یک بردار دارای ویژگی‌های اندازه یا مقدار، جهت و نقطه مبدا و مقصد می‌باشند. مانند جابجایی، بردار سرعت، شتاب، نیرو، اندازه حرکت و گشتاور. از طرفی کمیت‌های نرده‌ای فقط با اندازه یا مقدار مشخص می‌شوند. مانند سرعت متوسط، مسافت، حجم، جرم، زمان و ...

ترکیب دو بردار (برآیند دو بردار) برای ترکیب دو بردار می‌توان از رابطه فیثاغورث استفاده کرد. بدین ترتیب که اگر دو بردار A و B دارای اندازه‌های مشخص باشند که زاویه بین آنها برابر α باشد، در این صورت برآیند این دو بردار از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

رابطه (7):

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2A.B.\cos\alpha \Rightarrow R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2A.B.\cos\alpha}$$

در صورتیکه دو بردار بر هم عمود باشند بر آیند
آنها از رابطه زیر بدست می آید :

$$R^2 = A^2 + B^2 \Rightarrow R = \sqrt{A^2 + B^2} \quad \text{رابطه (8):}$$

مثال : دو بردار نیروی A و B به ترتیب با اندازه‌های 3 و 4 نیوتن یک بار تحت زاویه 60 درجه و بار دیگر تحت زاویه 90 درجه بر جسمی اعمال می‌شوند. برآیند این دو بردار را در هر دو حالت حساب کنید :

$$\alpha = 60^\circ \Rightarrow R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha} = \sqrt{9 + 16 + 12} = \sqrt{37} = 6.08 \text{ N}$$

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow R = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5 \text{ N}$$

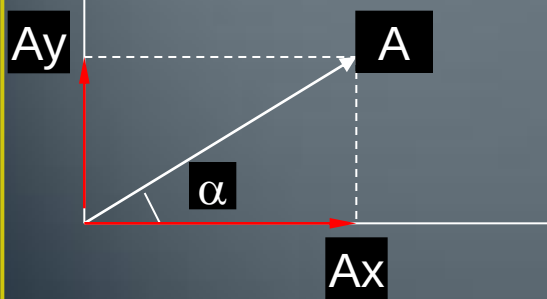
تجزیه یک بردار

اگر یک بردار مشخص مانند A تحت زاویه مشخص نسبت به سطح افق مانند α موجود باشد، این بردار را می‌توان به مؤلفه‌های عمودی و افقی آن تجزیه کرد. بدین ترتیب که:

$$\sin \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{AA_x}{OA}$$

چون AA_x برابر OA_y یا به اختصار A_y بوده و OA برابر بردار A می‌باشد.

رابطه (9):



$$\sin \alpha \frac{A_y}{A} \Rightarrow A_y = A \cdot \sin \alpha$$

به عبارت دیگر، مؤلفه عمودی یک بردار برابر حاصل ضرب آن بردار و $\sin$ زاویه بین بردار و سطح افق می‌باشد. همچنین:

چون OA برابر بردار A و OA_x برابر A_x می‌باشد.

$$\cos \alpha = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{OA_x}{OA}$$

$$\cos \alpha = \frac{A_x}{A} \Rightarrow A_x = A \cdot \cos \alpha$$

رابطه (10):

به عبارت دیگر، مؤلفه افقی یک بردار برابر حاصل ضرب آن بردار و $\cos$ زاویه بین بردار و سطح افق می‌باشد.

مثال : توپی با سرعت اولیه 10 متر بر ثانیه تحت زاویه 30 درجه نسبت به افق شوت می‌شود، مؤلفه‌های افقی و عمودی سرعت شوت را حساب کنید.

$$V_x = V \cdot \cos \alpha = 10 \times 0.86 = 8.6 \text{ m/s}$$

$$V_y = V \cdot \sin \alpha = 10 \times 0.5 = 5 \text{ m/s}$$

نکته مهمی که در تجزیه بردارها باید به آن توجه کرد این است که هر چه زاویه یک بردار نسبت به سطح افق به 90 درجه نزدیکتر شود، مؤلفه عمودی آن افزایش یافته و مؤلفه افقی آن کاهش می‌یابد. برعکس هر چه زاویه یک بردار نسبت به سطح افق به صفر درجه نزدیک شود، مؤلفه افقی آن بردار افزایش یافته و مؤلفه عمودی آن کاهش می‌یابد.

بعنوان مثال در پرش ارتفاع مؤلفه عمودی سرعت پرش بیشتر از مؤلفه افقی آن می‌باشد. از طرفی در پرش طول مؤلفه افقی سرعت پرش بیشتر از مؤلفه عمودی آن است.

فصل سوم

حرکات عمودی

هدف کلی این فصل:

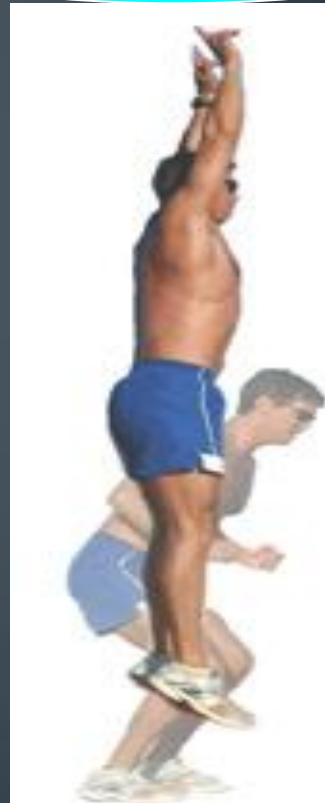
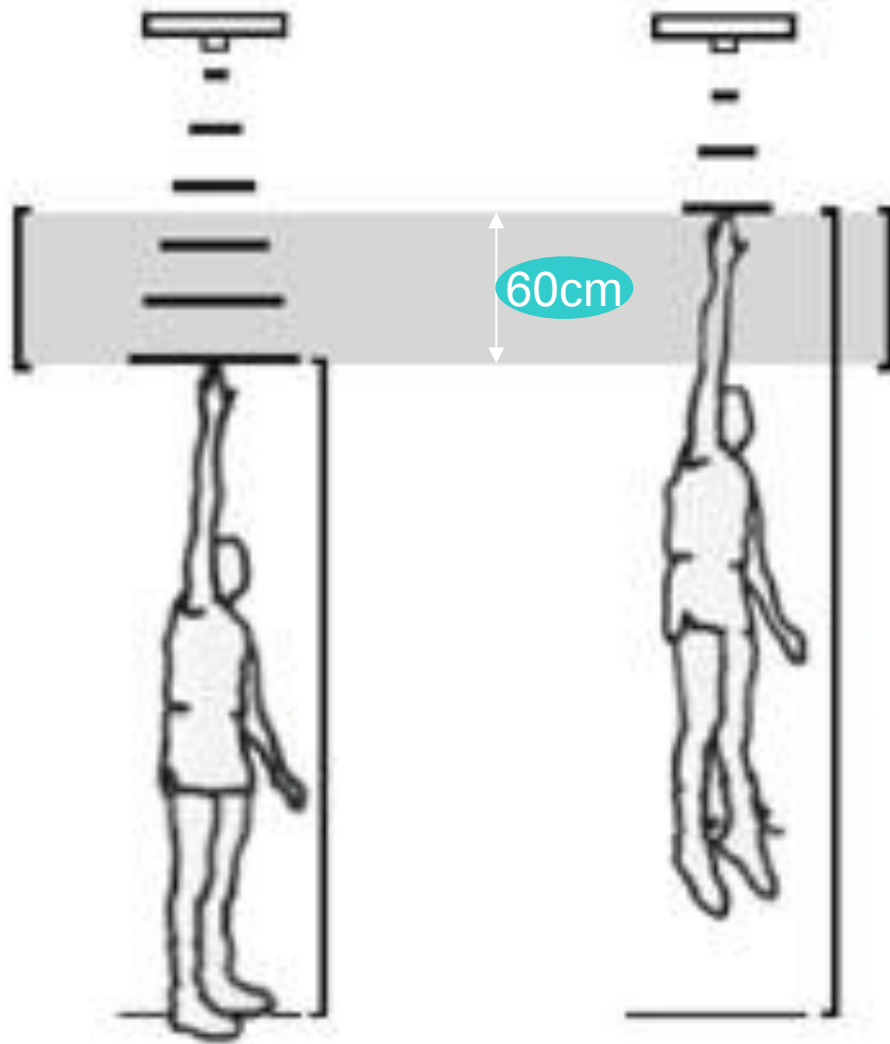
- آشنایی دانشجویان با حرکت عمودی و روابط مربوط به آن

هدفهای رفتاری

پس از مطالعه این فصل از دانشجویان انتظار می رود:

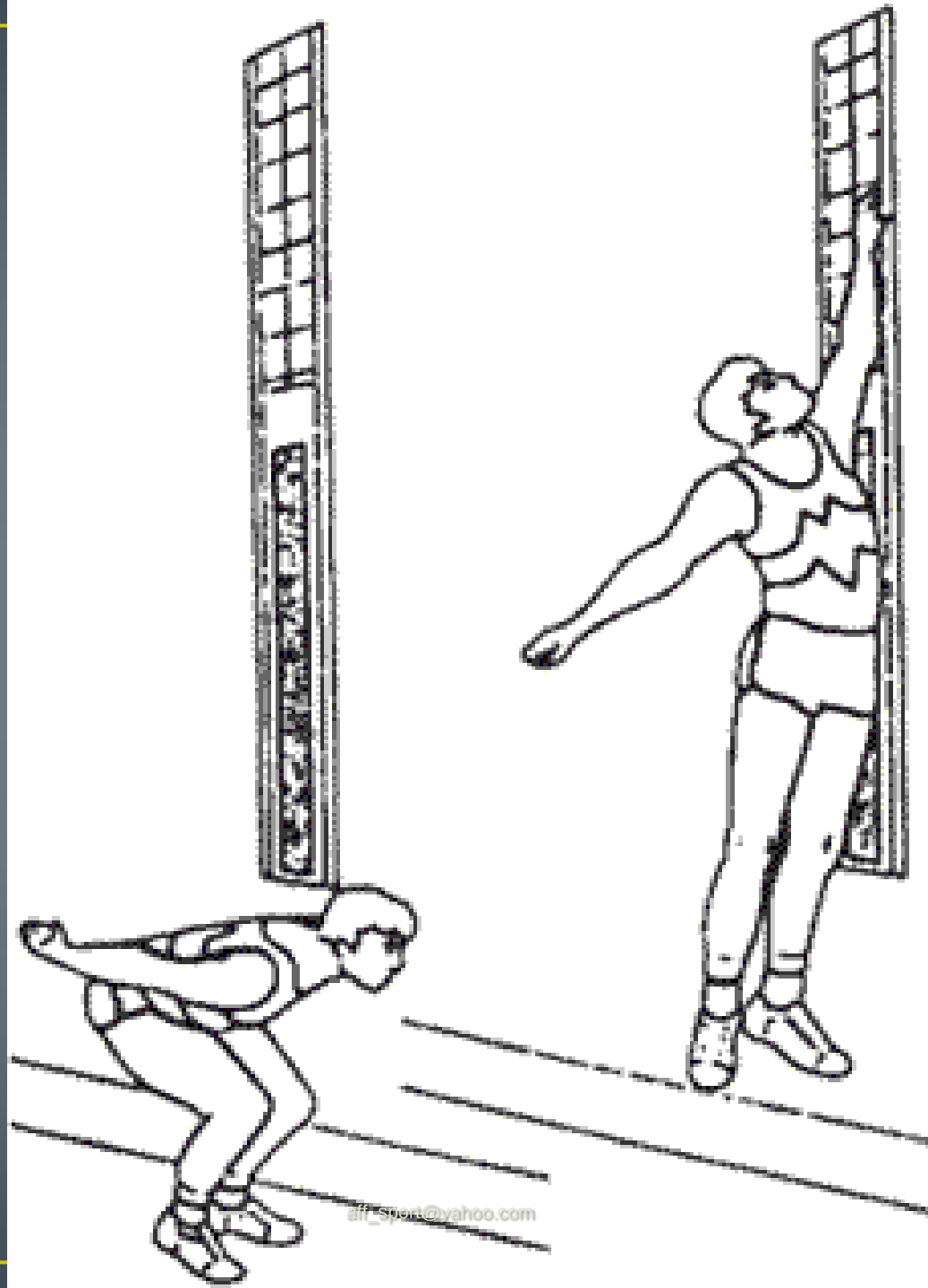
- حرکات عمودی را تعریف کنند.
- ویژگیهای حرکات عمودی را بشناسند.
- معادلات مربوط به حرکات عمودی را بشناسند.

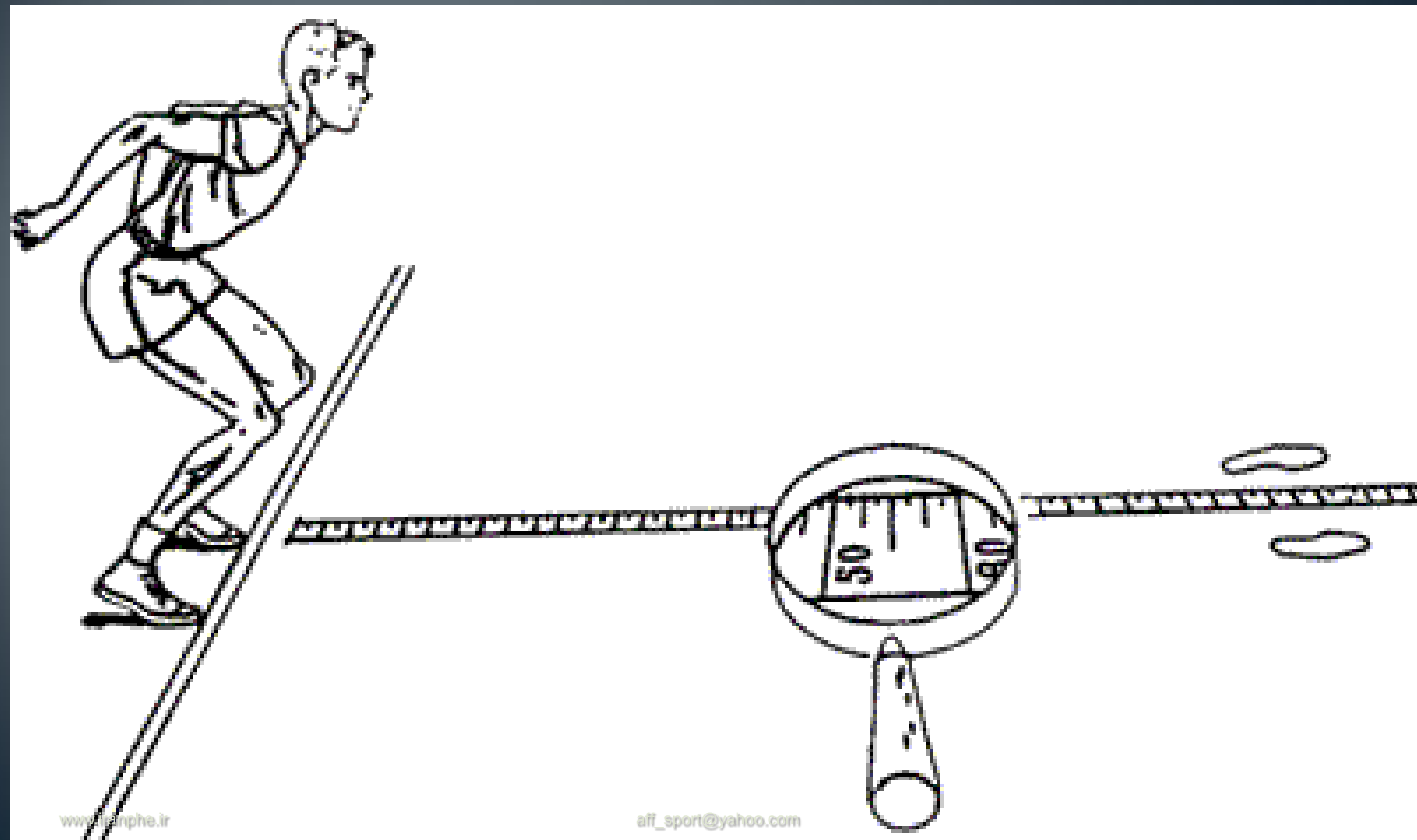
حرکات عمودی



حرکات عمودی یا قائم:

در حرکات عمودی یا قائم، جسم یا ورزشکار بصورت عمود بر سطح زمین به سمت بالا یا پایین حرکت می‌کند. مانند پرش عمودی. قوانینی که برای حرکات افقی بکار می‌روند، برای حرکات عمودی نیز صادقند. با این تفاوت که برخلاف حرکات افقی، حرکات عمودی همیشه دارای شتاب بوده و مقدار آن برابر 9 متر بر مجذور ثانیه است که معمولاً برابر 10 در نظر گرفته می‌شود.





البته باید توجه کرد که مقدار g در تمام نقاط زمین ثابت نیست. بطوریکه در نواحی استوایی مقدار آن کم و در نواحی قطبی مقدار آن زیاد است (البته این تغییرات جزئی است). اساساً به همین خاطر است که عملکرد ورزشکاران پرتابی (مانند پرتاب وزنه، نیزه و ...) در نواحی استوایی بهتر از قطبها می باشد. چرا که در استوا نیروی جاذبه زمین (g) کمتر بوده و عملکرد ورزشکار را کمتر تحت تأثیر قرار می دهد

ویژگیهای حرکات عمودی:

- در حرکات عمودی در حرکت به سمت بالا، سرعت کندشونده و شتاب منفی بوده و در حرکت به سمت پایین، سرعت تندشونده و شتاب مثبت می‌باشد.
- در حرکت به سمت بالا موقعی که جسم به بالاترین نقطه (نقطه اوج) می‌رسد، برای لحظه کوتاهی متوقف شده و با تغییر جهت دوباره به سمت پایین حرکت می‌کند.
- در نقطه اوج سرعت برابر صفر است.
- در صورتی که جسم از یک سطح به سمت بالا حرکت کند و دوباره به همان سطح بازگردد، در این حالت زمان رفت (tup) با زمان برگشت (tdown) برابر خواهد بود.

با توجه به اینکه در حرکات عمودی مسافت پیموده شده را با h و شتاب را با g نشان می‌دهیم و از آنجا که در حرکت به سمت بالا شتاب (g) منفی است، بنابراین معادلات حرکات عمودی بصورت زیر خواهد بود :

رابطه (11):

$$V_2 = V_1 - gt$$

رابطه (12):

$$h = V_1 \cdot t - \frac{1}{2} gt^2$$

رابطه (13):

$$V_2^2 - V_1^2 = -2gh$$

فصل چهارم

حرکات پرتابی

هدف کلی این فصل:

- آشنایی دانشجویان با حرکات پرتابی و روابط مربوط به آن

هدفهای رفتاری

پس از مطالعه این فصل از دانشجویان انتظار می رود:

- حرکات پرتابی را تعریف کنند.
- ویژگیهای حرکات پرتابی را بشناسند.
- عوامل موثر در برد پرتابه را بشناسند.
- عوامل موثر در اوج پرتابه را بشناسند.
- معادلات مربوط به حرکات پرتابی را بشناسند.

حرکات پرتابی



• حرکات پرتابی:

حرکات پرتابی که حرکت در صفحه نیز نامیده می‌شوند، ترکیبی از حرکات افقی و عمودی می‌باشند. به عبارت دیگر حرکات پرتابی را که در آن جسم در سطح مایل حرکت می‌کند، می‌توان به دو مؤلفه افقی (x) و عمودی (y) تجزیه کرد. البته باید توجه داشت که مؤلفه عمودی و افقی حرکت مستقل از یکدیگر بوده و به هیچ وجه یکی بر دیگری تأثیر نمی‌گذارد.

ویژگیهای حرکات پرتابی

- در حرکات پرتابی مؤلفه افقی باعث پیشروی جسم در سطح افق می شود (R) و مؤلفه عمودی باعث حرکت جسم به سمت بالا شده و باعث اوج گرفتن جسم می شود (h).
- مؤلفه افقی پرتاب دارای شتاب ثابت (صفر) بوده و حرکت یکنواخت است.
- مؤلفه عمودی پرتاب شتابدار بوده که مقدار آن برابر g است.

• معادلات مربوط به حرکات پرتابی: $x = V_x \cdot t \Rightarrow R = V_x \cdot t$ رابطه (18)

با توجه به اینکه $V_x = V \cdot \cos \alpha$ بنابراین خواهیم داشت:

• رابطه (19): $R = V_x \cdot \cos \alpha \cdot t$

که در این رابطه R برد پرتاب، t زمان کل پرواز پرتاب است.
همچنین در سطح عمودی داریم:

• رابطه (20): $V_y = V_{1y} - gt \Rightarrow V_{2y} = 0 \text{ و } t = t_{up}$ در نقطه اوج پرتاب

• رابطه (21): $0 = V_{1y} - gt_{up} \Rightarrow V_{1y} = gt_{up}$

$\Rightarrow t_{up} = \frac{V_{1y}}{g} = \frac{V_1 \sin \alpha}{g}$



حرکات پرتابی



- علاوه بر این بر اساس رابطه (13) داریم :

$$V_2^2 = V_1^2 - 2gh \Rightarrow V_{2y}^2 = V_{1y}^2 - 2gh \xrightarrow[\text{در نقطه اوج پرتاب}]{V_{2y}=0} \text{رابطه (22):}$$

$$0 = V_{1y}^2 - 2gh \Rightarrow V_{1y} = \sqrt{2gh}$$

- رابطه (23):

$$\Rightarrow h = \frac{(V_{1y})^2}{2g} = \frac{(V_1 \sin \alpha)^2}{2g}$$

- با توجه به روابط (19) و (20) خواهیم داشت :

$$t_{up} = \frac{V_1 \cdot \sin \alpha}{g} \Rightarrow t = \frac{2V_1 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$R = V_1 \cdot \cos \alpha \cdot t = V_1 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2V_1 \cdot \sin \alpha}{g} \xrightarrow{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \sin 2\alpha} \text{ رابطه (24):}$$

$$R = \frac{V_1^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

رابطه (24) زمانی کاربرد دارد که سطح پرتاب و سطح فرود یکی باشند (مانند شوت توپ فوتبال از سطح زمین توسط مدافع). به عبارت دیگر هنگامیکه نقطه پرتاب با نقطه فرود هم سطح باشد، برد پرتاب به دو عامل سرعت پرتاب و زاویه پرتاب بستگی دارد.



در صورتیکه نقطه پرتاب و فرود یکی نباشد، در این حالت ارتفاع رهایی پرتابه نیز در برد آن تأثیر دارد که هر چه ارتفاع رهایی پرتابه بیشتر باشد، برد آن افزایش می‌یابد (با ثابت بودن سرعت و زاویه پرتاب).

بنابراین در مواقعی که نقطه پرتاب و فرود یکی نباشد، سه عامل سرعت پرتاب، زاویه پرتاب و ارتفاع رهایی پرتابه در برد آن تأثیر دارند که از بین این سه عامل، سرعت تأثیر بسزایی در برد پرتابه دارد.



مثال : فوتبالیستی توپی را از سطح زمین با سرعت 20 متر بر ثانیه و تحت زاویه 30 درجه نسبت به سطح زمین شوت می‌کند.

- برد توپ را حساب کنید.
- بلندترین نقطه‌ای که توپ می‌رسد چقدر است.
- چه مدت زمان طول می‌کشد تا توپ به نقطه اوج برسد.

$$R = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{20^2 \times \sin 60}{10} = \frac{400 \times 0.866}{10} = 34.64 \text{ m}$$

$$h = \frac{(V_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{(20 \times \sin 30)^2}{2 \times 10} = \frac{(20 \times 0.5)^2}{20} = \frac{100}{20} = 5 \text{ m}$$

$$t_{\text{up}} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{20 \times \sin 30}{10} = \frac{20 \times 0.5}{10} = \frac{10}{10} = 1 \text{ s}$$

مثال : یک ورزشکار پرش جفتی را به اندازه 3 متر در مدت 8/0 ثانیه انجام داده است. الف - سرعت پرش وی را حساب کنید. ب - مشخص کنید در هنگام پرش بلندترین نقطه‌ای که از سطح زمین رسیده چقدر بوده است. ج - زاویه پرش وی را محاسبه کنید.

$$R = V_{ix} \cdot t \Rightarrow V_{ix} = \frac{R}{t} = \frac{3}{0.8} = 3.75 \text{ m/s}$$

$$V_{iy} = V_{iy} - gt \xrightarrow{\quad \quad \quad} 0 = V_{iy} - gt_{up} \Rightarrow$$

$$V_{iy} = gt_{up} = 10 \times 0.4 = 4 \text{ m/s}$$

$$V_i^2 = V_{ix}^2 + V_{iy}^2 = (3.75)^2 + (4)^2 = 14.06 + 16 = 30.06 \Rightarrow V_i = 5.48 \text{ m/s}$$

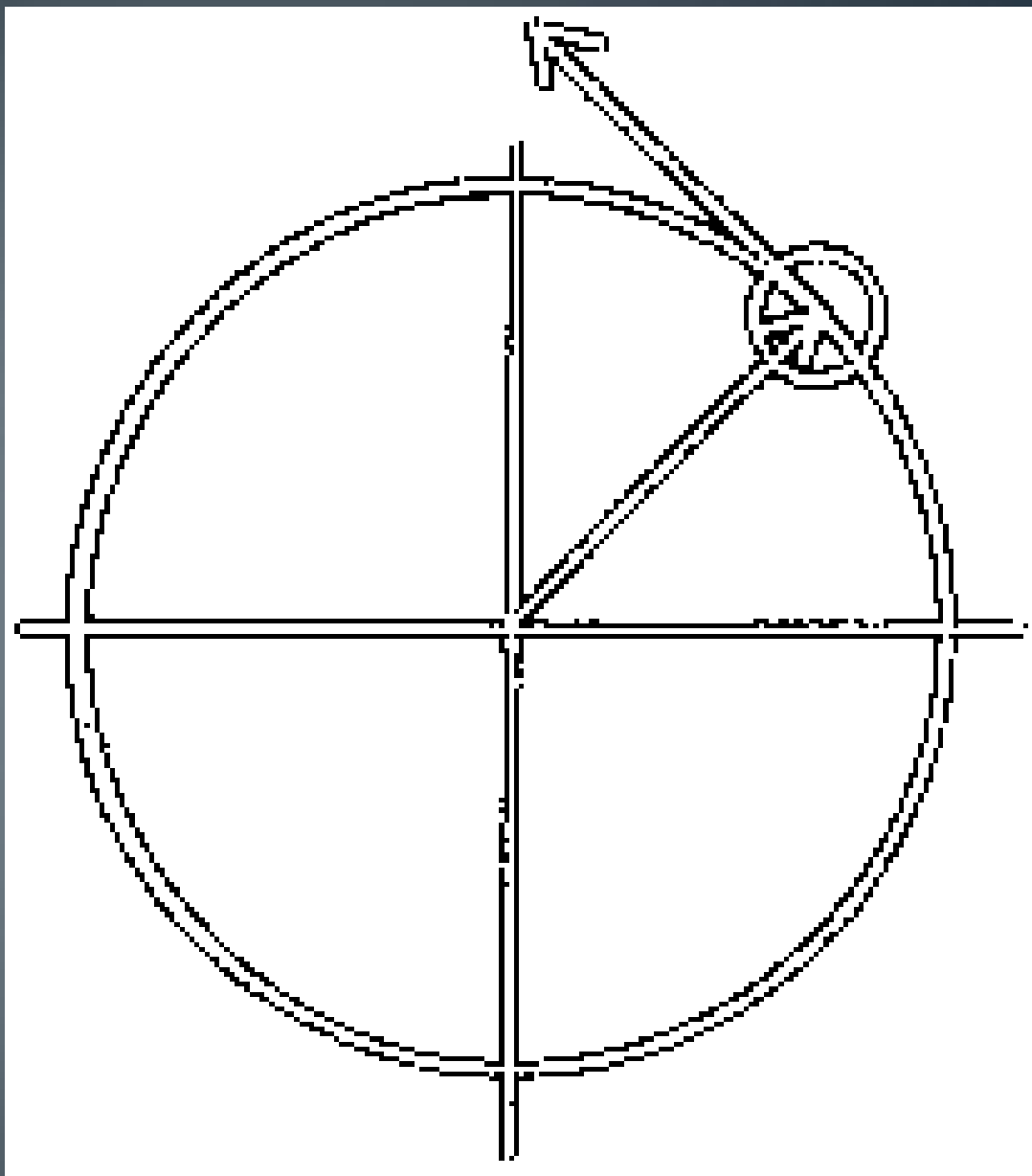
$$h = \frac{(V_{iy})^2}{2g} = \frac{4^2}{2 \times 10} = \frac{16}{20} = 0.8 \text{ m}$$

$$R = V_i \cos \alpha \cdot t \Rightarrow \cos \alpha = \frac{R}{V_i \cdot t} = \frac{3}{5.48 \times 0.8} = \frac{3}{4.38} = 0.68$$

$$\cos \alpha = 0.68 \Rightarrow \alpha = \text{Arccos}(0.68) \Rightarrow 46.4^\circ$$

فصل پنجم

حرکات دورانی



هدف کلی این فصل:

- آشنایی دانشجویان با حرکات دورانی و روابط مربوط به آن

هدفهای رفتاری

پس از مطالعه این فصل از دانشجویان انتظار می رود:

- حرکات دورانی یا چرخشی را تعریف کنند.
- ویژگیهای حرکات دورانی را بشناسند.
- عوامل موثر در حرکات دورانی را بشناسند.
- معادلات مربوط به حرکات پرتابی را بشناسند.
- ارتباط حرکات دورانی و حرکات خطی را بفهمند.

حرکات دورانی (زاویه‌ای):

در حرکات دورانی معمولاً جابجایی را با θ ، شتاب را با α و سرعت را با ω نشان می‌دهند. در این حالت معادلات مربوط به حرکات دورانی بصورت زیر خواهد بود:

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

• رابطه (25):

که در این رابطه w متوسط سرعت زاویه‌ای، θ جابجایی زاویه‌ای و t زمان انجام جابجایی است.

همچنین شتاب زاویه‌ای از رابطه زیر بدست می‌آید :

• رابطه (26):

$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t}$$

از ر رابطه (26) می‌توان نتیجه گرفت که :

• رابطه (27):

علاوه بر این؛

• رابطه (28):

$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} \Rightarrow \omega_2 - \omega_1 = \alpha t \Rightarrow \omega_2 = \omega_1 + \alpha t$$

که در این رابطه 0 مسافت زاویه‌ای طی شده، ω_1 سرعت زاویه‌ای اولیه و θ زمان حرکت می‌باشد.

از روابط (27) و (28) می‌توان نتیجه گرفت که :

• رابطه (29):

$$\omega_2 - \omega_1 = \alpha \theta$$

همیشه بین سرعت خطی و سرعت زاویه‌ای (دورانی) رابطه زیر برقرار است :

• رابطه (30):

$V = r\omega$ که در این رابطه V سرعت خطی جسم مماس بر مسیر دوران بوده، ω سرعت زاویه‌ای و r شعاع دوران است.

به عبارت دیگر، در حرکات پرتابی (مانند پرتاب چکش، دیسک و ..) که ترکیبی از حرکات خطی و دورانی هستند، تغییرات اعمال شده در هر یک از سرعت‌های خطی یا زاویه، دیگری را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بطوری که هرگاه شعاع دوران ثابت باشد، افزایش سرعت زاویه‌ای باعث افزایش سرعت خطی شده و کاهش سرعت زاویه‌ای باعث کاهش سرعت خطی می‌شود.



علاوه بر این، در صورتی که سرعت زاویه‌ای ثابت باشد، تغییرات شعاع دوران، سرعت خطی را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

بطوری که افزایش شعاع دوران باعث افزایش سرعت خطی شده و کاهش شعاع دوران باعث کاهش سرعت خطی می‌شود.



پرتاب‌کنندگان چکش از این قانون به نحو مطلوب استفاده می‌کنند. به این ترتیب که با نزدیک کردن چکش و دستها به محور عمودی بدن، سرعت زاویه‌ای را به بیشترین مقدار می‌رسانند و در لحظه پرتاب (موقعی که در اثر چرخش ورزشکار سرعت زاویه‌ای به حداکثر مقدار خود رسید) با بازکردن دستها و چکش شعاع دوران را افزایش داده و به بیشترین سرعت خطی دست پیدا می‌کنند.



در حرکات دورانی همیشه دو نیروی جانب مرکز و گریز از مرکز نیز تظاهر می‌کند که برابر هم و در خلاف جهت همدیگر هستند. بعبارت دیگر، هنگامیکه جسم حول محوری حرکت دورانی را انجام می‌دهد، تمایل دارد به سمت مرکز دوران و یا خارج از مرکز دوران حرکت کند. اما چون این دو نیرو با هم برابر می‌باشند، جسم در همان مسیر دایره‌ای خود حرکت می‌کند. در این حالت جسم دارای شتاب مرکزی یا شعاعی (جانب مرکز) می‌باشد که از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

• رابطه (31):

که در این رابطه شتاب شعاعی، r شعاع دوران و v_2 سرعت خطی جسم است که مماس بر مسیر دوران می‌باشد.

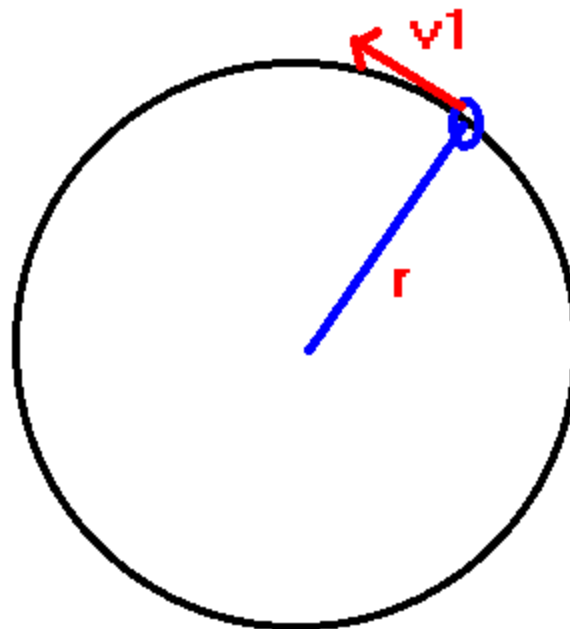
$$a_r = \frac{V_2^2}{r}$$

a_r

با توجه به قانون دوم نیوتن و رابطه (31) خواهیم داشت :

• رابطه (32) : $\vec{F} = m\vec{r}\omega^2$ یا $F = ma, a = \frac{V_r}{r} \Rightarrow F = \frac{mV_r^2}{r}$

در رابطه (32) F نیروی جانب مرکز بوده، m جرم جسم در حال دوران، r شعاع دوران، V سرعت خطی مماس بر مسیر دوران و ω سرعت زاویه‌ای است.



کینتیک (Kinetics)

کینتیک: (Kinetics)

در مباحث قبلی به بررسی و مطالعه کینماتیک یا جنبش‌شناسی پرداخته شد. در این بخش مباحث مربوط به کینتیک توضیح داده می‌شود. علم کینتیک به بررسی علت حرکت یک جسم می‌پردازد.

لختی (اینرسی):

خاصیتی که در آن یک جسم تمایل به حفظ وضعیت و مقابله یا مقاومت در برابر هر نوع تغییر دارد، لختی یا اینرسی نامیده می‌شود.

به عبارت دیگر اجسام سکون تمایل دارند در حالت سکون باشند (مانند وزنه‌های بدنسازی) و اجسام متحرک تمایل دارند به حرکت یکنواخت خود ادامه دهند (مانند جسم متحرکی که در سطح صاف و مستقیم حرکت می‌کند).

جرم:

مقدار ماده‌ای که برای تشکیل یک جسم بکار رفته است، توده یا جرم جسم نامیده می‌شود. جرم یک جسم ارتباط مستقیمی با اینرسی آن جسم دارد. هر چه جرم جسم بیشتر باشد (مانند ماشین باری) اینرسی آن بیشتر بوده و هر چه جرم جسم کمتر باشد (مانند دوچرخه) اینرسی آن کم است. جرم یک جسم در تمام نقاط زمین ثابت است و واحد اندازه‌گیری آن کیلوگرم (kg) است.

نیرو:

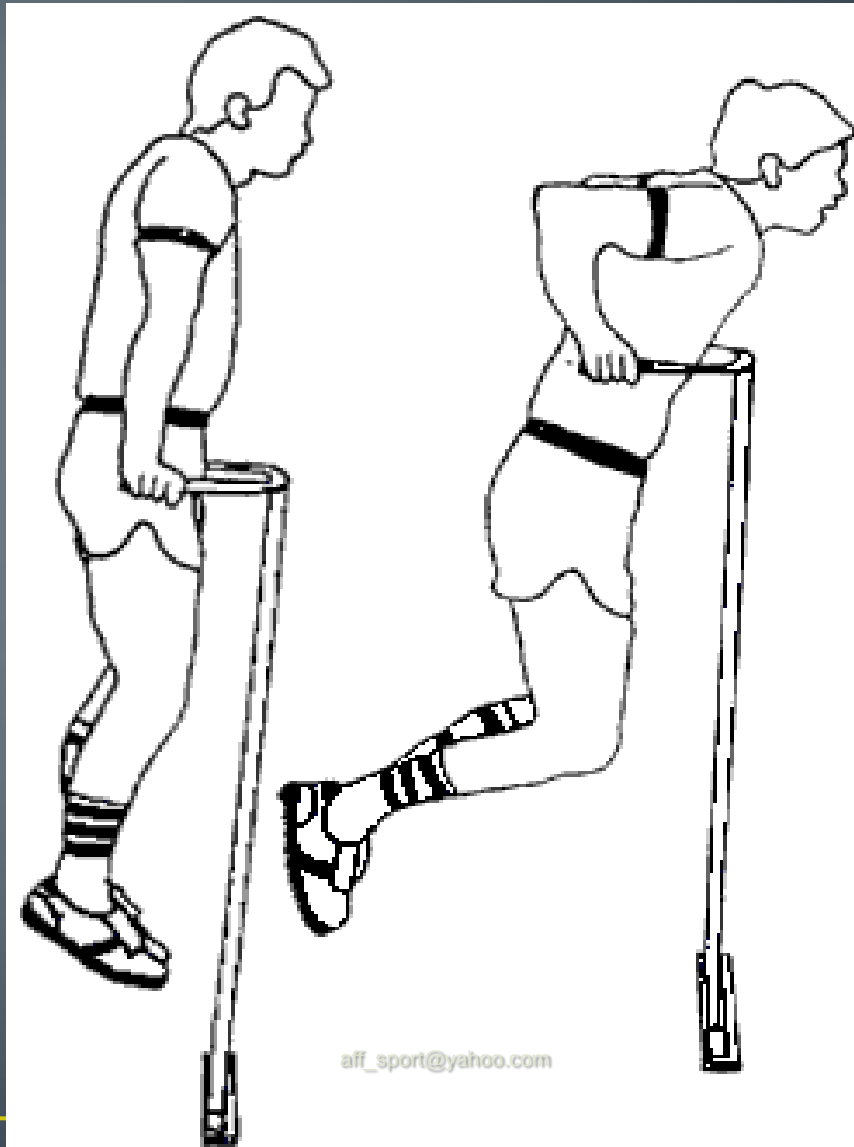
- نیرو خاصیتی است که تمایل به تغییر وضعیت سکون یا متحرک اجسام دارد. به عبارت دیگر، نیرو تمایل دارد اینرسی یک جسم را تغییر دهد. واحد اندازه‌گیری نیرو نیوتن (N) است.
- در حرکات ورزشی که توسط ورزشکار انجام می‌گیرد، نیروی اعمال شده به دو صورت درونی و بیرونی می‌باشد.

نیروی درونی:

نیرویی که برای انجام حرکات ورزشی از طرف بدن و عضلات ورزشکار تامین شود، نیروی درونی نامیده می شود.

- نیروی تولید شده برای انجام حرکات دویدن، راه رفتن، پریدن و ... که از طرف عضلات ورزشکار تامین می شود، نیروی درونی نامیده می شود.

نیروی حاصل از عضلات بازو



نیروی بیرونی:

- در صورتیکه نیروی مورد نیاز برای انجام یک حرکت از طرف محیط و وسایل ورزشی تأمین شود، نیروی بیرونی نامیده می‌شود.
- حرکات اکروباتیکی که ژیمناست روی ترامپلین انجام می‌دهد بیشتر در اثر نیروی اعمال شده از طرف ترامپلین است.



- در حرکت شیرجه نمایشی موقعی که شیرجه زننده از روی دایو به سمت بالا می‌پرد، مقدار قابل توجهی از نیروی مورد نیاز از طرف خاصیت ارتجاعی تخته پرش تأمین می‌شود.
- موقعی که شیرجه زننده به سمت پایین و به طرف استخر حرکت می‌کند، نیروی مورد نیاز این حرکت از طریق نیروی جاذبه زمین (نیروی بیرونی) تهیه می‌شود.



trampoline

قانون اول نیوتن:

اجسام وضعیت سکون یا حرکت مستقیم الخط یکنواخت خود را همواره حفظ می‌کنند، مگر اینکه مجبور به تغییر وضعیت از طرف نیروهای خارجی شوند. به عبارت دیگر، اگر بر جسمی نیرویی وارد نشود یا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد، آن جسم وضعیت سکون یا حرکت مستقیم الخط یکنواخت خود را حفظ خواهد کرد.

قانون گرانش نیوتن:

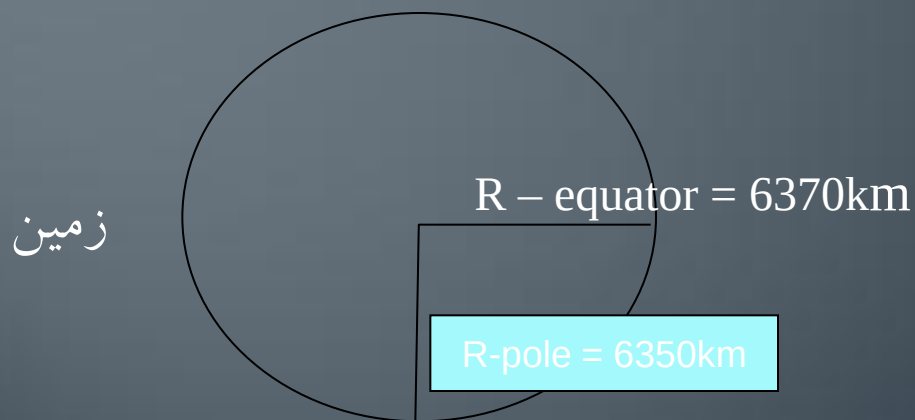
ذرات ماده همدیگر را جذب می‌کنند که نیروی جاذبه بین دو جفت از آنها نسبت مسقیم با جرم آنها و نسبت معکوس با مجذور فاصله آنها دارد. بر همین اساس، اگر ورزشکار را یک جسم و زمین را جسم دیگر تلقی کنیم، با توجه به قانون گرانش نیوتن به ورزشکار سنگین نسبت به ورزشکار سبک نیروی بیشتری از طرف زمین وارد می‌شود.

همچنین اگر دو توپ فوتبال و بسکتبال در شرایط یکسان شوت شوند، با توجه به اینکه به توپ بسکتبال بیشتر از توپ فوتبال از طرف زمین نیرو وارد می‌شود، به همین خاطر برد توپ فوتبال بیشتر خواهد بود.
رابطه (33):

فاصله بین دو جسم (l) عامل مهمی در تعیین میزان نیروی جاذبه بین دو جسم است.

$$F \propto \frac{m_1 \cdot m_2}{l^2}$$

با توجه به اینکه شعاع زمین در نواحی استواری بیشتر از نواحی قطبی می‌باشد، به همین خاطر نیروی جاذبه در استوا کمتر از قطب بوده و در نتیجه عملکرد ورزشکاران پرتابی در استوا بهتر از قطب می‌باشد.

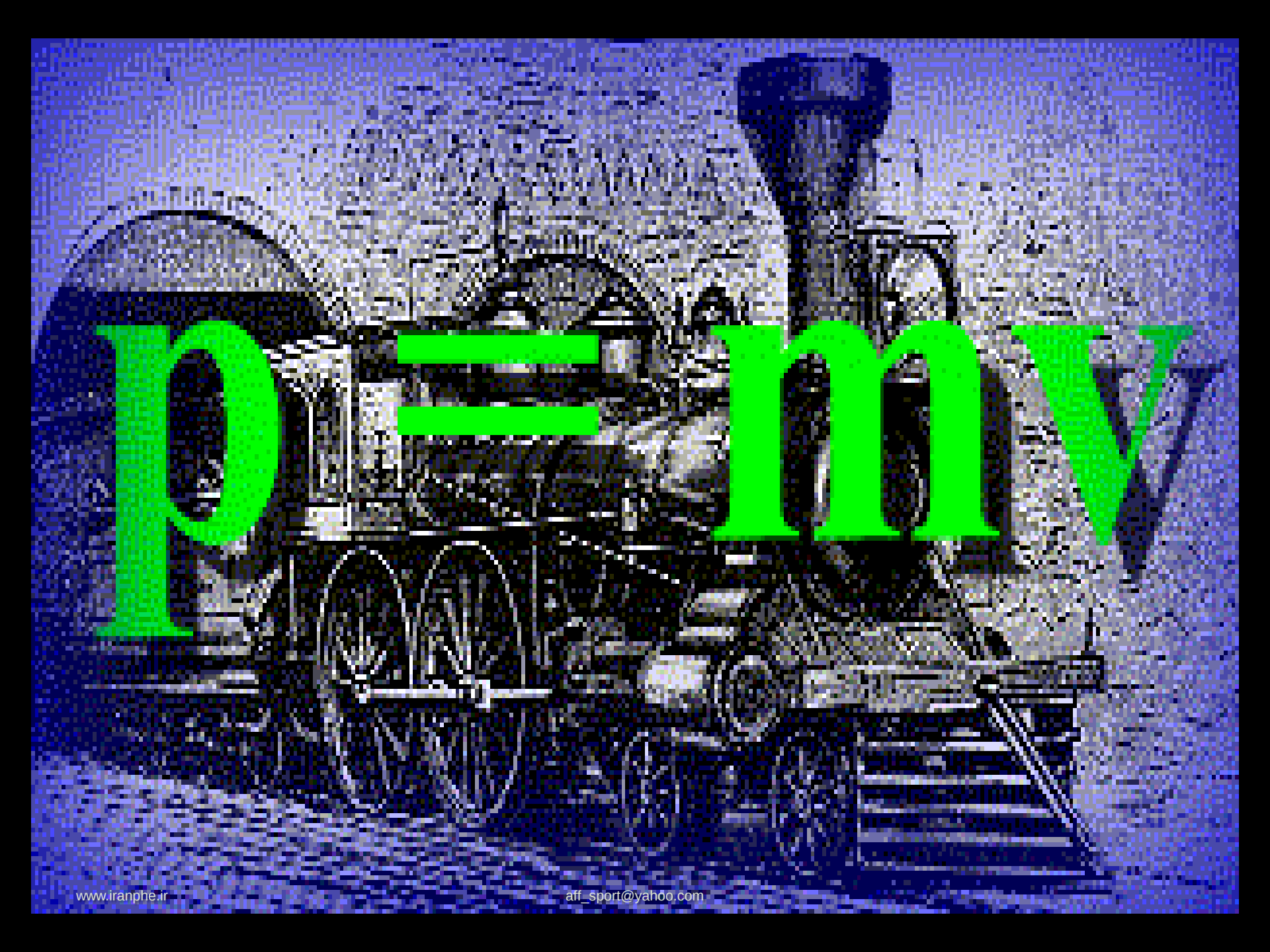


اندازه حرکت:

هر جسم متحرک دارای اندازه حرکتی است که متناسب با جرم و سرعت حرکت آن است. به عبارت دیگر، اندازه حرکت جسم برابر حاصل ضرب جرم جسم در سرعت آن می باشد.

• رابطه (34):

$$P = m \cdot V \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



پ = م v

بنابر این اندازه حرکت صرفاً مربوط به اجسام متحرک می‌باشد نه اجسام ساکن. هر قدر اندازه حرکت یک جسم بیشتر باشد، اثری که در برخورد روی جسم دیگر می‌گذارد، بیشتر و بارزتر خواهد بود. استفاده از راکت سنگین‌تر در بازی تنیس به منظور ایجاد اندازه حرکت بیشتر می‌باشد.

قانون دوم نیوتن:

اگر بر جسمی یک یا چند نیرو اثر کند، در راستای آن نیرو یا برآیند نیروها شتابی می‌گیرد که با مقدار نیرو یا برآیند نیروها نسبت مستقیم و با جرم جسم نسبت معکوس دارد.

• رابطه (35):

$$F=ma, \quad a=\frac{V_2-V_1}{t} \Rightarrow F=\frac{mV_2-mV_1}{t}$$

به عبارت دیگر، تغییرات اندازه حرکت ایجاد شده در یک جسم متناسب با نیروی وارد بر آن می‌باشد.

F m a



وزن:

نیروی کششی که از طرف جاذبه زمین بر جسم وارد می شود وزن نامیده می شود. کسی که 700 نیوتن وزن دارد، نیروی جاذبه ای که از طرف زمین بر وی وارد می شود 700 نیوتن است.

با توجه به اینکه نیروی جاذبه زمین در نقاط مختلف آن متفاوت است، به همین خاطر وزن یک جسم در نقاط مختلف زمین تغییر می کند.



قانون سوم نیوتن:

به نظر می‌رسد که حرکت دونده در پیست دو و میدانی در اثر نیروی وارد از طرف پاهای ورزشکار بطرف زمین باشد. اما در اصل این نیروی اعمال شده از طرف زمین بر پاهای دونده است که باعث پیشروی او می‌شود. هر چند مقدار این نیرو دقیقاً برابر نیروی اعمال شده از طرف پاهای دونده بر زمین می‌باشد، اما جهت آنها مخالف می‌باشد.

این موضوع تحت عنوان قانون سوم نیوتن چنین مطرح می‌شود که؛ برای هر عملی عکس‌العملی است که مقدارش با آن برابر و جهتش با آن مخالف می‌باشد.

مثالهایی از قانون سوم نیوتن:

شناگری که از لبه استخر شیرجه می‌زند، در اصل نیروی عکس‌العمل لبه استخر (زمین) بر پاهای او می‌باشد که باعث پریدن وی به استخر می‌شود. در این حالت نیروی اعمال شده از طرف پاهای شناگر به لبه استخر نیروی عمل و نیرویی که از طرف لبه استخر بر پاهای وی وارد شده و باعث پریدن وی به استخر می‌شود، نیروی عکس‌العمل نامیده می‌شود.

نیروی اصطکاک:

نیروی اصطکاک همیشه از برخورد دو سطح از دو جسم بوجود می‌آید که همیشه مخالف یا عامل بازدارنده حرکت می‌باشد. نیروی اصطکاک به دو عامل زیر بستگی دارد :

1- چگونگی سطح تماس (صاف یا ناصاف بودن سطوح برخورد)

2- نیروی فشارنده دو جسم (وزن)

هر چه سطوح تماس صاف‌تر باشد، نیروی اصطکاک کمتر است. همچنین هر چه نیروی فشارنده دو جسم کمتر باشد، نیروی اصطکاک کمتر خواهد بود.

ویژگیهای نیروی اصطکاک:

یکی از ویژگیهای نیروی اصطکاک این است که تا زمانی که حرکت صورت نگرفته است، مقدار آن برابر با مقدار نیرویی است که برای به حرکت در آوردن جسم بکار رفته است. در این حالت نیروی اصطکاک اثر نیروی حرکتی را خنثی کرده و عمل سرخوردن یا حرکت کردن صورت نمی‌گیرد. نیروی اصطکاک در ورزش می‌تواند تأثیر مثبت یا منفی داشته باشد؛

اثرات مثبت نیروی اصطکاک:

- استفاده از دستکش مخصوص دروازه‌بانی به منظور جلوگیری از سر خوردن توپ
- استفاده ژیمناستها از پودر منیزیم به منظور جلوگیری از سر خوردن دستها از ابزارهای ژیمناستیک
- پوشیدن کفشهای میخ‌دار در دو و میدانی و فوتبال به منظور جلوگیری از سر خوردن روی پیست یا چمن

اثرات منفی نیروی اصطکاک:

- کوتاه کردن چمن در ورزش فوتبال به منظور حرکت روانتر توپ روی آن
- کوبیدن برفها در اسکی به منظور حرکت روانتر اسکی باز در روی آن
- پوشیدن لباسهای مخصوص در شنا به منظور پیش روی راحتتر در آب

اثر نیروی اصطکاک در کوهنوردی:

در سطح شیبدار به منظور جلوگیری از سر خوردن و پیشروی راحت، کوهنورد نیازمند بالابردن نیروی اصطکاک بین کفشها و دیواره کوه می‌باشد. بدین منظور کوهنورد از دو عامل اثرگذار می‌تواند استفاده کند.

1- استفاده از کفشهای مخصوص کوهنوردی (تغییر سطح تماس)

2- وضعیت قرار گیری نسبت به کوه است. در صورتی که کوهنورد عمود بر سطح کوه قرار گیرد، نیروی بیشتری بر آن وارد کرده و به این ترتیب می‌تواند نیروی اصطکاک مضاعفی تولید کرده و از عمل سر خوردن جلوگیری کند (تغییر در نیروی فشارنده).





نیروی اصطکاک غلتیدن:

- در حالت غلتیدن یک جسم روی سطح معین، علاوه بر دو عامل قبلی اثرگذار بر نیروی اصطکاک، قطر جسم (مانند توپ) نیز در آن تأثیر می‌گذارد.
- ضریب اصطکاک که عموماً به ماهیت یا جنس جسم بستگی دارد، در حالت سرخوردن بین $1/0$ تا 1 بود، در حالت غلتیدن بین $001/0$ تا $01/0$ می‌باشد.
- به عبارت دیگر، میزان نیروی اصطکاک غلتیدن عموماً کمتر از سرخوردن است.

The image features a large, stylized logo for 'IMPULS' in blue, 3D block letters. The letters are set against a dark gray, oval background that has a metallic, brushed texture. A thin, light gray horizontal line passes behind the letters. In the center of the oval, behind the letters, there is a faint, light gray graphic of a triangle with lines extending from its vertices. Below the 'IMPULS' text, centered within the oval, is a smaller, light blue oval containing the Persian word 'ضربه' (Zarb) in yellow, stylized script. The overall design is modern and professional.

IMPULS

ضربه

ضربه:

ضربه که آن را نیروی محرک آنی نیز می‌نامند، برابر حاصل ضرب نیروی اعمال شده بر یک جسم در زمان اعمال نیرو می‌باشد که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

• رابطه (36): $I = F \cdot T$

که در این رابطه I ضربه، F نیروی اعمال شده و t زمان اعمال نیرو می‌باشد.

با توجه به قانون دوم نیوتن و رابطه (36)، می‌توان گفت که؛

$$I = F \cdot T \text{ و}$$

• رابطه (37):

$$F = ma \Rightarrow F = \frac{mV_1 - mV_2}{t} \Rightarrow F \cdot t = mV_1 - mV_2$$

به عبارت دیگر ضربه برابر تغییرات اندازه حرکت بوجود آمده در یک جسم می‌باشد.

انعطاف پذیری اجسام:

موقعی که توپی را از ارتفاع معینی به روی سطح ثابت رها می‌کنیم، به مقدار جزئی فشرده شده و چون اکثر اجسام تمایل دارند شکل اصلی خود را حفظ کنند، بعد از فشرده‌گی مجدداً به شکل اولیه خود بر می‌گردد.

در اصل خاصیت برگشت به حالت اولیه است که باعث می‌شود توپ از زمین بلند شود.

این خاصیت که موجب می‌شود تا اجسام پس از برخورد کردن و تغییر شکل جزئی دادن دوباره به شکل اولیه خود برگردند، خاصیت ارتجاعی یا انعطاف‌پذیری می‌نامند.

ضریب ارتجاع:

- خاصیت انعطاف‌پذیری یا بازگشت به حالت اولیه اجسام پس از برخورد کردن و تغییر شکل دادن متفاوت است. به همین خاطر اجسام از ضریب ارتجاع متفاوتی برخوردار هستند که بصورت زیر محاسبه می‌شود:
- اگر دو جسم در حال حرکت به طرف همدیگر باشند:
- رابطه (38):

که در این رابطه e ضریب ارتجاع، اختلاف سرعت‌های دو جسم بعد از برخورد و اختلاف سرعت‌های دو جسم قبل از برخورد می‌باشد.

$$-e = \frac{V_1' - V_2'}{V_1 - V_2}$$

$$V_1 - V_2$$

$$V_1' - V_2'$$

• اگر یکی از اجسام ثابت باشد (مانند زمین)، در اینصورت:

• رابطه (39):

$$-e = \frac{V_1'}{V_1} \Rightarrow -e = \frac{\sqrt{2gh'}}{\sqrt{2gh}} \Rightarrow -e = \sqrt{\frac{h'}{h}}$$

به عبارت دیگر، در صورتیکه جسمی از ارتفاع مشخصی بر روی سطح ثابت فرود آید، ضریب ارتجاع آن برابر ریشه دوم کسر ارتفاع صعود بر ارتفاع فرود می‌باشد.

نوع جنس و ماهیت دو جسم برخوردکننده، درجه حرارت اشیاء و سرعت برخورد دو جسم از عواملی هستند که ضرب ارتجاع را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ضریب ارتجاع اشیاء عموماً کوچکتر از یک می‌باشد

ضربه‌های مورب:

ضربه‌های مورب عموماً از برخورد مورب یک توپ یا جسم دیگری با زمین یا هر سطح ثابت دیگر بوجود می‌آید (مانند پاس زمینی بسکتبال و ضربات تنیس روی میز). در صورتیکه نیروی اصطکاک بین توپ و سطح برخورد و مقاومت هوا ناچیز باشد، ضربه‌های مورب دارای ویژگیهای زیر خواهد بود:

- مؤلفه سرعت قبل از برخورد و بعد از برخورد با هم برابرند.
- مؤلفه عمودی سرعت قبل از برخورد کمتر از مؤلفه عمودی سرعت بعد از برخورد است (به دلیل ضریب ارتجاع).
- زاویه برگشت بزرگتر از زاویه برخورد می‌باشد.

چرخش توپ و تأثیر آن بر سرعت حرکت:

در ورزشی مانند تنیس روی میز، توپ ممکن است دارای پیچ رو، پیچ زیر و پیچ پهلو باشد.

پیچ رو که در آن توپ از بالا به پائین می‌چرخد (چرخش به جلو) در اثر اصابت راکت با توپ و به بالا کشیدن قسمت عقب آن حاصل می‌شود.

در این حالت همواره مؤلفه افقی سرعت بعد از برخورد بزرگتر از مؤلفه عمودی سرعت قبل از برخورد بوده و مؤلفه عمودی سرعت قبل از برخورد بزرگتر از مؤلفه عمودی سرعت بعد از برخورد است.

همچنین زاویه برگشت بزرگتر از زاویه برخورد است.

ویژگیهای پیچ رو:

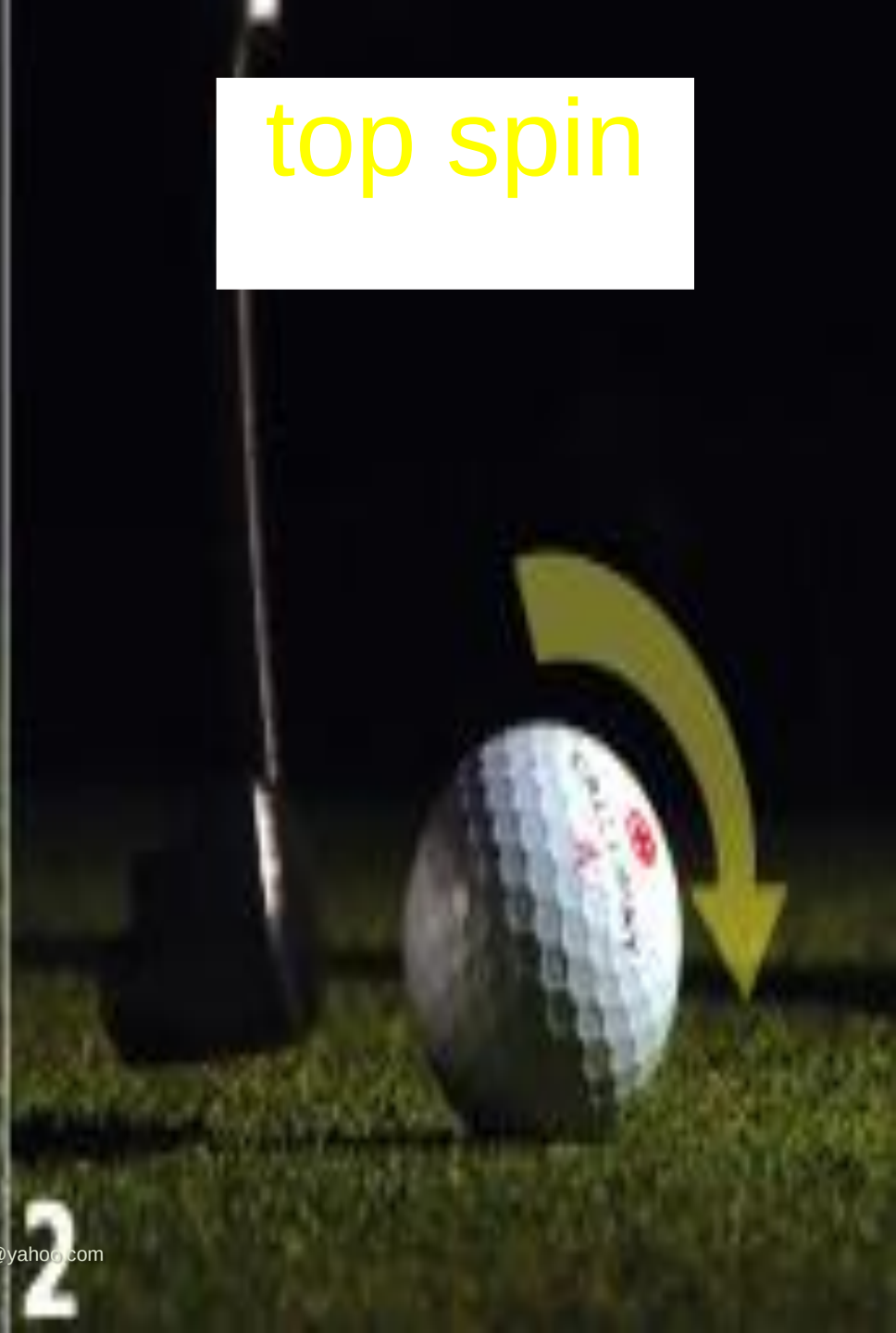
- در پیچ همواره مؤلفه افقی سرعت بعد از برخورد بزرگتر از مؤلفه عمودی سرعت قبل از برخورد است.
- مؤلفه عمودی سرعت قبل از برخورد بزرگتر از مؤلفه عمودی سرعت بعد از برخورد است.
- زاویه برگشت بزرگتر از زاویه برخورد است.

ویژگیهای پیچ زیر:

- در پیچ زیر توپ معمولاً به عقب می‌چرخد.
- این نوع پیچ در اثر ضربه کات‌دار که بر زیر توپ وارد می‌شود، ایجاد می‌شود.
- مؤلفه عمودی سرعت بعد از برخورد بزرگتر از مؤلفه عمودی سرعت قبل از برخورد است.
- مؤلفه افقی سرعت قبل از برخورد بزرگتر از مؤلفه افقی سرعت پس از برخورد است.
- زاویه برخورد بزرگتر از زاویه برگشت است.

under spin

top spin



کار:

وقتی نیرویی بر جسم وارد شده و باعث جابجایی آن شود، در این صورت کار انجام شده بوسیله این نیرو برابر حاصلضرب نیرو در مسافت طی شده توسط جسم است که در اثر نیرو حرکت کرده است. به عبارت دیگر:

• رابطه (40):

که در این رابطه W کار انجام گرفته، F مقدار نیروی وارد شده، d مسافت طی شده توسط جسم و α زاویه بین راستای نیرو و جابجایی است.

$$W = F \cdot d \cos \alpha$$

در حالت خاصی که α صفر درجه می‌باشد، در این صورت $\cos \alpha$ برابر یک بوده و مقدار کار انجام گرفته از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

- رابطه (41):

از رابطه (41) می‌توان نتیجه گرفت که اگر نیروی اعمال شده و جابجایی انجام شده در راستای همدیگر باشند، کار انجام گرفت مثبت و اگر نیروی اعمال شده و جابجایی انجام گرفته در خلاف جهت همدیگر باشند، کار انجام گرفته منفی است. واحد اندازه‌گیری کار ژول (J) است.

در حرکت وزنه برداری:

- هنگام بالا بردن وزنه توسط وزنه بردار کار انجام شده مثبت است.
- هنگامیکه وزنه بردار وزنه را بطور کنترل شده به پایین می آورد، کار انجام گرفته منفی است.
- هنگام بالا رفتن وزنه، کار انجام شده توسط وزنه منفی است.
- هنگام پایین آمدن وزنه، کار انجام گرفته توسط وزنه مثبت است.



توان:

در تعریف کار، زمان انجام آن هیچگونه نقشی ندارد. در صورتیکه کار انجام گرفته را در واحد زمان محاسبه کنیم، توان به دست می‌آید که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

• رابطه (42):

$$p = \frac{W}{t}$$

که در این رابطه p توان، W کار انجام گرفته و t زمان انجام کار است. واحد اندازه‌گیری توان وات (w) است.

انرژی جنبشی:

جسمی که در حال حرکت باشد دارای انرژی جنبشی می‌باشد. بنابراین اجسام ساکن فاقد انرژی جنبشی هستند. تویی که در حال حرکت است، دارای مقدار قابل توجهی انرژی جنبشی است. انرژی جنبشی از رابطه زیر محاسبه می‌شود؛

• رابطه (43):

$$E_k = \frac{1}{2} m V^2$$

انرژی پتانسیل:

جسمی که از زمین فاصله گرفته و در ارتفاع معینی باشد، دارای انرژی پتانسیل است که مقدار آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

• رابطه (44):

$$E_p = Wh = mgh$$

در حرکات عمودی جسم در لحظه پرتاب و هنگام
برخورد با سطح زمین دارای بیشترین مقدار انرژی
جنبشی و در نقطه اوج دارای بیشترین مقدار انرژی
پتانسیل می‌باشد. در چنین حرکاتی انرژی جنبشی و
پتانسیل دائماً به همدیگر تبدیل می‌شوند و مقدار عددی
حاصل جمع این دو نوع انرژی در هر نقطه از
حرکت مقدار ثابتی است.

انرژی کشسانی:

هر گاه جسمی خاصیت ارتجاعی داشته باشد در اثر کشیده شدن (مانند کش، زه کمان، فنر و ...) یا فشرده شدن (مانند فنر و) در آن ظرفیت کار تولید می‌شود که به آن انرژی کشسانی می‌گویند. در حرکت تیراندازی با تیر و کمان انرژی کشسانی موجود در زه که در اثر کشیده شدن تولید می‌شود، بصورت انرژی جنبشی در تیر تبدیل شده و باعث پیشروی تیر می‌شود.

- ژیمناستی که روی ترامپلین حرکات آکروباتیک انجام می‌دهد از انرژی کشسانی ترامپلین استفاده می‌کند.

- انجام پرش عمودی یا افقی در اثر انرژی کشسانی که در اثر کشیده شدن عضلات اندام تحتانی ایجاد می‌شود، صورت می‌گیرد.

جفت نیرو:

هنگامیکه دو نیروی برابر در خلاف جهت همدیگر بر یک جسم وارد شوند، باعث حرکت چرخشی در آن جسم می‌شوند. از طرفی، نیرویی که در جهت مرکز ثقل شی بر آن وارد می‌شود باعث حرکت انتقالی شده و نیرویی که خارج از مرکز ثقل جسم اثر کند، بطور همزمان حرکت چرخشی و انتقالی در آن ایجاد می‌کند.



گشتاور:

اگر نیروی یا برآیند چند نیرو بر جسمی طوری اثر کند که باعث حرکت چرخشی در آن شود، گشتاوری در جسم ایجاد می‌کند که مقدار آن برابر حاصلضرب مقدار نیروی یا برآیند نیروها در فاصله نقطه اثر نیرو از محور دوران می‌باشد. به عبارت دیگر؛

$$M = F.d$$

• رابطه (45):

که در این رابطه، M نیروی گشتاور، F مقدار نیروی اعمال شده بر جسم و d برابر با فاصله نقطه اثر نیرو از محور دوران می‌باشد.

نیروی گشتاور در ورزشهایی نظیر قایقرانی و ژیمناستیک کاربرد زیادی دارد.

تعادل:

یک جسم زمانی در حالت تعادل است که در آن هیچگونه حرکت انتقالی و چرخشی دیده نشود. به عبارت دیگر، هنگامیکه برآیند گشتاورهای وارد بر یک جسم صفر باشد، آن جسم در حالت تعادل است.

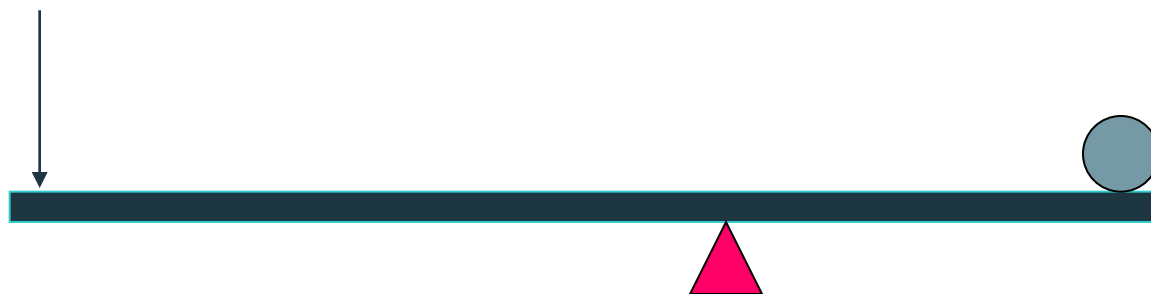


اهرم:

اهرم میله یا شیء سختی است که در یک نقطه لولا شده و نیروهایی بر دو نقطه دیگر آن وارد شود. در این حالت:

- نقطه لولا شده را نقطه اتکا یا تکیه‌گاه
- نیروی اعمال شده به اهرم برای به حرکت در آوردن آن را نیروی محرک
- نیرویی که قصد غلبه بر آن را داریم، نیروی مقاوم نامیده می‌شوند.

نمونه یک اهرم



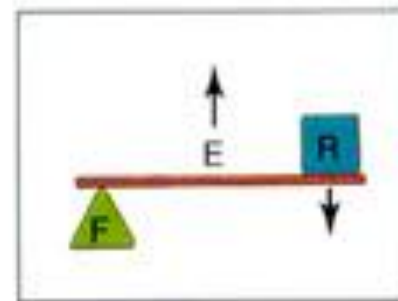
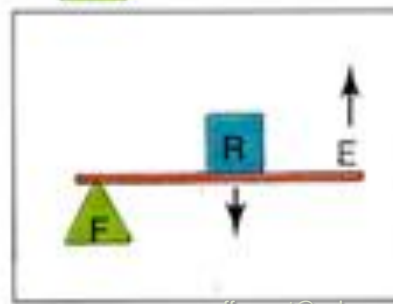
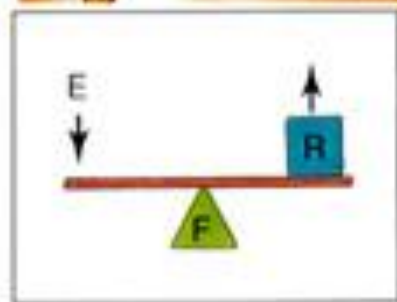
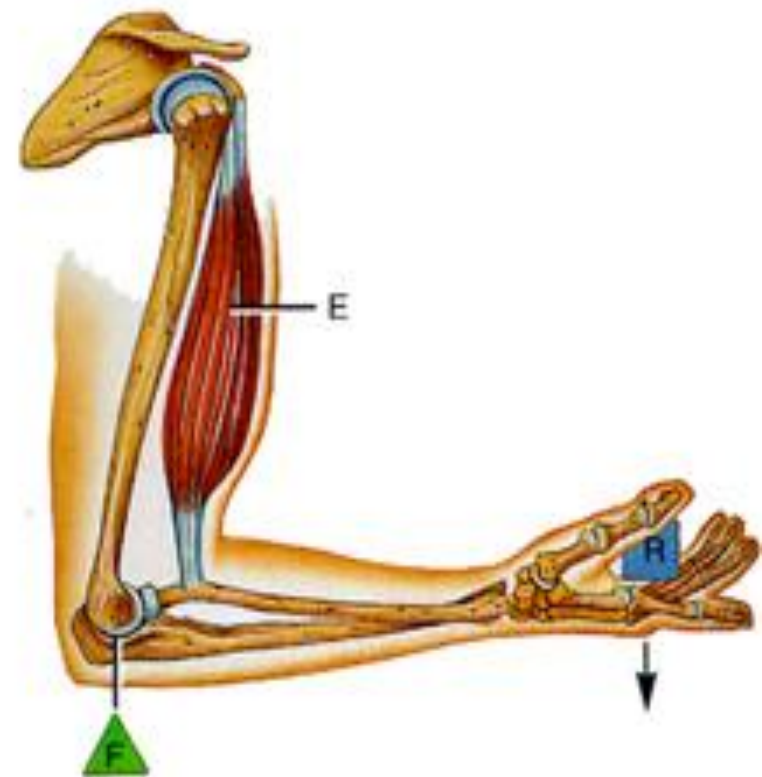
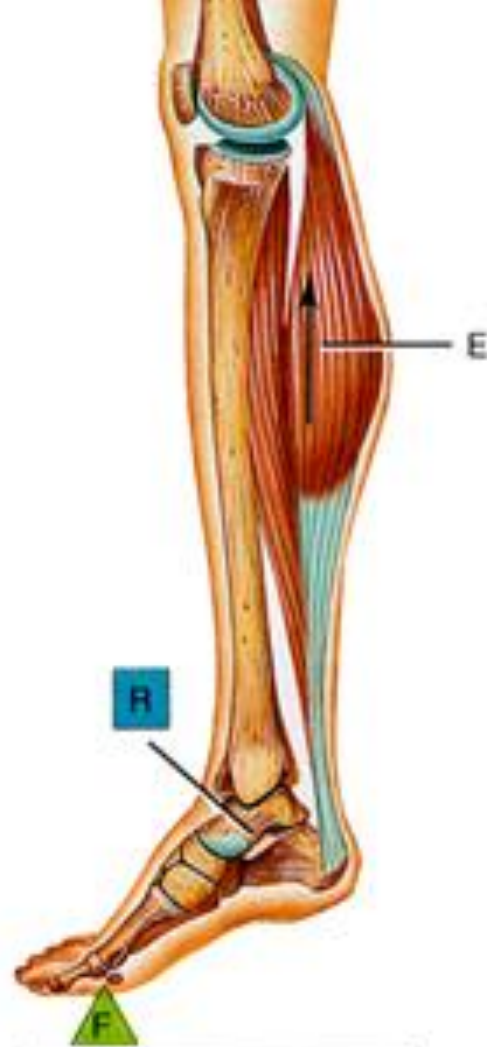
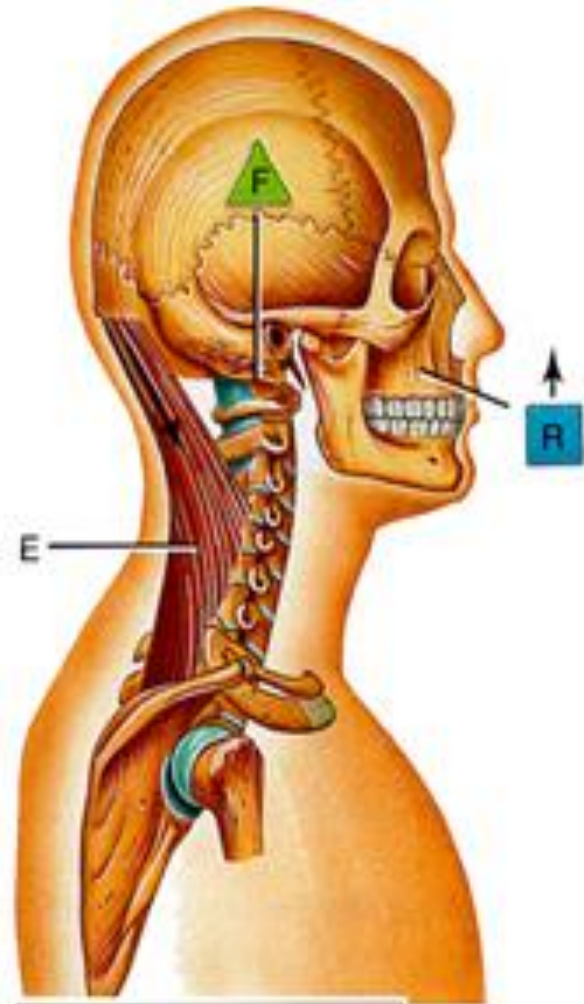
فاصله نیروی مقاوم تا تکیه‌گاه را بازوی مقاوم و فاصله نیروی محرک تا تکیه‌گاه را نیروی محرک می‌نامند.

نقش اهرمها:

- افزایش اثر نیروی محرک (استفاده از اهرم برای بلندکردن اشیاء سنگین)
- افزایش سرعت حرکت جسم (حرکت اهرمی پا در ضربه زدن به توپ)

انواع اهرمها:

- اهرم نوع اول: تکیه‌گاه بین نیروی محرک و نیروی مقاوم (مانند الاکلنگ)
- اهرم نوع دوم: نیروی مقاوم بین نیروی محرک و تکیه‌گاه (مانند فرقون)
- اهرم نوع سوم: نیروی محرک بین نیروی مقاوم و تکیه‌گاه (استفاده از بیل برای انداختن خاک)



(a) First-class lever

(b) Second-class lever

(c) Third-class lever

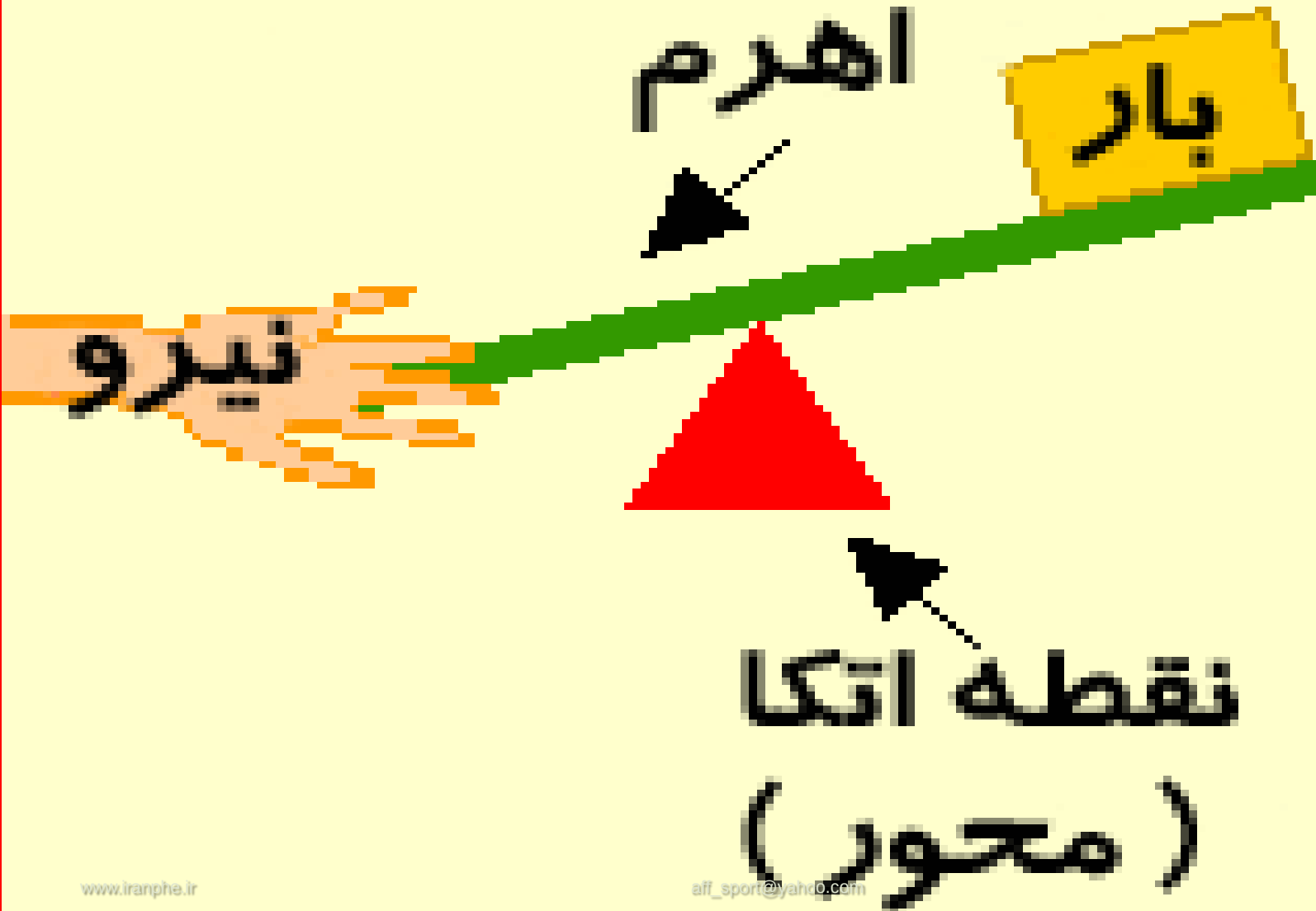
عملکرد اهرمها:

- هرگاه بازوی محرک بزرگتر از بازوی مقاوم باشد، اهرم نقش افزایش نیرو را دارد.
- هرگاه بازوی محرک کوچکتر از بازوی مقاوم باشد، اهرم نقش افزایش سرعت را دارد.

نقش اهرم نوع اول:

اهرم نوع اول بسته به اینکه تکیه‌گاه به نیروی مقاوم یا نیروی محرک نزدیک باشد، می‌تواند نقش افزایش سرعت یا افزایش نیرو داشته باشد (عملکرد عضله سه سر بازویی در حرکت اکستنشن بازو نمونه‌ای از اهرم نوع اول است).

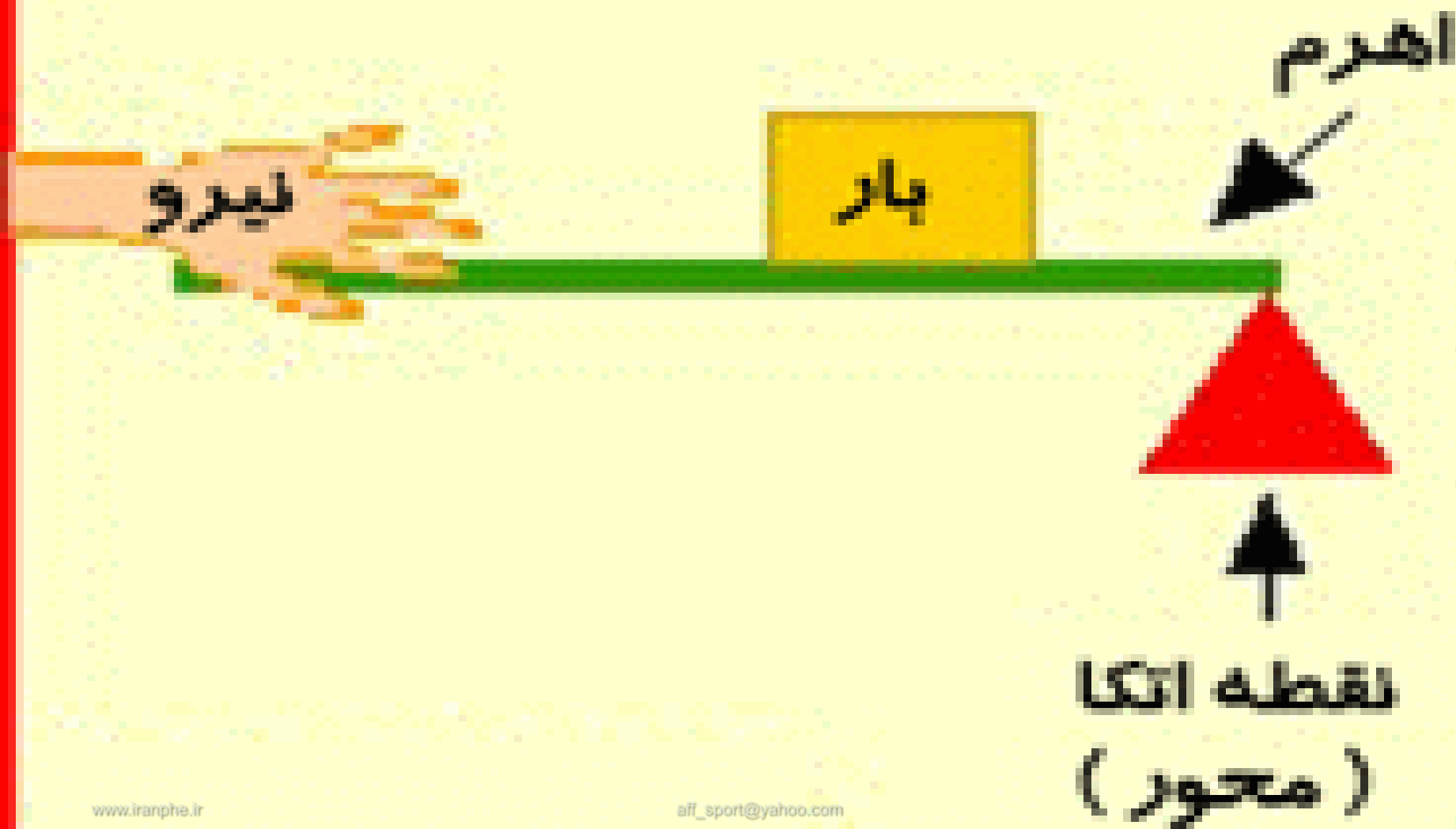
اهرم نوع اول



نقش اهرم نوع دوم:

با توجه به اینکه در اهرم نوع دوم بازوی محرک بزرگتر از بازوی مقاوم است، اهرم نقش افزایش نیرو را دارد (عملکرد عضله دو قلو در بلندشدن روی پنجه پا).

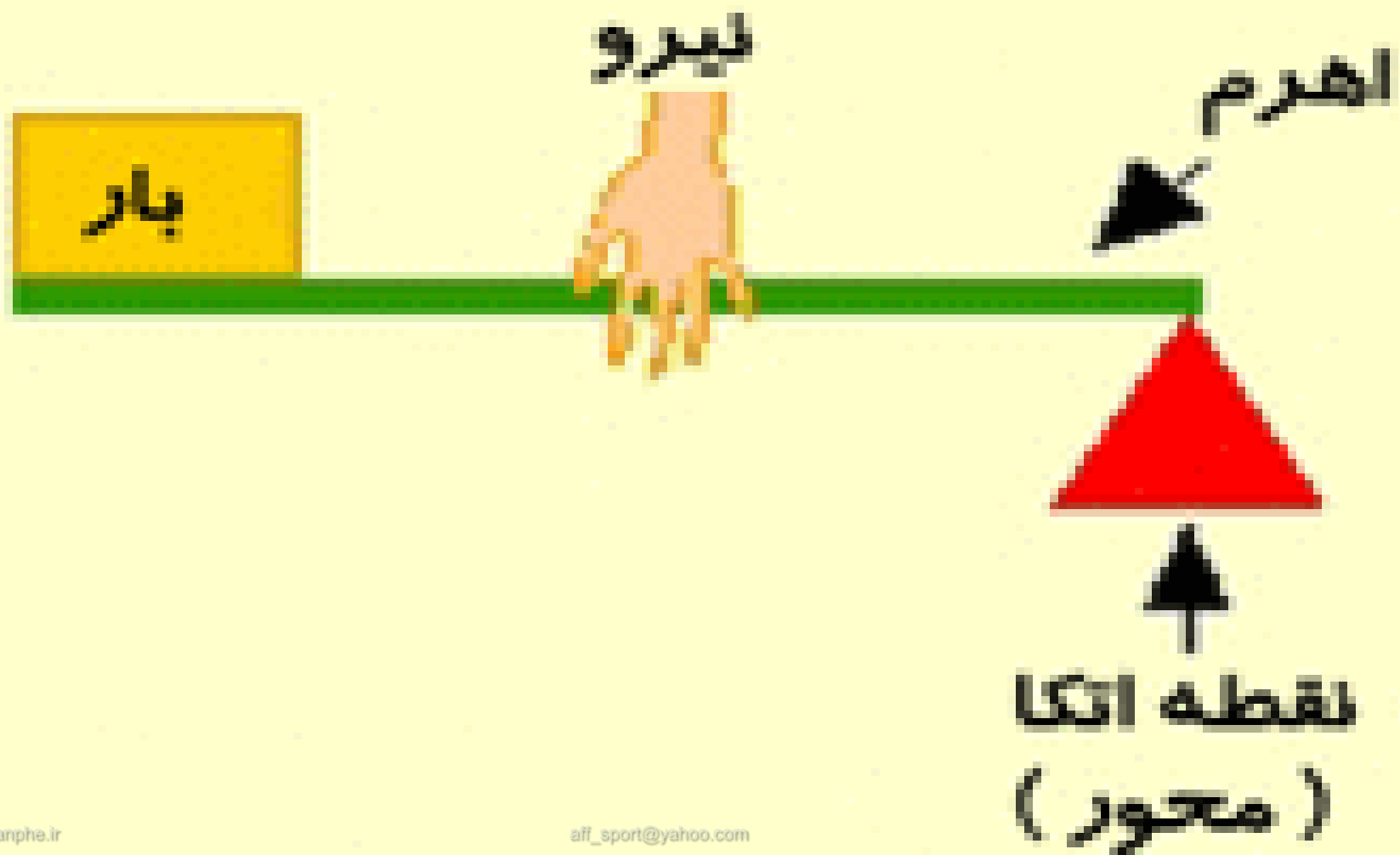
اهرم نوع دوم



نقش اهرم نوع سوم:

با توجه به اینکه در اهرم نوع سوم بازوی محرک کوچکتر از بازوی مقاوم است، اهرم نقش افزایش سرعت را دارد (عملکرد عضلات چهار سر ران در شوت فوتبال).

اھرم نوع سوم



روشهای تعیین مرکز ثقل بدن

- روشهای واکنش تخته‌ای
- روش استفاده از آدمک
- روش تکه‌ای

پایداری

هر گاه برآیند نیروی وارد بر یک جسم برابر صفر باشد، آن جسم در حالت پایداری می‌باشد. اجسام معمولاً به حالت‌های مختلف پایداری می‌شوند.

حالت‌های پایداری:

- تعادل پایدار (مانند کیسه بوکس که پس از هر تغییر وضعیت تمایل به برگشت به حالت اولیه دارد).
- تعادل ناپایدار (مانند راه رفتن روی طناب)
- تعادل خنثی (مانند توپ یا اجسام کروی که در هر وضعیت در حال تعادل هستند).



عوامل مؤثر در پایداری یک جسم

1. وضعیت و طرز قرار گرفتن خط گرانش زمین در ارتباط با محدوده سطح اتکاء
2. وزن جسم
3. بلندی مرکز ثقل جسم در رابطه با سطح اتکاء آن
(فاصله مرکز ثقل از سطح اتکاء)

نیروی شناوری

هنگامیکه یک جسم یا یک ورزشکار در سطح آب قرار می‌گیرد نیرویی از طرف آب بر آن وارد می‌شود که مقدار این نیرو برابر وزن آب جابجا شده است. این نیروی وارده از طرف آب نیروی شناوری نامیده می‌شود.



در صورتیکه نیروی شناوری وارد بر یک جسم
برابر و بزرگتر از وزن جسم باشد، آن جسم در
سطح آب بصورت شناور می ماند. به عبارت دیگر،
هر گاه وزن مخصوص یک جسم کوچکتر و مساوی
یک باشد آن جسم در سطح آب غوطه ور می ماند.



مرکز شناوری

نقطه اثر نیروی شناوری بر یک جسم دقیقاً منطبق بر نقطه‌ای از جسم است که این نقطه مرکز ثقل آب جابجا شده است. این نقطه را مرکز شناوری می‌نامند.

- هرگاه مرکز شناوری و مرکز ثقل جسم یا شناگر بر هم منطبق و یا بطور عمودی در یک خط و یکی در بالای دیگری قرار گیرد، جسم یا شناگر وضعیت افقی خود را در آب حفظ می‌کند. اگر این دو نیرو در راستای هم نباشند، عموماً به حالت جفت نیرو عمل کرده و باعث چرخش جسم می‌شوند.

- در این حالت معمولاً پایین تته و پاهای شناگر به سمت پایین رفته و در نقطه‌ای که نیروهای شناوری و مرکز ثقل دوباره در راستای هم قرار گیرند، شناگر مجدداً به حالت شناور باقی می‌ماند.

عوامل موثر بر شناوری:

- مقدار هوای داخل ریه ها
- تناسب بافت های مختلف بدن در طول عمر
- جنسیت (مرد و زن)
- نوع رشته ورزشی

نیروی کشش:

- نیروی کشش همیشه از برخورد سیال با جسم بوجود می آید.
- نیروی کشش همواره در راستای سیال می باشد.
- اگر جسم متحرک در خلاف جهن سیال حرکت کند، باعث کاهش سرعت جسم خواهد شد.

- وقتی یک شناگر در یک حرکت برگشت به دیواره استخر فشار وارد می کند، این نیروی کششی است که از حرکت بیشتر و سرخوردن او در آب می کاهد و ضرورت دست و پا زدن شناگر را برای پیشروی فراهم می کند.



- در اصل همین نیروی کششی است که بطور موثر از سرعت توپ بدمینتون پس از اینکه ضربه به آن وارد شد ، می کاهد و باعث می شود تا توپ مسیری را که حتی نزدیک به قوس کامل می باشد طی نکند.

نیروی بالا برنده:

- مولفه دیگر نیرو که در جهت قائم نسبت به نیروی کشش عمل می کند، تحت عنوان نیروی بالا برنده شناخته می شود.
- در اسکی روی آب هرگاه اسکی ها نزدیک به وضعیت عمود در آب قرار گیرند، بدیهی است که نیروی کششی بسیار زیاد خواهد شد و عملاً مولفه بالا برنده ناچیز بوده و یا اصلاً وجود نخواهد داشت.

- هرگاه اسکی ها نزدیک به وضعیت افقی در آب قرار گیرند، بلز در این حالت نیز مولفه بالابرنده ناچیز بوده و یا اصلا وجود نخواهد داشت. به همین خاطر، در این وضعیت اسکی باز موفق نخواهد شد که بدن خود را از آب بالا کشیده و در سطح آب قرار گیرد.

سطح کشش:

- هنگامیکه جسمی در داخل هوا (یا آب) حرکت می کند، با جریان هوا برخورد کرده و آن را منحرف می کند. این انتقال هوا از جریان موازی به جریان مخلوط شده که در هوای محدوده جسم صورت می گیرد و یا زیر قطر آن افزوده می شود و روند کندشدن و مخلوط شدن هوا را در سطح تقریبی جسم باعث می شود، که اثر آن وارد کردن نیرو از طرف جسم به هوا و بالعکس است که به این نیروی واکنشی ناشی از وارد کردن نیرو از طرف جسم به هوا "سطح کشش" می گویند

عوامل موثر در اندازه کشش:

- سرعت جریان هوا یا آب نسبت به جسم
- سطح برخورد جسم با هوا یا آب
- صاف و هموار بودن سطح جسم
- نوع محیط سیال درگیر در حرکت

پایان

www.iranphe.ir



Disygnall Education is our love