

انرژی

- بهترین مفهوم در فیزیک
- امکان انجام تمام فعالیت ها را فراهم می کند (توانایی انجام فعالیت های مختلف)
- شکل های متفاوت و در همه جا وجود دارد.
- از مکانیکی به شکل دیگر تبدیل می شود و در حین این فرآیند مقدار کل آن پایسته می ماند.
- با انجام کار می توان ، انرژی را از جسمی به جسم دیگر منتقل کرد.
- نسبت ویژه ای (اسکار) است .

۳-۱- انرژی جنبشی: هر جسمی که حرکت کند ، انرژی دارد و انرژی وابسته به حرکت یک جسم را انرژی حرکتی یا جنبشی می نامیم .

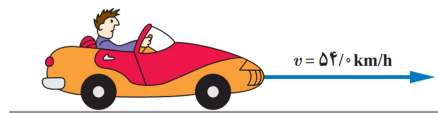
لکه انرژی به جرم m بستگی دارد ، حرکت کند ، انرژی جنبشی آن برابر است با :

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 $J (= \frac{kg \cdot m^2}{s^2})$ $\frac{m}{s}$ kg

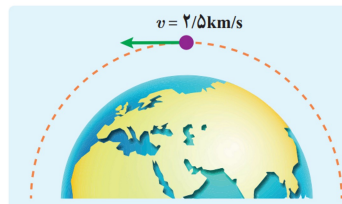
لکه همواره ... است ، تنها به ... و ... جسم بستگی دارد ، به جهت حرکت جسم وابسته ...

مثال ۳-۱



جرم خودرویی به همراه راننده اش 840 kg است . این خودرو با تندی 54 km/h در حرکت است ، انرژی جنبشی آن چند ژول است؟
پاسخ:

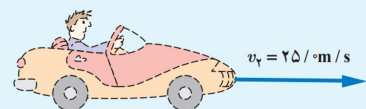
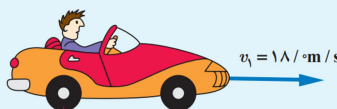
تمرین ۳-۱



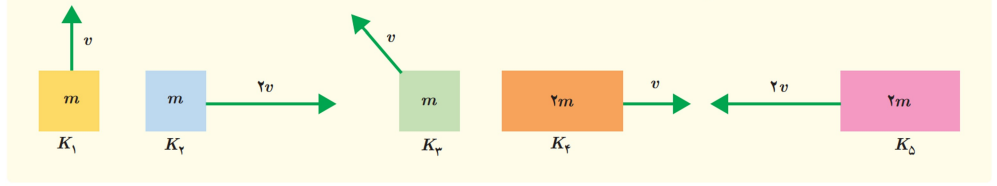
ماهواره ای به جرم 220 kg ، با تندی ثابت $2/5 \text{ km/s}$ دور زمین می چرخد .
انرژی جنبشی ماهواره را بر حسب ژول و مگاژول حساب کنید .

تمرین ۳-۲

جرم خودرویی به همراه راننده اش 840 kg است (شکل زیر) . تندی خودرو در دو نقطه از مسیرش روی شکل زیر داده شده است . تغییرات انرژی جنبشی خودرو ($\Delta K = K_2 - K_1$) را بین این دو نقطه حساب کنید .



انرژی جنبشی هر یک از اجسام زیر را با هم مقایسه کنید و مقدار آن را به ترتیب از کمترین تا بیشترین بنویسید.

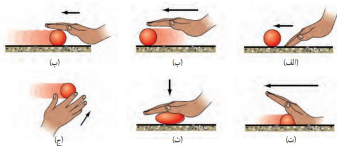


Δ سوال ۱: انرژی جنبشی گلوله ۱ کیلوگرمی و سرعت آن ۴ م/ث است. سرعتی آن را به چند م/ث برسانیم تا انرژی جنبشی آن ۱۶ برسد؟ (مقداری تجربی ۸۴)

Δ سوال ۲: راننده‌ی کامیونی با جرم مقداری بار، ۲۵ درصد جرم کامیون را کم کرده و هم چنین ۲۰ درصد سرعت حرکت آن افزود است. با این عمل، انرژی جنبشی کامیون ... درصد ... می‌یابد. (مقداری تجربی ۱۸۴)

Δ سوال ۳: اگر سرعتی گلوله‌ای با جرم معین در SI از ۲۰ به ۲۲ برسد، انرژی جنبشی گلوله چند درصد افزایش می‌یابد؟ (مقداری ریاضی ۸۸ با استفاده از تغییر)

شکل ۱-۱: در هر دو حالت نیرو به یک جسم می‌کشد. اما در حالت (الف) جسم با سرعت حرکت می‌کند. در حالت (ب) جسم ساکن است. در هر دو حالت، نیرو باعث تغییر حرکت جسم می‌شود.



علاوه بر نیروی وارد شده به جسم، جابه‌جایی یا تغییر مکان جسم نیز یکی دیگر از عوامل مهم در انجام کار است؛ به این ترتیب می‌توان گفت: «هنگامی کار انجام می‌شود که نیروی وارد شده به جسم، سبب جابه‌جایی آن شود» (شکل ۲). در شکل (الف) نیروی افقی سبب جابه‌جایی افقی و در شکل (ب) نیروی عمودی سبب جابه‌جایی عمودی جسم شده است.



جیمز ژول در اوایل قرن نوزدهم در محاسبات انگلیسی به دنیا آمد. ژول آزمایش‌های بسیاری انجام داد تا درک بهتری از مفهوم انرژی بدست آورد و همچنین ماشین‌هایی ساخت که کاری بیشتری داشته باشند. یکی از انرژی در دستگاه بین‌المللی یکاها به پاس خدمات علمی وی، ژول انتخاب شده است.



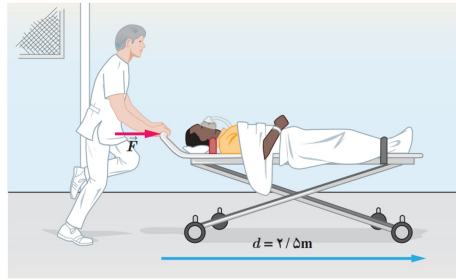
شکل ۲-۱: انجام دادن کار در دو حالت مختلف توجه کنید که نیرو و جابه‌جایی در یک جهت‌اند. در این کتاب تنها به تعریف کار برای حالتی می‌پردازیم که مشابه آزمایشی که انجام دادیم، مقدار نیروی وارد شده به جسم ثابت باشد و جسم در جهت نیرو جابه‌جا شود (شکل ۲). در این صورت کار انجام شده روی جسم با رابطه زیر تعریف می‌شود:

جابه‌جایی × نیرو = کار

کار انجام شده توسط نیروی ثابت:

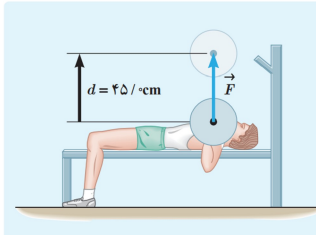
۱- کارها تنها انرژی جنبشی می‌تواند بدهد. این است.
 ۲- تنها در حالتی که نیرو و جابه‌جایی هم جهت باشند، اندازه کار برابر نیرو ضرب در جابه‌جایی است (W = Fd)
 ۳- نیروی عمود بر جابه‌جایی و جابه‌جایی عمود بر نیرو، کار انجام نمی‌دهد.
 ۴- دو نکته در مورد کار: ۱) با این نیروی ثابت هم جهت با جابه‌جایی باشد. ۲) باید بتوانیم جسم را مانند ذره زدن کرد.

مثال ۳-۳



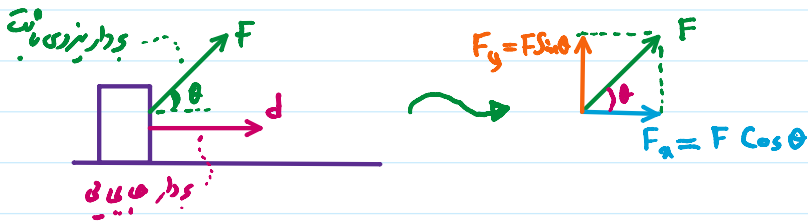
بیماری به جرم 72kg روی تختی به جرم 15kg دراز کشیده است. پرستاری این تخت را با نیروی ثابت و افقی \vec{F} روی سطحی هموار و با اصطکاک ناچیز هل می‌دهد. مجموعه تخت و بیمار با شتاب 0.60m/s^2 حرکت می‌کند. الف) اندازه نیروی \vec{F} چقدر است؟ ب) اگر تخت 1.0m در جهت این نیرو جابه‌جا شود، کار انجام شده توسط نیروی \vec{F} را حساب کنید. پاسخ:

تمرین ۳-۳



ورزشکاری وزنه‌ای به جرم 65kg را به طور یکنواخت، 45cm بالای سر خود می‌برد (شکل روبه‌رو). کاری که این ورزشکار روی وزنه انجام داده است را محاسبه کنید. اندازه شتاب گرانش زمین را $g = 9.8\text{N/kg}$ بگیرید.

اما اگر نیروی F با بردار جابجایی زاویه θ بسازد، نیروی F را به دو مولفه که یکی در جهت بردار جابجایی و دیگری عمود بر جابجایی است، تجزیه می‌کنیم.



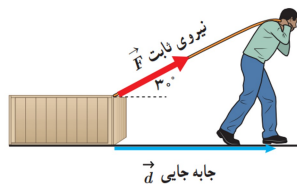
مولفه عمود بر بردار جابجایی (F_y) کاری انجام نمی‌دهد. بنابراین کار انجام شده توسط نیروی F برابر است با:

$$W = (F \cos \theta) d = F d \cos \theta$$

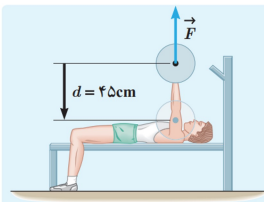
کدران θ زاویه‌ی بین دو بردار نیرو (\vec{F}) و جابجایی (\vec{d}) است. **تذکره:** زاویه‌ی بین دو بردار زمانی تعیین می‌شود که ابتدای دو بردار بر هم منطبق باشند.



مثال ۳-۴

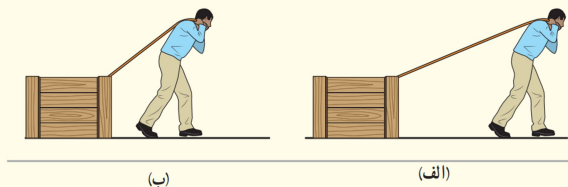


شکل روبه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که جعبه‌ای را با نیروی ثابت 200N روی سطحی هموار و با اصطکاک ناچیز، به اندازه 1.0m جابه‌جا می‌کند. الف) کار انجام شده توسط این نیرو چقدر است؟ ب) نیروهای دیگری را که بر جسم وارد می‌شود مشخص کنید. کاری را که هر کدام از این نیروها روی جسم انجام می‌دهند حساب کنید. پاسخ:



تمرین ۳-۳ را دوباره ببینید. کار انجام شده توسط ورزشکار را روی وزنه برای حالتی حساب کنید که ورزشکار با وارد کردن همان نیروی \vec{F} ، وزنه را به آرامی پایین می‌آورد (شکل روبه رو). توضیح دهید که در این دو حالت، چه تفاوتی بین مقادیر به دست آمده برای کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.

شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند (شکل الف) و بار دیگر با طنابی کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطحی هموار می‌کشد. اگر جابه‌جایی و کاری که این شخص در هر دو بار روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، توضیح دهید در کدام حالت، شخص نیروی بزرگ‌تری وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت، ناچیز فرض کنید.



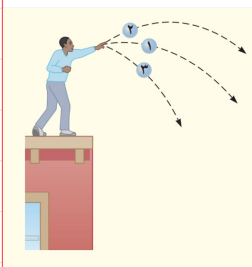
Δ سوال ۴: جسمی به جرم 3 kg ، روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F} = 15\hat{i} + 20\hat{j}$ (در SI) به جسم وارد می‌شود و جسم 4 m به سمت راست جابه‌جا می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چقدر است؟ (مدرسه ریاضی - ۹۳)

Δ سوال ۵: جسمی بر روی یک سطح افقی، با نیروی افقی F ، با شتابی ثابت $\frac{4}{3} \text{ m/s}^2$ حرکت می‌کند. اگر نیروی اصطکاک 20 N باشد. کار نیروی F در مسافتی چند متر است؟ (مدرسه تجربی - ۷۱)

Δ سوال ۶: شخصی در طبقه دوم ساختمانی، سطل آب نوری شود و به طبقه‌ی دهم می‌رود. جرم سطل 4 kg است و یک کوله‌پشتی به جرم 5 kg بر دوش دارد. آب نوری طبقه‌ی پنجم تا هفتم، مسافتی 3 متر را در مدت 2 ثانیه با شتابی ثابت طی می‌کند در این 2 ثانیه ، کار نیروی که آب نوری به شخص وارد می‌کند، چقدر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (مدرسه تجربی ۹۶)

Δ سوال ۷: مطابق شکل روی دو سطل به ازای ساختمانی، از یک طبقه با سرعت 10 m/s عموداً می‌نویزند. اگر W_1 ، W_2 ، W_3 ، W_4 ، W_5 ، W_6 ، W_7 ، W_8 ، W_9 ، W_{10} ، W_{11} ، W_{12} ، W_{13} ، W_{14} ، W_{15} ، W_{16} ، W_{17} ، W_{18} ، W_{19} ، W_{20} ، W_{21} ، W_{22} ، W_{23} ، W_{24} ، W_{25} ، W_{26} ، W_{27} ، W_{28} ، W_{29} ، W_{30} ، W_{31} ، W_{32} ، W_{33} ، W_{34} ، W_{35} ، W_{36} ، W_{37} ، W_{38} ، W_{39} ، W_{40} ، W_{41} ، W_{42} ، W_{43} ، W_{44} ، W_{45} ، W_{46} ، W_{47} ، W_{48} ، W_{49} ، W_{50} ، W_{51} ، W_{52} ، W_{53} ، W_{54} ، W_{55} ، W_{56} ، W_{57} ، W_{58} ، W_{59} ، W_{60} ، W_{61} ، W_{62} ، W_{63} ، W_{64} ، W_{65} ، W_{66} ، W_{67} ، W_{68} ، W_{69} ، W_{70} ، W_{71} ، W_{72} ، W_{73} ، W_{74} ، W_{75} ، W_{76} ، W_{77} ، W_{78} ، W_{79} ، W_{80} ، W_{81} ، W_{82} ، W_{83} ، W_{84} ، W_{85} ، W_{86} ، W_{87} ، W_{88} ، W_{89} ، W_{90} ، W_{91} ، W_{92} ، W_{93} ، W_{94} ، W_{95} ، W_{96} ، W_{97} ، W_{98} ، W_{99} ، W_{100} ، W_{101} ، W_{102} ، W_{103} ، W_{104} ، W_{105} ، W_{106} ، W_{107} ، W_{108} ، W_{109} ، W_{110} ، W_{111} ، W_{112} ، W_{113} ، W_{114} ، W_{115} ، W_{116} ، W_{117} ، W_{118} ، W_{119} ، W_{120} ، W_{121} ، W_{122} ، W_{123} ، W_{124} ، W_{125} ، W_{126} ، W_{127} ، W_{128} ، W_{129} ، W_{130} ، W_{131} ، W_{132} ، W_{133} ، W_{134} ، W_{135} ، W_{136} ، W_{137} ، W_{138} ، W_{139} ، W_{140} ، W_{141} ، W_{142} ، W_{143} ، W_{144} ، W_{145} ، W_{146} ، W_{147} ، W_{148} ، W_{149} ، W_{150} ، W_{151} ، W_{152} ، W_{153} ، W_{154} ، W_{155} ، W_{156} ، W_{157} ، W_{158} ، W_{159} ، W_{160} ، W_{161} ، W_{162} ، W_{163} ، W_{164} ، W_{165} ، W_{166} ، W_{167} ، W_{168} ، W_{169} ، W_{170} ، W_{171} ، W_{172} ، W_{173} ، W_{174} ، W_{175} ، W_{176} ، W_{177} ، W_{178} ، W_{179} ، W_{180} ، W_{181} ، W_{182} ، W_{183} ، W_{184} ، W_{185} ، W_{186} ، W_{187} ، W_{188} ، W_{189} ، W_{190} ، W_{191} ، W_{192} ، W_{193} ، W_{194} ، W_{195} ، W_{196} ، W_{197} ، W_{198} ، W_{199} ، W_{200} ، W_{201} ، W_{202} ، W_{203} ، W_{204} ، W_{205} ، W_{206} ، W_{207} ، W_{208} ، W_{209} ، W_{210} ، W_{211} ، W_{212} ، W_{213} ، W_{214} ، W_{215} ، W_{216} ، W_{217} ، W_{218} ، W_{219} ، W_{220} ، W_{221} ، W_{222} ، W_{223} ، W_{224} ، W_{225} ، W_{226} ، W_{227} ، W_{228} ، W_{229} ، W_{230} ، W_{231} ، W_{232} ، W_{233} ، W_{234} ، W_{235} ، W_{236} ، W_{237} ، W_{238} ، W_{239} ، W_{240} ، W_{241} ، W_{242} ، W_{243} ، W_{244} ، W_{245} ، W_{246} ، W_{247} ، W_{248} ، W_{249} ، W_{250} ، W_{251} ، W_{252} ، W_{253} ، W_{254} ، W_{255} ، W_{256} ، W_{257} ، W_{258} ، W_{259} ، W_{260} ، W_{261} ، W_{262} ، W_{263} ، W_{264} ، W_{265} ، W_{266} ، W_{267} ، W_{268} ، W_{269} ، W_{270} ، W_{271} ، W_{272} ، W_{273} ، W_{274} ، W_{275} ، W_{276} ، W_{277} ، W_{278} ، W_{279} ، W_{280} ، W_{281} ، W_{282} ، W_{283} ، W_{284} ، W_{285} ، W_{286} ، W_{287} ، W_{288} ، W_{289} ، W_{290} ، W_{291} ، W_{292} ، W_{293} ، W_{294} ، W_{295} ، W_{296} ، W_{297} ، W_{298} ، W_{299} ، W_{300} ، W_{301} ، W_{302} ، W_{303} ، W_{304} ، W_{305} ، W_{306} ، W_{307} ، W_{308} ، W_{309} ، W_{310} ، W_{311} ، W_{312} ، W_{313} ، W_{314} ، W_{315} ، W_{316} ، W_{317} ، W_{318} ، W_{319} ، W_{320} ، W_{321} ، W_{322} ، W_{323} ، W_{324} ، W_{325} ، W_{326} ، W_{327} ، W_{328} ، W_{329} ، W_{330} ، W_{331} ، W_{332} ، W_{333} ، W_{334} ، W_{335} ، W_{336} ، W_{337} ، W_{338} ، W_{339} ، W_{340} ، W_{341} ، W_{342} ، W_{343} ، W_{344} ، W_{345} ، W_{346} ، W_{347} ، W_{348} ، W_{349} ، W_{350} ، W_{351} ، W_{352} ، W_{353} ، W_{354} ، W_{355} ، W_{356} ، W_{357} ، W_{358} ، W_{359} ، W_{360} ، W_{361} ، W_{362} ، W_{363} ، W_{364} ، W_{365} ، W_{366} ، W_{367} ، W_{368} ، W_{369} ، W_{370} ، W_{371} ، W_{372} ، W_{373} ، W_{374} ، W_{375} ، W_{376} ، W_{377} ، W_{378} ، W_{379} ، W_{380} ، W_{381} ، W_{382} ، W_{383} ، W_{384} ، W_{385} ، W_{386} ، W_{387} ، W_{388} ، W_{389} ، W_{390} ، W_{391} ، W_{392} ، W_{393} ، W_{394} ، W_{395} ، W_{396} ، W_{397} ، W_{398} ، W_{399} ، W_{400} ، W_{401} ، W_{402} ، W_{403} ، W_{404} ، W_{405} ، W_{406} ، W_{407} ، W_{408} ، W_{409} ، W_{410} ، W_{411} ، W_{412} ، W_{413} ، W_{414} ، W_{415} ، W_{416} ، W_{417} ، W_{418} ، W_{419} ، W_{420} ، W_{421} ، W_{422} ، W_{423} ، W_{424} ، W_{425} ، W_{426} ، W_{427} ، W_{428} ، W_{429} ، W_{430} ، W_{431} ، W_{432} ، W_{433} ، W_{434} ، W_{435} ، W_{436} ، W_{437} ، W_{438} ، W_{439} ، W_{440} ، W_{441} ، W_{442} ، W_{443} ، W_{444} ، W_{445} ، W_{446} ، W_{447} ، W_{448} ، W_{449} ، W_{450} ، W_{451} ، W_{452} ، W_{453} ، W_{454} ، W_{455} ، W_{456} ، W_{457} ، W_{458} ، W_{459} ، W_{460} ، W_{461} ، W_{462} ، W_{463} ، W_{464} ، W_{465} ، W_{466} ، W_{467} ، W_{468} ، W_{469} ، W_{470} ، W_{471} ، W_{472} ، W_{473} ، W_{474} ، W_{475} ، W_{476} ، W_{477} ، W_{478} ، W_{479} ، W_{480} ، W_{481} ، W_{482} ، W_{483} ، W_{484} ، W_{485} ، W_{486} ، W_{487} ، W_{488} ، W_{489} ، W_{490} ، W_{491} ، W_{492} ، W_{493} ، W_{494} ، W_{495} ، W_{496} ، W_{497} ، W_{498} ، W_{499} ، W_{500} ، W_{501} ، W_{502} ، W_{503} ، W_{504} ، W_{505} ، W_{506} ، W_{507} ، W_{508} ، W_{509} ، W_{510} ، W_{511} ، W_{512} ، W_{513} ، W_{514} ، W_{515} ، W_{516} ، W_{517} ، W_{518} ، W_{519} ، W_{520} ، W_{521} ، W_{522} ، W_{523} ، W_{524} ، W_{525} ، W_{526} ، W_{527} ، W_{528} ، W_{529} ، W_{530} ، W_{531} ، W_{532} ، W_{533} ، W_{534} ، W_{535} ، W_{536} ، W_{537} ، W_{538} ، W_{539} ، W_{540} ، W_{541} ، W_{542} ، W_{543} ، W_{544} ، W_{545} ، W_{546} ، W_{547} ، W_{548} ، W_{549} ، W_{550} ، W_{551} ، W_{552} ، W_{553} ، W_{554} ، W_{555} ، W_{556} ، W_{557} ، W_{558} ، W_{559} ، W_{560} ، W_{561} ، W_{562} ، W_{563} ، W_{564} ، W_{565} ، W_{566} ، W_{567} ، W_{568} ، W_{569} ، W_{570} ، W_{571} ، W_{572} ، W_{573} ، W_{574} ، W_{575} ، W_{576} ، W_{577} ، W_{578} ، W_{579} ، W_{580} ، W_{581} ، W_{582} ، W_{583} ، W_{584} ، W_{585} ، W_{586} ، W_{587} ، W_{588} ، W_{589} ، W_{590} ، W_{591} ، W_{592} ، W_{593} ، W_{594} ، W_{595} ، W_{596} ، W_{597} ، W_{598} ، W_{599} ، W_{600} ، W_{601} ، W_{602} ، W_{603} ، W_{604} ، W_{605} ، W_{606} ، W_{607} ، W_{608} ، W_{609} ، W_{610} ، W_{611} ، W_{612} ، W_{613} ، W_{614} ، W_{615} ، W_{616} ، W_{617} ، W_{618} ، W_{619} ، W_{620} ، W_{621} ، W_{622} ، W_{623} ، W_{624} ، W_{625} ، W_{626} ، W_{627} ، W_{628} ، W_{629} ، W_{630} ، W_{631} ، W_{632} ، W_{633} ، W_{634} ، W_{635} ، W_{636} ، W_{637} ، W_{638} ، W_{639} ، W_{640} ، W_{641} ، W_{642} ، W_{643} ، W_{644} ، W_{645} ، W_{646} ، W_{647} ، W_{648} ، W_{649} ، W_{650} ، W_{651} ، W_{652} ، W_{653} ، W_{654} ، W_{655} ، W_{656} ، W_{657} ، W_{658} ، W_{659} ، W_{660} ، W_{661} ، W_{662} ، W_{663} ، W_{664} ، W_{665} ، W_{666} ، W_{667} ، W_{668} ، W_{669} ، W_{670} ، W_{671} ، W_{672} ، W_{673} ، W_{674} ، W_{675} ، W_{676} ، W_{677} ، W_{678} ، W_{679} ، W_{680} ، W_{681} ، W_{682} ، W_{683} ، W_{684} ، W_{685} ، W_{686} ، W_{687} ، W_{688} ، W_{689} ، W_{690} ، W_{691} ، W_{692} ، W_{693} ، W_{694} ، W_{695} ، W_{696} ، W_{697} ، W_{698} ، W_{699} ، W_{700} ، W_{701} ، W_{702} ، W_{703} ، W_{704} ، W_{705} ، W_{706} ، W_{707} ، W_{708} ، W_{709} ، W_{710} ، W_{711} ، W_{712} ، W_{713} ، W_{714} ، W_{715} ، W_{716} ، W_{717} ، W_{718} ، W_{719} ، W_{720} ، W_{721} ، W_{722} ، W_{723} ، W_{724} ، W_{725} ، W_{726} ، W_{727} ، W_{728} ، W_{729} ، W_{730} ، W_{731} ، W_{732} ، W_{733} ، W_{734} ، W_{735} ، W_{736} ، W_{737} ، W_{738} ، W_{739} ، W_{740} ، W_{741} ، W_{742} ، W_{743} ، W_{744} ، W_{745} ، W_{746} ، W_{747} ، W_{748} ، W_{749} ، W_{750} ، W_{751} ، W_{752} ، W_{753} ، W_{754} ، W_{755} ، W_{756} ، W_{757} ، W_{758} ، W_{759} ، W_{760} ، W_{761} ، W_{762} ، W_{763} ، W_{764} ، W_{765} ، W_{766} ، W_{767} ، W_{768} ، W_{769} ، W_{770} ، W_{771} ، W_{772} ، W_{773} ، W_{774} ، W_{775} ، W_{776} ، W_{777} ، W_{778} ، W_{779} ، W_{780} ، W_{781} ، W_{782} ، W_{783} ، W_{784} ، W_{785} ، W_{786} ، W_{787} ، W_{788} ، W_{789} ، W_{790} ، W_{791} ، W_{792} ، W_{793} ، W_{794} ، W_{795} ، W_{796} ، W_{797} ، W_{798} ، W_{799} ، W_{800} ، W_{801} ، W_{802} ، W_{803} ، W_{804} ، W_{805} ، W_{806} ، W_{807} ، W_{808} ، W_{809} ، W_{810} ، W_{811} ، W_{812} ، W_{813} ، W_{814} ، W_{815} ، W_{816} ، W_{817} ، W_{818} ، W_{819} ، W_{820} ، W_{821} ، W_{822} ، W_{823} ، W_{824} ، W_{825} ، W_{826} ، W_{827} ، W_{828} ، W_{829} ، W_{830} ، W_{831} ، W_{832} ، W_{833} ، W_{834} ، W_{835} ، W_{836} ، W_{837} ، W_{838} ، W_{839} ، W_{840} ، W_{841} ، W_{842} ، W_{843} ، W_{844} ، W_{845} ، W_{846} ، W_{847} ، W_{848} ، W_{849} ، W_{850} ، W_{851} ، W_{852} ، W_{853} ، W_{854} ، W_{855} ، W_{856} ، W_{857} ، W_{858} ، W_{859} ، W_{860} ، W_{861} ، W_{862} ، W_{863} ، W_{864} ، W_{865} ، W_{866} ، W_{867} ، W_{868} ، W_{869} ، W_{870} ، W_{871} ، W_{872} ، W_{873} ، W_{874} ، W_{875} ، W_{876} ، W_{877} ، W_{878} ، W_{879} ، W_{880} ، W_{881} ، W_{882} ، W_{883} ، W_{884} ، W_{885} ، W_{886} ، W_{887} ، W_{888} ، W_{889} ، W_{890} ، W_{891} ، W_{892} ، W_{893} ، W_{894} ، W_{895} ، W_{896} ، W_{897} ، W_{898} ، W_{899} ، W_{900} ، W_{901} ، W_{902} ، W_{903} ، W_{904} ، W_{905} ، W_{906} ، W_{907} ، W_{908} ، W_{909} ، W_{910} ، W_{911} ، W_{912} ، W_{913} ، W_{914} ، W_{915} ، W_{916} ، W_{917} ، W_{918} ، W_{919} ، W_{920} ، W_{921} ، W_{922} ، W_{923} ، W_{924} ، W_{925} ، W_{926} ، W_{927} ، W_{928} ، W_{929} ، W_{930} ، W_{931} ، W_{932} ، W_{933} ، W_{934} ، W_{935} ، W_{936} ، W_{937} ، W_{938} ، W_{939} ، W_{940} ، W_{941} ، W_{942} ، W_{943} ، W_{944} ، W_{945} ، W_{946} ، W_{947} ، W_{948} ،

مثال ۲: مطابق شکل روبرو، سه توپ مشابه از بالای ساختمانی، از یک نقطه با سرعت‌های w_1 ، w_2 و w_3 پرتاب می‌شوند. اگر کارهای انجام داده‌ی سنگ روی سه توپ از نقطه‌ی پرتاب تا رسیدن به زمین w_1 ، w_2 و w_3 باشد، کدام رابطه درست است؟ (بر اساس ریاضی ۹۸)



۱۲ $w_3 > w_1 > w_2$

۱۱ $w_1 = w_2 = w_3$

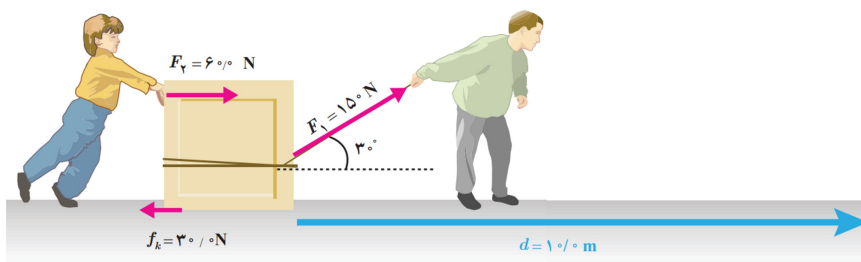
۱۴ $w_2 = w_3 > w_1$

۱۳ $w_2 < w_3 < w_1$

کار کل: اگر به جایی یک نیرو، چند نیرو به جسم وارد شود، برای محاسبه‌ی کار کل نیروی (دوره وجود دارد):
 ۱۱ مخالف کار تک نیروی و جمع جبری آن‌ها
 ۱۲ مخالف جابجایی نیروی و مسج کار جابجایی نیروی

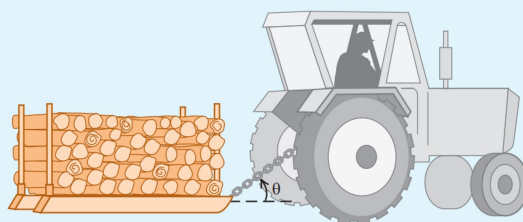
مثال ۳-۵

شکل زیر پدر و پسری را در حال جابه‌جا کردن یک جعبه سنگین روی سطحی هموار نشان می‌دهد. نیروی F_1 را پدر و نیروی F_2 را پسر به جسم وارد می‌کنند و f_k نیز نیروی اصطکاک جنبشی است که با حرکت جسم مخالفت می‌کند و در خلاف جهت جابه‌جایی به جعبه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی جسم را محاسبه کنید.



تمرین ۳-۵

کشاورزی توسط تراکتور، سورت‌های پراز هیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازه 200 m جابه‌جا می‌کند (شکل زیر). وزن کل سورت‌ها و بار آن $mg = 15000\text{ N}$ است. تراکتور نیروی ثابت $F_1 = 5500\text{ N}$ را در زاویه $\theta = 45^\circ$ بالای افق به سورت‌ها وارد می‌کند. نیروی اصطکاک جنبشی $f_k = 3500\text{ N}$ است که برخلاف جهت حرکت به سورت‌ها وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی سورت‌ها را محاسبه کنید.



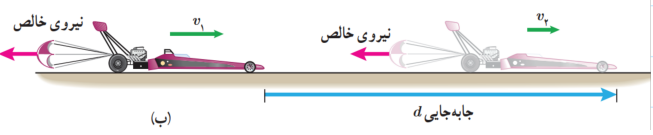
کار و انرژی جنبی :

وقتی نیروی خالص به جسمی وارد شود - اگر کار مثبت روی جسم انجام دهد به معنی دادن انرژی به آن است -
 که اگر کار منفی روی جسم انجام دهد به معنی گرفتن انرژی از آن است -

کار مثبت ← افزایش انرژی جنبی



کار منفی ← کاهش انرژی جنبی



قضیه کار و انرژی جنبی : کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبی آن برابر است :

$$W_{\Sigma} = K_2 - K_1 \begin{cases} W_{\Sigma} > 0 \rightarrow K_2 - K_1 > 0 \Rightarrow v_2 > v_1 \rightarrow \text{سرعت افزایش می یابد.} \\ W_{\Sigma} = 0 \rightarrow K_2 - K_1 = 0 \Rightarrow v_2 = v_1 \rightarrow \text{سرعت ثابت می ماند.} \\ W_{\Sigma} < 0 \rightarrow K_2 - K_1 < 0 \Rightarrow v_2 < v_1 \rightarrow \text{سرعت کاهش می یابد.} \end{cases}$$

تذکره: قضیه کار و انرژی تا فون جدیدی در فیزیک نیست، بلکه مدفا "کار و انرژی جنبی را به هم مرتبط می سازد و به سادگی می توان آن را از قانون دوم نیوتن به دست آورد." (۶)

مثال ۳-۶



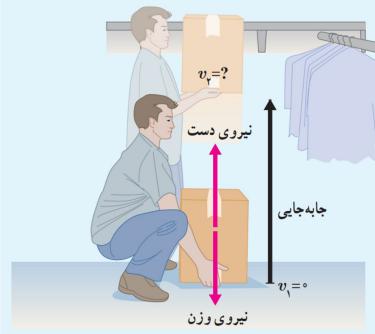
توپ فوتبالی به جرم 450 g از نقطه پناالتی با تندی 20 m/s به طرف دروازه شوت می شود (شکل روبه رو). توپ با تندی 18 m/s به دستان دروازه بان برخورد می کند. کار کل انجام شده روی توپ را که سبب کاهش تندی آن شده است محاسبه کنید.
 پاسخ:

مثال ۳-۷



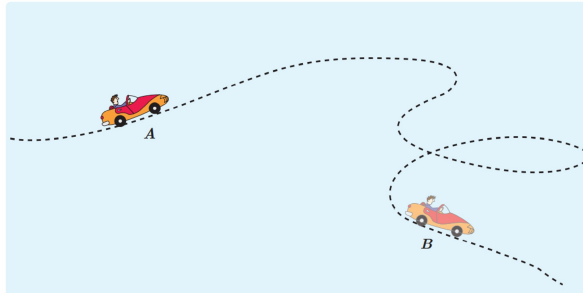
چتربازی به جرم کل 750 kg از بالونی که در ارتفاع 800 m از سطح زمین است، با تندی 120 m/s به بیرون بالون می برد. اگر او با تندی 40 m/s به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز را در طول مسیر سقوط محاسبه کنید. شتاب گرانش زمین را 9.8 m/s^2 بپذیرید.
 پاسخ:

تمرین ۳-۶



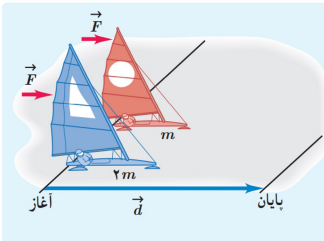
شکل رویه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت 15 N ، جعبه‌ای به جرم 10 kg را از حال سکون در امتداد قائم جابه‌جا می‌کند. الف) کار انجام شده توسط شخص و کار انجام شده توسط نیروی وزن را روی جعبه تا ارتفاع $1/5\text{ m}$ به‌طور جداگانه حساب کنید. ب) کار کل انجام شده روی جعبه تا ارتفاع $1/5\text{ m}$ چقدر است؟ پ) با استفاده از قضیه کار-انرژی جنبشی، تندی نهایی جعبه را در ارتفاع $1/5\text{ m}$ حساب کنید.

تمرین ۳-۷



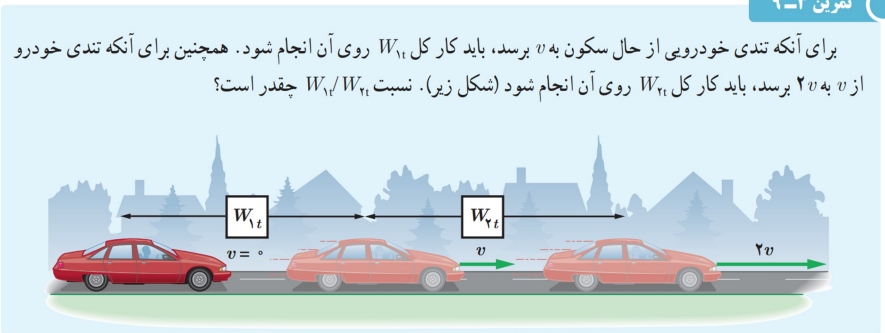
جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش 840 kg است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو 7350 J است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر 54 km/h باشد، تندی آن در موقعیت B چند متر بر ثانیه است؟

تمرین ۳-۸



دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده، دارای جرم‌های m و $2m$ ، روی دریاچه‌ای افقی و بدون اصطکاک قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان \vec{F} با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل رویه‌رو). هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصله l می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، با هم مقایسه کنید.

تمرین ۳-۹



برای آنکه تندی خودرویی از حال سکون به $2v$ برسد، باید کار کل W_1 روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تندی خودرو از v به $2v$ برسد، باید کار کل W_2 روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت W_1/W_2 چقدر است؟

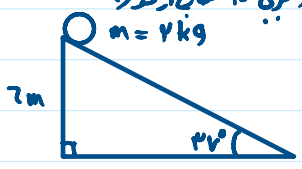
Δ مثال ۸: جسمی با سرعت 10 m/s در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن 100 J است. پس از مدتی سرعت این جسم تغییر کرده و در جهت منفی محور x به 20 m/s می‌رسد. در این مدت، کار کل انجام شده، چند ژول است؟ (برای هر تجربی 10 J)

Δ مثال ۹: گلوله‌ای به جرم 2 kg با تندی اولیه 20 m/s سمت راست به سمت چپ می‌رود. این گلوله با تندی 10 m/s از نقطه‌ای اوج (با تندی نقطه‌ای صفر) می‌گذرد. کار کل انجام شده بر روی گلوله از نقطه‌ای تا زمان رسیدن به نقطه اوج، چند ژول می‌شود؟ (زیاده‌تر 9 J خارج از کلاس)

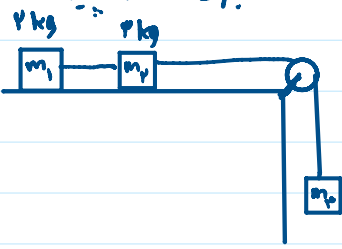
Δ مثال ۱: اتومبیل به جرم ۲ تن در یک جاده نیب دار که با سطح افق زاویه ۳۰° می سازد. روبرو بالا در حرکت است. اگر تندی اتومبیل در مدت ۲۰ ثانیه از ۲۰ کیلومتر بر ساعت به ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت، کار بکنند نیروی وارد بر اتومبیل در این بازه زمانی چند کلوژول است؟ (تجربی ۸۷ خارج از کشور)

Δ مثال ۱۱: جسمی به جرم ۲ kg روی سطح شیبی که با سطح افق زاویه ۳۰ درجه می سازد، با تندی ثابت روبرو پایین می لغزد. اگر در این حرکت جسم به اندازه ۲ m جابجا شود، کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟ (مراستی ریاضی ۹۴)

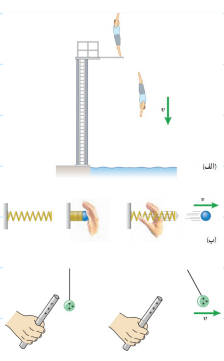
Δ مثال ۱۲: در سگ زرد، جسم از بالاترین نقطه ی سطح شیبدار، بدون تندی اولیه رها می شود. اگر نیروی اصطکاک جنبی در طول مسیر ۴ N باشد، تندی جسم در نقطه ی رسیدن به پایین سطح چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ (g = ۱۰ م بر ثانیه به توان ۲) (تجربی ۹۴ خارج از کشور)



Δ مثال ۱۳: در سگ زرد، فزنی m_1 از محل سکون رها می شود. اگر نقطه ای که فزنی m_2 به آن می آید، مجموع انرژی جنبی دو فزنی m_1 و m_2 روی سطح افقی به ۲۲۱.۵ J برسد، m_2 چند کیلوگرم است؟ (g = ۱۰ م بر ثانیه به توان ۲) (مراستی تجربی ۹۵)



کار و انرژی پتانسیل:



- انرژی پتانسیل یا انرژی ذخیره ای
- امکان شمع: گرما، گسیختگی، الکتریکی
- ویژگی یک سامانه (دسته) نه ویژگی یک جسم منفرد
- که به مکان اهدام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد.
- کاهش انرژی پتانسیل یک جسم با تغییر به صورت های دیگر انرژی همراه است.
- دقت جسمی از ارتفاع h_1 به ارتفاع h_2 نسبت به سطح زمین می رسد، کار نیروی وزن در این جابجایی برابر است با:

$$W_{\text{وزن}} = mgd \cos 0^\circ = mgd = mg(h_1 - h_2) = -(mgh_2 - mgh_1)$$



$$W_{\text{وزن}} = mg d \cos 0^\circ = mgd = mg(h_1 - h_2) = -(mgh_2 - mgh_1)$$



- انرژی پتانسیل گرانشی سامانه متکلی از زمین و جسم به جرم m در ارتفاع h به صورت $U = mgh$ تعریف می‌شود.

$$W = -(U_2 - U_1) = -\Delta U$$

انرژی پتانسیل	کار انرژی وزن	جهت حرکت
		بالا
		پایین

- کار انرژی وزن برابر با **منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی** است؛ بنابراین: $W = -\Delta U$
 - کار انرژی وزن به **میر** بستگی ندارد و همواره برابر با **منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی** است.

تذکره: کمیتی که در اینجا اهمیت دارد **تغییر انرژی پتانسیل گرانشی** است نه مقدار U در یک نقطه خاص. ما برای U می‌توانیم $U=0$ یا $h=0$ (مبدأ تعیین ارتفاع) را در هر نقطه‌ای در نظر بگیریم بدون اینکه در پاسخ مسئله تأثیری داشته باشد.

مثال ۳-۹

شکل زیر، کوه نوردی به جرم 72 kg را نشان می‌دهد که در حال صعود به قله زردکوه بختیاری به ارتفاع 4200 m از سطح آزاد دریاست. تغییر انرژی پتانسیل گرانشی کوه نورد در 1200 متری پایان ارتفاع صعود چقدر است؟ مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را (الف) سطح دریا و (ب) قله کوه بگیرد. ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)



زردکوه بختیاری، یکی از غنی‌ترین ذخایر طبیعی آب ایران و سرچشمه رودخانه‌های کارون و زاینده‌رود است.

پاسخ:

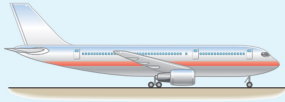
مثال ۳-۱۰

جسم ساکنی به جرم m را مانند شکل رویه رو، با دستمان از ارتفاع h_1 به ارتفاع h_2 می‌بریم و دوباره به حالت سکون می‌رسانیم. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، کار نیروی دست را در این جا به جایی محاسبه کنید.

پاسخ:

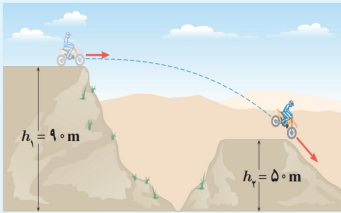


تمرین ۳-۱۱



انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) یک هواپیمای مسافری به جرم $7/50 \times 10^4 \text{ kg}$ که با تندی 864 km/h در ارتفاع $9/60 \times 10^3 \text{ m}$ حرکت می کند چقدر است؟ مقدار این انرژی ها را با هم مقایسه کنید.

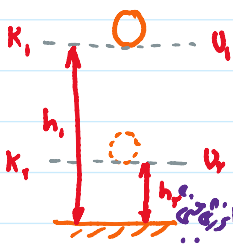
تمرین ۳-۱۲



جرم موتور سواری با موتورش 150 kg است. این موتورسوار، پرشی مطابق شکل روبه رو انجام می دهد. الف) انرژی پتانسیل گرانشی موتورسوار را روی هر یک از تپه ها حساب کنید ($g = 9/8 \text{ m/s}^2$). ب) کار نیروی وزن موتورسوار به همراه موتورش را در این جابه جایی به دست آورید.

بایستگی انرژی مکانیکی :

در نقاط یک جسم ، اگر مقاومت هوا ناچیز فرض شود ، انرژی پتانسیل و جنبشی هم تغییر نمی کنند .



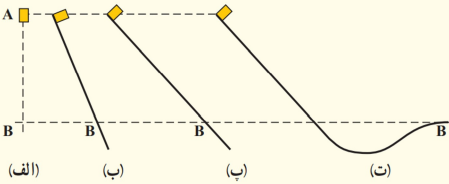
$$W_{\text{ذخ}} = -(U_2 - U_1) \Rightarrow K_2 - K_1 = -(U_2 - U_1) \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

تغییر کار انرژی جنبشی $W_{\text{ذخ}} = W_{\text{ف}} = K_2 - K_1$

- برابری این رابطه مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل جسم در نقطه های مختلف بر با هم برابری است.
- مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل یک جسم را انرژی مکانیکی آن می نامیم و با نماد E نشان می دهیم.
- انرژی مکانیکی در صورت نادیده گرفتن نیروهای مقاومت ، در تمام نقاط بر مقدار یکدیگر می دارد و پایسته است.

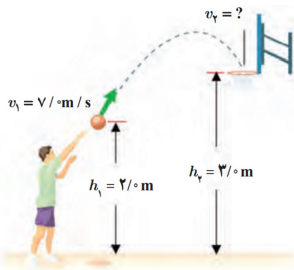
$$E = U + K \Rightarrow E_1 = E_2$$

پوشش ۳-۳



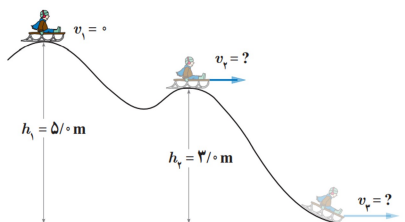
شکل روبه رو، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می دهد. در وضعیت الف، جسم از حال سکون سقوط می کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می کند. تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.

مثال ۳-۱۱



شکل روبه رو ورزشکاری را در حال پرتاب توپ بسکتبالی با تندی $v_1 = 7/0 \text{ m/s}$ به طرف سبد نشان می دهد. تندی توپ هنگام رسیدن به دهانه سبد چقدر است؟ مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید.

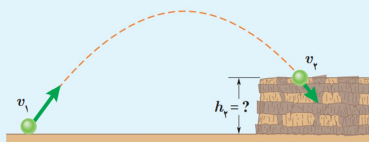
پاسخ :



سورتمه سواری از ارتفاع $h_1 = 5.0 \text{ m}$ بالای سطح زمین و روی مسیری بدون اصطکاک، از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. الف) تندی سورتمه را در ارتفاع h_2 به دست آورید. ب) تندی سورتمه را هنگامی که به سطح زمین می‌رسد پیدا کنید. مقاومت هوا را هنگام حرکت سورتمه نادیده بگیرید.

پاسخ:

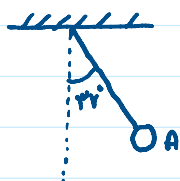
تویی مطابق شکل از سطح زمین با تندی $v_1 = 40 \text{ m/s}$ به طرف صخره‌ای پرتاب می‌شود. اگر توپ با تندی $v_2 = 25 \text{ m/s}$ به بالای صخره برخورد کند، ارتفاع h_2 را به دست آورید. مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید.



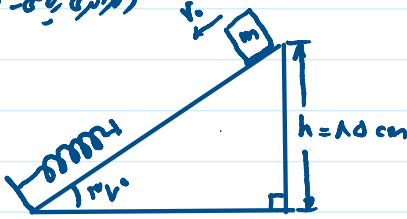
Δ سوال ۱۴: گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی مسافت $5h$ ، انرژی جنبشی آن با $\frac{1}{4}$ انرژی پتانسیل گرانشی آن برابر می‌شود. $\frac{5h}{h}$ چند برابر است؟ (سؤال پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز فرض شود) (برای ضریب ۹۲)

Δ سوال ۱۵: گلوله‌ای در شرایط خنثی از سطح زمین با تندی 30 m/s در امتداد قائم، به طرف بالا پرتاب می‌شود. در چند تری سطح زمین، انرژی جنبشی گلوله نصف انرژی پتانسیل گرانشی آن نسبت به سطح زمین است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) (تجربی ۸۹)

Δ سوال ۱۶: مطابق شکل متعل، آونگی به طول 1.25 m در تندی 3 m/s از وضعیت نشان داده شده (نقطه A) عبور می‌کند. کم‌ترین مقدار θ چند تری باشد تا آونگ تا رسیدن به وضعیت افقی برسد؟ (از مقدار $\cos 37 = 0.8$ و $\sin 37 = 0.6$ استفاده کنید) ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) (تجربی ۹۳)



Δ مثال ۱۷: در شکل زیر وزنه‌ای به جرم m با سرعت اولیه $v_0 = 4 \text{ m/s}$ با یک باسط بدون اصطکاک، رو به پایین پرتاب می‌شود. اگر
 مختبر انرژی پتانسیل کشسانی فزاد را بی‌خورد 1.8 انرژی جنبشی اولیه وزنه باشد، حداقل طول فنر به چند cm می‌رسد؟ (با $g = 10 \text{ m/s}^2$
 و $\sin 37^\circ = 0.6$) (برابر می‌شود - ۹۳)

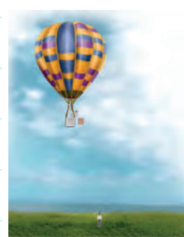


کار و انرژی درونی :

- مجموع انرژی های ذرات تشکیل دهنده یک جسم را، انرژی درونی آن جسم می‌گویند.
- انرژی درونی به ... و ... بستگی دارد.
- در ترمز کردن خودرو که سب گرم شدن لاستیک و سطح فابره می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که انرژی ... خودرو به انرژی ... لاستیک و سطح فابره تبدیل شده است.
- چون اغلب در عمل نمی‌توان این انرژی را درباره مورد استفاده قرار داد، معمولا از اصطلاح انرژی ... استفاده می‌شود.
- اگر کار نبرده می‌شود و اصطکاک در طول مسیر را با W_p نشان دهیم، آنگاه $W_p = E_p - E_k$ خواهد بود.
- این رابطه نشان می‌دهد به حضور نیروی اصطکاک، انرژی مکانیکی جسم یا ماده پایسته نمی‌ماند و این کاهش انرژی مکانیکی به صورت انرژی درونی درونی جسم و محیط اطراف در می‌آید.

قانون پایستگی انرژی : در یک سامانه ترموی، مجموع کل انرژی های پایسته می‌ماند. انرژی را نمی‌توان خلق یا نابود کرد و نه می‌توان پدید آورد. سامانه ترموی سامانه ای است که از محیط اطراف نه انرژی بگیرد و نه انرژی بدهد.

مثال ۳-۱۳



از بالونی که در ارتفاع 50 متری سطح زمین و با تندی 4 m/s در پرواز است، بسته‌ای به جرم 30 kg رها می‌شود و با تندی 25 m/s به زمین برخورد می‌کند. کار انجام شده توسط نیروی مقاومت هوا بر روی بسته را از لحظه رها شدن تا هنگام رسیدن به زمین حساب کنید.
پاسخ :

تمرین ۳-۱۵

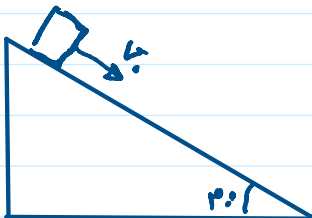


توبی به جرم 45 kg با تندی $v_1 = 1 \text{ m/s}$ از نقطه A می‌گذرد (شکل روبه‌رو). نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توب با زمین، 20 درصد انرژی جنبشی اولیه توب را تا رسیدن به نقطه B تلف می‌کنند. تندی توب را در این نقطه به دست آورید.

Δ مثال ۱۸: گلوله ای به جرم 200 g با سرعت اولیه 30 m/s در راستای قائم، روبرو بالا می‌تابد. مقادیر انرژی مکانیکی هوا به دست می‌آید. اگر انرژی مکانیکی هوا در برخورد صاف باشد، چگونه انرژی مکانیکی هوا تغییر می‌کند؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$) (برابری تجربی - ۹۷)

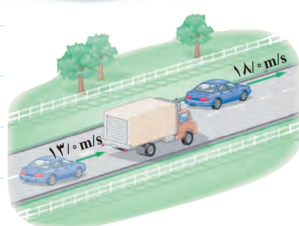
Δ مثال ۱۹: جسمی به جرم 2 kg روی سطح شیبی که با سطح افق زاویه 30° می‌سازد، به طور آزاد با سرعت ثابت لغزیده و به اندازه 2 m جابجایی می‌شود. کار انرژی اصطکاک در این جابجایی، در SI کدام است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$) (برابری ریاضی - ۹۴)

Δ مثال ۲۰: جسمی به جرم 2 kg را مطابق شکل، با سرعت اولیه 5 m/s به سطح شیبی می‌رسانند. روبرو پایین می‌تابد. اگر سرعت جسم پس از 12 m جابجایی روی سطح، به 8 m/s برسد، چقدر انرژی مکانیکی در این جابجایی تبدیل شده است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$) (برابری ریاضی - ۹۵)



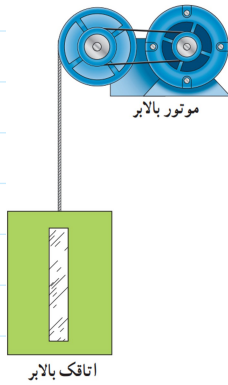
توان:

- آهنگ انجام کار
- برای انجام کار معینی به مدت زمانی لازم است.
- کمتر ... است.
- کار انجام شده در واحد زمان یا توان متوسط به صورت $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$ تعریف می‌شود.
- واحد توان ... می‌باشد که با ... تعیین داده می‌شود و واحد آن وات است.
- یکی از بکارهای رایج ... است. ($1\text{ hp} = \dots\text{ W}$)

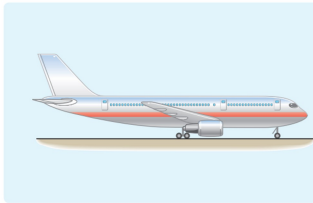


مثال ۳-۱۴
شکل روبه‌رو خودرویی به جرم 1300 kg را نشان می‌دهد که برای سبقت گرفتن از کامیونی، در مسیری افقی و در مدت 3 s تندی خود را از 130 m/s به 140 m/s تغییر داده است. توان متوسط موتور خودرو برای انجام این کار، دست کم چقدر باید باشد؟ نیروهای اتلافی را نادیده بگیرید.

جرم اتاقک بالابری به همراه بار آن 500 kg است (شکل روبه‌رو). اگر این بالابر در مدت 10 s از طبقه همکف به طبقه دوم در ارتفاع 6 m برود، توان متوسط موتور این بالابر چند اسب بخار است؟ نیروهای اتلافی را نادیده بگیرید.
پاسخ:



هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشراندهای (نیروی جلوبر هواپیما) برابر $2 \times 10^5 \text{ N}$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه 15 km در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند اسب بخار است؟

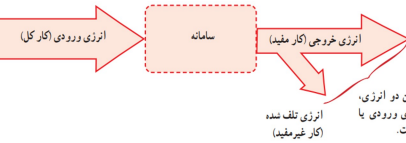


Δ سؤال ۲۱: اتومبیلی به جرم 900 kg در یک مسافتی روی سطح راست از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از 5 s قدری آن به $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ می‌رسد. توان متوسط اتومبیل چند کیلووات است؟ (نیروی مقاوم در مقابل حرکت را نادیده بگیرید) (برابری برهمنی ۸۱)

Δ سؤال ۲۲: توان لازم برای آنکه جسمی به جرم 20 kg را با شتابی مثبت، به اندازه 5 m/s^2 در مدت 2 s بالا ببرد، چند وات است؟ (آزاد-۹)

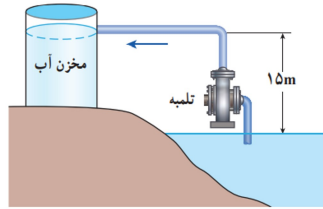
بازده: - در سامانه‌ها همیشه از انرژی ورودی (انرژی مصرفی سامانه) به انرژی مورد نیاز ما تبدیل می‌شود.
- در سامانه‌ها تنها بخشی از انرژی ورودی در دسترس ما قرار می‌گیرد که به آن انرژی خروجی یا کار مفید می‌گویند.

شکل ۳-۱۱: هوازه بخشی از انرژی ورودی به سامانه، به انرژی تلف شده یا کار غیر مفید تبدیل می‌شود.

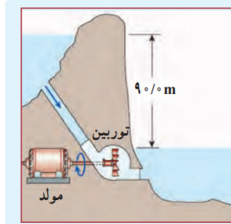


$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100$$

مجموع این دو انرژی، برابر انرژی ورودی یا کار کل است.



تلمبه‌ای با توان ورودی 15 kW در هر ثانیه 70 لیتر آب دریاچه‌ای به چگالی 1000 kg/m^3 را مطابق شکل روبه‌رو تا ارتفاع 15 متری مخزنی می‌فرستد. بازده تلمبه چند درصد است؟
پاسخ:



آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از مسیری مطابق شکل روی بره‌های توربینی می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. با چرخش توربین، مولد می‌چرخد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود (شکل روبه‌رو). اگر 85 درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به 20 MW برسد؟ جرم هر متر مکعب آب را 1000 kg در نظر بگیرید.

Δ مثال ۲۳: یک ماشین بلی با 1000 کیلوگرم از سطح زمین به ارتفاع 100 متر می‌برد. اگر حجم از این ارتفاع در شرایط خنثی نتواند دستش آن هنگام رسیدن به زمین 475 m/s باشد، بازده ماشین کدام است؟ (برابری ریاضی ۷۲)

Δ مثال ۲۴: یک آب در مساحت 252 متر مربع آب را تا ارتفاع 12 متر بالا می‌برد. اگر بازده پمپ 80 درصد باشد، توان پمپ چند کیلووات است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$) (برابری تجربی - ۹۸)