

مروری

ریشه‌یابی واژه‌های فیزیک

قسمت دوازدهم
سید جعفر مهرداد

۷۱. انرژی، کارمایه:

انگلیسی: energy

فرانسسه: energie

عربی: طاقة

«توانایی انجام کار» را انرژی یا کارمایه می‌نامند.^۱

درباره این واژه چند نکته زیر قابل ذکر است:

۱. در فیزیک تعریف «کار» (به انگلیسی work و به

فرانسوی travail و به عربی شغل) ارتباطی با استعمال

آن در زبان روزانه ندارد.

هرگاه نیروی F که با محوری زاویه ϕ بسازد، ذره‌ای

را در امتداد این محور به اندازه d جابه‌جا کند کاری که

این نیرو در این جابه‌جایی انجام می‌دهد، مطابق تعریف

برابر است با:

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

($F \cos \phi$) معرف اندازه نیرو در امتداد محور است.

۲. واژه انرژی ریشه یونانی دارد و به معنی نیرو (force)

در گنیش (action) است.^۲

در کتاب‌های فارسی به جای واژه انرژی واژه‌های

«فیض»^۳ و «ورزه»^۴ و «کارمایه، نیرو»^۵ نیز به کار رفته است.

ژول (۱۸۱۸-۱۸۸۹م) به جای انرژی، واژه نیرو (force)

را به کار برده است.^۶ باید توجه کنیم که دو مفهوم انرژی و

نیرو از هم متمایز هستند. کمیت فیزیکی انرژی تعمیمی

از مفهوم کمیت فیزیکی کار است.^۷ انرژی انواع گوناگون

دارد مانند انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل، انرژی گرمایی،

انرژی شیمیایی، انرژی الکتریکی، انرژی تابشی و... انرژی

هسته‌ای. انرژی مکانیکی یک دستگاه برابر مجموع انرژی

جنبشی و انرژی پتانسیل آن است که مستقیماً به صورت

«کار» ظاهر می‌شود. ممکن است انرژی از نوعی به نوعی

دیگر تبدیل گردد.

۷۲. انرژی جنبشی

انگلیسی: kinetic energy

فرانسسه: energie cinetique

عربی: طاقة حركيه

در فیزیک «انرژی مربوط به حرکت جسم» را انرژی

جنبشی می‌نامند.^۸ اصطلاح امروزی واژه انرژی جنبشی را

فیزیکدان بریتانیایی ویلیام تامسون (لرد کلونین) (۱۸۲۴-

۱۹۰۷) در سال ۱۸۵۶ وضع کرده است.^۹ نصف حاصل ضرب

جرم جسم در مجذور سرعت آن را انرژی جنبشی جسم

می‌نامند و با علامت $K = \frac{1}{2}mv^2$ نشان می‌دهند. تغییر

انرژی جنبشی جسم برابر با کاری است که نیروی برآیند

روی آن انجام می‌دهد.

پیش از این انرژی پتانسیل را نیروی مرده (به فرانسوی Force morte) می‌نامیدند.^{۱۵} انرژی پتانسیل انواع گوناگون مانند انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی پتانسیل کشسانی، انرژی پتانسیل الکتریکی و... دارد در کتاب‌های فیزیک به جای انرژی پتانسیل واژه‌های انرژی بالقوه، انرژی ذخیره‌ای، کارمایه بالقوه نیز به کار رفته است.^{۱۶} انرژی پتانسیل با مفهوم نوعی نیرو به نام «نیروی پایستار» بستگی بسیار نزدیکی دارد. این واژه و واژه‌های انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی پتانسیل کشسانی جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۷۴. نیروی پایستار

انگلیسی: conservative force

فرانسو: force conservative

عربی: قوه احتفاظیه

در فیزیک «نیروی پایستار» به صورت زیر تعریف شده است.

«نیرویی که کار آن در جابه‌جایی جسم از نقطه‌ای به

نقطه دیگر مستقل از مسیر است.»^{۱۷}

واژه پایستار صفت و از مصدر پایستن [= پاییدن] به معنی حفظ کردن، پایدار ماندن، بقا گرفته شده است و ویژگی کمیته را نشان می‌دهد که مقدار آن در موقعیت‌های معینی تغییر نمی‌کند.^{۱۸}

در کتاب‌های درسی فیزیک به جای «نیروی پایستار»، نیروی کنسرواتیو، نیروی ابقایی، نیروی پایا، نیروی محافظ و نیروی پاینده نیز به کار رفته است.^{۱۹}

در ساده‌ترین حالت برای حرکت یک‌بعدی با شتاب ثابت a هرگاه دوطرف رابطه $(v^2 - v_0^2 = 2ax)$ را در $\frac{1}{2}m$ ضرب می‌کنیم خواهیم داشت

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m \times 2ax = Fx = W$$

پیش از این دانشمند آلمانی لایب نیتس (۱۶۴۶-۱۷۱۶م) دوبرابر انرژی جنبشی جسم یعنی کمیت mV^2 را $ViS ViVa$ نامید که واژه لاتینی است و به معنی نیروی زنده (به فرانسوی force vive) است.^{۲۰} نیروی زنده معرف انرژی است و نیرو نیست.

در کتاب‌های فیزیک به جای انرژی جنبشی واژه‌های، انرژی سینیتیک، انرژی بالفعل، انرژی حرکتی را نیز به کار برده‌اند.^{۲۱}

۷۳. انرژی پتانسیل

انگلیسی: Potential energy

فرانسو: energie Patentielle

عربی: طاقة الوضع

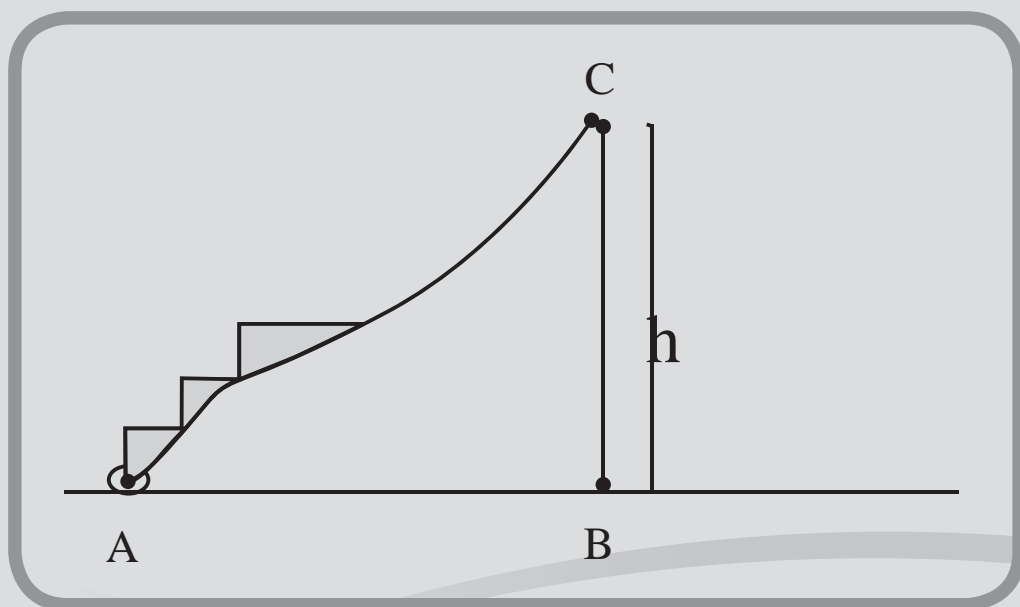
در فیزیک انرژی پتانسیل عبارت است از:

«توانایی انجام کار جسم یا سامانه به اعتبار پیکربندی

یا موقعیت مکانی آن.»^{۲۲}

واژه «پتانسیل» را ریاضیدان و فیزیکدان بریتانیایی جورج گرین (۱۷۹۳-۱۸۴۱) برای ولتاژ الکتریکی در سال ۱۸۲۸ وضع کرد.^{۲۳}

کلمه پتانسیل ریشه لاتینی دارد و به معنی توانایی و استعداد بالقوه (مقابل بالفعل) و نهفته است.^{۲۴}



نیروی وزن جسم از نوع نیروی پایستار است.

مطابق شکل ۱ جسمی به جرم m را یکبار از مسیر ABC و بار دیگر از مسیر AC به نقطه C می‌بریم. هرگاه شتاب جاذبه گرانشی زمین (= شتاب ثقل) را ثابت و برابر g فرض کنیم کار نیروی وزن mg در مسیر AB برابر صفر و در مسیر BC برابر $(-mgh)$ است. هنگامی که جسم را از A به C می‌رسانیم باز هم کار نیروی وزن این جسم برابر $(-mgh)$ خواهد بود زیرا می‌توان مسیر AC را به جابه‌جایی‌های بی‌نهایت کوچک که متناوباً قائم و افقی است تقسیم کرد. در جابه‌جایی‌های افقی نیروی وزن جسم عمود بر جابه‌جایی است و کار آن صفر و مجموع کارهای مربوط به جابه‌جایی‌های قائم نیز برابر $(-mgh)$ خواهد بود. بنابراین نتیجه می‌گیریم کار نیروی وزن جسم در جابه‌جایی از A به C به شکل مسیر بستگی ندارد و نیروی گرانشی زمین وارد بر جسم (= وزن جسم) از نوع نیروی پایستار است.

کار نیروی وزن جسم در مسیر AB برابر صفر و در مسیر BC برابر $(-mgh)$ و در مسیر CA برابر $(+mgh)$ است. بنابراین مجموع کارها در مسیر بسته $ABCA$ برابر صفر است. بدین ترتیب برای «نیروی پایستار» تعریفی معادل با تعریف قبل نتیجه می‌شود.

نیروی پایستار نیرویی است که کار آن در یک مسیر بسته برابر صفر است.^{۲۰}

۷۵. انرژی پتانسیل گرانشی

انگلیسی: gravitational potential energy

syn: gravitational energy

فرانسو: energie de gravitation

عربی: طاقة الجاذبية، طاقة الجهد

تغییر انرژی پتانسیل را بر حسب کاری که توسط نیروی پایستار انجام می‌گیرد با رابطه زیر تعریف می‌کنند.^{۲۱}

$$W_C = -\Delta U = -(U_f - U_i)$$

W_C معرف کار نیروی پایستار و ΔU نماینده تغییر انرژی پتانسیل اوست و U_f و U_i به ترتیب انرژی پتانسیل اولیه و انرژی نهایی را نشان می‌دهد. ترجیح این تعریف در آن است که به عامل خارجی اشاره نشده است و تنها نیروی پایستار حضور دارد.^{۲۲}

سامانه (= سیستم) زمین و یک جسم به جرم m را در نظر می‌گیریم وقتی جسم را از سطح زمین تا ارتفاع h به بالا ببریم و مقدار g را ثابت فرض کنیم $W_C = -mgh$ است و تغییر انرژی پتانسیل گرانشی $u_f - u_i = mgh$ خواهد بود با معلوم بودن نیروی پایستار و اندازه جابه‌جایی آن تغییر انرژی پتانسیل مجموعه (جسم + زمین) محاسبه می‌شود.

u_f و u_i انرژی پتانسیل این مجموعه را به ترتیب هنگامی نشان می‌دهد که ارتفاع جسم از سطح زمین $h_i = h_0$ و $h_f = h$ است.

باید توجه کنیم که جسم منفرد انرژی پتانسیل ندارد. همه اجسامی که برهم کنش متقابل دارند به‌طور جمعی انرژی ذخیره می‌کنند و انرژی پتانسیل گرانشی به دستگاه (جسم + زمین) تعلق دارد و این کمیت مربوط به خاصیت خود جسم به تنهایی نیست.^{۲۳}

مبدأ بخش انرژی پتانسیل یک مجموعه اختیاری است می‌توانیم سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی برای انرژی پتانسیل صفر قرارداد کنیم ($u_i = 0$) در این صورت انرژی پتانسیل گرانشی در ارتفاع h برابر $u = u_f = mgh$ خواهد بود. اگر مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در بی‌نهایت دور انتخاب شود یعنی با فرض $u_i = u_f = 0$ ، با محاسبه، انرژی پتانسیل گرانشی در فاصله r از مرکز زمین $U = -G \frac{M_e m}{r}$ به دست می‌آید. G ضریب جاذبه عمومی، M_e جرم زمین و m جرم جسم است.^{۲۴}

(واژه گرانشی و گراندین در شماره ۲۱- جرم گرانشی توضیح داده شده است)

۷۶- نیروی بازگرداننده

انگلیسی: restoring force

فرانسوی: force de rappel

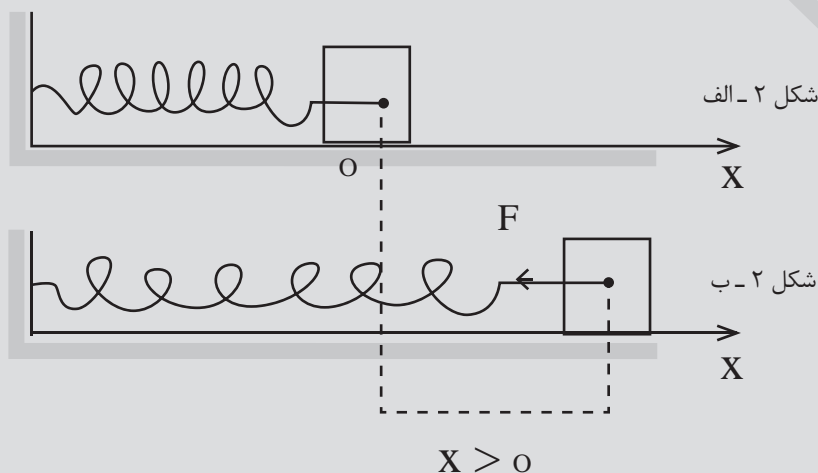
عربی: قوة الاستعادة

در فیزیک نیروی «بازگرداننده» عبارت است از «نیرو یا مجموعه‌ای از نیروها که در جهت عکس یا نیرو یا مجموعه‌ای از نیروها و به اندازه آن (Σ) اثر کند تا سامانه‌ای را که جابه‌جا شده است به وضعیت تعادل بازگرداند.^{۲۵}»

مطابق شکل ۲- الف جسمی به جرم m به یک سر فنر بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد. سر دیگر فنر به دیواره ثابتی متصل است. برای $x = 0$ فنر طول معمولی خود را دارد. مطابق شکل ۲- ب هرگاه فنر به اندازه x به طرف راست کشیده شود، از طرف فنر نیرویی بر جسم وارد می‌شود که با تقریب خوبی از رابطه $F = -kx$ به دست می‌آید. اندازه این نیرو با اندازه جابه‌جایی نسبت مستقیم دارد و همواره جهت این نیرو در خلاف جهت جابه‌جایی و به طرف مبدأ σ است. این نیرو که از طرف فنر بر جسم وارد می‌شود یک نیروی بازگرداننده است. در مورد نیروی بازگرداننده فنر دو یادآوری قابل ذکر است:

۱. فیزیک‌دان و فیلسوف انگلیسی رابرت هوک (۱۶۳۵-۱۷۰۳م) در سال (۱۶۷۶) ابتدا قانونی را به صورت رمز به

شکل ۲



پی‌نوشت

۱. دفتر اول واژه مصوب فرهنگستان
۲. مرجع ۸- در فیزیک «اثرگذاری نیرو بر جسم» را کنش می‌نامیم (دفتر دوم واژه مصوب فرهنگستان) - در کتاب‌های فیزیک معادل action واژه‌های عمل، اُثرش، آکسیون، عمل کرد، اقدام نیز به کار رفته است (مرجع ۶- الف)
۳. عبدالرحیم طالبوف - کتاب احمد یاسفینه طالبی تألیف ۱۲۶۸ ش
۴. محمود حسایی - مقدمه فیزیک حالت جامد - ۱۳۴۸ ش
۵. محمدعلی فروغی - سیر حکمت در اروپا - ۱۳۱۷ ش
۶. طرح فیزیک هاروارد بخش انرژی - ۱۳۷۱ ش
۷. مرجع ۱۰
۸. دفتر دوم واژه‌های مصوب فرهنگستان
۹. بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی - گاه‌شمار علم
۱۰. همان، مرجع ۹
۱۱. مرجع ۶- الف
۱۲. واژه‌های مصوب فرهنگستان دفتر پنجم
۱۳. گاه‌شمار علم
۱۴. مرجع‌های ۱۱
۱۵. مرجع ۹
۱۶. مرجع ۶- الف
۱۷. واژه‌های مصوب فرهنگستان - دفتر پنجم
۱۸. مرجع ۱- فرهنگ فشرده سخن ذیل واژه پایستار
۱۹. مرجع ۶- الف
۲۰. Raymond A. Serway Physics ۱۹۹۲, P. ۱۸۵
۲۱. HARTS BENSON MNIVERSITY PHYSICS ۱۹۹۱, P. ۱۴۷
۲۲. همان
۲۳. دانشنامه فیزیک تحصیلات تکمیلی زنجان - انرژی پتانسیل
۲۴. مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۶ و ۷ سال ۱۳۶۵
۲۵. واژه‌های مصوب فرهنگستان - دفتر سوم
۲۶. دکتر مهدی گلشنی - مکانیک بخش نوسان - دانشنامه فیزیک ذیل واژه قانون هوک
۲۷. واژه‌های مصوب فرهنگستان - دفتر اول
۲۸. همان کتاب
۲۹. RICHARDT. WEIDNER, physics ۱۹۸۹, P. ۱۸۶

عبارت لاتینی بیان کرد دو سال بعد پرده از روی مطلب برداشت و آن را با عبارتی بیان نمود که می‌توان آن را به این صورت معنی کرد: (از دید طول متناسب با نیرو است).^{۲۶} رابطه ساده تجربی $F = -kx$ را قانون هوک و ضریب تناسب k را ثابت نیرو (force constant) می‌نامند.

قانون هوک یک قانون واقعی فیزیک شبیه قانون حرکت نیوتون نیست. این قانون حالت خاصی از یک رابطه کلی‌تر مربوط به تغییر شکل جسم کشسان است. منظور از جسم کشسان (elastic body) در فیزیک جسمی است که «بعد از تغییر شکل بتواند به حالت اول برگردد».^{۲۷} تجربه نشان می‌دهد که قانون هوک تقریباً تا حد کشسانی صادق است. حد کشسانی (elastic limit) عبارت است از «حداکثر میزان تغییر شکل جسم کشسان بی‌آنکه تغییر شکل دائمی در آن پدید آید».^{۲۸}

۲. نیروی بازگرداننده فنر از نوع نیروی پایستار است زیرا اگر فنر را به اندازه Δx بکشیم کاری که توسط نیروی فنر انجام می‌شود برابر $(-kx\Delta x)$ است حال اگر فنر به همان اندازه متراکم شود به طوری که جابه‌جایی به اندازه قبل ولی در خلاف جهت یعنی $(-\Delta x)$ باشد کار نیروی بازگرداننده فنر $(-kx)(-\Delta x) = kx\Delta x$ است بنابراین در یک مسیر بی‌نهایت کوچک بسته، کاری که نیروی بازگرداننده فنر انجام می‌دهد برابر صفر می‌شود. بدین ترتیب برای هر مسیر کوچک متوالی دیگر نیز این موضوع صادق است. پس کار نیروی بازگرداننده فنر به طور کلی در یک مسیر بسته برابر صفر و نیروی بازگرداننده از نوع نیروی پایستار است.^{۲۹}