درست و نادرست

- درستی (✓) یا نادرستی (×) عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

☒ ۱) یکای انرژی جنبشی در SI برابر با $\frac{J}{s}$ است.

یکای انرژی جنبشی در SI برابر با $\frac{kgm^۲}{s^۲}$ است. دقت کنید یکای انرژی در SI ژول نیست و به افتخار این دانشمند ژول نامیده شده است.

☑ ۲) اگر تندی یک جسم در حال حرکت، نصف شود، انرژی جنبشی آن $\frac{۱}{۴}$ برابر می‌شود.

$$\frac{k_۲}{k_۱}=(\frac{v_۲}{v_۱})^۲=(\frac{\frac{۱}{۲}v_۱}{v_۱})^۲=\frac{۱}{۴}$$

☒ ۳) با ثابت ماندن جرم و تندی جسم، اگر جهت حرکت تغییر نکند، انرژی جنبشی جسم تغییر می‌کند.

انرژی جنبشی جسم به جهت حرکت جسم وابسته نیست.

☒ ۴) اگر جسم به‌سمت پایین حرکت کند، انرژی جنبشی جسم، منفی می‌شود.

انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای است و همواره مثبت است.

☑ ۵) انرژی جنبشی یک جسم با جرم آن رابطه‌ی مستقیم دارد.

☑ ۶) انرژی جنبشی یک جسم با تندی آن رابطه‌ی مستقیم دارد.

☒ ۷) اگر انرژی جنبشی جسم، ۴ برابر شود، قطعاً جرم آن ۴ برابر شده است.

چون در مورد ثابت بودن تندی چیزی گفته نشده است نمی‌توان به قطعیت گفت که جرم ۴ برابر شده است.

☒ ۸) انرژی جنبشی مانند کار می‌تواند مقادیر مثبت، صفر و منفی داشته باشد.

☒ ۹) یکای کار در SI برابر $\frac{N}{m}$ است.

یکای کار در SI برابر $N.m$ است.

☑ ۱۰) اگر نیرو و جابه‌جایی در خلاف جهت هم باشند، علامت کار، منفی است.

☒ ۱۱) اگر زاویه‌ی بین نیرو و جابه‌جایی، ۹۰° باشد، کار نیرو بیشینه است.

در این حالت کار برابر صفر است.

☒ ۱۲) کارنیروی اصطکاک جنبشی (W_{f_k}) در اغلب اوقات منفی است.

کار نیروی اصطکاک همیشه در خلاف جهت حرکت جسم است و مقدار آن منفی است.

☒ ۱۳) قضیه کار و انرژی فقط در مسیر مستقیم معتبر است.

☒ ۱۴) انرژی پتانسیل برای جسم منفرد تعریف می‌شود.

انرژی پتانسیل ویژگی یک سامانه است و به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد و به صورت منفرد تعریف نمی‌شود.

☑ ۱۵) اگر انرژی پتانسیل کاهش یابد، به انرژی‌های دیگر تبدیل می‌شود.

☒ ۱۶) اگر کارنیروی وزن، منفی باشد، جسم پایین آمده است.

۱۷) انرژی پتانسیل گرانشی جسم به مبدأ پتانسیل بستگی دارد.

۱۸) انرژی پتانسیل مانند انرژی جنبشی به حرکت جسم وابسته است.

۱۹) می‌توانیم u را در هر نقطه‌ی دلخواهی صفر در نظر بگیریم و در حل مسائل تأثیری ندارد.

۲۰) هر چه مقدار کار بیشتری، در مدت‌زمان کمتری انجام شود، توان انجام کار، بیشتر است.

۲۱) هر چه بازده بیشتر باشد، توان تلف‌شده نیز بیشتر است.

هرچه بازده بیشتر باشد یعنی توان تلف مفید نیز بیشتر است. در نتیجه توان تلف شده کمتر است.

۲۲) «وات» یکای انرژی مصرفی می‌باشد.

وات یکای کمیت توان است.

۲۳) هر یک وات معادل $1\frac{J}{s}$ است.

جای خالی

۱) کار انجام‌شده بر روی جسم تنها ناشی از مؤلفه‌ای از نیروی است که ...**در امتداد جابجایی**... جابه‌جایی است.

۲) هنگامی که علامت کار کل انجام‌شده روی جسم ...**مثبت**... است انرژی جنبشی افزایش می‌یابد.

۳) هنگامی که جسم رو به بالا حرکت می‌کند کارنیروی وزن ...**منفی**... است.

۴) هنگامی که انرژی پتانسیل گرانشی جسم در حال ...**افزایش**... است کارنیروی وزن منفی است.

۵) کارنیروی وزن به مسیر حرکت بستگی ...**ندارد**... .

۶) انرژی ...**پتانسیل گرانشی** ... یک جسم در حال سقوط در نزدیک زمین در حال کاهش و انرژی ...**جنبشی**... آن در حال افزایش است.

۷) با نادیده گرفتن اتلاف، انرژی ...**مکانیکی**... در تمام طول مسیر یکسان است.

۸) تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی بین دو نقطه به نقطه‌ای که به‌عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم وابسته ...**نیست**... .

۹) معمولاً با گرم‌تر شدن یک جسم انرژی ...**درونی**... آن افزایش می‌یابد.

۱۰) با حضور نیروهای اتلافی انرژی مکانیکی جسم پایسته ...**نیست**... .

۱۱) اسب بخار یکای ...**توان**... است.

تعریف کنید.

- قضیه کار و انرژی:

مطابق این قضیه، کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است.

- انرژی مکانیکی:

مجموع انرژی های پتانسیل و جنبشی هر جسم

- انرژی درونی:

انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی های ذره های تشکیل دهنده آن است.

- قانون پایستگی انرژی:

دریک سامانه منزوی مجموع انرژی های جسم ثابت می‌ماند. انرژی را نمی توان خلق یا نابود کرد و تنها می‌توان آن را از یک شکل به شکل دیگر تبدیل کرد.

- بازده:

نسبت انرژی خروجی به ورودی را بازده می‌نامیم.

گزینه درست را انتخاب کنید.

- عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۱) یکای انرژی جنبشی در SI، ... $\frac{kg.m^2}{s^2}$ ... $(\frac{kg.m^2}{s^2} - \frac{kg.m}{s^2})$ است.

۲) انرژی جنبشی، کمیتی ... **نرده‌ای**... (نرده‌ای- برداری) است.

۳) انرژی جنبشی به جهت حرکت جسم وابسته ... **نیست**... (است- نیست).

۴) علامت انرژی جنبشی ... **همیشه مثبت**... (همیشه مثبت- گاهی مثبت) است.

۵) انرژی ... **پتانسیل**... (جنبشی- پتانسیل) به مکان اجسام نسبت به هم بستگی دارد.

۶) انرژی پتانسیل مربوط به ... **سامانه**... (جسم- سامانه) است.

۷) کار، کمیتی ... **نرده‌ای**... (برداری- نرده‌ای) است.

۸) یک ژول برابر با ... $1N.m$ ... $(1\frac{N}{m} - 1N.m)$ است.

۹) اگر نیرو بر جابه‌جایی، عمود باشد، کار این نیرو ... **صفر**... (بیشینه- صفر) است.

۱۰) کار کل برابر با ... **مجموع جبری**... (مجموع جبری- حاصل‌ضرب) تک‌تک کارها است.

۱۱) اگر کارنیروی خالص وارد بر جسم، مثبت باشد، تندی جسم ... **افزایش**... (افزایش- کاهش) می‌یابد.

۱۲) اگر جهت نیروی خالص وارد بر جسم در خلاف جهت جابه‌جایی باشد، انرژی جنبشی جسم ... **کاهش**... (افزایش- کاهش) می‌یابد.

۱۳) اگر جسمی با تندی ثابت سقوط کند، کارنیروی خالص وارد بر جسم ... **صفر**... (صفر- مثبت) است.

۱۴) برای افزایش تندی جسمی، باید... **هم‌جهت**... (هم‌جهت- خلاف جهت) جابه‌جایی به جسم نیرو وارد می‌کند.

۱۵) اگر جسم پایین برود، کارنیروی وزن، ... **مثبت**... (منفی- مثبت) است.

۱۶) اگر جسم به‌طرف بالا حرکت کند، انرژی پتانسیل گرانشی جسم ... **افزایش**... (افزایش- کاهش) می‌یابد.

۱۷) اگر کارنیروی وزن، مثبت باشد، انرژی پتانسیل گرانشی جسم ... **کاهش**... (افزایش- کاهش) می‌یابد.

۱۸) انرژی پتانسیل گرانشی جسم به مبدأ پتانسیل گرانشی بستگی... **دارد**... (دارد- ندارد).

۱۹) تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم به مبدأ پتانسیل گرانشی بستگی ... **ندارد**... (دارد- ندارد).

۲۰) به مجموع انرژی‌های پتانسیل و جنبشی جسم، انرژی ... **مکانیکی**... (مفید- مکانیکی) می‌گویند.

۲۱) اگر نیروهای تلف‌کننده‌ی انرژی وجود نداشته باشند، انرژی مکانیکی جسم، ثابت ... **می‌ماند**... (می‌ماند- نمی‌ماند).

۲۲) اگر فقط نیروی وزن به جسم وارد شود، با بالا رفتن جسم، انرژی مکانیکی، تغییر ...**نمی‌کند**... (می‌کند- نمی‌کند)

۲۳) در حالتی که فقط نیروی وزن به جسم وارد می‌شود، با کاهش انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل... **افزایش**... (افزایش- کاهش) می‌یابد.

۲۴) به مجموع انرژی‌های ذره‌های سازنده‌ی جسم، انرژی .... **درونی**... (مکانیکی- درونی) می گویند.

۲۵) کارنیروهای مقاوم، برابر با ... **اختلاف**... (اختلاف- مجموع) انرژی‌های مکانیکی جسم در ابتدا و انتهای مسیر حرکت جسم است.

۲۶) نیروی مقاوم وارد بر جسم، باعث ... **کاهش**... (کاهش- افزایش) انرژی مکانیکی جسم می‌شود.

۲۷) در یک سامانه‌ی منزوی، مجموع کل انرژی، پایسته ... **است**... (نیست- است).

۲۸) یکای توان در SI برابر ...W... $(W-\frac{W}{s})$ می‌باشد.

۲۹) هر چه کار معینی در مدت‌زمان بیشتری انجام شود، توان ... **کمتر**... (بیشتر- کمتر) است.

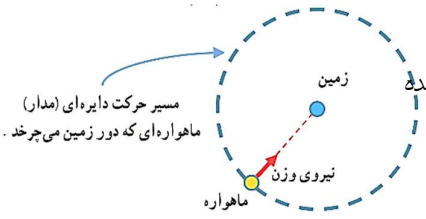
۳۰) هر چه بازده بیشتر باشد، نسبت توان مفید به توان کل ... **بیشتر**... (بیشتر- کمتر) است.

۳۱) اسب بخار، یکای ... **توان**... (انرژی- توان) است و هر اسب بخار، معادل ... **۷۴۶**... (۷۴۷- ۷۴۶) ... **وات**... (وات- ژول) است.

۳۲) به ... **آهنگ**... (آهنگ- تغییرات) انجام کار، توان گویند.

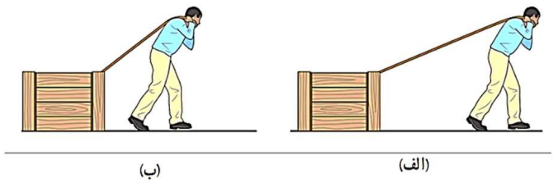
توضیحی تشریحی

۱- شکل زیر مدل‌سازی حرکت یک ماهواره به دور زمین را نشان می‌دهد. تنها نیروی وارد بر ماهواره، نیروی وزن آن است. چگونه امکان دارد انرژی جنبشی ماهواره همواره ثابت بماند؟ (مشابه تمرین کتاب)



باتوجه به شکل نیروی وزن همواره بر جابجایی عمود است. بنابراین کار انجام شده توسط نیروی وزن بر روی ماهواره صفر است. از طرفی چون تنها نیروی وارد بر ماهواره نیروی وزن است و کار کل صفر است، انرژی جنبشی ماهواره تغییر نمی‌کند.

۲- شخصی جسمی را یک‌بار 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 بزرگ‌تر وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت، ناچیز فرض کنید.

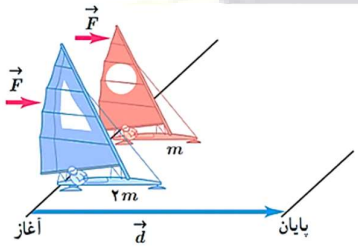


می‌دانیم در این جابجایی مولفه افقی نیرو $(f.\cos\theta)$ که در راستای جابجایی است کار انجام می‌دهد. چون در این مثال جابجایی و کار نیروها باهم برابر است خواهیم داشت:

$$W_۱ = W_۲ \Rightarrow f_۱.\cos\theta_۱ = f_۲.\cos\theta_۲$$

از طرفی چون می‌دانیم کسینوس زاویه درشکل (۱) بیشتر از شکل (۲) است بنابراین نیروی شخص در شکل (ب) بیشتر خواهد بود.

۳- دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخزده، دارای جرم‌های m و ۲m، روی دریاچه‌ی افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان $\vec{F}$ با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصله‌ی d می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، با هم مقایسه کنید.



قایق با جرم m را با اندیس ۱ و قایق با جرم ۲m را با اندیس ۲ نشان می‌دهیم:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \quad , \quad K_۲ = \frac{۱}{۲}(۲\,m)v_۲^۲$$

نیروی وارد بر قایق‌ها و جابجایی دو قایق با هم برابرند. بنابراین کار انجام شده روی دو قایق یکسان است. با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی و با در نظر گرفتن سرعت اولیه صفر برای هر دو قایق می توان نتیجه گرفت که انرژی جنبشی آنها با هم برابر است.

$$W_{t\,۱} = \Delta K = K_{\text{پایان}} - K_{\text{آغاز}} = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲$$

$$W_{t\,۲} = \Delta K = K_{\text{پایان}} - K_{\text{آغاز}} = \frac{۱}{۲}(۲\,m)v_۲^۲$$

و رابطه‌ی بین سرعت‌ها به شکل زیر بدست می‌آید:

$$W_{t\,۱} = W_{t\,۲} \rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}(۲\,m)v_۲^۲ \rightarrow v_۱^۲ = ۲v_۲^۲ \rightarrow v_۱ = \sqrt{۲}v_۲$$

۴- نمودار انرژی پتانسیل گرانشی برحسب ارتفاع برای جسمی که از ارتفاع h سقوط می‌کند را رسم کنید. (مقاومت هوا را ناچیز در نظر بگیرید.)

با کاهش ارتفاع از سطح زمین، انرژی پتانسیل گرانشی کاهش می‌یابد. تا جایی که وقتی به سطح زمین می‌رسد انرژی پتانسیل گرانشی صفر می‌شود.

۵- سه نوع انرژی پتانسیل را نام ببرید.

گرانشی– الکتریکی– کشسانی

۶- در هر حالت، تغییر انرژی پتانسیل و تبدیل شدن به انرژی‌های دیگر را توضیح دهید.

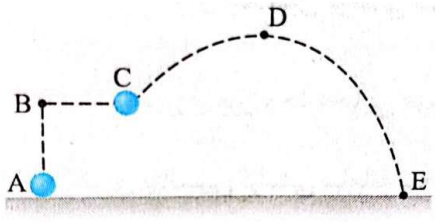
آ) فنری را توسط جسمی متراکم کرده و رها می‌کنیم.

ب) دو جسم باردار همنام را به هم نزدیک می‌کنیم و سپس رها می‌کنیم.

آ) با فشرده کردن فنر انرژی پتانسیل کشسانی سامانه‌ی جسم– فنر افزایش می‌یابد و پس از رها کردن، انرژی پتانسیل کشسانی کاهش یافته و تندی جسم افزایش می‌یابد.

ب) دو جسم باردار همنام تمایل ندارند به هم نزدیک شوند، بنابراین هر چه به هم نزدیک شوند انرژی پتانسیل الکتریکی سامانه‌ی دو جسم باردار افزایش می‌یابد و پس از رها شدن انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش یافته و انرژی جنبشی این دو جسم باردار افزایش می‌یابد.

۷- مطابق شکل مقابل، دروازه‌بان توپ را از زمین بلند کرده و چند متر را مستقیم حرکت می‌کند و سپس توپ را با دست پرتاب می‌کند. علامت کارنیروی وزن و نحوه‌ی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی توپ را در هر مرحله مشخص کنید. (مبدأ پتانسیل گرانشی را زمین در نظر بگیرید.



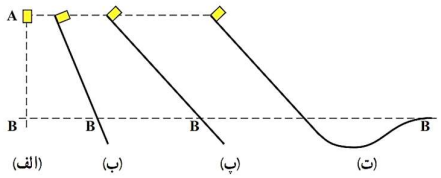
در هنگام بالا رفتن، علامت کار نیروی وزن منفی است و انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می‌یابد و در هنگام پایین آمدن بر عکس می باشد. در جابجایی افقی، کار نیروی وزن صفر است و انرژی پتانسیل گرانشی تغییر نمی‌کند.

۸- نشان دهید اگر جسمی از ارتفاع h رها شود و فقط نیروی وزن به آن وارد شود، رابطه‌ی $K_1 + U_1 = K_2 + U_2$ است.

از قضیه کار و انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم:

$$W_t = W_{mg} = K_2 - K_1 \xrightarrow{W_{mg} = -\Delta U} -\Delta U = K_2 - K_1$$
$$\Rightarrow -(U_2 - U_1) = K_2 - K_1 \Rightarrow -U_2 + U_1 = K_2 - K_1$$
$$\Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

۹- شکل مقابل، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در وضعیت (آ) جسم از حال سکون، سقوط می‌کند و در سه وضعیت دیگر، جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک، روبه پایین حرکت می‌کند. تندی جسم را در نقطه‌ی B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید. (مشابه تمرین کتاب درسی)



تندی اولیه‌ی جسم در هر چهار وضعیت برابر صفر است. بنابراین انرژی جنبشی اولیه‌ی جسم در هر چهار وضعیت صفر است. مبدا پتانسیل گرانشی را خط‌چین پایی انتخاب می‌کنیم. بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی نهایی جسم در هر چهار وضعیت برابر صفر است. با توجه به یکسان بودن جابجایی‌های عمودی و پایستگی انرژی مکانیکی می‌توانیم بنویسیم:

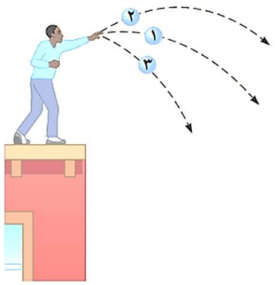
$$E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \xrightarrow{U_A = K_B = 0} U_A = K_B$$

$$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh}$$

چون ارتفاع ها یکسان است در هر چهار وضعیت تندی در پایان مسیر برابر است.

جرم جسم تاثیری در حل سوال نداشت.

۱۰- سه توپ مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند (شکل زیر). توپ (۱) در امتداد افق، توپ (۲) با زاویه‌ای بالاتر از امتداد افق و توپ (۳) با زاویه‌ای پایین‌تر از امتداد افق پرتاب می‌شود. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی جنبشی توپ‌ها را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید.



اگر مبدا پتانسیل گرانشی را زمین در نظر بگیریم، جسم در نقطه پرتاب هم انرژی جنبشی و هم انرژی پتانسیل گرانشی دارد و هنگام رسیدن به زمین فقط انرژی جنبشی دارد. بنابراین با توجه به صرف نظر کردن از مقاومت هوا طبق قانون پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \xrightarrow{U_2 = 0} K_1 + U_1 = K_2$$

با توجه به یکسان بودن انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی برای جسم در هر سه حالت نتیجه می‌گیریم که انرژی جنبشی جسم در هر سه حالت در لحظه رسیدن به زمین یکسان است و با توجه به یکسان بودن جرم در سه آزمایش، تندی جسم در لحظه‌ی رسیدن به زمین در هر سه حالت نیز یکسان است.

۱۱- شخصی توپ در حال حرکتی را با دست خود می‌گیرد (شکل روبه‌رو). پس از توقف توپ، انرژی جنبشی آن کجا رفته است؟

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، کاری که شخص برای متوقف کردن توپ انجام می‌دهد برابر با انرژی جنبشی توپ است. این کار، کار نیروی مقاوم است مانند اصطکاک یا مقاومت هوا که همیشه مانع حرکت جسم می‌شوند و به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. دست شخص پس از گرفتن توپ داغ می‌شود و هر چه سرعت توپ بیشتر باشد دست او قرمزتر و ملتهب‌تر خواهد شد.

۱۲- آیا کار کل انجام‌شده بر یک جسم در یک جابه‌جایی می‌تواند منفی باشد؟ توضیح دهید.

بله، زیرا با توجه به تعریف کار، ($W = Fd\cos\theta$) اگر θ زاویه‌ی بین بردار نیرو و جابه‌جایی ($۱۸۰^\circ \le \theta \le ۲۷۰^\circ$) باشد، مقدار $\cos\theta$ منفی است و علامت W نیز منفی خواهد بود.

نکته‌ی مهم: کار نیروهای اتلافی مانند مقاومت هوا و اصطکاک همواره منفی است.

۱۳- اگر مطابق شکل زیر سطلی را در دست نگه‌دارید، آیا نیروی دست شما هنگامی که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می‌زنید روی سطل کاری انجام می‌دهد؟ اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود چطور؟ پاسخ خود را در هر مورد توضیح دهید.

در حالت اول: نیروی دست شخص در راستای محور y و جابه‌جایی سطل در راستای محور x است و زاویه‌ی بین آن‌ها برابر ۹۰° است و چون $\cos ۹۰^\circ = ۰$ بنابراین $W = ۰$. به طور کلی هرگاه نیروی وارد بر یک جسم و جابه‌جایی بر هم عمود باشند، کار آن نیرو صفر است.

در حالت دوم: نیروی دست شخص با بردار جابه‌جایی زاویه‌ای می‌سازد که در نتیجه‌ی آن نیرو دو مؤلفه در راستای محورهای x و y دارد. مؤلفه‌ی قائم چون بر جابه‌جایی عمود است کاری انجام نمی‌دهد ولی مؤلفه در راستای محور x کار انجام می‌دهد.

در این حالت همچنین می‌توان گفت چون سرعت تغییر می‌کند طبق قضیه‌ی کار ـ انرژی جنبشی، کار انجام شده است:

$$W = \Delta K = \frac{۱}{۲}m(v^۲ - v_۰^۲)$$

۱۴- آیا انرژی جنبشی یک جسم می‌تواند منفی باشد؟ انرژی پتانسیل گرانشی یک سامانه چطور؟ توضیح دهید.

انرژی جنبشی نمی‌تواند منفی باشد، زیرا طبق رابطه‌ی $K = \frac{۱}{۲}mV^۲$، انرژی جنبشی برابر با حاصل‌ضرب جرم در مجذور سرعت است و این دو عدد همواره مثبت هستند.

در مورد انرژی پتانسیل باید گفت که منفی یا مثبت بودن این انرژی بستگی به سطح مبدأ انتخابی دارد. اگر جسم در سطح مبدأ قرار داشته باشد، انرژی پتانسیل آن صفر است و اگر بالاتر از سطح مبدأ باشد، انرژی پتانسیل آن مثبت و اگر پایین‌تر از سطح مبدأ باشد، انرژی پتانسیل آن منفی است.

۱۵- دو شخص هم‌جرم A و B به طبقه‌ی سوم ساختمانی می‌روند. شخص A با آسان‌بَر (آسانسور) و شخص B به آرامی از پله‌های ساختمان بالا می‌روند. گزاره‌های درست را با ذکر دلیل مشخص کنید.

الف) در طبقه‌ی سوم، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A از شخص B کمتر است، زیرا آرام‌تر بالا رفته است.

ب) انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A کمتر از شخص B است، زیرا برای رسیدن به طبقه‌ی سوم ساختمان مسافت کمتری پیموده است.

پ) کارنیروی وزن برای هر دو شخص در طول مسیر یکسان است.

ت) انرژی پتانسیل گرانشی هر دو شخص در طبقه‌ی سوم ساختمان یکسان است.

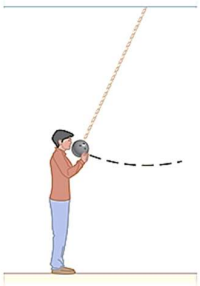
الف) نادرست است، زیرا انرژی پتانسیل فقط به جرم جسم، شتاب گرانش و ارتفاع جسم نسبت به مبدأ وابسته است و به سرعت حرکت جسم وابسته نیست.

ب) نادرست است، زیرا انرژی پتانسیل به مسافت پیموده شده توسط جسم بستگی ندارد.

پ) درست است، زیرا: $W_{وزن} = mgd$ و پارامترهای جرم، شتاب گرانش و جابه‌جایی برای هر دو شخص یکسان است.

ت) با توجه به توضیحات قسمت الف درست است.

۱۶- شکل زیر گلوله‌ای را نشان می‌دهد که از سقف کلاسی آویزان شده و دانش‌آموزی آن را از وضعیت تعادل خارج کرده و در برابر نوک بینی خود گرفته است.



الف) وقتی دانش‌آموز گلوله را رها می‌کند هنگام برگشت به او برخورد نمی‌کند. چرا؟ (این تجربه‌ی ساده ولی هیجان‌انگیز را در صورت امکان در کلاستان انجام دهید.)

ب) اگر دانش‌آموز هنگام رها کردن گلوله، آن را هُل دهد، هنگام برگشت آن، چه اتفاقی می‌افتد؟

الف) به دلیل وجود نیروی مقاومت هوا انرژی مکانیکی پایسته نیست و مقدار انرژی جنبشی گلوله کمتر از زمانی است که دانش‌آموز آن را رها می‌کند و در نتیجه گلوله هنگام بازگشت به ارتفاع قبلی خود نمی‌رسد.

ب) دانش‌آموز با هل دادن گلوله به آن سرعت اولیه می‌دهد و در نتیجه با افزایش انرژی جنبشی باعث افزایش انرژی مکانیکی گلوله نسبت به حالت (الف) می‌شود و بنابراین گلوله تا ارتفاع بیشتری بالا می‌آید و به صورت دانش‌آموز برخورد می‌کند.