پاسخ کتاب کار و تمرین

مجموعه تمرینات

۱- الف) سامانه ب) منفی کار نیروی وزن پ) مبدأ ت) منهای تغییر
ث) وزن، پتانسیل به جنبشی ج) متغیّر، ثابت، متغیّر چ) جنبشی، پتانسیل ح) جنبشی و پتانسیل، انرژی مکانیکی
خ) پایستگی انرژی د) همه نیروها (وزن و فنر و مقاومت هوا)، وزن و فنر، غیر از وزن و فنر
ذ) مثبت، مثبت

۲-

	کار نیروی مقاومت هوا	کار نیروی وزن	تغییر انرژی مکانیکی	تغییر انرژی پتانسیل گرانشی	تغییر انرژی جنبشی
فقط هنگام صعود	−	−	−	+	−
فقط هنگام فرود	−	+	−	−	+
در کل رفت و برگشت	−	۰	−	۰	−

۳- $W = K + U$ ، انرژی پتانسیل مربوط با موقعیت و انرژی جنبشی وابسته به تندی در حرکت است.

۴- انرژی شخص در زه به صورت انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره می‌گردد. انرژی پتانسیل در زه به صورت انرژی جنبشی در تیر ظاهر می‌گردد.

۵- به صورت انرژی گرمایی در محل تماس لنت و چرخ‌ها تلف می‌شود.

۶- انرژی باد باعث انرژی جنبشی در پرّه‌های مولّد شده و سپس این انرژی در مولد برق به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. قطعاً این مولدها از انرژی جنبشی باد یا به عبارتی از تندی باد می‌کاهند.

۷- F نیروی دست بر جسم است.

$$\Delta U = -W_{mg}$$
$$\Delta K = W_{mg} + W_F$$
$$\Delta E = \Delta U + \Delta K = W_F$$

۸- بر ماهواره نیروهای mg (وزن) و F (نیروی موشک) و f (نیروی مقاومت جو) وارد می‌گردد.

$$\Delta U > ۰ , \Delta K > ۰ , \Delta E > ۰$$
$$\Delta U = -W_{mg} , \Delta K = W_{mg} + W_F + W_f , \Delta E = W_F + W_f$$

۹- خیر، شهاب سنگ در تماس با جوّ به شدت گرم شده و می سوزد. براساس قانون پایستگی انرژی می‌توان گفت انرژی جنبشی آن تبدیل به انرژی گرمایی و نورانی می‌شود.

۱۰- نیروی خالص وارد بر جسمی با مقاومت هوا، کمتر و شتاب آن نیز کمتر است ($F = m.a$). این جسم مسیر را با سرعت متوسط کمتری طی کرده و زمان حرکت آن بیشتر است ($\bar{v} = \frac{\Delta y}{\Delta t}$). تغییر انرژی پتانسیل گرانشی برای هر دو یکسان است ($\Delta U = -W_{mg}$). اما جسم با مقاومت هوا کاهش انرژی مکانیکی دارد ($\Delta E = W_f < ۰$). و برای این جسم تغییر انرژی جنبشی نیز کمتر است ($\Delta E = \Delta K + \Delta U$).

۱۱- الف) در مسیر AB، نیروی فنر $mg > F_e$ سرعت و انرژی جنبشی رو به افزایش است. در مسیر BC، نیروی فنر $mg < F_e$، سرعت و انرژی جنبشی رو به کاهش است.

ب) mg همواره رو به پایین و کار آن W_{mg} است. نیروی فنر بر جسم F_e رو به بالا و کار آن W_e است.

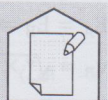
$$\Delta K = W \Rightarrow K_2 - K_1 = W_{mg} + W_e$$

در حرکت از A تا B، $\Delta K > 0$ و $W_{mg} > 0$ و $W_e < 0$ و $W_{mg} > |W_e|$ است. $K_B - \cancel{K_A}^{0} = W_{mg} + W_e$

در حرکت از B تا C، $\Delta K < 0$ و $W_{mg} > 0$ و $W_e < 0$ و $W_{mg} < |W_e|$ است. $\cancel{K_C}^{0} - K_B = W_{mg} + W_e$

پ)

$$\Delta K = W \Rightarrow \cancel{K_C}^{0} - \cancel{K_A}^{0} = W_{mg} + W_e \Rightarrow W_e = -W_{mg}$$



در تمرین ۱۱ یادآوری این نکته که در مسیر ABC نیروی وزن ثابت اما نیروی فنر با جهت ثابت (رو به بالا) دارای اندازهٔ متغیر و رو به افزایش است مفید می‌باشد. اشاره نمائیم که برای نیروهای متغیر لازم است از نیروی متوسط استفاده شود. مثلاً در حالتی که فنر نسبت به طول عادی افزایش طول به اندازه x دارد می‌توان نوشت: (ویژه دانش‌آموزان علاقمند)

$$W = \bar{F}.d.\cos\theta \Rightarrow W_e = \frac{0+kx}{2} \times x\cos 180^\circ \Rightarrow W_e = -\frac{1}{2}kx^2$$ (W_e کار نیروی فنر بر جسم است)

شما هم تجربهٔ خود را در سایت مرآت www.meraat.ir بخش صندوق تجربیات به اشتراک بگذارید

۱۲- الف)

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$
$$h_2 = 0 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 2gh \Rightarrow v_2^2 - 10^2 = 2 \times 10 \times 15 \Rightarrow v_2 = 20\frac{m}{s}$$

ب)

$$\Delta E = W_{air} \Rightarrow \Delta K + \Delta U = \frac{1}{10} \times \Delta U \Rightarrow \Delta K = -\frac{9}{10}\Delta U$$
$$\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = -\frac{9}{10} \times mg(\Delta h) \Rightarrow \frac{1}{2}(v_2^2 - 10^2) = -\frac{9}{10} \times 10(-15) \Rightarrow v_2 \simeq 19/2\frac{m}{s}$$

۱۳- الف) کشش نخ بر تمام اجزاء مسیر عمود بوده و کار آن صفر است.

$$\Delta K = W \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh + 0 \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh}$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2g(1 - l\cos 60^\circ)} \Rightarrow v_B = \sqrt{2 \times 10 \times 2(1 - \frac{1}{2})} \Rightarrow v_B = 2\sqrt{5}\frac{m}{s} \simeq 4/47\frac{m}{s}$$

ب)

$$\Delta K = W \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - 0 = mgh + 0 - 0/10mgh \Rightarrow v_B = \sqrt{1/8gh}$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{1/8 \times 10(2 - 2 \times \frac{1}{2})} \Rightarrow v_B = 3\sqrt{2}\frac{m}{s} \simeq 4/24\frac{m}{s}$$

۱۴- الف)

$$v_f - v_i = \frac{300}{100} \times v_i \Rightarrow v_f - 18000 = 3 \times 18000 \Rightarrow v_f = 72000\frac{km}{h}$$
$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K_f = \frac{1}{2} \times 200(\frac{72000}{3/6})^2 \Rightarrow K_f = 4 \times 10^{10}J$$

ب)

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K_i = \frac{1}{2} \times 200 \times (\frac{18000}{3/6})^2 \Rightarrow K_i = 2/5 \times 10^9 J$$
$$W = K_f - K_i \Rightarrow W = (4 - 0/25)10^{10} \Rightarrow W = 3/75 \times 10^{10}J$$

۱۵-
$$\Delta K = W_t = W_{mg} + W_f \Rightarrow 0 = W_{mg} + W_f \Rightarrow W_f = -mgh \Rightarrow W_f = -0/45 \times 10 \times 2/5 = -11/25J$$

۱۶- الف)
$$\Delta K = W_{mg} + W_F \Rightarrow 0 = -200 \times 10 \times 2 + W_F \Rightarrow W_F = 4000J$$

ب) بله، وزنه‌برداری که خم می‌شود تا وزنه را بردارد برای تغییر وضع بدن خود نیز تا ایستادن باید کار انجام دهد.

۱۷- الف)
$$W_{mg} = mgh = mg \times (x\sin 30^\circ) = 0/5 \times 10 \times 1/2 \times \frac{1}{2} \Rightarrow W_{mg} = 3J$$
$$W_e = -\Delta U_e \Rightarrow W_e = -2J\,, W_{F_N} = 0$$
$$\Delta K_{AC} = W_{mg} + W_e + W_{F_N} + W_{f_k} \Rightarrow 0 = 3 - 2 + 0 + W_{f_k} \Rightarrow W_{f_k} = -1J$$

ب)
$$\Delta K_{AB} = W_{mg} + W_F + W_{f_k} \Rightarrow K_B - 0 = 0/5 \times 10(1 \times \frac{1}{2}) + 0 + \frac{1}{1/2}(-1) \Rightarrow K_B = 1/6\,J$$

۱۸-
$$E_A = E_B \Rightarrow mgh_A + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh_A}$$
$$v_B = \sqrt{2 \times 10 \times 1/8} \Rightarrow v_B = 6\frac{m}{s}$$
$$E_C - E_B = W_f \Rightarrow 0 - \frac{1}{2}mv_B^2 = f_k \times d \times \cos\pi \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0/1 \times 36 = f_k \times 3 \Rightarrow f_k = 0/6N$$

۱۹-
$$\Delta K = W_t \Rightarrow \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = -mgh + \frac{20}{100}(-mgh)$$
$$\frac{1}{2}(20^2 - v_1^2) = -\frac{6}{5} \times 10 \times 2 \Rightarrow v_1 = 21/16\frac{m}{s}$$

■ ویژهٔ دانش‌آموزان علاقمند

۱- مسائل ۱۲ تا ۱۹ (مسائل فوق) نمونه‌هایی از حضور نیروی متغیر (نیروی فنر) و مسیرهایی غیر راست هستند که می‌توان در همه آنها از $\Delta K = W_t$ استفاده کرد.

۲- دو گلوله باردار که برهم نیرو وارد می‌کنند و اگر رها شوند با کار نیروهای الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی تبدیل به انرژی جنبشی می‌شود.

۳- الف) چون بستهٔ غذایی همراه با بالگرد سرعت افقی داشته، از دید خلبان سرعت اولیه بستهٔ غذایی صفر و سقوط آزاد در امتداد قائم است. خلبان بستهٔ غذایی را تا لحظهٔ رسیدن به زمین زیر پای خود می‌بیند و مسیر خط راست قائم است.
$$\Delta K = W \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - 0 = mgh \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 125} \Rightarrow v = 50\frac{m}{s}$$

ب) از نظر این شخص بستهٔ غذایی دارای $v_0 = 50\frac{m}{s}$ در راستای افق است که در مسیر منحنی به زمین می‌رسد.
$$\Delta K = W \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{50^2 + 2 \times 10 \times 125} \Rightarrow v \simeq 70/7\frac{m}{s}$$

۴-
$$|F_1| = |F_2| \Rightarrow m_1|a_1| = m_2|a_2| \Rightarrow m_1 \times \frac{|\Delta v_1|}{\Delta t} = m_2 \times \frac{|\Delta v_2|}{\Delta t}$$
$$\Rightarrow m_1|\Delta v_1| = m_2|\Delta v_2| \Rightarrow 100m_2 \times |\Delta v_1| = m_2 \times |\Delta v_2| \Rightarrow |\Delta v_2| = 100|\Delta v_1|$$

۵- الف)
$$\Delta E = 0 \Rightarrow E_1 = E_2 \Rightarrow mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0$$
$$10 \times 60 + \frac{1}{2} \times 20^2 = \frac{1}{2}v_2^2 \Rightarrow v_2 = 40\frac{m}{s}$$

ب)
$$\Delta E = W_F \Rightarrow E_2 - E_1 = -0/10U_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 - (mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2) = -0/1mgh_1$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_2^2 - 10 \times 60 - \frac{1}{2} \times 20^2 = -0/1 \times 10 \times 60 \Rightarrow v_2 \simeq 38/47\frac{m}{s}$$

پ)

$$\Delta E = W_F \Rightarrow E_۲ - E_۱ = -۰/۱E_۱ \Rightarrow E_۲ = ۰/۹E_۱ \Rightarrow$$
$$\frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = ۰/۹(\frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱) \Rightarrow \frac{۱}{۲}v_۲^۲ = ۰/۹(\frac{۱}{۲} \times ۲۰^۲ + ۱۰ \times ۶۰) \Rightarrow v_۲ \simeq ۳۷/۹۵ \frac{m}{s}$$

۶- الف)
$$\frac{\Delta K}{\Delta K'} = \frac{\frac{۱}{۲}m(v^۲ - ۰)}{\frac{۱}{۲}m'(v'^۲ - ۰)} = \frac{۵m' \times ۸^۲}{m' \times ۱^۲} \Rightarrow \frac{\Delta K}{\Delta K'} = ۳۲۰$$

ب)
$$\frac{W_{mg}}{W_{m'g}} = \frac{mgh}{m'gh} = \frac{۵m'gh}{m'gh} \Rightarrow \frac{W_{mg}}{W_{m'g}} = ۵$$

پ)
$$\frac{W_f}{W_{f'}} = \frac{\Delta E}{\Delta E'} = \frac{K - U_۰}{K' - U_۰'} = \frac{\frac{۱}{۲}mv^۲ - mgh}{\frac{۱}{۲}m'v'^۲ - m'gh} = \frac{\frac{۱}{۲} \times ۵m' \times ۸^۲ - ۵m' \times ۱۰ \times ۱۰^۳}{\frac{۱}{۲}m' \times ۱^۲ - m' \times ۱۰ \times ۱۰^۳} \Rightarrow \frac{W_f}{W_{f'}} \simeq ۴/۹۸$$

۷- الف)
$$E_i = E_f \Rightarrow mgh_i + ۰ = ۰ + \frac{۱}{۲}mv_f^۲ \Rightarrow v_f = \sqrt{۲gh_i} = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۱/۸} \Rightarrow v_f = ۶ \frac{m}{s}$$

ب)
$$E_i = E_f' \Rightarrow mgh_i' + ۰ = U_e + ۰ \Rightarrow U_e = ۰/۲ \times ۱۰(۱/۸ + ۰/۲) \Rightarrow U_e = ۴J$$

۸- همواره $U_g < ۰$ و هرچه فاصله از مرکز زمین بیش‌تر شود انرژی بیش‌تر شده و به صفر نزدیک می‌شود. به ازاء $r = \infty$، این انرژی بیشینه شده و صفر می‌گردد، یعنی مبدأ نقطهٔ بینهایت دور است.

۹- الف) نیروی عمودی سطح (N) بر اجزاء مسیر عمود بوده و کار آن صفر است.
$$E_A = E_C \Rightarrow mgh_A = mgh_C + \frac{۱}{۲}mv_C^۲ \Rightarrow ۱۰ \times ۱ = ۱۰ \times ۰/۲ + \frac{۱}{۲}v_C^۲ \Rightarrow v_C = ۴ \frac{m}{s}$$
ب) در نقطهٔ C هر دو نیروی N و mg قائم رو به پایین هستند و شتاب ایجاد می‌کنند.
$$F = m.a \Rightarrow N + mg = ma \Rightarrow N + ۰/۲ \times ۱۰ = ۰/۲ \times ۱۶۰ \Rightarrow N = ۳۰N$$

پ)
$$\Delta U_g = -W_{mg} = -(+mgh_{AC}) = -۰/۲ \times ۱۰ \times ۰/۸ \Rightarrow \Delta U_g = -۱/۶J$$
$$\Delta K = \frac{۱}{۲}m(v_C^۲ - v_A^۲) = \frac{۱}{۲} \times ۰/۲(۴^۲ - ۰) \Rightarrow \Delta K = ۱/۶J$$
$$\Delta E = \Delta K + \Delta U = -۱/۶ + ۱/۶ \Rightarrow \Delta E = ۰$$
براساس پایستگی انرژی مکانیکی، $\Delta E = ۰$ است.

همان‌طور که می‌دانید مباحث دینامیکی حرکت دایره‌ای قائم جالب اما خارج از حیطهٔ آموزشی این کتاب است. حداقل در تمرین ۹ می‌توان به رسم دو نیروی N و mg در نقاط دلخواه مسیر BC اقدام کرد تا جهت نیروی N در نقطه C بهتر درک شود.

شما هم تجربهٔ خود را در سایت مرآت www.meraat.ir بخش صندوق تجربیات به اشتراک بگذارید

آزمون چهارگزینه‌ای

۱- گزینهٔ «۲»
$$\frac{W_F}{\Delta U_g} = \frac{\Delta K - W_{mg}}{-W_{mg}} = \frac{(\frac{۱}{۲}m \times \frac{۱}{۲}gh - ۰) - (-mgh)}{-(-mgh)} = \frac{۵}{۴}$$

۲- گزینهٔ «۱»
$$\Delta E = W_f \Rightarrow \Delta U + \Delta K = -\bar{f}.h \Rightarrow -۴۰ + ۲۵ = -\bar{f} \times ۶ \Rightarrow \bar{f} = ۲/۵N$$

۳- گزینهٔ «۴»

$$\sin\theta = \frac{h}{x} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{h}{۲} \Rightarrow h = ۱m$$
$$W_{f_k} = -Q = -۰/۲۰|\Delta U_g| = -۰/۲۰ \times ۰/۵ \times ۱۰ \times ۱ = -۱J$$
$$W_{mg} = m.g.h = ۰/۵ \times ۱۰ \times ۱ = ۵J$$
$$\Delta K = W \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۰/۵ \times v^۲ - ۰ = ۵ - ۱ \Rightarrow v^۲ = ۱۶ \Rightarrow v = ۴\frac{m}{s}$$

۴- گزینهٔ «۳»

$$۵۴ \div ۳/۶ = ۱۵\frac{m}{s}$$
$$\Delta E = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴(۱۵^۲ - ۲۰^۲) \Rightarrow \Delta E = -۳۵J$$

۵- گزینهٔ «۴»

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow mgh = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow v = \sqrt{۲gh}$$

چون h برای هر دو یکسان است، $\frac{v_A}{v_B} = ۱$ می‌گردد.

۶- گزینهٔ «۲»

$$E_A = E_B \Rightarrow mgh_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ \Rightarrow v_B = \sqrt{۲gh_A} = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۰/۵} \Rightarrow v_B = ۳/۱۶\frac{m}{s}$$
$$E_A = E_C \Rightarrow mgh'_A = U_e \Rightarrow U_e = ۰/۵ \times ۱۰ \times ۰/۶ \Rightarrow U_e = ۳J$$

۷- گزینهٔ «۱»

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲ \Rightarrow ۰ + ۴۰h = ۲۰۰ + ۴۰ \times ۴ \Rightarrow h = ۹m$$

۸- گزینهٔ «۴»

$$E_۲ = E_۱ \Rightarrow E_۲ = k_۱ + U_۱ \Rightarrow E_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + ۰ = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^۲ \Rightarrow E_۲ = ۱۰۰J$$

۹- گزینهٔ «۴»

$$\Delta K = W_{mg} + W_{F_N} + W_e + W_{f_k} \Rightarrow ۰ = ۰ + ۰ + ۰/۴ + f_k \times ۱(\cos۱۸۰^\circ) \Rightarrow f_k = ۰/۴N$$

۱۰- گزینهٔ «۳»

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow K_۱ + U_۱ = K_۲ + U_۲ \Rightarrow ۰ + ۰ = K_۲ + (mgh + mgh') \Rightarrow$$
$$K_۲ = -(mgh + mgh') = -[۰/۱ \times ۱۰ \times ۰/۲۵ + ۰/۱ \times ۱۰(-۰/۷۵)] \Rightarrow K_۲ = ۰/۵J$$

بزرگوارترین مردمان، کودک‌وارترین آنهایند و پیچیده‌ترین روح‌ها، ساده‌ترین آنهایند.

دانش‌آموزی که شخصاً به کسب دانش می‌پردازد، در مقایسه با آن‌که دانش از طریق معلم در اختیارش قرار می‌گیرد، عملکرد بهتری دارد.

تنبلی: اگر نبود، این همه اختراعات برای راحتی و رفاه بشر کجا بود؟

باید دانست که غالباً کودک علت آن‌چه را شما عیب می‌دانید، نمی‌داند، لذا قبل از سرزنش، او را بر پیامد رفتار خویش آگاه کنید تا فاصله‌ای بین فهم شما و او ایجاد نشود.