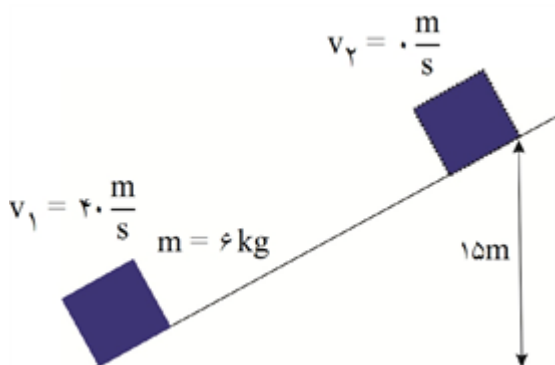
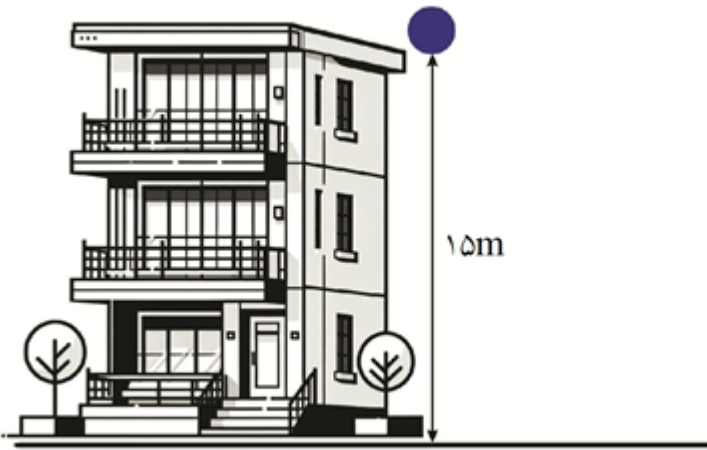
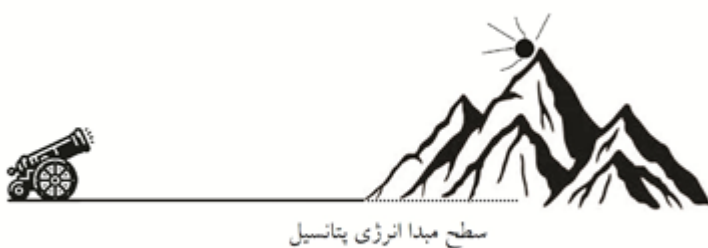


لطفاً پاسخ سوالات را روی همین برگ بنویسید

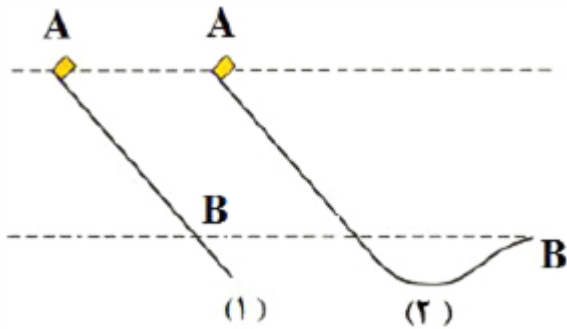
۱	درستی یا نادرستی جمله زیر را مشخص کنید. - کار نیروی وزن همواره برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین است.
۲	در هر سامانه بخشی از انرژی ورودی به انرژی موردنظر ما (مفید) تبدیل می‌شود. بقیه انرژی ورودی به چه صورت درمی‌آید؟
۳	یک خودرو به جرم 800 kg با تندی $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ در حال حرکت است. ناگهان راننده مانعی را در جلوی خود دیده و ترمز می‌کند. اگر در اثر ترمز، خودرو کاملاً متوقف شود، چند کیلوژول گرما تولید می‌شود؟
۴	مطابق شکل جسمی به جرم 6 kg روی سطح با تندی $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ هل می‌دهیم. جسم پس از طی 78 m متوقف می‌شود. الف) مجموع کار نیروهای تلف‌کننده را به دست آورید. ب) اگر فقط اصطکاک به عنوان نیروی تلف‌کننده وجود داشته باشد، اندازه نیروی اصطکاک را به دست آورید.
۵	درستی یا نادرستی هریک از گزاره‌های زیر را مشخص کنید. ث) مقدار انرژی جنبشی جسم به جهت حرکت آن وابسته است. ج) انرژی پتانسیل گرانشی یک سامانه می‌تواند منفی باشد.



	<p>مطابق شکل گلوله‌ای از بالای ساختمانی رها می‌شود. تندی برخورد گلوله به سطح زمین را به دست آورید. (از مقاومت هوا صرف نظر کنید و $g = 10 \frac{m}{s^2}$)</p> 	۶
	<p>مطابق شکل یک توپ جنگی گلوله‌ای به جرم 5 kg را سمت یک کوه پرتاب می‌کند. توپ با تندی $720 \frac{km}{h}$ به نقطه‌ای از کوه به ارتفاع 800 m از سطح مبدأ انرژی برخورد می‌کند. انرژی مکانیکی در هنگام برخورد به کوه چند ژول است؟</p> 	۷
	<p>جسمی با سرعت $+20 \frac{m}{s}$ حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن 400 J است. پس از مدتی سرعت جسم تغییر کرده و به $-20 \frac{m}{s}$ می‌رسد. کار برآیندی که روی این جسم انجام شده، چند ژول است؟</p>	۸
	<p>برای آن که نیروی خالصی بتواند تندی جسم را از 7 به 27 برساند باید مقدار 60 J کار روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد، تندی جسم از 7 به 47 برسد، کاری که روی این جسم باید انجام شود چند ژول است؟</p>	۹



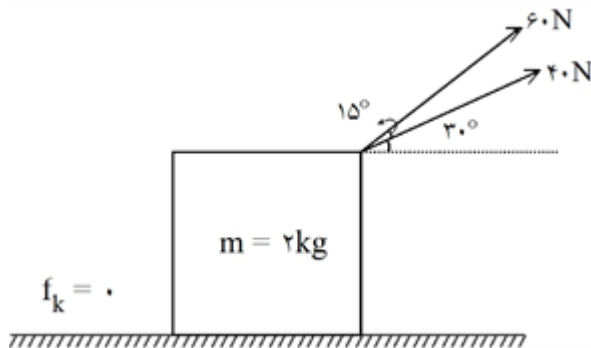
شکل مقابل، دو مسیر متفاوت ۱ و ۲ برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در هر دو مسیر، جسم از حالت سکون از نقطه A روی مسیر بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می‌کند. با ذکر دلیل، انرژی جنبشی جسم را در نقطه B برای هر دو مسیر مقایسه کنید.



۱۰

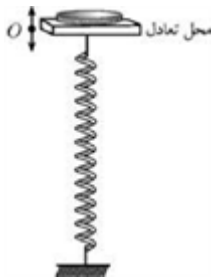
در شکل مقابل اگر جسم از حال سکون شروع به حرکت کند، پس از 20 m جابه‌جایی سرعت آن چند $\frac{m}{s}$ می‌شود؟

$$(\sqrt{95} = 9/7, \sqrt{2} = 1/4, \sqrt{3} = 1/7)$$



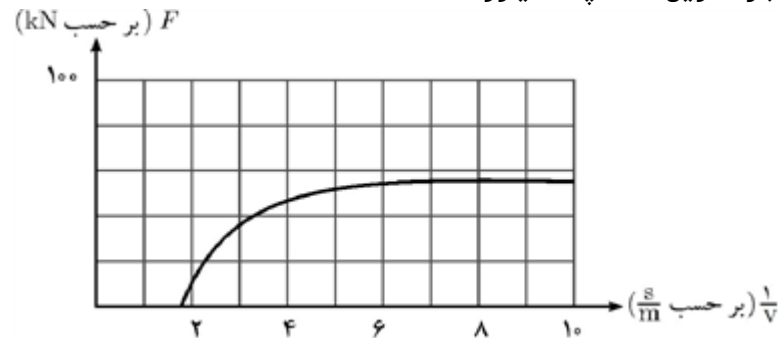
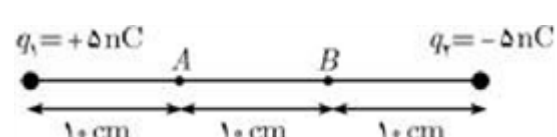
۱۱

فنری با جرم ناچیز را مطابق شکل، به صورت قائم قرار می‌دهیم و روی آن صفحه‌ای سبک و افقی نصب می‌کنیم. ثابت فنر $9 \frac{N}{m}$ است. روی صفحه سکه‌ای به جرم 18 g قرار دارد و دستگاه در حالت تعادل است. اکنون صفحه را به آرامی، به اندازه d نسبت به نقطه‌ی تعادل پایین می‌بریم و سپس رها می‌کنیم. بیشترین مقدار d باید چند میلی‌متر باشد تا سکه از صفحه جدا نشود؟



۱۲



	<p>یک نوار نقاله باری را جابه‌جا می‌کند. نیرویی که نوار به بار وارد می‌کند (در راستای خود نوار) F و سرعت بار V است.</p> <p>نمودار F بر حسب $\frac{1}{V}$ به شکل روبرو است.</p> <p>بیشینه‌ی توانی که این نوار نقاله می‌تواند به بار تحویل دهد چند کیلووات است؟</p> 	۱۳
	<p>گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع $۱۹/۲$ متری بالای سطح زمین رها می‌شود. هرگاه گلوله در هر برخورد به زمین $\frac{3}{4}$ انرژی جنبشی خود را از دست بدهد، پس از توقف مجموعاً چه مسافتی را بر حسب متر پیموده است؟</p>	۱۴
	<p>پتانسیل الکتریکی در یک نقطه به فاصله‌ی r از بار نقطه‌ای q برابر است با $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$. در شکل زیر، دو بار الکتریکی $q_1 = ۵nC$ و $q_2 = ۵nC$ در فاصله‌ی $۳۰cm$ از هم ثابت شده‌اند. یک ذره با جرم $۹۰mg$ و بار الکتریکی $+۱nC$ از حالت سکون روی خط راست از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی B شروع به حرکت می‌کند. سرعت این ذره در نقطه‌ی B چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟</p> 	۱۵





۱ درست

۲ به انرژی‌های ناخواسته (مانند گرما) در اثر عوامل اصطکاکی یا انرژی تلف شده

۳

$$v = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} \div \frac{3}{4} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow K_2 + U_2 - (K_1 + U_1) = W_f \Rightarrow \frac{m}{2}v_2^2 - \frac{m}{2}v_1^2 = W_f$$

$$\Rightarrow \frac{-800}{2}(15)^2 = -90 \text{ kJ}$$

۴ الف

$$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow mgh_2 + \frac{m}{2}v_2^2 - \left(mgh_1 + \frac{m}{2}v_1^2\right) = W_f$$

$$\Rightarrow mgh_2 - \frac{m}{2}v_1^2 = W_f \Rightarrow 6 \times 10 \times 15 - \frac{1}{2} \times 6 \times 40^2 \Rightarrow 900 - 4800 = -3900 \text{ J}$$

ب

$$W_f = f_d \Rightarrow f = \frac{W_f}{d} = \frac{-3900}{78} = -50 \text{ N} \Rightarrow |f| = 50 \text{ N}$$

ج درست

۵ ث نادرست



۶

$$E_1 = E_2$$

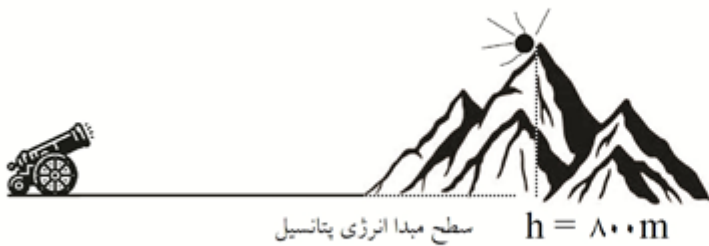
$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

$$\Rightarrow \cancel{\frac{1}{2}mv_1^2} + gh_1 = \cancel{\frac{1}{2}mv_2^2} + gh_2 \Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2$$

$$\frac{1}{2} \times 0^2 + 10 \times 15 = \frac{1}{2} \times v_2^2 + 10 \times 0$$

$$150 = \frac{1}{2}v_2^2 + 0 \Rightarrow v_2^2 = 300 \Rightarrow v_2 = 10\sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$





$$v = 72 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \cdot \frac{10}{36} = 2 \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۷

$$E = K + U \Rightarrow E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{5}{2} \times (2 \times 10^2)^2 + 5 \times 10 \times 800$$

$$= 10 \times 10^4 + 40 \times 10^4 = 14 \times 10^4 \text{ J} = 140 \text{ kJ}$$

$$\textcircled{1} \begin{cases} V_1 = +20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ K_1 = 400 \text{ J} \end{cases} \quad \textcircled{2} \begin{cases} V_2 = -20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ K = ? \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \Rightarrow K_2 = 400 = \left(\frac{20}{20} \right)^2 = 1 \Rightarrow K_2 = 400 \text{ J}$$

$$\Rightarrow W_t = K_2 - K_1 = 400 - 400 = 0 \text{ J}$$

۸

$$W_t = K_2 - K_1$$

$$\frac{W'_t}{W_t} = \frac{\frac{1}{2}m(16v^2 - v^2)}{\frac{1}{2}m(4v^2 - v^2)} \Rightarrow \frac{W'_t}{40} = \frac{15}{3} \Rightarrow W'_t = 300 \text{ J}$$

۹

در نقطه B انرژی جنبشی جسم در هر دو حالت برابر است. انرژی پتانسیل گرانشی اولیه در هر مسیر یکسان است چون جسم نسبت به نقطه B ارتفاع یکسانی دارند. چون اصطکاک نداریم انرژی مکانیکی در هر دو مسیر پایسته ست. کل انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

۱۰

$$\theta_1 = 30^\circ$$

$$F_1 = 40 \cos 30^\circ = 40 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 34 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_{\text{کل}} = 34 + 42 = 76 \text{ N}$$

$$\theta_2 = 30^\circ + 15^\circ = 45^\circ$$

۱۱

$$F_2 = 60 \cos 45^\circ = 60 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 42 \text{ N}$$

$$W = Fd = 76 \times 20 = 1520 \text{ J}$$

$$W_t = \Delta k = \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow 1520 = \frac{2}{2} (v_2^2 - 0^2) \Rightarrow v_2^2 = 1520 \Rightarrow v_2 = \sqrt{1520}$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{16 \times 95} = 4 \sqrt{95} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 4 \times 9.7 = 38.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$





در شکل‌های زیر حالت آزاد فنر (بدون اعمال نیرو)، حالت تعادل فنر (با اعمال وزن سکه) و حالت فشردگی فنر برای انجام حرکت نوسانی (با اعمال نیروی عامل خارجی) نشان داده شده است.

در شکل (۱) حالت آزاد فنر را می‌بینیم، بنابراین طول عادی فنر برابر x فرض شده است. در شکل (۲) حالت تعادل فنر را می‌بینیم، بنابراین با فشرده شدن فنر به اندازه x ، مجموعه به تعادل می‌رسد و باید برآیند نیروهای وارد بر سکه برابر صفر باشد.

$$\Sigma F = 0 \rightarrow F - mg = 0 \rightarrow F = mg \rightarrow Kx = mg$$

$$\rightarrow 9 \times x = \left(\frac{18}{1000} \right) \times 10 \rightarrow x = \frac{2}{100} m = 2 \text{ cm} = 20 \text{ mm}$$

در شکل (۳) فنر را به اندازه d فشرده‌ایم و رها می‌کنیم، می‌دانیم که مجموعه سکه و فنر حول نقطه‌ی تعادل با دامنه‌ی d نوسان می‌کند. کمترین ارتفاع آن $d - (x - x)$ و بیش‌ترین ارتفاع آن $d + (x - x)$ خواهد بود. چون سکه به صفحه‌ی سبک زیرین نچسبیده است، پس هنگامی که صفحه به سطح A می‌رسد نباید سکه از آن جدا شود، این در حالی رخ می‌دهد که ما مجموعه را با دامنه‌ی نوسان $d \leq x$ به نوسان در آوریم تا در بالاترین موقعیت سطح A ، فنر به طول آزاد خود برسد. بنابراین بیشترین مقدار d برابر $x = 20 \text{ mm}$ خواهد شد. به جز تحلیلی که در بالا بر مبنای شناخت حرکت نوسانی، دامنه‌ی نوسان و ... ارائه شد می‌توانیم با استفاده از بررسی انرژی مکانیکی دستگاه نیز به این سؤال پاسخ دهیم. در این مجموعه انرژی‌های جنبشی، پتانسیل گرانشی و پتانسیل کشسانی در حال تبدیل به یکدیگر می‌باشند و انرژی مکانیکی دستگاه بین آن‌ها توزیع می‌شود. اگر در این مجموعه اتلاف انرژی وجود نداشته باشد باید قانون پایستگی انرژی مکانیکی برقرار باشد. اگر سطح مبنای انرژی پتانسیل گرانشی را سطح آزاد فنر فرض کنیم (یعنی ارتفاع x از سطح زمین)، شرط آن که سکه از صفحه‌ی سبک زیرین جدا نشود، آن است که هنگامی که فنر به طول عادی و آزاد خود می‌رسد و حرکت صفحه‌ی آن متوقف می‌شود سکه دارای سرعت و انرژی جنبشی باشد. پس می‌توانیم در این حالت قانون پایستگی انرژی را بین سطح B و سطح آزاد فنر به کار ببریم و داریم:

$$E_{\text{آزاد}} = E_B \rightarrow K_{\text{آزاد}} + U_{g_{\text{آزاد}}} + U_{e_{\text{آزاد}}} = K_B + U_{g_B} + U_{e_B}$$

در سطح آزاد فنر (یعنی سطح x) مقدارهای ارتفاع h و فشردگی فنر L برابر صفر می‌باشند بنابراین انرژی‌های پتانسیل گرانشی ($U_{g_{\text{آزاد}}}$) و پتانسیل کشسانی ($U_{e_{\text{آزاد}}}$) صفر است و تنها انرژی جنبشی سکه ($K_{\text{آزاد}}$) باقی می‌ماند، زیرا ما برای سکه سرعتی در جهت جدا شدن از صفحه‌ی زیرین در نظر گرفته‌ایم. در حداکثر فشردگی انجام شده بر روی فنر (یعنی سطح B) مقدار سرعت سکه (V_B) برابر صفر است چون در این حالت مجموعه‌ی فنر و سکه رها شده است. بنابراین انرژی جنبشی اولیه‌ی سکه (K_B) صفر است. در این موقعیت ارتفاع سکه نسبت به سطح مبنا $-(x + d)$ و فشردگی فنر $x + d$ است. پس مقدارهای رابطه‌ی بالا را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم.

$$\frac{1}{2} m V_{\text{آزاد}}^2 + mg h_{\text{آزاد}} + \frac{1}{2} k L_{\text{آزاد}}^2 = \frac{1}{2} m V_B^2 + mg h_B^{-(x+d)} + \frac{1}{2} K L_B^{x+d}$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} m V_{\text{آزاد}}^2 = -mg(x + d) + \frac{1}{2} K(x + d)^2$$

چون برای $V_{\text{آزاد}}$ حداقل مقداری بزرگ‌تر از صفر در نظر گرفته‌ایم، بنابراین باید حاصل عبارت سمت راست همواره مثبت

$$-mg(x + d) + \frac{1}{2} K(x + d)^2 > 0 \rightarrow (x + d) \left(\frac{1}{2} K(x + d) - mg \right) > 0$$

عبارت $x + d$ همواره مثبت می‌باشد بنابراین عبارت $\frac{1}{2} K(x + d) - mg$ نیز باید مقداری مثبت داشته باشد.

بنابراین:

$$\frac{1}{2} K(x + d) - mg > 0 \rightarrow \frac{1}{2} Kx + \frac{1}{2} Kd > mg \quad \text{مگرا محاسبه کردیم،} \quad mg = Kx$$



$$Kx + \frac{1}{2} Kd > Kx \rightarrow \frac{1}{2} Kd > \frac{1}{2} Kx \quad \text{و} \quad K > 0 \rightarrow d > x$$

پس اگر فشردگی فنر نسبت به وضعیت تعادل (d) از مقدار فشردگی فنر تا رسیدن به حالت تعادل (x) بیش‌تر باشد، با



۱۳

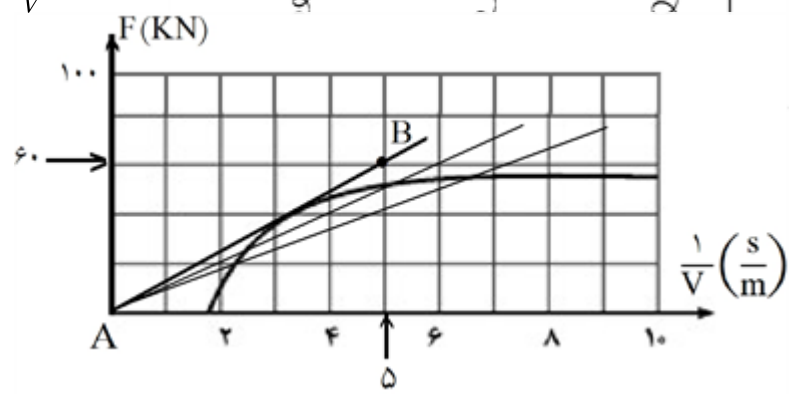


با توجه به رابطه‌های $W = Fd \cos \theta$ و $P = \frac{W}{t}$ می‌توانیم رابطه‌ی توان لحظه‌ای را به صورت $P = FV$ در نظر بگیریم. در این رابطه F نیروی لحظه‌ای است که در جسم سرعت لحظه‌ای V را در همان راستا ایجاد می‌کند. یعنی $\frac{P}{F} = \frac{V}{V}$ خواهد بود. پس اگر توان نوار نقاله ثابت باشد نمودار نیرو برحسب معکوس سرعت $\left(F - \frac{1}{V}\right)$ به صورت خط راستی که از مبدأ می‌گذرد است. هرچه شیب این خط بیش‌تر باشد، نشان می‌دهد که بار روی نوار نقاله توان بیش‌تری تحویل داده شده‌است.

$MAX(d) = x = 20 \text{ mm}$

پس مطابق شکل روبرو خطوطی از مبدأ دستگاه با شیب‌های مختلف نسبت به نمودار رسم می‌کنیم. خطی که بیشینه‌ی شیب را دارد، خطی است که در نقطه‌ای بر منحنی مماس می‌شود و بیشینه‌ی توان را نشان می‌دهد.

$AB \text{ شیب مماس} = MAX P \rightarrow MAX P = \frac{F}{\frac{1}{V}} = \frac{60}{5} = 12KW$

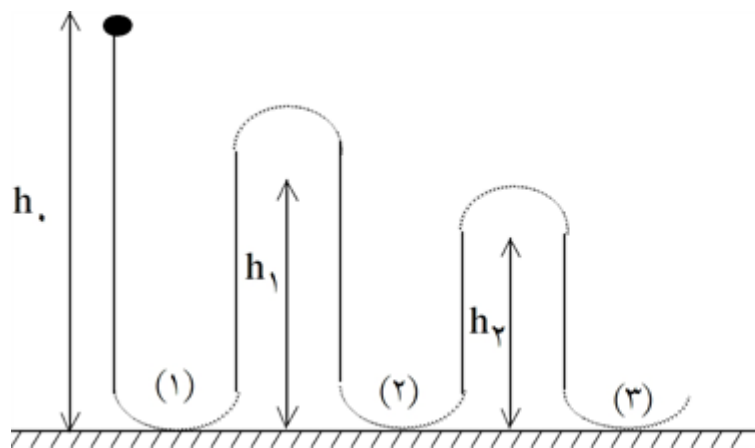




گلوله‌ای که در ارتفاع معینی نسبت به سطح زمین قرار دارد، دارای انرژی پتانسیل گرانشی معینی است که از رابطه‌ی $U = mgh$ محاسبه می‌شود، در این رابطه m جرم جسم، h ارتفاع جسم از سطح زمین و g شتاب گرانشی است. هنگامی که گلوله رها می‌شود، به طرف زمین سقوط می‌کند و سرعت می‌گیرد و در لحظه‌ی تماس با سطح زمین، تمام انرژی پتانسیل گرانشی آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. اگر در برخورد با زمین انرژی تلف نشود، گلوله به همان ارتفاع اولیه برمی‌گردد و مجدداً تمام انرژی، به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود و چنانچه در برخورد گلوله به زمین انرژی تلف شود، گلوله تا ارتفاع کم‌تری برمی‌گردد زیرا با ثابت بودن m و g و کاهش h ، در برگشت مقدار h کم‌تر می‌شود. چون در هر برخورد گلوله با زمین $\frac{3}{4}$ انرژی (که برابر همان انرژی پتانسیل گرانشی در بالاترین ارتفاع است) آن تلف می‌شود، بنابراین پس از هر برخورد، تنها $\frac{1}{4}$ انرژی قبلی گلوله باقی می‌ماند.

$$U \xrightarrow{\text{پس از برخورد اول}} U_1 = \frac{1}{4} U \xrightarrow{\text{پس از برخورد دوم}} U_2 = \frac{1}{4} U_1 \xrightarrow{\text{پس از برخورد } i\text{ام}} \dots \rightarrow U_i = \frac{1}{4} U_{i-1}$$

در نتیجه گلوله تا $\frac{1}{4}$ ارتفاع قبلی، ارتفاع می‌گیرد و بالا می‌آید.



$$\begin{aligned} h_0 &\xrightarrow{\text{پس از برخورد اول}} h_1 = \frac{1}{4} h_0 \\ h_1 &\xrightarrow{\text{پس از برخورد دوم}} h_2 = \frac{1}{4} h_1 \\ &\vdots \\ h_{i-1} &\xrightarrow{\text{پس از برخورد } i\text{ام}} h_i = \frac{1}{4} h_{i-1} \end{aligned}$$

پس مجموع مسافت‌هایی که این گلوله در برخوردهای پی‌درپی با سطح زمین طی می‌کند از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$D = h_0 + 2h_1 + 2h_2 + \dots = h_0 + 2(h_1 + h_2 + \dots)$$

عبارت داخل پرانتز یک تصاعد هندسی است که تعداد جمله‌های آن بی‌نهایت است و می‌توانیم برای آن حدمجموع در نظر بگیریم:

$$h_1 + h_2 + h_3 + \dots = \frac{1}{4} h_0 + \frac{1}{4} \left(\frac{1}{4} h_0 \right) + \frac{1}{4} \left(\frac{1}{16} h_0 \right) + \dots = \left(\frac{1}{4} \right) h_0 + \left(\frac{1}{4} \right)^2 h_0 + \left(\frac{1}{4} \right)^3 h_0 + \dots$$

در این تصاعد هندسی، جمله‌ی ابتدایی $\frac{1}{4} h_0$ و قدر نسبت $\frac{1}{4}$ است، پس داریم:

$$S = \frac{\frac{1}{4} h_0}{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\frac{1}{4} h_0}{\frac{3}{4}} = \frac{h_0}{3} = \frac{19/2}{3} = 6/4 \text{ m}$$

پس مقدار D برابر است با:

$$D = h_0 + 2S = 19/2 + 2 \times 6/4 = 32 \text{ m}$$





ابتدا پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A و B را که ناشی از حضور بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 می‌باشد. با استفاده از رابطه $V = \frac{Kq}{r}$ تعیین می‌کنیم.

$$V_A = V_{q_1} + V_{q_2} = \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_2}{r_2} \rightarrow V_A = \frac{9 \times 10^9 \times (+5) \times 10^{-9}}{10 \times 10^{-2}} + \frac{9 \times 10^9 \times (-5) \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-2}} =$$

$$450 - 225 = 225 \text{ V}$$

$$V_B = V'_{q_1} + V'_{q_2} = \frac{Kq_1}{r'_1} + \frac{Kq_2}{r'_2} \rightarrow V_B = \frac{9 \times 10^9 \times (+5) \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-2}} + \frac{9 \times 10^9 \times (-5) \times 10^{-9}}{10 \times 10^{-2}} =$$

$$= 225 - 450 = -225 \text{ V}$$

در حرکت خود به خود بار الکتریکی $q_3 = +1 \text{ nC}$ از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی B، انرژی پتانسیل الکتریکی آزاد شده و کاهش می‌یابد و در مقابل انرژی جنبشی و سرعت بار q_3 افزایش می‌یابد.

با توجه به قانون پایستگی انرژی $(E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2)$ ، تغییرات انرژی جنبشی برابر منفی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی است. یعنی کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی صرف افزایش انرژی جنبشی می‌شود. بنابراین:

$$\Delta K = -\Delta U \rightarrow K_2 - K_1 = -q_3 \Delta V$$

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار آزمون برابر حاصل ضرب بار الکتریکی مورد نظر و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقطه‌ی ثانویه و نقطه‌ی اولیه می‌باشد.

$$K_2 - K_1 = -q_3 \times (V_2 - V_1)$$

$$\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = -q_3 \times (V_B - V_A), \text{ از حالت سکون, } v_1 = 0, m = 90 \text{ mg} = 9 \times 10^{-5} \text{ Kg}$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-5} \times v_2^2 - \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-5} \times 0^2 = -(+1 \times 10^{-9}) \times (-225 - 225)$$

$$\rightarrow 4/5 \times 10^{-5} \times v_2^2 = 450 \times 10^{-9} \rightarrow v_2^2 = 10^{-2} \rightarrow v_2 = 10^{-1} \frac{m}{s} \rightarrow v_2 = 10 \frac{cm}{s}$$



