منبع: کنکور سراسری

۱ گزینه ۲

$$\left.\begin{array}{l}\text{حرکت آسانسور با شتاب رو به پایین : } m(g-a)=k\Delta L \\ \Rightarrow ۵(۱۰-۲)=۲۰۰(L_۱-L_۰) \\ \text{حرکت آسانسور با شتاب } ۱\,m/s^۲ \text{ کند شونده رو به پایین}(a \text{ رو به بالاست }) : \\ m(g+a)=k\Delta L \Rightarrow ۵(۱۰+۱)=۲۰۰(L_۲-L_۰)\end{array}\right\}$$

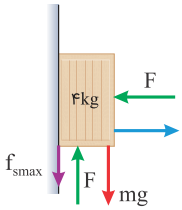
$$\Rightarrow \left.\begin{array}{l}L_۱-L_۰=۰/۲ \Rightarrow L_۱=۰/۲+L_۰ \\ L_۲-L_۰=۰/۲۷۵ \Rightarrow L_۲=۰/۲۷۵+L_۰\end{array}\right\} \Rightarrow L_۲-L_۱=۰/۰۷۵\,m=۷/۵\,cm$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

۲ گزینه ۲

گام اول: جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا است بنابراین جهت نیروی اصطکاک جنبشی رو به پایین است. همهٔ نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم:

گام دوم: در حالت افقی $F = F_N$ و در حالت قائم $F = f_{s\,max} + mg$ است:

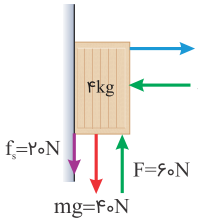


$$f_{s\,max} = F_N \mu_s = ۰/۵F$$
$$\Rightarrow F = ۰/۵F + ۴۰ \Rightarrow ۰/۵F = ۴۰ \Rightarrow F = ۸۰\,N$$

گام سوم: حال F_N، و $f_{s\,max}$ و درنهایت R را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} F_N = F = ۸۰\,N \\ f_{s\,max} = ۰/۵F = ۴۰\,N \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{F_N^۲ + f_{s\,max}^۲} = \sqrt{۸۰^۲ + ۴۰^۲} = ۴۰\sqrt{۵}\,N$$

گام چهارم: در حالتی که $F = ۶۰\,N$ است وضعیت جسم را بررسی می‌کنیم:



$$F_N = F = ۶۰\,N$$
$$f_{s\,max} = \mu_s F \Rightarrow f_{s\,max} = ۰/۵ \times ۶۰ = ۳۰\,N$$

جسم دیگر در آستانهٔ حرکت نیست و $f_s = ۲۰\,N$ رو به پایین به جسم وارد می‌شود. در این حالت R' را محاسبه می‌کنیم:

$$R' = \sqrt{f_s^۲ + F_N^۲} = \sqrt{۲۰^۲ + ۶۰^۲} = ۲۰\sqrt{۱۰}\,N$$

گام پنجم: نسبت $\frac{R'}{R}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{R'}{R} = \frac{۲۰\sqrt{۱۰}}{۴۰\sqrt{۵}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

۳ گزینه ۳

سطح زیر نمودار نیرو- زمان با تغییرات تکانه برابر است:

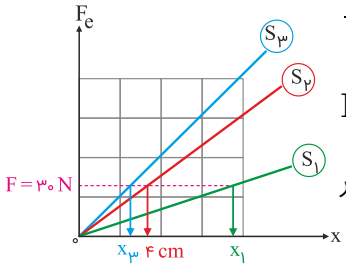
$$\Delta p = \frac{(۲۰ + ۵۰)}{۲} \times ۲۰ = ۷۰۰\,N.s$$

اکنون باتوجه‌به رابطهٔ محاسبهٔ نیروی خالص داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{۷۰۰}{۵۰} = ۱۴\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۱

۴ گزینه ۴



$$\frac{\text{شیب } S_۳}{\text{شیب } S_۱} = \frac{k_۳}{k_۱} \Rightarrow ۳ = \frac{k_۳}{k_۱}$$

$$F_۳ = F_۱ \Rightarrow k_۳x_۳ = k_۱x_۱ \Rightarrow x_۱ = ۳x_۳$$

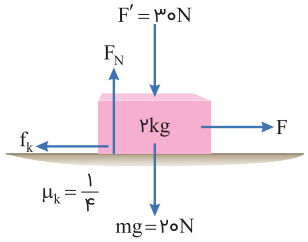
به‌راحتی و با مقایسهٔ تغییر طول فنرها در اثر اعمال نیروی ثابت (مثلاً $۳۰\,N$) از روی نمودار مشخص می‌گردد که تغییر طول فنر $S_۱$ باید بیشتر از $۴\,cm$ و فنر $S_۳$ باید کمتر از $۴\,cm$ باشد.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

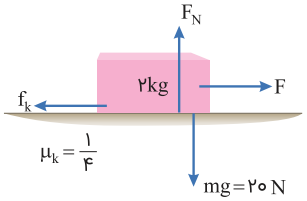
۵ گزینه ۳

روش اول: روش کلاسیک

برای هر دو حالت قانون دوم نیوتن را می‌نویسیم ابتدا حالت دوم سپس اول را می‌نویسیم. زیرا مجهول مسأله در حالت اول قرار دارد.



$$\begin{cases} a_y = ۰ \Rightarrow F_N = ۳۰ + ۲۰ = ۵۰ \\ a_x = ۰ \Rightarrow F = f_k \Rightarrow F = \mu_k F_N = \frac{۱}{۴} \times ۵۰ = ۱۲/۵\,N \end{cases}$$



$$\begin{cases} a_y = ۰ \Rightarrow F_N = mg = ۲۰\,N \\ F - f_k = ma \Rightarrow ۱۲/۵ - \frac{۱}{۴} \times ۲۰ = ۲ \times a \Rightarrow a = ۳/۷۵\,m/s^۲ \end{cases}$$

روش دوم: تنها نیروی متغیر وارد بر جسم نیروی اصطکاک پس:

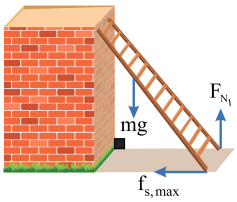
$$|\Delta\vec{F}| = m|\Delta\vec{a}| \Rightarrow \mu_k \Delta F_N = m\Delta a \Rightarrow \frac{۱}{۴} \times ۳۰ = ۲ \times |۰ - a|$$

$$\Rightarrow ۷/۵ = ۲a \Rightarrow a = ۳/۷۵\,m/s^۲$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۲

۶ گزینه ۴

باتوجه‌به نیروهای وارد بر جسم برای محاسبهٔ نیروی وارد از طرف نردبان بر سطح افقی می‌توان نوشت:



$$F_{N_1} = mg = ۲۵۰\,N$$
$$f_{s,max} = \mu_s F_{N_1} = ۰/۴ \times ۲۵۰ = ۱۰۰\,N$$

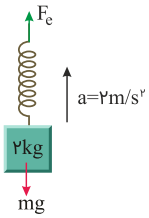
اکنون برای محاسبهٔ نیروی وارد بر سطح داریم:

$$R = \sqrt{F_{N_1}^۲ + f_{s,max}^۲} = \sqrt{(۲۵۰)^۲ + (۱۰۰)^۲} = ۵۰\sqrt{۵^۲ + ۲^۲}$$
$$\Rightarrow R = ۵۰\sqrt{۲۹}\,N$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

۷ گزینه ۳

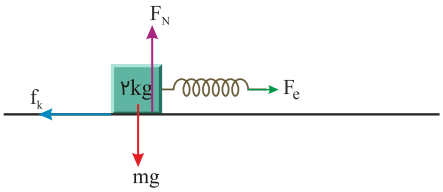
گام اول: در حالت اول باتوجه‌به قانون دوم نیوتون، ثابت فنر را به دست می‌آوریم:



$$F_e - mg = ma \Rightarrow k\Delta x - mg = ma$$

$$\Rightarrow k \times (\frac{۴۲ - ۳۰}{۱۰۰}) - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow k = ۲۰۰\,N/m$$

گام دوم: قانون دوم نیوتون برای حالت جدید به‌صورت زیر است:



$$F_N = mg = ۲۰\,N$$

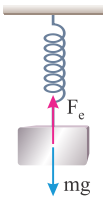
$$F_e - f_k = ma \Rightarrow k\Delta x - \mu_k F_N = ma$$

$$\Rightarrow ۲۰۰ \times (\frac{۳۶ - ۳۰}{۱۰۰}) - \mu_k \times ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow \mu_k \times ۲۰ = ۸ \Rightarrow \mu_k = ۰/۴$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

۸ گزینه ۱

در حالت اول:



$$F_e = mg \Rightarrow mg = ۲۰۰(۶۵ - ۵۰) \times ۱۰^{-۲} = ۳۰$$

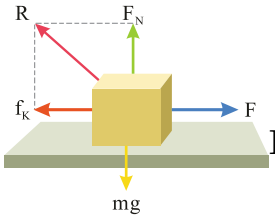
در حالت دوم:

$$F'_e - mg = ma \Rightarrow K\Delta x' - mg = ma$$
$$\Rightarrow ۲۰۰(۶۰ - ۵۰) \times ۱۰^{-۲} - ۳۰ = ۳a \Rightarrow -۱۰ = ۳a \Rightarrow a = -\frac{۱۰}{۳}\, m/s^۲$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

۹ گزینه ۴

ابتدا نیروی اصطکاک وارد بر جسم را حساب می‌کنیم:



$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} \Rightarrow ۱۶۲۵ = \sqrt{(۱۵۰۰)^۲ + f_k^۲} \Rightarrow f_k = ۶۲۵\,N$$

اکنون برای محاسبهٔ نیروی افقی وارد بر جسم با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow ۲ = \frac{F - ۶۲۵}{۱۵۰} \Rightarrow F = ۹۲۵\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۱

۱۰ گزینه ۱

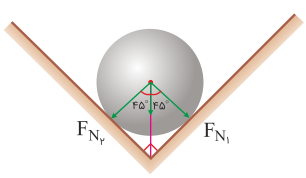
باتوجه‌به رابطهٔ بین تکانه و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

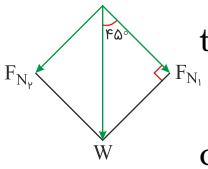
$$\left.\begin{array}{l} K = \frac{P^۲}{۲m} \\ P_A = P_B \\ K_A = ۴K_B \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{P_A}{P_B}\right)^۲ \times \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow ۴ = ۱ \times \frac{m_B}{۲} \Rightarrow m_B = ۸\,kg$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۱

۱۱ گزینه ۳

نیروهای F_{N_1} و F_{N_2} به دیواره‌ها عمودند؛ بنابراین چون دیواره‌ها برهم عمودند F_{N_1} و F_{N_2} نیز بر یکدیگر عمودند و هم‌اندازه هستند:





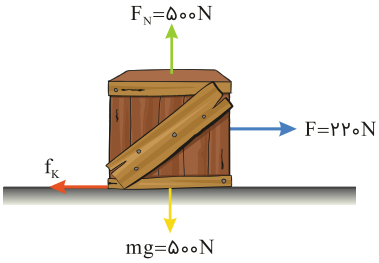
$$\tan ۴۵^\circ = \frac{F_{N_2}}{F_{N_1}} = ۱ \Rightarrow F_{N_2} = F_{N_1}$$

$$\cos ۴۵^\circ = \frac{F_{N_1}}{W} \Rightarrow \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{F_{N_1}}{۵۰} \Rightarrow F_{N_1} = ۲۵\sqrt{۲}\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

۱۲ گزینه ۲

با استفاده از قانون دوم نیوتون ابتدا شتاب حرکت را حساب می‌کنیم:



$$\left.\begin{array}{l} a = \dfrac{F_{net}}{m} = \dfrac{F - f_k}{m} \\ f_k = \mu_k F_N = ۰/۴ \times ۵۰۰ = ۲۰۰\,N \end{array}\right\} \Rightarrow a = \frac{۲۲۰ - ۲۰۰}{۵۰} = ۰/۴\,m/s^۲$$

اکنون جابه‌جایی انجام شده توسط جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \Rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times (۲)^۲ = ۰/۸\,m$$

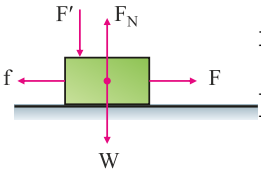
در این صورت کار نیروی F برابر است با:

$$W = F\,d\cos\alpha = ۲۲۰ \times ۰/۸ \times ۱ = ۱۷۶\,J$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۱

۱۳ گزینه ۱

در این نوع سؤالات ابتدا باید تعیین کنیم که جسم از آستانهٔ حرکت گذشته است یا خیر. بنابراین نیروی محرک را با نیروی بیشینهٔ اصطکاک ایستایی مقایسه می‌کنیم.



$$f_{s\,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = W + F'} f_{s\,max} = \mu_s(W + F') = ۰/۵(۲۰ + ۳۰) = ۲۵\,N$$

$$F = ۲۰\,N < f_{s\,max} = ۲۵\,N$$

جسم به آستانهٔ حرکت نرسیده و ساکن است. درنتیجه تغییر تکانهٔ آن صفر است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

۱۴ گزینه ۱

با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ تندی خطی در حرکت دایره‌ای می‌توان نوشت:

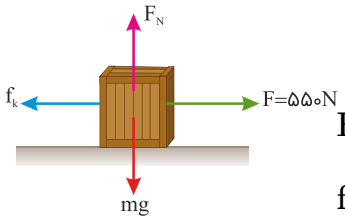
$$v = \frac{۲\pi r}{T} \Rightarrow \frac{v_{\text{ثانیه‌شمار}}}{v_{\text{ساعت‌شمار}}} = \frac{r_{\text{ثانیه}}}{r_{\text{ساعت‌شمار}}} \times \frac{T_{\text{ساعت}}}{T_{\text{ثانیه}}} = \frac{۲ \times ۱۲ \times ۶۰ \times ۶۰}{۶۰}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{\text{ثانیه‌شمار}}}{v_{\text{ساعت‌شمار}}} = ۱۴۴۰$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۱

۱۵ گزینه ۴

گام اول: شتاب حرکت جعبه را قبل از پاره شدن نخ به دست می‌آوریم:



$$F_N = mg = ۱۰۰ \times ۱۰ = ۱۰۰۰\,N$$

$$f_k = \mu_k F_N = ۰/۵ \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰\,N$$

$$F - f_k = ma \Rightarrow ۵۵۰ - ۵۰۰ = ۱۰۰a \Rightarrow a = \frac{۱}{۲}\,m/s^۲$$

گام دوم: سرعت جعبه را در لحظهٔ پاره شدن نخ محاسبه می‌کنیم:

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = \frac{۱}{۲} \times ۴ = ۲\,m/s$$

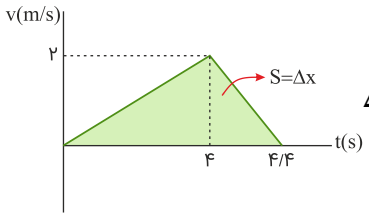
گام سوم: شتاب جعبه را از لحظهٔ پاره شدن نخ تا لحظهٔ توقف به دست می‌آوریم. باتوجه‌به اینکه پس از پاره شدن طناب فقط نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت، بر جعبه وارد می‌شود، داریم:

$$-f_k = ma \Rightarrow a_۲ = -\mu_k g = -۰/۵ \times ۱۰ = -۵\,m/s^۲$$

گام چهارم: مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا پس از پاره شدن نخ جعبه متوقف شود را محاسبه می‌کنیم:

$$v_۲ = a_۲ t_۲ + v_۰ \Rightarrow ۰ = -۵t_۲ + ۲ \Rightarrow t_۲ = ۰/۴\,s$$

گام پنجم: نمودار $v - t$ حرکت جعبه را رسم می‌کنیم و جابه‌جایی کل را به دست می‌آوریم:



$$\Delta x = \frac{۲ \times ۴/۴}{۲} = ۴/۴\,m$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

۱۶ گزینه ۱

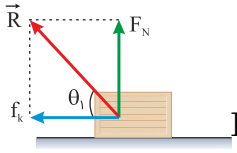
راه‌حل اول: در حالت اول چون سرعت جسم ثابت است، پس $f_k = F_1 = 10N$ است.

$$F_N = F_2 + mg = 10 + 40 = 50\,N$$

$$f_k = \mu_k F_N \Rightarrow \mu_k = \frac{10}{50} = \frac{1}{5}$$

$$\tan\theta_1 = \frac{50}{10} = 5$$

F_N و f_k را در حالت دوم، حساب می‌کنیم:

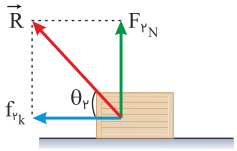


$$F_{2N} = mg - F_2 = 40 - 10 = 30\,N$$

$$f_{2k} = \mu_k F_{2N} = \frac{1}{5} \times 30N = 6\,N$$

$$\tan\theta_2 = \frac{F_{2N}}{f_{2k}} = \frac{30}{6} = 5$$

چون $\tan\theta_2 = \tan\theta_1$ است، پس $\theta_2 = \theta_1 < 90^\circ$ است.



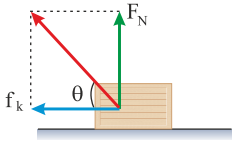
راه‌حل دوم: اندازهٔ نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند را از رابطهٔ زیر به دست می‌آوریم:

$$R = \sqrt{f_k^2 + F_N^2}$$

$f_k = \mu_k F_N$ است پس داریم:

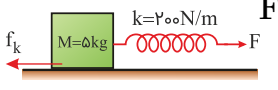
$$R = F_N\sqrt{1+\mu_k^2} \Rightarrow \frac{R}{F_N} = \sqrt{1+\mu_k^2}$$

در شکل زیر $\sin\theta = \frac{F_N}{R} = \frac{1}{\sqrt{1+\mu_k^2}}$ است، پس تا زمانی که μ_k تغییر نکند زاویهٔ بین نیروی سطح و f_k یا همان سطح افقی تغییر نمی‌کند؛ پس $\theta_2 = \theta_1$ است.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

۱۷ گزینه ۱



$$F - f_k = ma \xrightarrow{v=\text{ثابت}\Rightarrow a=0} k\Delta x - f_k = 0$$

$$\Rightarrow 200 \times \frac{5}{100} = \mu_k . F_N \xrightarrow{F_N = mg = 50} 10 = \mu_k \times 50 \Rightarrow \mu_k = 0/2$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

۱۸ گزینه ۲

چون وزنهٔ متصل به فنر با شتاب ثابت a حرکت می‌کند، می‌توان گفت که نیروی کشسانی فنر برابر با نیروی برآیند وارد بر وزنه است:

$$F_e = F \Rightarrow kx = ma \Rightarrow k \times (۱۴۰ - ۱۳۶) = ۲ \times ۲ \Rightarrow k = ۱ N/cm$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

۱۹ گزینه ۲

در لحظهٔ باز شدن چتر، f_D (نیروی مقاومت هوا) دارای اندازهٔ بزرگی است. باتوجه‌به اینکه جهت بردار سرعت در این لحظه به سمت پایین است و برآیند دو نیروی $\vec{f}_D$ و وزن به سمت بالا است، حرکت چترباز کندشونده می‌شود پس تندی چترباز کاهش می‌یابد. با کاهش تندی، اندازهٔ f_D و درنتیجه برآیند دو نیروی f_D و mg نیز کم می‌شود. پس طبق رابطهٔ $F_{net} = ma$، با کم شدن اندازهٔ F_{net}، اندازهٔ a نیز کم می‌شود.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

۲۰ گزینه ۳

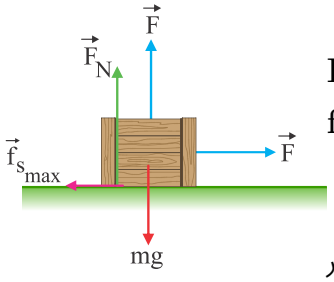
$$\frac{g_h}{g_۰} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲ \Rightarrow \frac{g_h}{۹/۸} = \left(\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰ + ۶۴۰۰}\right)^۲ = \frac{۱}{۴} \Rightarrow g_h = \frac{۹/۸}{۴} m/s^۲$$

$$W = mg_h = ۸۰ \times \frac{۹/۸}{۴} = ۱۹۶ N$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

۲۱ گزینه ۲

در حالت اول، نیروهای وارد بر جسم مطابق شکل هستند. با توجه به اینکه جسم حرکت نمی‌کند و در آستانهٔ حرکت است می‌توان نوشت:



$$F_N + F = mg \Rightarrow F_N = mg - F$$
$$f_{s,max} = F \Rightarrow \mu_s F_N = F \Rightarrow \mu_s(mg - F) = F$$
$$\Rightarrow ۰/۵(۳۰ - F) = F \Rightarrow F = ۱۰ N$$

قرار است از F به اندازهٔ ۴ نیوتون کم شود. بنابراین در حالت جدید این نیرو $F' = ۶ N$ است. اگر در این حالت $f'_{s,max}$ را حساب کنیم، خواهیم داشت:

$$f'_{s,max} = \mu_s(mg - F') = ۰/۵(۳۰ - ۶) = ۱۲ N$$

بنابراین همچنان جسم ساکن است و نیروی $۶ N$ نمی‌تواند جسم را به حرکت درآورد. در این حالت اصطکاک هم‌اندازهٔ نیروی خارجی وارد بر جسم در راستای افق یعنی همان $۶ N$ است.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

۲۲ گزینه ۴

باتوجه‌به قانون سوم نیوتون داریم:

$$\vec{F} = -\vec{F}'$$

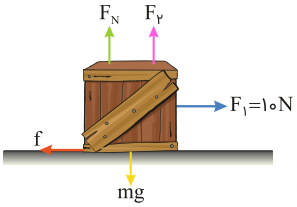
در این صورت می‌توان نوشت:

$$F = F' \Rightarrow m_۱ a_۱ = m_۲ a_۲ \xrightarrow{m_۲ > m_۱} a_۱ > a_۲$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

۲۳ گزینه ۴

ابتدا شرط حرکت جسم را بررسی می‌کنیم:



$$\left.\begin{array}{l} f_{s,max} = \mu_s F_N = ۰/۴ \times ۴۰ = ۱۶ \\ F_۱ = ۱۰\,N \end{array}\right\} \Rightarrow F_۱ < f_{s,max}$$

پس جسم ساکن است و نیروی اصطکاک (f_s) برابر $۱۰\,N$ است.

اگر نیروی $F_۲$ را افزایش دهیم، F_N کاهش می‌یابد. در این صورت داریم:

$$F_N = mg - F_۲ = ۴۰ - F_۲ \Rightarrow f'_{s,max} = ۱۰$$

$$\Rightarrow F'_N = \frac{۱۰}{۰/۴} = ۲۵\,N \Rightarrow F_۲ = ۱۵\,N$$

تا لحظه‌ای که $F_۲ = ۱۵\,N$ شود، f_s ثابت است، پس از آن جسم شروع به حرکت می‌کند و با افزایش $F_۲$ نیروی اصطکاک جنبشی $(f_k = \mu_k F_N)$ کاهش می‌یابد.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

۲۴ گزینه ۴

قبل از پاره شدن نخ $F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma$

$F - \mu_k mg = ma \Rightarrow ۱۵ - ۰/۲ \times ۵۰ = ۵a \Rightarrow a = ۱ m/s^۲$

$v = at + v_۰ = ۱ \times ۲ + ۰ = ۲ m/s$

$\Delta x = \frac{۱}{۲} at^۲ + v_۰ t = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times ۲^۲ = ۲ m$

بعد از پاره شدن نخ $F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma$

$-\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g = -۲ m/s^۲$

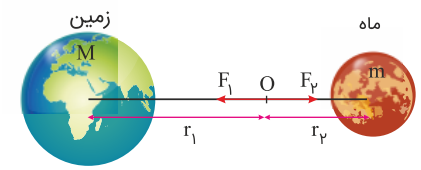
$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a(\Delta x) \Rightarrow ۰ - ۲^۲ = ۲(-۲)(\Delta x) \Rightarrow \Delta x = ۱ m$

کل $\Delta x = ۲ + ۱ = ۳ m$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

۲۵ گزینه ۱

نقطهٔ مطرح‌شده در صورت سؤال که در آن نیروهای گرانشی زمین و ماه باهم مساوی هستند را مطابق شکل زیر نقطهٔ O فرض می‌کنیم:



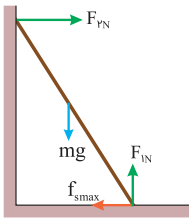
$F_۱ = F_۲ \Rightarrow G\frac{Mm'}{r_۱^۲} = G\frac{mm'}{r_۲^۲}$

$\Rightarrow \frac{۸۱m}{r_۱^۲} = \frac{m}{r_۲^۲} \Rightarrow r_۱ = ۹r_۲$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

۲۶ گزینه ۱

نردبان در حال تعادل است بنابراین برآیند نیروهایی که در هر راستا بر نردبان وارد می‌شود، صفر است، پس داریم:



$$F_{۱N} - mg = ۰ \Rightarrow F_{۱N} = ۱۶۰\,N$$

نیرویی که از طرف نردبان به سطح افقی وارد می‌شود هم‌اندازهٔ نیرویی است که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند. این نیرو برآیند نیروهای $F_{۱N}$ و $f_{s\,max}$ است:

$$R = \sqrt{F_{۱}^{۲} + f_{s\,max}^{۲}} \Rightarrow (۲۰۰)^{۲} = (۱۶۰)^{۲} + f_{s\,max}^{۲} \Rightarrow f_{s\,max} = ۱۲۰\,N$$

حالا از رابطهٔ $f_{s\,max} = F_{۱N}\,\mu_s$ ضریب اصطکاک ایستایی را به دست می‌آوریم:

$$f_{s\,max} = F_{۱N}\,\mu_s \Rightarrow ۱۲۰ = ۱۶۰ \times \mu_s \Rightarrow \mu_s = \frac{۳}{۴}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

۲۷ گزینه ۲

با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، داریم:

$$W_{کل} = \Delta K \Rightarrow W_F + W_{f_k} + \cancel{W_{mg}^{۰}} + \cancel{W_{F_N}^{۰}} = \frac{۱}{۲}m(v^{۲} - v_{۰}^{۲})$$

$$\Rightarrow F\cos ۳۷.d + f_k.d\cos ۱۸۰ = \frac{۱}{۲} \times ۴(۴^{۲} - ۰)$$

$$\Rightarrow ۴۰ \times ۰/۸ \times ۱/۶ - f_k \times ۱/۶ = ۳۲ \Rightarrow f_k = ۱۲\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

۲۸ گزینه ۳

درصورتی‌که آسانسور به‌صورت تندشونده به سمت بالا یا کندشونده به سمت پائین حرکت کند عدد ترازو بیشتر از وزن عدد آن هنگام سکون آسانسور است. به عبارتی هنگامی‌که بردار شتاب به سمت بالا باشد، عددی که ترازو نشان می‌دهد بیشتر از حالت سکون است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

۲۹ گزینه ۴

ابتدا سرعت برخورد گلوله به سطح را حساب می‌کنیم:

$$v^۲ = -۲g\Delta y \Rightarrow v^۲ = -۲ \times ۱۰(۰ - ۲۰) \Rightarrow v = -۲۰\,m/s$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ نیروی متوسط و تغییرات تکانه داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} = \frac{m(v_۲ - v_۱)}{\Delta t} = \frac{۰/۲(۱۰ - (-۲۰))}{۰/۲}$$
$$\Rightarrow F_{av} = ۳۰\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۱

۳۰ گزینه ۴

اگر شتاب گرانش در سطح زمین $g_۰$ باشد، در ارتفاع خواسته‌شده، شتاب گرانش $\frac{۱}{۱۰۰}g_۰$ است.
در ارتفاع h از سطح زمین، شتاب گرانش از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$g = \frac{GM_e}{(R_e + h)^۲}$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\frac{۱}{۱۰۰}g_۰}{g_۰} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲$$
$$\frac{۱}{۱۰۰} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲ \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{۱۰} = \frac{R_e}{R_e + h} \Rightarrow R_e + h = ۱۰R_e$$
$$\Rightarrow h = ۹R_e$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

۳۱ گزینه ۴

از رابطهٔ $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}}$ نسبت تندی ماهواره‌ها را به دست می‌آوریم. دقت کنید که r_A و r_B فاصلهٔ ماهواره‌ها از مرکز زمین هستند:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{R_e + \frac{R_e}{۴}}{R_e + \frac{R_e}{۲}}} = \sqrt{\frac{\frac{۵}{۴}}{\frac{۳}{۲}}} = \sqrt{\frac{۵}{۶}} \Rightarrow \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^۲ = \frac{۵}{۶}$$

حالا رابطهٔ $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$ را نسبتی می‌نویسیم و نسبت انرژی جنبشی‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^۲ \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{m}{۲m} \times \frac{۵}{۶} = \frac{۵}{۱۲}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

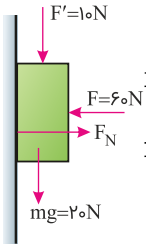
۳۲ گزینه ۳

نیرویی که دو نفر به هم وارد می‌کنند باهم برابر است و طبق قانون دوم نیوتن ($F = ma$) شتاب حرکت با جرم نسبت وارون دارد. شخص سبک‌تر با شتاب بیشتری حرکت می‌کند و در زمان مساوی، مسافت بیشتری را طی می‌کند ($\Delta x = \frac{1}{2}at^2$).
بنابراین شخص سبک‌تر در فاصلهٔ نقطهٔ O تا A به شخص سنگین‌تر خواهد رسید.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

۳۳ گزینه ۴

ابتدا بررسی می‌کنیم که جسم حرکت می‌کند یا نه؟



$$f_{s,max} = \mu_s . F_N = ۰/۶ \times ۶۰ = ۳۶\,N$$

$$mg + F' < f_{s,max} \Rightarrow \text{جسم ساکن می‌ماند}$$

$$\begin{cases} F_N = ۶۰\,N \\ f_s = mg + F' = ۳۰\,N \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{۶۰^۲ + ۳۰^۲} = ۳۰\sqrt{۵}\,N$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

۳۴ گزینه ۳

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{P_۲ - P_۱}{t_۲ - t_۱}$$

$$t_۱ = ۳s \Rightarrow P_۱ = ۱۵(۳)^۲ + ۵ \times ۳ = ۱۵۰\,kgm/s$$

$$t_۲ = ۶s \Rightarrow P_۲ = ۱۵(۶)^۲ + ۵ \times ۶ = ۵۷۰\,kgm/s$$

$$F_{av} = \frac{۵۷۰ - ۱۵۰}{۶ - ۳} = ۱۴۰\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

۳۵ گزینه ۴

با استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی و تکانه ($K = \frac{p^۲}{۲m}$) داریم:

$$\frac{K_B}{K_A} = \frac{\frac{p_B^۲}{۲m_B}}{\frac{p_A^۲}{۲m_A}} \xrightarrow{K_B = ۵K_B,\, p_A = p_B} \frac{۵K_B}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = ۵$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

۳۶ گزینه ۱

برای محاسبهٔ انرژی جنبشی، ابتدا تندی خطی حرکت را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} T = \frac{۶۰}{۳۰} = ۲\,s \\ r = ۲\,m \\ v = \frac{۲\pi r}{T} \end{array}\right\} \Rightarrow v = \frac{۲\pi \times ۲}{۲} = ۲\pi\,m/s$$

اکنون باتوجه‌به رابطهٔ محاسبهٔ انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲}(۵)(۲\pi)^{۲} = ۱۰\pi^{۲}\,J$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۱

۳۷ گزینه ۱

گام اول: نیروی افقی F را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{array}{l} F - f_k = Ma \\ F_N = Mg = ۱۶۰۰\,N \end{array}\right\} \Rightarrow F - ۱۶۰۰ \times ۰/۲ = ۱۶۰ \times \frac{۱}{۴} \Rightarrow F = ۳۶۰\,N$$

گام دوم: در حالتی که m کیلوگرم از محتویات صندوق کم کرده‌ایم، نیروی عمودی تکیه‌گاه را محاسبه می‌کنیم:

$$F'_N = (۱۶۰ - m)g$$

گام سوم: با همان اندازهٔ $F = ۳۶۰\,N$، شتاب دو برابر شده است:

$$F - f'_k = (۱۶۰ - m)a \Rightarrow ۳۶۰ - (۱۶۰ - m)\underbrace{g \times \mu_k}_{۲} = (۱۶۰ - m)۰/۵$$

$$\Rightarrow ۳۶۰ - ۳۲۰ + ۲m = ۸۰ - ۰/۵m \Rightarrow ۴۰ = ۲/۵m \Rightarrow m = ۱۶\,kg$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

۳۸ گزینه ۱

چون جهت شتاب حرکت رو به پایین است، می‌توان نوشت:

$$F_e = m(g - a) \Rightarrow Kx = m(g - a) \Rightarrow ۲۰۰ \times ۰/۰۹ = m(۱۰ - ۱)$$
$$\Rightarrow m = ۲\,kg$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

۳۹ گزینه ۱

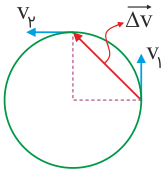
$$\text{مرکزگرا } a = \frac{v^۲}{r} = \frac{(۱۰\pi)^۲}{۲۰} = \frac{۱۰۰\pi^۲}{۲۰} = ۵\pi^۲$$

$$\text{در هر ثانیه } \vec{a}_{av} = \frac{\vec{\Delta}v}{\Delta t}$$

$$v = \frac{۲\pi r}{T} \Rightarrow ۱۰\pi = \frac{۲\pi \times ۲۰}{T}$$

$$T = ۴\,s \Rightarrow \text{زمان طی کردن کل مسیر دایره‌ای}$$

پس جسم در یک ثانیه، ربع دایره را طی کرده است.



$$\vec{\Delta}v = \vec{v}_۲ - \vec{v}_۱$$

$$\left|\vec{\Delta}v\right| = \sqrt{v_۱^۲ + v_۲^۲} \xrightarrow{v_۱ = v_۲ = v} \sqrt{۲}v$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\sqrt{۲}v}{۱} = ۱۰\pi\sqrt{۲}\,m/s$$

$$\text{جواب تست} = \frac{a_{av}}{a} = \frac{۱۰\pi\sqrt{۲}}{۵\pi^۲} = \frac{۲\sqrt{۲}}{\pi}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۰

۴۰ گزینه ۲

نیروی اصطکاک ایستایی بین چرخ‌ها و سطح جاده باعث حرکت اتومبیل بر مسیر دایره‌ای می‌شود. درصورتی‌که نیروی اصطکاک ایستایی به ماکزیمم مقدارش برسد، سرعت اتومبیل هم به بیشینهٔ خود رسیده است. درنتیجه نیروی اصطکاک ایستایی همان نیروی مرکزگرای اتومبیل است.

$$F_{net} = f_{s\,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = W = mg} F_{net} = \mu_s mg$$

$$\Rightarrow F_{net} = ۰/۵ \times ۱۲۰۰ \times ۱۰ = ۶۰۰۰\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

۴۱ گزینه ۳

$$\uparrow N = mg + ma = ۵۰ + ۱۰ = ۶۰\,N$$

$$\downarrow N' = mg - ma = ۵۰ - ۱۰ = ۴۰\,N$$

$$N - N' = ۶۰ - ۴۰ = ۲۰\,N$$

نکته: وقتی بردار شتاب آسانسور رو به بالاست علامت آن مثبت و وقتی رو به پایین است علامت آن منفی است. به‌طورکلی نیرویی که از کف آسانسور به جسم وارد می‌شود برابر وزن ظاهری جسم بوده و از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$N = mg \pm ma$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

۴۲ گزینه ۴

سؤال ترکیبی از فصل حرکت بر خط راست و فصل دینامیک است. ابتدا از فصل حرکت بر خط راست، شتاب را به دست می‌آوریم (سؤال از کتاب درسی است).

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow{v=۰\,,\,v_۰=۳۶\,km/h=۱۰\,m/s} ۰ - ۱۰^۲ = ۲a \times ۴ \Rightarrow a = -۱۲/۵\,m/s^۲$$

اکنون از فصل دینامیک بزرگی نیروی اصطکاک را به دست می‌آوریم.

$$-f_k = ma \Rightarrow -f_k = ۲۰۰۰ \times (-۱۲/۵) \Rightarrow f_k = ۲۵۰۰۰\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

۴۳ گزینه ۲

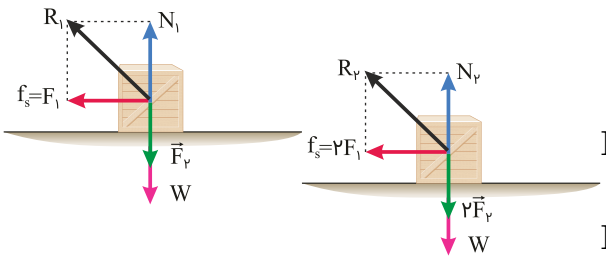
$$\frac{g_h}{g_۰} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲ \Rightarrow \frac{g_h}{۱۰} = \left(\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰ + ۱۶۰۰}\right)^۲ = \frac{۶۴}{۱۰۰} \Rightarrow g_h = ۶/۴\,m/s^۲$$

چون نیروی مرکزگرا همان نیروی وزن ماهواره است پس:

$$F = mg_h = ۵۰۰ \times ۶/۴ = ۳۲۰۰\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

۴۴ گزینه ۲



$$R_۱ = \sqrt{f_s^۲ + N_۱^۲} \Rightarrow R_۱ = \sqrt{F_۱^۲ + (W + F_۲)^۲}$$

$$R_۲ = \sqrt{f_s^۲ + N_۲^۲} \Rightarrow R_۲ = \sqrt{(۲F_۱)^۲ + (W + ۲F_۲)^۲}$$

$$R_۱ < R_۲ < ۲R_۱$$

$$۱ < K < ۲$$

تذکر: چون W ثابت است و فقط $F_۱$ و $F_۲$، دو برابر شده‌اند، نمی‌توان گفت که $R_۲$، دو برابر $R_۱$ است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

۴۵ گزینه ۳

گام اول: ابتدا با استفاده از نیروی وزن، جرم توپ را به دست می‌آوریم:

$$W = ۴/۸ \Rightarrow mg = ۴/۸ \Rightarrow m \times ۱۰ = ۴/۸ \Rightarrow m = ۰/۴۸\,kg$$

گام دوم: دو نیروی f_D و W در نقطهٔ اوج بر هم عمودند و برآیند آن‌ها در این نقطه برابر است با:

$$F_{net} = \sqrt{f_D^۲ + W^۲} = \sqrt{f_D^۲ + ۴/۸^۲}$$

گام سوم: برآیند نیروها را طبق قانون دوم نیوتون برابر با ma قرار می‌دهیم:

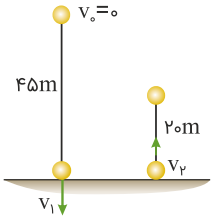
$$F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^۲ + ۴/۸^۲} = ۰/۴۸ \times \frac{۶۵}{۶} \Rightarrow \sqrt{f_D^۲ + ۴/۸^۲} = ۵/۲$$

$$f_D^۲ = ۵/۲^۲ - ۴/۸^۲ = (۵/۲ - ۴/۸)(۵/۲ + ۴/۸) = ۰/۴ \times ۱۰ = ۴\,N$$

$$\Rightarrow f_D = ۲\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

۴۶ گزینه ۴



$$v_1 = \sqrt{2gh} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2 \times 10 \times 45} = 30\,m/s$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20\,m/s$$

چون v_1 روبه پایین است با علامت منفی و v_2 با علامت مثبت در نظر گرفته می‌شود.
طبق قانون دوم نیوتون و رابطهٔ آن با تغییرات تکانهٔ جسم خواهیم داشت:

$$F = ma = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{200 \times 10^{-3}(20 - (-30))}{2 \times 10^{-3}} = 5000\,N$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

۴۷ گزینه ۲

چون اصطکاک وجود ندارد و گلوله‌ها از حال سکون رها شده‌اند، برای هر گلوله انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی آن، هنگام رسیدن به زمین برابر است.

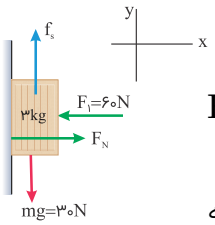
$$U = K \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

بنابراین سرعت گلوله‌ها در لحظهٔ رسیدن به زمین به جرم آن‌ها بستگی ندارد و فقط به ارتفاع و شتاب گرانش بستگی دارد که برای هر سه گلوله یکسان است؛ پس بزرگی سرعت هر سه گلوله در لحظهٔ رسیدن به زمین یکسان است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

۴۸ گزینه ۳

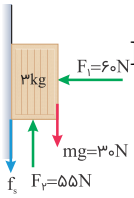
در حالت اول که نیروی $F_۱$ به جسم وارد می‌شود و جسم ساکن است، برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است. پس:



$$F_{net} = ۰ \Rightarrow \begin{cases} x \text{ در راستای } : F_N = F_۱ = ۶۰\,N \\ y \text{ در راستای } : f_s = mg = ۳۰\,N \end{cases}$$

با وارد شدن نیروی $F_۲$ به جسم، چون $F_۲ > mg$ است جهت نیروی اصطکاک قرینه می‌شود. باتوجه‌به اینکه در حالت اول $f_s = ۳۰\,N$ بوده است و نیروی عمودی سطح و جنس دو سطح تغییر نکرده است، پس بزرگی نیروی اصطکاک ایستایی بزرگ‌تر یا مساوی $۳۰\,N$ است.

پس در حالت دوم اگر فرض کنیم که جسم ساکن است، بزرگی نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر است با:



$$F_{net} = ۰ \Rightarrow \begin{cases} x \text{ در راستای } : F_N = F_۱ = ۶۰\,N \\ y \text{ در راستای } : F_۲ = mg + f_s \end{cases}$$

$$\Rightarrow ۵۵ = ۳۰ + f_s \Rightarrow f_s = ۲۵\,N$$

چون f_s در این حالت از $f_s = ۳۰\,N$ در حالت اول کمتر است، پس فرض ساکن ماندن جسم درست است. بنابراین نیروی اصطکاک وارد بر جسم در این حالت $f_s = ۲۵\,N$ است. نیروی سطح وارد بر جسم در این حالت برابر است با:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} = \sqrt{۶۰^۲ + ۲۵^۲} = \sqrt{(۵ \times ۱۲)^۲ + (۵ \times ۵)^۲} = ۵\sqrt{۱۲^۲ + ۵^۲} = ۵ \times ۱۳ = ۶۵\,N$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

۴۹ گزینه ۱

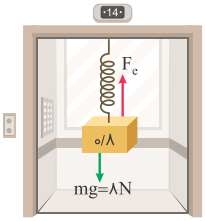
با استفاده از رابطهٔ $k = \frac{P^۲}{۲m}$ به‌صورت نسبتی، نسبت خواسته‌شده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{k_A}{k_B} = (\frac{P_A}{P_B})^۲ \times (\frac{m_B}{m_A}) = (\frac{۴}{۳})^۲ \times (\frac{۵}{۸}) = \frac{۱۰}{۹}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

۵۰ گزینه ۴

گام اول: نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم.



گام دوم: قانون دوم نیوتون را برای جسم می‌نویسیم. چون جهت حرکت رو به بالا و حرکت آسانسور کندشونده است، شتاب به سمت پایین است، برآیند نیروها نیز به سمت پایین است. پس:

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - F_e = ma \Rightarrow mg - kx = ma$$
$$\Rightarrow ۸ - ۲x = ۰/۸ \times ۲ \Rightarrow x = ۳/۲\,cm$$

چون جهت نیروی فنر به سمت بالا است یعنی طول فنر از طول عادی آن بیشتر شده است. پس طول فنر به $۲۰ + ۳/۲ = ۲۳/۲\,cm$ می‌رسد.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

۵۱ گزینه ۲

با استفاده از قانون دوم نیوتون ابتدا شتاب حرکت را حساب می‌کنیم:

$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{Eq}{m} \Rightarrow a = \frac{۱۲۵ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۱۰^{-۳۰}} \Rightarrow a = ۲ \times ۱۰^{۱۳}\ m/s^۲$$

برای محاسبهٔ مدت‌زمان جابه‌جایی داریم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \Rightarrow \frac{۱۰}{۱۰۰} = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{۱۳} \times t^۲ \Rightarrow t^۲ = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow t = ۱۰^{-۷}\,s$$
$$\Rightarrow t = ۱۰۰\,ns$$

برای محاسبهٔ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در جابه‌جایی بین این دو نقطه می‌توان نوشت:

$$\Delta U = -W_E = -Eqd$$

در رابطهٔ بالا تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بر حسب ژول محاسبه می‌شود، برای تبدیل آن به الکترون- ولت کافی است رابطهٔ اخیر بر بار الکترون تقسیم شود در این صورت داریم:

$$\Delta U = -Ed = -۱۲۵ \times ۰/۱ = -۱۲/۵eV$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۱

۵۲ گزینه ۳

جرم گلوله ثابت است.

$$p_۱ = mv_۱ = ۲۰\,kg.m/s$$

$$p_۲ = mv_۲ = ۲۲\,kg.m/s$$

$$\text{درصد افزایش انرژی جنبشی} = \frac{\Delta K}{K_۱} \times ۱۰۰ = \frac{K_۲ - K_۱}{K_۱} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{p_۲^۲}{۲m} - \frac{p_۱^۲}{۲m}}{\frac{p_۱^۲}{۲m}} \times ۱۰۰ = \frac{p_۲^۲ - p_۱^۲}{p_۱^۲} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow \text{درصد افزایش انرژی جنبشی} = \frac{۲۲^۲ - ۲۰^۲}{۲۰^۲} \times ۱۰۰ = \frac{(۲۲ - ۲۰)(۲۲ + ۲۰)}{۴۰۰} \times ۱۰۰ = \frac{۸۴}{۴۰۰} \times ۱۰۰ = ۲۱\%$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

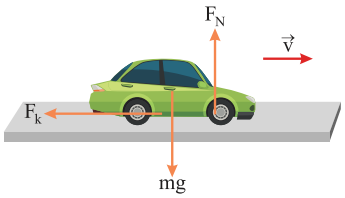
۵۳ گزینه ۲

ابتدا با استفاده از روابط حرکت شناسی، شتاب توقف را حساب می‌کنیم:

$$۵۴\,km/h \div ۳/۶ = ۱۵\,m/s$$

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۰^۲ - (۱۵)^۲ = ۲a \times ۲۲/۵ \Rightarrow a = -۵\,m/s^۲$$

نیروی خالص وارد بر اتومبیل هنگام ترمز نیروی اصطکاک است، پس:



$$\vec{f_k} = m\vec{a} \Rightarrow -\mu_k F_N = ma \Rightarrow -\mu_k \cancel{m} g = \cancel{m} a$$
$$\Rightarrow -\mu_k \times ۱۰ = -۵ \Rightarrow \mu_k = ۰/۵$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۲

۵۴ گزینه ۴

روش اول: کلاسیک

شتاب گرانش در محل ماهواره همان شتاب مرکزگرا است و ازطرفی شتاب مرکزگرا برابر $a_C = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲}$ می‌باشد. پس:

$$\begin{cases} g = \frac{GM}{r^۲} \\ a_C = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲} \end{cases} \Rightarrow \frac{GM}{r^۲} = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{۴\pi^۲ r^۳}{GM}} \Rightarrow T \propto \sqrt{r^۳}$$

بنابراین نسبت شعاع چرخش دو ماهواره به دست می‌آید:

$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{(\frac{r_A}{r_B})^۳} \Rightarrow \frac{\sqrt{۲}}{۴} = \sqrt{(\frac{r_A}{r_B})^۳} \Rightarrow \frac{۱}{۸} = (\frac{r_A}{r_B})^۳ \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \frac{۱}{۲}$$

حالا با استفاده از $g = \frac{GM}{r^۲}$ نسبت شتاب حرکت ماهواره‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{g_B}{g_A} = (\frac{r_A}{r_B})^۲ = (\frac{۱}{۲})^۲ = \frac{۱}{۴}$$

روش دوم: نکتهٔ تستی

$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{(\frac{r_A}{r_B})^۳} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \sqrt[۳]{(\frac{T_A}{T_B})^۲} \xrightarrow{g=\frac{GM}{r^۲}} \frac{g_B}{g_A} = (\frac{r_A}{r_B})^۲ = \sqrt[۳]{(\frac{T_A}{T_B})^۴}$$

$$\Rightarrow \frac{g_B}{g_A} = \sqrt[۳]{(\frac{\sqrt{۲}}{۴})^۴}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۲

۵۵ گزینه ۱

طبق قانون اول نیوتن اگر به جسمی به‌طور هم‌زمان چند نیرو اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، به‌عبارت‌دیگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۸

۵۶ گزینه ۴

باتوجه‌به رابطهٔ محاسبهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین، در دو حالت می‌توان نوشت:

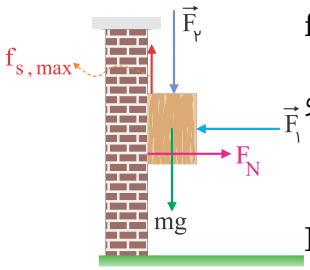
$$\frac{g_h}{g_۰} = (\frac{R_e}{R_e + h})^۲ \Rightarrow \frac{g_h}{۹/۸} = (\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰ + ۱۶۰۰})^۲$$

$$\Rightarrow g_h = ۶/۲۷۲\, m/s^۲$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

۵۷ گزینه ۱

با توجه به این‌که جسم در آستانهٔ لغزش است، می‌توان نوشت:



$$f_{s,max} = F_۲ + mg = ۳/۵ + ۲/۵ = ۶\,N$$

نیرویی که دیوار به جسم وارد می‌کند طبق فرض سؤال برابر $۱۰\,N$ است. این نیرو برآیند F_N و $f_{s,max}$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_{s,max}^۲} \Rightarrow ۱۰ = \sqrt{F_N^۲ + ۶^۲} \Rightarrow F_N = ۸\,N$$

حالا می‌توانیم μ_s را پیدا کنیم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \Rightarrow ۶ = \mu_s \times ۸ \Rightarrow \mu_s = \frac{۶}{۸} = \frac{۳}{۴}$$

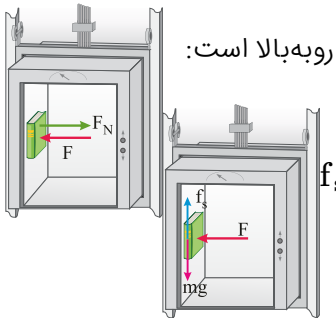
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

۵۸ گزینه ۴

گام اول: نیروی F_N را به دست می‌آوریم:

$$F_N = F = ۳۲N$$

گام دوم: آسانسور در راستای قائم شتاب دارد. نیروی اصطکاک ایستایی باعث شتاب گرفتن کتاب روبه‌بالا است:



$$f_s - mg = ma \Rightarrow f_s = ۲(۱۰ + ۲) = ۲۴\,N$$

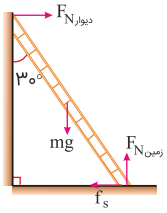
گام سوم: نیرویی که دیوارهٔ آسانسور به کتاب وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

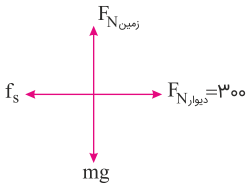
$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} = \sqrt{۳۲^۲ + ۲۴^۲} = ۴۰\,N$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

۵۹ گزینه ۲

ابتدا نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم.





$$\begin{cases} f_s = F_{N_{دیوار}} = ۳۰۰\,N \\ F_{N_{زمین}} = mg = ۴۰۰\,N \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{f_s^۲ + F_{N_{زمین}}^۲} = ۵۰۰\,N$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

۶۰ گزینه ۴

$$\mu_s = ۰/۶$$

$$\mu_k = ۰/۳$$

$$f_{s\,max} = \mu_s N = \mu_s W = ۰/۶ \times ۵۰۰ = ۳۰۰\,N$$

چون $F < f_{s\,max}$ است، جسم حرکت نمی‌کند و نیروی اصطکاک ایستایی هم‌اندازه با نیروی محرک وارد بر جسم است:

$$|f_s| = |F| = ۲۵۰N$$

نیروهایی که جسم به سطح وارد می‌کند عبارت است از: (۱) عکس‌العمل نیروی اصطکاک و (۲) عکس‌العمل نیروی عمودی سطح.

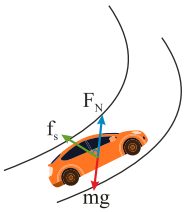
پس:

$$\vec{R'} = f_s'\vec{i} + F_N'\vec{j} = ۲۵۰\vec{i} - ۵۰۰\vec{j} \quad \text{برحسب نیوتون}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

۶۱ گزینه ۲

گام اول: بر اتومبیل که مسیر دایره‌ای را طی می‌کند، دو نیروی عمودی سطح (F_N) و نیروی اصطکاک ایستایی در عرض جاده (f_s) وارد می‌شود. (البته باتوجه‌به صورت تست از نیروی اصطکاک در راستای حرکت صرف‌نظر شده است که بهتر بود به آن اشاره می‌شد) برآیند این دو نیرو همان نیرویی است که از طرف سطح بر خودرو وارد می‌شود.



$$F_N = mg = (۳ \times ۱۰^۳) \times ۱۰ = ۳ \times ۱۰^۴$$

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} \Rightarrow ۱۰^۴ \times \sqrt{۱۰} = \sqrt{۹ \times ۱۰^۸ + f_s^۲}$$

$$\Rightarrow ۱۰^۹ = ۹ \times ۱۰^۸ + f_s^۲ \Rightarrow f_s = ۱۰^۴\ N$$

f_s همان نیروی مرکزگرا است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

۶۲ گزینه ۳

در حالت اول عددی که ترازو نشان می‌دهد از رابطهٔ $F_{۱N} = m(g + a)$ به دست می‌آید و در حالت دوم عددی که ترازو نشان می‌دهد از رابطهٔ $F_{۲N} = m(g - ۲a)$ محاسبه می‌شود پس داریم:

$$F_{۱N} - F_{۲N} = \cancel{mg} + ma - \cancel{mg} + ۲ma$$

$$\Rightarrow ۲۷۰ = ۳ma = ۳ \times ۶۰ \times a \Rightarrow a = \frac{۲۷۰}{۱۸۰} = \frac{۳}{۲}\ m/s^۲$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

۶۳ گزینه ۲

باتوجه‌به رابطهٔ محاسبهٔ نیروی خالص وارد بر جسم برحسب تغییرات تکانه می‌توان نوشت:

$$\vec{p} = m\vec{v}_۱ = ۱۰۰\,(m/s)\vec{i}$$

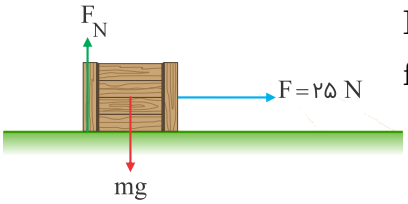
$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \Rightarrow ۴\vec{i} = \frac{\vec{p}_۲ - ۱۰۰\vec{i}}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow ۴\vec{i} = \frac{۲۰۰\vec{i} - ۱۰۰\vec{i}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{۱۰۰}{۴} = ۲۵\,s$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۱

۶۴ گزینه ۱

ابتدا مشخص می‌کنیم جسم می‌تواند حرکت کند یا خیر؟!



$$F_N - mg = ۰ \Rightarrow F_N = ۶۰\,N$$
$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = ۰/۷۵ \times ۶۰ = ۴۵\,N$$

چون $F < f_{s,max}$ است، جسم ساکن می‌ماند. پس داریم:

$$f_s = F = ۲۵\,N$$

در این صورت نیروی سطح تکیه‌گاه برابر است با:

$$R = \sqrt{f_s^۲ + F_N^۲} = \sqrt{(۲۵)^۲ + (۶۰)^۲} = \sqrt{۵^۲(۲۵ + ۱۴۴)} = ۶۵\,N$$

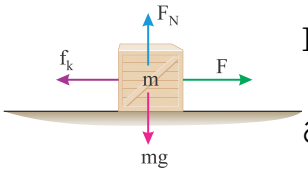
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۱

۶۵ گزینه ۲

گام اول: شتاب جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$v = at + v_۰ \Rightarrow ۳ = ۴a \Rightarrow a = \frac{۳}{۴}\,m/s^۲$$

گام دوم: نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و از قانون دوم نیوتون f_k را به دست می‌آوریم:



$$F - f_k = ma \Rightarrow ۱۷۷ - f_k = ۳۶ \times \frac{۳}{۴} \Rightarrow f_k = ۱۵۰\,N$$

گام سوم: حال نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند یعنی برآیند نیروهای اصطکاک و عمودی سطح را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} R = \sqrt{f_k^۲ + F_N^۲} \\ F_N = mg = ۳۶۰\,N \end{array}\right\} \Rightarrow R = \sqrt{(۱۵۰)^۲ + (۳۶۰)^۲} = ۳۹۰\,N$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

۶۶ گزینه ۲

برای محاسبهٔ تغییرات تکانه برحسب نیروی متوسط داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow \Delta P = (۱۰۰ - ۶۰) \times ۱ \Rightarrow \Delta P = ۴۰\,kgm/s$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۱

۶۷ گزینه ۴

نیروی T_1، نیرویی است که از طرف نخ بر گلوله اثر کرده است. در این صورت واکنش آن از طرف گلوله بر نخ اثر می‌کند.
نیروی T_2، نیرویی است که از طرف نخ بر سقف وارد می‌شود. در این صورت واکنش آن از طرف سقف بر نخ رو به بالا اثر می‌کند.
ازطرفی باید توجه داشت که نیروهای کنش و واکنش بر دو جسم اثر می‌کنند. در این صورت نیروهای T_1 و T_2 نمی‌توانند کنش و واکنش هم باشند.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲

۶۸ گزینه ۴

شتاب مرکزگرای ماهواره همان شتاب گرانش زمین است.

$$\left.\begin{array}{l} a = g = \dfrac{g_0}{(n+1)^2} \\ n = \dfrac{h}{R_e} \end{array}\right\} \left\{\begin{array}{l} n_1 = \dfrac{R_e}{R_e} = 1 \Rightarrow a_1 = \dfrac{g_0}{4} \\ n_2 = \dfrac{\frac{3}{2}R_e}{R_e} = \dfrac{3}{2} \Rightarrow a_2 = \dfrac{g_0}{(\frac{5}{2})^2} \end{array}\right.$$

$$\frac{a_2 - a_1}{a_1} \times 100 = \frac{\frac{4}{25}g_0 - \frac{1}{4}g_0}{\frac{1}{4}g_0} \times 100 = -36\%$$

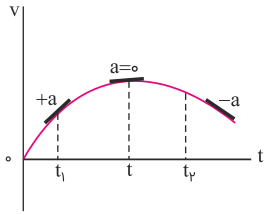
علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش شتاب ماهواره است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

۶۹ گزینه ۴

شیب خط مماس بر نمودار $v - t$ برابر با شتاب حرکت است و تغییرات نیروی خالص تابع تغییرات شتاب متحرک است. $(F = ma)$

از t_1 تا t اندازهٔ شتاب در حال کاهش و از t تا t_2 اندازهٔ شتاب در حال افزایش است.

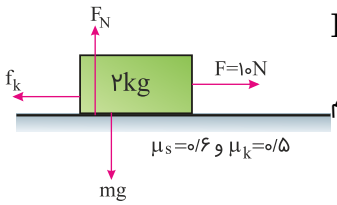


کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

۷۰ گزینه ۴

با کاهش ۳۰ نیوتنی از مقدار نیروی F، اندازهٔ F به ۱۰ نیوتن می‌رسد.

$$F - f_k = ma \Rightarrow 10 - 0/5 \times 20 = 2 \times a \Rightarrow a = 0$$

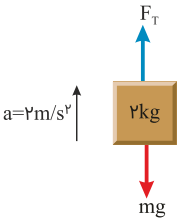


چون شتاب صفر شده است، بنابراین بردار سرعت تغییر نمی‌کند و چون قبل از کاهش نیرو جسم در حال حرکت بوده است با همان سرعت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸

۷۱ گزینه ۲

گام اول: در حالت اول که وزنه را به بالا می‌کشیم، نیروی کشش طناب را به دست می‌آوریم:



$$F_T - mg = ma \Rightarrow F_T - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow F_T = ۲۴\,N$$

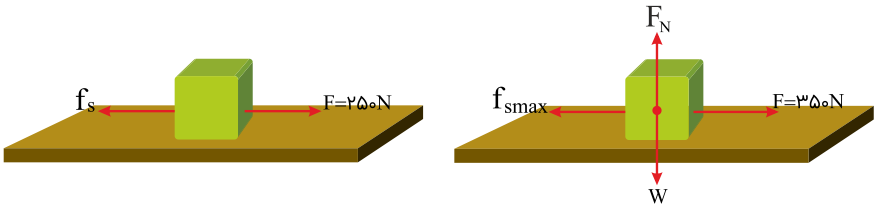
گام دوم: با دو برابر شدن نیروی کشش طناب، با استفاده از قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت جسم را به دست می‌آوریم:

$$۲F_T - mg = ma_۲ \Rightarrow ۲ \times ۲۴ - ۲۰ = ۲ \times a_۲ \Rightarrow a_۲ = ۱۴\ m/s^۲$$

بنابراین شتاب در حالت جدید $\frac{a_۲}{a_۱} = \frac{۱۴}{۲} = ۷$ برابر حالت اول است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹

۷۲ گزینه ۱



$$f_s = F = ۲۵۰\,N$$

$$\left.\begin{array}{l} f_{s\,max} = F = ۳۵۰\,N \\ f_{s\,max} = \mu_s W \end{array}\right\} \Rightarrow \mu_s \times ۵۰۰ = ۳۵۰ \Rightarrow \mu_s = ۰/۷$$

نکته: نیروی اصطکاک ایستایی f_s فرمول ندارد و اندازهٔ آن با نیروی محرک برابر است.
نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت $f_{s\,max}$ هم فرمول دارد و هم اندازهٔ آن با نیروی محرک برابر است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸