۱

ت) ۳ ص.۳۸

۲

الف) بنا به قانون اول نیوتون چون جسم در حال سکون است، پس نیروهای وارد بر آن متوازن هستند و اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با اندازهٔ نیروی محرکی که در راستای سطح به جسم وارد می‌شود (۰/۲۵).

$f_s = 0\,\mathrm{N}$ (۰/۲۵)

۳

$\mu_s = 0/5$ (۰/۲۵) $\quad 50 = \mu_s \times 10 \times 10$ (۰/۲۵) $\quad F = f_{s,max} = \mu_s mg$ (۰/۲۵)

ص.۵۰

۴

$F \prec f_{s,max}$ $\quad f_{s,max} = 0/4 \times 1000 = 400\ \mathrm{N}$ (۰/۲۵) $\quad f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s\, mg$ (۰/۵)

بنابراین جعبه ساکن می ماند (۰/۲۵)

ص ۴۴

۵

الف)

$\rightarrow F_1 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_1 = f_s = 4\,\mathrm{N}$

$\rightarrow F_2 - f_s = ma = 0 \rightarrow F_2 = f_s = 8\,\mathrm{N}$

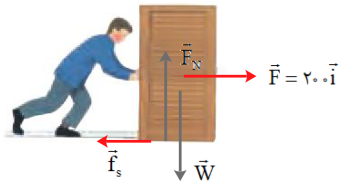
$\rightarrow F_3 - f_{s,max} = ma = 0 \rightarrow F_3 = f_{s,max} = 16\,\mathrm{N}$

ب)

$$f_{s,max} = \mu_s N \rightarrow \mu_s = \frac{f_{s,max}}{mg} = \frac{16\,\mathrm{N}}{4\,\mathrm{kg} \times 9/8\,(\mathrm{N}/\mathrm{kg})} = 0/40$$

۶

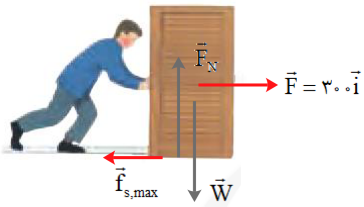
الف) جسم ساکن است.



$$F - f_s = ۰$$

$$\rightarrow f_s = F = ۲۰۰N$$

ب) جسم در آستانه حرکت است.

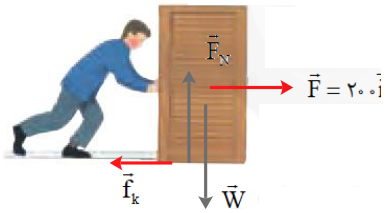


$$F - f_{s,max} = ۰$$

$$\rightarrow f_{s,max} = F = \mu_s F_N$$

$$\mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{۳۰۰N}{۹۰kg \times ۹/۸N/kg} = ۰/۳۴$$

پ) جسم در با شتاب ثابت در حرکت است.

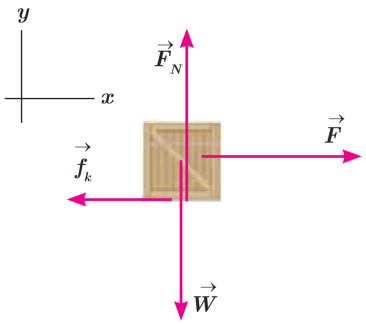


$$F - f_k = ma$$

$$F - \mu_k mg = ma \rightarrow$$

$$۲۰۰N - ۰/۲ \times ۵۰kg \times ۹/۸N/kg = ۵۰(kg)a \rightarrow a = ۲/۰۴N/kg$$

۷



پاسخ : الف) نیروهای وارد بر جعبه را رسم می‌کنیم. چون جسم در امتداد قائم شتاب ندارد از قانون دوم نیوتون نتیجه می‌شود که برایند نیروهای وارد بر جسم در راستای قائم صفر است.

$$F_N - W = ۰ \Rightarrow F_N = W = mg = (۷۵/۰kg)(۹/۸۰\frac{N}{kg}) = ۷۳۵N$$

با استفاده از رابطهٔ ۲ــ۶ داریم :

$$f_k = \mu_k F_N \Rightarrow f_k = ۰/۴۰۰ \times ۷۳۵N \Rightarrow f_k = ۲۹۴N$$

ب) برایند نیروهای افقی وارد بر جسم برابر با حاصل‌ضرب جرم در شتاب است.

$$F - f_k = ma \Rightarrow a = \frac{F - f_k}{m} \Rightarrow a = \frac{۳۰۹\,N - ۲۹۴\,N}{۷۵/۰kg} = ۰/۲۰m/s^۲$$

۸

$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$ (۰/۵) $f_k = ۰/۴ \times ۸۰۰۰ = ۳۲۰۰ \text{ N}$ (۰/۲۵)

$F - f_k = ma$ (۰/۲۵) $۵۶۰۰ - ۳۲۰۰ = ۸۰۰a$ $a = ۳ \text{ m/s}^۲$ (۰/۲۵)

ص ۴۲ و ۴۳

۹

الف) $f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$ (0/5) $f_k = 0/4 \times 800 = 320 \text{ N}$ (0/25)

ب) $F - f_k = ma$ (0/25) $400 - 320 = 80a$ (0/25) $a = 1 \text{ m/s}^2$ (0/25)

ص 42

۱۰

الف) خیر(۰/۲۵) ص.۲۸

ب) به طرف چپ (۰/۲۵)

$f_k = ۱۰N$ (۰/۲۵) $۵۰ - f_k = ۲۰ \times ۲$ (۰/۲۵) $F - f_k = ma$ (۰/۲۵)

ص.۴۰

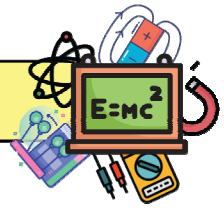
۱۱

$F_N = W = mg = ۲۰۰ \text{ N}$ (۰/۲۵)

$f_k = \mu_k F_N = f_k = ۰/۲ \times ۲۰۰ = ۴۰ \text{ N}$ (۰/۲۵)

$F - f_k = ma$ (۰/۲۵) $۸۰ - ۴۰ = ۲۰a \Rightarrow a = ۲ \text{ m/s}^۲$ (۰/۲۵)

ص ۳۹



۱۲

پاسخ : الف) شکل ساده‌ای از جسم مورد نظر (جعبه) رسم و نیروهای وارد بر آن را مشخص می‌کنیم. چون جعبه در راستای قائم حرکت ندارد، می‌توانیم بنویسیم :

$$F_N - W = ۰ \Rightarrow F_N = W \Rightarrow F_N = mg = (۱۰۰\text{kg})(۹/۸۰\text{N/kg}) = ۹۸۰\text{N}$$

برای اینکه جسم شروع به حرکت کند، باید $T > f_{s,\max}$ باشد. پس ابتدا $f_{s,\max}$ را از معادلهٔ ۲ــ۴ به‌دست می‌آوریم :

$$f_{s,\max} = \mu_s F_N = (۰/۳۰۰)(۹۸۰\text{N}) = ۲۹۴\text{N}$$

با توجه به اینکه $T = ۳۱۰\text{N} > ۲۹۴\text{N}$ است، جعبه شروع به حرکت می‌کند.

ب) نیروی اصطکاک جنبشی در خلاف جهت حرکت بر جعبه اثر می‌کند و برابر است با :

$$f_k = \mu_k F_N = (۰/۲۵۰)(۹۸۰\text{N}) = ۲۴۵\text{N}$$

$$T - f_k = ma \Rightarrow ۳۱۰\text{N} - ۲۴۵\text{N} = (۱۰۰\text{kg})a \Rightarrow a = ۰/۶۵\ \text{m/s}^۲$$

پ) چون شتاب جعبه ثابت است، از رابطهٔ سرعت ــ زمان در حرکت با شتاب ثابت روی مسیر مستقیم استفاده می‌کنیم :

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = (۰/۶۵\text{m/s}^۲)(۶/۰\text{s}) + (۰/۰\text{m/s}) \Rightarrow v = ۳/۹\ \text{m/s}$$

سرعت نیز در جهت محور x است.

۱۳

الف) (۰/۲۵) $T \succ f_s$ (۰/۲۵) $f_{s_{max}} = ۰/۴ \times ۱۰۰۰ = ۴۰۰\ \text{N}$ (۰/۲۵) $f_{s_{max}} = \mu_s F_N = \mu_s mg$

ب) (۰/۲۵) $a = ۱/۴\ \text{m/s}^۲$ $۴۴۰ - (۰/۳ \times ۱۰۰۰) = ۱۰۰\ a$ (۰/۵) $T - \mu_k F_N = ma$

ص ۴۴

۱۴

الف) (۰/۲۵) $\mu_s = ۰/۴$ $۴۰۰ = \mu_s \times ۱۰۰۰$ (۰/۵) $f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$

ب) (۰/۲۵) $a = ۱/۴\ \text{m/s}^۲$ $۴۴۰ - (۰/۳ \times ۱۰۰۰) = ۱۰۰\ a$ (۰/۵) $F - \mu_k F_N = ma$

ص ۴۴

۱۵

$F - f_k = ma$ (۰/۲۵) $F_N = mg = ۵\ N$ (۰/۲۵) $F_N - mg = ۰$ (۰/۲۵)

$a = ۸\ m/s^۲$ (۰/۲۵) $۵ - (۰/۲ \times ۵) = ۰/۵\ a$ (۰/۲۵) $F - \mu_k F_N = ma$ (۰/۲۵)

ص۵۱.

۱۶

$f_k = ۰/۳ \times ۴۰ = ۱۲\ N$ (۰/۲۵) $F_N = mg$ (۰/۲۵) $f_K = \mu_K F_N$ (۰/۲۵)

$a = ۲\ m/s^۲$ (۰/۲۵) $۲۰ - ۱۲ = ۴a$ $T - f_K = ma$ (۰/۲۵)

ص ۴۲ و ۴۳

۱۷

$f_k = ۲۵۰N$ (۰/۲۵) $۴۰۰ - f_k = ۱۰۰ \times ۱/۵$ (۰/۲۵) $F - f_k = ma$ (۰/۲۵)

$\mu_k = ۰/۲۵$ (۰/۲۵) $f_k = \mu_k F_N$ (۰/۲۵)

ص۴۲

۱۸

ت) (۱) ص۳۹.

۱۹

$\mu_k = ۰/۴$ (۰/۲۵) $۴۴۰ - \mu_k \times ۸۰۰ = ۸۰ \times ۱/۵$ (۰/۲۵) $F - \mu_k mg = ma$ (۰/۲۵) $F_{net} = ma$ (۰/۲۵)

(ص۵۰)

۲۰

الف) $F = f_{s\,max} = ۴۵۰N$ (۰/۲۵) $f_{s\,max} = ۰/۶ \times ۷۵۰$ (۰/۲۵) $f_{s\,max} = \mu_s F_N$ (۰/۲۵)

ب) $F_{net} = ۵۰۰ - (۰/۵ \times ۷۵ \times ۱۰) = ۱۲۵N$ (۰/۲۵) $F_{net} = F - f_k = F - \mu_k mg$ (۰/۲۵)

$\Delta p = ۱۲۵ \times ۲ = ۲۵۰\ \frac{kg.m}{s}$ (۰/۲۵) $\Delta p = F_{net}\,\Delta t$ (۰/۲۵)

ص ۴۰ و ۴۵

۲۱

$\mu_k = ۰/۵$ (۰/۲۵) $(۱۰N) = \mu_k(۲۰N)$ (۰/۲۵) $f_k = F = ۱۰N$ (۰/۲۵) $F - f_k = ۰$ (۰/۲۵) $F_N = mg = ۲۰N$ (۰/۲۵)

ص ۴۰

۲۲

$T - f_D - f_k = ۰$ (۰/۲۵) $F_{net} = ma$ (۰/۲۵)

$T = ۶۰۰N$ (۰/۲۵) $T - ۲۰۰ - ۴۰۰ = ۰$ (۰/۲۵)

ص ۵۲

۲۳

$F - f_k = ma(۰/۲۵) \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N (۰/۲۵) = \mu_k mg (۰/۲۵)} ۲۰۰ - \mu_k \times ۴۰۰ = ۰(۰/۲۵) \rightarrow \mu_k = ۰/۵(۰/۲۵)$

ص ۴۲

۲۴

الف) $T - f_k - f = ma = ۰ \rightarrow T = f_k + f = ۳۸۰N + ۲۲۰N = ۶۰۰N$

ب) $T' - f_k - f = ma \rightarrow T' = ۲(N/kg) \times ۱۵۰kg + ۶۰۰N = ۳۶۰۰N$

۲۵

الف) (۰/۲۵) $f_s = ۸\ N$ (۰/۲۵) $f_{s,max} = ۰/۴ \times ۳۰ = ۱۲\ N$ (۰/۲۵) $f_{s,max} = \mu_s mg$

ب) کاهش (۰/۲۵)

ص ۳۸ و ۴۱ و ۴۶

۲۶

$F_{net} = ma$ (۰/۲۵) $\quad -f_k = ma$ (۰/۲۵) $\quad -\mu_k \times mg = ma$ (۰/۲۵)

$a = -۰/۲ \times ۱۰ = -۲\ {}^{m}/_{s^۲}$ (۰/۵)

ص.۵۱

۲۷

الف) $v^۲ - v_۰^۲ = ۲ a\Delta x$ (۰/۲۵) $\quad ۰^۲ - ۲۰^۲ = ۲ a \times ۴۰ \Rightarrow a = -۵\ \mathrm{m/s^۲}$ (۰/۲۵)

$a = -\frac{f_k}{m}$ (۰/۲۵) $\quad a = -\frac{\mu_k F_N}{m}$ (۰/۲۵) $\quad a = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k g$ (۰/۲۵)

$a = -۵ = -۱۰\mu_k \Rightarrow \mu_k = ۰/۵$ (۰/۲۵)

ص ۱۸ و ۴۰

۲۸

الف)

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow -f_k = ma \rightarrow -\mu_k F_N = ma$$

$$-\mu_k m g = ma \rightarrow a = -\mu_k g \rightarrow a = -(۰/۲)(۹/۸\frac{N}{kg}) = -۱/۹۶\frac{N}{kg}$$

جسم متوقف شده است، بنابراین $V = ۰$ است.

$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x$$

$$۰ - (۱۰\frac{m}{s})^۲ = ۲(-۱/۹۶N/kg)\Delta x \rightarrow \Delta x = ۲۵/۵۱m$$

ب) مطابق رابطه $a = -\mu_k g$، شتاب حرکت به جرم جسم بستگی ندارد و مسافت پیموده شده ثابت می ماند.

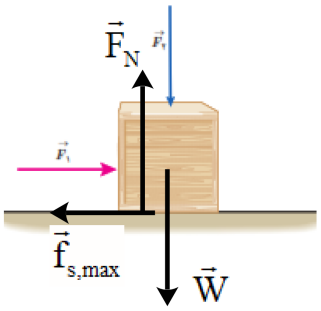
۲۹

الف)

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

$$F_N - F_۲ - W = ma = ۰ \rightarrow F_N = F_۲ + W$$

با افزایش $F_۲$، نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه افزایش می یابد.



ب)

$$F_۱ - F_s = ma = ۰ \rightarrow F_۱ = F_s$$

تغییر نمی کند.

پ)

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \rightarrow f_{s,max} = \mu_s (F_۲ + W)$$

با افزایش $F_۲$، $I_{s,max}$ مقدار افزایش می یابد.

ت) نیروی خالص وارد برجسم در راستای x و y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.

۳۰

الف) زمان واکنش و تندی خودرو

ب)

$$\Delta x = vt \rightarrow ۱۸m = v \times ۰/۶s \rightarrow v = ۳۰m/s$$

پ)

$$x = (\frac{v + v_۰}{۲})t = (\frac{۰ + ۳۰m/s}{۲}) \times ۵s \rightarrow ۷۵m$$

$$a = \frac{v - v_۰}{t} = \frac{۰ - ۳۰m/s}{۵s} \rightarrow a = ۶m/s$$

ت)

$$F_{net} = ma \rightarrow F_{net} = ۱۵۰۰kg \times -۶(N/kg) \rightarrow F_{net} = -۹۰۰۰N$$

۳۱

الف) افزایش می یابد **ب) ثابت می ماند** **پ) افزایش می یابد** **ت) ثابت می ماند**

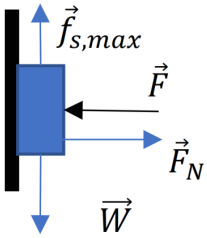
هرمورد (۰/۲۵)

ص ۵۸

۳۲

$W \le f_{s,max}$ (۰/۲۵)　　$F = F_N = 40\ N$ (۰/۲۵)

$\mu_s \ge 0.5$ (۰/۲۵)　　$mg \le \mu_s F_N$ (۰/۲۵)



ص ۵۲

۳۳

الف) $f_s = mg$ (۰/۲۵). اندازه نیروی وزن ثابت است، بنابراین اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی تغییر نمی‌کند. (۰/۲۵)

ب) نیروی عمودی سطح افزایش می‌یابد (۰/۲۵). جسم در حال تعادل است، اندازهٔ نیروی عمودی سطح برابر F می‌شود. (۰/۲۵) ص ۵۲

۳۴

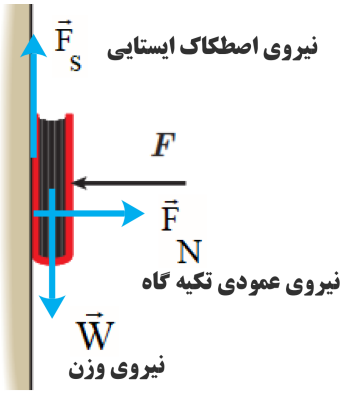
الف- (ص ۵۲)

$F_{net} = ۰ \rightarrow f_s = mg\ (۰/۲۵) \rightarrow f_s = ۰/۵ \times ۱۰ = ۵N\ (۰/۲۵)$

ب- نیروی عمودی تکیه‌گاه ـ بیشینه یا نیروی سطح (ص ۵۲)　　(هر مورد ۰/۲۵)

۳۵

الف)



ب)

$mg - f_s = ma = ۰ \rightarrow f_s = mg$

$\rightarrow f_s = ۲/۵kg \times ۹/۸N/kg = ۲۴/۵N$

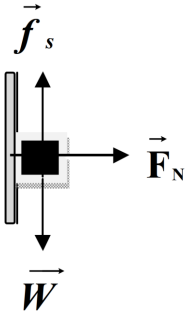
پ) خیر – نیروی اصطکاک تغییری نمی کند.

$F_N - F = ۰ \rightarrow F = F_N$

۳۶

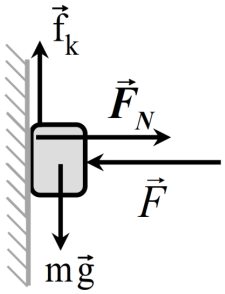
الف) رسم درست هر بردار نیرو (۰/۲۵)

ب) صفر (۰/۲۵)



۳۷

رسم نیروهای وارد بر جسم (۰/۵):



$mg - f_k = ۰$ (۰/۲۵)

$f_k = \mu_k F_N$ (۰/۲۵)

$۴۰ = ۰/۱ F$

$f_k = mg = ۴۰ N$ (۰/۲۵)

$F_N = F$

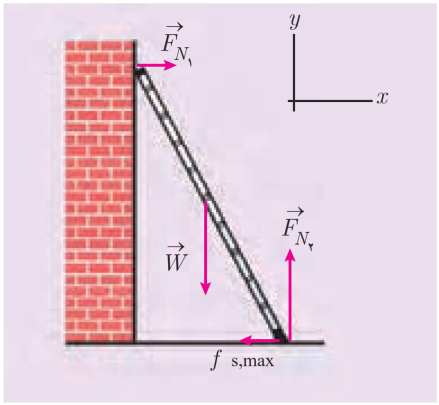
$F = ۴۰۰N$ (۰/۲۵)

ص ۵۹

۳۸

پاسخ : الف) نخست نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم که عبارت‌اند از :
نیروی عمودی سطح دیوار ($\vec{F}_{N_۱}$)، نیروی وزن ($\vec{W}$)، نیروی عمودی سطح زمین ($\vec{F}_{N_۲}$) و نیروی اصطکاک ایستایی بین زمین و نردبان ($f_{s,max}$).

۴۵



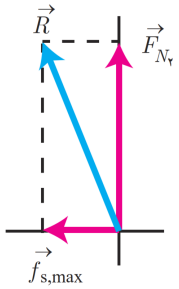
یک دستگاه مختصات انتخاب می‌کنیم.

در آستانهٔ حرکت، نردبان همچنان در حال تعادل است. بنابراین نیروی خالص در راستای قائم و افقی صفر است.

$$F_{N_۲} - W = ۰ \Rightarrow F_{N_۲} = W = mg = (۲۰/۰\text{kg})(۹/۸۰\text{N/kg}) = ۱۹۶\text{N}$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_{N_۲} = (۰/۴۶۰) \times (۱۹۶\text{N}) = ۹۰/۲\text{N}$$

از طرف سطح زمین بر نردبان دو نیروی عمودی $F_{N_۲}$ و افقی $f_{s,max}$ وارد می‌شود. بنابراین برایند این دو نیرو که آن را با $\vec{R}$ نشان می‌دهیم، نیرویی است که سطح زمین بر نردبان وارد می‌کند :



$$\vec{R} = \vec{F}_{N_۲} + \vec{f}_{s,max}$$

که بزرگی آن برابر است با :

$$R = \sqrt{F_{N_۲}^۲ + f_{s,max}^۲} = \sqrt{(۱۹۶\text{N})^۲ + (۹۰/۲\text{N})^۲} = ۲۱۶\text{N}$$

ب) برایند نیروهای افقی وارد بر نردبان صفر است، پس :

$$F_{N_۱} - f_{s,max} = ۰ \Rightarrow F_{N_۱} = f_{s,max} = ۹۰/۲\text{N}$$

در نبود نیروی اصطکاک بین نردبان و دیوار، نیروی $F_{N_۱}$ همان نیروی وارد از دیوار به نردبان است.

۳۹

الف) ثابت می ماند　　ب) افزایش می یابد　　پ) افزایش می یابد　　هرمورد (۰/۲۵)

ص ۵۹