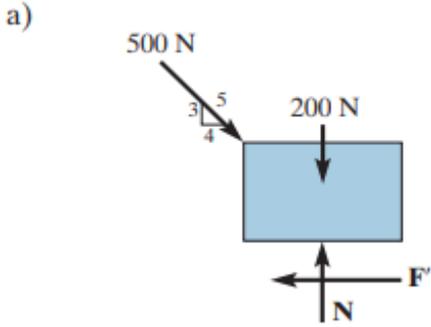
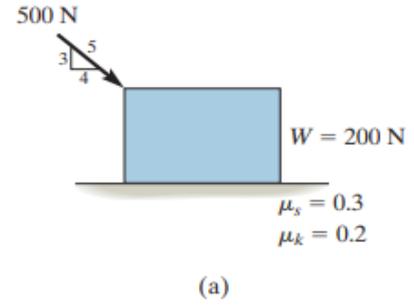
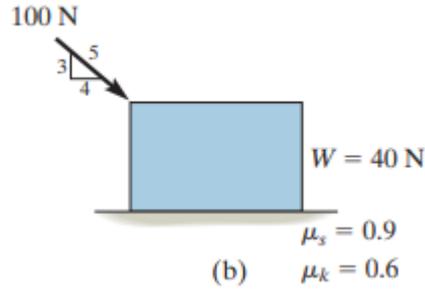


الجلسة الثامنة – الاحتكاك

د.نزار عبد الرحمن

مسألة (1): احسب قوى الاحتكاك بين الصندوق والأرض



$$\rightarrow \Sigma F_x = 0;$$

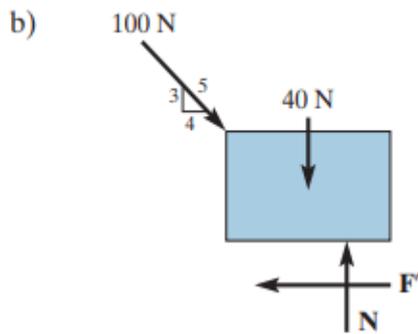
$$\left(\frac{4}{5}\right)(500 \text{ N}) - F' = 0, F' = 400 \text{ N}$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0;$$

$$N - 200 \text{ N} - \left(\frac{3}{5}\right)(500 \text{ N}) = 0, N = 500 \text{ N}$$

$$F_{\max} = 0.3(500 \text{ N}) = 150 \text{ N} < 400 \text{ N}$$

$$\text{Slipping } F = \mu_k N = 0.2(500 \text{ N}) = 100 \text{ N} \quad \text{Ans.}$$



$$\rightarrow \Sigma F_x = 0;$$

$$\frac{4}{5}(100 \text{ N}) - F' = 0; F' = 80 \text{ N}$$

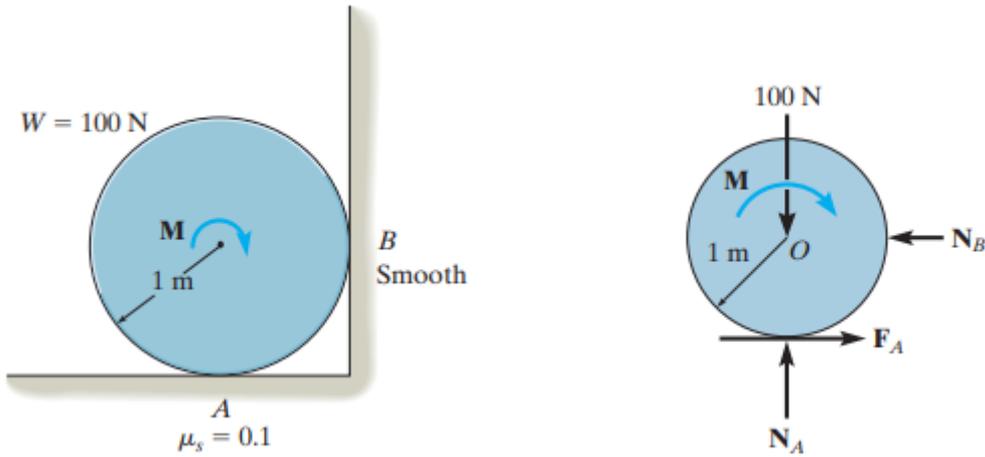
$$+\uparrow \Sigma F_y = 0;$$

$$N - 40 \text{ N} - \left(\frac{3}{5}\right)(100 \text{ N}) = 0; N = 100 \text{ N}$$

$$F_{\max} = 0.9(100 \text{ N}) = 90 \text{ N} > 80 \text{ N}$$

$$F = F' = 80 \text{ N}$$

مسألة (2): احسب العزم M اللازم لمنع تحرك الاسطوانة. الاستناد عند B أملس .



Require $F_A = 0.1N_A$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad N_A - 100 \text{ N} = 0$$

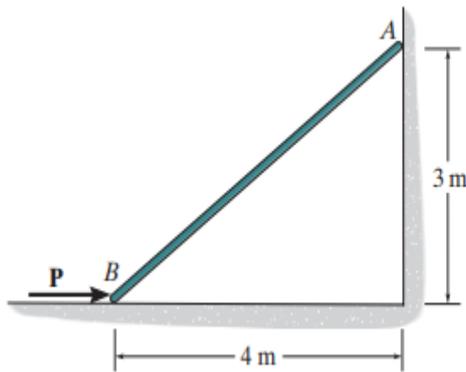
$$N_A = 100 \text{ N}$$

$$F_A = 0.1(100 \text{ N}) = 10 \text{ N}$$

$$\zeta + \Sigma M_O = 0; \quad -M + (10 \text{ N})(1 \text{ m}) = 0$$

$$M = 10 \text{ N} \cdot \text{m}$$

مسألة (3): احسب القوة الأصغرية P لمنع عارضة بوزن 30 Kg من الانزلاق. الاحتكاك عند النقطة B أملس ، ومعامل الاحتكاك السكوني بين الأرض والحائط $\mu_s = 0.2$.



$$\zeta + \Sigma M_B = 0;$$

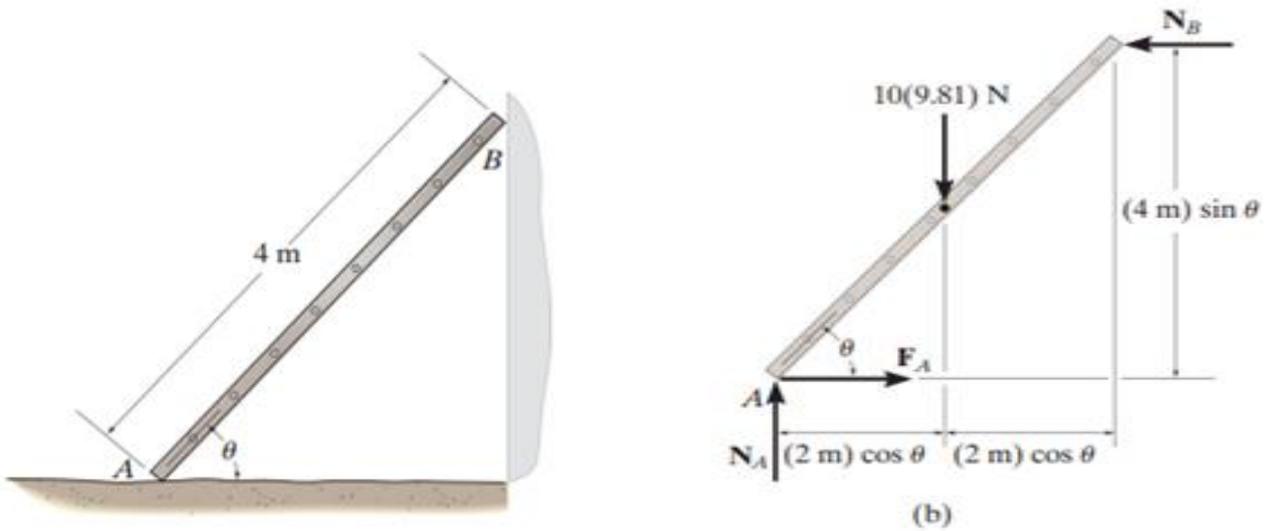
$$N_A(3) + 0.2N_A(4) - 30(9.81)(2) = 0$$

$$N_A = 154.89 \text{ N}$$

$$+\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad P - 154.89 = 0$$

$$P = 154.89 \text{ N} = 155 \text{ N}$$

مسألة (4): سلم متجانس كتلته 10 Kg يستند على حائط أملس عند B، وعلى الأرض عند A حيث معامل الاحتكاك السكوني $\mu_s = 0.3$. احسب زاوية الميل θ للسلم ورد الفعل العمودي عند النقطة B إذا كان السلم على وشك الانزلاق.



معادلات التوازن والاحتكاك:

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad N_A - 10(9.81) N = 0 \quad N_A = 98.1 N$$

$$, F_A = 0.3(98.1 N) = 29.43 N.$$

$$\pm \Sigma F_x = 0; \quad 29.43 N - N_B = 0$$

$$N_B = 29.43 N = 29.4 N$$

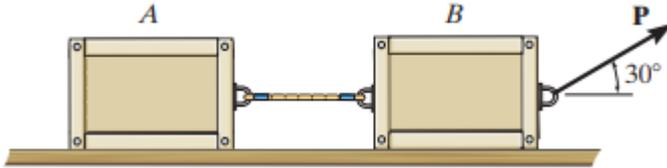
من أجل حساب الزاوية θ نكتب معادلة العزوم حول النقطة A:

$$\zeta + \Sigma M_A = 0; \quad (29.43 \text{ N})(4 \text{ m}) \sin \theta - [10(9.81) \text{ N}](2 \text{ m}) \cos \theta = 0$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta = 1.6667$$

$$\theta = 59.04^\circ = 59.0^\circ$$

مسألة (5): احسب القوة الأعظمية P التي يمكن تطبيقها ليدون أن تتسبب بتحريك صندوقين كتلتهما 50-Kg. معامل الاحتكاك السكوني بين كل من الصندوقين والأرض $\mu_s=0.25$.



Crate A

$$+ \uparrow \Sigma F_y = 0; \quad N_A - 50(9.81) = 0$$

$$N_A = 490.5 \text{ N}$$

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad T - 0.25(490.5) = 0$$

$$T = 122.62 \text{ N}$$

Crate B

$$+ \uparrow \Sigma F_y = 0; \quad N_B + P \sin 30^\circ - 50(9.81) = 0$$

$$N_B = 490.5 - 0.5P$$

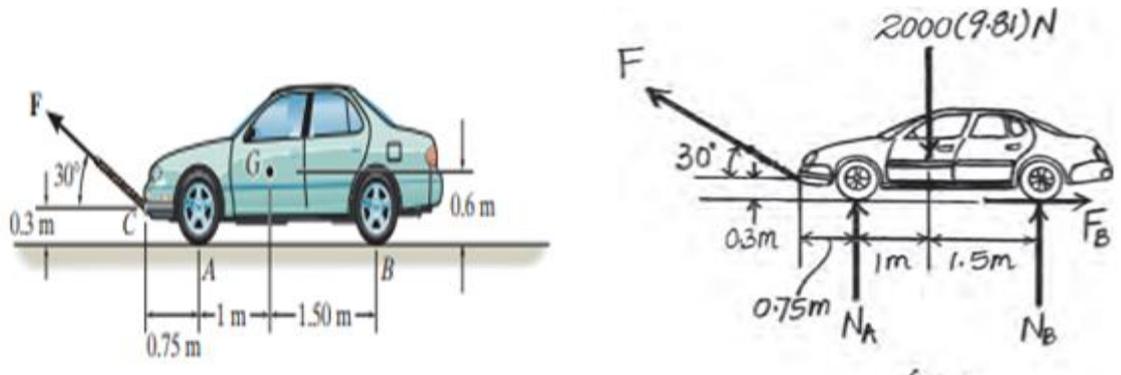
$$\rightarrow \Sigma F_x = 0;$$

$$P \cos 30^\circ - 0.25(490.5 - 0.5P) - 122.62 = 0$$

$$P = 247 \text{ N}$$

مسألة (6): عربة ذات كتلة 2000 Kg ، مركز كتلتها عند G . احسب قوة الجر F اللازمة لتحريك العربة ، إذا كانت العجلات الخلفية في حالة فرملة والعجلات الأمامية حرة الحركة . معامل الاحتكاك $\mu_s = 0.3$.

الحل : نكتب معادلات التوازن السكوني ومعادلة التوازن الاحتكاكي للعربة باعتبار العجلات الخلفية على وشك الانزلاق.



معادلات التوازن :

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad F_B - F \cos 30^\circ = 0 \quad (1)$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad N_A + N_B + F \sin 30^\circ - 2000(9.81) = 0 \quad (2)$$

$$\zeta + \Sigma M_A = 0; \quad F \cos 30^\circ(0.3) - F \sin 30^\circ(0.75) + N_B(2.5) - 2000(9.81)(1) = 0 \quad (3)$$

معادلة الاحتكاك :

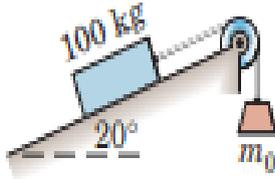
$$F_B = \mu_s N_B = 0.3 N_B \quad (4)$$

بحل المعادلات من (1) إلى (4) :

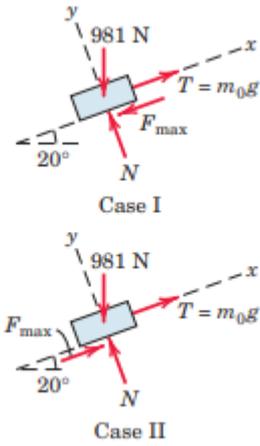
$$F = 2,762.72 \text{ N} = 2.76 \text{ kN}$$

$$N_B = 7975.30 \text{ N} \quad N_A = 10,263.34 \text{ N} \quad F_B = 2392.59 \text{ N}$$

مسألة (7): أوجد مجال القيم للكتلة m_0 بحيث أن الصندوق ذو الكتلة 100 Kg لا ينزل إلى الأسفل ولا يصعد إلى الأعلى . معامل الاحتكاك السكوني بين الصندوق والمستوي المائل $\mu = 0.3$.



الحالة الأولى : القيمة العظمى للكتلة يجب أن تمنع الصندوق من الحركة نحو الأعلى ، وبالتالي يكون اتجاه قوة الاحتكاك نحو الأسفل .



$$[\Sigma F_y = 0] \quad N - 981 \cos 20^\circ = 0 \quad N = 922 \text{ N}$$

$$[F_{\max} = \mu_s N] \quad F_{\max} = 0.30(922) = 277 \text{ N}$$

$$[\Sigma F_x = 0] \quad m_0(9.81) - 277 - 981 \sin 20^\circ = 0 \quad m_0 = 62.4 \text{ kg} \quad \text{Ans.}$$

الحالة الثانية : القيمة الصغرى للكتلة تمنع الصندوق من الحركة نحو الأسفل ، ويكون اتجاه قوة الاحتكاك نحو الأعلى وفق مخطط الجسم الحر .

$$[\Sigma F_x = 0] \quad m_0(9.81) + 277 - 981 \sin 20^\circ = 0 \quad m_0 = 6.01 \text{ kg} \quad \text{Ans.}$$

Thus, m_0 may have any value from 6.01 to 62.4 kg, and the block will remain at rest.

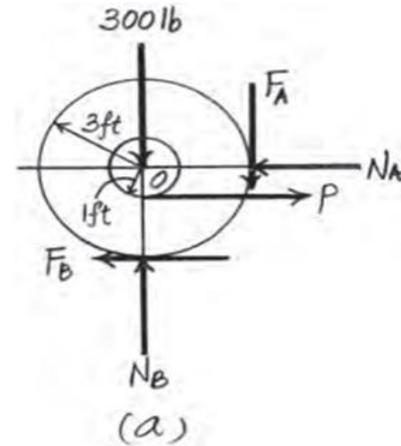
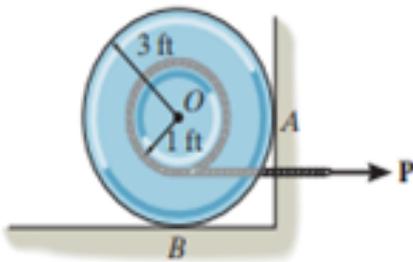
In both cases equilibrium requires that the resultant of F_{\max} and N be concurrent with the 981-N weight and the tension T .

تترواح قيم الكتلة m_0 بين 6.01 Kg و 62.4 Kg من أجل أن يبقى الصندوق في وضعية السكون.

مسألة (8): بكرة أسلاك ذات كتلة 300 lb تستند على الأرض عند B وعلى الحائط عند A.

احسب القوة اللازمة لبداية تحرك البكرة، إذا كان معامل الاحتكاك السكوني

بين البكرة وكافة نقاط الاستناد = 0.3 .



معادلات التوازن:

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad P - N_A - F_B = 0 \quad (1)$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad N_B - F_A - 300 = 0 \quad (2)$$

$$\zeta + \Sigma M_O = 0; \quad P(1) - F_B(3) - F_A(3) = 0 \quad (3)$$

معادلات الاحتكاك:

$$F_A = \mu N_A = 0.25 N_A \quad (4)$$

$$F_B = \mu N_B = 0.25 N_B \quad (5)$$

بحل المعادلات من (1) إلى (5):

$$P = 1350 \text{ lb}$$

$$N_A = 1200 \text{ lb} \quad N_B = 600 \text{ lb} \quad F_A = 300 \text{ lb} \quad F_B = 150 \text{ lb}$$