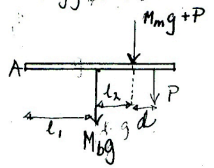
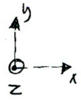
② Frilägg balken





Moment $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$
alla $\vec{r}$ i x-led
alla $\vec{F}$ i negativ y-led
$\Rightarrow \vec{M}$ i neg z-led

$$\vec{M}_A = \left[l_1 M_b g + (l_1 + l_2)(M_m g + P) + (l_1 + l_2 + d) P\right](-\hat{z})$$

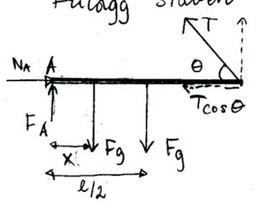
Med numeriska värden insatta blir

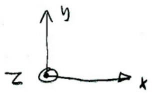
$M_A = [1{,}200 \cdot 250{,}0 \cdot 9{,}81 + 1{,}800(850 \cdot 9{,}81 + 350) + 2{,}100 \cdot 350]$ Nm

$M_A \approx 5{,}810$ kNm

$\underline{\underline{\vec{M}_A = -5{,}810 \text{ kNm} \cdot \hat{z}}}$ (Riktning in i papperets plan)

③ Frilägg staven





Villkor: Statisk jämvikt ger

Σ krafter i x-led = 0 : $N_A - T\cos\theta = 0$ (1)

Σ krafter i y-led = 0 $F_A + T\sin\theta - 2F_g = 0$ (2)

Precis innan staven börjar glida gäller att $F_A = \mu_s N_A$ (3), fullt utbildad friktion

(1), (2) och (3) ger $T = \dfrac{2F_g}{\sin\theta + \mu_s \cos\theta}$ (4)

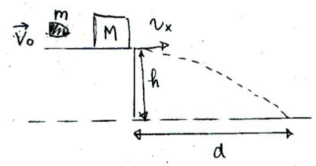
Momentjämvikt map punkten A ger.

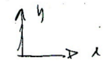
$$\curvearrowright M_A = \frac{l}{2} F_g + x F_g - l\, T \sin\theta = 0 \quad (5)$$

(4) och (5) ger $\underline{\underline{\dfrac{x}{l} = \dfrac{2\sin\theta}{\sin\theta + \mu_s \cos\theta} - \dfrac{1}{2}}}$

Numeriskt $x = \left(\dfrac{2 \cdot \sin 37{,}0°}{\sin 37{,}0° + 0{,}500 \cdot \cos 37{,}0°} - \dfrac{1}{2}\right) \cdot 5{,}00 \text{ m} \approx \underline{\underline{3{,}51 \text{ m}}}$

④





Utnyttja lagen om rörelsemängdens bevarande; alla

Före kollisionen i x-led : $m v_0$ (1)

Efter " " : $(m+M) v_x$ (2) (1) och (2) ger $v_0 = \dfrac{m+M}{m} v_x$ (3)

Blocket och kulan antas gå i en parabelbana med konstant fart i x-led och likformigt accelererad rörelse i y-led

tiden att falla sträckan h antas vara t : $\frac{1}{2} g t^2 = h \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

samtidigt i x-led $v_x t = d$

$v_x = \dfrac{d}{t} = \dfrac{d}{\sqrt{\frac{2h}{g}}} = d\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$ sätt in i (3):

a) $v_0 = \dfrac{m+M}{m} d \sqrt{\dfrac{g}{2h}} = \left(1 + \dfrac{M}{m}\right) d \sqrt{\dfrac{g}{2h}}$

b) Kinetisk energi före $T_f = \frac{1}{2} m v_0^2$

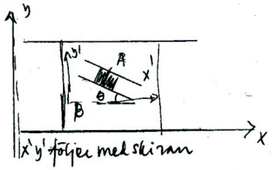
" efter $T_e = \frac{1}{2}(m+M) v_x^2$

$$\frac{T_f - T_e}{T_f} = 1 - \frac{T_e}{T_f} = 1 - \frac{(m+M) v_x^2}{m v_0^2} = 1 - \frac{(m+M) v_x^2}{m \frac{(m+M)^2}{m^2} v_x^2} = 1 - \frac{m}{m+M}$$

$$\frac{T_f - T_e}{T_f} = \frac{M}{m+M}$$

Svar: Andelen $\frac{M}{m+M}$ förloras

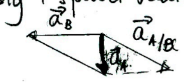
⑤



A är hylsan
B skivan

B's acceleration i det fixa koordinatsystemet är : $\vec{a}_B = -a_0 \hat{x}$ (1)
A's – " – $\vec{a}_A = -a_A \hat{y}$ (2)

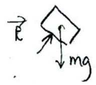
För A's acceleration relativt B, $\vec{a}_{A/B}$) gäller
$\vec{a}_A = \vec{a}_B + \vec{a}_{A/B}$ (3)
dessutom vet vi att A rör sig i spåret relativt B
så att $\dfrac{-a_{y'A/B}}{-a_{x'A/B}} = \tan\theta$



$$(3) \Rightarrow \begin{cases} \text{i x-led}: \; a_{xA} = -a_0 + a'_{x\,A/B} = 0 \;\Rightarrow\; a'_{xA/B} = a_0 \\ \text{i y-led}: \; a_{yA} = 0 + a_{y'AB} = 0 - a'_{x\,A/B} \cdot \tan\theta \end{cases}$$

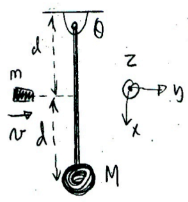
A faller alltså med accelerationen $a_{yA} = -a_0 \cdot \tan\theta$

Skivan kan bara ge normalkraft på A



A faller rakt ner
Resultanten i y-led $\Rightarrow \vec{R} = 0$
Newtons ekvation $mg = m a_{yA} = m a_0 \tan\theta$
$\Rightarrow a_0 = \dfrac{g}{\tan\theta}$
$\theta = 30° \Rightarrow a_0 = 17 \text{ m s}^{-2}$

6



Utnyttja att rörelsemängdsmomentet hos systemet kula + pendel bevaras
Reaktionskrafterna i O ger inga yttre moment map O

$\vec{H}_{f0} = \vec{H}_{e0}$

Före $\vec{H}_{f0} = d \cdot mv \cdot \hat{z}$
efter $\vec{H}_{e0} = d \cdot m\omega d\,\hat{z} + 2d \cdot M \cdot 2d\omega\,\hat{z}$
Detta ger $dmv = d^2 m\omega + 4d^2 M\omega$
a) $\omega = \dfrac{mv}{d(m+4M)}$

Med numeriska värden $\omega = \dfrac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 320 \; \frac{kg\,m}{s}}{0{,}300\,(50 \cdot 10^{-3} + 4 \cdot 1{,}8)\,kg \cdot m}$

b) $\omega \approx 7{,}36 \text{ rad s}^{-1}$