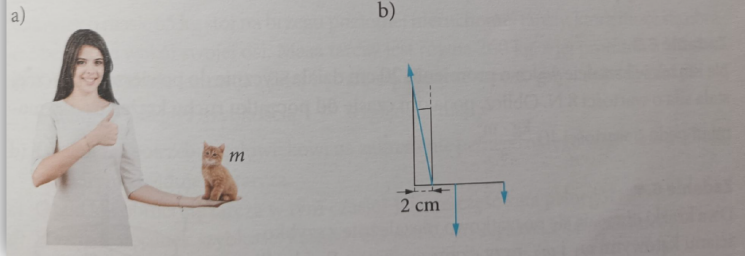


Zadanie 5.11

Dziewczyna trzyma w dłoni kotka (rysunek a). Odległość od łokcia do dłoni dziewczyny jest równa 22 cm, całe przedramię waży 10 N, a jego środek ciężkości znajduje się w odległości 8 cm od łokcia. Napięty mięsień ramienia (biceps), zaczepiony w odległości 2 cm od łokcia i tworzący z ramieniem kąt 18° , działa na przedramię siłą o wartości 60 N. Opisz to schemat przedstawiony na rysunku b (na którym nie zachowano proporcji). Oblicz masę kotka.



Dane:

$$F = 60 \text{ N}$$
$$F_r = 10 \text{ N}$$
$$r = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$
$$l = 22 \text{ cm} = 0,22 \text{ m}$$
$$x = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$$

Przyjmujemy, że wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi:

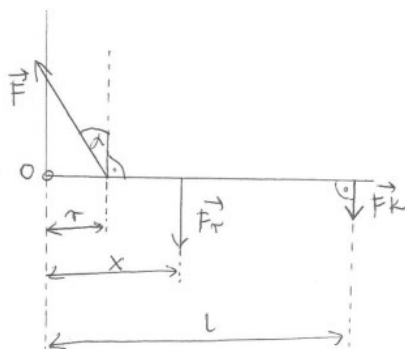
$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Szukane:

$$m = ?$$

Rozwiązanie:

Oznaczmy na rysunku b) wszystkie siły, odległości, kąty oraz oś obrotu ramienia:



Gdzie \vec{F} jest działaniem mięśnia, \vec{F}_r jest siłą ciężkości przedramienia, \vec{F}_k jest siłą ciężkości kotka. Wartość siły ciężkości kotka możemy przedstawić jako iloczyn jego masy i wartości przyspieszenia ziemskiego:

$$F_k = mg$$

Wartość momentów sił względem osi obrotu O będą mieć postać:

$$M_F = r F \sin(\alpha + 90^\circ) = r \cdot F \cdot \cos \alpha$$

$$M_r = x F_r$$

$$M_k = L \cdot F_k = Lmg$$

Korzystając z reguły śruby prawoskrętnej możemy zauważyć, że zwrot momentu siły działania mięśnia jest przeciwny do pozostałych. Ponieważ układ znajduje się w równowadze to otrzymujemy, że:

$$M_r + M_k - M_F = 0$$

$$M_k = M_F - M_r$$

$$Lmg = r F \cos \alpha - x F_r \quad /: Lg$$

$$m = \frac{r F \cos \alpha - x F_r}{Lg}$$

Podstawiamy dane liczbowe do wzoru:

$$m = \frac{0,02 \text{ m} \cdot 60 \text{ N} \cdot \cos 18^\circ - 0,08 \text{ m} \cdot 10 \text{ N}}{0,22 \text{ m} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} =$$

$$= \frac{0,02 \text{ m} \cdot 60 \text{ N} \cdot 0,9511 - 0,8 \text{ m} \cdot \text{N}}{2,2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} =$$

$$= \frac{1,14132 \text{ m} \cdot \text{N} - 0,8 \text{ m} \cdot \text{N}}{2,2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} =$$

$$= \frac{0,34132 \text{ m} \cdot \text{N}}{2,2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \approx$$

$$\approx 0,155145 \text{ kg} \approx 0,16 \text{ kg}$$