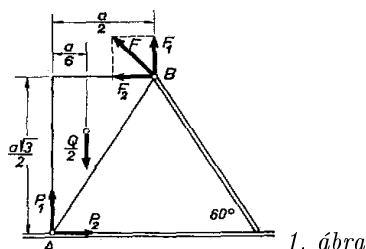




Oldjuk meg a feladatot úgy, hogy csak az egyik fél-hasábot vesszük figyelembe (a másik felet távolítsuk el), föltételezve, hogy a megmaradt fél csúszásmentesen támaszkodik az alapzatra.

Vizsgáljuk meg, hogy milyen erők hatnak a fél-hasábra. A szimmetriaviszonyokból látszik, hogy valamennyi erővektor benne van a hasáb élére merőleges, a két rudat tartalmazó síkban. Mivel a hasáb és az alapzat között súrlódás is van, a közöttük levő erőhatás nem lesz merőleges a felületre, függőleges komponense  $P_1$ , vízszintes komponense  $P_2$ . A fél-hasábra hat a súlyerő ( $Q/2$ ) a súlypontban és a rúd támasztó ereje (1. ábra).



1. ábra

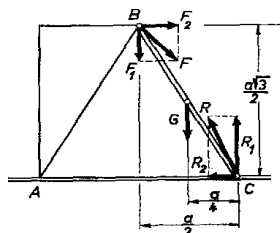
Mivel a rúd csúszásmentesen (azaz nem súrlódás nélkül) csatlakozik a hasábhöz, a rúd által gyakorolt erőnek az irányát sem ismerjük. Ezért tekintjük ismeretlennek ezen  $F$  erő függőleges ( $F_1$ ) és vízszintes ( $F_2$ ) komponensét.

A fél-hasábra más erő nem hat. Írjuk fel az egyensúly feltételeit. A testre ható erők vízszintes és függőleges komponenseinek eredője nulla:

$$P_2 - F_2 = 0; \quad P_1 - Q/2 + F_1 = 0.$$

A testre ható erőknek (például az  $A$  pontra vonatkozó) forgatónyomatékainak összege nulla:

$$\frac{a}{6} \cdot \frac{Q}{2} - \frac{a}{2} F_1 - \frac{a\sqrt{3}}{2} F_2 = 0.$$



2. ábra

A rúdra ható erők (2. ábra): a hasáb hatása ( $F$ ), a súlyerő ( $G$  a rúd súlya) és az alapzat által gyakorolt erő ( $R$ ) (súrlódás van, ezért az  $R_1$  és  $R_2$  komponensek ismeretlenek). Az egyensúly három feltétele az előzőkhöz hasonlóan:

$$F_2 - R_2 = 0; \\ F_1 + G - R_1 = 0,$$

és a forgatónyomatékok egyensúlya a  $C$  pontra:

$$\frac{a}{4} \cdot G + \frac{a}{2} F_1 - \frac{a\sqrt{3}}{2} F_2 = 0.$$

Így az egyensúly feltételére hat egyenletünk van, összesen hat ismeretlennel ( $P_1$ ;  $P_2$ ;  $F_1$ ;  $F_2$ ;  $R_1$ ;  $R_2$ ). Az egyenletrendszer megoldása:

$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{1}{12}Q - \frac{1}{4}G; & F_2 &= \frac{1}{12\sqrt{3}}Q + \frac{1}{4\sqrt{3}}G; \\ P_1 &= \frac{5}{12}Q + \frac{1}{4}G; & P_2 &= \frac{1}{12\sqrt{3}}Q + \frac{1}{4\sqrt{3}}G; \\ R_1 &= \frac{1}{12}Q + \frac{3}{4}G; & R_2 &= \frac{1}{12\sqrt{3}}Q + \frac{1}{4\sqrt{3}}G. \end{aligned}$$

Ha súlytalan rúddal támasztjuk ki a hasábot ( $G = 0$ ) és  $Q = 18$  kp, a végeredmény a következő:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{3} \text{ kp} \approx 1,73 \text{ kp};$$

$$P_1 = 7,5 \text{ kp}; \quad P_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ kp} \approx 0,86 \text{ kp}.$$

$F$  irányát úgy állapíthatjuk meg, hogy képezzük a két komponensének hányadosát:  $F_1/F_2 = \sqrt{3}$ , ez éppen  $\text{tg } 60^\circ$  – az  $F$  erő rúdirányú. (Látható, hogy a  $G = 0$  esetben  $F$  mindig rúdirányú, ha ellenben  $G \neq 0$ , akkor általában nem rúdirányú, mint ebben a konkrét esetben.)

Hátra van még annak vizsgálata, hogy mi a különbség a vizsgált és a valódi eset (mind a két fél–hasáb jelen van) között. A két fél–hasáb szimmetria okok miatt csak vízszintes irányban tudja egymást taszítani. Ez azt jelenti, hogy az egyes fél–hasábokra az  $A$  pontban ható erő vízszintes komponensének egy részét a másik hasáb, a másik részét az alapzat súrlódási ereje adja. Hogy a két erő milyen arányú, az sztatikailag határozatlan, hiszen attól függ, hogyan helyeztük el a rendszert (előre megfeszítve vagy csak egymás mellé téve) az alapzaton. Természetesen, ha azt tételezzük fel, hogy a hasáb és az asztal között nincs súrlódás, akkor a feladat sztatikailag határozott lesz, a  $P_2$  erő egyértelműen a két fél–hasáb közötti kölcsönhatás.

Ez azonban nem is kérdés, a feladat megoldása: a felső éleknél a hasábokra a már megadott  $F$  erők hatnak, az alsó élnél pedig a függőlegesen felfelé irányuló  $2P_1 = 15$  kp nagyságú nyomóerő hat.

*Megjegyzések.* 1. A feladatot egyetlen megoldó sem oldotta meg, mivel a legtöbben eleve feltételezték azt, hogy az  $F$  erő rúdirányú, és erre indoklást nem adtak. Ha a megoldás különben jó volt, 1 pontot kaptak rá.

Ez az indokolatlan feltevés súlyos hiba, mivel (ahogy a megoldásból látszik) a rúdban általában nem rúdirányú az erő. A súlytalan rúdban (könnyen belátható) az erő mindig rúdirányú, de erre egyetlen megoldó sem célzott.

2. Többen azt állították, hogy „mivel a rendszer szimmetrikus, a két fél–hasáb között semmiféle kölcsönhatás nincs”. Az állítás nyilvánvalóan helytelen, a helyes következtetés az, hogy ilyen esetben csak szimmetrikus (esetünkben vízszintes vagy függőleges irányú) erőhatás léphet fel.

3. Sok megoldó azt a hibát követte el a számításnál, hogy például az  $F$  erőnek az  $A$  pontra vonatkozó forgatónyomatékát az  $F_1$  erő forgatónyomatékával azonosította. Ez is súlyos hiba, ilyen gondolatmenet csak akkor jó, ha az erő másik komponensének hatásvonalja átmegy az  $A$  ponton. Az ilyen hibát tartalmazó megoldások nem kaptak pontot.