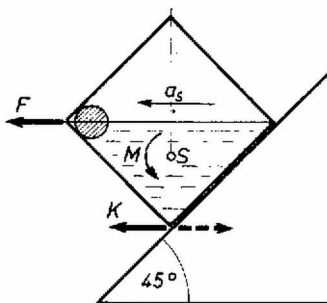


**I. megoldás.** Egy test akkor úszik egy folyadék felszínén, ha az általa kiszorított folyadék súlya megegyezik a test súlyával.

Ha a vasgolyó helyére képzeletben annyi higanyt öntenénk, amennyit a golyó kiszorít, akkor az odatöltött higany súlya megegyezné a vasgolyó súlyával, súlyának hatásvonala pedig egybeesné a vasgolyó súlyának hatásvonalával. Ez a helyettesítés tehát a forgatónyomatékon nem változtat. Mivel az edény akkor, amikor csak higany van benne, nem borul fel, ezért a golyó falig tartó útjának bármely helyzetében sem borul fel.



Kérdés, következik-e mindebből, hogy az edény egyáltalán nem borul fel? A következő gondolatmenet megmutatja, hogy a golyónak az edény falával történő ütközése után felborul. Tekintsük ugyanis az edényt és a higanyt egy rendszernek és a golyót a rendszerhez nem tartozó testnek. A vasgolyó (az elhanyagolható közegellenállás miatt), amíg úszik, nem ad át impulzust az edénynek. Amikor azonban az edénynek ütközik, arra erőt fejt ki, ami (választásunk alapján) külső erő, és ez az edény-higany rendszer súlypontjának gyorsulását okozza. Így az edény-higany rendszer súlypontja olyan translációba kezd, amely az ékkel való kölcsönhatás miatt – abból külső erőt „provokálva” – az edény felborulását eredményezi.

**II. megoldás.** Mivel az edénnyel közvetlenül csak a higany érintkezik, ezért elég az edény falára ható hidrosztatikai nyomást vizsgálni. Tudjuk, hogy a folyadékban a nyomás egyenletesen terjed (Pascal törvénye), és azonos mélységben mindenhol azonos, valamint a vizsgált felületelemre merőleges. Így bárhol is van a golyó, a szimmetria miatt a hidrosztatikai nyomóerők eredő forgatónyomatéka zérus, tehát amíg csak a higanyval érintkezik az edény, nem borulhat fel.

Az ütközés vizsgálata céljából tekintsük most a vasgolyó-edény-higany együttesét egy rendszernek. Ekkor zárt rendszert kapunk mindaddig, míg a golyó úszik. A rendszer azonban rendelkezik egy eredő impulzusnyomatékkal. A vasgolyó impulzusnyomatéka ugyanis a súlypontra nézve nagyobb, mint az azonos tömegű és sebességű, visszafelé áramló higanyé, mert a vasgolyó kisebb fajsúlya következtében úszik, tehát súlypontja magasabban van, mint a visszafelé áramló ekvivalens tömegű higany súlypontja. Külső forgatónyomaték híján az eredő impulzusnyomaték megmarad. Amikor azonban a vasgolyó az edénnyel ütközik, impulzusnyomatéka  $(-1)$ -szeresére változik (természetesen a higanyé is). Az eredő impulzusnyomaték csak úgy maradhat meg, hogy az edény vesz át a vasgolyó eredeti impulzusnyomatékával egyező irányú impulzusnyomatékot, s így az edény lebillen. Az edény forgásba jövetelekor a lejtővel kölcsönhatásba lép, és a köztük ébredő külső erő a rendszer súlypontját gyorsítja. Az edény tehát akkor dől fel, amikor a vasgolyó nekiütközik.

Holics László