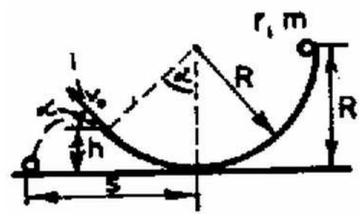


A golyó mozgása két részből tevődik össze: a vályúban történő csúszásból, ill. gördülésből, és az ezt követő ferde hajításból.

A ferde hajítás $v_0$ kezdősebességét az energiamegmaradás tételéből tudjuk kiszámítani. Két esetet különböztethetünk meg: a) a golyó és a vályú fala között nincs súrlódás, b) a golyó tapad a vályúhoz. Az a) esetben a golyó $mg(R-h-r\cos\alpha)$ helyzeti energia csökkenése $(1/2)mv_0^2$ kinetikai energiává alakul át, míg a b) esetben a mozgási energia mellett az $(1/2)\Theta\omega_0^2$ forgási energiát is fedezi. A gömb alak miatt a tehetetlenségi nyomaték $\Theta=(2/5)mr^2$, a vályú elhagyásakor a szögsebesség $\omega_0=v_0/r$ (a tiszta, csúszásmentes gördülés miatt). Ezekből az a) esetben

$$v_0=\sqrt{2g(R-h-r\cos\alpha)}, \tag{1a}$$

a b) esetben

$$v_0=\sqrt{(10/7)g(R-h-r\cos\alpha)} \tag{1b}$$

sebesség adódik. Ha a súrlódás nem olyan nagy, hogy a mozgás során végig tudja biztosítani a tapadás feltételét (ami az indításnál triviálisan teljesül), akkor a golyó megcsúszik, és kisebb forgási energiára tesz szert, mint $(1/2)\Theta\omega_0^2$. Ekkor mechanikai energia veszteség lép fel, és a $v_0$ végsebesség az (1a) és az (1b) egyenletekkel megadott értékek közé esik.

A ferde hajítás iránya a vályú megszakítási pontjában húzott érintővel egyezik meg:

$$\cos\alpha=\frac{R-h}{R}. \tag{2}$$

A repülés $t$ ideig tart. Ez alatt vízszintes irányban $v_0\cos\alpha$ sebességgel $s-(R-r)\sin\alpha$ utat tesz meg a test, függőleges irányban pedig $-h-r\cos\alpha+r$ utat tesz meg:

$$s-(R-r)\sin\alpha=v_0t\cos\alpha, \tag{3}$$

$$-h-r\cos\alpha+r=v_0t\sin\alpha-(1/2)gt^2. \tag{4}$$

A (3), (4) egyenletekből a kérdéses $s$ távolság meghatározható. Ha $r\ll h$, akkor

$$s=R\sin\alpha+\frac{v_0^2\cdot\sin 2\alpha}{2g}+v_0\cos\alpha\sqrt{\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g^2}+\frac{2h}{g}}, \tag{5}$$

ahol $v_0$, ill. $\alpha$ az (1), (2) összefüggésekből számolható.

Ha a golyó a ferde hajítás során forog ($\omega_0$ szögsebességgel), akkor az $s$ távolság az (5)-beli értéknél a valóságban rövidebb lesz (Magnus-hatás, lásd pl. Budó: Kísérleti Fizika, I. kötet, 278. oldal).