

I. megoldás. Feltételezzük, hogy a fában mozgó golyóra állandó erő hat, azaz a golyó egyenletesen lassul. Ekkor v_0 sebességgel történő belövés esetén a golyó lassulása puhafában $a_p = v_0^2/(2s_p)$, keményfában pedig $a_k = v_0^2/(2s_k)$, ahol s_p , és s_k a puha- és a keményfába való behatolás mélysége. Ha $d = s_p$, és $d = s_k$ vastagságú puha- és keményfából a feladat szerint deszkát készítünk, akkor ugyanakkora v_0 belövési sebesség mellett a golyó át fog haladni a deszka első rétegén, akármelyik oldalról is lőjük azt be, de a végsebesség a két esetben különböző lesz. Felhasználva az egyenletesen lassuló mozgás $v^2 = v_0^2 - 2as$ sebesség-út összefüggését, a puhafából való kilépés sebességének négyzete

$$v_p^2 = v_0^2 - 2a_p d = v_0^2(1 - d/s_p),$$

hasonlóan a keményfára

$$v_k^2 = v_0^2(1 - d/s_k).$$

A második rétegben való elakadás mélysége pedig

$$s_k = v_p^2/2a_k = s_k(1 - d/s_p),$$

ill.

$$s_p = v_k^2/2a_p = s_p(1 - d/s_k).$$

A megadott számértékekkel $s_k = 1$ cm és $s_p = 0,75$ cm, azaz, ha elől puhafa van, akkor a golyó 2,5 cm-es út, ha elől keményfa van, akkor 2,25 cm-es út után akad el. Látható, hogy a megoldás során v_0 számértékét nem használtuk ki, csak azt, hogy mindig ugyanakkora sebességű golyóval lőttünk.

Mihály György (Bp., Kölcsey F. g. II. o. t.)

II. megoldás. Az energiatételt felhasználva a megoldást egyszerűen kapjuk meg. A fában a golyó energiavesztése arányos a fában megtett útjával, hiszen állandó erő hat rá. Keményfában a golyó teljes energiáját 2 cm-es úton vesztené el, ezért az 1,5 cm-es keményfarétegen áthatolva energiájának $1,5/2 = 3/4$ részét veszti el; a maradék $1/4$ rész pedig a puhafában 3 cm $\cdot 1/4$ út megtételéhez elegendő. Így tehát ha a golyó a keményfa oldaláról hatol a deszkába, $(1,5 + 0,75)$ cm = 2,25 cm mélyre jut.

Ha viszont a golyót az ellenkező oldalról lőjük a deszkába, a 1,5 cm-es puhafán áthatolva energiájának felét veszíti el, így a keményfában még 1 cm utat tud megtenni, azaz 2,5 cm mélyre hatol be.

Gyulai Éva (Baja, III. Béla g. II. o. t.)

III. megoldás. A fékező gyorsulásra a puhafában $480 = \sqrt{2a_k \cdot 2}$, $a_k = 57\,600$ m/s², puhafában $480 = \sqrt{2a_p \cdot 3}$, $a_p = 38\,400$ m/s². Egyenletesen lassuló mozgásnál a sebességet kiszámíthatjuk az útból, ha a $v = c - at$ és $s = ct - at^2/2$ képletekből kiküszöböljük t -t: $v = \sqrt{c^2 - 2as}$.

Ha elől van a keményfa, akkor a végsebesség a keményfarétegből kilépve:

$$v = \sqrt{480^2 - 2 \cdot 57\,600 \cdot 1,5} \text{ m/s} = 240 \text{ m/s},$$

ezen út ideje $(480 - 240)\text{s} : 57\,600 = 4,16 \cdot 10^{-3}$ s. Utána a puhafában megtett út ideje $240\text{s} : 38\,400 = 6,25 \cdot 10^{-3}$ s és az út a puhafában:

$$s = 240 \cdot 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ cm} - 19\,200 \cdot (6,25 \cdot 10^{-3})^2 \text{ cm} = 0,75 \text{ cm}.$$

A golyó tehát megáll a puhafaréteg közepén. Az egész mozgás ideje $10,41 \cdot 10^{-3}$ s.

Ha elől van a puhafa, akkor a végsebesség a puhafarétegből kilépve:

$$v = \sqrt{480^2 - 2 \cdot 38\,400 \cdot 1,5} \text{ m/s} = 339 \text{ m/s},$$

ezen út ideje $(480 - 339)\text{s} : 38\,400 = 3,67 \cdot 10^{-3}$ s. Utána a keményfában megtett út ideje:

$$339\text{s} : 57\,600 = 5,89 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

és az út a puhafában:

$$s = 339 \cdot 5,89 \cdot 10^{-3} \text{ cm} - 28\,800 \cdot (5,89 \cdot 10^{-3})^2 \text{ cm} = 1 \text{ cm}.$$

Tehát a golyó megáll a keményfaréteg 2/3-ában. Az egész mozgás ideje $9,56 \cdot 10^{-3}$ s.

Ebben az esetben a golyó időben számítva kicsit előbb, útban számítva kicsit később áll meg.

Veress Balázs (Székesfehérvár, József A. g. II. o. t.)

Megjegyzés. A mechanikai energiamegmaradás törvénye alapján két tény válik világossá. Ha olyan nagy lett volna a golyó sebessége (több, mint 537 m/s), hogy átrepül a kettős deszkán, akkor ugyanakkora sebességgel repül tovább, akármelyik oldalról jön is. Továbbá lehetetlen olyan eset, hogy az egyik oldalról érkezve átüsse a kettős faréteget, fordított irányú lövésnél viszont megakadjon benne.