

Avtor: Matija Koželj

Linearni (Gaussov) pospeševalnik

Pri pouku fizike sem predstavil model linearnega pospeševalnika, imenovanega tudi Gaussov pospeševalnik. Model sam po sebi je preprost, sestavljajo pa ga tri osnovne komponente: Kovinske ležajne kroglice, magnetki, idealno valjčki istega premera kot kroglice, ter nemagnetno vodilo, najbolje s čim manjšim koeficientom trenja. Moje vodilo predstavljata dve plastični cevi, vzporedno zlepljeni skupaj tako, da pri spoju tvorita kanal. Nanju se nato razporedijo magnetki, in sicer na tako dolžino, kot bi se med seboj umaknili, če jih postavimo tako, da se med seboj odbijajo. Če gledamo pripravo tako, da je en konec cevi lev, drugi pa desni (ni važno, kateri je kateri), nato na desno stran vsakega magnetka namestimo po dve ali tri kroglice (če opazimo da na določenem delu naprave odleti od magnetka več kroglic, njihovo število zmanjšamo). Nato od leve proti najbolj levemu magnetku počasi približujemo eno samo kroglico, dokler ni tako blizu, da jo magnet privlači dovolj, da se vanj zaleti. To sproži reakcijo, ki se konča pri najbolj desnem magnetku, ki izstreli najbolj desno kroglico.

Kako deluje

Najprej se pojavi vprašanje: če magnet privlači eno kroglico, ne privlači kroglice na drugi strani z enako silo? Odgovor je sicer da, in v tem primeru se v pripravi ne zgodi popolnoma nič. Reši nas naslednja reč:

Označimo premer kroglice z r . Če kot sistem vzamemo samo en magnet in kroglice na njem, potem je kroglica, ki se na desni dotika magneta od njega oddaljena 0 enot, druga za r , tretja za $2r$ itd. Ko kroglico na levi približamo magnetu dovolj, da jo pospeši in zabije vase, ta kroglica dobi neko energijo W_k . To isto energijo prenese na prvo desno kroglico (dotika se magneta), kar pomeni, ta še ne more odmakniti od magneta (sili, s katero magnet privlači kroglici, sta enaki). Ker pa magnetno polje z razdaljo od magneta izgublja gostoto, magnet drugo desno kroglico, ki je od njega oddaljena za r , privlači z manjšo silo. Ko se torej W_k leve kroglice prenese najprej na prvo desno kroglico, se ne zgodi nič, ko pa se ta ista energija prenese na drugo kroglico, ki rabi manjšo energijo da se odcepi, le-to odnese iz sistema, in sicer z W_{k1} , ki je enaka energiji, ki jo je leva kroglica nabrala od razdalje r od magneta pa do trenutka trka. Ko se to ponovi na večih magnetih, ta energija narašča, ter z njo tudi hitrost, s katero končno odnese čisto desno kroglico.

Še odgovor na vprašanje, zakaj vodilo z minimalnim koeficientom trenja (npr. baker, ali celo led), kroglice se pri tovrstnem pospeševanju načeloma ne kotalijo. Čim jih trenje začne zavirati dovolj, da se kinetična energija kroglice deloma pretvori v rotacijsko, se izgubi del energije, ki se prenese na naslednjo izstreljeno kroglico, kar pomeni, da pospeševanje ni optimalno.

Uporaba linearnega pospeševalnika - kot orožje

Model, ki sem ga predstavil jaz, je precej poenostavljena verzija vojaškega prototipa orožja, in sicer: moj model je imel magnetke med kroglicami, ki so prenašale kinetično energijo med seboj s trki. Vojaški model uporablja elektromagnete, ki so nameščeni ob vodilu, in se izklapljuje takoj, ko izstrelak (navadno železna konica) doseže njihovo sredino, kar pomeni, da magnet izstrelka, ko je ta enkrat mimo njega, ne zavira. Prav tako ne potrebuje več kroglic, ampak le en izstrelak, saj ta na poti nima ovir. Zaradi tega je izognemo tudi zamudnemu ponovnemu nabijanju (vsako kroglico posebej je treba vrniti na začetno mesto), saj je potrebno le ponovno vstaviti izstrelak. Slabost tega orožja je, da za nekaj streliv elektromagneti porabijo ogromno količino električne energije (magneti morajo biti izjemno močni, da izstrelak doseže dovoljšno hitrost), brez posebne izolacije se puška med strelom kaj hitro prilepi ob kakšen tank ali pa cestno svetilko (ponovno problem moči magnetov), senzorji, ki skrbijo za izklapljanje in vklapljanje elektromagnetov pa so izjemno občutljivi, kar pomeni, da orožje ni primerno za bojno polje, saj bi se ob malo močnejšem udarcu uničilo. Sicer je takšno orožje primerno za ostrostrelske puške, vsaj do odkritja malo večjih prenosnih izvorov energije, ali pa za varnostne »turrete«, ki bi lahko bili priklopljeni na stalen vir napetosti, kar bi omogočalo hitrejšo streljanje z ogromno izstrelki brez pregrevanja. Morda nekoč.

Zakaj linearni pospeševalnik ne bi mogel biti zastoj vir napetosti?

Iz preprostega razloga: če uporabljamo elektromagnete, ti porabljajo več energije, kot bi jo pospešeno telo dalo, če uporabljamo navadne magnete, pa je treba kroglice iz pospešena telesa »resetirati«, torej vrniti v začetno stanje, kar pa spet porabi določeno količino energije, ki je enaka ali večja proizvedeni energiji.

Več virov:

<http://www.physicsforums.com/showthread.php?t=320389>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Coilgun>

ter orožje opisano zgoraj, sicer ne popolnoma enako kot model ampak s podobnim principom:

<http://science.howstuffworks.com/rail-gun.htm>