Fizika za I razred gimnazije

Fizika kao osnovna prirodna nauka

Sve nauke možemo podeliti na prirodne i društvene nauke. Osnovne prirodne nauke su: fizika, hemija i biologija. Fizika i hemija proučavaju neživi svet, dok biologija pročava živi svet. Da bi se mogla napraviti podela između fizike i hemije potrebno je znati da su osnovne tri kategorije koje čine svet (svemir) koji nas okružuje: prostor, vreme i materija. Pritom se materija može pojaviti u dva oblika a to su: masa i energija. Sada je jednostavno: hemija se bavi masom (supstancijom), dok se fizika bavi energijom.

Svaka nauka ima svoje temeljne zakone koje nazivamo – paradigme. Tako i fizika kao nauka ima svoje paradigme, a to su dva zakona:

- Zakon održanja energije i

- Princip kauzalnosti (uzročnosti).

Zakon održanja energije, više puta ponavljan i u osnovnoj školi, glasi: ***energija se ne može ni stvoriti ni uništiti, već se samo može pretvarati iz jednog oblika u drugi.*** Prirodno je da je baš ovaj zakon u osnovi fizike kao nauke jer se, kao što rekosmo, fizika bavi energijom, a kako se hemija bavi masom može se logično zaključiti da je njen temeljni zakon – Zakon održanja mase.

Drugi temeljni zakon fizike – Princip kauzalnosti je, u stvari, paradigma i ostalih nauka, a glasi: ***Ako događaj A prouzrokuje pojavu događaja B, tada događaj A mora da prethodi događaju B.*** Drugim rečima: uzrok se uvek mora desiti pre posledice, ili u vidu zabrane: posledica se nikada ne može desiti pre svog uzroka.

Oba ova zakona su zakoni zabrane. Zakon održanja energije zabranjujući stvaranje energije ni iz čega, u stvari zabranjuje perpetuum mobile I vrste – mašinu koja bi radila ne trošeći nikakvu energiju, jer bi takva mašina stvarala energiju. Ne treba posebno naglašavati značaj ovakve mašine koji bi ona imala kada bi bila moguća. Sa druge strane princip kauzalnosti zabranjuje putovanje u prošlost. Logika ove tvrdnje nije baš očigledna, pa je potrebno dokazati je.

Pretpostavimo postojanje svemira u kome je moguće putovati kroz vreme – u prošlost i u kome važi princip kauzalnosti. Sada je moguće pokazati da se ove dve pretpostavke međusobno isključuju. Dakle zamislimo u takvom svetu čoveka koji je izumeo vremeplov kojim se može putovati u prošlost. Recimo da je on i preduzeo takvo putovanje godine 2001. i da je otputovao u godinu 1950. a uzmimo da je rođen 1953. godine. Po svom prispeću u 1950. god. on sretne svoju majku i ubije je (čin je drastičan ali i nužan za dokaz). Razmotrimo sada posledice ovog događaja kotisteći logiku principa kauzalnosti. Ako je on ubio svoju majku 1950. onda ga ona nije mogla roditi 1953. što znači da on nije ni živeo, pa nije mogao ni da izumi takav vremeplov, ni da otputuje u prošlost, ni da ubije svoju majku, ali to znači da je ona preživela godinu 1950. pa ga je rodila 1953, pa je onda on postojao i napravio vremeplov, te otputovao u prošlost i ubio je... Očigledan je paradoks, pa je jedino rešenje kojim ga izbegavamo da pretpostavimo da ne postoji svemir u kome istovremeno važi princip kauzalnosti i u kome je moguće putovati kroz prošlost.

Značajan dobitak za civilizaciju bi bio dokaz da bilo koji od ovih zakona nije valjan (na stranu što bi ovakva fizika prestala da važi), međutim, sva naša posmatranja do sada pokazuju njihovu nesumnjivu tačnost.

Princip kauzalnosti je dakle na jedan neočekivan način povezan sa vremenom, međutim postoji još jedna njegova veza sa vremenom, naime on omogućava da definišemo smer u kome teče vreme: vreme teče od uzroka ka posledici. Princip kauzalnosti se koristi takođe i u svakodnevnom životu za vremensko uređivanje i povezivanje događaja.

Ovo uvodno razmatranje se može zaključiti prikazom načina mišljenja kroz istoriju ljudskog roda. Do sada su postojala tri načina mišljenja, a to su: magijski, religijski i naučni.

Magijski način mišljenja je nastao prvi i zasniva se na mišljenju da svetom upravljaju sile, ali da čovek određenim postupcima može uticati na njihovo delovanje. Od preistorije pa do danas možemo naći različite ali u osnovi iste postupke koji su posledica magijskog načina mišljenja: vrač igra oko vatre da bi prizvao kišu, ali tu je i trostruko kucanje u drvo da bi se odagnala nesreća, strah od broja 13 itd.

Sledeći način mišljenja je religijski i on predstavlja, možda ne napredniji, ali u svakom slučaju složeniji način mišljenja. U njegovoj osnovi je saznanje, da smo pred silama koje upravljaju svetom nemoćni, ali da imamo šansu da ih navedemo da rade ono što nama odgovara ako ih lepo zamolimo.

Najzad postoji i moderni - naučni način mišljenja. On jako podseća na magijski, jer i on se zasniva na shvatanju da svetom upravljaju sile i da je na te sile moguće uticati, ali su, za razliku od magijskog načina mišljenja, postupci, kojima se upravlja tim silama, svrsishodni jer se zasnivaju na proučavanju zakonitosti dešavanja prirodnih pojava – što i jeste osnovni zadatak fizike kao prirodne nauke.

Skalari i vektori

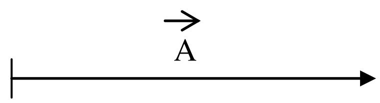
Većina fizičkih veličina sa kojima se susrećemo u srednjoškolskom kursu fizike su ili skalari ili vektori.

Skalari su veličine definisane samo svojom brojnom vrednošću, dok su vektori definisani brojnom vrednošću, pravcem i smerom.

Da bi za jednu fizičku veličinu znali da li je skalarna ili vektorska, najčešće je dovoljno postaviti pitanje: prvo kolika je njena brojna vrednost, a zatim u kome pravcu i u kome smeru je njena vrednost tolika. Ako ovo pitanje ima smisla tada je veličina najverovatnije vektor, kao u sledećem primeru: kolika je sila koja deluje na dato telo. Odgovor glasi, recimo 20 *N* (Njutna), ali i očigledno je da mozemo pokazati pravac i smer u kome tih 20 *N* sile deluje, pa zaključujemo da je sila vektorska veličina. Međutim ako ovakvo pitanje nema smisla onda je veličina najverovatnije skalar. Primer: temperatura u učionici je 18^0C, ali pitanje u kojem pravcu i smeru je ona tolika uopšte nema smisla pa možemo zaključiti da je temperatura skalarna veličina.

O vektorima

Vektori su veličine koje se mogu grafički prikazivati. Tako je na (sl.1.) prikazan vektor koji se obavezno obeležava nekim slovom iznad koga se stavlja strelica uvek okrenuta u desno, nezavisno od smera samog vektora. Na grafički prikazanom vektoru razlikujemo: početnu tj. napadnu tačku vektora, vrh vektora i telo vektora. Tu postoji jedno pravilo bez izuzetaka, a to je da je telo vektora uvek prava linija.

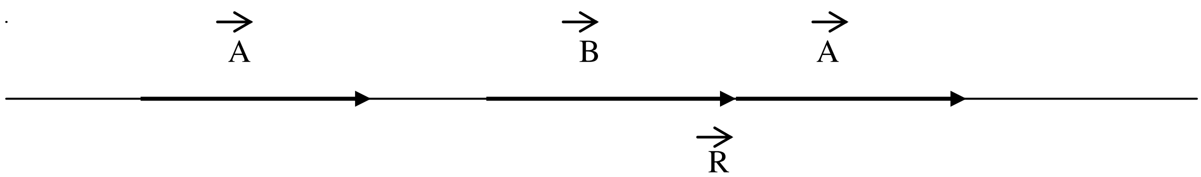


sl. 1.

Kao što postoje računske operacije sa običnim brojevima, tj. sa skalarima, tako postoje i računske operacije sa vektorima, ali se pravila vektorskog računa razlikuju od pravila običnog računanja sa skalarima. Vektori se mogu: sabirati, oduzimati, množiti međusobno, ali se mogu množiti i sa skalarima i mogu se razlagati na komponente.

Sabiranje dva ili više vektora

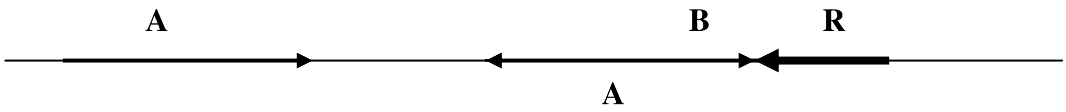
Prvo ćemo pogledati kako se sabiraju dva vektora istog pravca.



sl. 2.

Na sl. 2. je prikazano sabiranje dva vektora istog pravca i istog smera. Tada se vektori nadovežu, spajanjem napadne tačke jednog (**A**) sa vrhom drugog vektora (**B**). Zbir ova dva vektora se naziva rezultanta i obično se obeležava sa **R**. U ovom slučaju brojna vrednost rezultante **R** je jednaka zbiru brojnih vrednosti vektora **A** i **B**, dok se pravac i smer rezultujućeg vektora poklapa sa pravcem i smerom vektora koje sabiramo.

Napomena: vektori se obeležavaju sa: $\vec{A}$, ili zbog lakšeg unošenja u tekst sa: **A,** tj. masnim slovima. Brojna vrednost vektora se obično obeležava običnim slovom: *A*.



sl. 3.

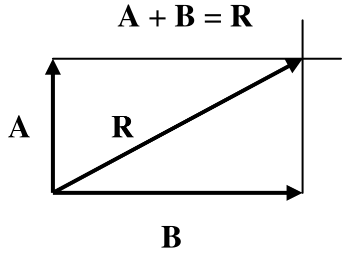
Na sl. 3. prikazano je sabiranje vektora **A** i **B** kada su oni istog pravca, a suprotnog smera. Tada se napadna tačka kraćeg vektora (**A**) nanese na vrh dužeg vektora (**B**), i neprekriveni deo vektora **B** je tada rezultanta **R**. U ovom slučaju brojna vrednost rezultujućeg vektora je jednaka razlici brojnih vrednosti vektora koje sabiramo, njegov pravac je isti sa pravcem vektora **A** i **B**, dok je njegov smer isti sa smerom dužeg vektora (**B**).

Na kraju razmotrimo slučaj sabiranja dva vektora različitog pravca. U opštem slučaju oni imaju različitu napadnu tačku. Sabiranje se može izvršiti na dva načina: metodom paralelograma (sl. 4. b), ili metodom trougla, tj. metodom nadovezivanja (sl. 4. c).

početni položaj vektora

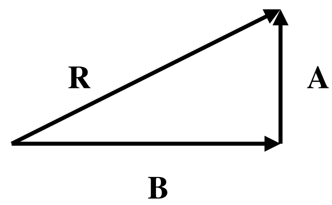
sl. 4.a

A + B = R



sl. 4.b

A + B = R



sl. 4.c

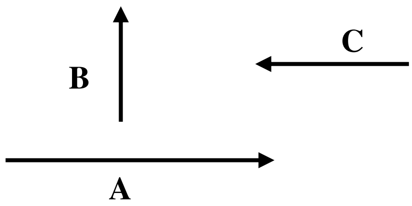
Prvo se vektori, koji se sabiraju, moraju dovesti u kontakt, a za to postoje dva načina.

U metodu paralelograma vektori se spajaju svojim napadnim tačkama, pomoću paralelnog preslikavanja. Tada se nad njihovim vrhovima konstruiše paralelogram (sl. 4.b). Rezultujući vektor je tada dijagonala koja polazi iz zajedničke napadne tačke vektora **A** i **B**, a tu se nalazi i njegova napadna tačka.

Kada koristimo metod trougla, tada vektore koje sabiramo paralelno preslikamo, tako da se spoji napadna tačka jednog sa vrhom drugog vektora. Rezultanta je tada vektor koji sa njima obrazuje trougao, tako da je napadna tačka rezultante poklopljena sa slobodnom napadnom tačkom jednog od ta dva vektora, a vrh rezultujućeg vektora je poklopljen sa slobodnim vrhom drugog vektora.

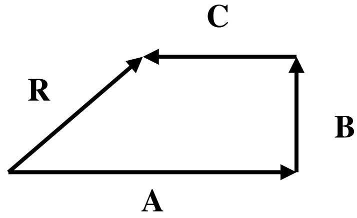
Metod trougla nije tako očigledan kao metod paralelograma, ali je mnogo brži pri sabiranju više vektora. Primer: Sabrati vektore **A**, **B** i **C.**

Početni položaj vektora:



sl. 5.a

A + B + C = R



sl. 5.b

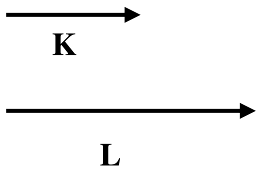
Očigledno je da se ovaj metod, pri višestrukom sabiranju, ne može zvati metod trougla, pa je zato ovom metodu dat i naziv: metod nadovezivanja.

Pri sabiranju dva vektora, brojna vrednost rezultante zavisi, ne samo od brojnih vrednosti vektora koje sabiramo, već i od ugla koji ta dva vektora zaklapaju. Dakle, ako su brojne vrednosti vektora **A** i **B**: $A = 4$ i $B = 3$, tada je za $\alpha = 0^0$, $R = 7$ (sl. 2.), a za $\alpha = 180^0$, $R = 1$ (sl. 3.). Za ostale vrednosti ugla α brojna vrednost rezultante je broj između 1 i 7. Na primer, ako je ugao prav (kao na sl. 4.) tada je: $R^2 = A^2 + B^2$, pa je $R = 5$.

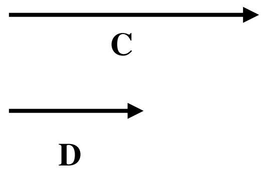
Množenje vektora skalarom

Pri množenju vektora skalarom tj. brojem kao rezultat se dobija vektor. Pravci ova dva vektora moraju biti isti. Brojna vrednost vektora koji predstavlja rezultat množenja je jednaka proizvodu brojnih vrednosti skalara i vektora koji predstavljaju činioce. Smer dobijenog vektora će biti isti sa smerom početnog vektora ako je skalar pozitivan, međutim ako je skalar negativan tada će njihov smer biti suprotan. Evo nekoliko primera:

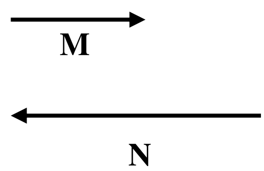
2 * **K =L** ½ * **C = D** **-** 2 * **M = N**



sl. 6.a



sl. 6.b

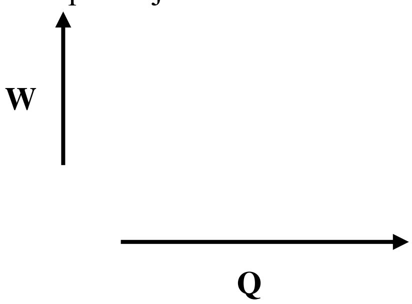


sl. 6.c

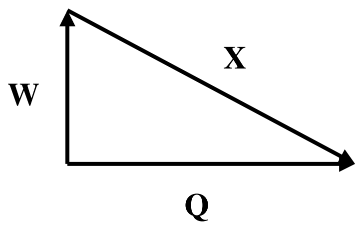
Vektor se može i deliti datim skalarom, što se u stvari svodi na množenje tog vektora recipročnom vrednošću tog skalara. Primer: deljenje datog vektora brojem 2 je isto što i množenje tog vektora brojem ½, (sl 7.b).

Oduzimanje dva vektora

Početni položaj vektora: **Q** – **W = X**



sl. 7.a



sl. 7.b

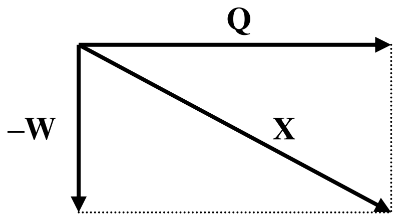
Da bi od jednog vektora oduzeli drugi, potrebno je dovesti ih, paralelnim preslikavanjem, u zajedničku napadnu tačku, a tada je vektor koji predstavlja njihovu razliku onaj vektor koji spaja njihove vrhove, ali tako da je njegov vrh spojen sa vrhom onog vektora od koga se oduzima. Dokaz da je ovakav postupak ispravan dobija se prebacivanjem vektora **W** na desnu stranu jednakosti, pri čemu se dobije:

Q = X + W što je ako primenimo metod trougla očigledno tačno.

Drugi način oduzimanja dva vektora je zasnovan na sledećoj jednakosti:

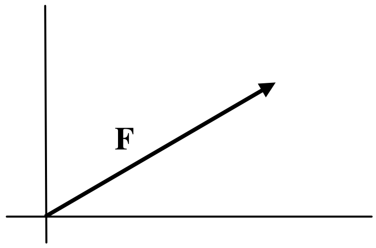
$$\vec{X} = \vec{Q} - \vec{W} = \vec{Q} + \left(-\vec{W}\right).$$

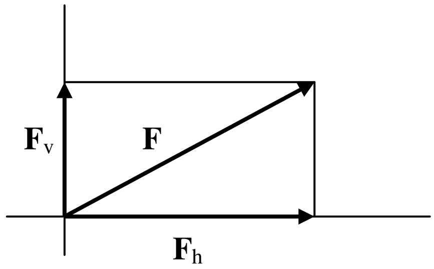
Dakle, oduzimanje vektora **Q** i **W** se pretvara u sabiranje vektora **Q** i vektora koji se dobija množenjem vektora **W** skalarom –1. Ako su početni položaji vektora **Q** i **W** prikazani na sl. 7.a, tada je ovaj metod oduzimanja prikazan na sl. 7.c



Može se uočiti da u metodu paralelograma u samom paralelogramu postoje dve dijagonale i da one predstavljaju – jedna zbir, a druga razliku dva vektora.

Razlaganje vektora na komponente





Razložiti na komponente vektor **F** duž zadatog horizontalnog i vertikalnog pravca.

sl. 8.a

sl. 8.b

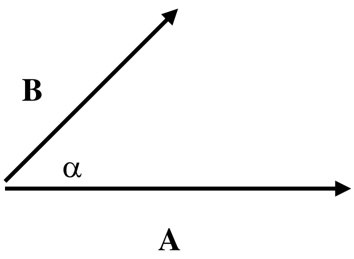
Vektor se uvek mora razlagati duž unapred zadatih pravaca (sl. 8.a). Komponente vektora ($\mathbf{F}_h$ i $\mathbf{F}_v$) na sl. 8.b moraju zadovoljiti uslov: $\mathbf{F}_h + \mathbf{F}_v = \mathbf{F}$, tj. njihov vektorski zbir mora biti jednak vektoru (**F**) koji se razlaže na komponente.

Skalarni i vektorski proizvod dva vektora

Dva vektora se mogu pomnožiti na dva različita načina: skalarno i vektorski.

Skalarni proizvod

oznaka skalarnog proizvoda je: $\mathbf{A} \bullet \mathbf{B}$ što se čita: **A** tačka **B**, ili **A** skalarno **B**.
Rezultat ovakvog množenja je skalar, a to je razlog da se ovaj proizvod zove skalarni. Dakle: $\mathbf{A} \bullet \mathbf{B} = s$.
Skalar s koji predstavlja rezultat skalarnog množenja možemo izračunati na dva načina. Jedan od ta dva načina je iz obrasca: $\underline{s = A\,B \cos\alpha}$, gde je $\alpha = \angle(\mathbf{A}, \mathbf{B})$.



sl. 9.

Primer:
$A = 20$
$B = 10$
$\underline{\alpha = 60^0}$
$s = ?$
$s = A\,B \cos\alpha$
$s = 20\ 10 \cos 60^0$
$s = 200\ 1/2$
$s = 100$

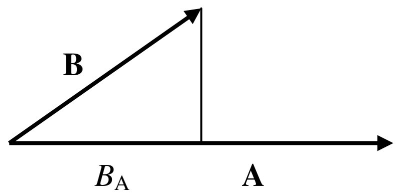
Minimalna vrednost skalarnog proizvoda se dobija za $\alpha = 90^0$, dok se maksimalna vrednost dobija za $\alpha = 0^0$.

Skraćena tablica trigonometrijskih funkcija sin i cos za neke vrednosti uglova:

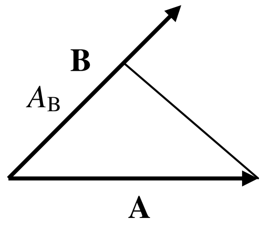
α	**sin α**	**cos α**
0^0	0	1
30^0	½ = 0,5	$\sqrt{3}/2$ = 0,865
45^0	$\sqrt{2}/2$ = 0,707	$\sqrt{2}/2$ = 0,707
60^0	$\sqrt{3}/2$ = 0,865	½ = 0,5
90^0	1	0

Tabela 1.

Drugi način da se izračuna skalarni proizvod je kada se vektori, koji se množe, spoje napadnim tačkama (sl. 10.a i b), pa se iz vrha jednog od njih povuče normala na pravac drugog vektora, čime se dobija projekcija (senka) prvog vektora na drugi.



sl. 10.a



sl. 10.b

s = **A** • **B** = $A\ B_A$ tj. s = **A** • **B** = $B\ A_B$

Ovaj način očigledno zahteva prvo konstrukciju normale iz vrha jednog na pravac drugog vektora, a zatim merenje dužine projekcije (B_A tj. A_B).

Oba načina imaju svoje prednosti, prvi je brži ali je potrebno imati tablicu za cos α, dok je za drugi tablica trigonometrijskih funkcija nepotrebna.

Vektorski proizvod dva vektora

Oznaka vektorskog proizvoda je: **A** x **B ,** što se čita: **A** krst **B,** ili **A** vektorski **B.**

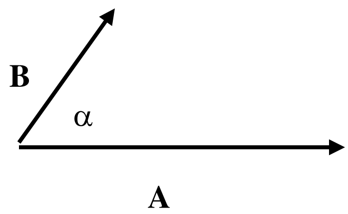
Rezultat ovakvog množenja je vektor, što je razlog da se ovaj proizvod naziva vektorski. Dakle:

A x **B = V**

Brojna vrednost vektora **V** koji dobojamo kao rezultat vektorskog množenja vektora **A** i **B** može se izračunati na dva načina. Jedan od ta dva načina je iz obrasca: $\underline{V = A\ B \sin\alpha}$, gde je $\alpha = \angle$ (**A, B**).

Primer:

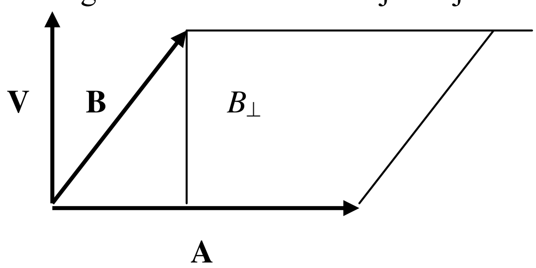
$A = 20$
$B = 10$
$\underline{\alpha = 60^0}$
$V = ?$
$V = \mathrm{A\ B} \sin\alpha$
$V = 20\ 10 \sin 60^0$
$V = 200\ \sqrt{3}/2$
$V = 173$



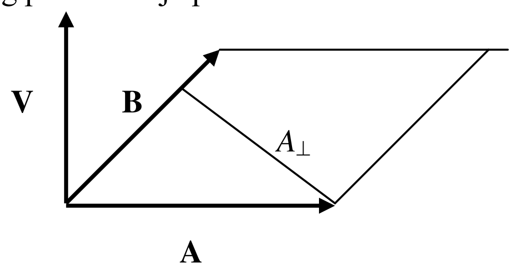
sl. 11.

Minimalna vrednost vektorskog proizvoda se dobija za $\alpha = 0^0$, a maksimalna vredost se dobija za $\alpha = 90^0$.

Drugi način za izračunavanje brojne vrednosti vektorskog proizvoda je prikazan na sl. 12.a i b:



sl. 12.a



sl. 12.b

Dakle: $V = A\ B_\perp = B\ A_\perp$. Ako se pogledaju slike tada se može uočiti da obe varijante ovog obrasca predstavljaju površinu paralelograma konstruisanog nad vrhovima vektora **A** i **B**.

Pored određivanja brojne vrednosti vektorskog proizvoda, potrebno je odrediti i pravac i smer vektora **V.** Za to se koristi pravilo desne ruke. Na ispruženom dlanu desne ruke, prvo se palac otkloni u levo tako da se nađe pod pravim uglom u odnosu na kažiprst. Zatim se srednji, domali i mali prst saviju zajedno napred, dok se ne nađu pod pravim uglom u odnosu na kažiprst. Tada se palac i kažiprst poklope sa odgovarajućim vektorima na slici:

A	x	**B**	=	**V**
palac		kažiprst		ostala 3 prsta

Ostala tri prsta tada pokazuju pravac i smer vektora **V** (sl. 12.).

S obzirom na pravilo desne ruke, može se tvrditi da vektorski proizvod nije komutativan, jer je redosled vektora bitan za smer vektora **V**. Može se videti da je: **A** x **B = - B** x **A** , tj. da promenjeni redosled vektora u vektorskom proizvodu daje dva rezultata koji imaju istu brojnu vrednost i pravac ali suprotan smer.