Formule

1. Brzina:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

   Ovdje se tijelo giba po pravcu te mu položaj s obzirom na neko ishodište mjerimo brojem x (broj na brojevnom pravcu). Ako se tijelo s položaja x_1 pomakne na položaj x_2, pomak mu je $\Delta x = x_2 - x_1$. Ako je smo u x_1 na štoperici mjerili vrijeme t_1, a u x_2 vrijeme t_2, onda je, dok se tijelo pomaklo, prošlo ukupno $\Delta t = t_2 - t_1$ vremena. Brzina nam govori koliko se tijelo pomaklo u jedinici vremena.

   Mjerne jedinice:

   - v mjerimo u $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ (metri u sekundi), što govori koliko ćemo metara prijeći u jednoj sekundi. Možda se u životu češće koriste $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, što nam govori koliko ćemo u jednom satu prijeći kilometara.

   Bitno je napomenuti da ova formula zapravo daje izraz za *srednju* brzinu na vremenskom intervalu Δt. Brzina unutar tog intervala može biti prvo manja pa onda veća, srednja brzina na čitavom intervalu će onda biti negdje između. Dakle, $5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ znači da ćemo proći 5m svake sekunde *ako se nastavimo gibati istom brzinom.* Kada je brzina neizmjenjena, onda je srednja brzina jednaka stvarnoj te koristeći gornju formulu možemo dobiti konačni položaj tijela x_2 (iz brzine v, početnog položaja x_1 i vremena gibanja Δt). Inače, stvarnu brzinu u trenutku t ćemo dobiti promatrajući srednju brzinu na nekom vrlo malom vremenskom intervalu koji sadrži t (očekujemo da se na malom intervalu stvarna brzina ne mijenja puno pa je približno jednaka srednjoj).

2. Ubrzanje (akceleracija):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Ovdje tijelo u trenutku t_1 ima brzinu v_1, a u trenutku t_2 brzinu v_2. Ubrzanje nam govori koliko se brzina promijeni u jedinici vremena.

Mjerne jedinice:

- a mjerimo u $\frac{\mathrm{m/s}}{\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. Ako tijelo ubrzava $5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, to znači da će mu se brzina svake sekunde promijeniti za $5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Kao i prije, i ovo je formula samo za srednju akceleraciju. Stvarna akceleracija u trenutku t se dobije kao i brzina: promatramo srednju akceleraciju na malom vremenskom intervalu oko t. Zgodno je, doduše, da se u nekim situacijama stvarna akceleracija zaista ne mijenja (npr. ako tijelo pada blizu površine planeta) pa je stvarna akceleracija jednaka srednjoj i možemo koristiti gornju formulu da pronađemo konačnu brzinu tijela v_2 (iz početne brzine v_1, akceleracije a i vremena gibanja Δt).

3. Drugi Newtonov zakon:

$$F = m \cdot a$$

Ako na tijelo mase m djeluje ukupna (rezultantna) sila F, onda ono dobija ubrzanje a. Veća masa znaći da tijelo teže ubrzava (za istu silu je a manji). Kada je ukupna sila 0, tijelo ne ubrzava; dakle ili miruje (ako je u početku mirovalo) ili se giba stalnom brzinom po pravcu[1].

Mjerne jedinice:

- m mjerimo u kg (kilogram)
- F mjerimo u N (newton). $\mathrm{N} = \mathrm{kg} \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. Kada npr. sila od 5N djeluje na tijelo od 1kg, onda će ono ubrzati $5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

4. Sila teža:

$$F_g = mg$$

[1]Ovo vrijedi kada gibanje promatramo iz inercijalnog sustava. Neinercijalni sustav dobijemo ako npr. ubrzamo u odnosu na inercijalni. Primjerice, imamo lopticu koja miruje u kutiji te počnemo povlačiti kutiju. Onda iznutra (u neinercijalnom sustavu kutije) izgleda kao da loptica (na koju i dalje ne djeluje nikakva sila) ubrzava prema zidu kutije, iako je izvana (iz inercijalnog sustava) jasno da je kutija ta koja ubrzava prema loptici.

Ovo je posebni slučaj Newtonovog drugog zakona te ga ne treba posebno pamtiti. **Sila teža je sila kojom planet privlači tijela prema svojem središtu**, stoga je g ovdje samo ubrzanje koje tijelo ima kada pada pod utjecajem gravitacije. Na površini Zemlje g otprilike iznosi $g = 10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$. Ono što je bitno napomenuti je da *sva* tijela (neovisno o njihovoj masi) blizu površine Zemlje imaju ovo ubrzanje. Dakle, gravitacija svim tijelima (i peru i čekiću) daje isto ubrzanje. Razlog zašto pero pada sporije od čekića na Zemlji je dodatna sila - otpor zraka.

Težina tijela je dana *istim* izrazom, no to je sila na podlogu (sila kojom ju tijelo pritišće), a sila teža je sila na tijelo (sila kojom Zemlja privlači tijelo).

5. Elastična sila:

$$F_{el} = k \cdot x$$

Da bismo oprugu produljili za x, treba ju rastezati silom F_{el}. Kada držimo oprugu na danom produljenju, onda na nju djeluju dvije sile: sila kojom je mi vučemo i elastična sila koja ju vraća u početni položaj. Kako opruga miruje (ubrzanje je 0), ukupna sila mora biti 0, odnosno naša sila jednaka je elastičnoj sili.

Mjerne jedinice:

- k mjerimo u $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$. Ona nam govori sa koliko newtona sile treba djelovati da bi se opruga produljila za 1m.

6. Sila trenja:

$$F_{tr} = \mu \cdot F_g$$

Sila trenja se javlja kada tijelo zapinje po podlozi na kojoj se giba. Što je težina tijela veća, i zapinjanje je veće. Sila trenja usporava tijelo (djeluje u suprotnom smjeru od brzine). Kada tijelo *jednoliko* povlačimo (stalna brzina, tj. ubrzanje je 0), onda je rezultantna sila na tijelo 0, stoga sila trenja mora biti jednaka našoj sili.

μ nema mjernu jedinicu i samo predstavlja postotak: s koliko posto težine tijela moramo djelovati da bismo jednoliko povlačili tijelo po podlozi. μ ovisi i o hrapavosti površine tijela i o hrapavosti površine podloge (ovisi o paru podloga-tijelo, ne samo o podlozi!).

7. Moment sile

$$M = F \cdot k$$

Sila F djeluje na udaljenosti k od oslonca (oko kojeg se poluga rotira) i tako stvara moment sile M koji zakreće polugu. Pretpostavljamo da je sila okomita na polugu (tj. na vektor koji $\vec{k}$ koji pokazuje od oslonca do mjesta na kojem sila djeluje). Da kojim slučajem sila nije okomita, onda bismo uzeli samo okomitu komponentu sile $M = F_{\perp} \cdot k$ (jer samo okomita komponenta sile utječe na rotaciju poluge).

Poluga je u ravnoteži kada je moment sile s obje strane isti $M_1 = M_2$. Uzmemo li da je moment sile koji rotira polugu u smjeru $\circlearrowleft$ pozitivan, onda je moment sile koji polugu rotira u suprotnom smjeru $\circlearrowright$ negativan. Sada možemo reći da je poluga u ravnoteži kada je ukupni (tj. rezultantni) moment sile na polugu (zbroj svih momenata pazeći na predznak) jednak 0.

U slučaju da na svaku stranu djeluje samo jedna sila, ravnoteža se postiže kada $F_1 k_1 = F_2 k_2$. Poluga se inače okreće (i ubrzava svoje okretanje) na onu stranu na koju je moment sile veći. Što je ukupni moment sile veći, to je i ubrzanje okretanja veće (slično kao za rezultantnu silu i akceleraciju).

8. Tlak:

$$p = \frac{F}{A}$$

Kada sila F djeluje na površinu A, stvorit će tlak p. Što je sila fokusirana na manju površinu (što je A manji), to je tlak veći.

Mjerne jedinice:

- p mjerimo u $\mathrm{Pa} = \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}$ (pascali). Oni nam samo govore koliko sile u newtonima će djelovati na svaki m^2 površine.

9. Gustoća tijela:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ovdje je m masa tijela, a V njegov volumen.

Mjerne jedinice:

- ρ mjerimo u $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Ovo nam govori kolika je masa $1\mathrm{m}^3$ te tvari. Npr. masa metra kubnog željeza je puno veća nego masa metra kubnog stiropora pa je željezo veće gustoće.

10. Hidrostatski tlak:
$$p = \rho g h$$
Kada zaronimo u tekućinu gustoće ρ na dubinu h, na nas djeluje tlak p. Ovu formulu možemo relativno lagano *izvesti*, stoga je nema potrebe pamtiti. Dovoljno je zapamtiti sljedeću činjenicu: **u hidrostatskoj ravnoteži tlak na danoj dubini proizvodi težina stupca tekućine iznad naših glava**. Ovo je zato što u hidrostatskoj (statika=mirovanje) taj stupac tekućine miruje. Sada, prema dolje ga gura njegova težina, a prema gore tlak tekućine na toj dubini (koji proizvode sudari sa atomima i molekulama) pa te dvije sile moraju biti iste.

    Dakle, hidrostatski tlak je težina stupca tekućine po jedinici površine A tog stupca. Označimo li s h visinu stupca tako da je njegov volumen dan s $V = A \cdot h$, onda imamo sljedeći račun:
$$p = \frac{F_g}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho V g}{A} = \frac{\rho g A h}{A} = \rho g h$$

11. Sila uzgona:
$$F_u = \rho g V$$
Ovdje smo uronili tijelo volumena V u tekućinu gustoće ρ. To tijelo prema gore gura sila uzgona F_u. Ovu formulu isto možemo izvesti. Ključna stvar je da: **hidrostatski tlak ispod tijela (na većoj dubini) je veći nego iznad tijela i zato se javlja ukupna sila prema gore**.

    Uzmimo da je tijelo kocka i da je površina gornje i donje plohe A. Ukupna sila koju tlak na tijelo proizvodi je stoga razlika sile ispod $F_2 = p_2 A$ tijela i sile $F_1 = p_1 A$ iznad tijela:
$$F_u = p_2 A - p_1 A = \rho g h_2 A - \rho g h_1 A = \rho g (h_2 - h_1) A = \rho g V$$
Ovdje je $h_2 - h_1$ visina tijela (dubina donje stranice - dobina gornje).

Tijelo tone kada je sila teža $F_g = mg = \rho_{\text{tijela}} V g$ veće od sile uzgona $F_u = \rho_{\text{tekućine}} V g$. Ovo će se dogoditi upravo onda kada je gustoća tijela veća od gustoće tekućine.

12. Rad:

$$W = F \cdot d$$

Ako sila F djeluje duž puta d, ona obavlja rad W. Ova formula nije u potpunosti općenita iz dva razloga.

Prvo, želimo da nam rad govori koliko sila utječe na pomak tijela. Ako je sila u smjeru pomaka, rad pozitivan i dan s $W = Fd$. Ako je sila u suprotnom smjeru od pomaka sila zapravo odmaže gibanju pa je rad negativan. Kada je sila okomita na pomak, uopće ne utječe na pomak i rad je 0. Općenito, uzimamo u obzir samo onu komponentu sile $F_\parallel$ koja gleda duž pomaka d: $W = F_\parallel \cdot d$.

Drugo, formula pretpostavlja da je sila *stalna* (da se ne mijenja duž puta). Ovo otprilike vrijedi za silu trenja i silu težu (kada tijelo pada blizu površine planeta). Ne vrijedi za elastičnu silu (sila je veća što je opruga više razvučena), niti za silu težu ako tijelo znatno mijenja svoju udaljenost od planeta (dok je tijelo bliže, sila teža je veća - dok je dalje sila teža je manja). Kada se sila mijenja, moramo put podijeliti na komadiće na kojima je sila konstantna ili na jako male komadiće na kojima je sila približno konstantna. Izračunamo rad na svakom komadiću, a ukupni rad je onda zbroj tih malih radova.

Mjerne jedinice:

- W mjerimo u $\mathrm{J} = \mathrm{N} \cdot \mathrm{m}$ (joule)

13. Snaga:

$$P = \frac{W}{t}$$

Ako stroj obavi W rada u t vremena, taj stroj ima snagu P.

Mjerne jedinice:

- P mjerimo u $\mathrm{W} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}$ (watt). Snaga u wattima nam govori koliko rada (u jouleima) će stroj obaviti svake sekunde.

14. Gravitacijska potencijalna energija:

$$E_p = mgh$$

Gravitacijsku potencijalnu energiju E_p tijelo ima kada miruje na nekoj visini h. Ovo je formula koju ne treba pamtiti jer je izvod izuzetno jednostavan. Dovoljno je zapamtiti sljedeću definiciju: **gravitacijska potencijalna energija je rad koji treba uložiti da bismo sa visine 0 tijelo podigli na visinu** h, odnosno to je rad koji će gravitacija obaviti kada s visine h tijelo spusti na visinu 0. Dakle, ako je sila teža konstantna (sve se odvija blizu površine planeta), njen rad je $W = F_g \cdot h = mgh$.

15. Kinetičku energiju E_k tijelo ima kada se giba nekom brzinom v. Konkretno, E_k je **rad koji rezultantna sila obavi kada tijelo ubrza iz stanja mirovanja do brzine** v. Sjetimo se da upravo rezultantna (tj. ukupna) sila ubrzava tijelo po Newtonovom 2. zakonu. Malo kompleksniji matematički izvod onda pokaže da je $E_k = \frac{1}{2}mv^2$.

16. Elastičnu potencijalnu energiju E_p ima rastegnuta opruga. Elastična potencijalna energija je **rad koji treba uložiti da bismo potpuno labavu (nerastegnutu) oprugu produljili za duljinu** x. Malo kompleksniji matematički izvod pokaže da je $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

17. Ukupna energija tijela je očuvana i samo se pretvara iz jednog oblika u drugi. Primjerice, ako tijelo iz stanja mirovanja na visini h počne padati, onda mu se visina (pa samim time gravitacijska potencijalna energija) smanjuje, a brzina (pa samim time kinetička energija) povećava. Konkretno, rad koji obavi rezultantna sila (u ovom slučaju sila teža) jednak je promjeni kinetičke energije, a rad sile teže mora biti jednak i promjeni gravitacijske potencijalne energije. Recimo da tijelo s visine h_1 (gdje ima brzinu v_1) padne na visinu h_2 i pritom ubrza na novu brzinu v_2. Onda imamo:

$$mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

prebacimo li početnu visinu i brzinu na lijevu stranu, a konačnu brzinu i visinu na desnu:

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

Dakle, ukupna energija $mgh + \frac{1}{2}mv^2$ je očuvana (ne mijenja se). Da imamo trenje ili kakav otpor, onda bi naravno ukupni rad rezultantne sile (gravitacija + trenje) bio jednak promjeni kinetičke energije:

$$mgh_1 - mgh_2 - W_{tr} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

Ovdje je rad sile trenja W_{tr} negativan jer je smjer sile trenja suprotan od pomaka. Dakle, dio početne energije odlazi na rad sile trenja:

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 + W_{tr}$$

18. Temperatura neke tvari mjeri koliko je silovito nasumično gibanje njenih atoma, tj. molekula. Na **apsolutnoj nuli** nemamo to gibanje[2]; to je najniža moguća temperatura.

    Temperaturu mjerimo u stupnjevima Celzijusevim: 0°C je temperatura ledišta vode, a 100°C temperatura vrelišta (sve određeno pri atmosferskom tlaku). Sada uzmemo živin termometar - na 0°C živa zauzima neki volumen u termometru, na 100°C se proširi pa zauzima veći volumen. Duljinu koju živa prijeđe u cjevčici podijelimo na 100 jednakih dijelova - jedan dio odgovara povećanju temperature od jednog stupnja Celzijusevog (1°C).

    Kelvin je mjerna jedinica temperature koja počinje od apsolutne nule: 0K je apsolutna nula, 1K je temperatura za 1°C veća od apsolutne nule. Dakle, **promjena temperature od 1K i 1°C je isto**, samo što K počinje na apsolutnoj nuli, a °C na temperaturi ledišta vode (pa može imati negativne vrijednosti). Koristeći zakon idealnog plina možemo izračunati temperaturu apsolutne nule u Celzijusevim stupnjevima: to je hipotetska temperatura pri kojoj bi idealni plin imao volumen 0. Dobije se da je apsolutna nula (0K) na -273.15°C. Dakle 1K je -272.15°C, voda se ledi na 273.15K, a vrije na 373.15K. Iz °C u K prelazimo formulom:

[2]Preciznije, imamo samo gibanje koje nam daje kvantna fizika tj. Heisenbergov princip

$$T_C = -273.15 + T_K$$

19. Toplinski kapacitet:

$$Q = cm\Delta T$$

Ovdje smo tijelu mase m doveli toplinu Q (ovo je energija koju dovodimo u obliku nasumičnog gibanja čestica), a pritom se tijelu temperatura povisila za ΔT. Koeficjent c zovemo *specifični toplinski kapacitet* i on nam otprilike govori koliko je materijal teško zagrijati.

- c se mjeri u $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kgK}}$. Govori nam koliko joulea treba uložiti da bi se $1kg$ tvari zagrijao za $1K$.

  Primjerice, voda ima $c = 4200\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kgK}}$. Ovo znači da zagrijavanje 1kg vode za 1K zahtijeva 4200J energije. Zagrijavanje 2kg za 1K naravno zahtijeva 8400J. Zagrijavanje 2kg za 2K onda treba 16800J.

20. Naboj: q. Tijela na sebi mogu imati električni naboj. Naboj može biti pozitivan (+) ili negativan ($-$), a predznak određuje kakva je sila - istovrsni naboji (+ i + ili $-$ i $-$) se privlače, a raznovrsni (+ i $-$) odbijaju. Što tijela imaju veću količinu naboja na sebi, sila je time veća. Ako npr. imamo dva nabijena tijela i jedno tijelo dobije duplo više naboja, onda je sila između ta dva tijela duplo veća (a ako oba tijela dobiju duplo više naboja sila između njih je 4 puta veća).

    Tijela su građena od atoma, a atomi imaju pozitivnu jezgru i negativni elektronski omotač. Naboj jednog elektrona je negativan i po iznosu jednak naboju jednog protona, koji je pozitivan. To je najmanja količina naboja koju možemo dati tijelu (zovemo ga elementarni naboj e) - ako tijelu oduzmemo jedan elektron dobit će naboj jednak $+e$, a ako mu damo jedan elektron imat će naboj $-e$.

    Mjerne jedinice:

    - q mjerimo u $\mathrm{C} = \frac{1}{1.602176634 \cdot 10^{-19}} \cdot e$ (coulomb). Preokrenemo li ovu jednadžbu, dobijemo da naboj elektrona u C iznosi $e = 1.602176634 \cdot 10^{-19}\mathrm{C}$. Dakle, 1C je vrlo veliki broj elementarnih naboja - otprilike $6 \cdot 10^{18}$ - 6 sa 18 nula).

21. Struja:
$$I = \frac{q}{t}$$
U vremenu t kroz neku zamišljenu površinu (npr. poprečni presjek žice) prođe q naboja; onda kroz tu površinu prolazi struja I.

Mjerne jedinice:

- I mjerimo u $\mathrm{A} = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{s}}$. 5A znači da kroz našu zamišljenu površinu prolazi 5C naboja svake sekunde.

22. Napon:
$$V = \frac{W}{q}$$
Pomičemo naboj q duž neke putanje, pri čemu smo obavili rad W. Napon nam govori koliko rada treba uložiti za pomicanje jedinice naboja (npr. 1C). Moramo imati na umu da rad električne sile neće ovisiti o obliku putanje duž koje prenosimo naboj, već samo o početnoj i konačnoj točki te putanje. Ovo znači da obično govorimo o "voltaži između dvije točke".

Mjerne jedinice:

- V mjerimo u $\mathrm{V} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{C}}$. Ako između neke dvije točke imamo 5V, onda za prijenos 1C naboja od jedne točke do druge treba uložiti $5J$ (za 2C naravno treba 10J, itd.).

23. Otpor:
$$R = \frac{V}{I}$$
(ili $V = IR$) Na krajevima neke žice održavamo napon V (npr. nekom baterijom), a kroz žicu mjerimo struju I; onda je otpor žice R. Otpor govori koliko s taj komad žice odupire gibanju naboja (veći otpor znači manja struja kroz žicu). Općenito, otpor se može mijenjati s voltažom (stavimo jaču bateriju i izmjerimo struju, onda otpor može npr. porasti). **Ako je otpor za neki materijal na nekom rasponu voltaža neizmjenjen, onda kažemo da vrijedi Ohmov zakon** (na tom rasponu voltaža), a za takav materijal kažemo da je Ohmski (na tom rasponu voltaža). Za Ohmski materijal su struja i voltaža proporcionalne - duplo veća voltaža na krajevima žice znači duplo veća struja kroz žicu.

Mjerne jedinice:

- R mjerimo u $\Omega = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}}$. 5Ω govori da ćemo kroz žicu dobiti 1A više ako na njenim krajevima povećamo voltažu za 5V. Što je otpor veći, to treba više povećati voltažu na krajevima žice da bi se dobio 1A.

24. Otpornost:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Ovdje je R otpor žice, A površina njenog poprečnog presjeka, a l duljina žice. ρ je otpornost i karakterističan je za materijal od kojeg je žica građena. Ako poduplamo duljinu žice, otpor će se isto poduplati, a ako poduplamo poprečni presjek, otpor će se prepoloviti.

Mjerne jedinice:

- $\rho = \frac{RA}{l}$ pa ga mjerimo u $\frac{\Omega \mathrm{m}^2}{\mathrm{m}} = \Omega \mathrm{m}$

25. Snaga kojom se zagrijava vodič:

$$P = VI$$

Ovu formulu ne treba pamtiti jer je izvod relativno jednostavan. Moramo samo zapamtiti da je rad električne sile (do na predznak) jednak $W = Vq$, onda:

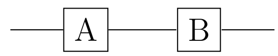
$$P = \frac{W}{t} = \frac{Vq}{t} = V\frac{q}{t} = VI.$$

Iskažemo li V preko R i I, dobijemo $P = IR \cdot I = I^2 R$. Iskažemo li I preko V i R, dobijemo $P = V \cdot \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$.

Kako kroz žicu prolazi stalna struja, brzina kojom se naboji gibaju je u prosjeku stalna. Ovo znači da je u prosjeku ukupna sila na naboje 0. Zaista, električna sila ubrzava naboje, ali sudari s atomima žice ih usporavaju. Ove dvije sile su u prosjeku iste. Ti sudari su ono što zagrijava žicu dok kroz nju teče struja. Dakle, **snaga kojom naboji djeluju na zagrijavanje žice iznosom je jednaka snazi električne sile** $P = VI$.

26. Struja u serijskom spoju:

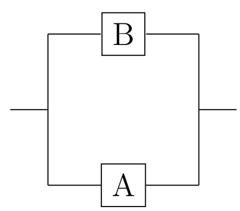
$$I_A = I_B$$



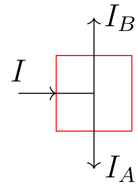
Ako se naboj ne gomila u elementu strujnog kruga, onda koliko struje uđe u element, toliko mora i izaći. Dakle, u serijskom spoju je struja kroz element A jednaka struji kroz element B (ako nemamo gomilanja naboja).

27. Struja u paralelnom spoju:

$$I = I_A + I_B$$



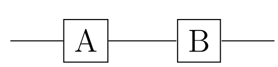
Paralelni spoj ima čvorište:



Pretpostavljamo da se naboj ne gomila u čvorištu. U tom slučaju, koliko struje uđe u čvorište, toliko struje mora i izaći: $I = I_A + I_B$.

28. Voltaža serijskog spoja:

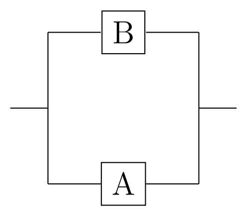
$$V = V_A + V_B$$



Voltaža na krajevima elementa A je V_A, a na krajevima elementa B je V_B. Ovo znači da bismo progurali 1C naboja kroz A treba uložiti V_A joulea, a da bismo progurali taj 1C kroz B treba V_B. Ukupno nam treba $V_A + V_B$ joulea da bismo progurali 1C kroz A i B pa je to voltaža na krajevima serijskog spoja.

29. Voltaža paralelnog spoja:

$$V_A = V_B$$



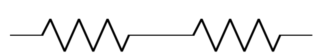
Na shematskom prikazu su žice idealne (nemaju otpor), odnosno naboji se ne sudaraju s atomima žice pa **ne treba uopće obaviti rad da bismo provukli 1C naboja kroz idealnu žicu**. Naboj, jednom kada smo ga pokrenuli, se nastavlja gibati sam od sebe bez usporavanja. Sada 1C naboja možemo s jedne strane paralelnog spoja prebaciti na drugu na jedan od dva načina:

- Prvo idemo gornjom stranom (preko B), rad koji smo obavili je po definiciji V_B (rad ne obavljamo dok se mičemo duž žice, već samo kada prelazimo preko elementa).
- Idemo donjom stranom, rad je onda V_A.

Kako rad električne sile ne ovisi o putanji, samo o rubnim točkama, u oba slučaja smo obavili isti rad: $V_A = V_B$.

30. Otpor serijskog spoja:

$$R = R_1 + R_2$$

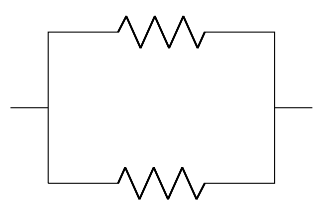


Otpor prvog otpornika je R_1, a drugog R_2. Otpor serijskog spoja je veći od oba pojedinačna otpora (efektivno smo produljili dio žice koji stvara otpor $\Longrightarrow$ otpor raste). Voltaža na krajevima prvog otpornika je V_1, a na krajevima drugog je V_2. Kako je riječ o serijskom spoju, kroz oba otpornika prolazi ista struja I, a voltaža između dva kraja serijskog spoja je $V = V_1 + V_2$. Ohmov zakon sada daje $V_1 = R_1 I$ i $V_2 = R_2 I$. Ukupni otpor je stoga:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V_1 + V_2}{I} = \frac{V_1}{I} + \frac{V_2}{I} = R_1 + R_2$$

31. Otpor paralelnog spoja:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$



R_1 je otpor prvog otpornika, a R_2 otpor drugog. Otpor paralelnog spoja manji je od pojedinačnih otpora (efektivno smo proširili žicu $\Longrightarrow$ otpor pada). Riječ je o paralelnom spoju pa je na krajevima oba otpornika ista voltaža V. Kroz prvi otpornik prolazi struja I_1, a kroz drugi I_2. Ukupna struja koja ulazi u paralelni spoj (i izlazi iz njega) je $I = I_1 + I_2$. Ohmov zakon daje $V = I_1 R_1$ i $V = I_2 R_2$. Ukupni otpor spoja je onda $R = \frac{V}{I} = \frac{V}{I_1 + I_2}$. Preokrenemo li razlomak (uzmemo recipročnu vrijednost):

$$\frac{1}{R} = \frac{I}{V} = \frac{I_1 + I_2}{V} = \frac{I_1}{V} + \frac{I_2}{V} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$