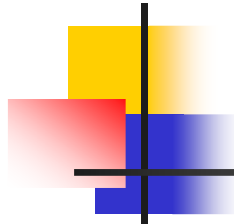




Кондензатори



Кондензатор

- Кондензатор је уређај који се користи у великом броју електричних кола
- *Капацитет, C* , кондензатора се дефинише као количник интензитета наелектрисања на његовим плочама и интензитета разлике потенцијала између плоча



Кондензатор, наставак

- $C \equiv \frac{Q}{\Delta V}$
- Јединица: Фарад (F)
 - $1 \text{ F} = 1 \text{ C} / \text{V}$
 - 1F је веома велик
 - Најчешће срећемо μF или pF



Кондензатор са равним плочама

- Капацитет кондензатора са равним плочама које су раздвојене ваздухом је:

$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

- Види извођење у белешкама



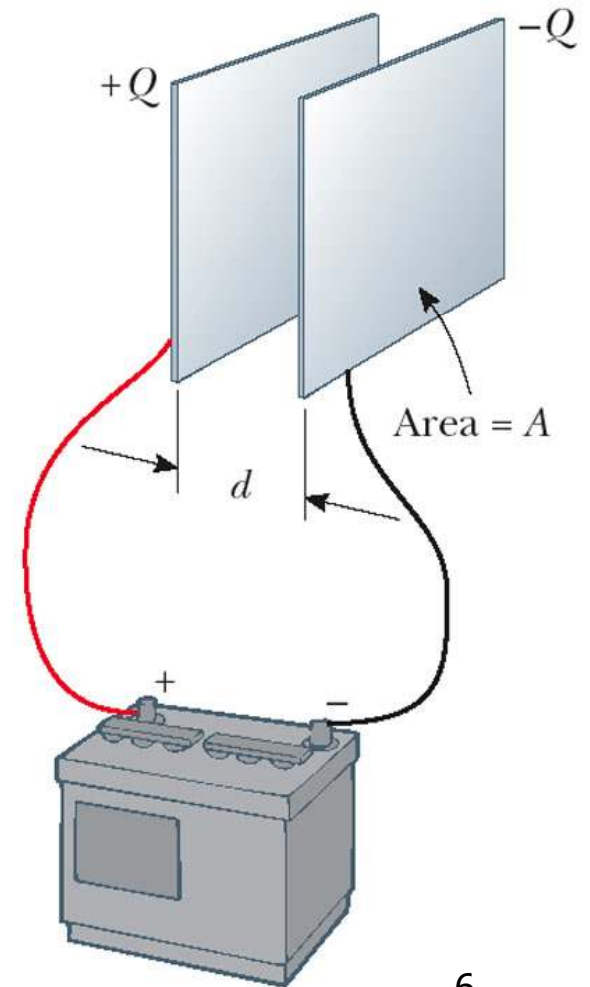
Задатак – кондензатор са равним плочама

Дат је кондензатор са равним плочама површине $A = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
са растојањем између плоча од $d = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

- a) Нађи капацитет овог кондензатора
- b) Колико је наелектрисање на позитивној плочи кондензатора
ако је кондензатор повезан на батерију напона 3.0 V.
- c) Израчунај наелектрисање по јединици површине на позитивној плочи
- d) Интензитет електричног поља између плоча кондензатора

Кондензатор са равним плочама, пример

- Кондензатор се састоји од две равне плоче
- Свака од њих има растојање A
- Раздвојене су растојањем d
- Плоче носе једнако а супротно наелектрисање
- Када се плоче повежу на батерију, наелектрисање се пребацује са једне на другу плочу
- Пребацивање престаје када:
 $\Delta V_{\text{кон}} = \Delta V_{\text{батерије}}$

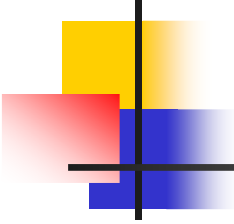




Кондензатор у електричном колу

- Електрично коло се обично састоји из извора електричне енергије (нпр. батерије) спојеног на елементе који претварају електричну енергију у друге облике енергије
- *Дијаграм* електричног кола се користи да би се скицирало право коло

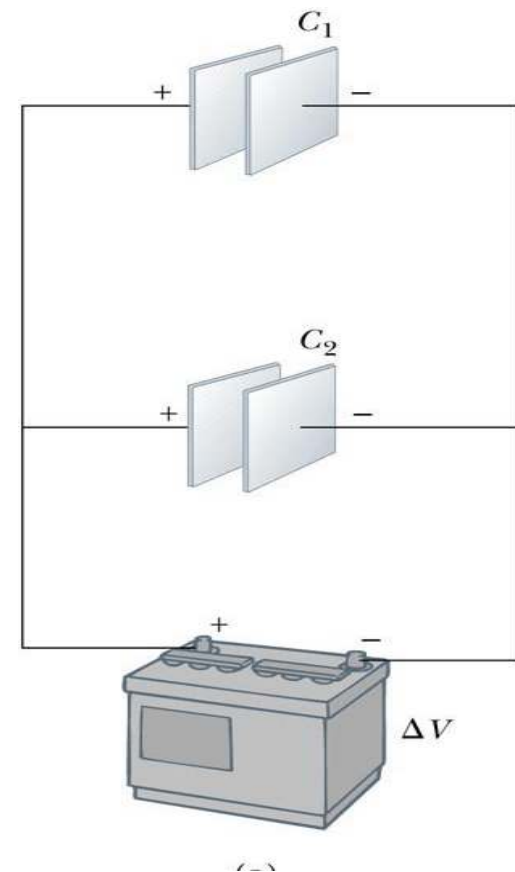
Паралелна веза кондензатора



- Када се кондензатор повеже у електрично коло, електроти се премештају са леве плоче кроз батерију до десне плоче, тако да се лева плоча позитивно наелектрише а десна негативно
- Премештање наелектрисања престаје када напон на батерији постане једнак напону на кондензатору
- Кондензатор достиже максимално наелектрисање када се напон на батерији изједначи са напоном на плочама

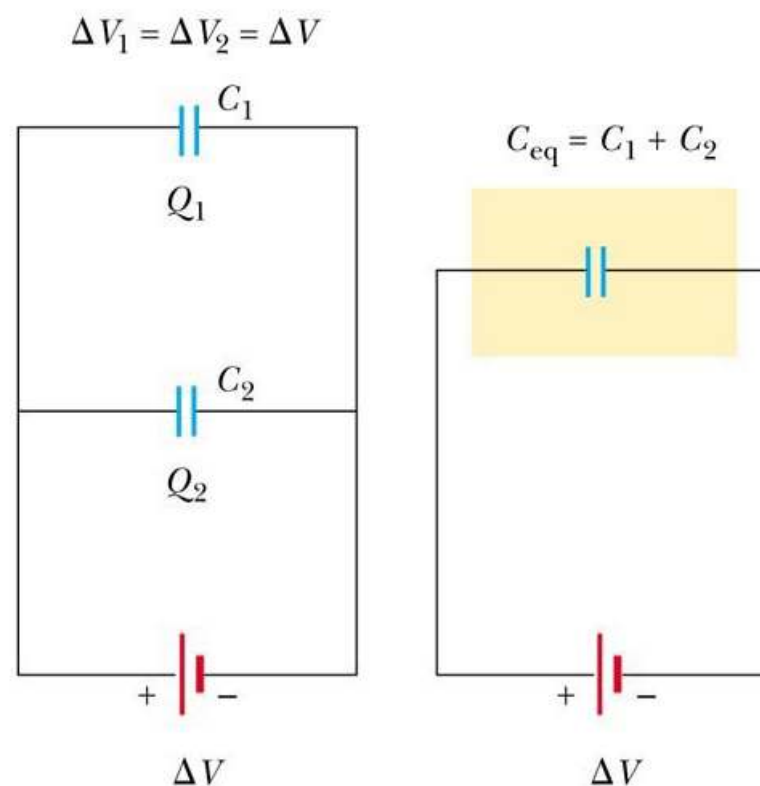
Паралелна веза кондензатора

- Укупно наелектрисање на плочама је:
 - $Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2$
- Разлика потенцијала између плоча кондензатора је иста
 - И обе су једнаке напону батерије



Више о паралелној вези кондензатора

- Кондензатори могу бити замењени једним кондензатором еквивалентног капацитета C_{eq}
 - Еквивалентни кондензатор мора да има тачно исти ефекат на коло као и оригинални кондензатори



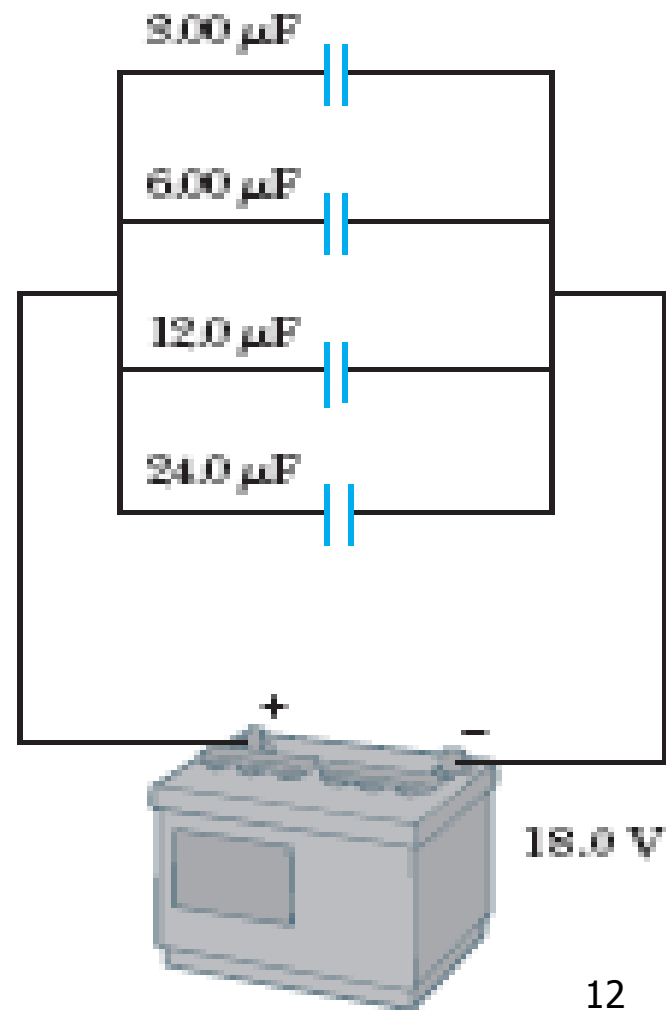


Кондензатори у паралелној вези, крај

- $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots$
- Еквивалентни капацитет кондензатора је већи од капацитета било којег од индивидуалних кондензатора

Еквивалентни капацитет – паралелна веза

- a) Одредите еквивалентни капацитет кондензатора приказаних на слици.
- b) Нађите наелектрисање на кондензатору од $12\mu\text{F}$.

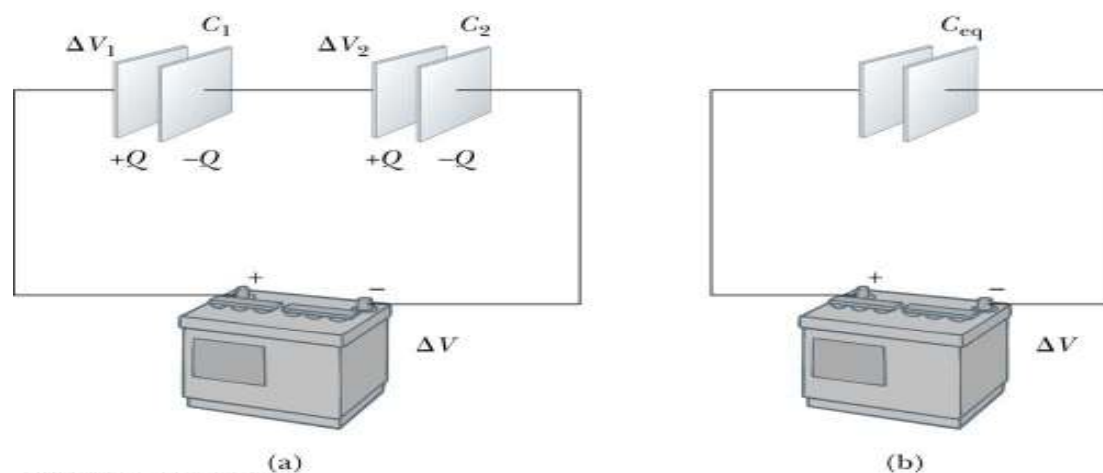


Кондензатори у редној

вези

- Када је батерија везана у колу, електрони се пребацују са леве плоче кондензатора C_1 на десну плочу кондензатора C_2 кроз батерију
- Због тога се негативно наелектрисање акумулира на десној плочи од C_2 , а иста количина позитивног наелектрисања се акумулира на левој плочи од C_1 .
- Истовремено се електрони пребацују са леве плоче кондензатора C_2 на десну плочу кондензатора C_1 . Због тога десна плоча кондензатора C_1 добија наелектрисање $-Q$ а лева плоча наелектрисање $+Q$

Више о редној вези кондензатора



© 2003 Thomson - Brooks Cole

- Може да се нађе еквивалентан кондензатор који има исти ефекат на коло као и редна веза кондензатора.
- Разлике потенцијала се међусобно сабирају тако да буду једнаке напону батерије.



Редна веза кондензатора, наставак

- $\Delta V = V_1 + V_2$

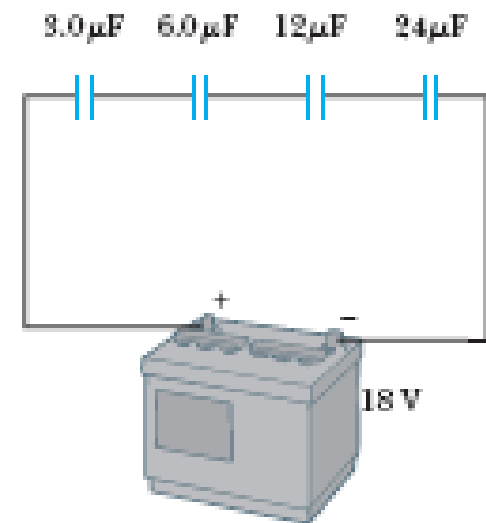
$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

- Еквивалентан капацитет редне везе кондензатора је увек мањи од сваког од појединачних кондензатора

Кондензатор – редна веза

Четири кондензатора су редно везана у батерији као на слици

- Израчунајте капацитет еквивалентног кондензатора
- Израчунјте наелектрисање на кондензатору од $12\mu\text{F}$
- Нађите пад напона на кондензатору од $12\mu\text{F}$





Стратегија за задатке

- Будите пажљиви са јединицама
- Комбинијте кондензаторе користећи формуле за редну и паралелну везу кондензатора
 - Када су два или више неједнаких кондензатора повезани *редно*, они имају исто наелектрисање, али је разлика потенцијала на њима различита



Стратегија за задатке, наставак

- Комбиновање кондензатора
 - Када су два или више кондензатора повезани *паралелно*, разлика потенцијала на њима је иста
 - Наелектрисање на сваком кондензатору је пропорционално његовом капацитету
 - Капацитети кондензатора се сабирају да би дали еквивалентни капацитет



Стратегија за проблеме, крај

- Понављајте процес све док не остане само један еквивалентан кондензатор
 - Замените кондензаторе у редној или паралелној вези са њима еквивалентним кондензатором
 - Поново нацртајте коло и наставите
- Да би нашли наелектрисање или разлику потенцијала на кондензатору, крените од крајњег еквивалентног кондензатора и идите уназад кроз редукцију кола

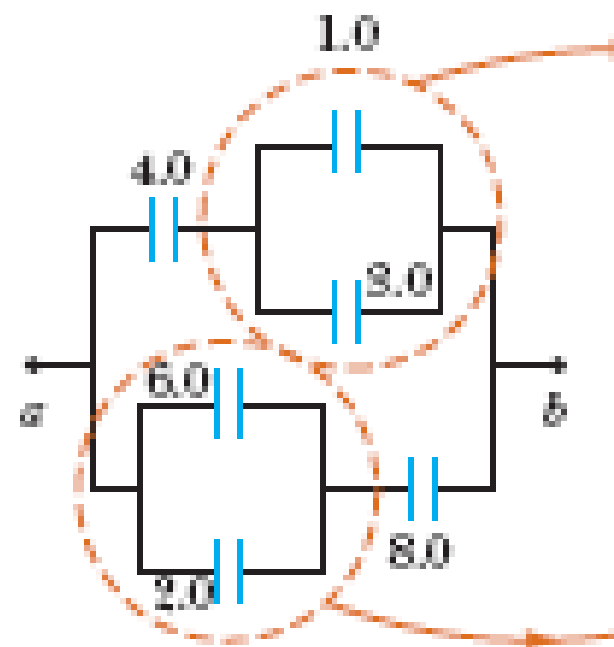


Сумаризоване једначине

- Једначина за капацитет: $C = Q / \Delta V$
- Паралелна веза: $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots$
- Кондензатори у паралелној вези имају исти напон као и еквивалентни капацитет
- Редна веза: $1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots$
- Кондензатори у редној вези имају исто наелектрисање, Q , као и еквивалентни капацитет.

Задатак – еквивалентни капацитет

- а) Израчунајте еквивалентни капацитет између тачака а и б, за комбинацију кондензатора приказану на слици.
- б) Ако се између тачака а и б споји батерија од 12V, нађи наелектрисање на кондензатору од $4\mu\text{F}$ и пад напона на њему.





Електрична струја

- Кад год се наелектрисања крећу, јавља се *електрична струја*
- Струја је **брзина којом наелектрисања пролазе кроз попречни пресек проводника**

$$I \equiv \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$


- Јединица за струју у SI систему је Ампер (A)
 - 1 A = 1 C/s



Задатак – дефиниција струје

Количина наелектрисања која пролази кроз жицу током $2s$ је $1.67C$. Нађи:

- a) Струју у жици
- b) Број електрона који прођу кроз жицу током $5s$



Електрична струја, наставак

- Смер струје се дефинише као смер у којем би текло позитивно наелектрисање
 - Код уобичајених проводника (нпр. бакар) струја настаје услед кретања негативно наелектрисаних електрона
- Наелектрисање у покрету се зове *носиоц наелектрисања*
 - Носиоци наелектрисања могу бити позитивни или негативни

Питање – носиоци наелектрисања

Разматрајте позитивна и негативна наелектрисања која се крећу кроз регионе приказан на слици. Рангирај интензитета струја у та четири региона, од најмањег до највећег:

a) I_d , I_a , I_c , I_b

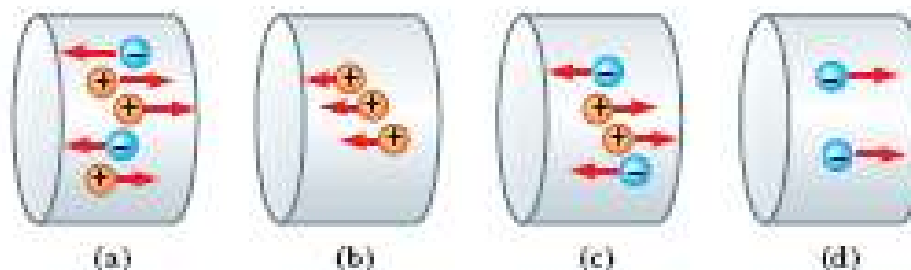
b) I_a , I_c , I_b , I_d

c) I_c , I_a , I_b , I_d

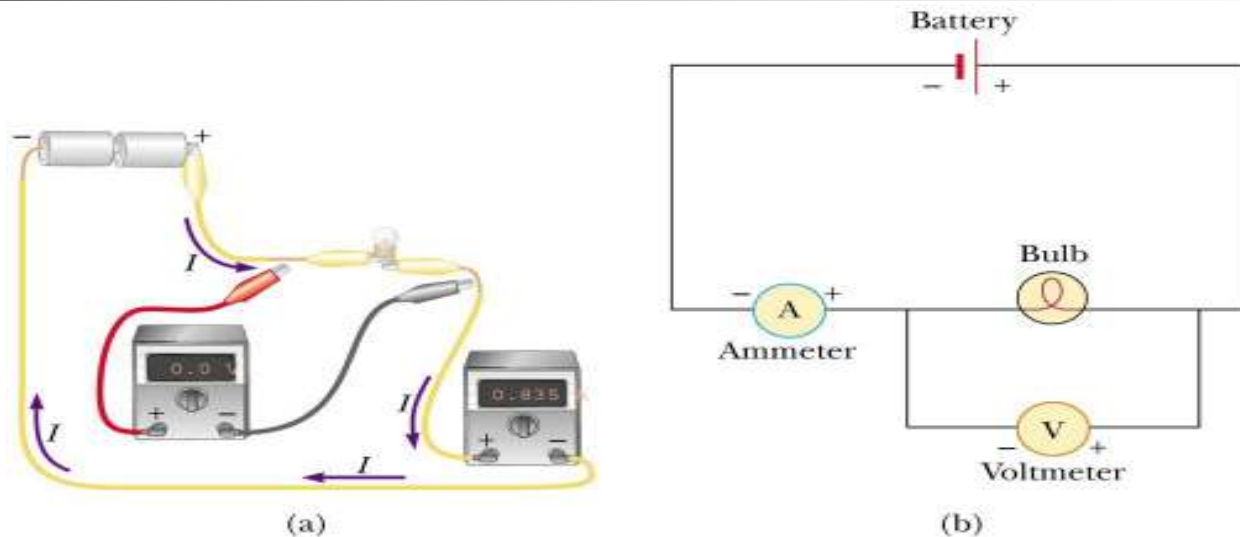
d) I_d , I_b , I_c , I_a

e) I_a , I_b , I_c , I_d

f) ништа од горе наведеног



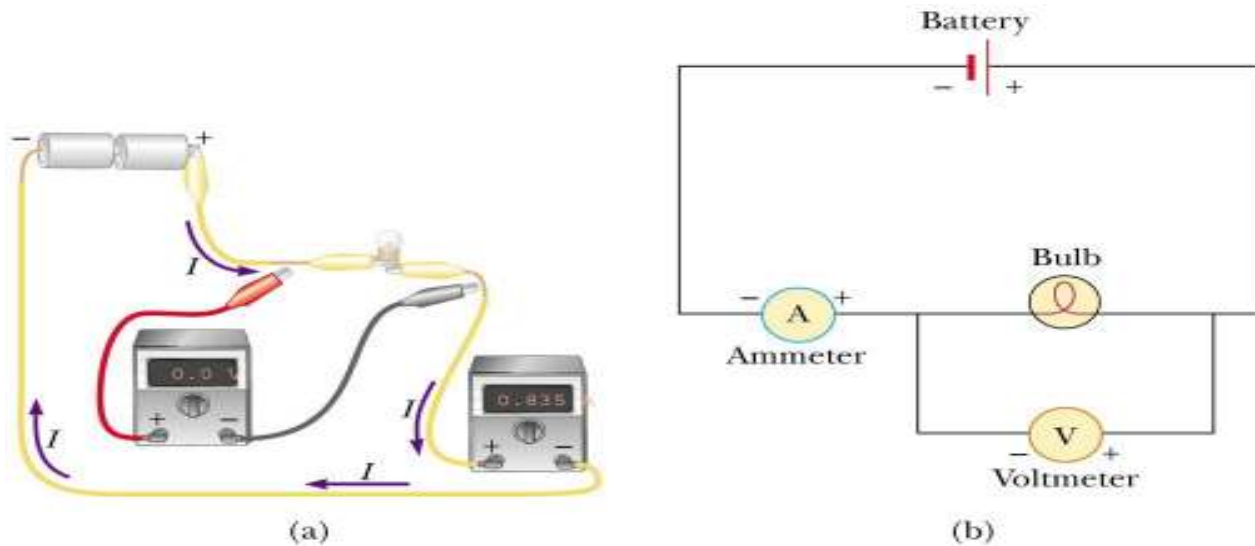
Мерење јачине струје – амперметар



© 2003 Thomson - Brooks Cole

- Амперметар се користи за мерење јачине струје
 - Везује се редно, тако да сво наелектрисање које прође кроз сијалицу прође и кроз амперметар

Мерење јачине струје – волтметар

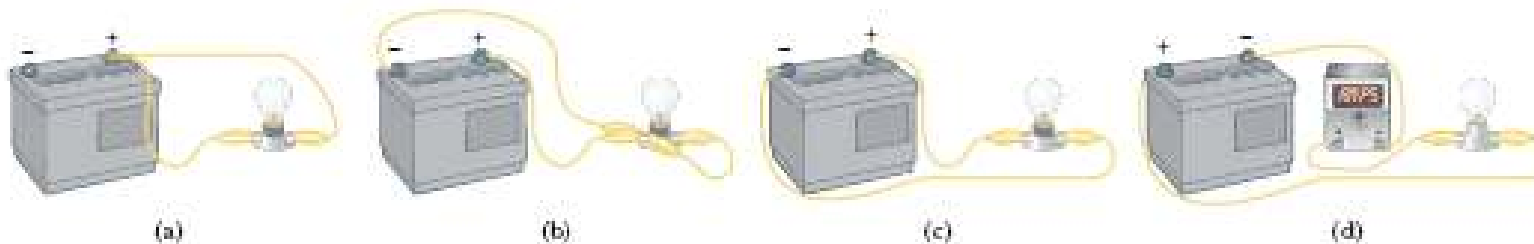


© 2003 Thomson - Brooks Cole

- Волтметар се користи за мерење напона (разлике потенцијала).
 - Везује се паралелно са сијалицом, тако да је пад напона на сијалици једнак паду напона на волтметру

Питање - сијалица

У којим од следећих кола ће сијалица бити упаљена





Отпор

- У проводнику, напон који се примењује на крајеве проводника је пропорционалан струји кроз проводник
- Константа пропорционалности је *отпорност* проводника

$$R \equiv \frac{\Delta V}{I}$$

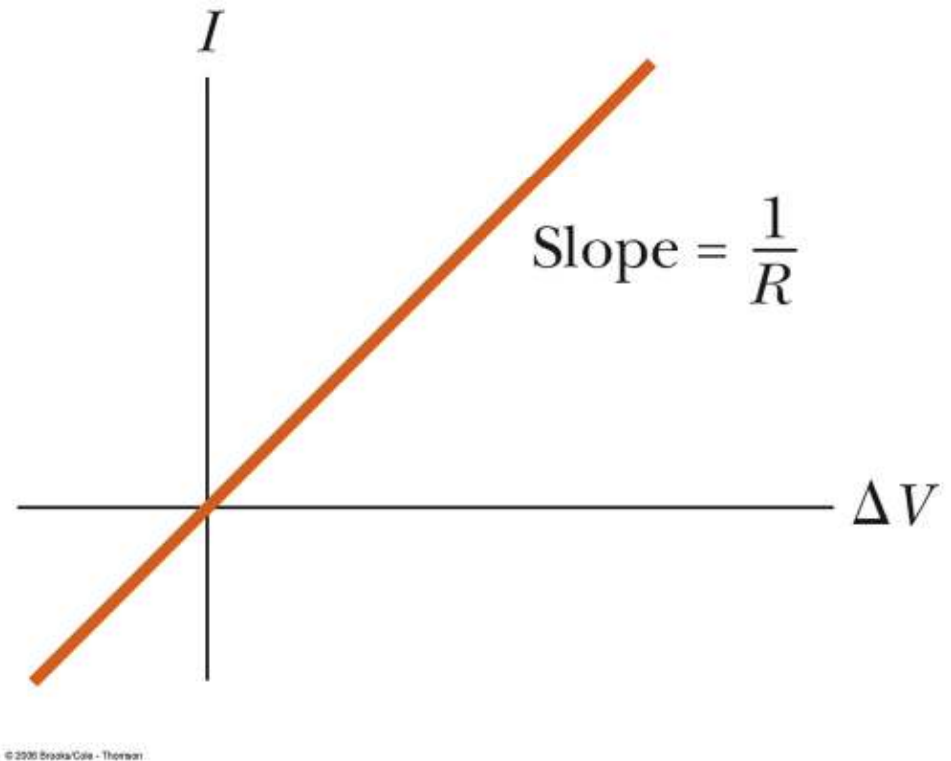


Омов закон

- Експерименти показују да за много материјала, укључујући и већину метала, отпор остаје константан у великом распону примењених напона и струја
- Овај исказ је познат као *Омов закон*
 - $\Delta V = I R$
- Омов закон је емпиријски утврђена веза која не важи за све материјале

Омов закон, наставак

- Отпор је константан дуж великог опсега напона
- Однос између струје и напона је линеаран
- Нагиб праве даје инверзну вредност отпора





Задатак - отпор

Кроз уређај протиче струја од 6.4 A када је повезан на батерију напона $1.2 \cdot 10^2 \text{ V}$. Колика је отпорност уређаја, ако се претпостави важење Омовог закона?



Извор електромоторне силе

- Уређај који одржава струју у затвореном колу се зове извор *електромоторне силе (EMS)*
 - Примери укључују батерије и акумулаторе
 - EMS повећава потенцијалну енергију носиоца наелектрисања, тако да се наелектрисања крећу од веће ка мањој потенцијалној енергији
- Јединице у SI систему су V



Отпорност, наставак

- Јединица за отпорност је ом (Ω)
 - $1 \Omega = 1 \text{ V} / \text{A}$
- Отпорност настаје услед судара између носилаца наелектрисања (струје) и непокретних атома у проводнику.

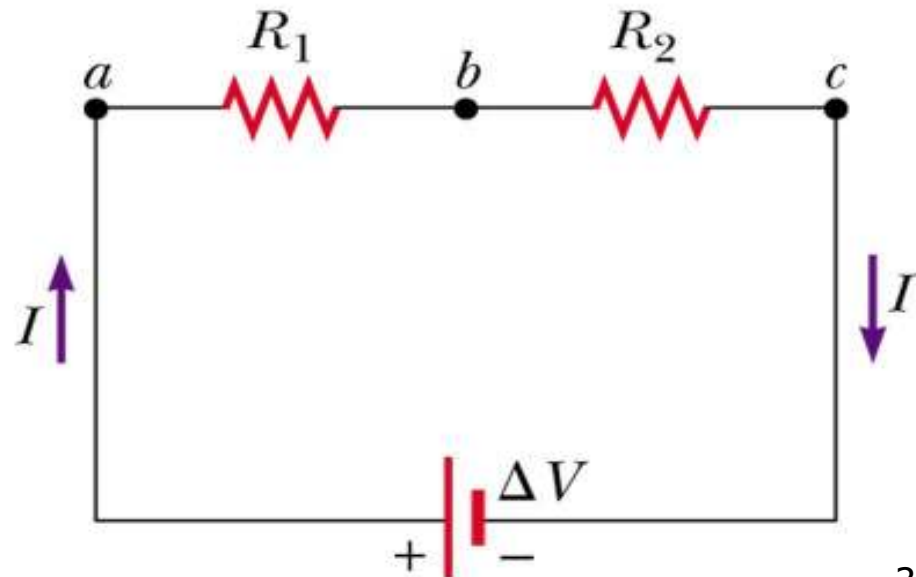


Редна веза отпорника

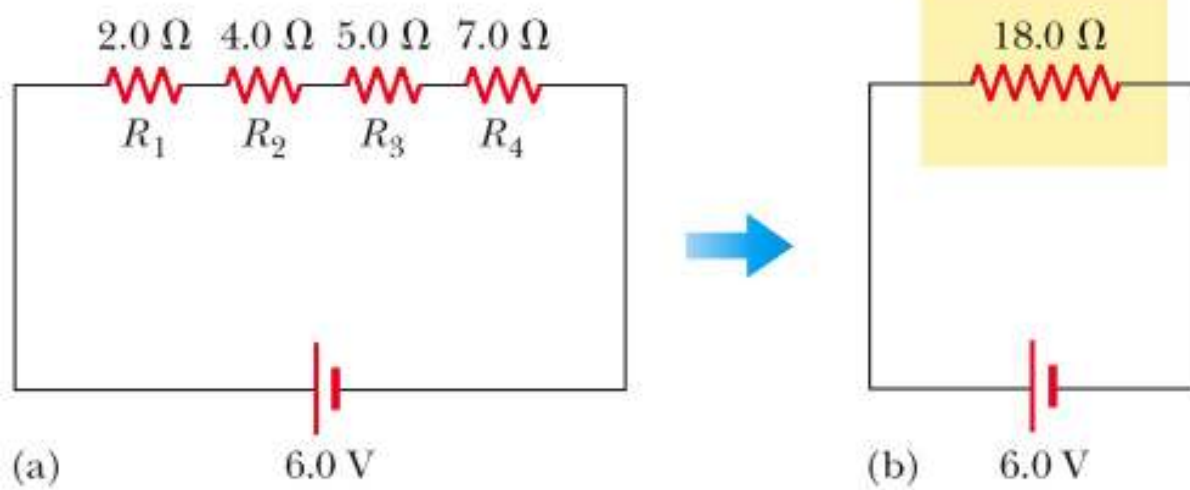
- Код редне везе струја је иста у свим отпорницима, пошто исто наелектрисање мора да протекне кроз сваки од отпорника
- Укупан пад напона на читавој редној вези је једнак суми падова напона на индивидуалним отпорницима

Редна веза отпорника, наставак

- Падови напона се сабирају
 - $\Delta V = IR_1 + IR_2 = I (R_1 + R_2)$
- Редна веза отпорника може да се замени еквивалентним отпорником, који има исти ефекат на коло
- $R_{eq} = R_1 + R_2$



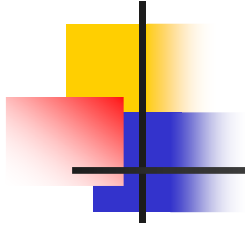
Редна веза отпорника: пример



© 2001 Brooks/Cole - Thomson

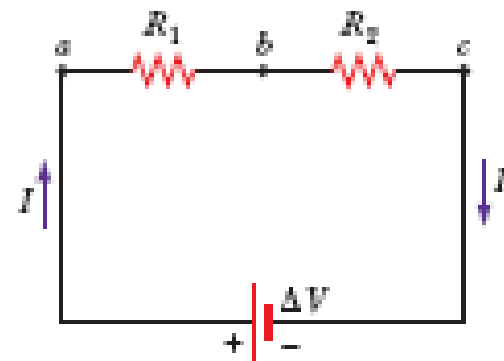
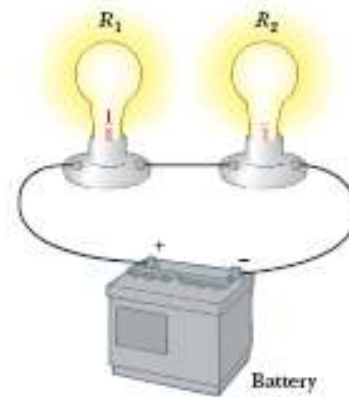
- Четири отпорника су замењена еквивалентним отпорником
- Задатак: Колика је струја у колу

Питање – сијалице



Ако се парче жице искористи да се повежу тачке b и c у колу приказаном на слици, шта се дешава са јачином светла прве сијалице?

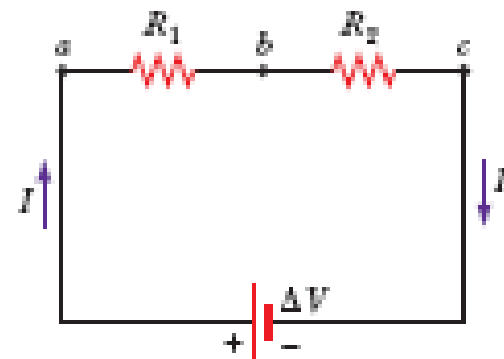
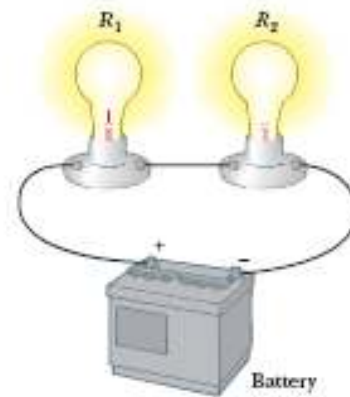
- a) повећа се
- b) смањи се
- c) угаси се
- d) остаје иста



Питање – сијалице

Ако се парче жице искористи да се повежу тачке b и c у колу приказаном на слици, шта се дешава са јачином светла друге сијалице?

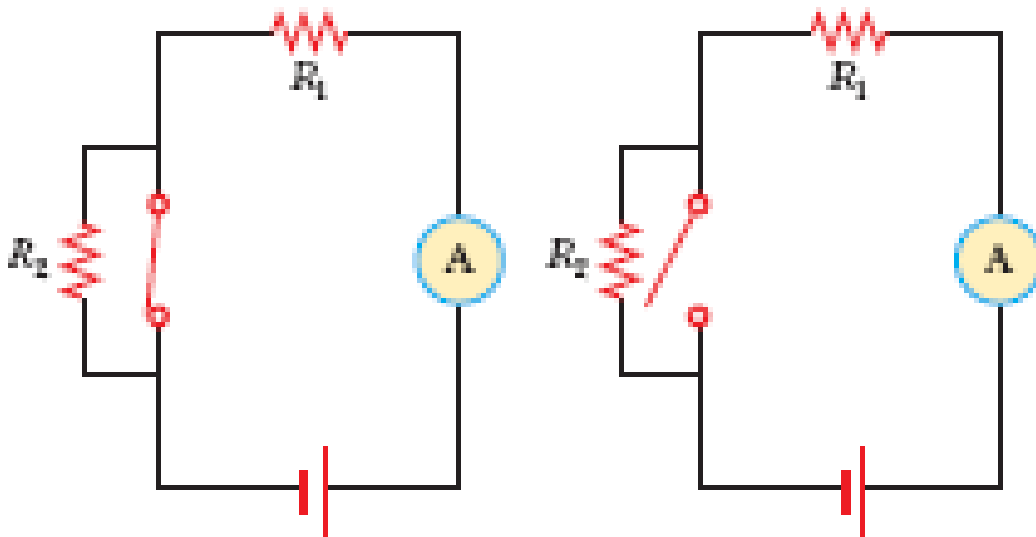
- a) повећа се
- b) смањи се
- c) угаси се
- d) остаје иста



Питање – прекидач

У колу на слици струја се мери амперметром.
Када се прекидач отвори као на слици,
очитавање амперметра:

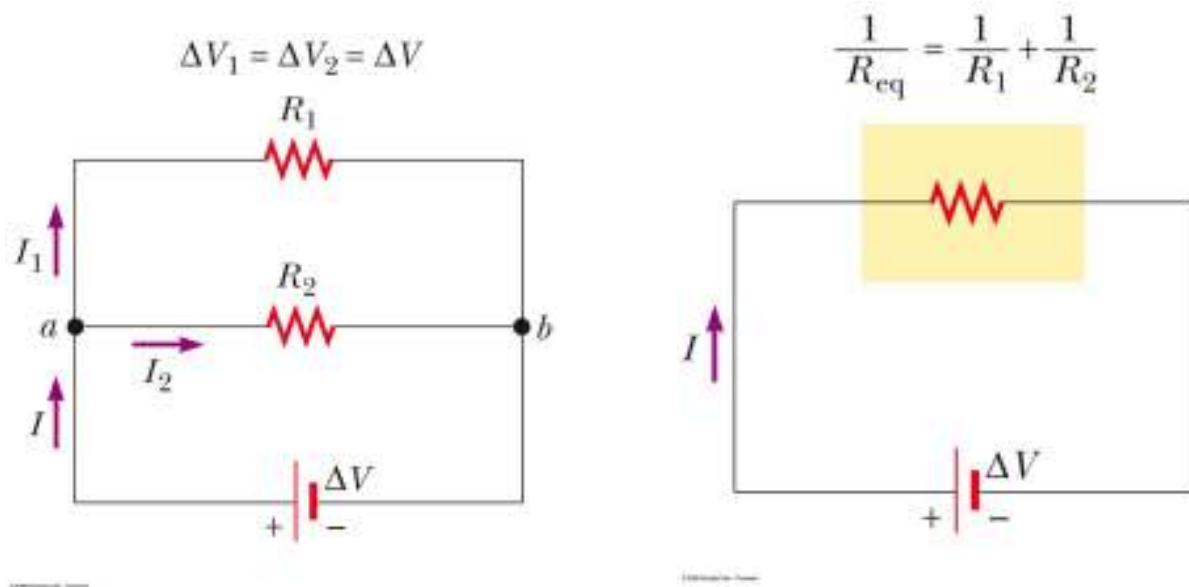
- а) расте
- б) опада
- с) остаје исто



Паралелна веза отпорника

- Пад напона на сваком отпорнику је исти, зато што је сваки отпорник повезан за две исте тачке у колу
- Струја, I , која улази у тачку рачвања проводника мора бити једнака струји кроз индивидуалне проводнике
 - $I = I_1 + I_2$
 - Последица одржања наелектрисања
 - Струје кроз отпорнике генерално нису једнаке

Еквивалентни отпор – паралелна веза, пример



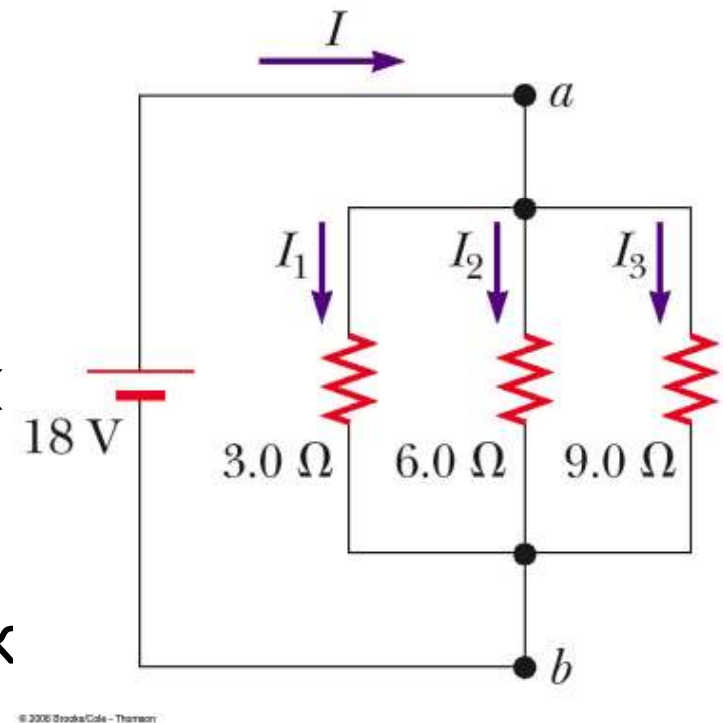
- Еквивалентни отпор замењује два паралелна отпорника
- Струјна кола у домаћинству су везана тако да су електрични уређаји паралелно спојени

Еквивалентан отпор – паралелна веза

- Еквивалентан отпор

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

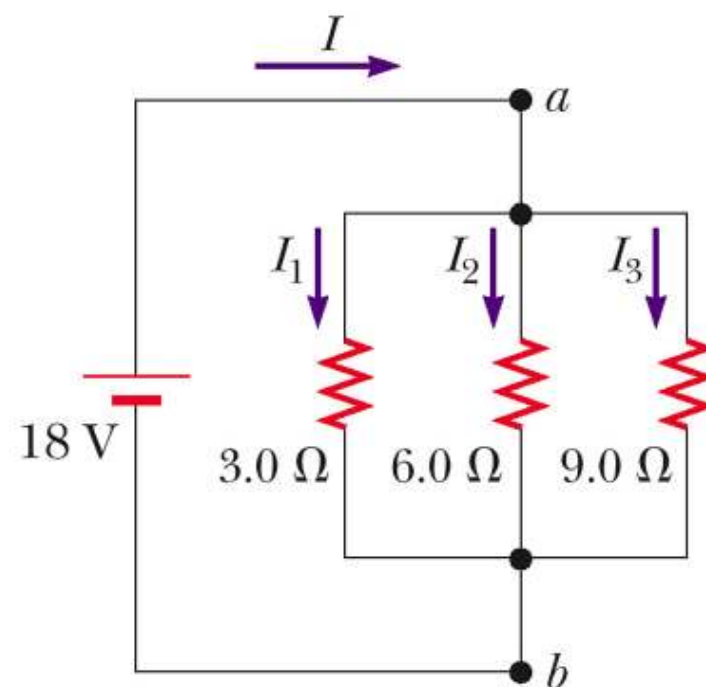
- Реципрочна вредност еквивалентног отпора је једнака збиру реципрочних вредности индивидуалних отпорника
 - Еквивалентни отпор је увек мањи него најмањи отпорник у паралелној вези



Задатак – паралелна веза

Три отпорника су паралелно везана као на слици. Између тачака a и b је успостављена разлика потенцијала од 18V .

- Нађи еквивалентни отпор кола
- Нађи укупну струју у колу
- Нађи струју у сваком отпорнику

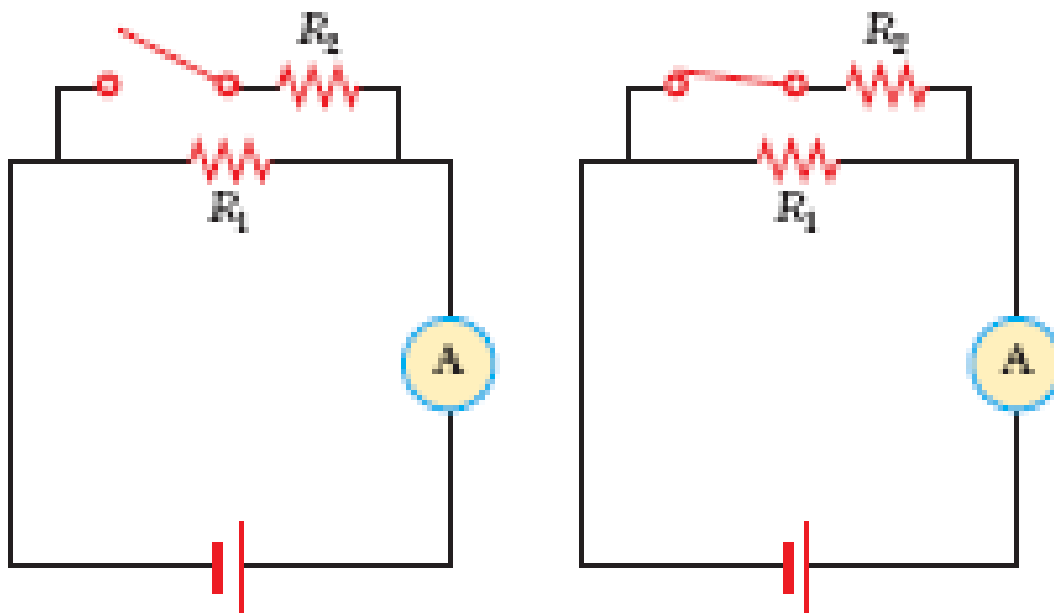


© 2006 Brooks/Cole - Thomson

Питање – прекидач, паралелна веза

Када се затвори прекидач, како се промени показивање амперметра

- a) Порасте
- b) Опadne
- c) Остане исто





Кратко питање: Сијалице

Претпоставите да имате три идентичне сијалице, жицу и батерију. Повежете једну сијалицу за батерију. Затим повежете другу сијалицу паралелно са првом сијалицом. Поновите процес са трећом сијалицом, тј повежете је паралелно са остале две сијалице.

- a) При додавању сијалица, шта се дешава са светлошћу сијалица?
- b) Шта се дешава са индивидуалним струјама кроз сијалице?
- c) Шта се дешава са временом трајања батерије?



Кратко питање: Сијалице

Ако се батерије из претходног задатка повежу редно, уместо паралелно, шта се дешава са

- а) светлошћу сијалица?
- б) индивидуалним струјама кроз сијалице?
- с) временом трајања батерије?



Решавање проблема, 1

- Комбинујте све редно везане отпорнике
 - Кроз њих протиче иста струја
 - Пад напона на индивидуалним отпорницима није исти
 - Еквивалентан отпор је једнак збиру појединачних отпорника:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots$$



Решавање проблема, 2

- Комбинујете све паралелно везане отпорнике
 - Пад напона на њима је исти
 - Струје кроз њих нису исте
 - Еквивалентан отпор је дат са:

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$



Решавање проблема, 3

- Компликовано коло које се састоји од више отпорника или батерија често може да се замени са само једним отпорником на следећи начин
 - Замените било које паралелно или редно везане отпорнике користећи кораке у претходна два слајда.
 - Скицирајте ново коло пошто су направљене те промене
 - Наставите да замењујете било коју редну или паралелну везу
 - Наставите све док се не добије само један еквивалентан отпор



Решавање проблема, 4

- Ако треба да се нађе струја или пад напона на појединачном отпорнику, почните са крајњим колом из претходног слајда и радите уназад кроз процес упрошћавања кола

Задатак - отпорници

Четири отпорника су везана као на слици.

- Колики је еквивалентни отпор између тачака а и с
- Колика струја тече кроз сваки од отпорника, ако се батерија од 42V повеже између тачака а и с?

