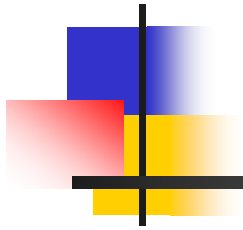
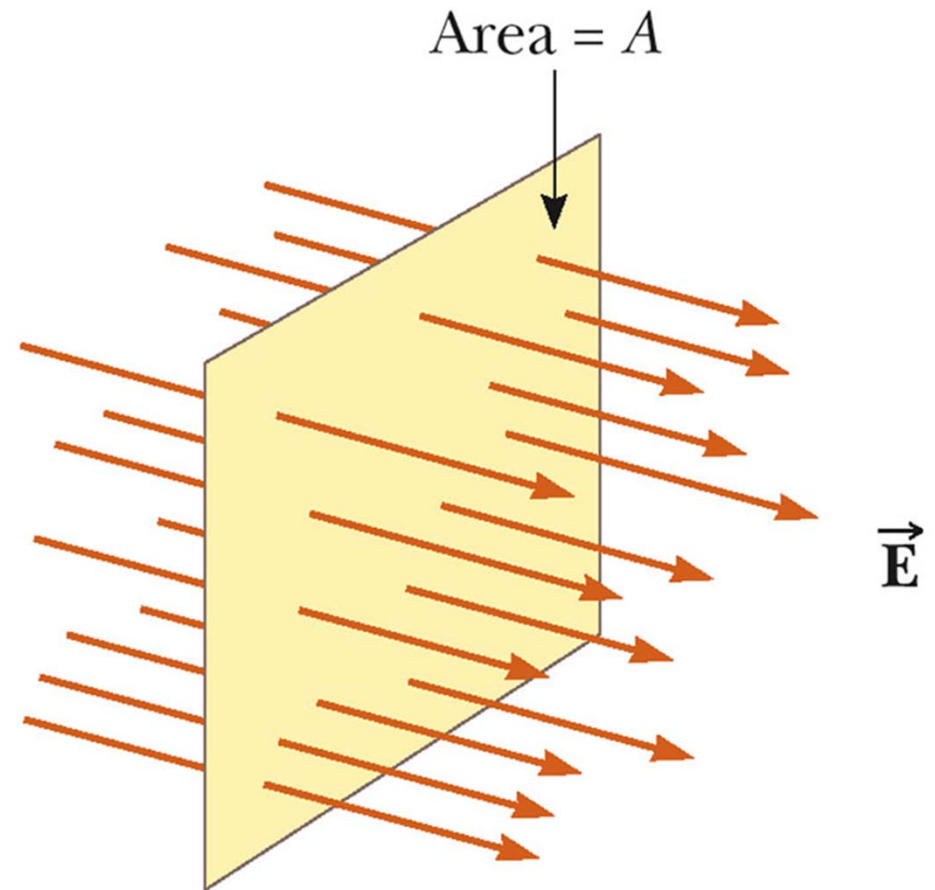


Флукс, електрична енергија, електрични потенцијал

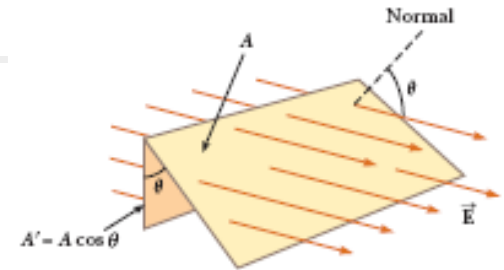


Електрични флукс

- Ако линије поља пролазе кроз површину A која је нормална на њих
- Производ EA је флукс, Φ
- Генерално:
 - $\Phi_E = E A \cos \theta$



Електрични флукс, наставак



- $\Phi_E = E A \cos \theta$
 - Нормала на површину A је под углом θ у односу на линије поља
 - Када је површина кроз коју рачунамо флукс затворена, користи се конвенција да су линије поља које улазе у унутрашњост запремине коју ограничава површина негативне, а оне које излазе из те запремине позитивне.



Флукс електричног поља

Израчунај интензитет флукса константног електричног поља од 5N/C у "z" правцу кроз троугао са површином 4m^2 у "xy" равни

a) 0

b) $10\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$

c) $20\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$

d) потребно је више информација



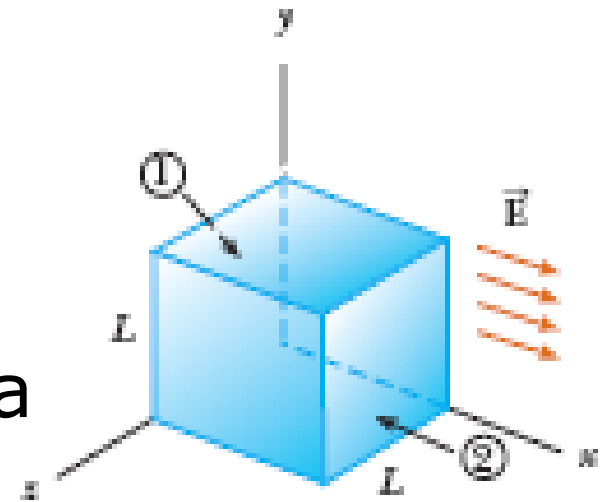
Питање - флукс

Предпоставите да је електрично поље усмерено под углом од 60° у односу на позитивну z осу. Израчунајте интензитет Флукса кроз ту површину:

- a) 0
- b) $10 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
- c) $20 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
- d) потребно је више информација

Задатак - коцка

Разматрајте униформно електрично поље које је оријентисано у правцу "x" осе. Нађи електрични флукс кроз сваку од страница коцке дужине L која је оријентисана као што је приказано на слици, као и укупни флукс кроз коцку.





Гаусов закон

- Гаусов закон каже да је електрични флукс кроз било коју затворену површину једнак укупном наелектрисању Q унутар те површине подељен са ϵ_0

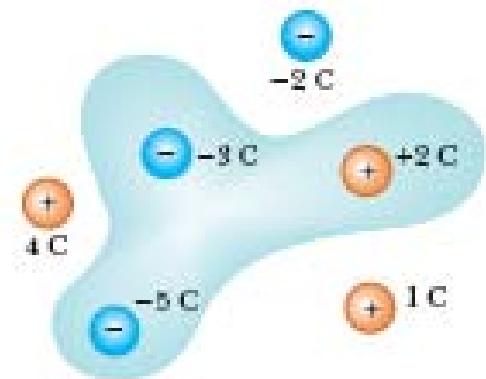
$$\Phi_E = \frac{Q_{inside}}{\epsilon_0}$$

- ϵ_0 је *пермитивност вакуума* и одговара $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$
- Површина за коју рачунамо Φ је имагинарна површина (Гаусова површина), која не мора да се поклапа са површином било ког физичког објекта

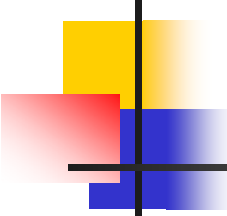
Питање - флукс

Нађи флукс електричног
поља кроз
површину која је приказана
на слици:

- a) $-3C / \epsilon_0$
- b) $3C / \epsilon_0$
- c) 0
- d) $-6C / \epsilon_0$



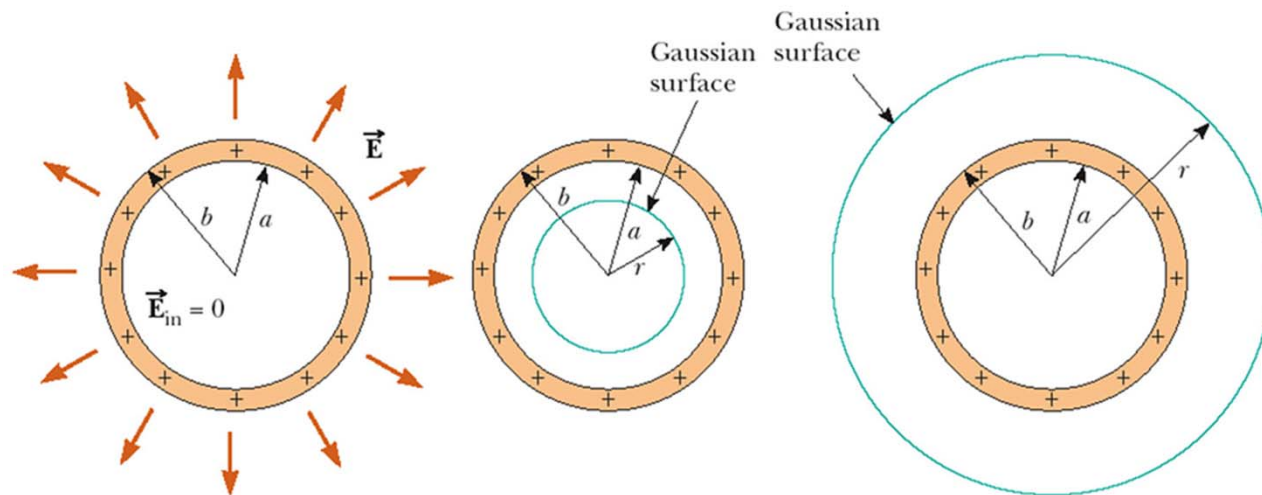
Питање - флукс



Укупан флукс кроз затворену површину је нула. Који од исказа *мора* бити тачан (може бити више тачних одговора):

- a) Не постоје наелектрисања унутар те површине.
- b) Збир свих наелектрисање унутар те површине је нула.
- c) Електрично поље је нула свуда на површини.
- d) Број линија сила електричног поља које улазе у површину је једнак броју линија сила електричног поља које излазе из површине.

Електрично поље наелектрисане танке љуспе



- Користите сферну Гаусову површину

$$E = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0} = k_e \frac{Q}{r^2}$$

- Електрично поље унутар љуспе је нула



Задатак – поље сфере

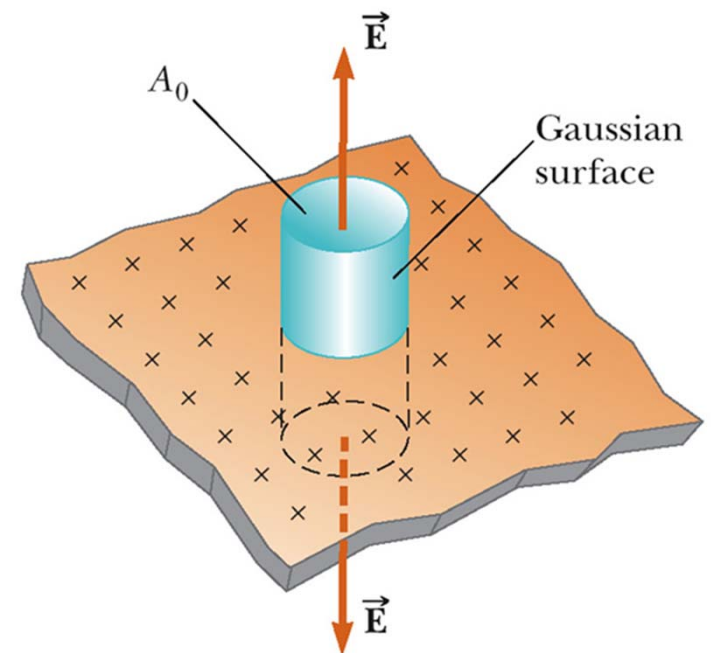
Сферна проводна површина унутрашњег радијуса a и спољашњег радијуса b носи укупно наелектрисање интензитета $+Q$ које је распоређено на површини проводне сфере. Узмите да је Q позитивно.

- a) нађи електрично поље у унутрашњости проводне љуске, за $r < a$.
- b) интензитет електричног поља изван сфере за $r > b$
- c) ако је додатно наелектрисање $-Q$ стављено у центар, нађи електрично поље за $r > b$.

Електрично поље изоловане наелектрисане равни

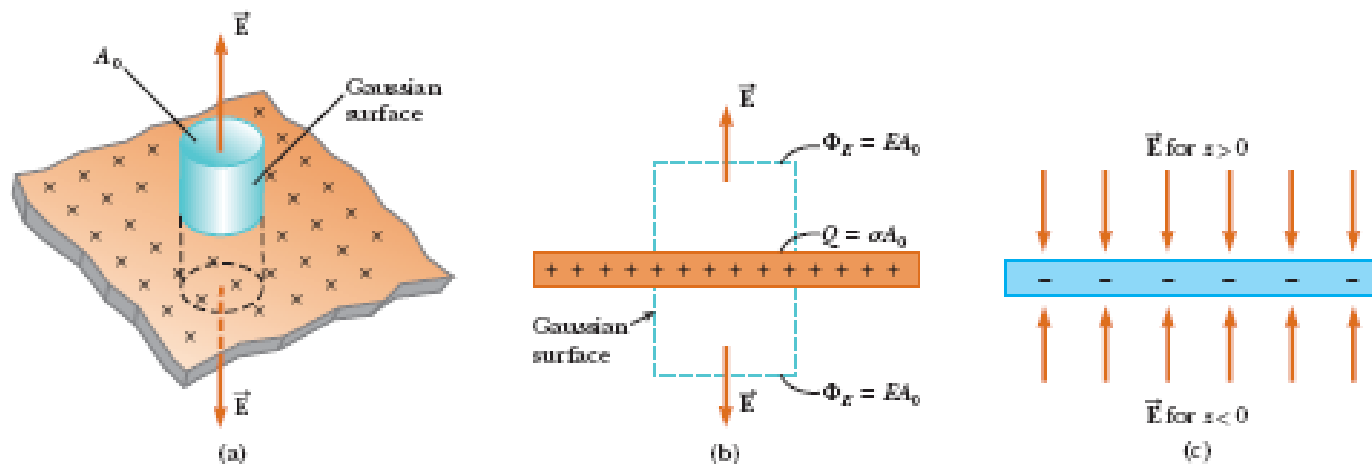
- Искористите цилиндричну Гаусову површину
- Флукс кроз обе базе цилиндра је $E A$, а никакво поље не постоји кроз бочне стране цилиндра
- Укупно наелектрисање је $Q = \sigma A$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$



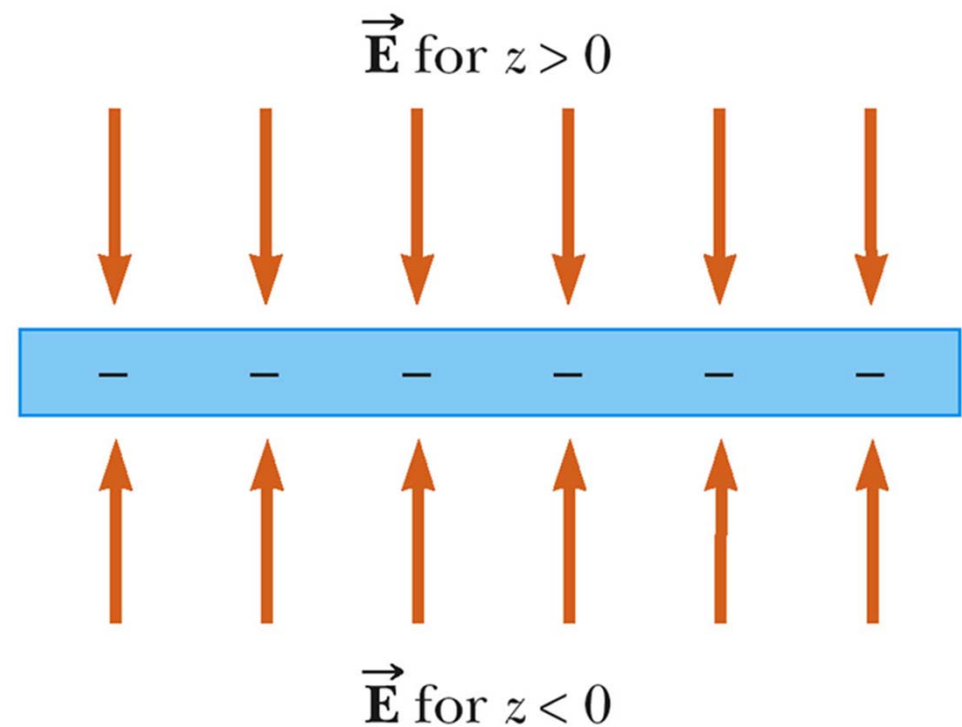
Задатак- поље наелектрисане равни

Нађи електрично поље изнад и испод
непроводне равне плоче са униформним
позитивним наелектрисуњем σ по јединици
површине



Електрично поље изоловане наелектрисане равни, наставак

- Поље мора да буде нормално на раван
- Поље је усмерено или ка равни (негативно наелектрисање) или од равни (позитивно наелектрисање)

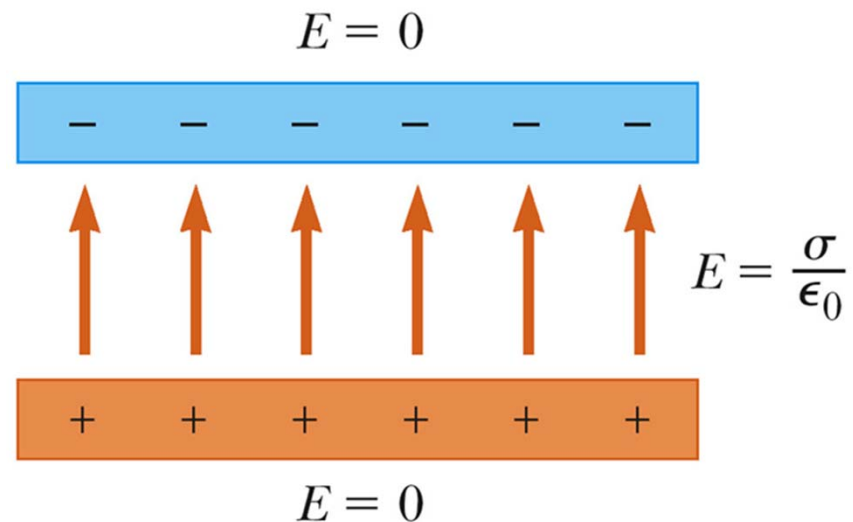


Кондензатор са паралелним плочама

- Уређај се састоји од две плоче са позитивним и негативним наелектрисањем
- Укупно електрично поље између плоча је дато са

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

- Поље изван плоча је нула



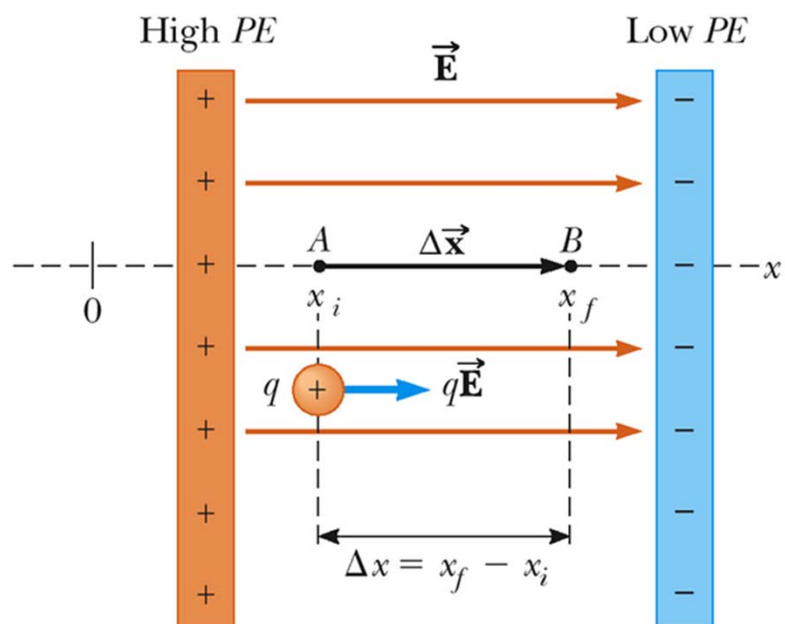


Електрична потенцијална енергија

- Електростатичка сила је конзервативна сила
- Могуће је дефинисати електричну потенцијалну енергију придружену овој сили
- Рад који врши конзервативна сила је једнак негативној промени потенцијалне енергије

Рад и потенцијална енергија

- Постоји униформно поље између две плоче
- При померању наелектрисања из тачке А у тачку В, врши се рад
- $W = Fd = q E_x (x_f - x_i)$
- $\Delta PE = - W$
 $= - q E_x (x_f - x_i)$
 - важи само за униформно поље






Питање – потенцијална енергија

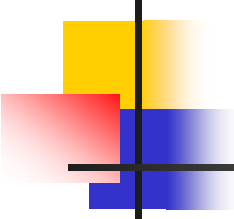
Ако се електрон ослободи из мира у електричном пољу, електрична потенцијална енергија електрона:

- a) расте
- b) опада
- c) смањује се
- d) остаје иста



Задатак – промена потенцијалне енергије

Протон је ослобођен из мира у тачки $x = -2\text{cm}$ у константном електричном пољу интензитета $1.5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, које је усмерено у смеру позитивне x осе. а) Израчунај промену електричне потенцијалне енергије када протон дође у тачку $x = 5\text{cm}$? б) Уместо протона, електрон је испаљен из исте тачке у истом смеру. Која је промена потенцијалне енергије електрона када дође у тачку $x = 12\text{cm}$?
в) Ако се промени смер електричног поља, и ако се електрон ослободи у тачки $x = 3\text{cm}$, колико се промени његова потенцијална енергија када дође у тачку $x = 7\text{cm}$?



Задатак – кретање протона

Протон је ослобођен из мира у тачки $x = -2\text{cm}$ у константном електричном пољу интензитета $1.5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, које је усмерено у смеру позитивне x осе. а) Израчунај брзину протона када дође у $x = 5\text{cm}$?
б) Уместо протона, електрон је испаљен из исте тачке у истом смеру. Која је почетна брзина електрона ако се у тачки $x = 12\text{cm}$ његова брзина дупло смањи



Разлика потенцијала

- Разлика потенцијала између тачака А и В се дефинише као промена потенцијалне енергије (крајња минус почетна вредност) када се наелектрисање q помера из тачке А у тачку В подељена са интензитетом наелектрисања

$$\Delta V = V_B - V_A = \Delta PE / q$$

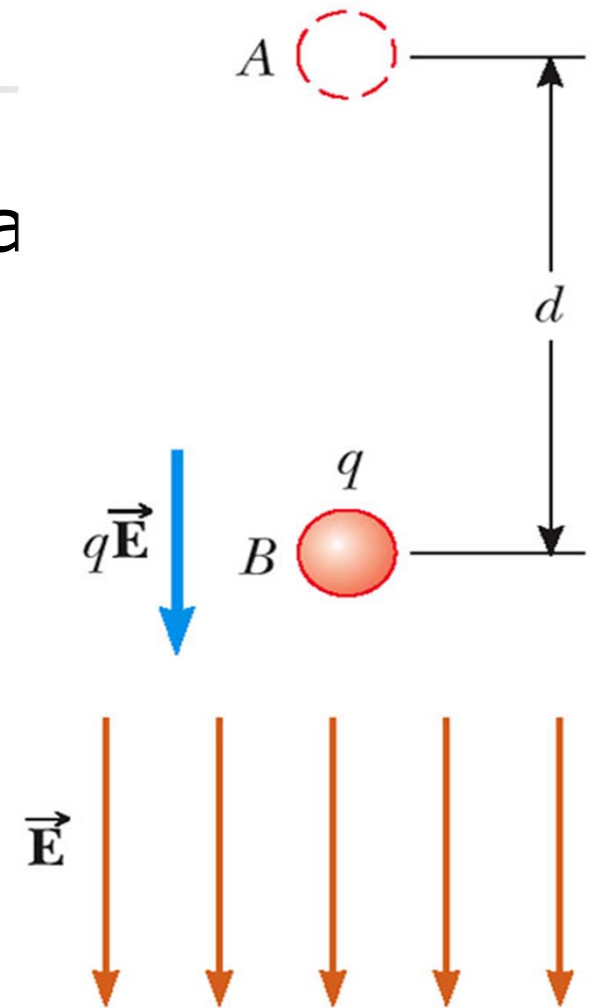
- Разлика потенцијала *није* исто што и потенцијална енергија

Разлика потенцијала, наставак

- Веза између разлике потенцијалне енергије и разлика потенцијала: $\Delta PE = q \Delta V$
- И електрична потенцијална енергија и разлика потенцијала су *скаларне* величине
- Јединице за разлику потенцијала
 $[V] = J/C$
- У специјалном случају *униформног електричног поља*
$$\Delta V = V_B - V_A = - E_x \Delta x$$
 - Одатле видимо: $N/C = V/m$

Енергија и кретање наелектрисања, наставак

- Када је електрично поље усмерено надоле, тачка В је на нижем потенцијалу од тачке А
- Позитивно наелектрисање се креће од тачке вишег потенцијала ка тачки нижег потенцијала
- Негативно наелектрисање се креће од тачке нижег потенцијала до тачке вишег потенцијала



Питање – енергија

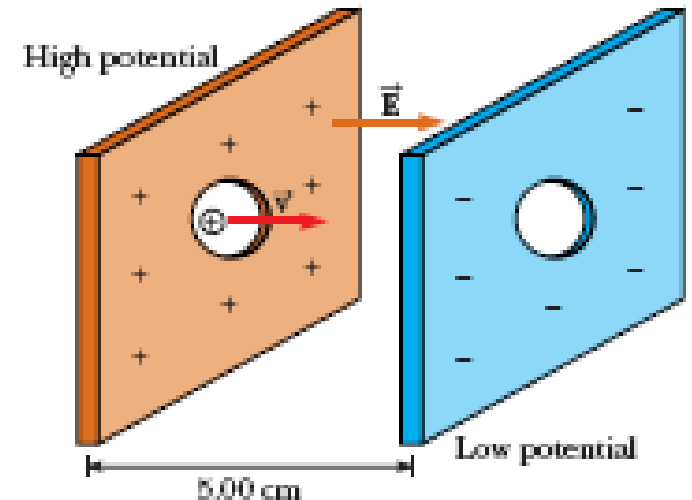
Електрон који је полазно у миру убрзава кроз разлику потенцијала од $1V$, при чему добија кинетичку енергију K_e при чему протон, који је полазно такође у миру, убрзава кроз исту разлику потенцијала од $-1V$, при чему добија кинетичку енергију од K_p . Која од следећих релација је тачна?

- a) $K_e = K_p$
- b) $K_e > K_p$
- c) $K_e < K_p$
- d) не може да се одреди

Задатак - потенцијал

Претпоставите да је протон убачен са почетном брзином $1 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ између две плоче које су међусобно удаљене 5 cm , као што је показано на слици.

- која је разлика потенцијала ако је излазна брзина електрона $3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$?
- који је интензитет електричног поља између плоча?




Рекапитулација: позитивно наелектрисање



- Када је позитивно наелектрисање постављено у електрично поље
 - Оно се креће у смеру поља
 - Креће се од тачке већег потенцијала до тачке мањег потенцијала
 - Електрична потенцијална енергија опада
 - Кинетичка енергија расте

Рекапитулација – негативно наелектрисање

- Када је негативно наелектрисање постављено у електрично поље
 - Креће се супротно од смера електричног поља
 - Креће се од тачке нижег потенцијала до тачке вишег потенцијала
 - Електрична потенцијална енергија опада
 - Кинетичка енергија расте
 - Мора да се изврши рад да би се наелектрисање померио у смеру електричног поља



Електрични потенцијал тачкастог наелектрисања

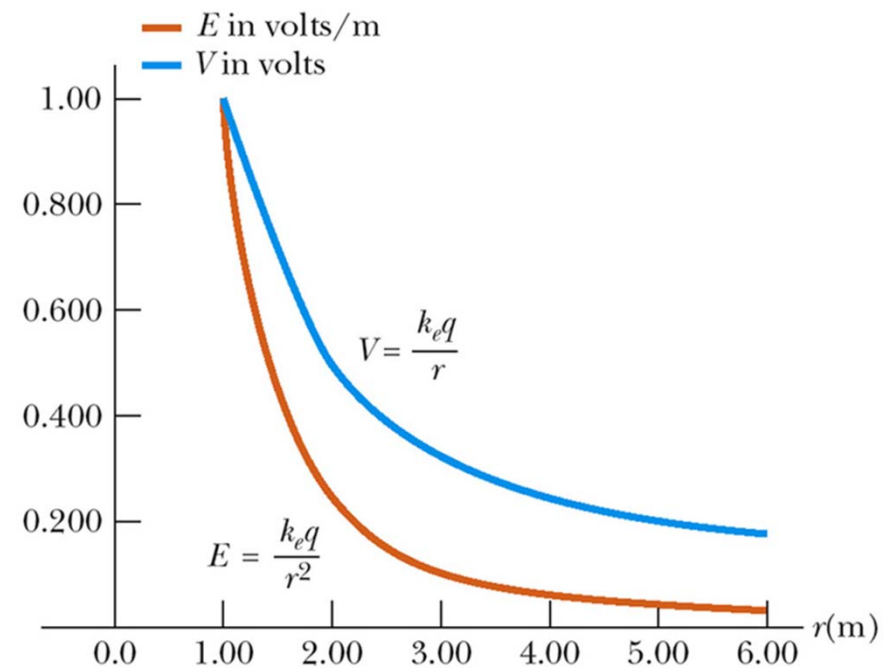
- Нула електричног потенцијала се налази на бесконачном растојању од наелектрисања
- Потенцијал који производи тачкасто наелектрисање q , на растојању r од наелектрисања је:

$$V = k_e \frac{q}{r}$$

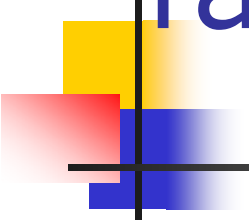
- Потенцијал постоји у некој тачки независно од постојања пробног наелектрисања

Зависност електричног поља и електричног потенцијала од растојања

- Електрично поље је пропорционално $1/r^2$
- Електрични потенцијал је пропорционалан $1/r$



Електрични потенцијал више тачкастих наелектрисања

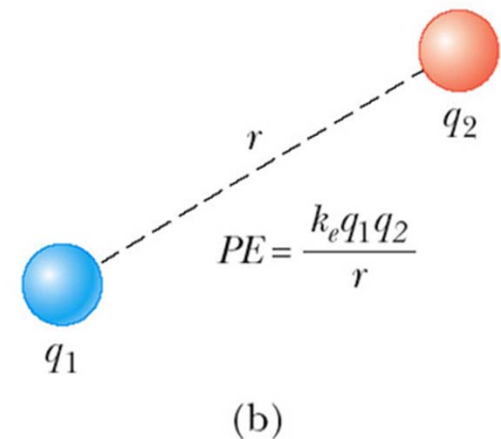
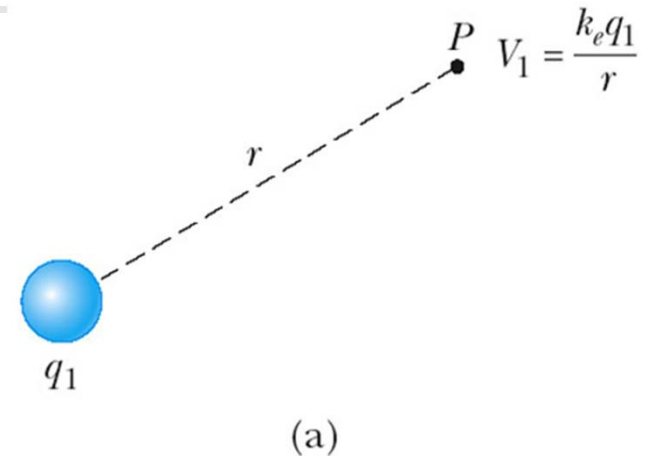


- Примењује се принцип суперпозиције
- Укупан електрични потенцијал у тачки P , од више тачкастих наелектрисања, је алгебарски збир потенцијала појединачних наелектрисања.
 - Користи се алгебарски збир пошто је потенцијал скаларна величина

Потенцијална енергија два наелектрисања

- V_1 је електрични потенцијал од q_1 у тачки P
- Рад неопходан да би се померио q_2 из бесконачности у тачку P без убрзања је $q_2 V_1$
- Рад је једнак потенцијалној енергији система од две честице

$$PE = q_2 V_1 = k_e \frac{q_1 q_2}{r}$$



Знак електричне потенцијалне енергије

- Ако наелектрисања имају *исти* знак, PE је позитивна
 - Мора да се изврши позитиван рад да би се два наелектрисања “натерала” да се нађу једно поред другог.
 - Наелектрисања истог знака се одбијају.
- Ако наелектрисања имају *супротан* знак, PE је негативна
 - Сила је привлачна
 - Током међусобног приближавања наелектрисања мора да се изврши рад да би се спречило њихово убрзавање услед привлачне електричне силе

Питање – балон, потенцијал



У центру сферног балона се налази позитивно наелектрисана честица. Ако се балон надува на већу запремину, док честица остане у центру, шта је од следећег тачно?

- a) Електрични потенцијал на површини балона расте
- b) Интензитет електричног поља на површини балона расте
- c) Електрични флукс кроз балон остаје исти
- d) Ништа од горњег

Задатак - потенцијал

Наелектрисање од $5\mu\text{C}$ је лоцирано у координатном почетку, док се тачкасто наелектрисање од $q=-2\mu\text{C}$ налази на x оси у тачки $(3.00,0)$ m, као што је приказано на слици.

- Нађи електрични потенцијал у тачки P на слици, која има координате $(0,4.00)$ m.
- Колико рада је потребно да би се треће наелектрисање од $q=4\mu\text{C}$ довело из бесконачности у тачку P?

