

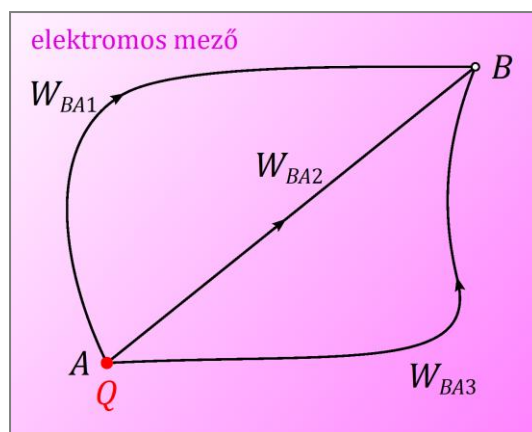
◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

A feszültség és a potenciál

Az elektromos mezőben a töltéssel rendelkező pontszerű testre erő hat. Ha ezt a töltést a mező valamely pontjából átvisszük a mező egy másik pontjába, akkor a mező által kifejtett erő ellenében munkát kell végezni.

Elméleti megfontolások, illetve mérések szerint *a nyugvó töltések által létrehozott elektromos mezőben a Q töltésű pontszerű test mozgatása során a mező ellenében végzett munka független attól, hogy milyen úton mozgattuk a töltést a kezdő- és a végpont között.* Képlettel, a rajz jelöléseit használva:

$$W_{BA1} = W_{BA2} = W_{BA3} = \dots$$



Ugyanakkor ez a munka függ a mezőtől, az elmozdulás kezdő-, illetve végpontjának helyzetétől és a Q töltésmennyiségtől.

A térerősség definíciója alapján tudjuk, hogy az elektromos mező bármely, tetszőlegesen kiválasztott pontjában a töltésre ható erő és a töltés hányadosa állandó. Mivel ez az összefüggés az út valamennyi pontjában teljesül, így az erő a teljes út során egyenesen arányos a Q töltésmennyiséggel. Ebből a munka értelmezését felhasználva adódik, hogy *adott elektromos mezőben, rögzített kezdő- és végpont esetén a töltés mozgatása közben a mező ellenében végzett munka egyenesen arányos a töltésmennyiséggel, azaz*

$$\frac{W_{BA}}{Q} = \text{állandó}.$$

A fentieknek megfelelően ez a hányados már csak a mezőtől, valamint az elmozdulás kezdő-, illetve végpontjától függ; az út megválasztásától és a Q töltésmennyiségtől viszont független. *Az elektromos mezőben egy pontszerű, töltéssel rendelkező testnek az A pontból a B-be történő átvitele során a mező ellenében végzett munka és az átvitt*

töltésmennyiség hányadosaként értelmezett fizikai mennyiséget a B pont A-hoz viszonyított feszültségének nevezzük, jele U_{BA} . Képlettel:

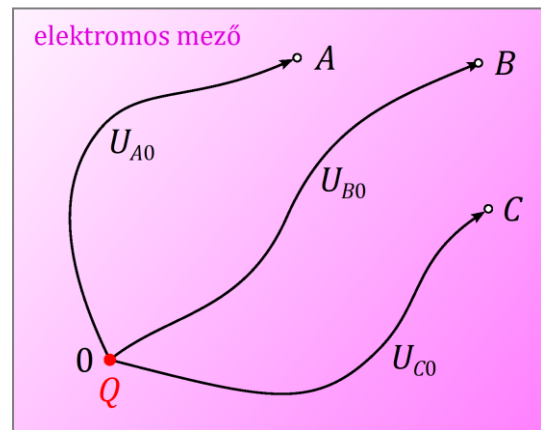
$$U_{BA} = \frac{W_{BA}}{Q} .$$

A feszültség SI-mértékegysége:

$$[U_{BA}] = \frac{[W_{BA}]}{[Q]} = \frac{J}{C} = \text{volt} = V .$$

A feszültség definíciójából adódik, hogy ugyanannak a pontnak a feszültsége az A_1 ponthoz viszonyítva más lehet, mint az A_2 ponthoz képest. Egy pont feszültségét tehát csak úgy lehet egyértelműen megadni, ha azt is megmondjuk, hogy a feszültséget melyik ponthoz viszonyítjuk. Az előzőek miatt célszerű a mező valamennyi pontjának a feszültségét ugyanahhoz az alapponthez viszonyítani. Az *elektromos mező valamely pontjának egy kiválasztott alapponthez viszonyított feszültségét elektromos potenciálnak* nevezzük. A potenciál jele U_A . A rajz jelöléseinek megfelelően képlettel:

$$U_A = U_{A0} .$$



Alappontként vagy egy végtelenül távol fekvő pontot, vagy a földfelület egy pontját szokás választani. Az elektromos potenciál mértékegysége megegyezik a feszültség mértékegységével:

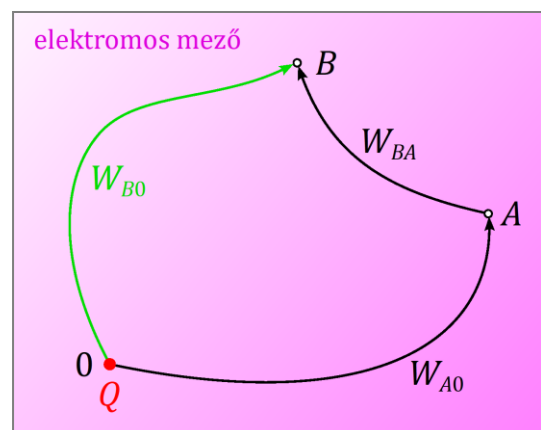
$$[U_A] = [U_{AB}] = V .$$

Belátható, hogy az *elektromos mező bármely két pontja közti feszültség ugyanakkora, mint a két pont potenciáljának különbsége, azaz*

$$U_{BA} = U_B - U_A .$$

Ha ugyanis egy Q töltésű pontszerű testet a választott alappontból az A ponton át viszünk a B-be, akkor a végzett munka

$$W_{B0} = W_{A0} + W_{BA} .$$



Mindkét oldalt elosztva a Q töltésmennyiséggel:

$$\frac{W_{B0}}{Q} = \frac{W_{A0}}{Q} + \frac{W_{BA}}{Q}.$$

A feszültség, illetve a potenciál definícióját felhasználva:

$$U_B = U_A + U_{BA}.$$

Ezt átrendezve az igazolni kívánt összefüggést kapjuk:

$$U_{BA} = U_B - U_A.$$

Az előzőek alapján a feszültséget gyakran nevezik potenciálkülönbségnek is.

A most igazolt összefüggést többször felhasználva belátható, hogy

$$U_{AB} + U_{BC} = U_A - U_B + U_B - U_C = U_A - U_C = U_{AC},$$

azaz

$$U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}. \quad (1)$$

Eszerint a nyugvó elektromos töltések által létrehozott mezőben tetszőleges A, B és C pontokat kiválasztva az A és B, illetve a B és C pontok közti feszültségek összege megegyezik az A és C közti feszültséggel.

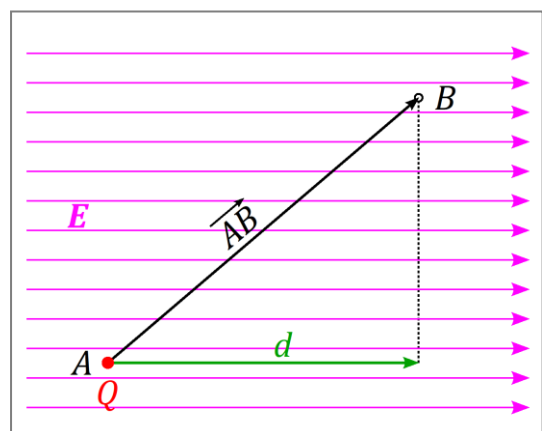
Azokat a pontokat, amelyeknek a potenciálja ugyanakkora, *ekvipotenciális pontoknak* nevezzük. Egy kiválasztott potenciálértékhez tartozó ekvipotenciális pontok a tapasztalatok szerint egy felületet alkotnak, ezt a felületet *ekvipotenciális felületnek* nevezzük.

A térerősség és a feszültség egyaránt az elektromos mezőt jellemzi. *Homogén mezőben* két pont közti *feszültség és a térerősség kapcsolata* az ábra jelöléseit használva:

$$U_{BA} = \frac{W_{BA}}{Q} = \frac{F \cdot d}{Q} = \frac{F}{Q} \cdot d = E \cdot d,$$

azaz

$$U_{BA} = E \cdot d.$$



Kiegészítések

1. Azt, hogy a nyugvó elektromos töltések által létrehozott elektromos mezőben a mező ellenében végzett munka független az úttól, a következő gondolat kísérlettel lehet belátni. Vigyünk egy Q töltésű pontszerű testet A pontból a B -be két tetszőleges úton!

Jelölje a mező ellenében végzett munkát a két úton W_{BA1} , illetve W_{BA2} ! Ha ugyanezt a Q töltésű testet az első útvonalon elvisszük az A pontból a B -be, majd a másodikon vissza az A -ba, akkor a mező ellenében végzett összes munka:

$$\Sigma W = W_{BA1} + W_{AB2} .$$

Felhasználva, hogy $W_{AB2} = -W_{BA2}$

$$\Sigma W = W_{BA1} - W_{BA2} .$$

Mivel a töltés körbevitelénél a rendszer állapotában semmilyen változás nem következett be, a mező ellenében végzett összes munka zérus, így:

$$0 = W_{BA1} - W_{BA2} .$$

Átrendezés után:

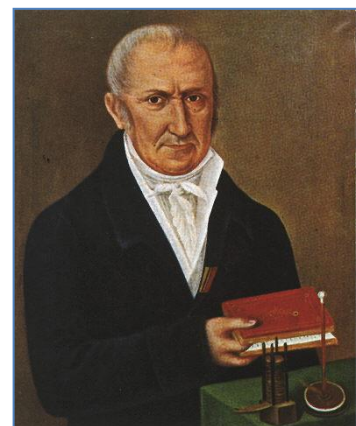
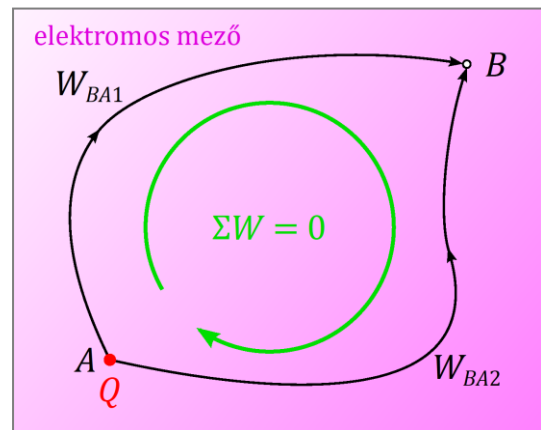
$$W_{BA2} = W_{BA1} .$$

Eszerint a kétféle úton végzett munka ugyanakkora, tehát a nyugvó töltések által létrehozott elektromos mezőben a mező ellenében végzett munka valóban független az úttól.

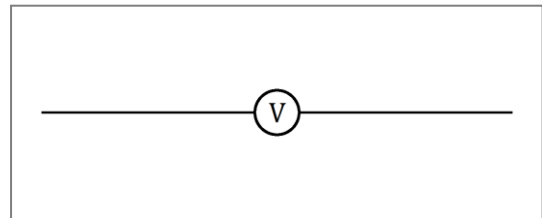
2. Az elektromos feszültség SI-mértékegységét Alessandro *Volta* (1745–1827) olasz fizikusról nevezték el. Volta jelentős kutatásokat végzett az elektromosság területén.

3. A feszültség SI-mértékegysége az alapegységekkel kifejezve:

$$[U] = V = \frac{J}{C} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{A} \cdot \text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^3} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1} .$$



4. Ha az adott problémában egyértelmű, hogy melyik pontok közti feszültségről, illetve melyik pont potenciáljáról van szó, az U_{BA} , illetve az U_A helyett gyakran csak az U jelölést használjuk.
5. A *potenciál* latin eredetű, jelentése képesség, teljesítőképesség. Az *ekvi-* szintén latin eredetű, jelentése egyenlő-.
6. Az elméleti problémáknál, feladatoknál általában egy végtelen távol fekvő pontot választanak alappontnak, és ehhez viszonyítják a mező egyes pontjainak feszültségét, illetve potenciálját. Gyakorlati problémák kapcsán viszont többnyire a földfelület egy pontját, vagy egy azzal fémes összeköttetésben levő pontot szokás alappontként választani.
7. Tudjuk, hogy a kapcsolási rajzokon a mérőműszereket egy kör jelzi, a körbe a műszerrel mérhető mennyiség mértékegységének a jele kerül. Ennek megfelelően a feszültségmérő műszer jele a rajzon látható jel. Az feszültségmérő műszert emiatt gyakran voltmérőnek is nevezik.



Képek jegyzéke

	<p>Rajz a feszültség értelmezéséhez © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0416.svg</p>
	<p>Rajz az elektromos potenciál értelmezéséhez © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0417.svg</p>
	<p>Rajz az $U_{BA} = U_B - U_A$ összefüggés igazolásához © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0418.svg</p>
	<p>Rajz a feszültség és a térerősség kapcsolatának igazolásához © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0419.svg</p>
	<p>Rajz az elektromos mezőben végzett munka útfüggetlenségéhez © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0420.svg</p>
	<p>Volta arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alessandro_Volta.jpeg</p>
	<p>Az feszültségmérő műszer (voltmérő) jele © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0421.svg</p>

Jelmagyarázat:

© **Jogvédtett anyag**, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.