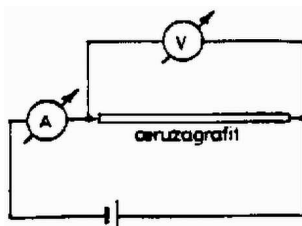


A ceruzák grafitjának keménységét általában a 3B, 2B, B, HB, H, 2H, 3H jelölésekkel jellemzik, a keménység 3B-től 3H felé nő.

A grafit fajlagos ellenállásának megmérésehez kapcsoljunk egy kb. 10 – 15 cm hosszú ceruzabelet egy áramkörbe, és mérjük meg a rajta átfolyó  $I$  áram erősségét és a rá eső  $U$  feszültséget (1. ábra).



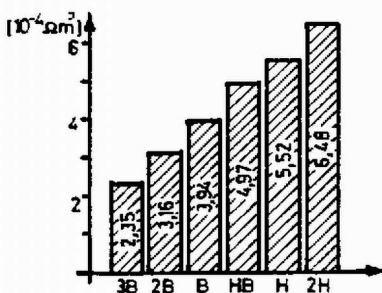
1. ábra

Ne folyassunk át a grafiton túl nagy áramot, mert ekkor a grafitból melegedése jelentősen befolyásolja az ellenállás értékét. A grafit jó vezető, egy 15 cm-es ceruzabél ellenállása  $10\ \Omega$  nagyságrendű. Ilyen kis ellenállások mérésénél célszerű a feszültségmérőt közvetlenül az ellenállás kivezetéseire kötni és az ampermérőt ezzel az egységgel sorba kapcsolni. Az ellenállás mérésénél ügyeljünk a jó kontaktusokra, és arra, hogy a ceruzabél ne legyen megtörve a ceruzában!

A fajlagos ellenállás meghatározásához szükségünk van még a bél geometriai méreteire: az  $l$  hosszra és az  $A$  keresztmetszetre. A fajlagos ellenállás:

$$\rho = \frac{U \cdot A}{I \cdot l}.$$

A 2. ábra Bánkuti Csaba (Komárom, Jókai M. Gimn., II. o. t.) mérési eredményeit szemlélteti. Látható, hogy a ceruzagrafit fajlagos ellenállása a keménység növelésével fokozatosan nő.



2. ábra

A grafit a szén egy rétegrácsos módosulata. Egy-egy rétegen belül a szénatomok hatszöges rácsot alkotnak. E rétegen belül a szénatomokat a  $\sigma$ -kötések mellett delokalizált  $\pi$ -kötések is összekapcsolják. Az egyes rétegeket gyenge, másodlagos kémiai kötések tartják össze. A grafit viszonylag nagy vezetőképességét a delokalizált elektronok okozzák. Ceruzagrafit készítésekor a grafitot finom eloszlású agyaggal keverik össze, ezzel növelik a grafit keménységét, szilárdságát. Így érthető, hogy minél keményebb egy ceruza, grafitja annál több agyagot tartalmaz (az agyag rossz vezető), és emiatt a bél elektromos ellenállása nagyobb, mint a puhábbaké.

Kevés megoldónak sikerült kimutatni egyértelmű függést a ceruza keménysége és fajlagos ellenállása között. A ceruzabél ellenállását ugyanis jelentősen befolyásolja a ceruzagrafit összetétele. Szemmelveisz András (Budapest, Szilágyi Erzsébet Gimn., III. o. t.) különböző márkájú ceruzákat vizsgált, és azt tapasztalta, hogy még azonos keménységi jelzés esetén is jelentősen eltérhet két különböző márkájú ceruzabél ellenállása.