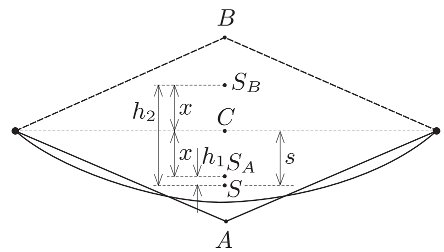
Megoldás. A megoldás során feltételezzük, hogy a kötél nyújthatatlan, tehát rugalmas alakváltozásból származó munkával nem kell foglalkoznunk. Így a feladatban leírtak során csak a nehézségi erő ellen végzünk munkát, amely a súlypont (függőleges) elmozdulásából számolható.

Legyen az eredeti helyzetben lévő, m tömegű kötél súlypontja S. A kötél közepének lehúzása során a súlypont az S_A pontig, a középpont felemelése során pedig az S_B pontig emelkedik (*1. ábra*). (A szimmetria miatt a súlypont mindig csak függőlegesen mozdul el.)



1. ábra

Jelöljük S és S_A távolságát h_1-gyel, S és S_B távolságát pedig h_2-vel! A feladatban leírt két kísérletben az összes munkavégzés eszerint:

$$W = W_1 + W_2 = mg(h_1 + h_2).$$

Legyen továbbá CS_A – és a vele nyilván megegyező – CS_B távolság nagysága x. Ekkor C és S távolsága

$$s = x + h_1,$$

és fennáll még

$$h_2 = h_1 + 2x.$$

Ezekből következik, hogy

$$s = \frac{h_1 + h_2}{2},$$

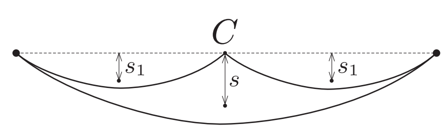
a számított munka pedig

$$W = 2mgs.$$

A kötél közepének C pontig való felemelésekor a jobb, illetve bal oldali fél kötél súlypontja s_1 távol kerül a felfüggesztési pontokon átmenő vízszintes egyenestől, így az egész kötél súlypontja is s_1 távol lesz ettől az egyenestől. Észrevehető, hogy a kialakult egyensúlyi helyzetben a két fél köteldarab alakja hasonló az eredeti (teljes) kötélhez, annak felére kicsinyített változata. Emiatt mindkét fél-kötél súlypontja a felfüggesztési pontokon átmenő egyenes alatt

$$s_1 = \frac{s}{2}$$

mélyen lesz, s ugyanilyen mélyen helyezkedik el a két fél-kötélből áll rendszer közös súlypontja is (*2. ábra*).



2. ábra

Ennek megfelelően a kiindulási helyzetből a C pontig emelve a kötél közepét, a súlypont emelkedése:

$$\Delta s = s - s_1 = \frac{s}{2},$$

a végzett munka pedig:

$$W_C = mg\Delta s = mg\frac{h_1 + h_2}{4} = \frac{W}{4}.$$