

RAZISKOVANJE RAVNOVESJA PRI VRTENJU

Delovni list za dijaka

Pripomočki:

- homogena palica z enakomerno porazdeljenimi prijemališči za silomere in uteži,
- 10 uteži z maso m in ena z maso $m/2$ (ali 4 z maso $2m$, 2 z maso m in ena z maso $m/2$ ali ustrezna druga kombinacija); predlagamo $m = 50$ g,
- silomeri z merilnimi območji od 4-kratne do 16-kratne teže ene uteži ($F_g = mg$), predvidoma trije različni silomeri: pri $m = 50$ g so to npr. z merilnimi območji 2 N, 5 N in 10 N,
- stojalo za palico,
- kotomer in ravnilo,
- listič približno A7 formata (osmina A4),
- lepilni trak,
- 3 vrvice za povezavo med palico in silomeri (podaljšanje silomerov) in ustrezne kljukice,
- prazen list papirja za morebitne dodatne zapiske.

Naloga

- Osnovna pravila, ki veljajo za vzvod, poznate morda že iz osnovne šole ali vsakdanjega življenja. Pri tej nalogi boste to znanje razširili.
- Ugotovite, v katerem primeru (pod kakšnimi pogoji) se prosto vrtljiva palica ne zavrti oz. je v ravnovesju.
- Izrazite ugotovitev z enačbo oz. formulo.
- *Ugotovite, ali je treba ugotovljeno pravilo spremeniti ali dopolniti, in kako, če sila ni pravokotna na palico.

Ta naloga bo potekala na poseben način:

- pojav boste najprej opazovali;
- nato boste nekoliko obnovili zakonitosti, ki jih že poznate;
- na osnovi opazovanja boste postavili hipotezo;
- nato boste hipotezo preverili s poskusom, ki ga boste sami načrtovali;
- nazadnje boste zapisali izid poskusa, ga primerjali s svojo napovedjo, izvirajočo iz hipoteze, in če se ne skladata, poskušali ugotoviti, kje v vašem razmišljanju je prišlo do napake, ter postaviti novo, popravljeno hipotezo.

Cilj je odkriti pravilo, ki velja za ravnovesje pri vrtenju.

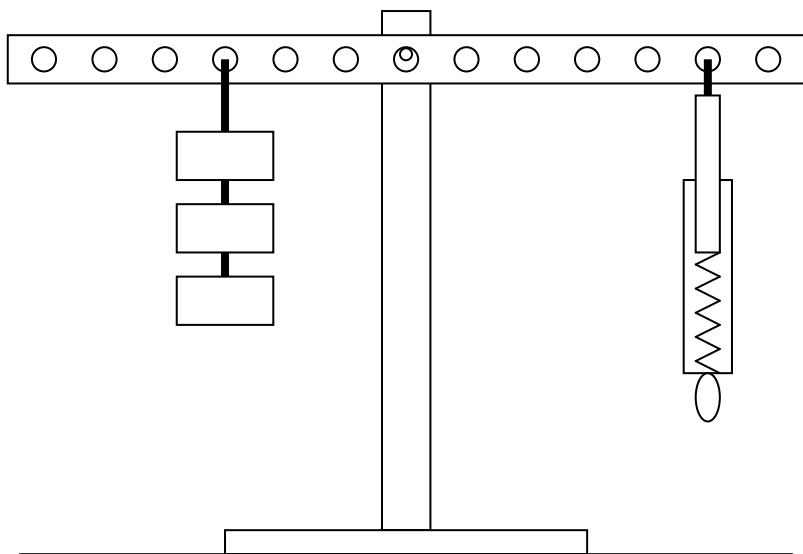
Navodila za postavitev naprave

- Palico postavite na stojalo v obliki tehtnice. Pazite, da bo pod njo dovolj prostora, da jo lahko povlečete s silomerom ali nanjo obesite uteži (glejte sliko 1). Točki, okoli katere se palica lahko vrti, pravimo os.
- Sledite navodilom na delovnih listih. Ne pozabite zapisovati napovedi.

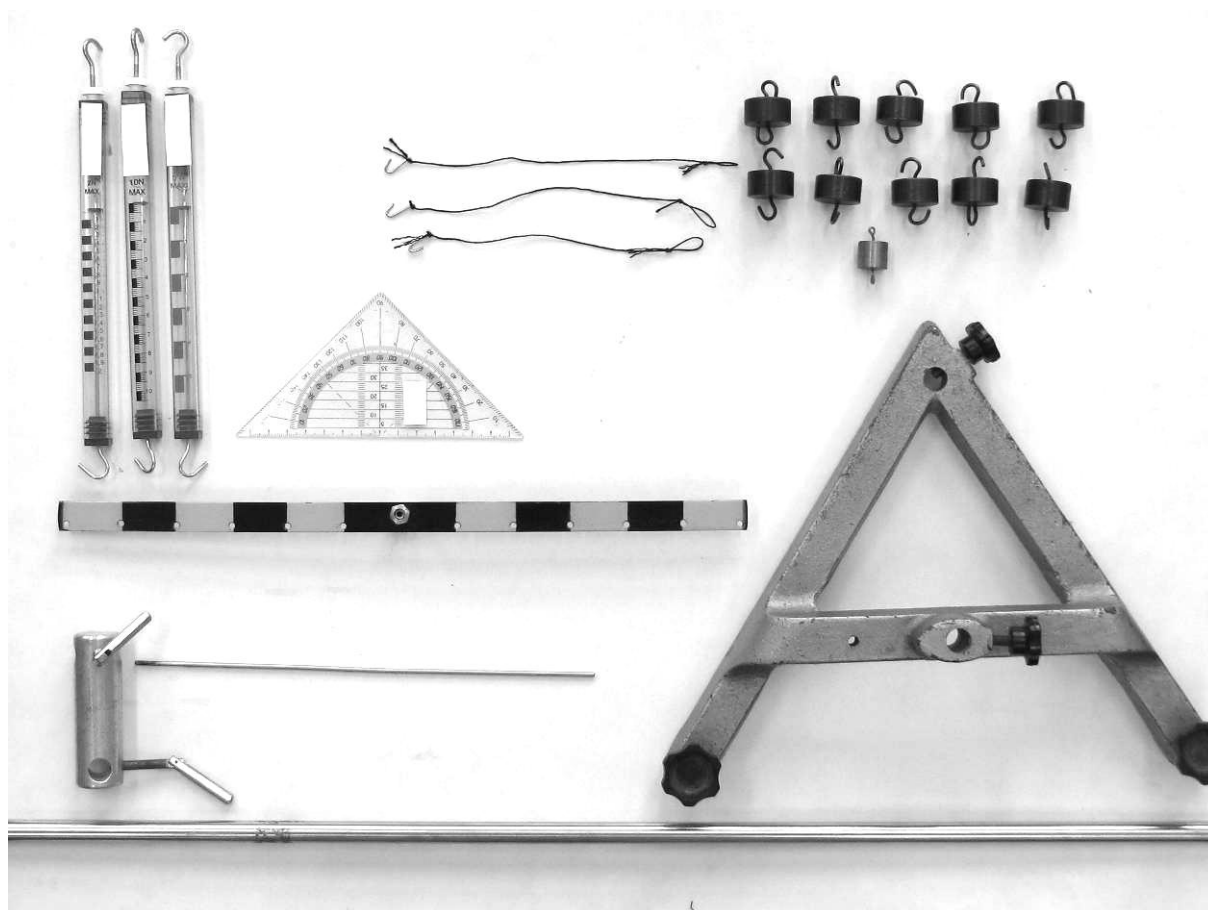
Navodila za izpolnjevanje delovnih listov

- Vsakdo naj na vprašanja odgovarja samostojno. Kjer je treba postaviti hipotezo, uporabite že pridobljeno znanje, navedite postopek sklepanja ipd.; naj bodo odgovori samostojni. Vsi v skupini namreč nimajo istega predznanja in načina razmišljanja, kar je dobro za skupino.
- Kjer naloga zahteva meritev, naj bo le-ta skupinsko delo s primerno razdeljenimi vlogami. Ta del opravi skupina kot celota.
- Če vam na delovnih listih zmanjka prostora, zapišite odgovore posebej. Zadostuje, da jih označite z ustrezno številko.
- Vsi postopki sklepanja morajo biti jasno navedeni, čeprav samo v nekaj stavkih.

- Posebej pomembna pri tej vaji je uporaba že pridobljenega znanja. Uspešno odkritje zakonitosti za ravnovesje vrtljive palice ni edini pogoj za opravljeno nalogo, pomemben je bolj postopek na poti k temu cilju.



Slika 1: Postavitev naprave



Slika 2: Pripomočki, razen belega lista za zapiske, svinčnika, lepilnega traku in papirnatega kotomera

RAVNOVESJE vrtljive palice – delovni list 1

1. del: ponovitev predznanja in spoznavanje naprave (pribl. 10 min)

1.1) Na levi strani obesite na tretjo luknjo štiri uteži. Koliko uteži morate obesiti na šesto luknjo na desni strani, da bo palica v ravnovesju? Kaj pa na drugo?

a) Preden izvedete poskus, poskusite s pravili, ki jih že poznate, napovedati izid.

b) Izid poskusa (poskus izvajajte, dokler ne dosežete ravnovesja):

c) Ali se je izid poskusa skladal z napovedjo? Če se ni, poskusite najti napako v svojem sklepanju.

2. del: poskus in meritve (pribl. 20 min)

1.2) Zamislite si poskus, s katerim bi ugotovili, kakšno pravilo velja za ravnovesje, če na eni strani visijo uteži na več kot eni luknji. Navedite, kakšna bi bila postavitev naprave, narišite skico naprave, kaj bi spreminjali in kaj opazovali, merili, zapisovali.

1.3) Izvedite poskus, kot ste si ga zamislili. Opazujte vsaj tri različne kombinacije lukenj! POZOR: ker so uteži diskretne (ne moremo obesiti tretjine ali četrte uteži), ni vsak par lukenj primeren. Če ne najdete primernih parov, lahko namesto uteži uporabite na eni od lukenj silomer. Pri tem morate paziti, da ga vlečete navpično navzdol – v isti smeri kot bi utež vlekla s svojo silo teže.

	številka luknje	sila navzdol	številka luknje	sila navzdol
kombi-nacija 1				
komb. 2				
komb. 3				

- 1.4) Izberimo 2. in 4. luknjo. Preverite, ali je za to izbiro mogoča samo ena razporeditev uteži. Poskusite z drugačno razporeditvijo in pokažite, da nobena druga porazdelitev ne ustreza. Če pa slučajno najdete še kako ustrezno, jo zapišite.
- a) Navedite postopek, kako se boste lotili tega dela.

- b) Na priložen dodaten list papirja zapisujte izide vaših poskusov. Izide, ki se vam zdijo zanimivi, prepisite ali kar neposredno vpišite v spodnjo tabelo.

	št. uteži						
2. luknja							
4. luknja							
Ravnovesje?							

3. del: hipoteza in preverjanje (pribl. 10 min)

- 1.5) Iz opravljenih meritev poskušajte dognati, kakšno pravilo velja, da je palica v ravnovesju. Zapišite ga v obliki enačbe in preverite, ali je bilo v vseh zgornjih primerih izpolnjeno.
- a) Z razpravo znotraj skupine se soglasno odločite, katera od vaših hipotez naj bo zapisana kot končni odgovor. Če se kdo kljub razpravi ne strinja, naj zapiše svoj odgovor.

- b) Na kratko, v nekaj stavkih, navedite, zakaj ste se odločili za to hipotezo. Ni treba navajati celotne razprave, le to, kaj je na koncu prevladalo v korist izbrane hipoteze (spoštovanje znanja predlagatelja, ujemanje s poskusi, vsi ste se že v začetku strinjali, ...)

KAKO JE UČINEK SILE ODVIŠEN OD KOTA med smerema sile in palice – delovni list 2

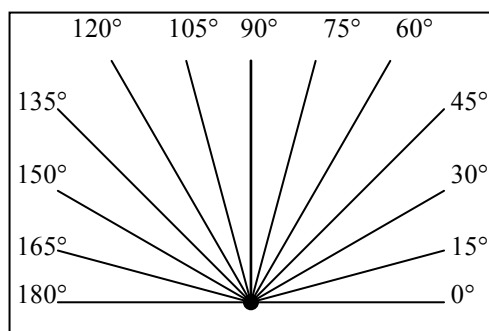
1. del: postavitve poskusa (pribl. 10 min)

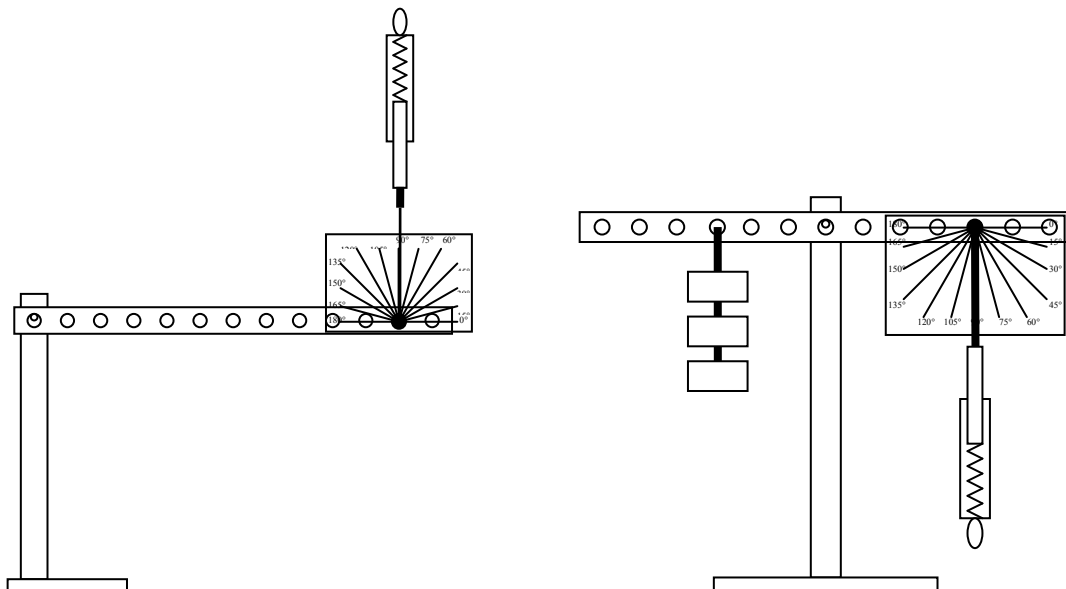
- 2.1) Zamislite si poskus, s katerim boste ugotovili, kako na silo, potrebno za ravnovesje, vpliva kot med silo in palico. Navedite, kakšna bi bila postavitve naprave (narišite skico), kaj bi spreminjali in kaj opazovali, merili, zapisovali.

- 2.2) Poskrbite za varnost poskusa. Pred izvedbo poskusa naj odgovorni (učitelj, laborant) preveri, ali je res varen.

- 2.3) Pripravite pripomočke:

- Med pripomočki je tudi kotomer. Črte so narisane na vsakih 15° .
- Kotomer prilepite na palico tako, da bo izbrana točka točno na luknji, v katero boste vpeli silomer, kotomer pa naj bo obrnjen v smer, v katero boste vlekli s silomerom. Oznake na kotomeru napišite tako, da bo smer palice (stran od osi) 0° , smer navpično (gor ali dol) 90° , smer proti osi pa 180° .
- Silomer pritrdite na palico tako, da bo sila, s katero morate vleči v navpični smeri, da bo palica v ravnovesju in vodoravna, primerna njegovemu merilnemu območju (glejte sliko 3). Silomer je predebel, da bi ga lahko natančno usmerili pod želenim kotom, zato ga boste podaljšali s tanko vrvico, ki se mora pri meritvi pokrivati z ustrežno črto na kotomeru. Če se listič upogiba, lahko navpična robova prepognemo pod kotom 90° (stran od strani, kjer bo silomer), da povečamo togost.
- Palico na enem koncu pritrdite na os tako, da z nje ne more pasti, hkrati pa je še vedno okoli nje prosto vrtljiva. Opazovali boste, kolikšna sila je potrebna, da je palica vodoravna.





Slika 3: Dve od mogočih postavitev naprave za določanje odvisnosti učinka (navora) sile od kota

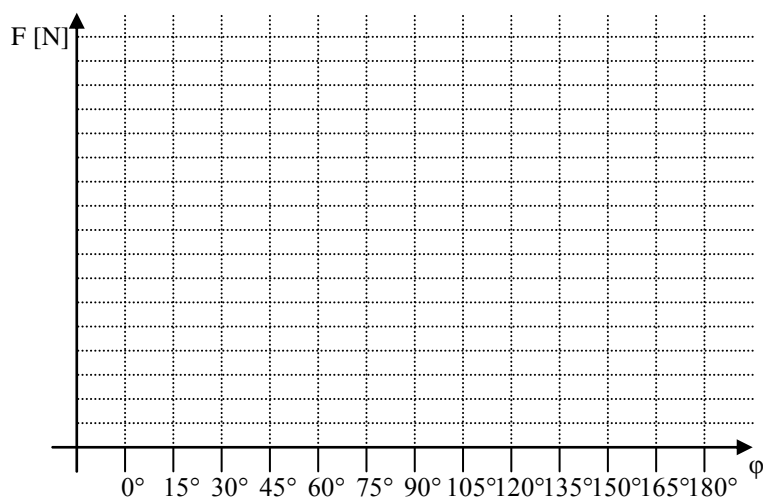
2. del: meritve (pribl. 10 min)

2.4) Kako se bo sila, ki jo bo kazal silomer, spreminjala s kotom? **POZOR:** pri poskusu pazite, da ne prekoračite merilnega območja silomera. Če ugotovite, da potrebujete večjo silo, vzemite silomer z večjim merilnim območjem (pazite, da ga najprej nastavite na ničlo).

- a) Napovejte približno obliko odvisnosti sile od kota (narašča/pada s kotom, ima minimum/maksimum pri ..., narašča/pada enakomerno itd.).

- b) Utemeljitev napovedi: navedite, zakaj, na osnovi katerih opažanj, izkušenj in s katerimi sklepi ste prišli do take napovedi.

- c) S poskusom izmerite odvisnost sile od kota. Meritve vpišite v spodnjo tabelo.
d) Na že narisani koordinatni sistem narišite graf odvisnosti sile od kota. Na graf dopišite skalo na navpični osi glede na velikosti sil, ki ste jih dobili pri merjenju.
e) Ali se izid poskusa ujema z napovedjo?



kot	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------

sila													
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. del: hipoteza in preverjanje (pribl. 20 min)

2.5) Poskušajte najti enačbo, ki se sklada s to odvisnostjo.

- a) Razmislite, ali bi bilo smiselno silo razstaviti na pravokotni komponenti. Če je tako, kateri smeri bi izbrali in kako bi vsako od komponent izračunali iz danih podatkov? Če ne, utemeljite, zakaj ne.

- b) Razmislite, katera od komponent bi bila po vašem mnenju ključna za učinek sile. Mogoče obe?

- c) Z razpravo znotraj skupine se soglasno odločite za hipotezo in jo zapišite: enačbo za ravnovesje palice, ki vključuje odvisnost od kota. Če se kdo kljub razpravi s skupnim odgovorom ne strinja, naj zapiše svojega.

2.6) Preverite svojo hipotezo.

- a) Dodajte na graf rezultate, ki jih vrne hipoteza, in jih primerjajte z rezultati meritve. Ali so dovolj blizu, da lahko razliko pripišemo napakam? Če se računske vrednosti ne ujemajo z izmerjenimi v okviru napake, poskusite z drugačno hipotezo. Poskušajte, dokler niste zadovoljni z ujemanjem. Ali se grafa ujemata v okviru napak?

- b) Ali pri katerem kotu niste mogli izmeriti sile? Zakaj? Kolikšna, mislite, je pri tem kotu teoretična napoved za silo? Pomagajte si s svojo hipotezo, če se sprejemljivo sklada z izmerjenimi vrednostmi.