

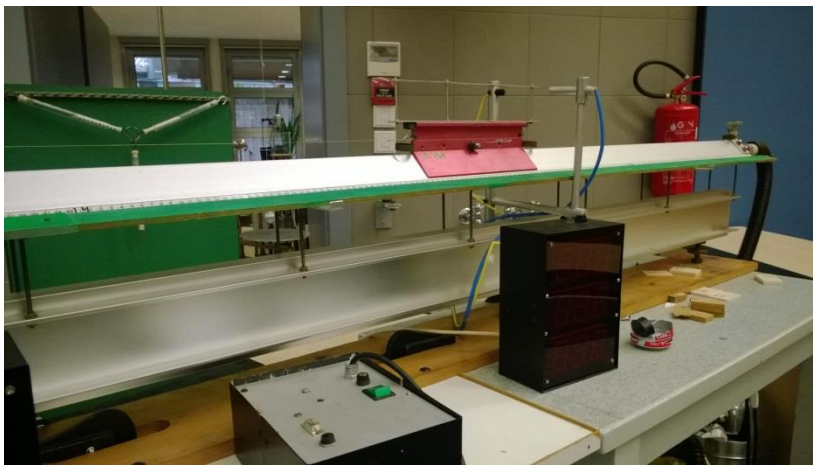
**DEMONSTRACIJSKI PRAKTIKUM v Peterlinovem paviljonu pri predmetu**

**Mehanika in termodinamika/toplota** (prof. ddr. Aleš Iglič)

**SEZNAM POSKUSOV** (zbral g. Silvo Stražišar, fotografije: A. Iglič)

## **1. KINEMATIKA**

1. ENAKOMERNO POSPEŠENO GIBANJE - zračna proga



2. PROSTI PAD - evakuirna cev z gosjim peresom in rumeno kroglico



### 3. PROSTI PAD - kroglice na vrvi

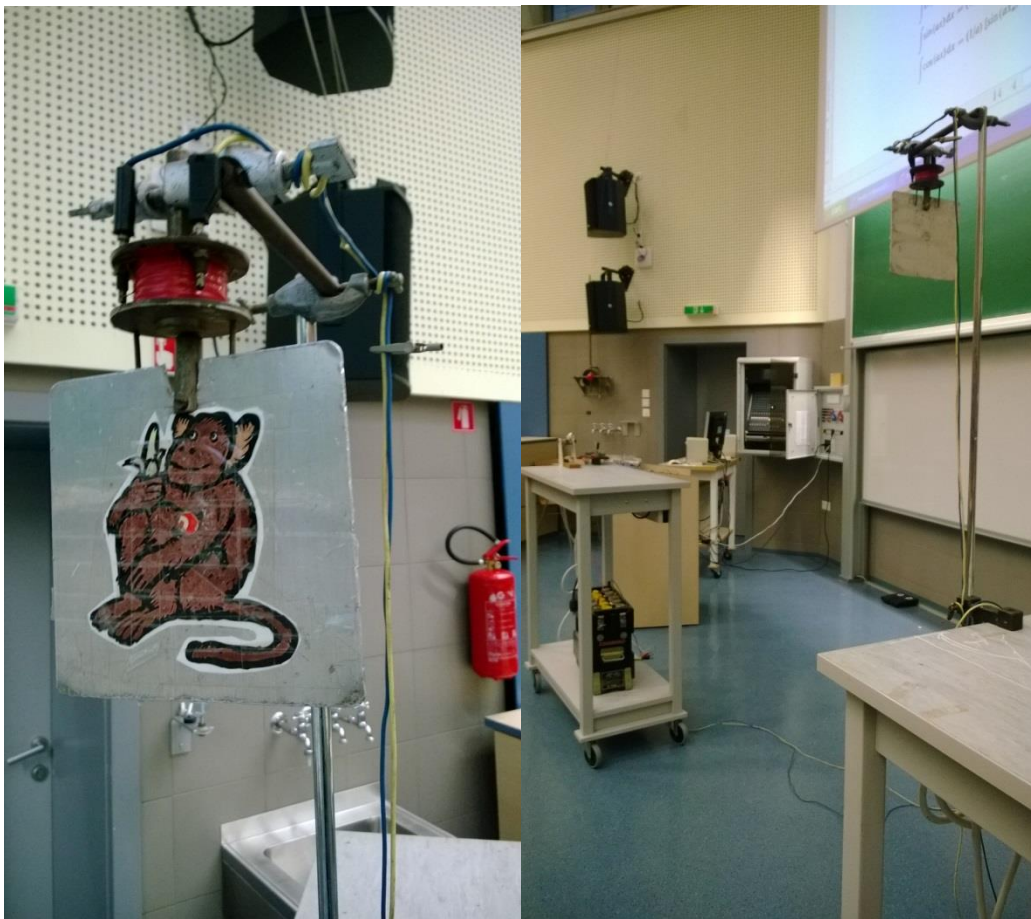
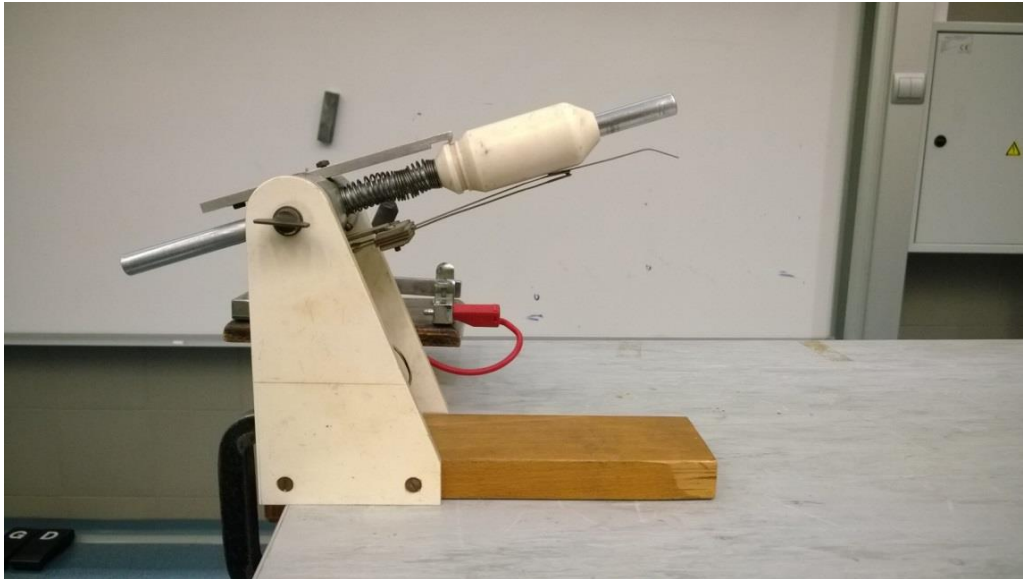


### 4. PROSTI PAD + VODORAVNI MET - primerjava padanja dveh kroglic

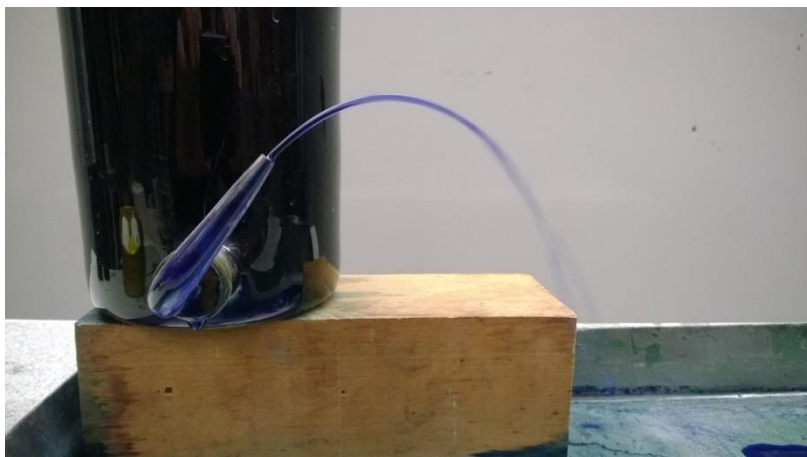


## 5. POŠEVNI MET

- streljanje v padajočo tarčo



- curek vode z dna posode



## 6. KROŽENJE

a,b) projekcija koničnega nihala in krožeče kroglice



c) merjenje hitrosti izstrelka zračne puške (vrteči se plošči iz papirja)

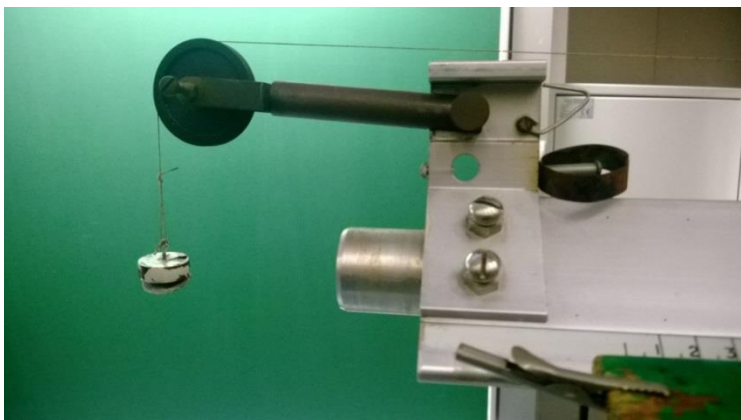


## 2. DINAMIKA IN STATIKA

1. VZTRAJNA IN TEŽKA MASA - majhna utež visi na veliki uteži
2. NEWTONOV ZAKON - dve nasprotni klančini in kroglica

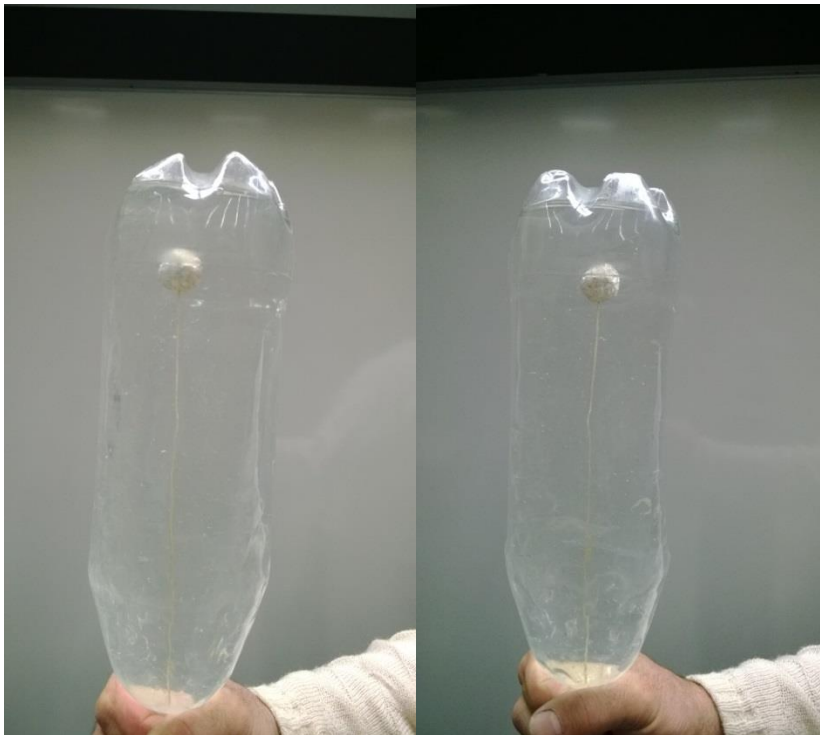
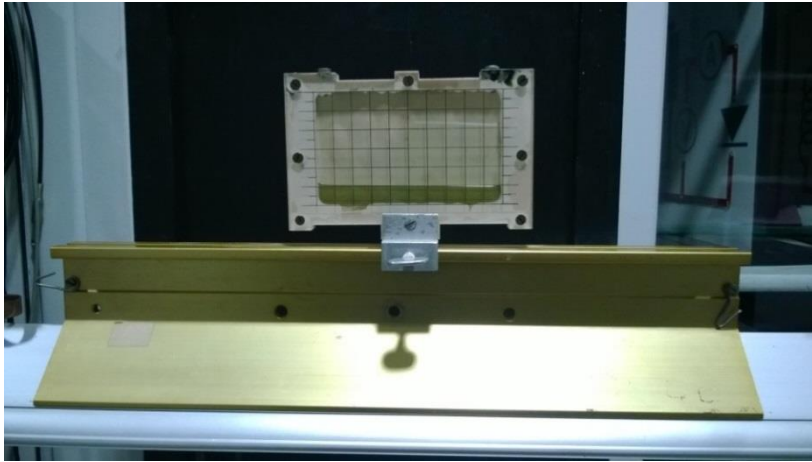


3. NEWTONOV ZAKON – jahač/voziček na zračni progi, ki ga pospešujemo s težo uteži

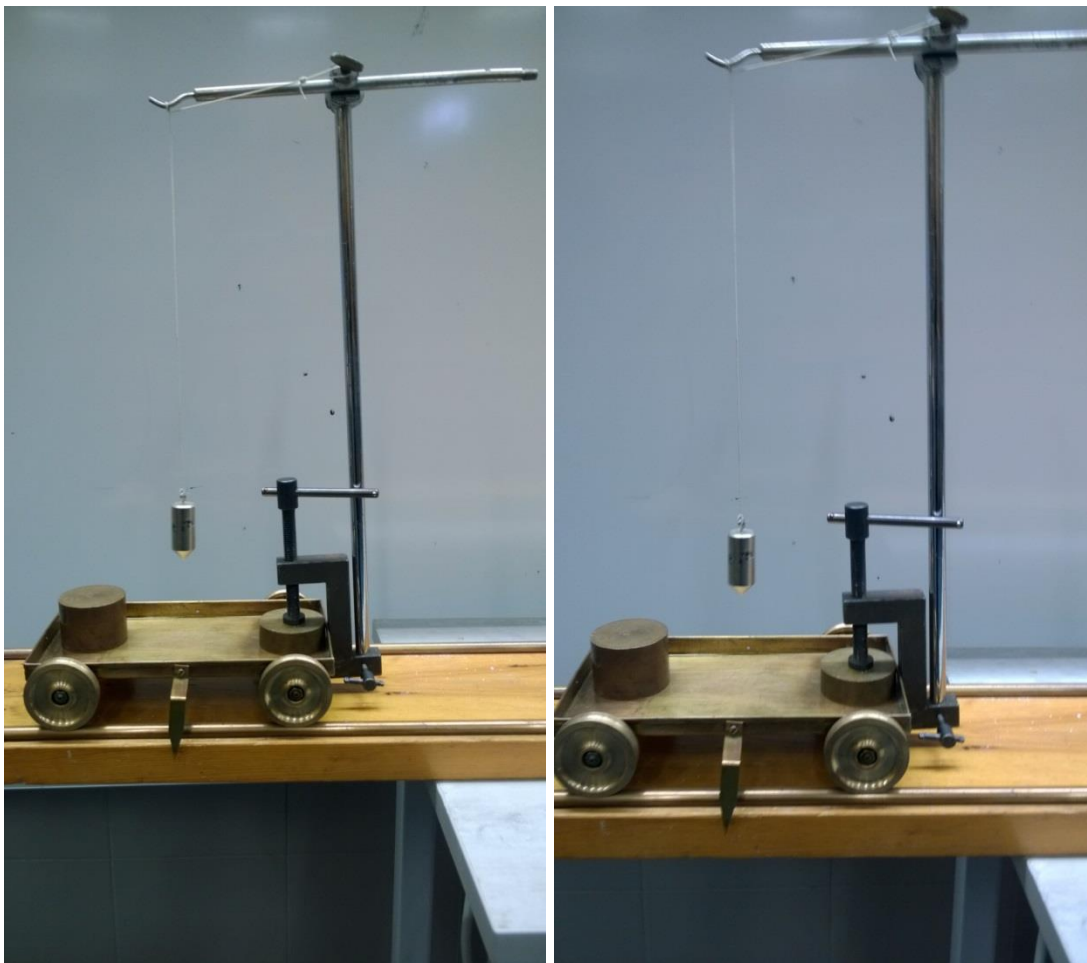


#### 4. MERJENJE POSPEŠKA

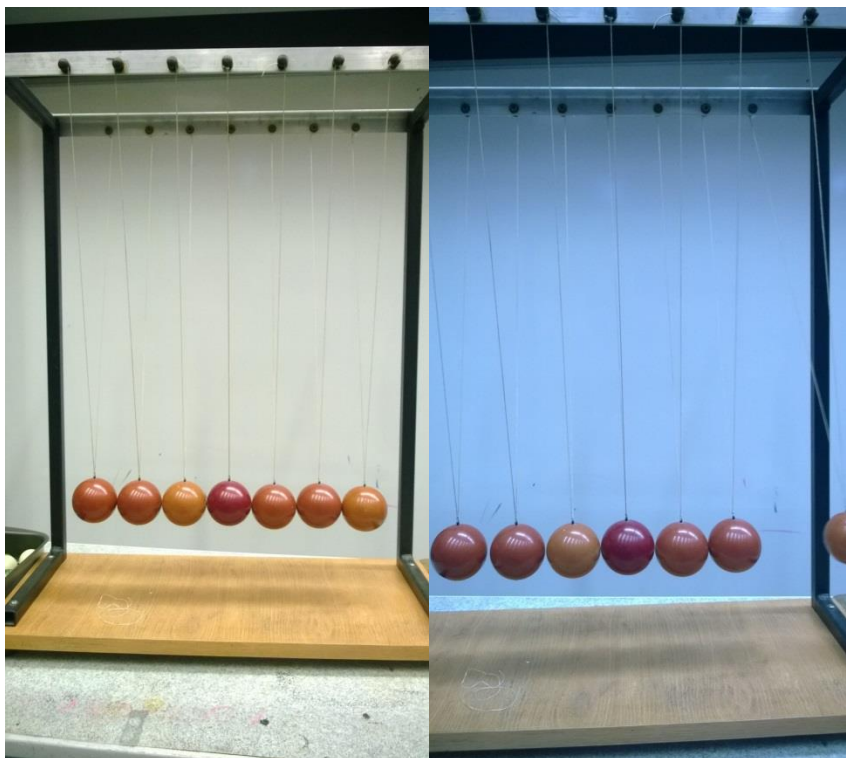
a) kapljevinski akcelerometer: na vozičku/jahaču na zračni progi in nihalo v steklenici



b) nihalo na vozičku, ki se giblje pospešeno. Merimo nagib vrvice. Dinamometer je vključen v vrstico.

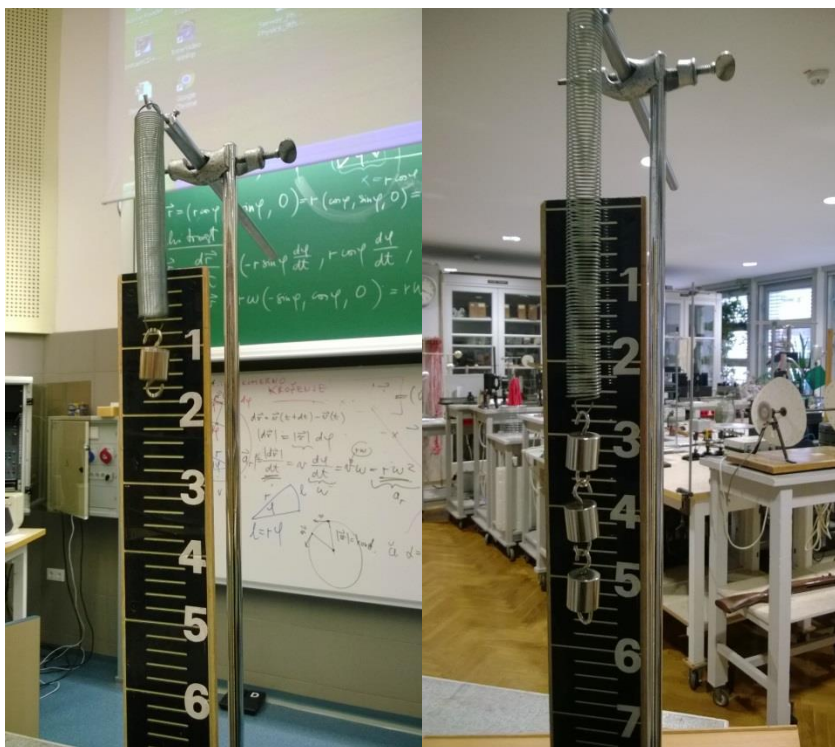


## 5. NEWTONOV ZAKON IN GIBALNA KOLIČINA - biljardne krogle na nitkah



## 6. MERJENJE SIL V STATIKI

a) Hookov zakon: merjenje sil z vijačno vzmetjo (natezanje vzmeti)

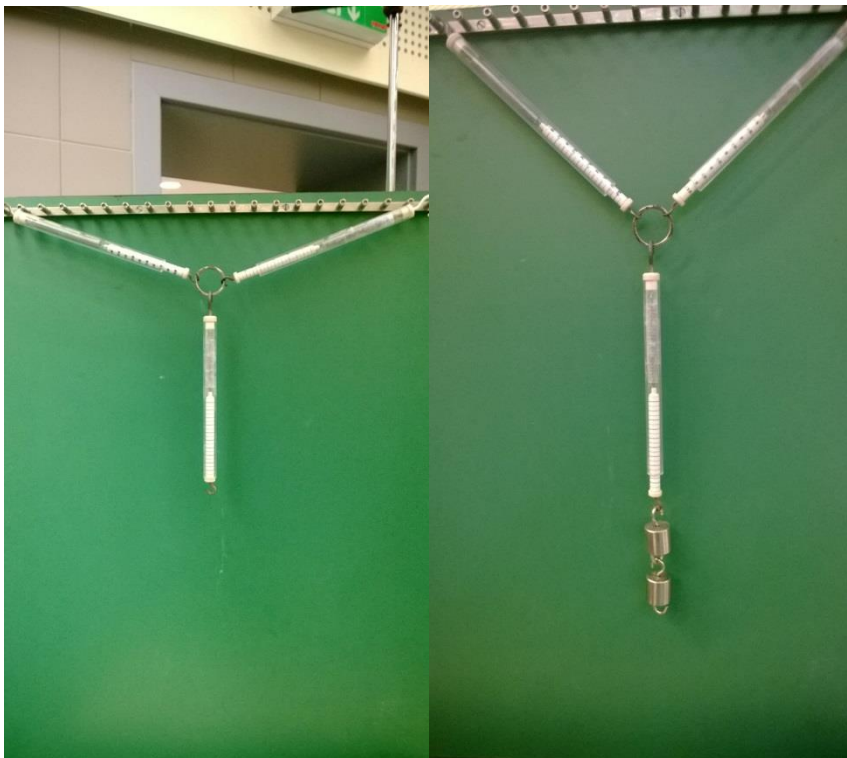




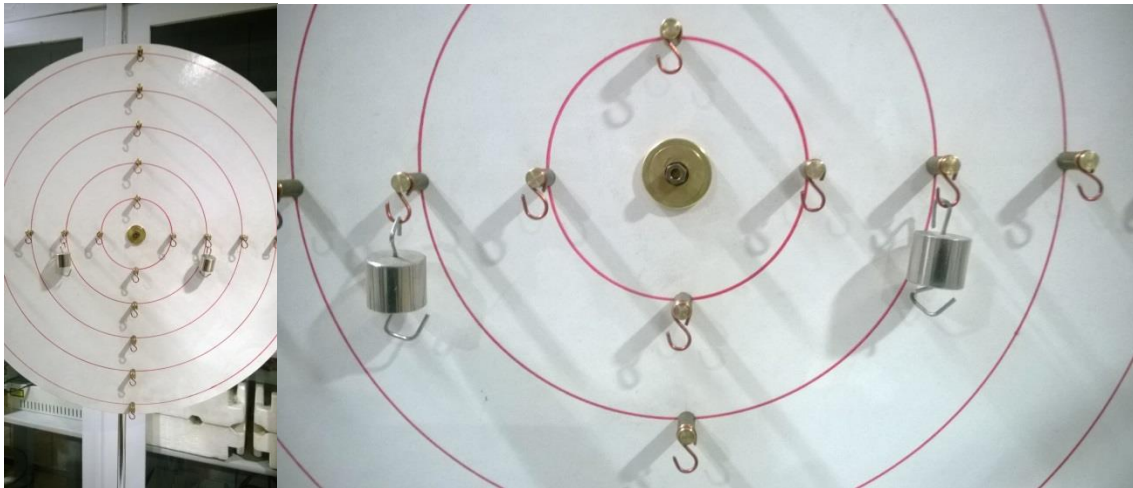
## Dinamometer



b) ravnovesje sil - tri vzmetne tehtnice/dinamometri, uteži in demonstracijska tabla



c) ravnovesje sil in navorov - tabla navorov (kolo z žeblički)



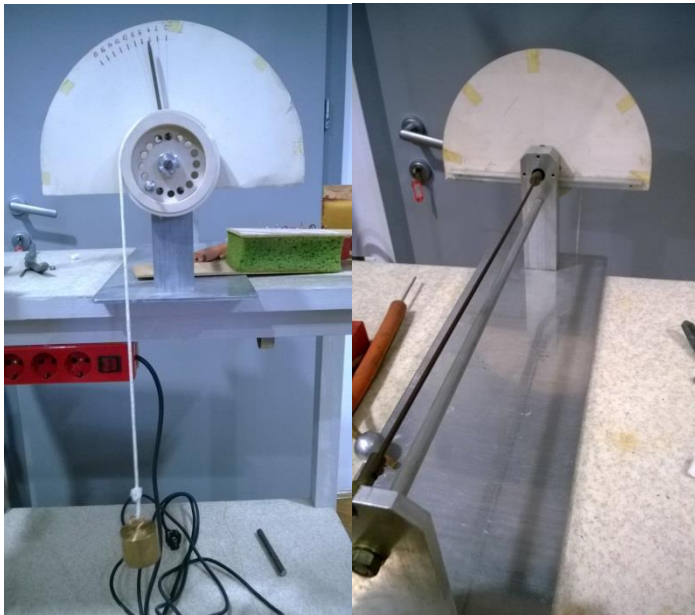
d) ravnovesje sil pri nihalu - težnostno nihalo v skrajni legi

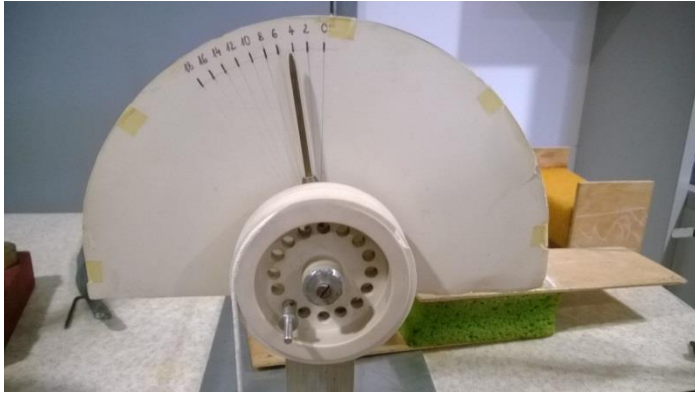
e) ravnovesje sil na klancu - lesena klada z utežmi ali jahač na zračni progi

## 7. MERJENJE NAVORA

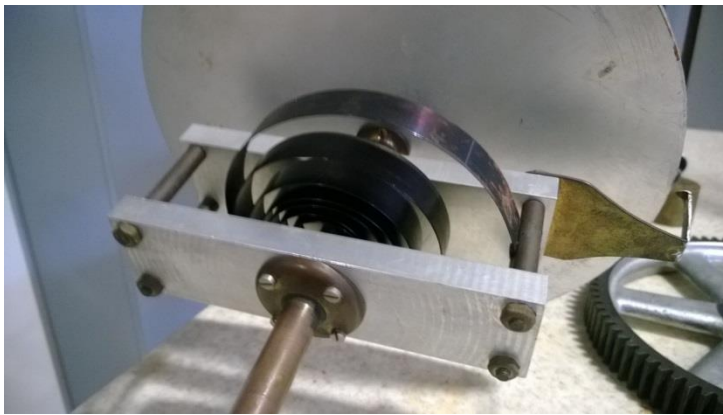
a) tehtnica na vzvod

b) torzijska tehtnica na žico (torzija kovinske tanke palice)

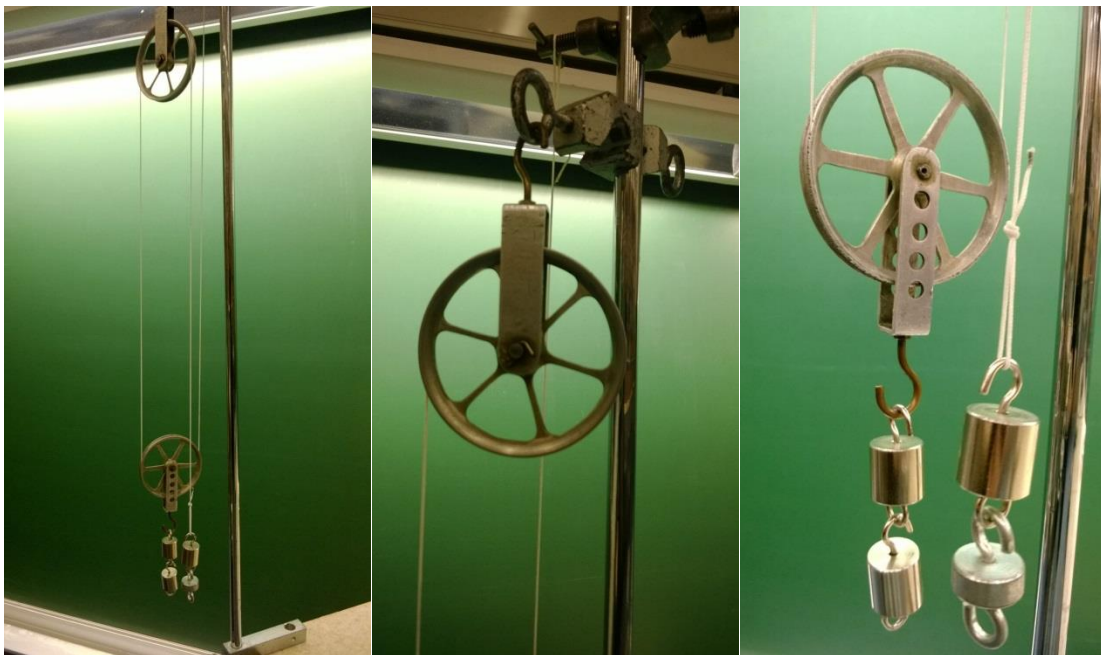




c) tehtnica na polžasto vzmet

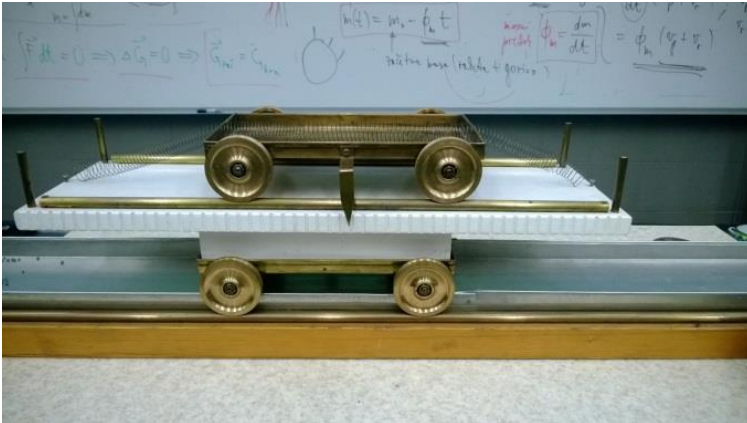


## 8. ŠKRIPEC - ravnovesje sil in navorov

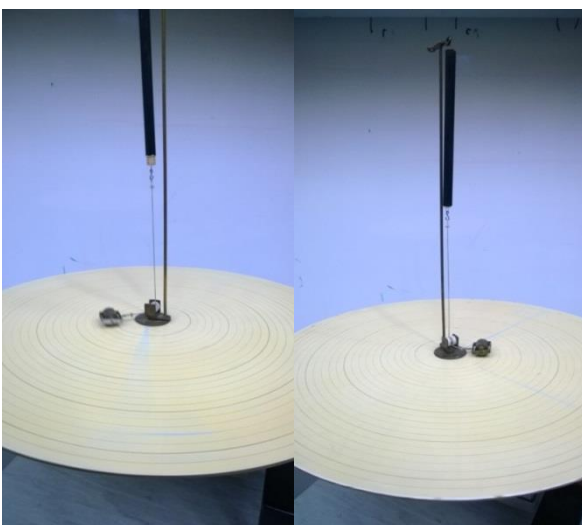


## 9. SISTEMSKE SILE

a) voziček pripet z vzmetmi na drug voziček (efekt zaviranja in pospeševanja)

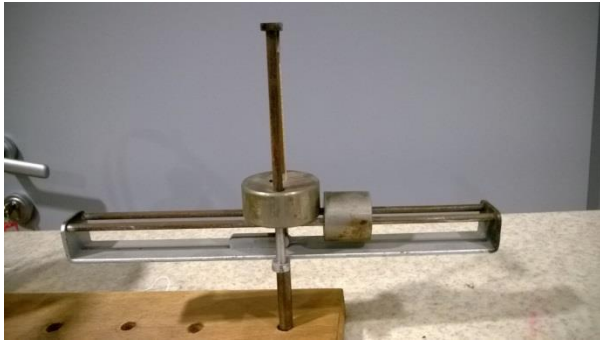


b) centrifugalna sila (vrteči se koordinatni sistem) - okrogla plošča z dinamometrom v osi in z utežjo (gibljivo pravokotno na os)

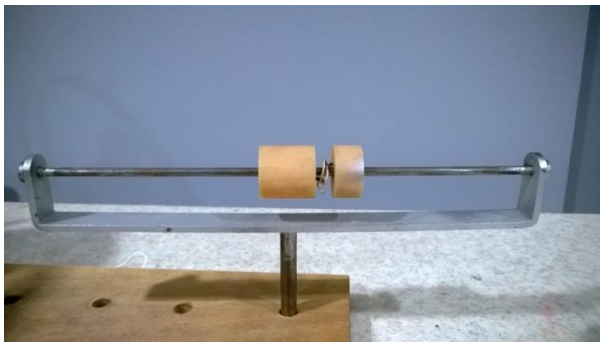


c) centrifugalna sila (vrteči se koordinatni sistem):

-lažja utež dvigne težjo utež



-lažja utež potegne težjo utež v smeri navzven



-živo srebro v vodi se nabere na obodu vrteče se posode



-vrteči se obroči se stisnejo v vertikalni smeri



-vrteči se krogli se dvigneta



## 10. SISTEMSKE SILE - CORIOLISOVA SILA

a) kroglica na vrteči se okajeni šipi



b) Foucaultovo nihalo - nihalo na vrtečem se stolu

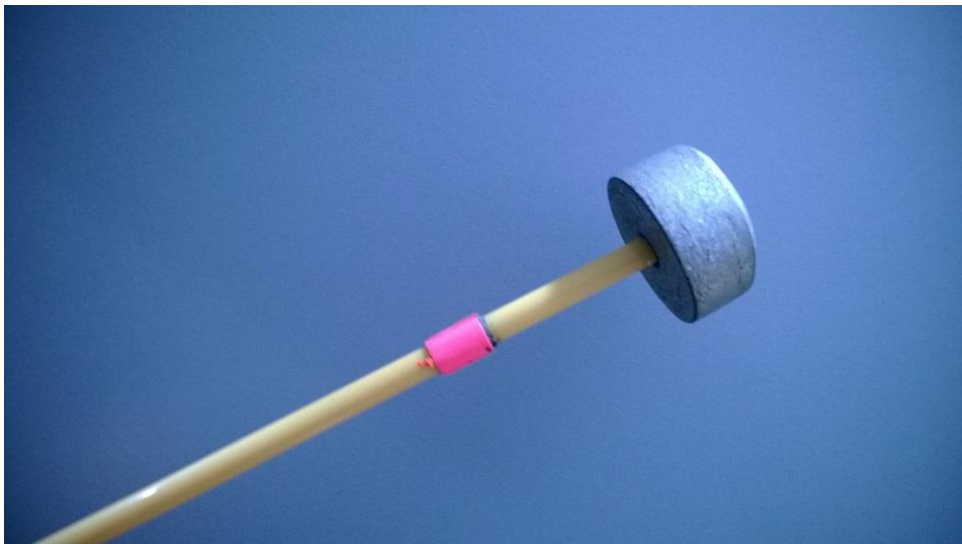


## 11. DOLOČANJE LEGE TEŽIŠČA Z OBEŠANJEM TELES - modeli iz lesene plošče, »Slovenija«



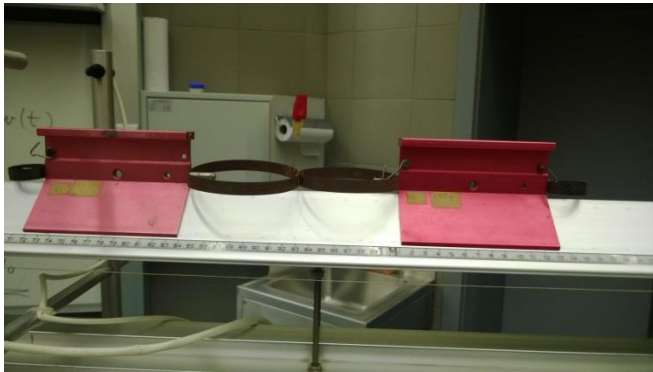
## 12. GIBANJE TEŽIŠČA

a) v težišču zaznamovano palico vržemo (tir težišča je parabola)

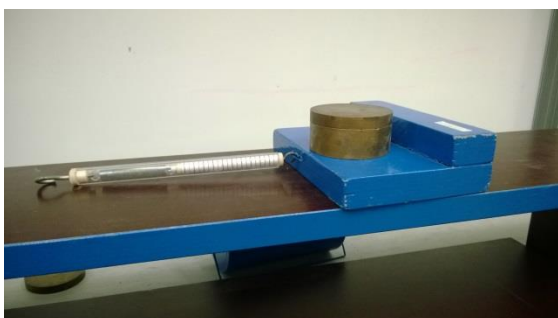
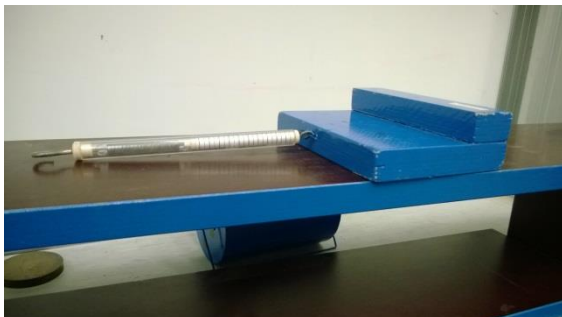




b) dva enaka jahača zvezana z lahkim vzmetema + zastavica (zračna proga)

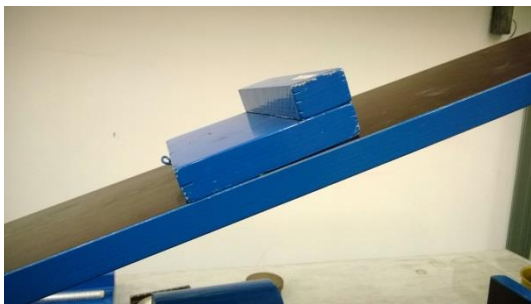


13. SILA TRENJA, SILA LEPENJA - na horizontalni površini in na klancu





14. GIBANJE/DRSENJE KLADE PO KLANCU NAVZDOL - zračna proga, lesena klada na nagnjeni leseni deski



### 3. DEFORMACIJA TRDNIH SNOVI

Model kristala NaCl:

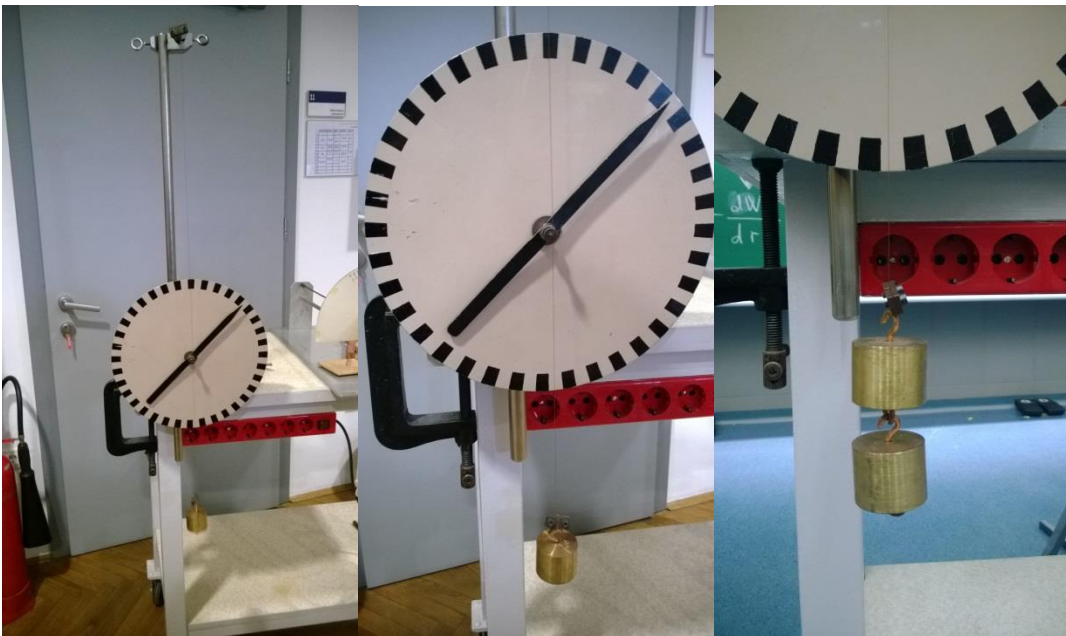


# 1. HOOKOV ZAKON

## a) natezanje vzmeti



## b) natezanje žice



## 2. PREČNA SKRČITEV PRI RAZTEGOVANJU - gumijasta vrv s kroglico



## 3. UPOGIB



## 4. PLASTIČNOST PRI UPOGIBANJU



## 5. TORZIJA

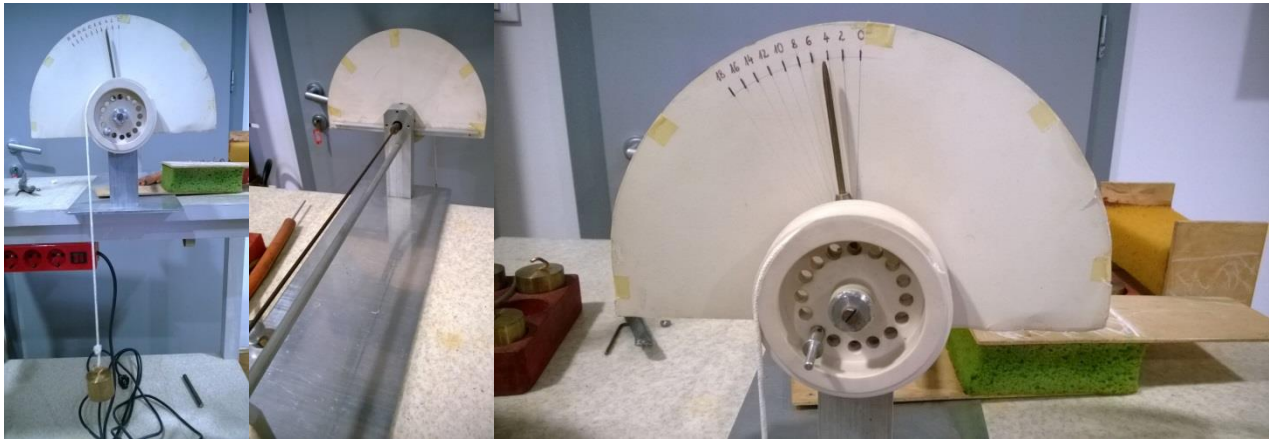
a) žica s trakovi



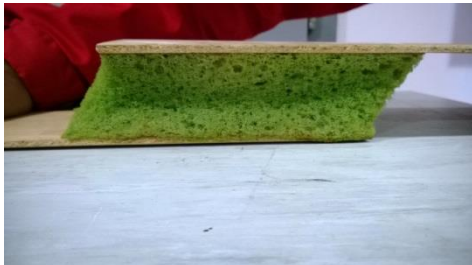
b) gumijasta cev z vzdolžno črto



c) torzijska deformacija kovinske palice za različne vrednosti navora uteži

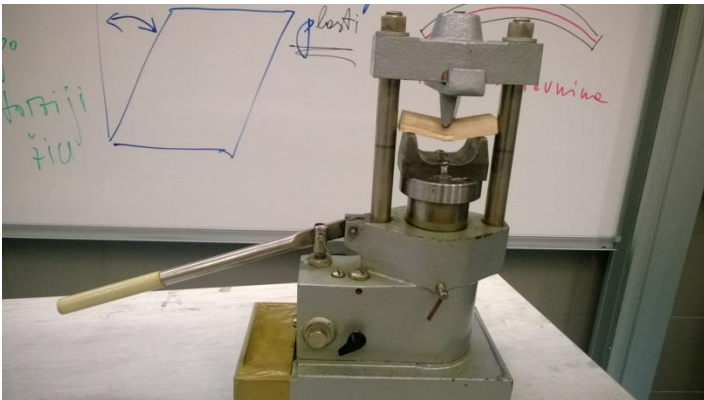


6. STRIG - model za prikaz strižne deformacije iz penaste gume

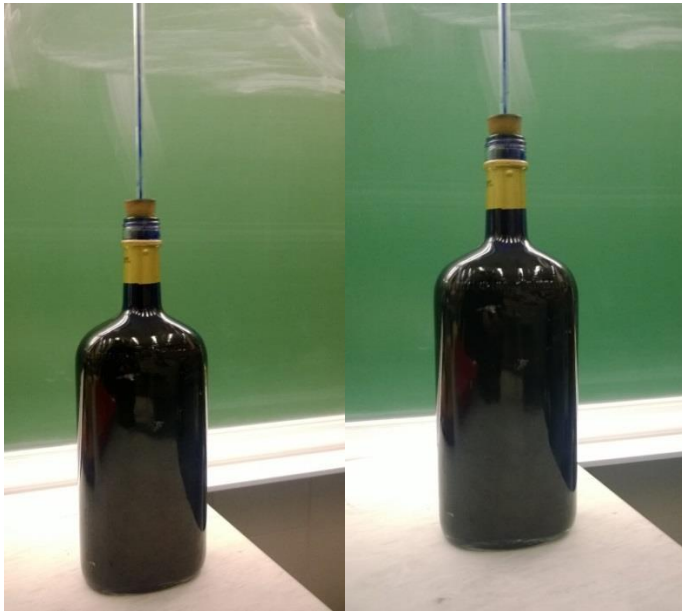


7. UPOGIBNA ELASTIČNA IN PLASTIČNA DEFORMACIJA (goba, svinčena palica, železna žica v gumijastem ovoju, lomljenje lesene palice s hidravlično stiskalnico)





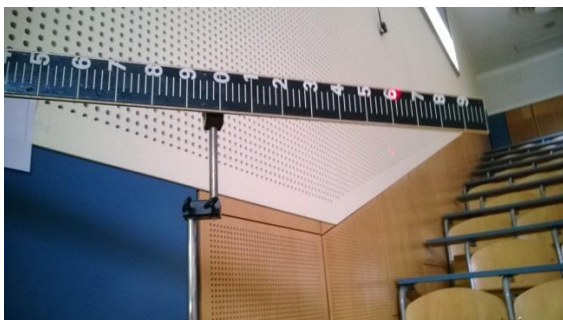
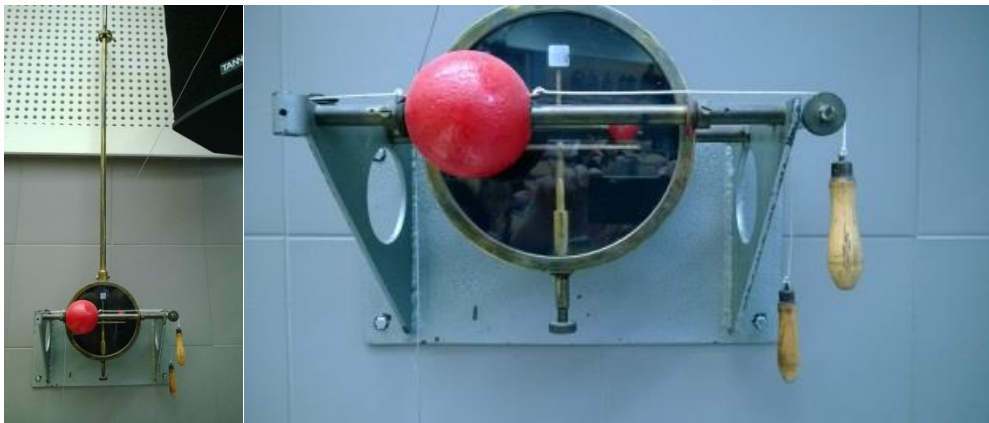
## 8. PROŽNOST STEKLA - stiskanje ploščate steklenice, steklene vzmeti



## 4. GRAVITACIJSKA SILA

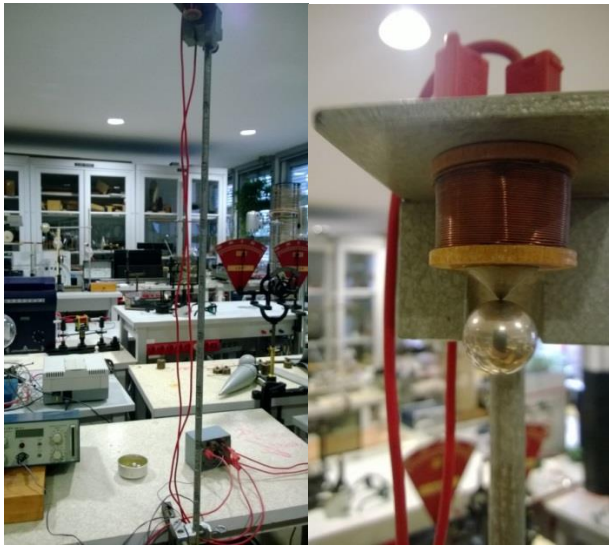
### 1. MERJENJE GRAVITACIJSKE KONSTANTE IN POSPEŠKA

-Cavendishova gravitacijska tehtnica



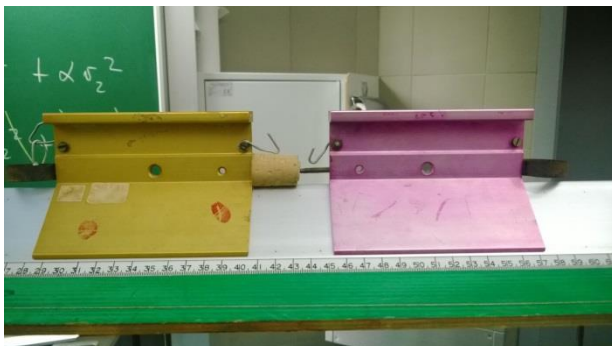


-merjenje gravitacijskega pospeška



## 5. GIBALNA KOLIČINA, IZREK O SUNKU SILE

1. TRKI - neprožni in prožni trki dveh jahačev (na zračni progi), biljardne krogle na nitkah





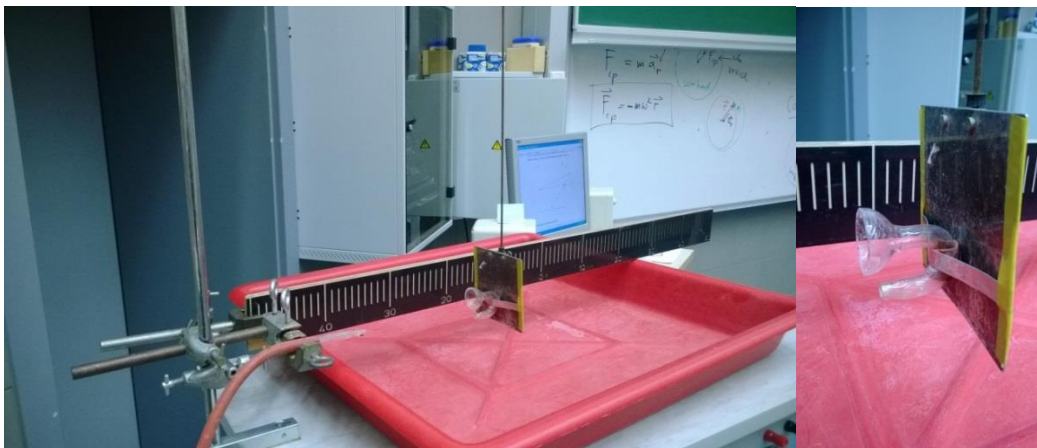
2. SUNEK SILE IN OHRANITEV GIBALNE KOLIČINE (zračna proga) - prežgeš vrvico, ki skupaj drži dva jahača (eden izmed jahačev ima veliko vzmetno zanko)

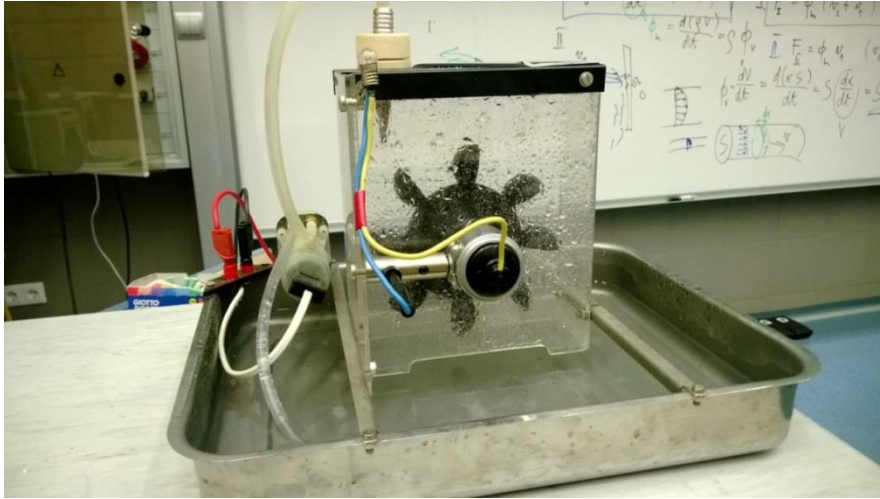


3. SPREMEMBA GIBALNE KOLIČINE (voziček na tiru) - vrečko s peskom spustimo na voziček

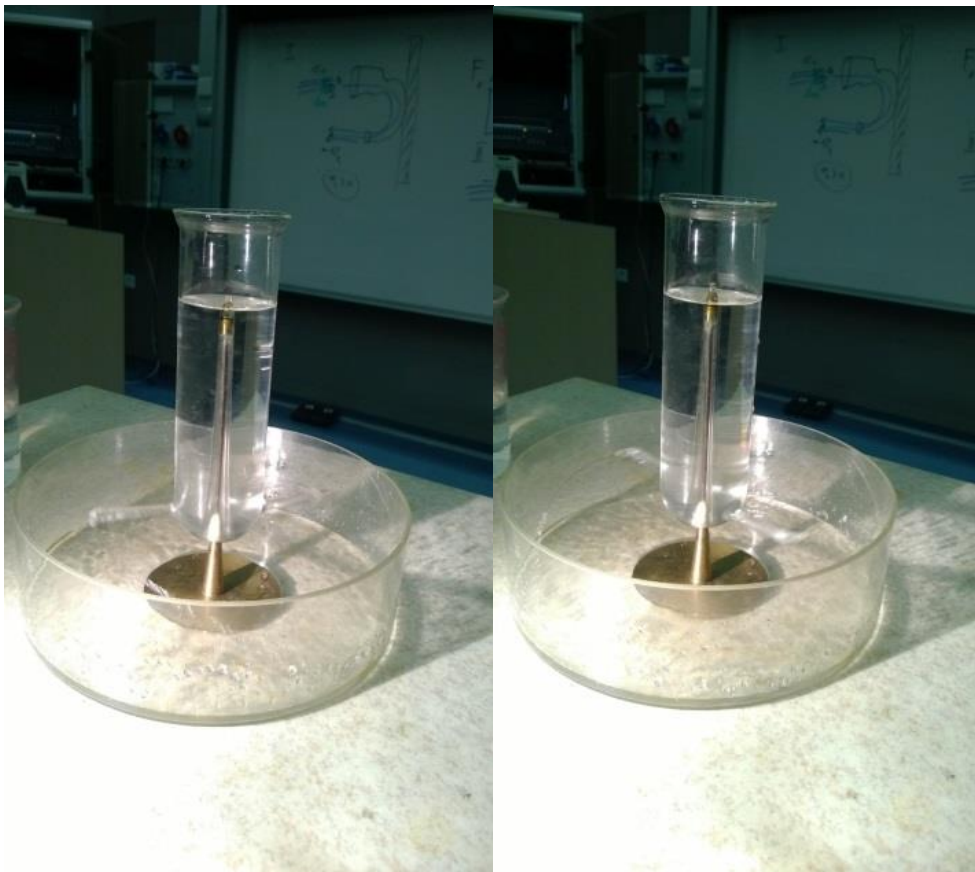


4. SILA CURKA - curek vode usmerimo na nihalo in obravnava dva primera odboja curka (obrnemo ploščico na koncu nihala), turbina + generator





### 5. SEGNERJEVO KOLO (na vodni curek)

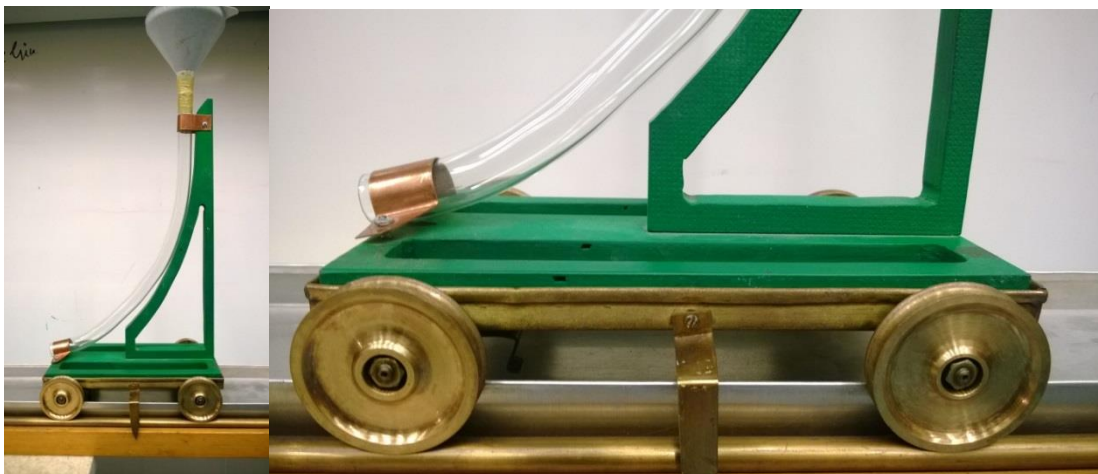


## 6. MODEL REAKCIJSKEGA MOTORJA (REAKCIJSKA SILA)

a) zračna proga: balonček na jahaču izpihuje zrak



b) voziček na tiru (šibre)



c) sesalec na vozičku na tiru

d) čolniček na vodi

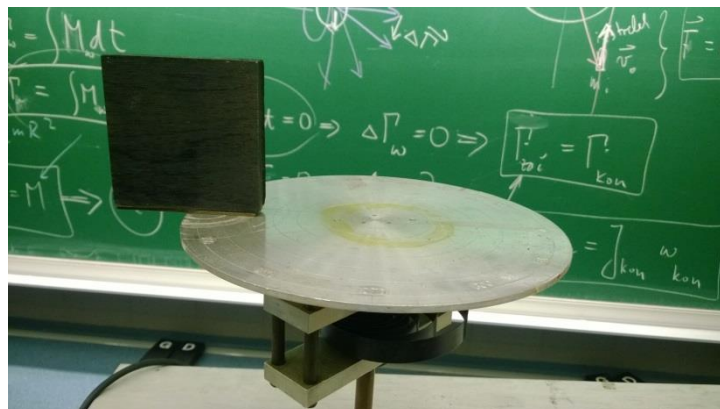


## 6. VR TENJE, KOTALJENJE IN VRTILNA KOLIČINA

1. UČINEK NAVORA - tabla navorov (kolo z žeblički)



2. SUNEK NAVORA - motor na mizici sučnega balističnega nihala, streljanje v tarčo na mizici sučnega balističnega nihala



### 3. VRTENJE TOGEGA TELESA OKROG FIKSNE OSI, KOTALJENJE

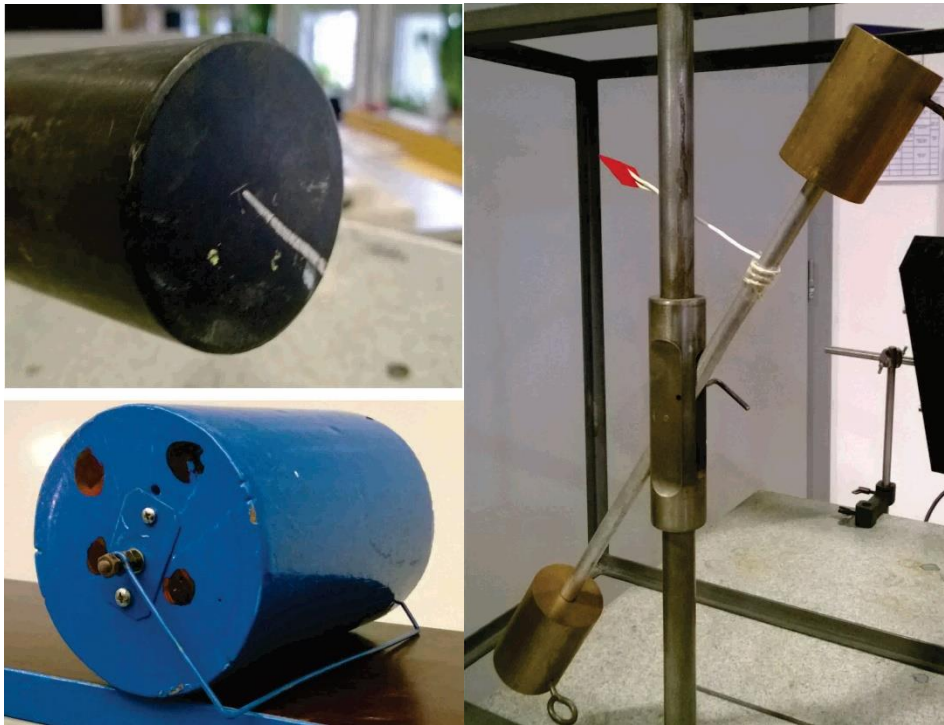
a) kolo na vreteno + padajoča utež; obroč + padajoča utež



-jojo



b) glavne osi ter vztrajnostni moment togega telesa - modeli



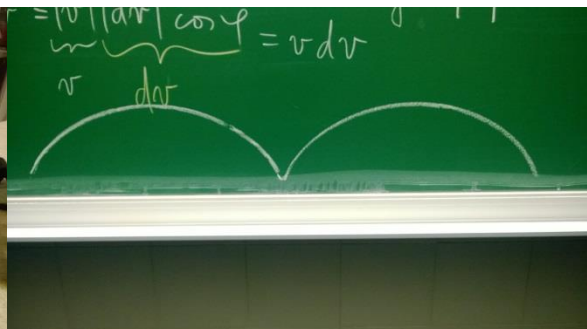
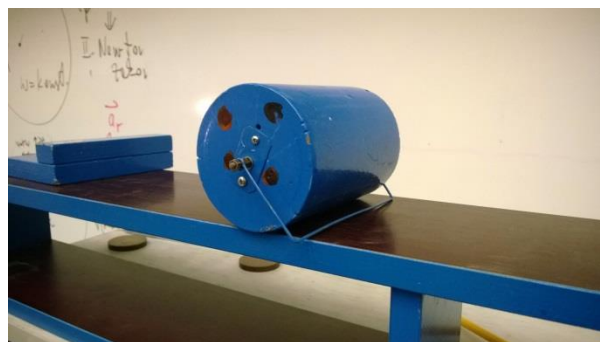
c) kotaljenje - tekma valjev (poln in votel valj na strmini), kotaljenje krogel različnega premera





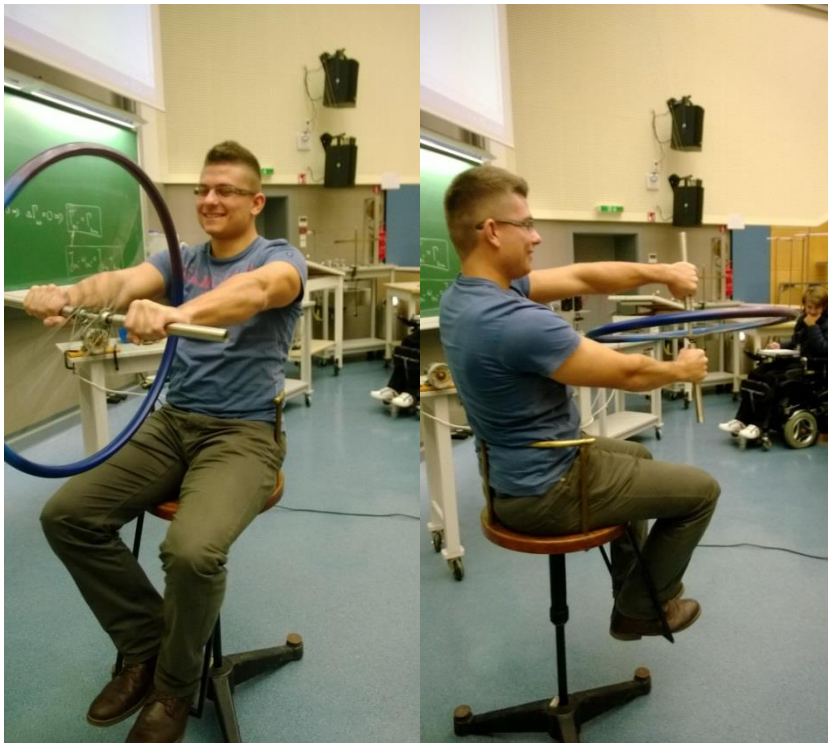


d) kotaljenje valja po ravnini (pike na valju, zapis gibanja točke na valju s kredo)



#### 4. OHRANITEV VRTILNE KOLIČINE

a) mož na vrtečem se stolu - uteži, kolo od bicikla



b) utež na vrvici kroži (vrvico vlečemo skozi cevko, vrvica se navija okoli palčke)

c) mali bicikel



d) dve uteži zvezani z vrvico se vrtita - vrvico prežgemo

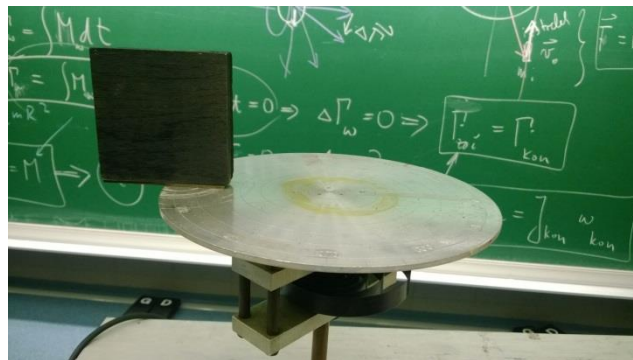
5. VRTAVKA - precesija (vrtavka na vrvici)



6. DEVIACIJSKI MOMENTI - priprava za prikaz tresenja ležajev



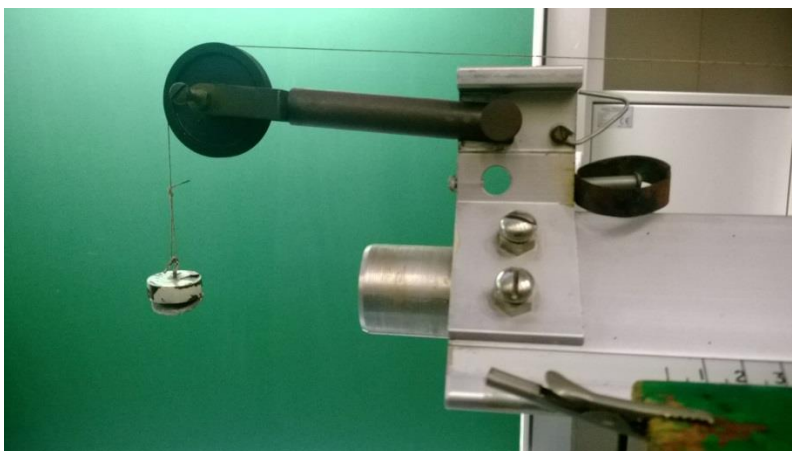
## 7. OHRANITEV SKUPNE VRTILNE KOLIČINE - elektromotor na mizici sučnega balističnega nihala, streljanje v balistično nihalo



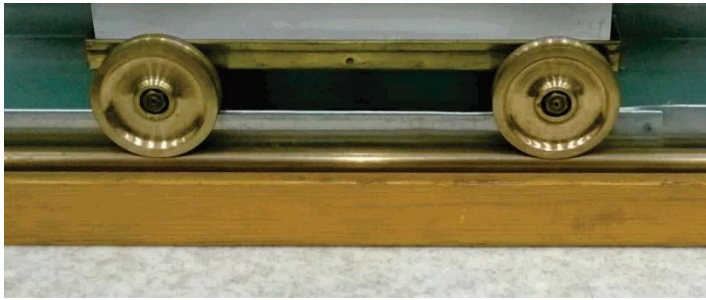
## 7. ENERGIJA IN DELO

### 1. DELO PRI PREMEM GIBANJU

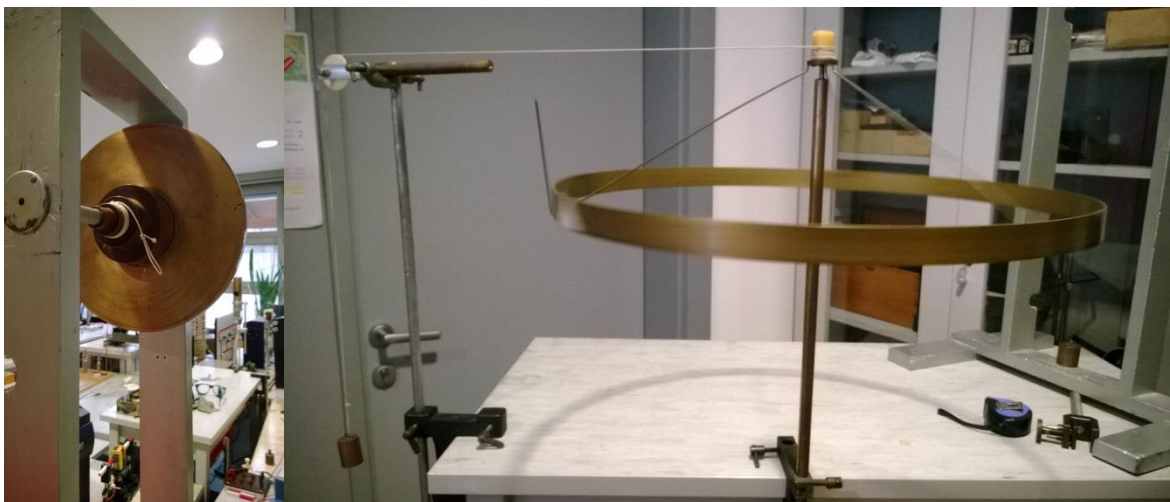
-jahač na zračni progi, ki je preko vrvice privezan na utež, vrvica pa je napeta preko škripca (upoštevamo tudi energijo vrtenja škripca)



-vagonček na tirnicah vlečemo z dinamometrom



2. DELO IN ENERGIJA PRI VR TENJU - kolo na vreteno in utež (ohranitev vsote translacijske kinetične energije, rotacijske kinetične energije ter gravitacijske energije)



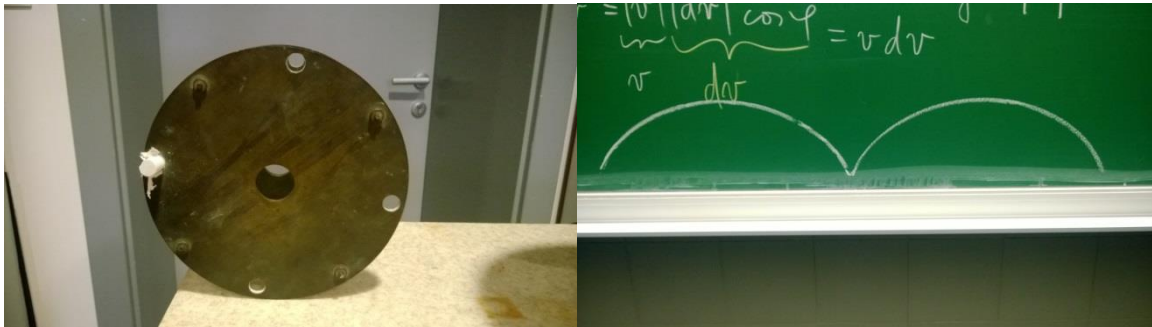
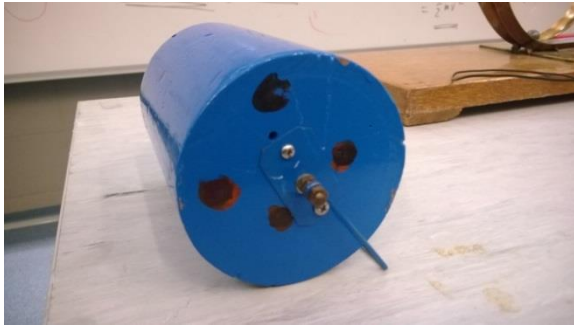
### 3. PROŽNOSTNA ENERGIJA - vijačna vzmet, polžasta vzmet



### 4. »LOOPING« - zaviti žleb in kovinska kroglica, ohranitev vsote kinetične in gravitacijske potencialne energije



## 5. VALJ NA TIRU IN NJEGOVA KINETIČNA ENERGIJA – valj z vložkom/kredo izven geometrijske osi valja



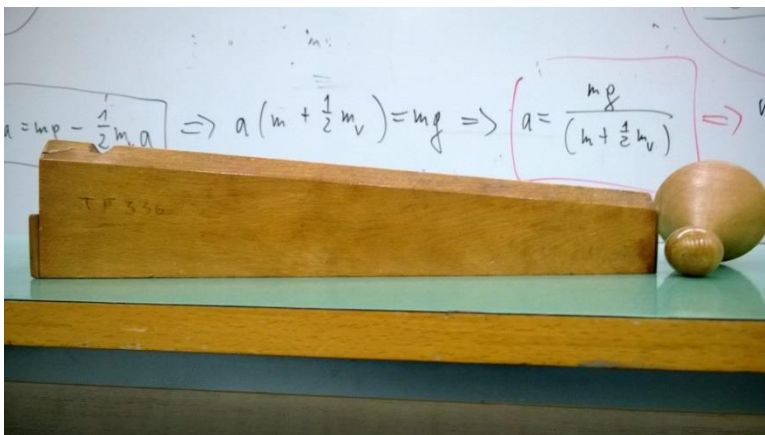
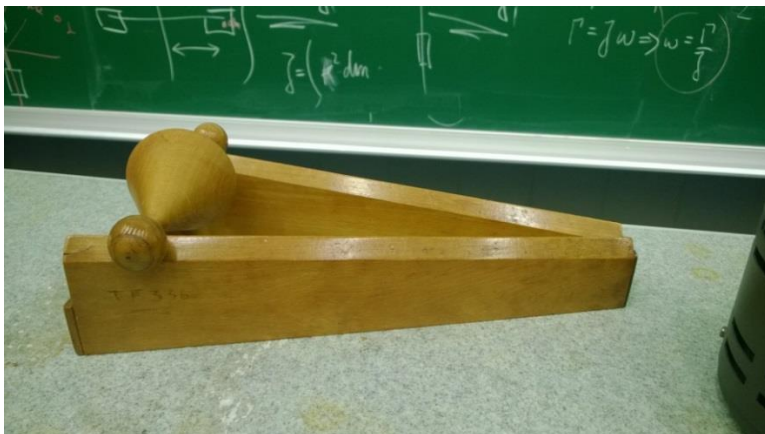
-Maxwellovo kolo (sprememba kinetične energije v gravitacijsko potencialno energijo in obratno)



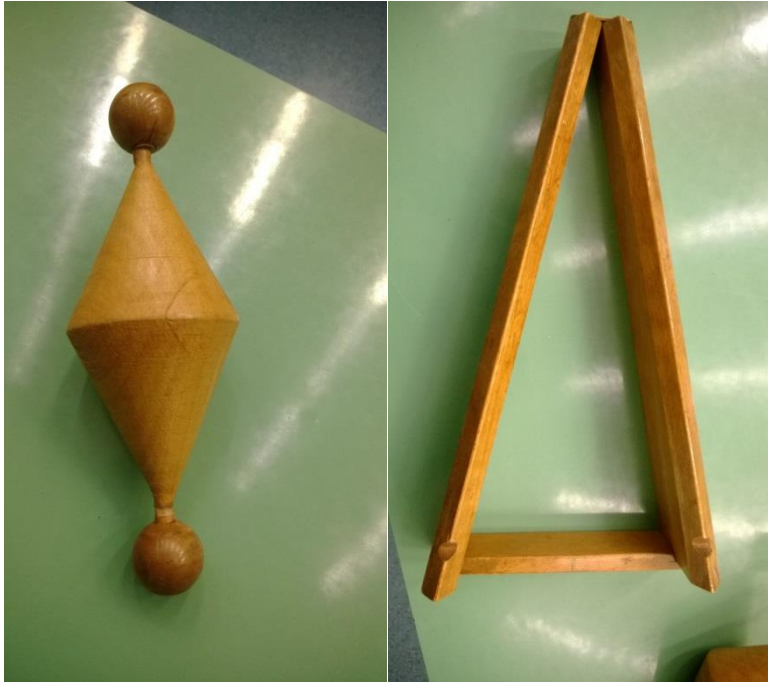
-Jojo (sprememba kinetične energije v gravitacijsko potencialno energijo in obratno)



## 6. DVOJNI STOŽEC NA KLINASTEM KLANCU



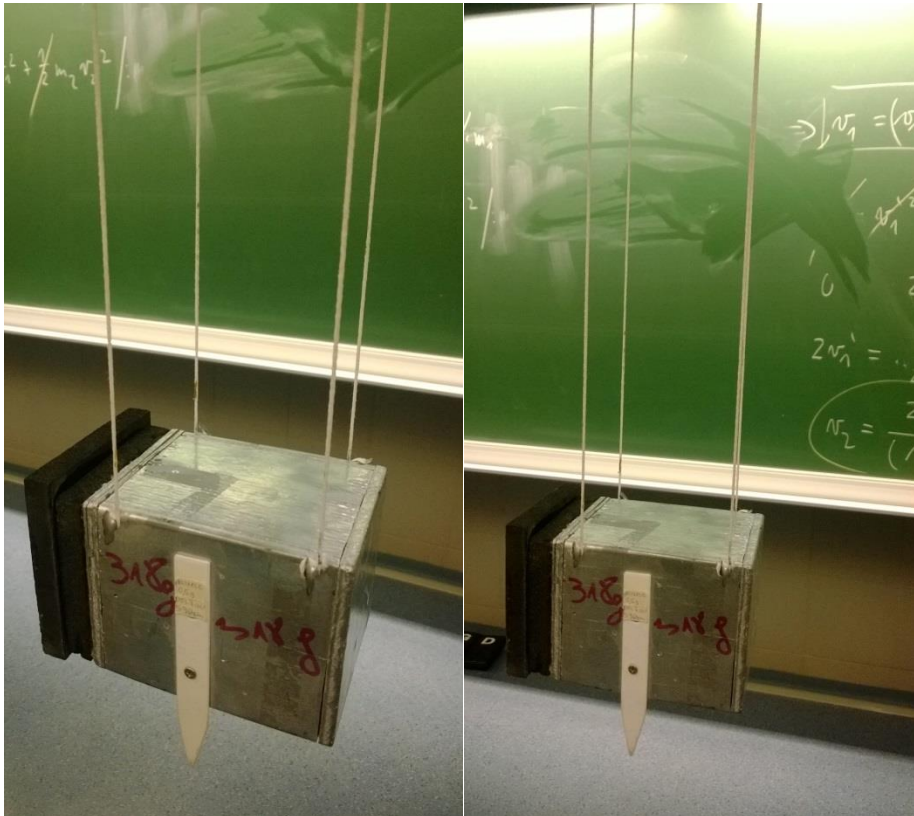
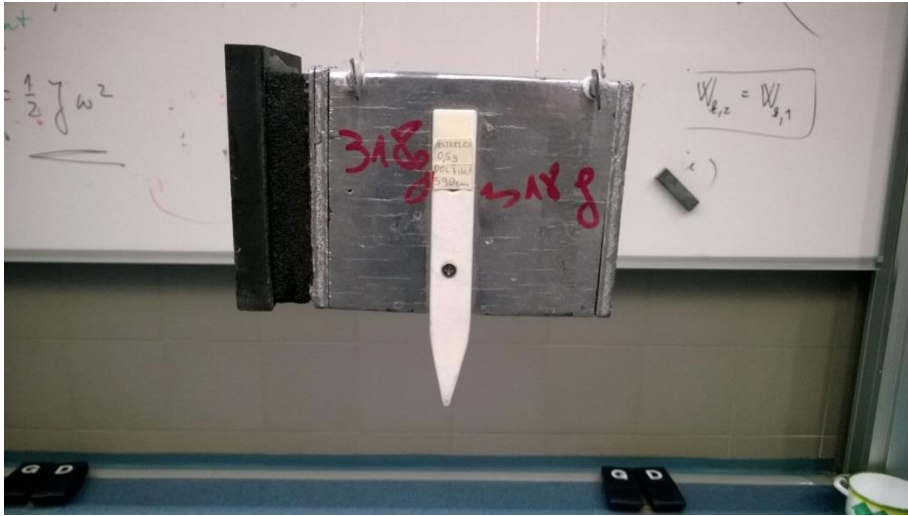




7. RAVNOVESNE LEGE - stabilno ravnovesje (os vrtenja palice nad težiščem palice), labilno ravnovesje (os vrtenja palice pod težiščem palice)



## 8. BALISTIČNO NIHALO (streljanje v balistično nihalo in računanje hitrosti izstrelka)



## 8. NIHANJE

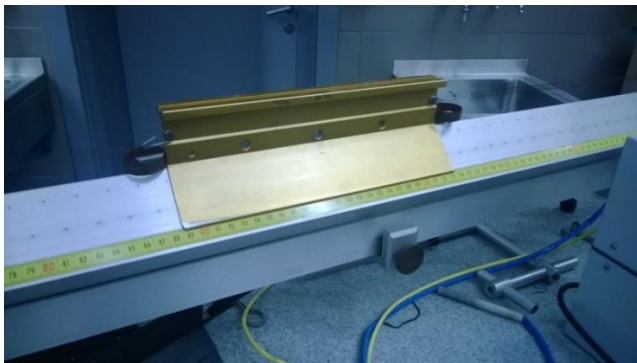
### 1. NIHALA - primeri

#### a) nihalo na vijačno vzmet (viseče in na zračni progi)

##### VISEČE



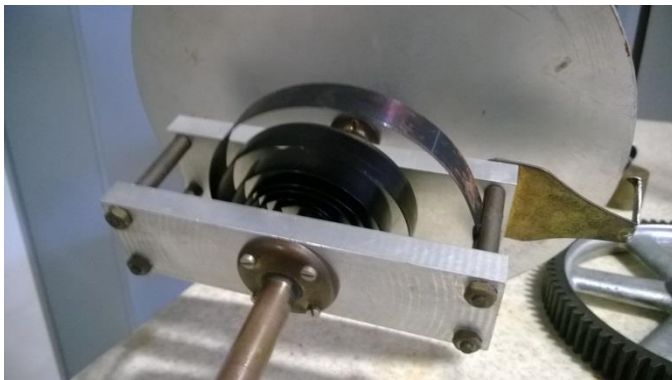
##### NA ZRAČNI PROGI (horizontalno)



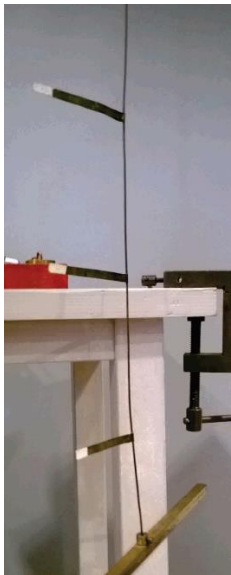
b) matematično nihalo



c) sučno nihalo na polžasto vzmet



d) torzijsko sučno nihalo

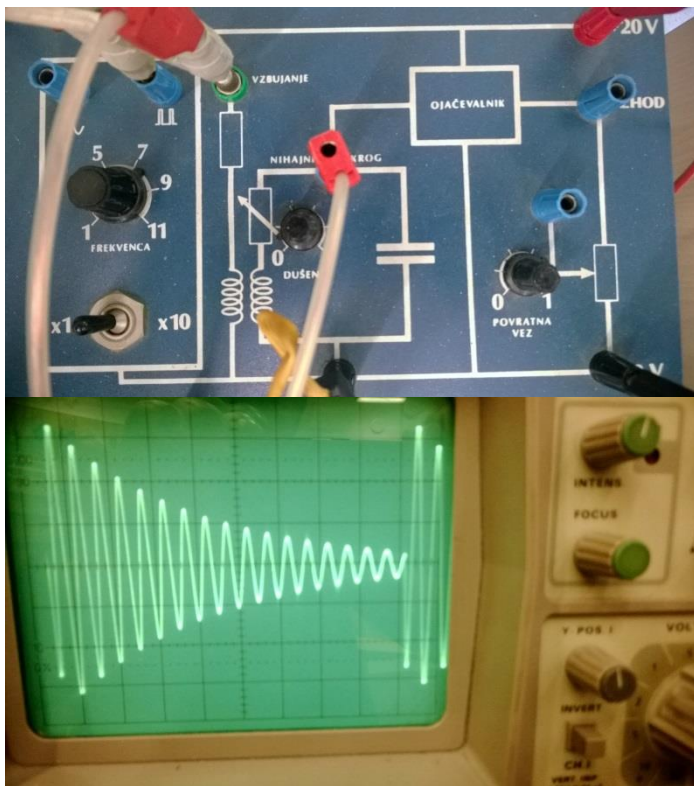


e) fizično nihalo

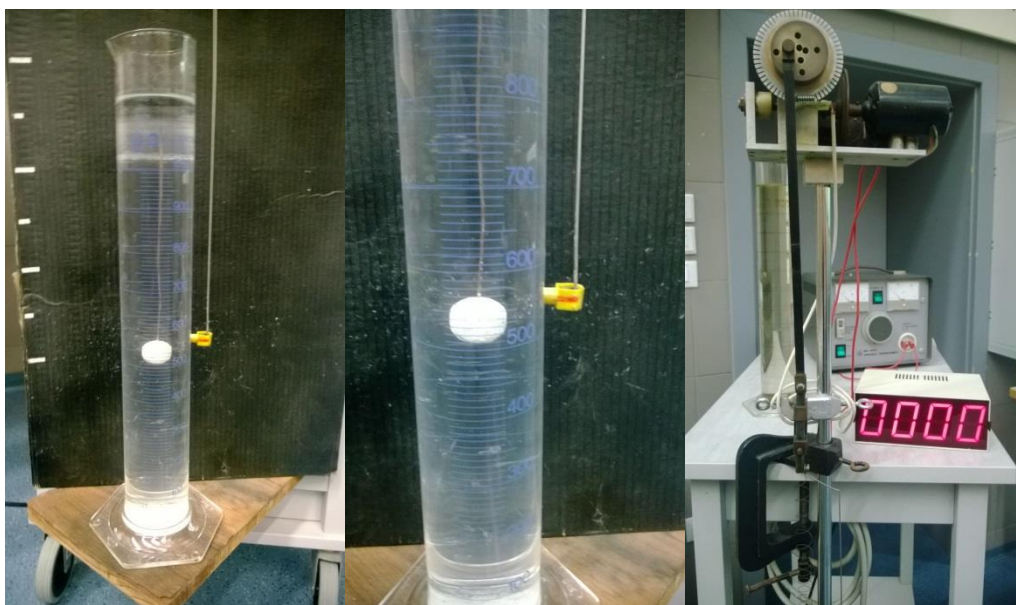


## 2. DUŠENO NIHANJE, VSILJENO NIHANJE, RESONANCA

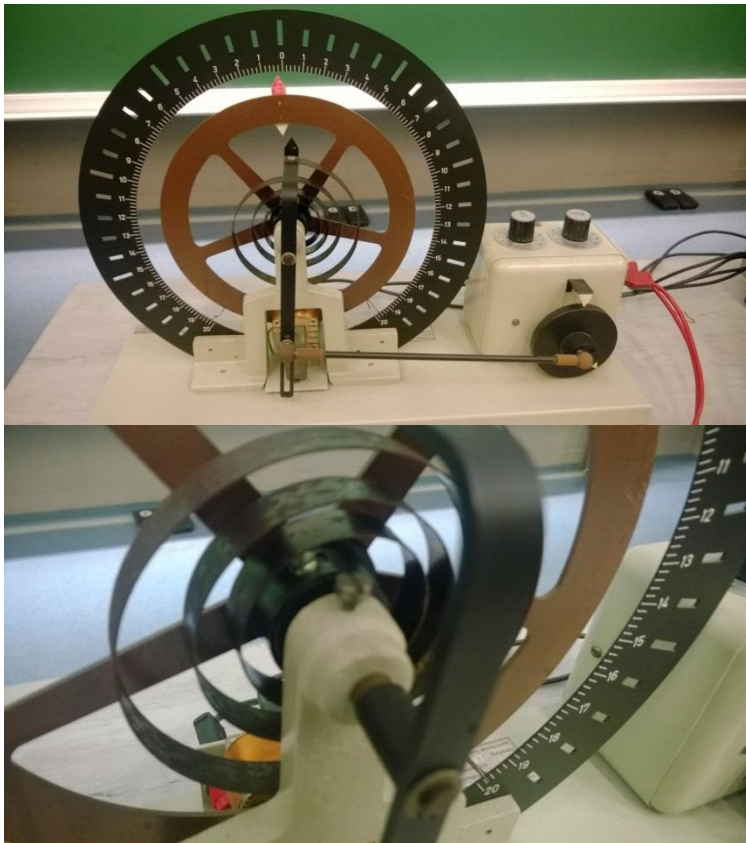
a) dušeno nihanje (vsa nihala, RCL električni nihajni krog)



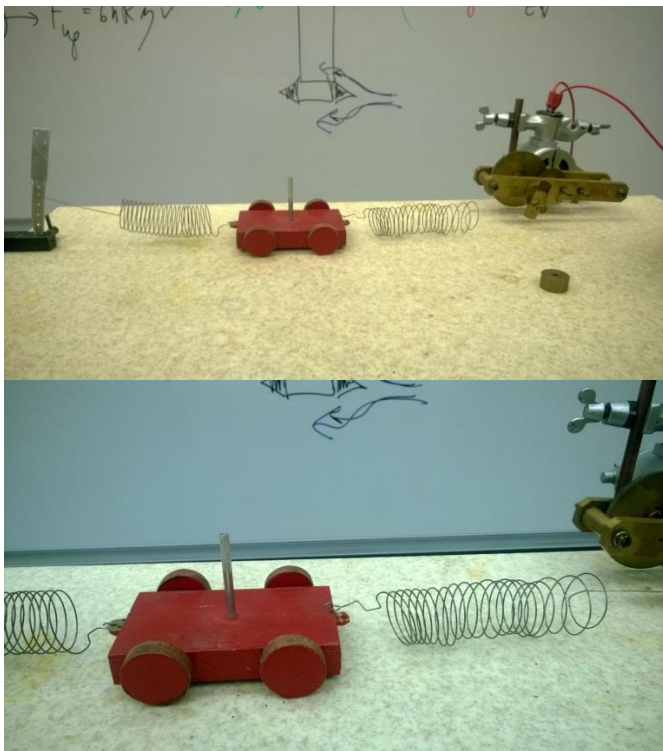
b) nihalo na vijačno vzmet - spreminjamo frekvenco vzbujanja (menzura, voda, glicerin)



c) sučno nihalo s ploščo - spreminjamo frekvenco vzbujanja

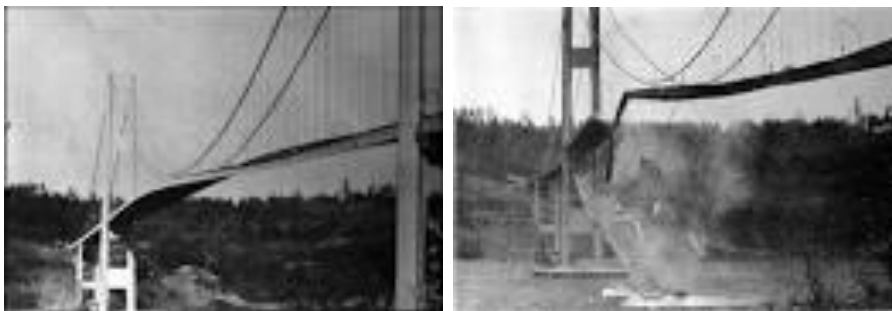


d) resonanca vozička pripetega na dve vijačni vzmeti



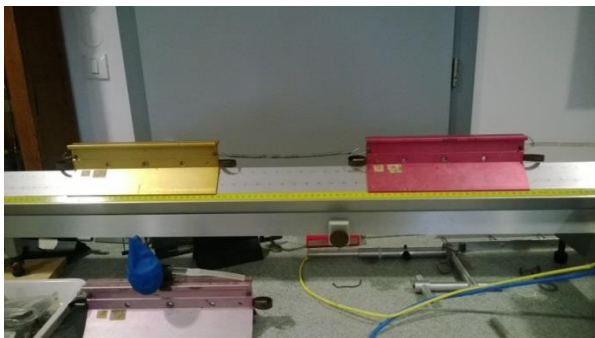


e) film - zrušenje mostu Tacoma Narrows zaradi resonance



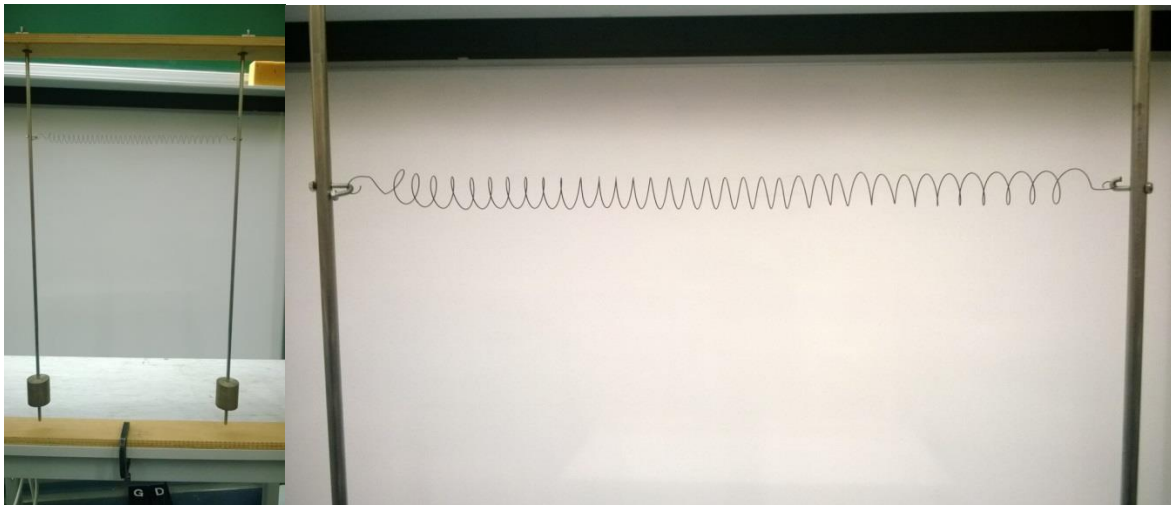
### 3. SKLOPLJENO NIHANJE

a) dva sklopljena vozička na vodoravni podlagi

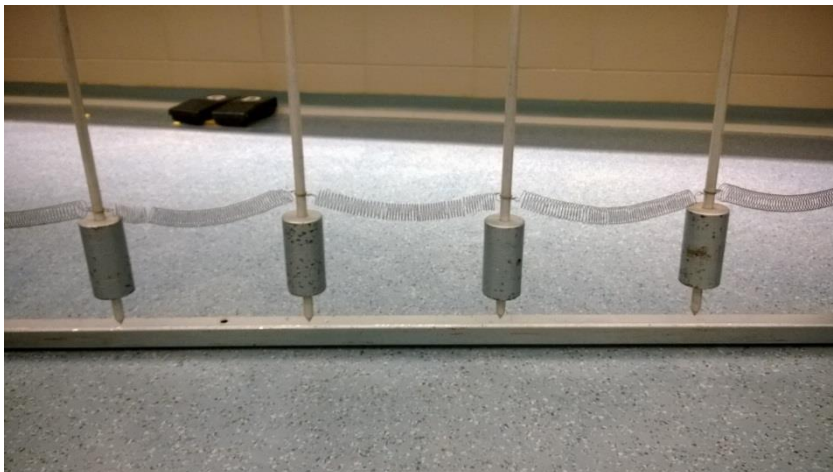




b) dve sklopljeni fizični nihali



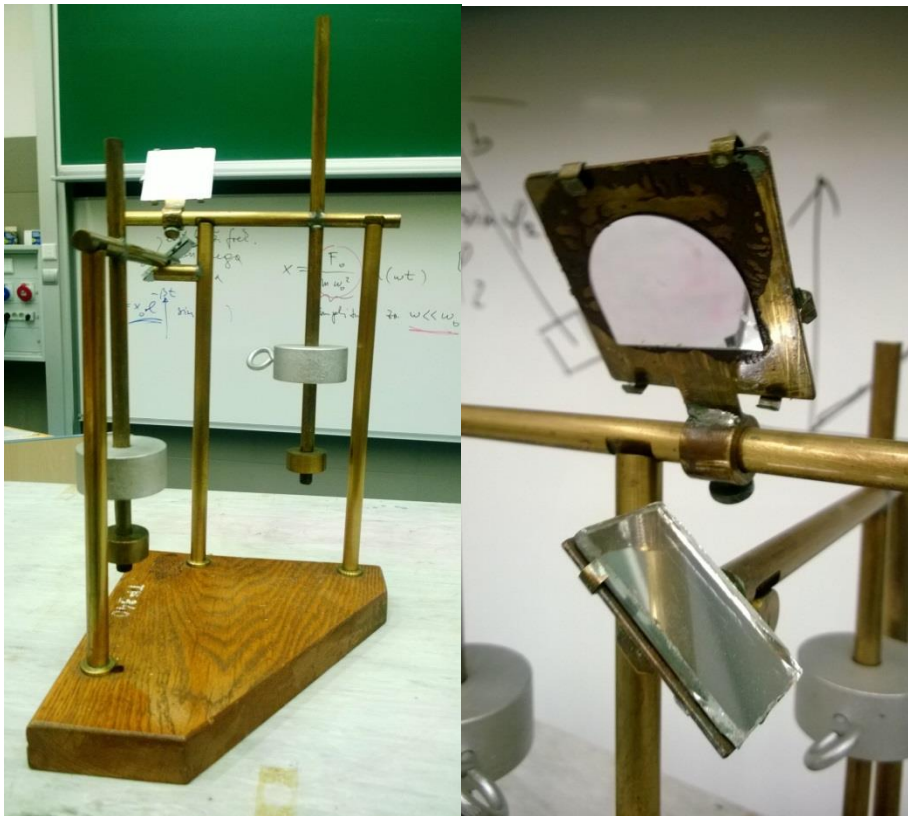
c) deset sklopljenih fizičnih nihal



#### 4. SESTAVLJENO NIHANJE

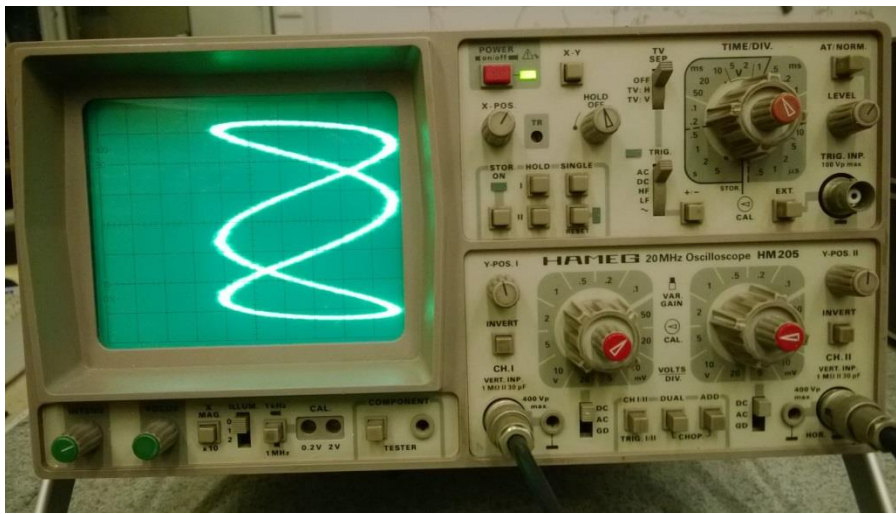
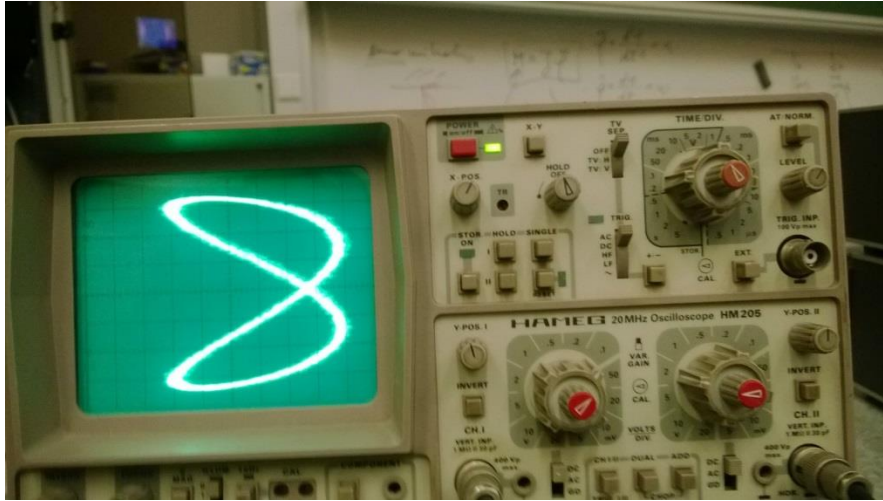
a) dve različni uteži na vrvici

b) Lissajousove krivulje (dve nihajoči fizični nihali z zrcali)



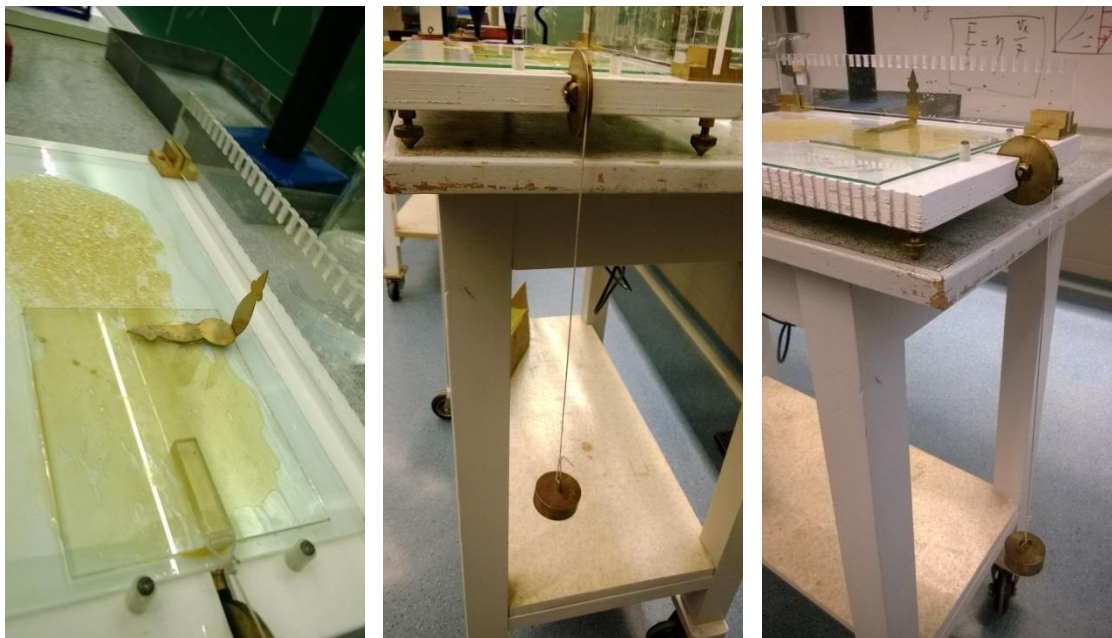
c) Lissajousove krivulje na osciloskopu



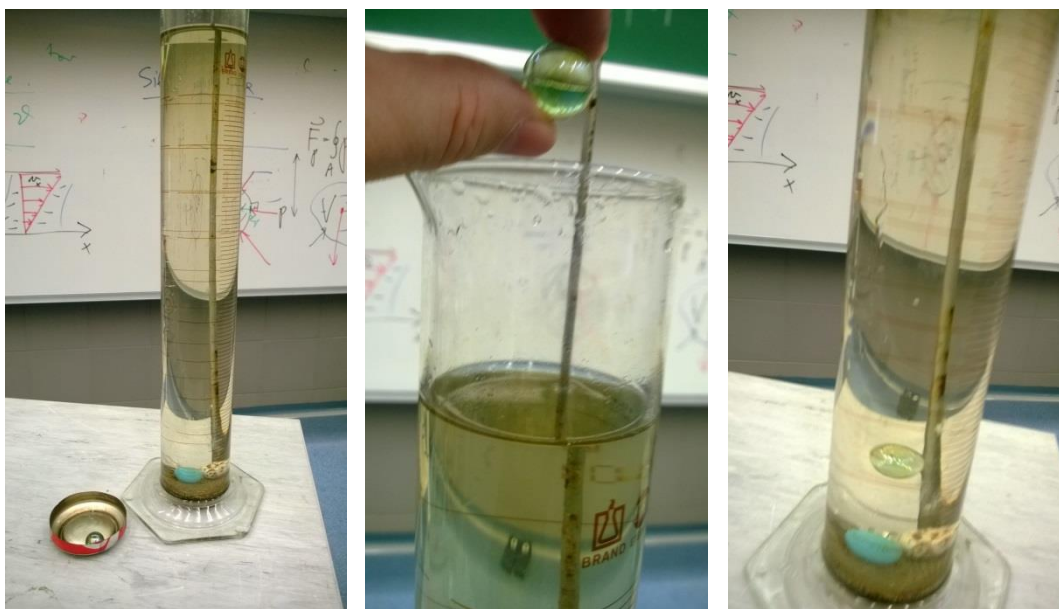


## 9. OSNOVNE LASTNOSTI TEKOČIN, HIDROSTATIKA

1. ZAKON O VISKOZNOSTI - gibanje steklene ploščice na plasti medu zaradi sile uteži (kaplja medu med steklenima ploščama). Tekočina se ne more upirati strižni napetosti



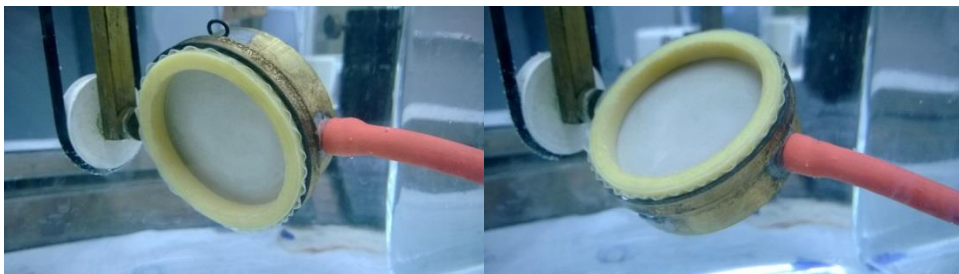
2. MERJENJE VISKOZNOSTI - kroglica pada v vodi in glicerinu (Stokesov zakon)



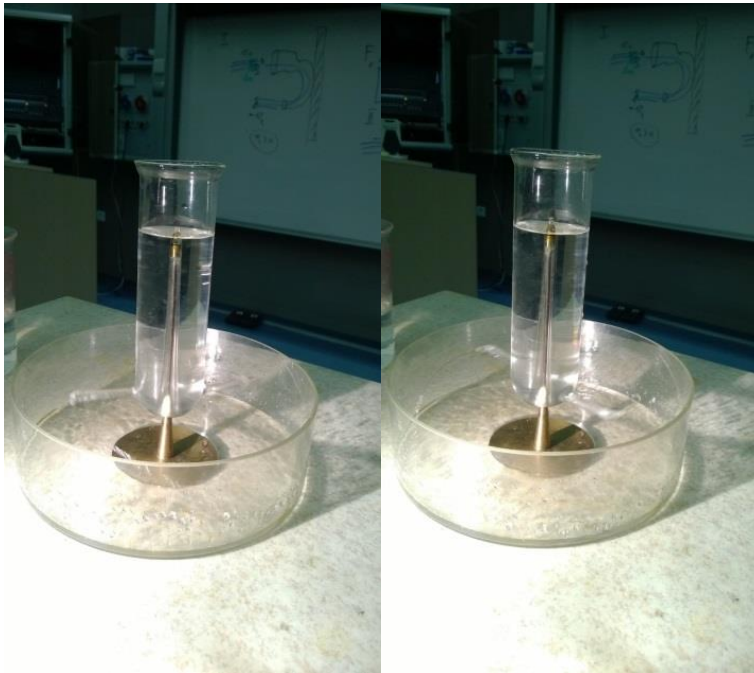
3. STISLJIVOST VODE - voda v posodi z odprto kapilaro v cilindru pod pritiskom

#### 4. TLAK V TEKOČINI

-neodvisnost tlaka od orientacije merilne ploskve (Hg manometer, opna pod vodo)



-Segnerjevo kolo: hitrost curka se manjša z nižanjem gladine vode v posodi



## 5. HIDROSTATIČNI PARADOKS - vezna posoda

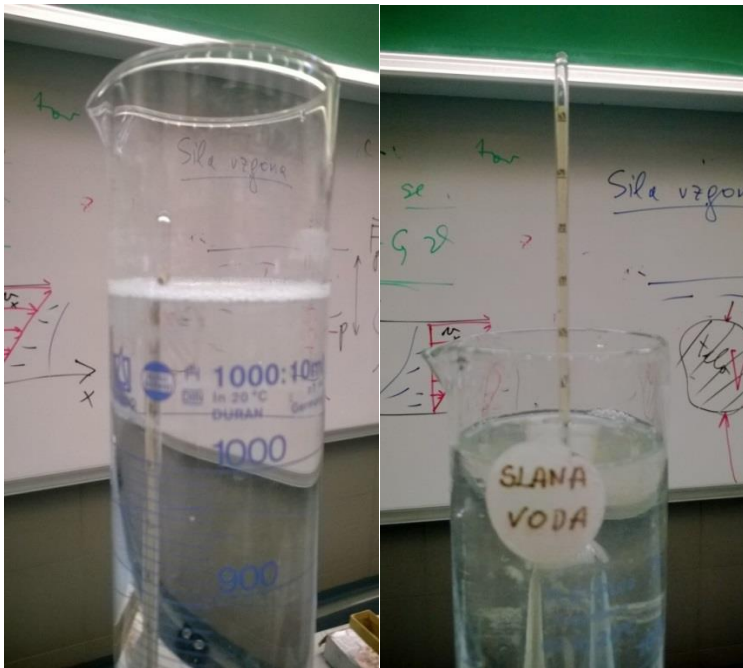
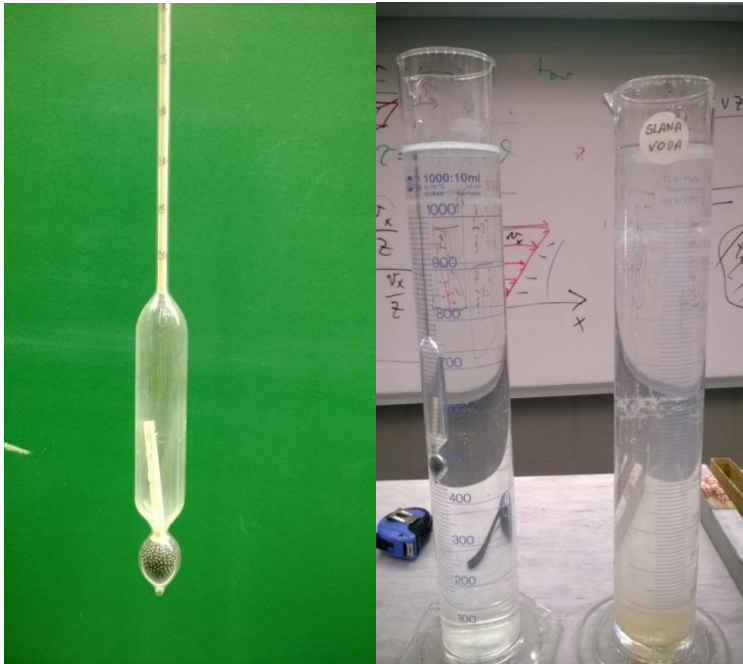


## 6. HIDRAVLIČNA STISKALNICA

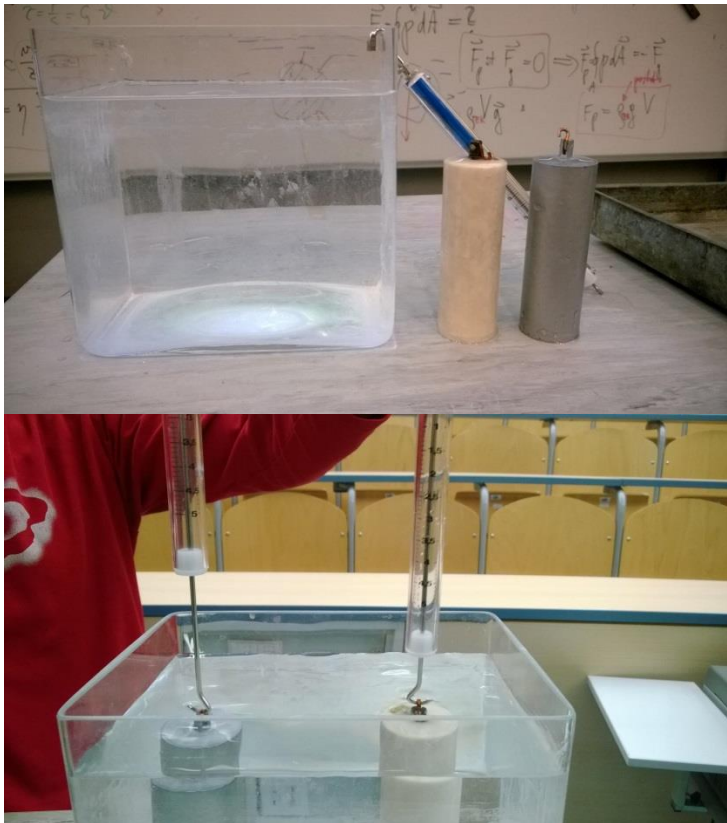


## 7. SILA VZGONA

a) areometer - čista in slana voda



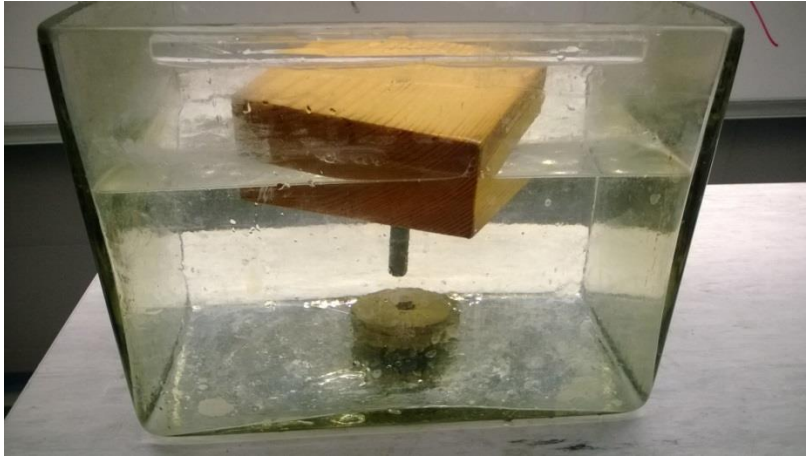
b) merjenje sile vzgona, dva valja z različno gostoto - vzmetna tehtnica/dinamometer



c) ladjica/lesena kocka se prevrne, ker je lega težišča nad prijemališčem sile vzgona (spodnja slika)

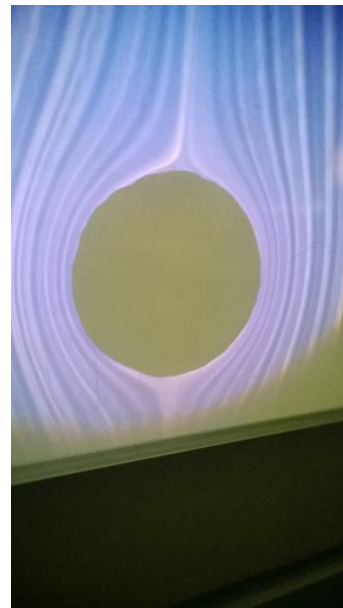
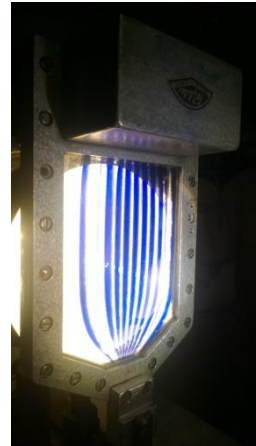
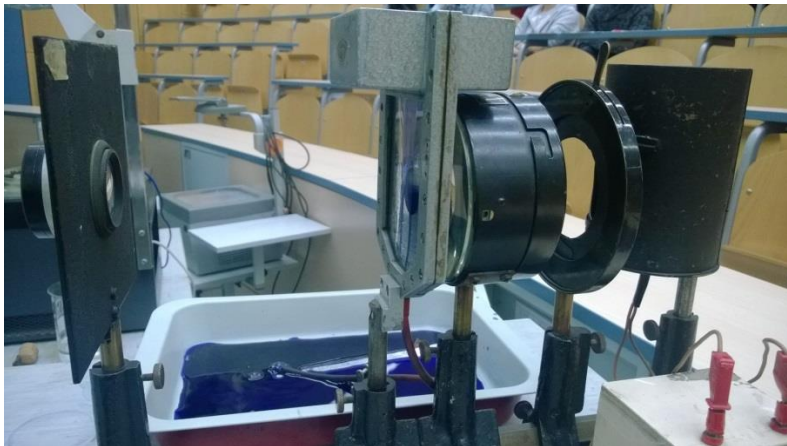


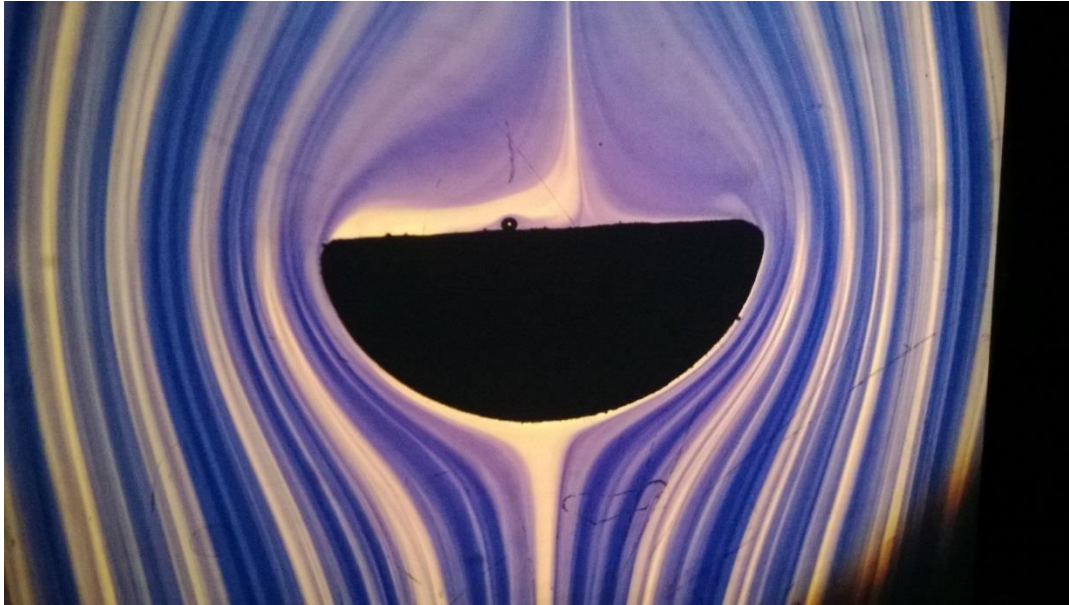




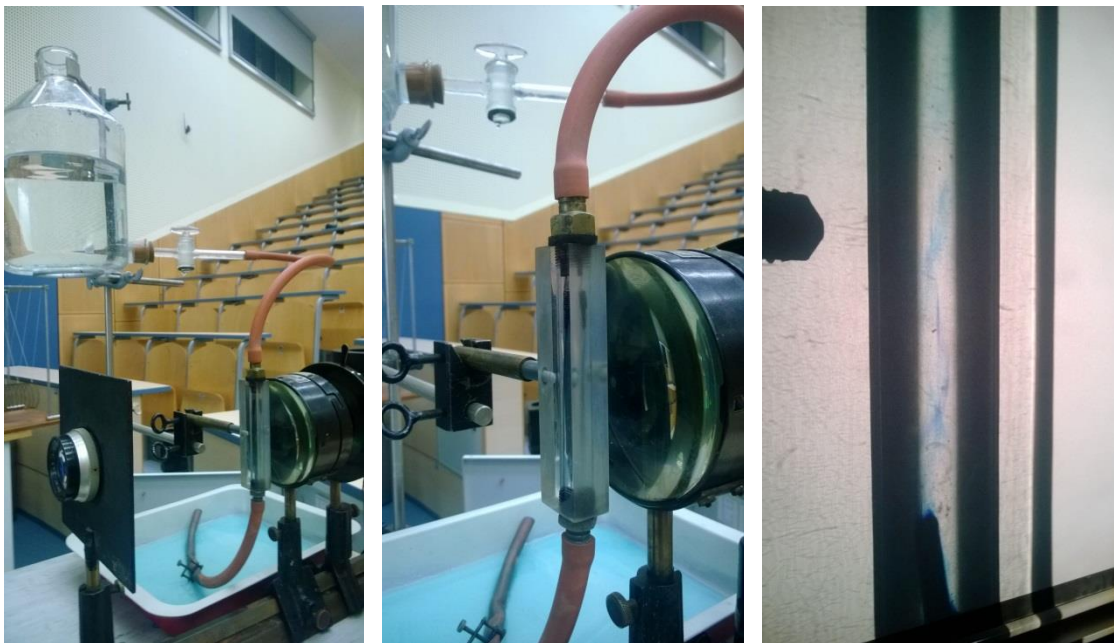
## 10. HIDRODINAMIKA

### 1. POHLOV APARAT - tokovnice (brez ovire in z okroglo/krožno oviro)



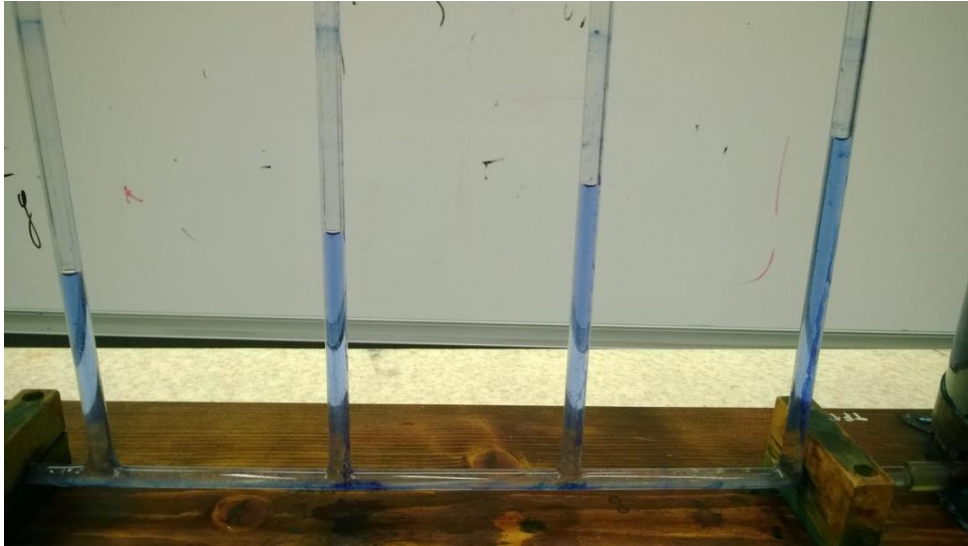


## 2. TURBULENTNI TOK PO CEVI – projekcija

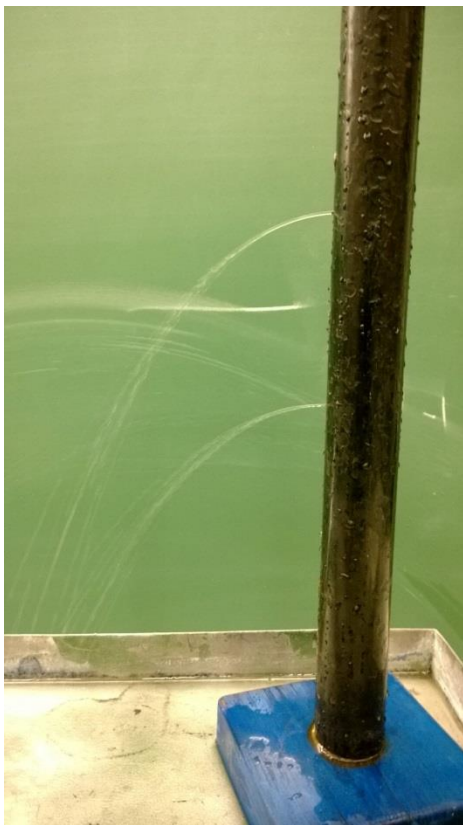


## 3. BERNOULLIJEVA ENAČBA

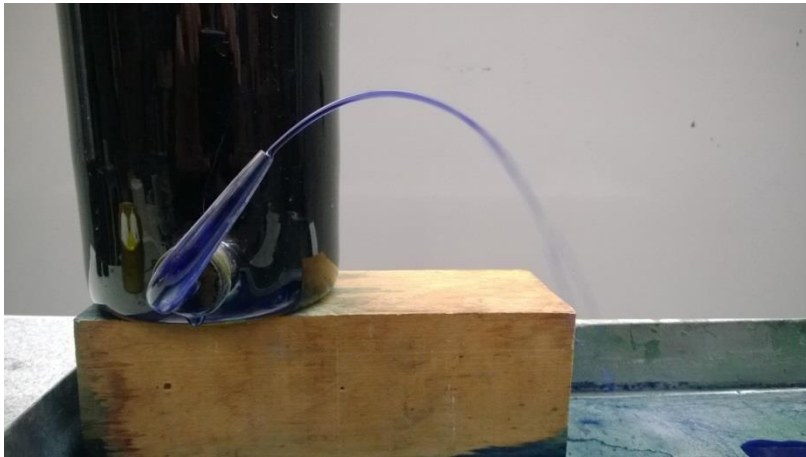
a) steklena cev z manometerskimi cevkami - rezultat poskusa kaže neprimernost Bernoullijeve enačbe za opis prikazanega pojava



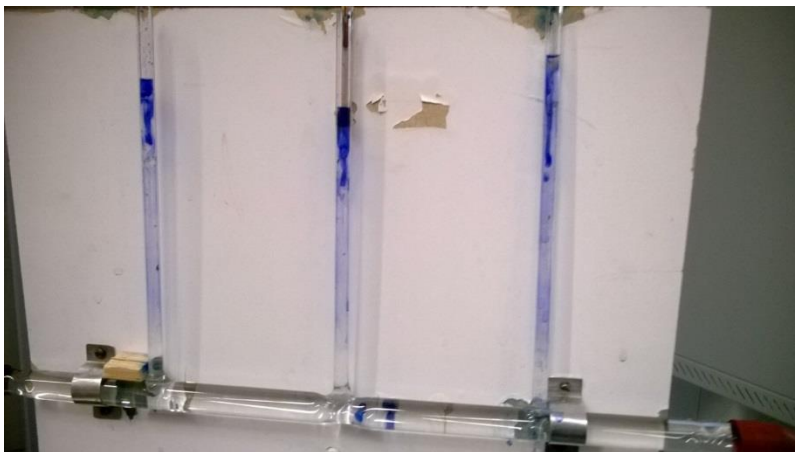
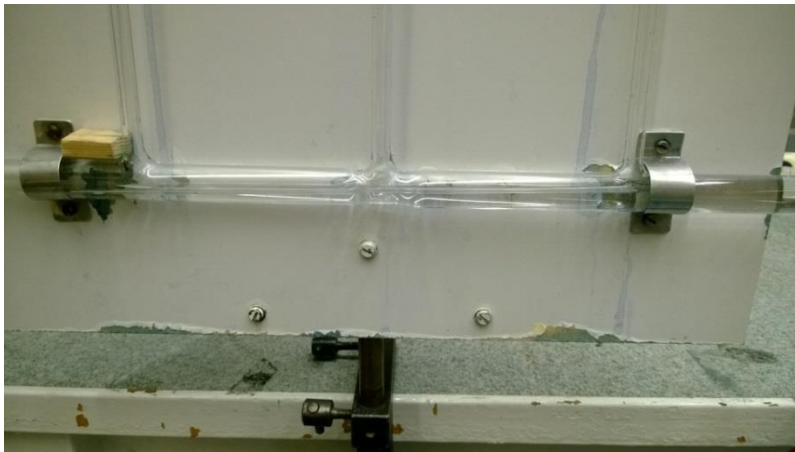
b) iztok iz posode ali pipe  
-iz kovinskega valja z luknjicami



-z dna posode skozi cevko, ki je obrnjena pod kotom glede na vodoravnico



c) Venturijeva cev - zoženje cevi



d) vakuumska črpalka na vodni curek – pokaže in izmeri tlak



e) lij in papirnati stožec



#### 4. VODNI TOK OKROG PROFILOV - vodoravno korito za projekcijo toka okrog različnih profilov - likopodij

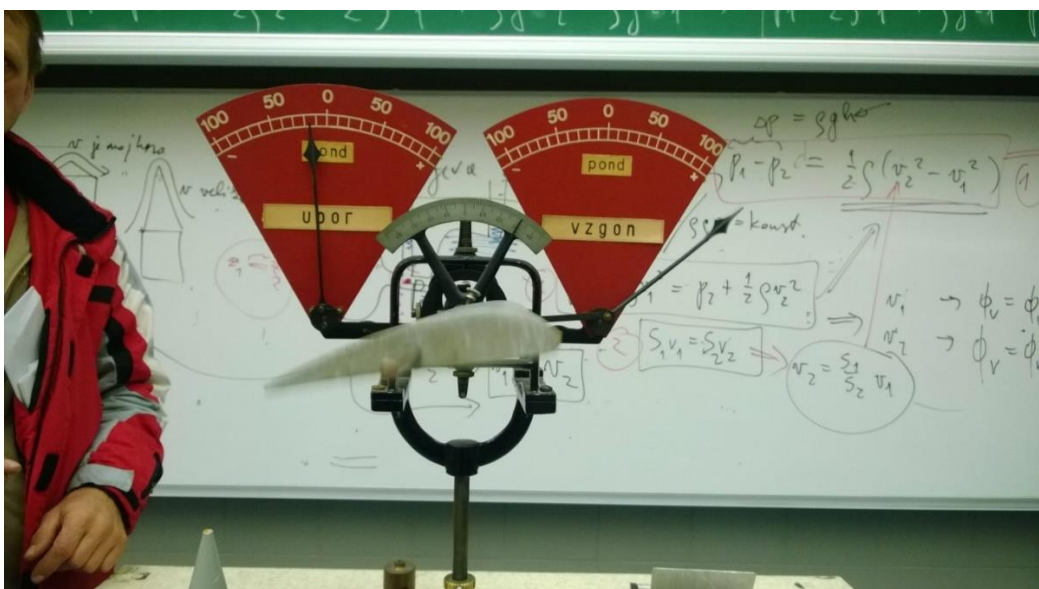
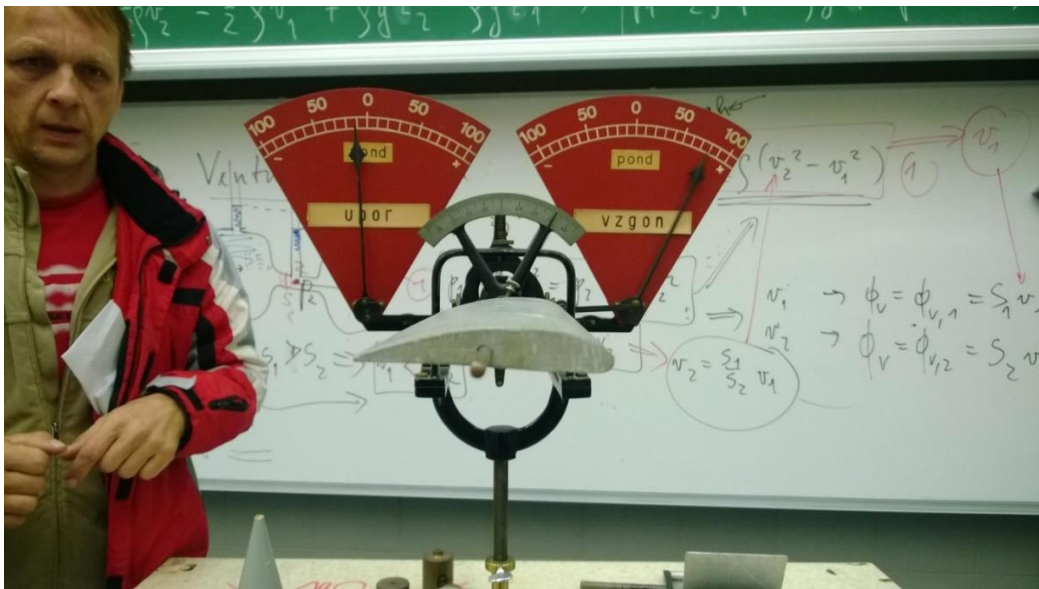


#### 5. VETROVNIK

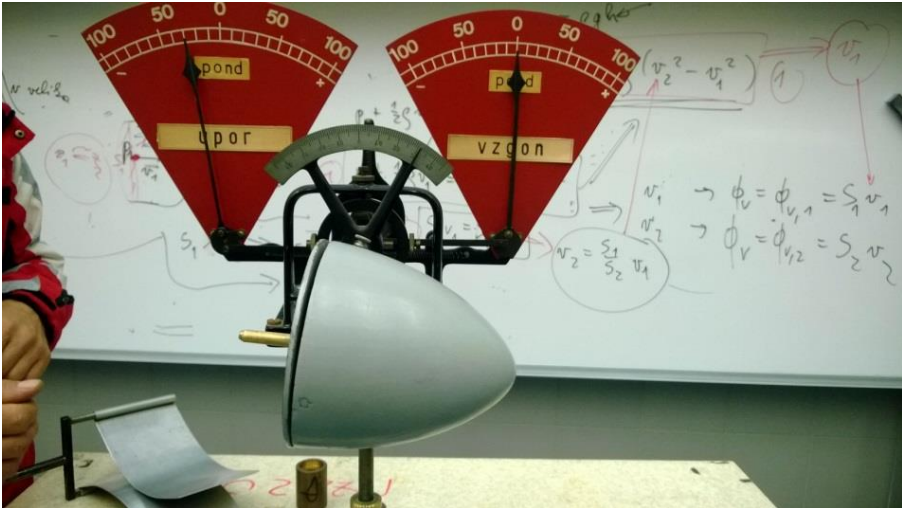
a) merjenje sile upora in dinamičnega vzgona (modeli teles različnih oblik, letalsko krilo, različni koeficienti upora)



# LETALSKO KRILO (vpliv nagiba krila na dinamični vzgon)



RIBJA OBLIKA in njeni sestavni deli (različne sile upora)





## OKROGLA PLOŠČICA



b) žoga lebdi na zračnem curku



c) dve loputi iz aluminija v zračnem curku (na sliki loputi nista v zračnem curku)

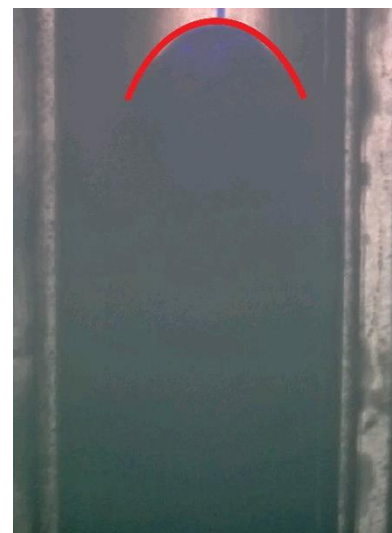


d) Magnusov efekt - gibajoči se papirnati valj pade z roba nagnjene plošče, deščica

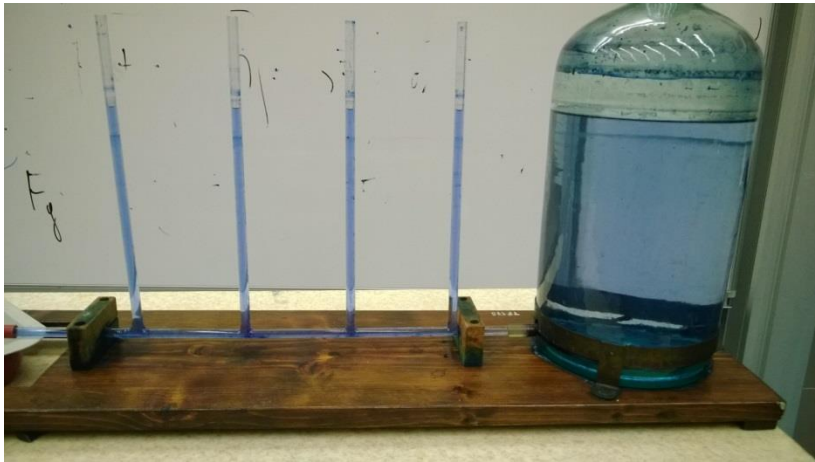


## 6. POISEUILLE-HAGENOV ZAKON

-paraboličen profil hitrosti v cevi - s črnilom obarvani glicerini na vrhu stolpca brezbarvnega glicerina, ki odteka navzdol (projekcija na tablo)



-iztok iz posode skozi stekleno cevko, kjer se meri spremeljiv tlak vzdolž cevi



-različen tlak pod prvo in zadnjo vertikalno cevko Venturijeve cevi



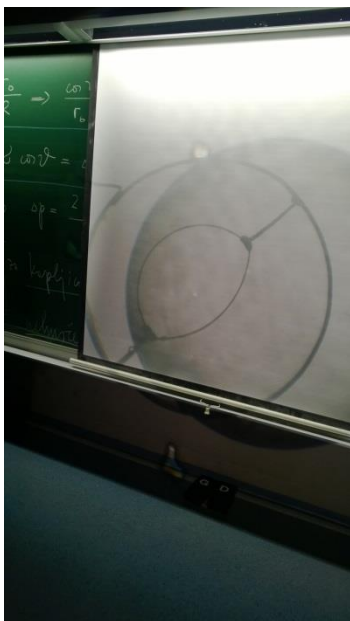
# 11. POVRŠINSKA NAPETOST

## 1. POVRŠINSKA NAPETOST

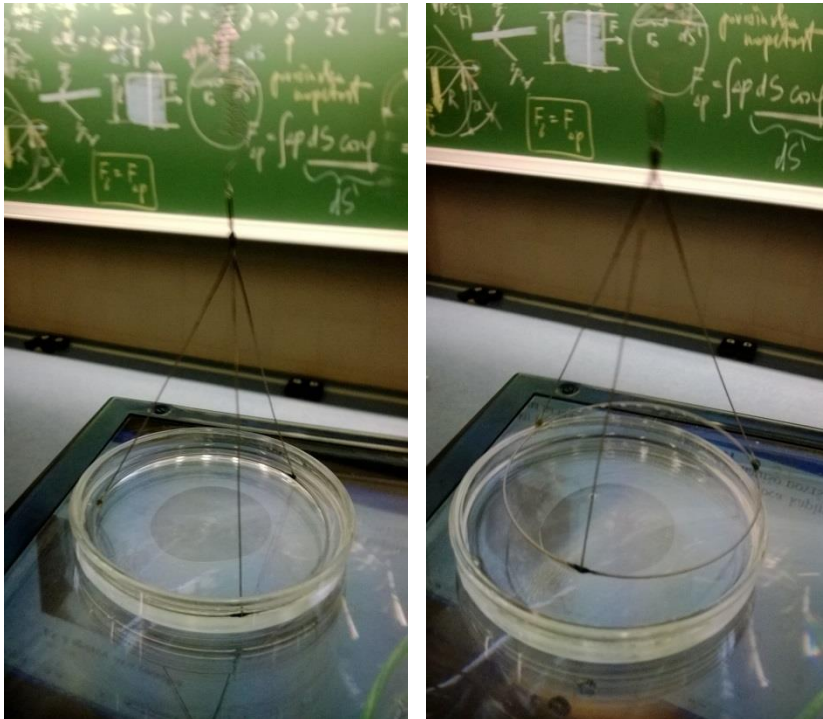
a) okvir z gibljivo prečko



b) okrogla zanka z zanko iz sukanca v sredi

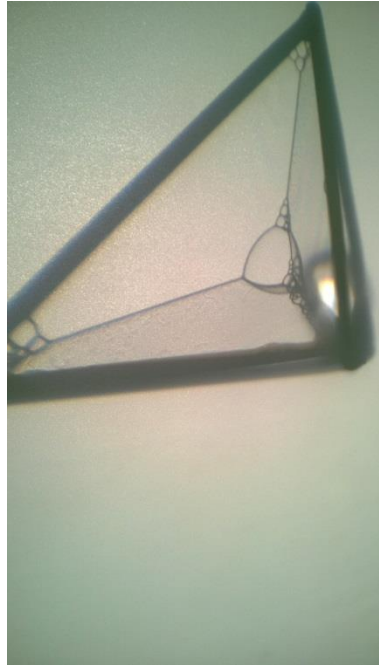
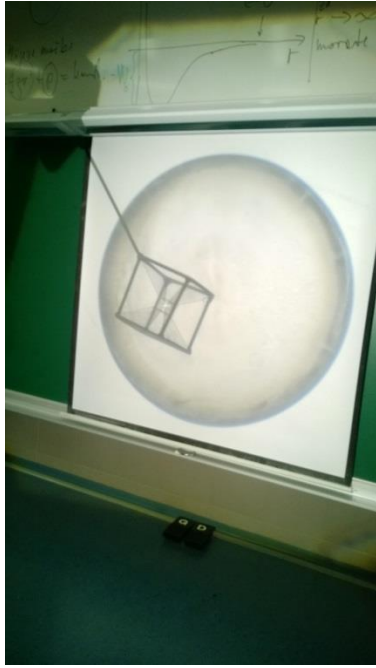
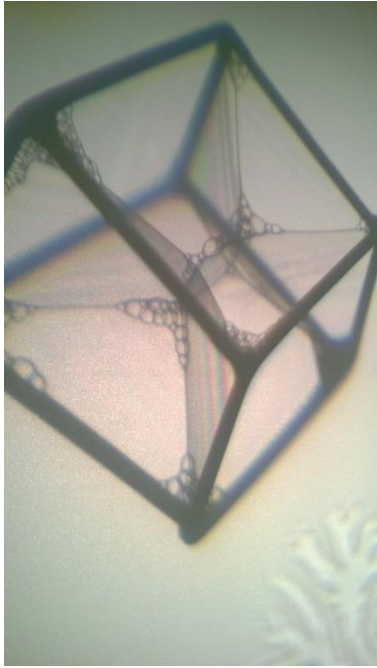


c) velika okrogla zanka z vzmetno tehtnico



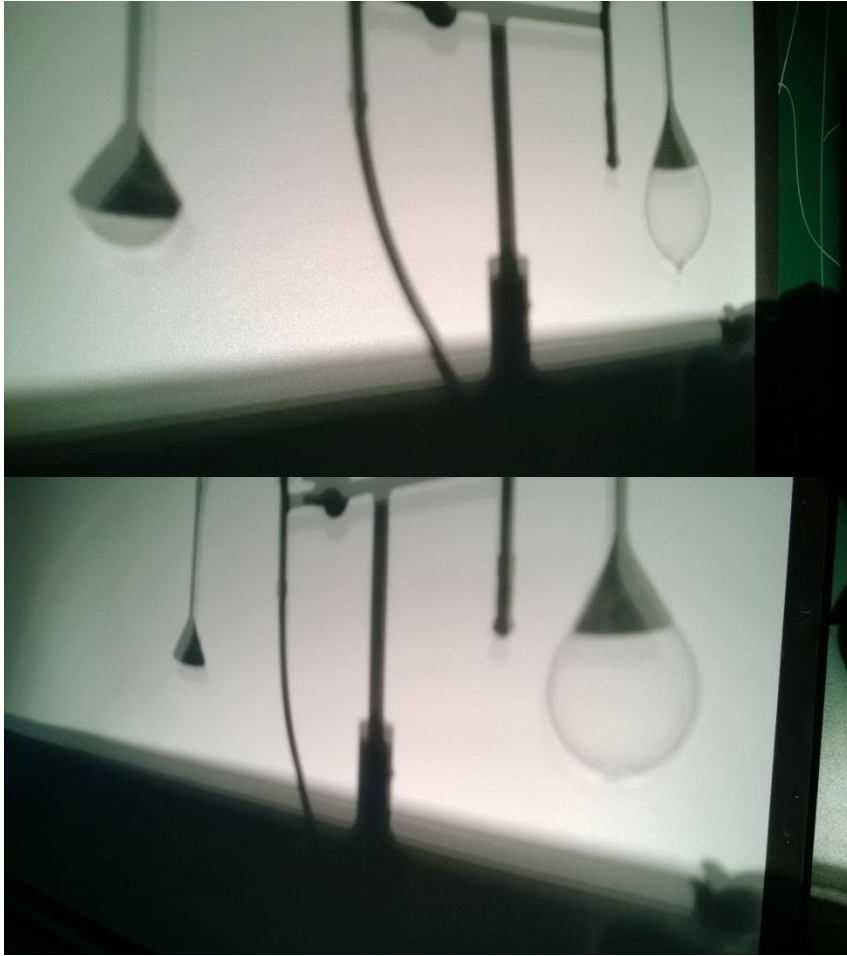
2. PLATEAU-jeve PLOSKVE - minimalna površinska energija (grafoskop)



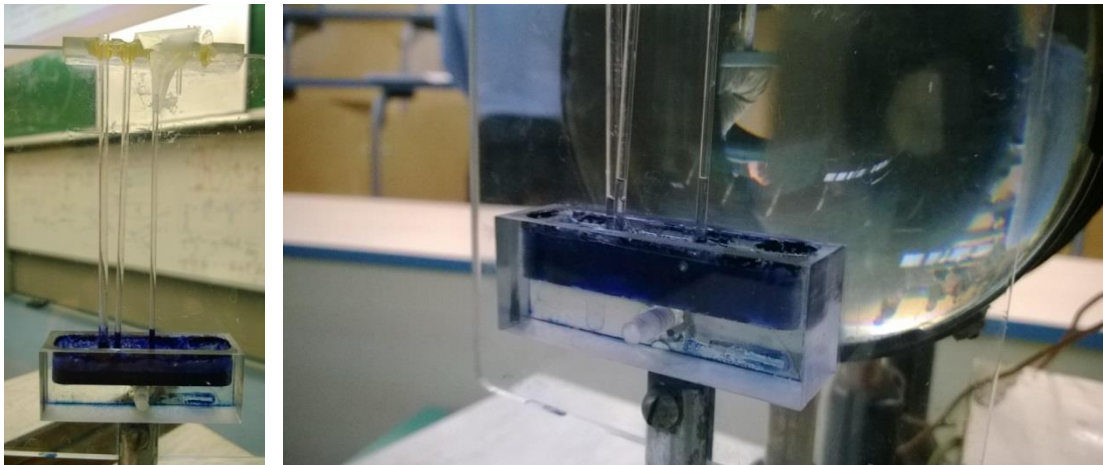


### 3. RAZLIKA TLAKOV V VELIKEM IN MAJHNEM MEHURČKU (Laplace-ova enačba)





#### 4. KAPILARNI DVIG V KAPLJEVINI - projekcija na tablo

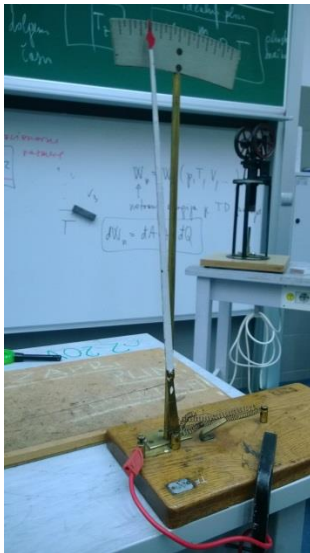




5. FILM - POVRŠINSKA NAPETOST - DRSALCI

## 12. TERMODINAMIKA - osnove

1. TEMPERATURNO RAZTEZANJE ŽICE – žico segrejemo z električnim tokom





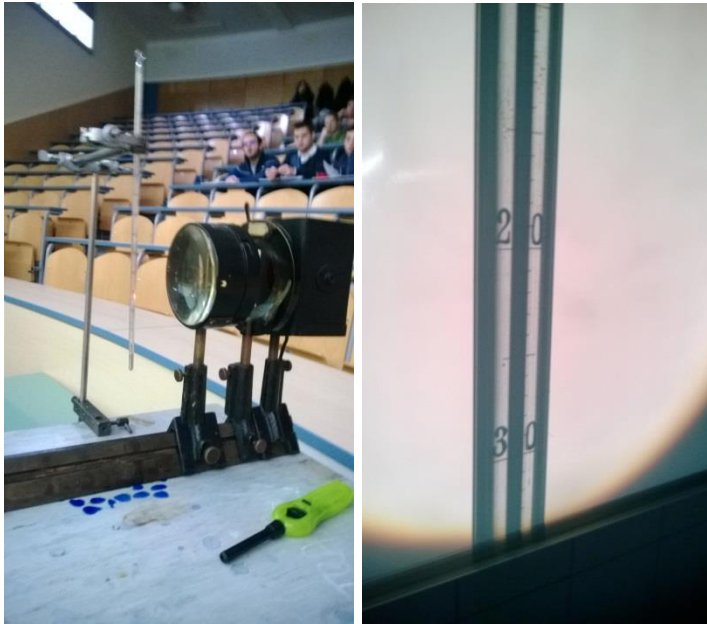
## 2. KOVINSKA KROGLICA SE PRI GRETJU POVEČA - (kroglica, obroč, plinski gorilnik)



## 3. BIMETAL



4. ŽIVOSREBRNI PROJEKCIJSKI TERMOMETER - ko ga oplaziš s plamenom, se Hg stolpec najprej zniža zaradi raztezka stekla



5. MERJENJE TEMPARATURE S TERMOELEMENTOM

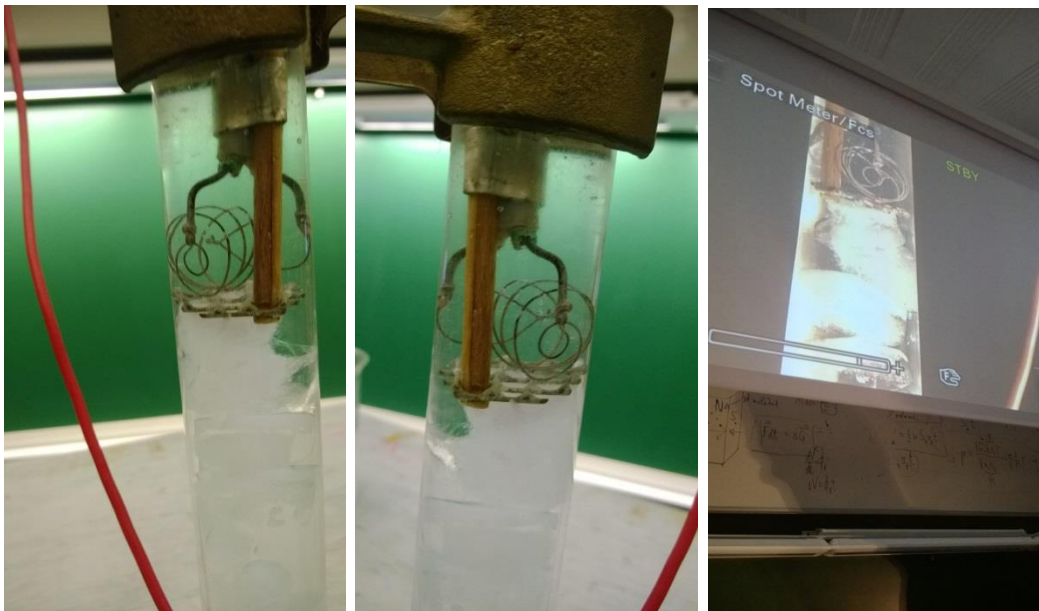
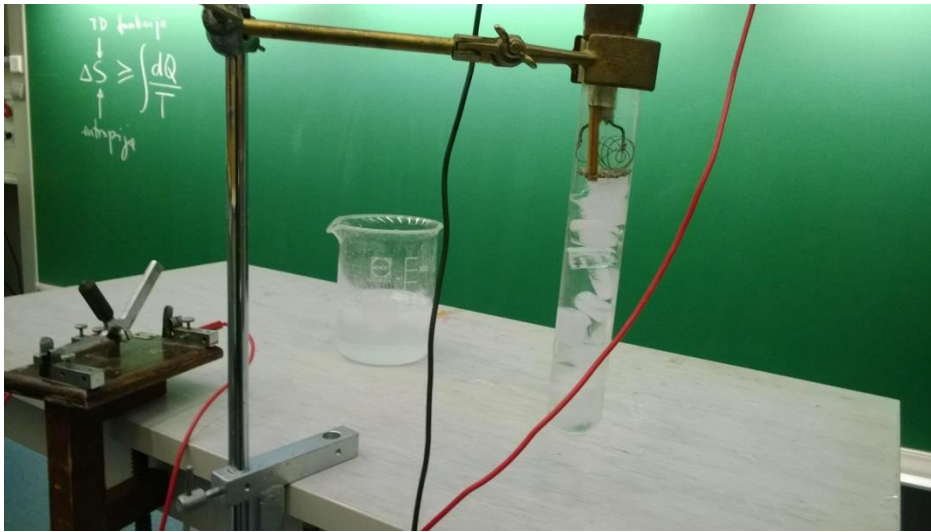
6. UPORNI TERMOMETER

7. TOPLOTNA PREVODNOST

a) kovin - kvalitativna primerjava preko dolžin plamenčkov (eter)

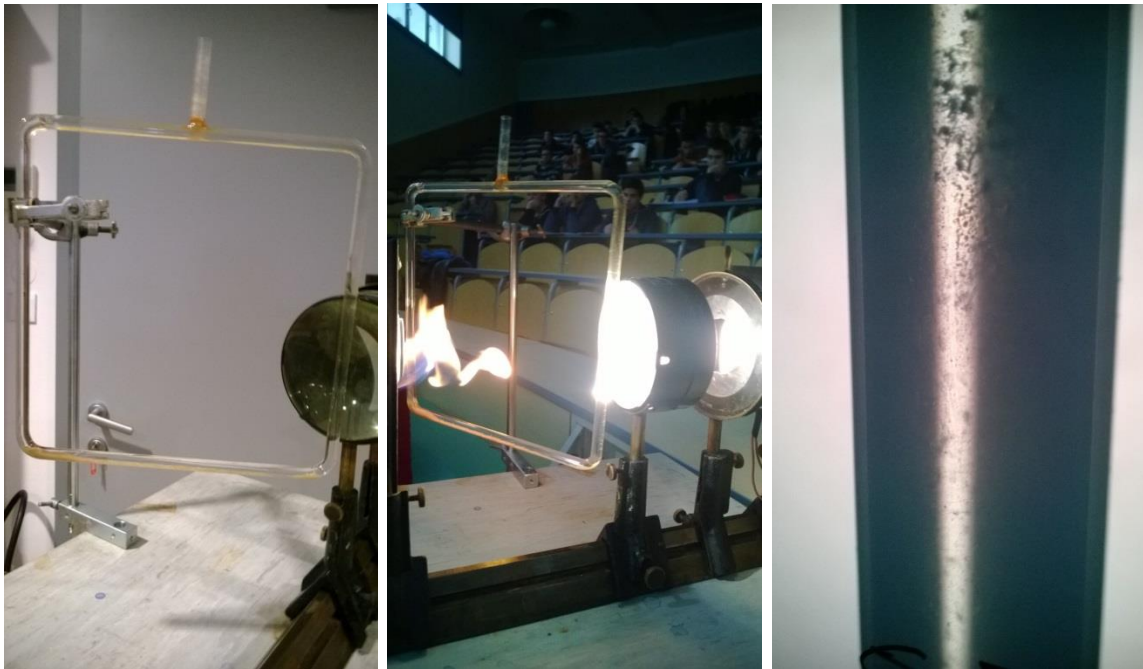


b) vode (prevajanje in konvekcija; voda vre na ledom)



c) plinov

## 8. KONVEKCIJA - model centralne kurjave



## 9. MAGDEBURŠKI POLKROGLI (Otto von Guericke)

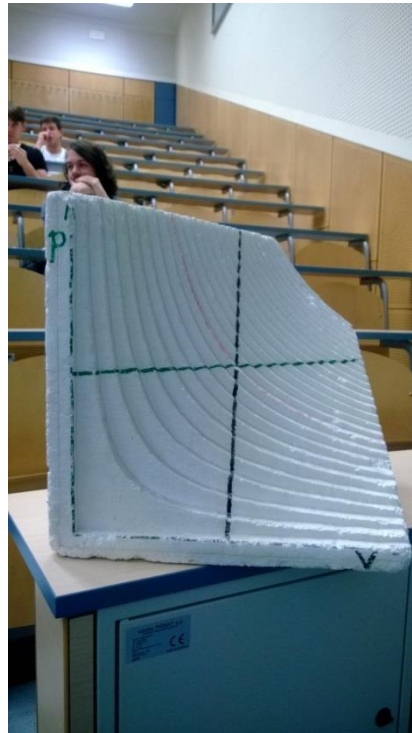
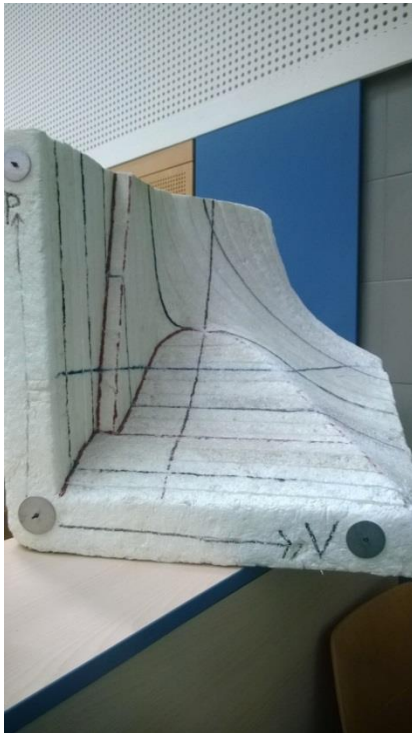




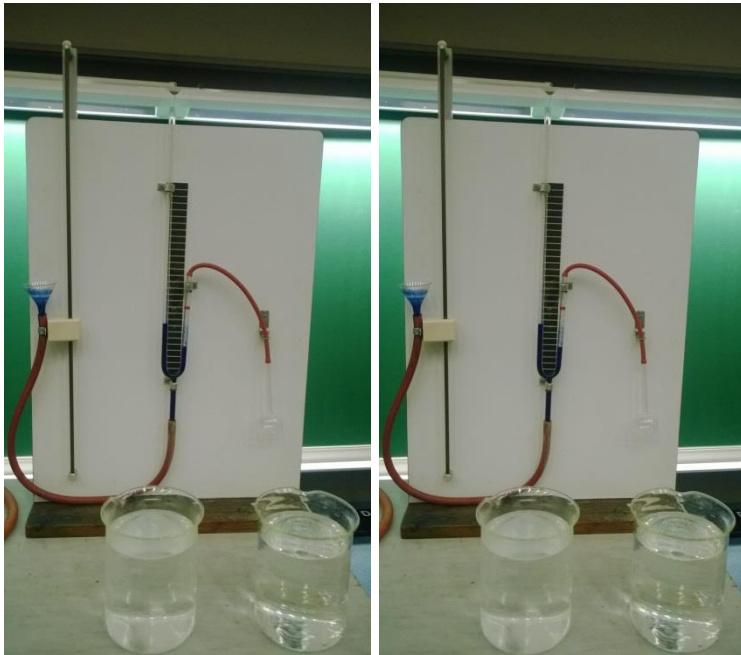
10. TORRICELLIJEV POSKUS (1 meter dolga steklena cev)

## 13. TERMODINAMIKA – fazni diagrami in fazni prehodi

1. FAZNI DIAGRAM - 2 modela iz stiropora



## 2. PLINSKI TERMOMETER



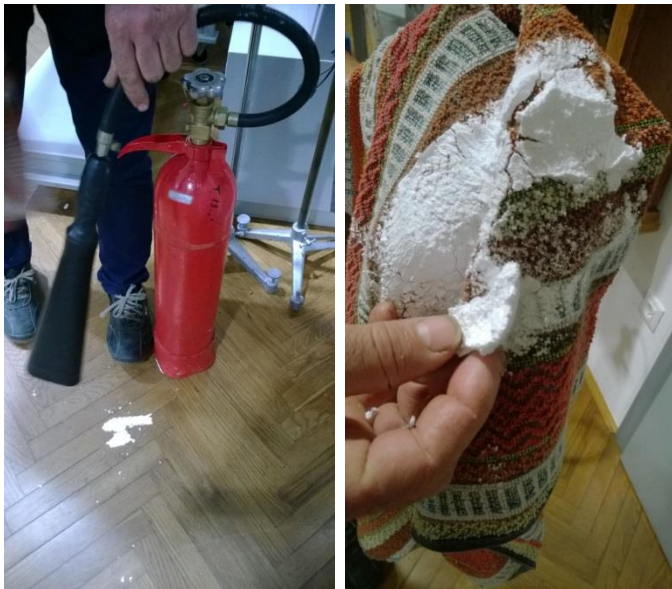
## 3. VRENJE VODE POD ZNIŽANIM TLAKOM - grejemo evakuiramo (vodna vakuumska črpalka) bučo vode



4. NASTANEK MEGLE - kondenzacijska jedra (dim vžigalice) potegnemo v bučo s podtlakom v posodi, nato izdihnemo v posodo - v izdihnjem zraku je tudi voda, ki se kondenzira v buči na kondenzacijskih jedrih



5. ADIABATNO ZNIŽANJE TEMPERATURE DO LEDIŠČA ZARADI RAZPENJANJA (gasilni aparat)

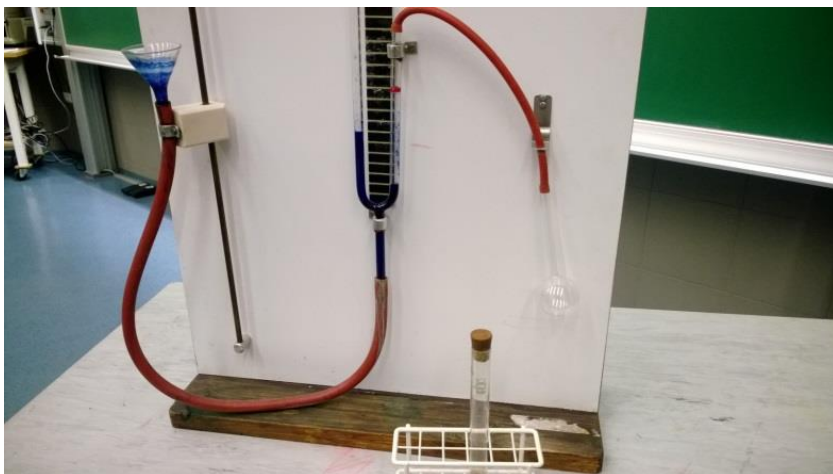


6. PODHLADITEV IN STRJEVANJE NATRIJEVEGA TIOSULFATA

## 7. PRIMERJAVA SPECIFIČNIH TOPILOT Cu in Pb (termoskop)



## 8. IZPARILNA TOPLOTA - eter polijemo na bučko plinskega termometra





## 14. KINETIČNA TEORIJA PLINOV

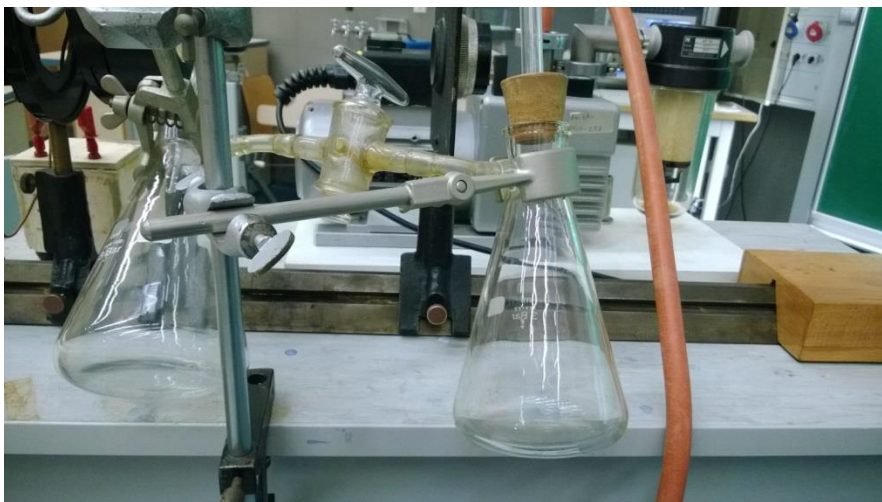
1. SISTEM MAJHNIH GIBAJOČIH SE KROGLIC V POSODI - Maxwell-ova porazdelitev po velikosti hitrosti)



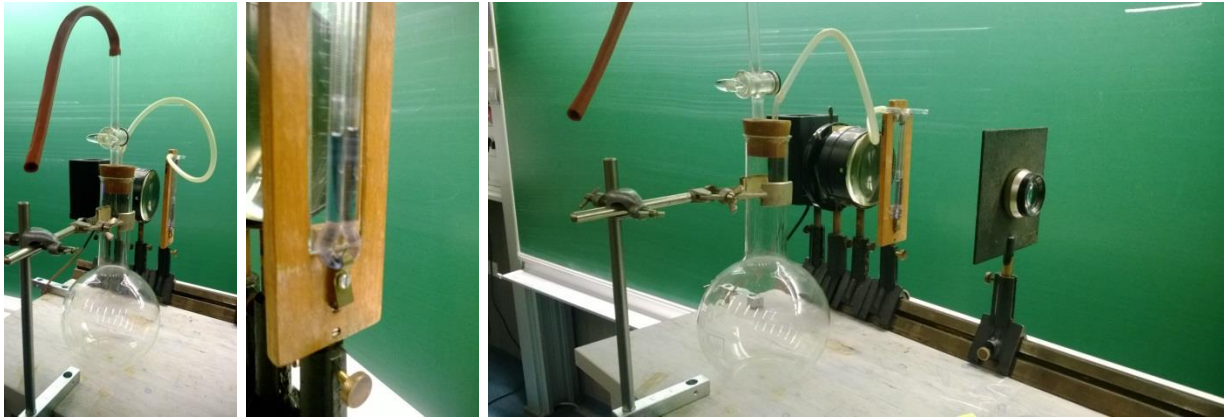
## 2. MODEL DVOATOMNE, TRIATOMNE IN VEČATOMNE MOLEKULE



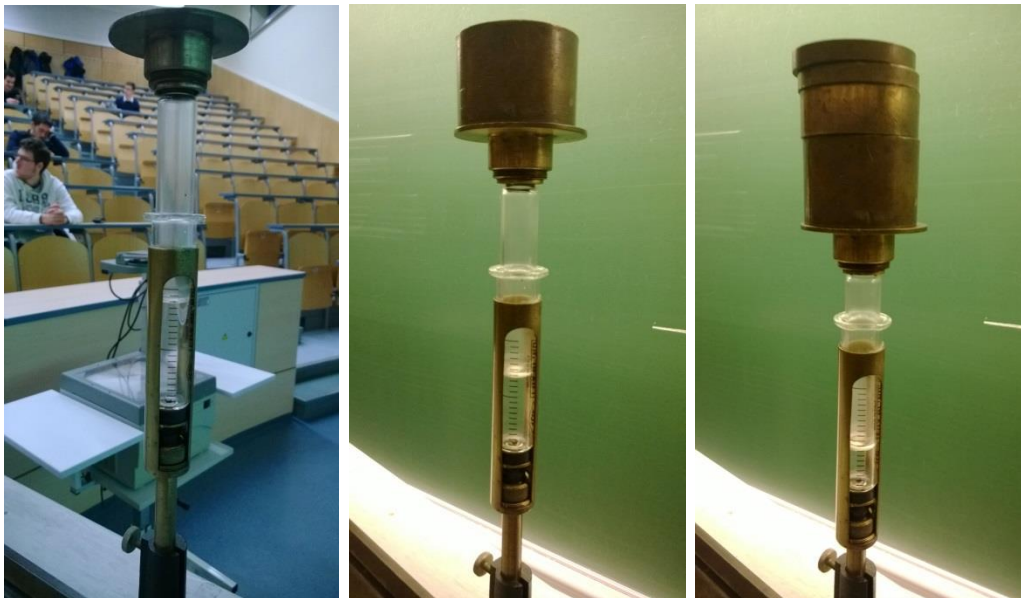
## 3. HIRNOV POSKUS



4. CLEMENT-DESORMESOV POSKUS - določitev razmerja specifičnih toplot (buča, manometer)



5. PLINSKA ENAČBA: Boylov zakon - injekcijska menzura z batom, uteži

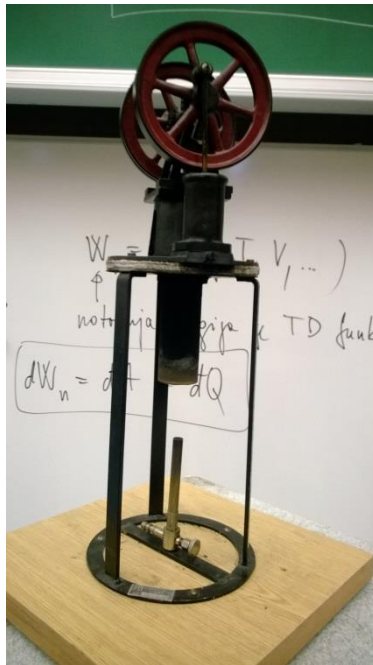
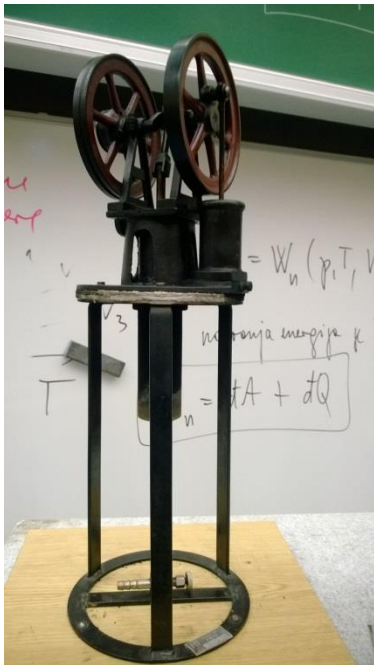


## 15. TOPLOTNI STROJI, ENTROPIJA

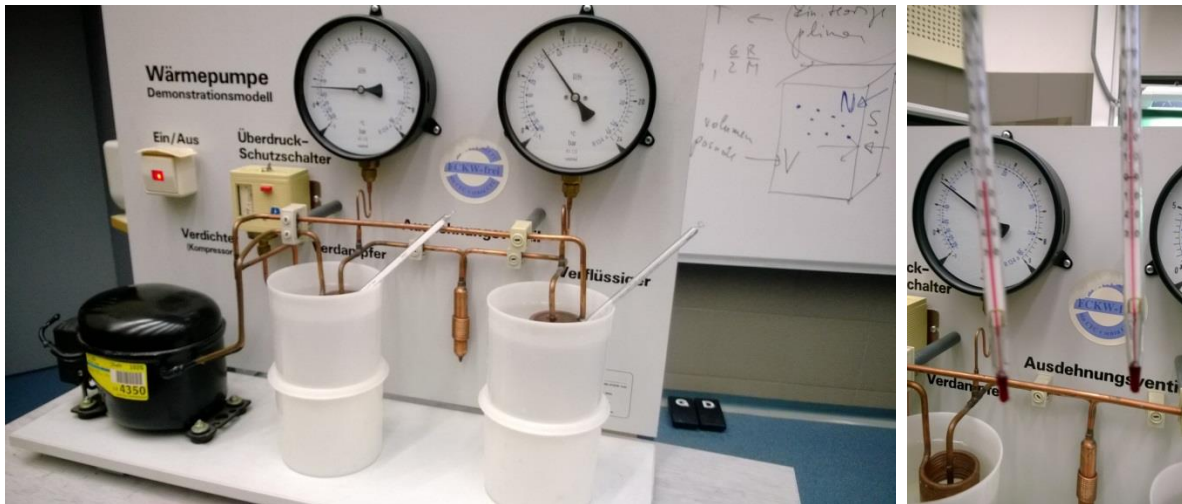
1. KOLO OD BIKIKLA - PREPOST PRIMER TOPLOTNEGA STROJA - s plamenom grejemo del kolesa



2. STROJ NA SEGRET ZRAK



### 3. TOPLOTNA ČRPALKA



## 16. MEHANSKO VALOVANJE, ZVOK

### 1. KROŽNO IN RAVNO VALOVANJE -valovna kad



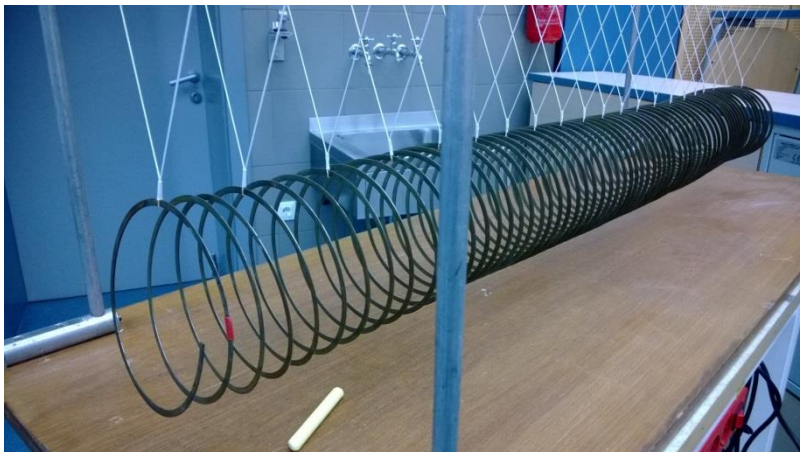
### 2. INTERFERENCA IN HUYGENSOVO NAČELO NA VODNO GLADINI - ena reža, dve reži (valovna kad)



### 3. TRANSVERZALNO VALOVANJE - napeta gumijasta cev, vodoravne gibljive prečke



### 4. LONGITUDINALNO VALOVANJE - vodoravno obešena vijačna vzmet, napeta vijačna vzmet





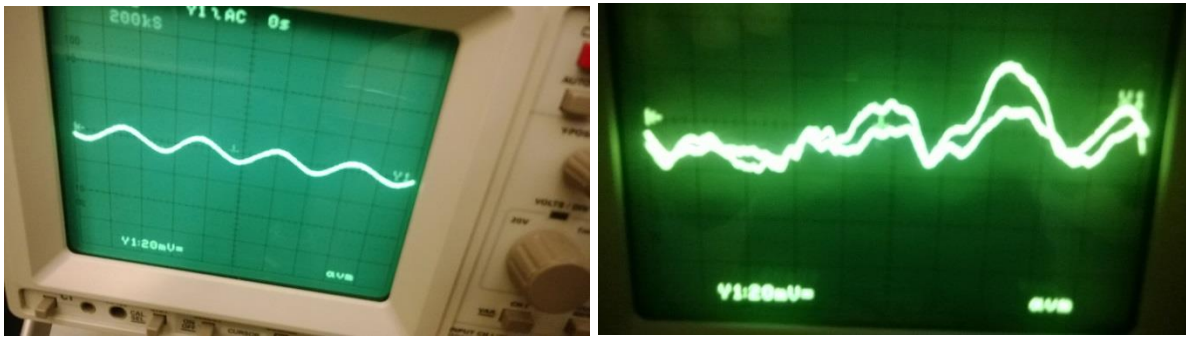
5. SINUSNA VALOVANJA - senčne projekcije žičnih modelov

6. LONGITUDINALNO STOJEČE VALOVANJE - vzmet vzbujaemo z elektromagnetnim prekinjalom, projekcija

7. V VAKUMU NI ZVOKA - zvočilo pod evakuiranim poveznikom



8. SLIKE ZVOKOV NA OSCILOSKOPU - mikrofoni, osciloskop



9. ŠIRJENJE ZVOKA PO MEDENINASTI PALICI - hitrost potovanja motnje (slika signala na osciloskopu)

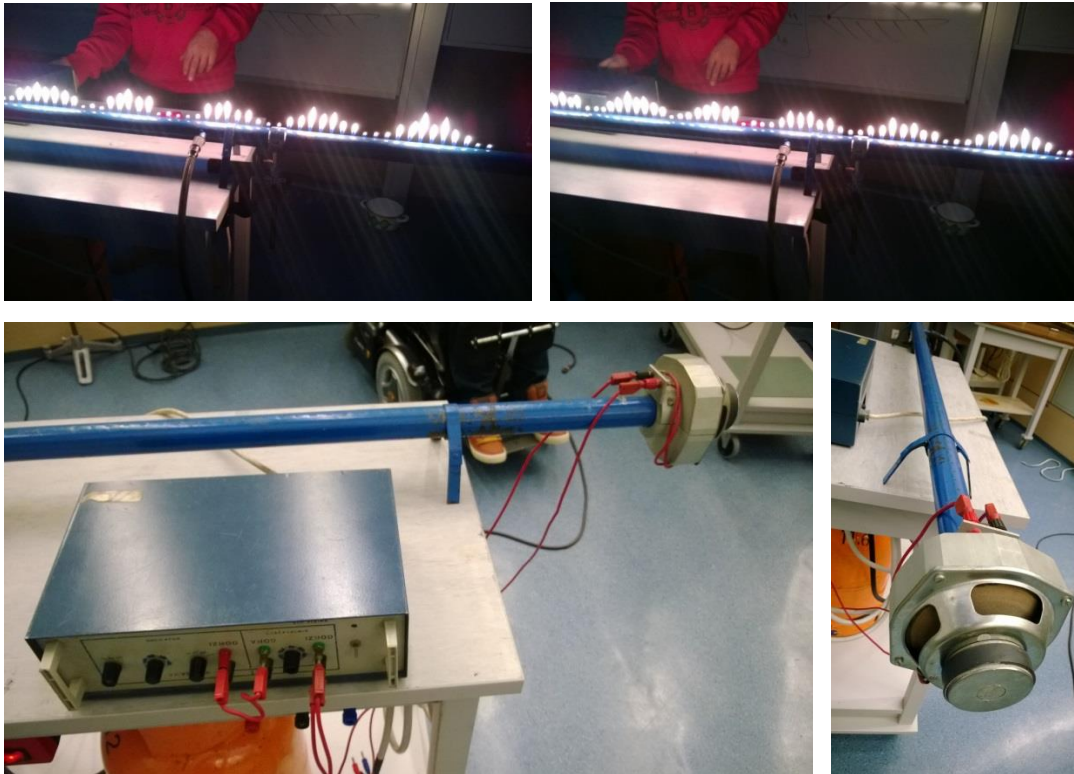


10. MERJENJE VALOVNE DOLŽINE IN HITROSTI ZVOKA V ZRAKU - RC generator, zvočnik, dva mikrofona, osciloskop



## 11. STOJEČE VALOVANJE PRI ZVOKU

### a) Kundtova cev s plinskimi plamenčki

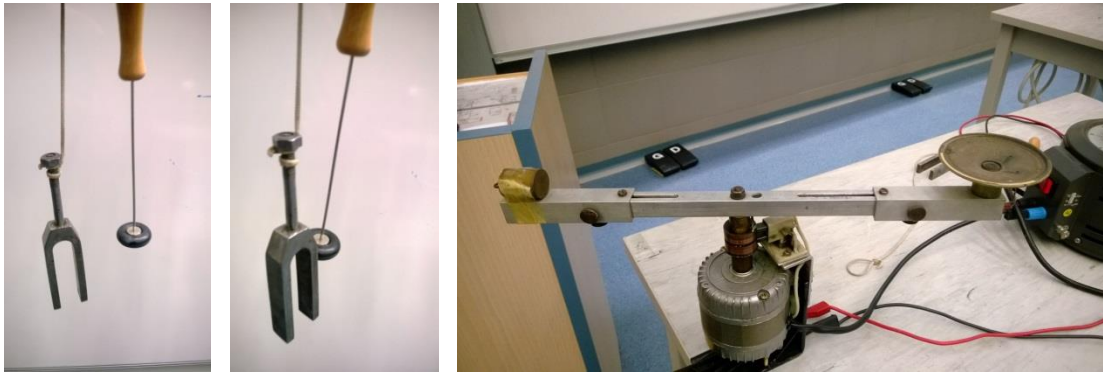


### b) vozli in hrbti zvoka med zvočnikom in tablo -mikrofon

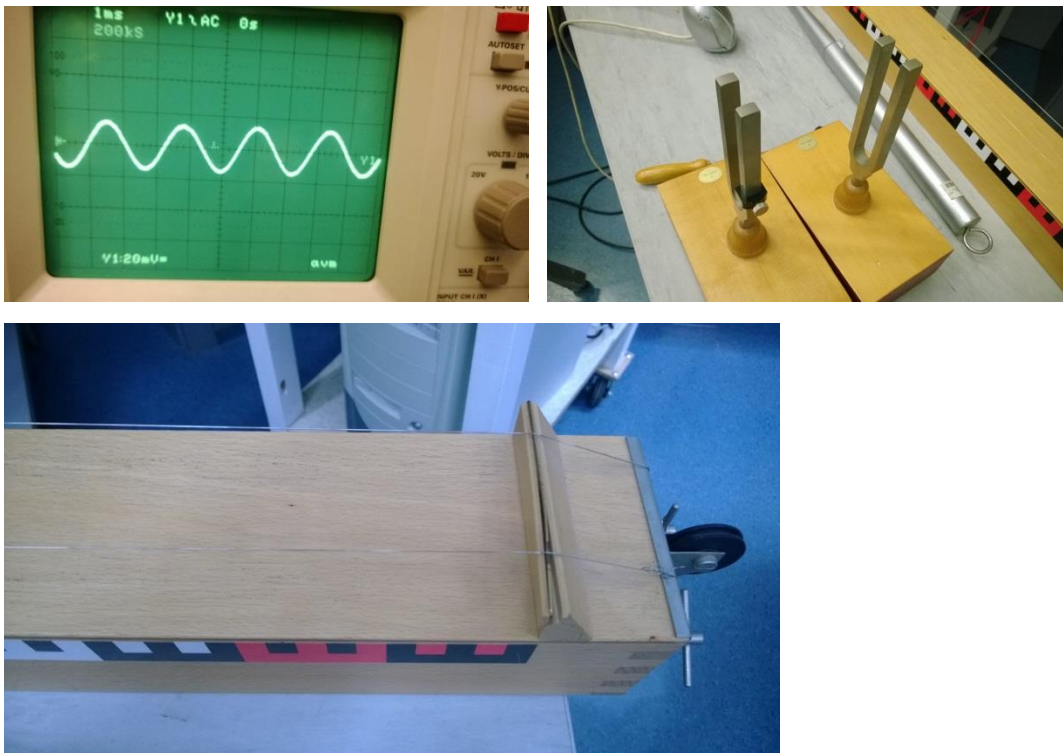
## 12. INTERFERENCA ZVOKA - dva zvočnika oddajata v prostor predavalnice



### 13. DOPPLERJEV POJAV - glabene vilice se vrtijo, sirena



### 14. ZVOČILA IN LASTNA NIHANJA - glasbene vilice, piščali, strune, plošče, opne, hladnijeve plošče + mivka



### 15. RESONANCA ZVOČIL - dvoje glasbenih vilic, osciloskop

## 16. OPNA KOT ODDAJNIK IN SPREJEMNIK ZVOKA - dva okrogla okvirja z opnama

