

# *KONCEPTUALNO RAZUMIJEVANJE*

Branka Milotić

Odjel za fiziku Sveučilišta u Rijeci

Stručni skup za učitelje i nastavnike fizike Primorsko-goranske,

Ličko-senjske i Istarske županije (25. - 26. veljače 2015.)



4 potporna za obrazovanje u 21. st.:

*stjecanje znanja - učiti **UČITI***

*stjecanje vještine – učiti **RADITI***

*učiti **ŽIVJETI** (zajedno)*

*učiti **BITI** ("netko" i "nešto")*

---

# Naučiti učiti!

---

Za stjecanje znanja potrebna je i nužna **kultura učenja**

- **kultura učenja** primjenjuje se u **samoobrazovanju**
- **kulturu učenja** daje **formalno učenje**

➤ **neformalno i informalno učenje**

---

# Gustav Šindler, *O uspješnom učenju fizike*

---

- **istodobnost** poučavanja i učenja  
(načelo simultanosti primanja i prerađivanja informacija)
  - učenje je jedinstven i cjelovit **proces**:  
nastavni sadržaji se odmah na nastavnom satu **prerađuju, primjenjuju i provjeravaju** (ishodi poučavanja)
  - stečeni pojmovi kasnije **sazrijevaju, dograđuju se i produbljuju**
  - znanje postaje **trajnim vlasništvom, osnovom i sredstvom rješavanja novih problema** (učenička postignuća)
-

# Traže se novi načini poučavanja i učenja

---

“Neke stvari nećemo napraviti dok ih ne razumijemo,  
a neke nećemo razumjeti dok ih ne napravimo”

---

# Ideje o prirodi su jednostavne

---

Prirodne zakonitosti su **elegantne** – mogu se precizno opisati matematički

- ❑ ponekad se u nastavi fizike pretjeruje s primjenom matematičkog aparata
  - ❑ nastava iz fizike – predavanja iz primijenjene matematike???
  - ❑ takvoj nastavi nedostaje ono bitno – dobar osjećaj **za koncept, za ideju, za suštinu**
-

# Odnos matematike i fizike

---

- fiziku najprije treba razumjeti konceptualno
  - nakon toga se primjeri i zakonitosti fizike mogu koristiti kao osnova za primjenu matematike
-

# KONCEPTUALNA FIZIKA

---

- razvijanje ideja o pojavama i fizičkim pojmovima
- razumijevanje fizičkih zakonitosti
- stvaranje koncepata
- konstruiranje, organiziranje i povezivanje znanja u cjelovitu sliku

# Koncepti u fizici

- sustavi ideja kojima se više pojmova povezuje u jedinstvenu cjelinu s ciljem razumijevanja neke prirodne pojave

# "Besmrtnost" problema neznanja

---

- problem usvajanja i neprihvatanja i znanstvenih koncepata

Prethodnice koncepata:

- čovjekove intuitivne ideje ili predkoncepti (miskonceptije, alternativne ideje)
  - duboko ukorijenjeni u čovjekovo razmišljanje
-

# Vloga intuicije/podsvijesti



□ *“zdrav razum”, mašta, kreativnost,...*

Nobelovac dr. James Watson (za otkriće strukture DNK), kaže:  
*“Intuicija nije nikakva mistična pojava. To su činjenice usadene duboko u mozgu, prirođeni smisao za razumijevanje funkcioniranja svijeta. Intuicija je oblik logike.”*

U studiji objavljenoj u britanskom časopisu Journal of Psychology profesor Gerard Hodgkinson sa Sveučilišta u Leedsu piše: ...

*“U intuitivnom pristupu mozak spaja iskustva iz prošlosti sa sitnim vanjskim signalima u naletu logičkog mišljenja kako bi donio odluku na nesvjesnoj razini.”*

# Problem *miskoncepcija* – problem razumijevanja temeljnih fizikalnih ideja

---

- ❑ nastaju kao rezultat potrebe tumačenja pojava iz svakodnevnog života
  - ❑ neke su vrlo slične idejama u povijesti fizike (npr. Aristotelova teorija gibanja)
  - ❑ u nekim stupnjevima razvoja fizike bile su prihvaćene su kao valjane
-

# Kako nastaju miskoncepcije?

---

- ❑ tijekom formalnog učenja fizike – kao mješavina intuitivnih i fizikalnih ideja
  - ❑ danas se taj termin često koristi za sve ideje koje nisu u skladu s fizikalnim idejama
  - ❑ uzrok “privlačnosti” i trajnosti miskoncepcija – njihova jednostavnost i intuitivna razumljivost
-

# Zašto su **fizikalne ideje** manje “privlačne”?

---

Neke od temeljnih fizikalnih ideja posve su kontraintuitivne (npr. 2. Newtonov zakon)

- ☐ često se čine nerazumljivima – ako su prezentirane kao gotove činjenice
  - ☐ teško se usvajaju
  - ☐ brzo se vraćaju prijašnjim idejama
-

# Najvažniji rezultati edukacijskih istraživanja u fizici

Maja Planinić, Fizički odsjek PMF-a, Zagreb

---

- ❑ ukazuju na široku rasprostranjenost učeničkih predkonceptija
  - ❑ ukazuju na načine promjene predkonceptija
  - ❑ ukazuju na nisku učinkovitost predavačke nastave u razvijanju konceptualnog razumijevanja
  - ❑ ukazuju na bolju učinkovitost interaktivnih metoda
  - ❑ služe kao baza za razvoj novih nastavnih strategija
  - ❑ značajno podižu svijest fizičara i nastavnika fizike o nužnosti promjena unutar nastave fizike
-

# Interaktivne nastavne strategije:

---

- ❑ uključuju maksimalnu (mislonu) aktivnost učenika
  - ❑ uključuju značajnu uporabu računala i različitih interaktivnih programskih paketa
  - ❑ konstrukcija i dizajniranje fizikalnih koncepata
  - ❑ nastavnik potiče divergentno razmišljanje i vodi učenike prema zaključcima – konvergentno razmišljanje
-

# Evolucija koncepata u fizici

---

Tijekom učenja koncepti se:

- ☐ razvijaju
  - ☐ tek neznatno dopunjuju
  - ☐ uočavaju iz nove perspektive
  
  - ☐ ponekad moraju doživjeti drastične promjene  
(npr. Newtonovo poimanje sile)
-

# Kako miskoncepcije zamijeniti konceptima ?

---

Miskoncepcije su otporne i nije ih moguće zamijeniti tradicionalnim poučavanjem!

Postupci:

1. **prepoznati** miskoncepcije koje postoje
  2. **istražiti** miskoncepcije (kroz demonstracije i pitanja)
  3. tražiti od učenika da **objasne** svoje koncepte (miskoncepcije?)
  4. **raspraviti** o kontradiktornim konceptima uz pitanja, primjere i pokuse
-

- 
5. poticati raspravu, tražiti da učenici primijene svoje koncepte u konkretnim primjerima
  - 6) uvesti neku hipotetsku situaciju i pokus
  - 7) zamijeniti miskoncepte novim konceptima – postavljajući učenicima pitanja
  - 8) ponovno analizirati usvojenost novih koncepata postavljajući konceptualna pitanja
-

# Naučiti misliti ...

---

Ideje umjesto definicija!

---

---

Kako?

---

# Iz Nastavnog plana i programa:

---

- fizika je temeljna i tipična eksperimentalna znanost
  - pokus/eksperiment predlaže se kao središnja sastavnica nastave
  - od nastavnika se očekuje:
    - kreativnost u odabiru i pripremi pokusa
    - usmjeravanje i vođenje učenika u istraživanju prirode
-

# Ishod poučavanja uz pomoć pokusa

---

- ❑ miskoncepti se zamjenjuju konceptima
- ❑ razvija se potreba za traženjem odgovora na pitanja (u pitanju je pola odgovora!)
- ❑ potiče se entuzijazam i strast prema prirodnim znanostima
- ❑ potiče se znatiželja u najdubljem smislu

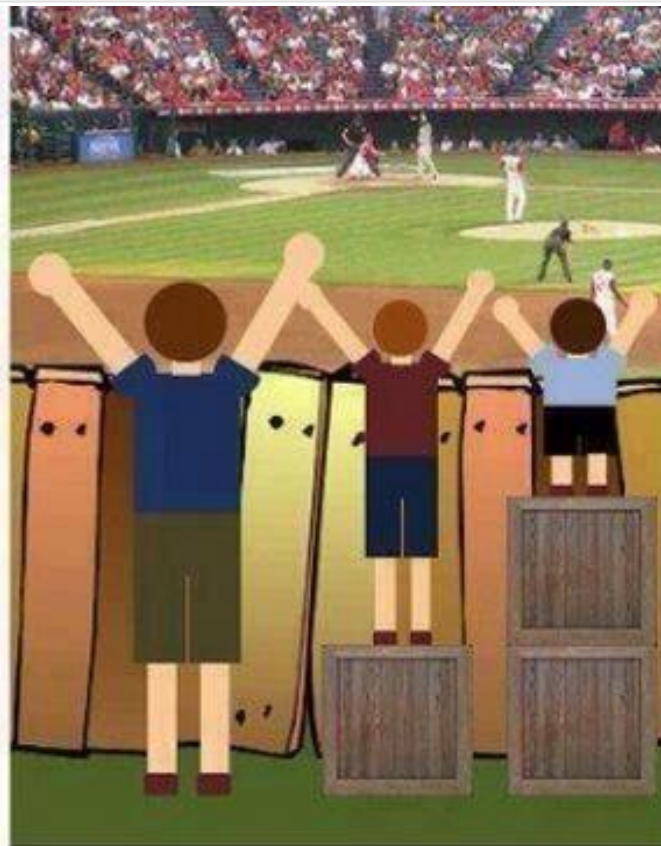
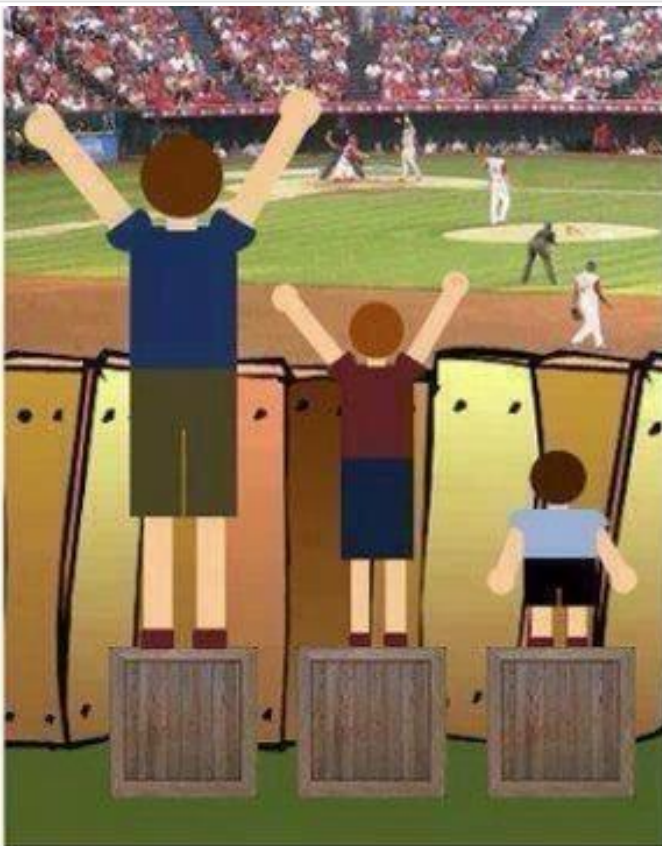
*Čovječji um nije posuda koju treba napuniti, nego vatra koju treba upaliti.*

(Plutarh, 1. st.)

---

Jedna veličina ne odgovara svima. Svi učenici nisu isti.

---



# RADIONICA

## Metodički pokusi

### *Mehanika u kuhinji*

*“Kuhinja je mjesto gdje sve počinje.”*

(Michio Kushi)

# FIZIČARI – MAĐIONIČARI?

---



Za razliku od mađioničara, koji svoje trikove skrivaju, fizičari ih uvijek otkrivaju. I upravo u tome uživaju!



## "Magični" grah



- ❑ *u posudu stavimo grah na koji položimo crnu kuglu*
- ❑ *posudu prekrijemo tkaninom i dobro je protresemo pokretima lijevo-desno*
- ❑ *otkrijemo posudu, a na grahu stoji bijela loptica iste veličine*

*Kako je to moguće? Je li to neki „magični“ grah?*

Ponovimo pokus bez pokrivala posude: bijelu lopticu zaguramo u grah, a crnu položimo na grah, protresemo posudu i pred očima se crna loptica „pretvori“ u bijelu.

Budući da su loptice jednakih veličina, možemo govoriti o različitim gustoćama bijele i crne loptice pa loptica manje gustoće „ispliva“.

---

# Je li čaša stvarno puna?

---

Profesor na satu filozofije uzme veliku praznu staklenu posudu i napuni je lopticama za golf.

Pita studente - *Je li staklenka puna?*

- *Paaa jest* – rekoše.

Tada profesor uzme kutiju punu staklenih špekula i istrese špekule u onu istu posudu. Protrese, a špekule popune prazne prostore među golf lopticama.

- *Je li sad puna?* - upita studente.

- *Sada jest* - rekoše.

Tada uzme kutiju pijeska i opet istrese pijesak u posudu. Protrese ih pa pijesak popuni sve prostore među kuglicama.

- *Je li staklenka sada puna?*

- *Sada stvarno jest, i to potpuno* - rekoše jednoglasno.

.....

---

*Što će se dogoditi kada snažno protresete zdjelu s jagodama?*

---



Svi plodovi imaju jednake gustoće pa se manji plodovi spuštaju i popunjavaju prostore među većim plodovima te ih tako potiskuju prema gore.

---

# Mandarina (naranča) u vodi

## Što tone, a što pliva?



- ☐ *potopimo mandarinu u vodu*

Mandarina pliva u vodi.



- ☐ *ogulimo koru*
- ☐ *ubacimo i koru i mandarinu u vodu*

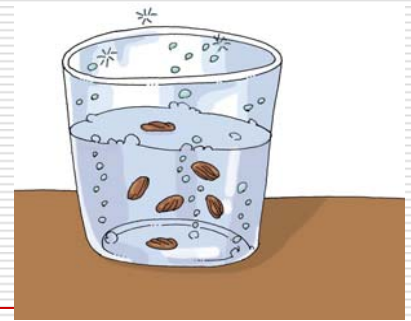
*Kora pliva, a mandarina potone.*

Kora u sebi sadrži zrak, a i ispod nje je zarobljen zrak pa mandarina s korom ima manju gustoću od vode i pliva u njoj.

Oguljena mandarina je puna soka, koji sadrži šećer, pa zbog veće gustoće tone u vodi.

---

# Rasplesane groždice



- ❑ *u čašu s mineralnom vodom ili nekim drugim prozirnim gaziranim pićem ubace suhe groždice*
- ❑ *one nakon kratkoga vremena počnu plesati u mineralnoj vodi*

## Što pokreće groždice?

Suhe groždice padnu na dno čaše jer imaju veću gustoću od mineralne vode. Tu u svoje utore nakupe mjehuriće  $\text{CO}_2$  pa im se time smanji gustoća te isplivaju na površinu gdje ispuste plin i ponovno padnu na dno.

To se ponavlja sve dok ima  $\text{CO}_2$  ili dok se groždice napiju tekućine i nabubre.

Groždice se ponašaju slično kao male podmornice, ali podmornice svoje tankove pune vodom da bi zaronile, a kada ispuste vodu, isplivaju.



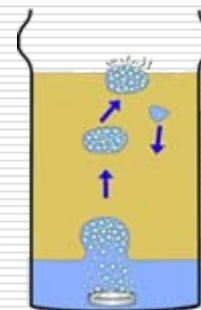
# "Lava" svjetiljka u čaši

---

- u prozirnu čašu ili staklenku ulijemo vodu do 1/4
- dodamo desetak kapi prehrambene boje (crvena, zelena, plava,...)
- polako dolijemo ulje
- na površinu ulja ubacimo polovicu šumeće tablete

*Da bi se efekt zadržao, postupno dodajemo još po polovicu šumeće tablete.*

Grudice "lave" kreću se u čaši gore–dolje ☺



Nakon ubacivanja šumeće tablete, mjehurići  $\text{CO}_2$  i vode imaju manju gustoću i od vode i od ulja pa mjehurići isplivaju na površinu ulja gdje se plin otpušta u zrak. Budući da voda bez mjehurića plina ima veću gustoću od ulja, tone na dno posude u obliku obojenih mjehurića.

Igra se nastavlja sve dok se šumeća tableta ne rastopi.

---

# "Lava" od soli

---



*Umjesto šumeće tablete može se upotrijebiti krupna sol, ali tada omjer vode i ulja treba biti obratan (3 : 1)*

- ☐ *u bocu se ulije  $\frac{3}{4}$  vode i ona se oboji*
- ☐ *doda se  $\frac{1}{4}$  ulja*
- ☐ *postupno se usipava žličica po žličica soli.*



Sol ima veću gustoću od ulja i vode pa ona tone i sa sobom nosi kapljice ulja. Sol se u vodi otopi, a ulje se ponovno vraća na površinu.

---

# Jeste li znali...

---

...da sličan efekt stvara "lava svjetiljka"?



Lava svjetiljka se sastoji od staklenog balona s vodom i voskom na bazi parafinskog ulja te postolja u kojem se nalazi obična žarulja. Prilikom uključjenja, žarulja se zagrijava pa se od nje grije vosak koji se počinje širiti. Stvaraju se baloni čija je gustoća postala manja i uzdižu se, a kad se ohlade, opet se spuštaju.

Lava svjetiljka, osim što se koristi za dekoraciju, zorno prikazuje gustoću, uzgon, termičko širenje, gravitaciju i niz drugih osnovnih fizikalnih pojmova.

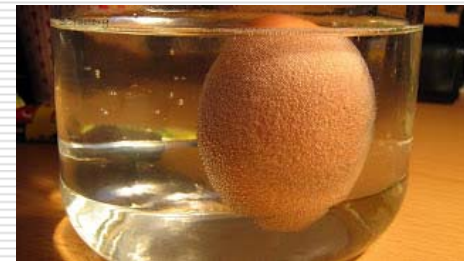
Izumio ju je i patentirao (1965.) Englez Edward Craven Walker

---

# “Zavirimo” u jaje! Što je u jajetu?

Bjelanjak i žumanjak! *A gdje je žumanjak? U sredini, gore ili dolje?  
Kako se to može utvrditi?*

Ako jaje odstoji u octu 24 sata, ocat otopi ljusku koja se lako skine, a ostane tanka opna oko bjelanjka kroz koju se vidi da žumanjak pliva u bjelanjku i da je uvijek pri vrhu, ma kako okrenuli jaje. Žumanjak ima manju gustoću! Žumanjak se bolje vidi kada se takvo jaje osvijetli.



*Jeste li znali...*

*...da je žumanjak jajeta izuzetno bogat masnoćom - kolesterolom?  
To je razlog zbog kojega pliva u bjelanjku.*



*...da se isto uočava i kada više jaja razbijemo u usku čašu?  
Žumanjci plivaju u bjelanjcima.*

# Kako se iz tanjura može odvojiti žumanjak od bjelanjka?

---

- ❑ *plastičnu bocu (od nekoliko decilitara) okrenemo, stisnemo je da izađe nešto zraka pa grlo boce oprezno postavimo iznad žumanjka.*
- ❑ *polako otpuštamo stisak ruke*

Žumanjak ulazi u bocu.



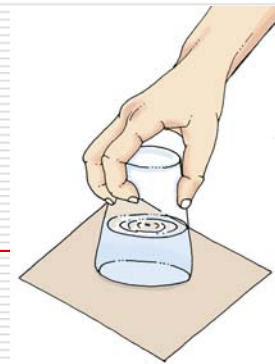
- ❑ *kada ga prenesemo nad drugu posudu, ponovno lagano stisnemo bocu*

Žumanjak izađe iz boce.

Stiskanjem boce u njoj se smanji obujam zraka, a otpuštanjem stiska ruke, u boci je stvoren podtlak pa se žumanjak jednostavno usiše. Ponovni stisak boce stvori nadtlak koji istjera žumanjak iz boce.

---

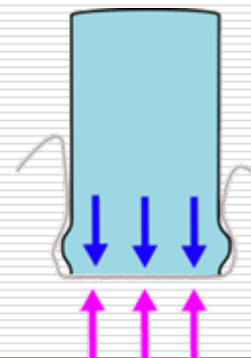
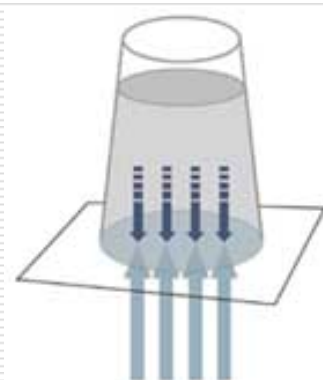
# Zašto voda ne istječe iz oprezno preokrenute čaše pokrivene papirom?



Malo vode pri okretanju iscuri, a malo je upije papir pa zrak u čaši zauzme veći obujam i malo se razrijedi pa zrak odozdo drži papir.

*Jeste li znali...*

*... da je posljedica djelovanja zraka i površinske napetosti vode činjenica da voda ne istječe iz preokrenute čaše prekrivene rijetkom tkaninom, npr. dvostrukom gazom koja se lastikom učvrsti na rubu čaše? Tu „instalaciju“ pčelari upotrebljavaju kao **„pojilicu“ za pčele**.*



# Kako napuhati veliku vreću od smeća?

Pokušajte napuhati veliku vreću za smeće (npr. obujma 100 L) i uvjerite se koliko je to naporno, a i trajalo bi dugo jer je prosječni kapacitet pluća oko četiri litre zraka.

*Pokušajte ovako:*

- ☐ *iz vreće istisnite sav zrak*
- ☐ *pri vrhu (nekim obručem) stisnite vreću*
- ☐ *rukom oslobodite otvor*
- ☐ *odmaknite vreću 30-ak centimetara od usta i pušite prema otvoru*



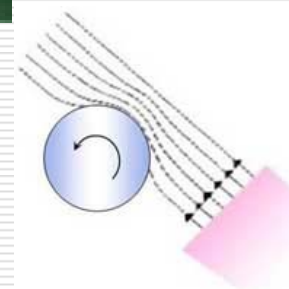
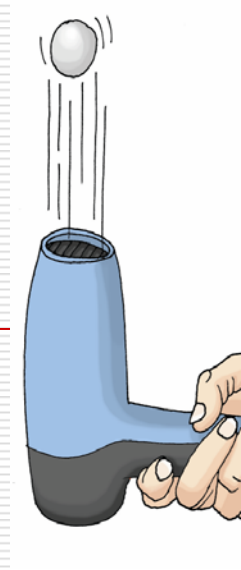
Tako je napuhavanje vreće lakše i brže jer puhanjem stvorimo podtlak pa se okolni zrak sam ugura u vreću.

Budući da je svejedno struji li zrak oko vreće ili se vreća giba kroz zrak koji miruje ("gibanje je relativno"), isti efekt može se postići i tako da se vrećom "zagrabi zrak".



# FENomenalan pokus

- ❑ *loptica se postavi iznad otvora sušila da lebdi u zračnoj struji*
- ❑ *prošeta se s lopticom*
- ❑ *malo nagnuti sušilo*
- ❑ *pokušati s dvije loptice*



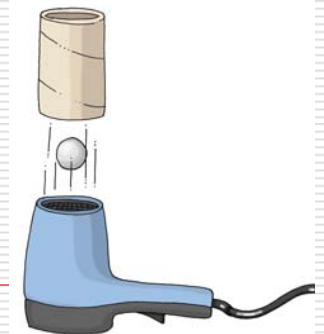
*Zašto loptica stoji u zračnoj struji?*

*Koje sile djeluju na lopticu?*

*Zašto se kuglica vrti?*

*Što se dogodi kad iznad loptice stavimo cijev?*

*Zašto loptica izleti kroz nju?*



# Vrtlog u staklenki

---

- ❑ u staklenku se ulije voda do  $\frac{3}{4}$  visine
- ❑ doda se malo prehrambene boje i malo deterdženta
- ❑ staklenka se zatvori i zavrti nekoliko puta



Površina vode (i svih tekućina) uvijek se postavlja okomito na rezultantu sila na nju pa se u mirovanju postavlja horizontalno, tj. okomito na silu težu.

Zbog djelovanja centrifugalne sile, pri vrtnji se brže vrte čestice vode na većoj udaljenosti od središta vrtnje, a površina vode postavlja se okomito na rezultantu sile teže i centrifugalne sile. Stvara se vrtlog ili vir.

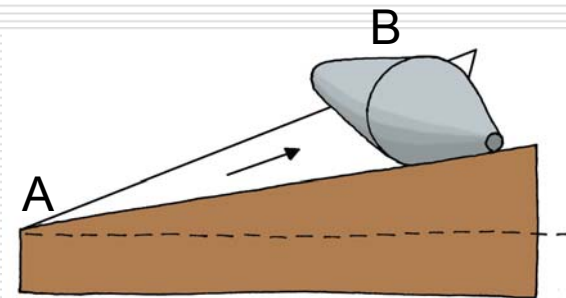
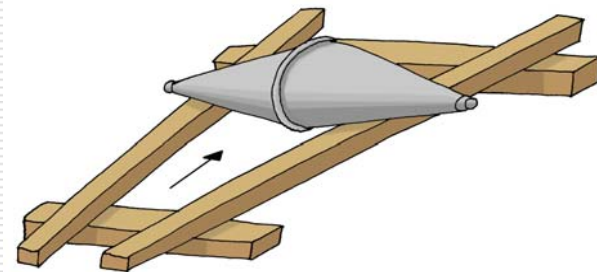
Postoje mnogi primjeri vrtloga: virovi u sudoperu ili kadi, u rijekama i oceanima te uragani i tornada.

---



## Kotrljanje prma gore

- ❑ *od kartona ili drva naprave se kose tračnice u obliku slova V kao na slici*
- ❑ *dva se lijevka spoje ljepljivom vrpcom*
- ❑ *dvostruki stožac postavi se na vrh kosine*
- ❑ *potom ga stavimo na dno kosine*



Težište dvostrukog stošca je na njegovoj osi. Kada je postavljen na dno kosine (A), težište mu se nalazi na većoj razini nego kada se nalazi na vrhu kosine (B).

Slobodno tijelo teži položaju s najmanjom gravitacijskom energijom i stabilnijoj ravnoteži tako da mu je težište što niže.

Dvostruki stožac giba se uz kosinu jer mu se, zbog širenja otvora kosine, težište spušta. Gibajući se prema „gore“, stožac zapravo propada.



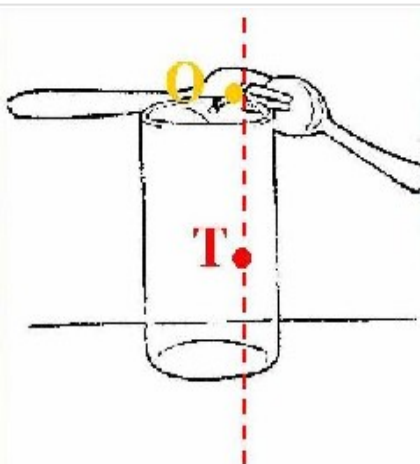
# Kako žlica i vilica mogu stajati na rubu čaše?

- žlica i vilica se spoje, a žigica ili čačkalica se postave okomito na taj spoj i osloni se na rub čaše
- kraći kraj drvca unutar čaše može se zapaliti pa on dogori do ruba čaše i tu se ugasi
- žlica i vilica stoje na jednoj točki



Na istom načelu funkcionira držač za torbe

Da bi tijelo bilo u stabilnoj ravnoteži, težište T mora mu biti na vertikalnom pravcu točno ispod oslonca O.



Dugmetom ili kovanicom može se izvesti spoj dviju vilica.





# Zašto kriška kruha pada na namazanu stranu?



Postoje različite teze, a jedna je i ta da vrijedi Murphyjev zakon 😊

Fizikalno tumačenje jest da se kriški kruha, koja je rupičasta i ispunjena zrakom, mazanjem težište pomiče prema namazu pa se pri padanju tijelo zarotira jer se nastoji vratiti u stanje s najnižim položajem težišta.

*Jeste li znali...*

*...da loptica za badminton pada isto tako?*

*...da tako pada i suho smilje?*



Kako god ih bacili, ako imaju dovoljnu visinu padanja, tijela padnu tako im težište bude što niže! To znači da je velika vjerojatnost da će kriška kruha, ako pada s veće visine i ako je izbačena većom brzinom, pasti na namazanu stranu.

# Kako izvaditi čep iz boce?

---

*Pokušajte uz pomoć plastične vrećice:*

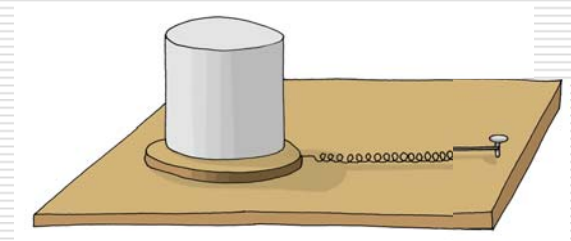
- ☐ *vrećicu ugurajte do dna u bocu*
- ☐ *okrenite bocu da čep upadne između grla i vrećice*
- ☐ *polako izvlačite vrećicu*



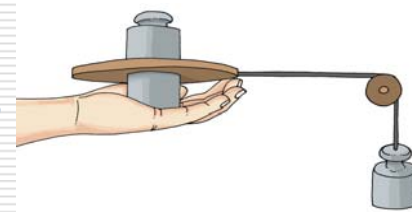
Vrećica smanji trenje između čepa i stijenke boce  
i čep se izvuče mnogo lakše nego što je ušao u bocu.

---

# „Bestežinsko stanje“



- ❑ *na vodoravno položenu dasku stavi se metalna pločica na koju se pričvrsti opruga ili gumena vrpca*
- ❑ *na pločicu se stavi uteg i opruga se napne na čavao zakucan na kraj daske*



*Inačica pokusa*

U mirnom položaju trenje između dodirnih površina, daske i pločice te pločice i utega, ne dopušta pomak pločice.

Skokom sa stolca, držeći dasku u rukama ili samo naglim spuštanjem trzajem ruku, pločica izleti.

Tijekom padanja tijela djelovanje sile teže potpuno je poništeno, uteg ne pritišće na podlogu pa nema ni trenja između utega i pločice.

Pri ubrzanom gibanju tijelo je izloženo djelovanju **inercijske sile** koja je usmjerena suprotno od akceleracije.

Za vrijeme slobodnog pada, rezultanta sila na tijelo jednaka je nuli - tijelo je u bestežinskom stanju.

# Kako se, bez dodirivanja, ping-pong loptica može staviti u čašu?

- *iznad ping-pong loptice postavi se preokrenuta staklenka i snažno se zavrti s malim polumjerom rotacije*
- *kada se loptica uzdigne, staklenka se prenese iznad čaše i prestane se s vrtnjom*

Zbog vrtnje, na lopticu djeluje centrifugalna sila koja čini da loptica pritišće na stijenku staklenke pa sila trenja svlada silu težu i ne dopušta da loptica padne.

Kada se brzina vrtnje smanji, smanji se i trenje sa stijenkom pa loptica upadne u čašu.



Jedna veličina ne odgovara svima. Svi učenici nisu isti.

---

