

# OTPOR SREDINE

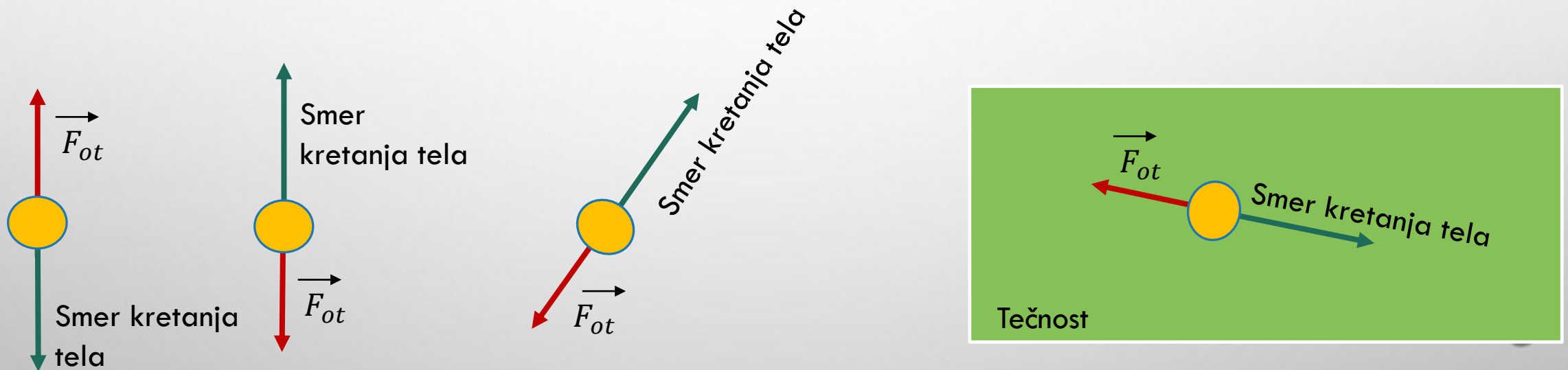
Goran Ivković, profesor fizike



# SILA OTPORA SREDINE

Sila otpora sredine se javlja pri kretanju tela kroz gasove i tečnosti. Gasovi i tečnosti se jednim imenom nazivaju fluidi.

Ova sila se suprotavlja kretanju i ima suprotan smer od smera relativne brzine tela u odnosu na fluid.



# SILA OTPORA SREDINE

Sila otpora vazduha teži da uspori biciglistu.



Biciklista se savija napred kako bi smanjio otpor vazduha.

Sila otpora sredine zavisi od veličine čeone površine.

# SILA OTPORA SREDINE

Teško se krećemo kroz oluju.



Sila otpora sredine zavisi od relativne brzine tela u odnosu na fluid, a ne u odnosu na stavi okolo ili na Zemlju.



# SILA OTPORA SREDINE

Papirni avion klizi kroz vazdub ako je pravilno napravljen.



Papirni avion mora imati oštar prednji deo da bi se lakše probijao po vazduhu.

Sila otpora sredine zavisi od oblika tela.

# SILA OTPORA SREDINE

Oblik aviona je konstruisan tako da se najefikasnije probija kroz vazduh.



Dejstvo sile otpora utvrđuje se korišćenjem aerotunela.

Na slici je prikazano kako NASA testira model aviona u aerotunelu.

# SILA OTPORA SREDINE

U svetu sporta su u toku značajna istraživanja kako bi se otpor sredine sveo na minimum. Vršni se poseban odabir i ispitivanje materijala koji nose sportisti. Odabir odeće može napraviti razliku koja dovodi do obaranja rekorda ili razlike između zlatne i srebrne medalje.



# SILA OTPORA SREDINE

Zašto jato prica leti u obliku slova V?



Na taj način štade energiju. Prva ptica na čeli trpi najveći otpor vazduha, a ostale štede energiju. Nakon nekog vremena dolazi do smene ptice na čeli.



# SILA OTPORA SREDINE

Zašto je oblik riba dosta sličan?



Oblik riba zavisi od sredine u kojoj žive i načina ishrane, ali veliki broj riba ima sličan oblik. Otpor sredine pri kretanju kroz vodu je veći nego kroz vazduh i njihov oblik je morao da se prilagodi sredini u kojoj žive.

Većina ima oštar prednji deo, duguljaste su i pljosnate.

# SILA OTPORA SREDINE

Sila otpora sredine zavisi od:

1. relativne brzine tela u odnosu na fluid,
2. oblika tela,
3. čeone površine
4. vrste materijala tela i
5. vrste fluida.

Otpor sredine zavisi od relativne brzine tela u odnosu na fluid, a ne u odnosu na zemlju ili neko drugo telo.

Ako se u reci krećemo istom brzinom u odnosu za zemlju uzvodno i nizvodno primetićemo da je različit otpor sredine. Isto je i kada se krećemo u smeru duvanja vetra i u suprotnom smeru.

Otpor sredine zavisi od vrste fluida. Lakše se krećemo kroz vazduh nego kroz vodu.

# SILA OTPORA SREDINE

Kako izračunavamo silu otpora sredine?

Da bi odgovorili na ovo pitanje pogledajmo od čega zavisi sila otpora sredine.

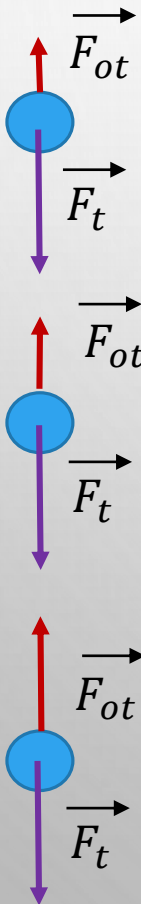
Sila otpora sredine zavisi od:

1. relativne brzine tela u odnosu na fluid, }  $v$  – brzina relativnog kretanja tela u odnosu na fluid
  2. oblika tela,
  3. čeone površine
  4. vrste materijala tela i
  5. vrste fluida.
- }  $k$  – koeficijent proporcionalnosti

$$F_{ot} = k \cdot v^2$$

# SILA OTPORA SREDINE

Kako padaju tela? Da li stalno povećavaju brzinu?



Posmatrajmo jedno telo koje pada.

Na njega u svakom trenutku deluje ista sila Zemljine teže.

$$F_t = m \cdot g$$

Na telo deluje i sila otpora sredine koja zavisi od brzine.  $F_{ot} = k \cdot v^2$

Kako telo pada njegova brzina se povećava, a samim tim i sila otpora sredine.

U jednom trenutku sila otpora sredine će se toliko povećati da će se izjednačiti sa silome Zemljine teže.

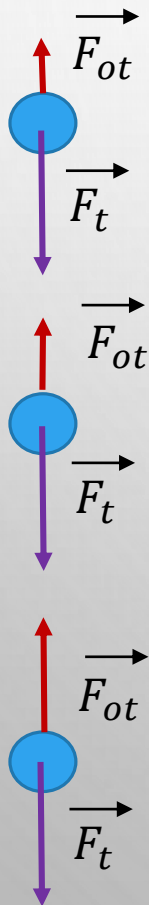
$$F_{ot} = F_t$$

Nakon toga će telo nastaviti da se kreće ravnomerno.



# SILA OTPORA SREDINE

Tela koja padaju na početku se kreću ubrzano, a kada im se izjednače sila Zemljine teže i sila otpora vazduha nastavljaju kretanje ravnomernom brzinom.



U ovoj rečenici leži odgovor zašto neke životinje padnu sa velike visine i ne povrede se.



Kada veverica, miš, bubamara ili mačka padnu sa drveta oni se ne povrede, samo nastave dalje, ali kada bi čovek pao sa iste visine verovatno bi se povredio.



Ove životinje imaju manju masu pa dok padaju na malom rastojanju im se izjednače sila optora sredine i sila Zemljine teže.



Čovek ima veću masu pa mu je potrebno dosta duže da pada kako bi mu se sila otpora vazduha i sila Zemljine teže izjednačile.

# SILA OTPORA SREDINE

Padobranac mase 100 kg pri iskakanju iz aviona ima ubrzanjem  $5 \frac{m}{s^2}$ . Odredi silu otpora sredine.

$$m = 100kg$$

$$a = 5 \frac{m}{s^2}$$

$$F_{ot} = ?$$

$$F_R = m \cdot a$$

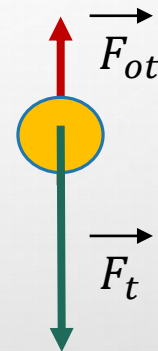
$$F_R = 100kg \cdot 5 \frac{m}{s^2}$$

$$F_R = 500N$$

$$F_t = m \cdot g$$

$$F_t = 100kg \cdot 10 \frac{m}{s^2}$$

$$F_t = 1000N$$



$$F_R = F_t - F_{ot}$$

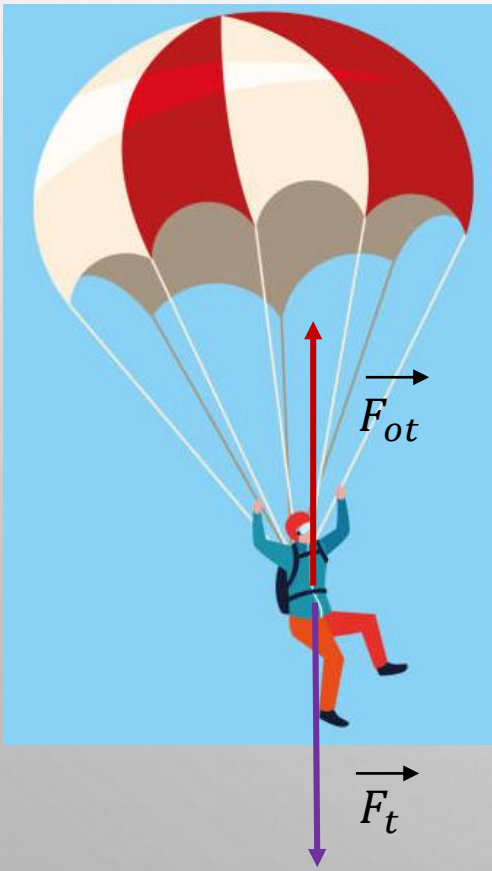
$$F_{ot} = F_t - F_R$$

$$F_{ot} = 1000N - 500N$$

$$F_{ot} = 500N$$

# SILA OTPORA SREDINE

Dok padaju vertikalno i ravnomerno na padobranca i padobrad deluje otpor sredine. Kolika sila otpora sredine deluje na padobranca i padobran ako je ukupna masa 130 kg?



$$m = 130 \text{ kg}$$

$$F_{ot} = ?$$

$$F_{ot} = F_t \quad F_t = m \cdot g$$

$$F_{ot} = m \cdot g$$

$$F_{ot} = 130 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{ot} = 1300 \text{ N}$$