

# 1. СИЛА И КРЕТАЊЕ

## ПОДСЕТНИК ●●●

- Механичко кретање је промена положаја тела у односу на друга тела.
- Пут је дужина дела путање који тело пређе за неки временски интервал.
- Брзина је векторска физичка величина чија је бројна вредност при равномерно праволинијском кретању једнака пређеном путу у јединици времена.
- Сила Земљине теже је сила којом Земља привлачи тела.
- Тежина је сила којом тело делује на тачку вешања или тачку ослонца.
- Нормална сила је сила којом подлога делује на тело.
- Сила трења се јавља када при додиру два тела постоји тежња ка померању једног од њих.
- Сила еластичне деформације је сила којом се тело супротставља деформацији.
- Први Њутнов закон: свако тело остаје у стању мировања или равномерног праволинијског кретања све док га деловање других тела не примора да то стање промени.
- Резултанта је сила чијим се деловањем може заменити деловање више сила.

## ВАЖНИ ПОЈМОВИ:

убрзање,  
Други Њутнов закон,  
Трећи Њутнов закон,  
равномерно променљиво  
праволинијско кретање,  
тренутна брзина



## ПРОЈЕКАТ:

Мобилни телефон у  
Галилејевом експерименту  
Акцелерометар



# 1.1. КРЕТАЊЕ

Погледај око себе. Све што видиш и можеш да опипаш јесу физичка тела. Физичка тела се разликују по својствима (маси, запремини, густини...), али имају и нешто заједничко – могу да се *крећу*. Кретање представља **физичку појаву**. Цела природа је у стању кретања. Крећу се људи, аутомобили, авиони, космички бродови, планете. Крећу се, једни у односу на друге, и делићи који чине физичка тела. Кретањем тих делића од којих се састоји физичко тело бавићемо се при крају школске године.

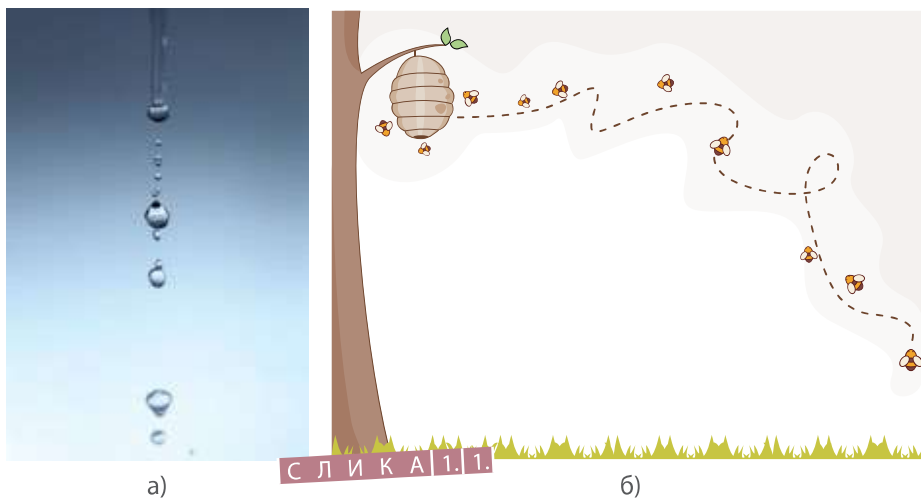
Кретање је **промена положаја тела у односу на друга тела**. На пример, аутомобил којим се возиш креће се у односу на зграде. Ти се, међутим, током вожње не крећеш у односу на аутомобил – мирујеш у односу на њега. Стога се каже да су кретање и мировање релативни. Да би било јасно у односу на које тело посматрамо кретање, уведен је појам **референтног тела**.

ТЕЛО У ОДНОСУ НА КОЈЕ ПОСМАТРАМО И ОПИСУЈЕМО КРЕТАЊЕ НЕКОГ ДРУГОГ ТЕЛА НАЗИВА СЕ РЕФЕРЕНТНО (УПОРЕДНО) ТЕЛО.

За референтно тело, уколико се другачије не каже, обично се узима Земља или неко тело које је непокретно у односу на њу. Када се изабере референтно тело, може да се започне са описивањем кретања тела.

ЛИНИЈА КОЈУ ПОСМАТРАНО ТЕЛО ОПИСУЈЕ ТОКОМ КРЕТАЊА НАЗИВА СЕ ПУТАЊА ИЛИ ТРАЈЕКТОРИЈА.

Уколико је путања права линија, кретање је **праволинијско**. Када је путања крива линија, кретање је **криволинијско** (слика 1.1).



а) Путања капи воде при паду је праволинијска. б) Путања пчеле је криволинијска

Присети се основне карактеристике сваке **физичке величине**: она може да се измери, а увек може и да се израчуна помоћу одговарајуће формуле.

У шестом разреду, за описивање кретања, увели смо физичке величине: пут, брзину и време.

→ ДУЖИНА ДЕЛА ПУТАЊЕ КОЈИ ТЕЛО ПРЕЂЕ ЗА НЕКИ ИНТЕРВАЛ  
ВРЕМЕНА НАЗИВА СЕ ПУТ. ←

Пут смо означили словом  $s$ , а време словом  $t$ . Међународна мерна јединица за пут је метар (1 m), а за време је секунда (1 s). Интервал времена је разлика два временска тренутка  $t_1$  и  $t_2$  ( $\Delta t = t_2 - t_1$ ).

У шестом разреду је обрађиван и један посебан тип кретања – **равномерно праволинијско кретање**. То је кретање које се одвија по правој линији, при чему тело за једнаке временске интервале прелази једнаке путеве.

За прецизније описивање кретања увели смо физичку величину – **брзину**.

→ БРЗИНА РАВНОМЕРНО ПРАВОЛИНИЈСКОГ КРЕТАЊА ЈЕДНАКА ЈЕ ПУТУ КОЈИ ТЕЛО  
ПРЕЂЕ У ЈЕДИНИЦИ ВРЕМЕНА. ←

Код ове врсте кретања брзина се израчунава по формули:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ или } v = \frac{s}{t}$$

Мерна јединица брзине у Међународном систему јединица је метар у секунди ( $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ). Брзину често, из практичних разлога, изражавамо у километрима на час ( $1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ). Брзина, као и свака друга физичка величина, може да се мери инструментима (слика 1.2).



С Л И К А 1.2.

Мерење брзине: а) брзиномером и б) полицијским радаром

Брзина је векторска физичка величина. Сем интензитета (бројне вредности и мерне јединице), потребно је да знамо и њен правац и смер. Правац и смер брзине се поклапају са правцем и смером кретања тела (слика 1.3). Вектор брзине ће на сликама бити означаван плавом стрелицом. На слици 1.3. оба вектора брзине су једнаке дужине, истог су правца али су супротних смерова.



За потпуно познавање брзине потребно је знати њен интензитет, правац и смер

Равномерно праволинијско кретање се у свакодневном животу ретко среће. Аутомобили крећу из стања мировања, повећавају брзину, па је потом смањују, а на крају се заустављају. Када кренеш у школу, полазиш из стања мировања, а на крају се заустављаш.

### КРЕТАЊЕ КОД КОГА СЕ БРЗИНА МЕЊА НАЗИВА СЕ ПРОМЕНЉИВО КРЕТАЊЕ.

За описивање **променљивог** кретања, у шестом разреду уведена је средња брзина. Средња брзина је количник укупног пута  $s_{uk}$  и укупног времена  $t_{uk}$  за који је тело тај пут прешло:

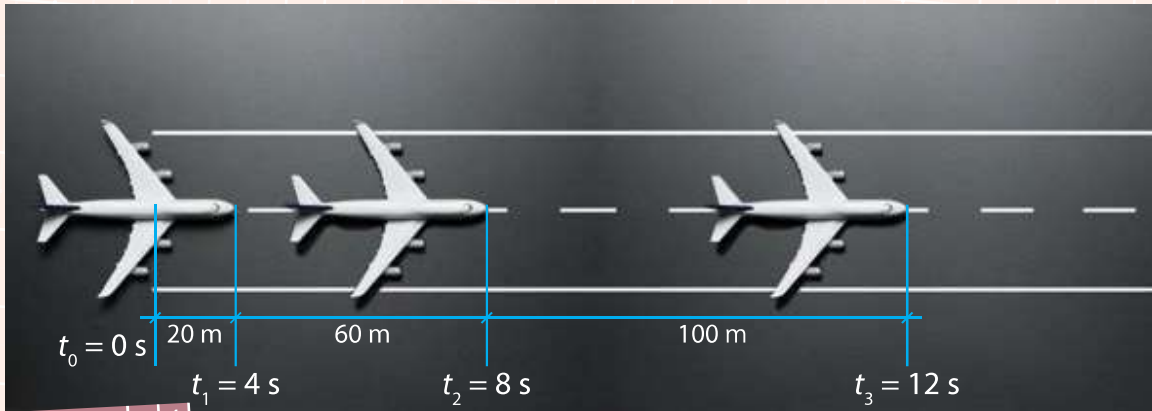
$$v_{sr} = \frac{s_{uk}}{t_{uk}}$$

### ДОМАЋИ ЗАДАТАК



Авион приликом полетања, крећући се по писти, после 4 секунде пређе 20 метара. Брзиномер авиона је показао да је у том тренутку његова брзина 10 метара у секунди. После нове 4 секунде авион пређе 60 метара, а на брзиномеру је очитана брзина од 20 метара у секунди. За још 4 секунде авион је прешао још 100 метара, а брзина му је била 30 метара у секунди. Унеси податке у табелу 1.1. и израчунај средњу брзину.

На слици 1.4. приказан је цртеж описаног кретања авиона. **Цртеж кретања је слика на којој су приказани положаји тела у различитим тренуцима времена који су одвојени једнаким временским интервалима.**



С Л И К А | 1.4.

Цртеж кретања авиона на писти

Т А Б Е Л А | 1.1.

Време кретања $t(s)$	Интервал времена $\Delta t(s)$	Део пута $\Delta s(m)$	Пут $s(m)$ за време кретања $t$	Брзина $v\left(\frac{m}{s}\right)$	Средња брзина на целом путу $v_{sr}\left(\frac{m}{s}\right)$	Средња брзина на целом путу $v_{sr}\left(\frac{km}{h}\right)$

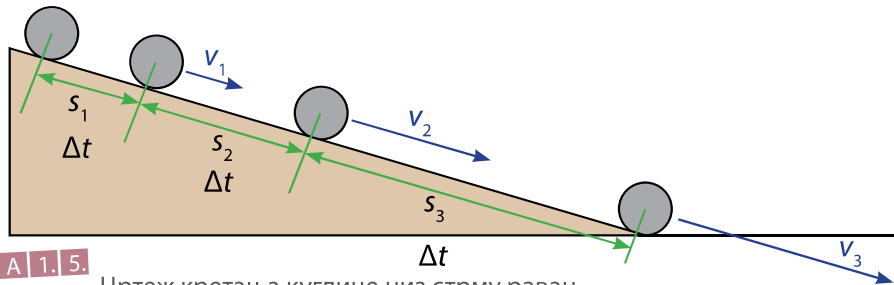
## 1.2. УБРЗАЊЕ



Три већа чвршћа картона спој лепљивом траком. Искористи књиге за подметање и направи стазу која се састоји из две стрме равни и једне хоризонталне равни, као на слици. Са неког места на једној стрмој равни пуштаћеш куглицу да се котрља. Шта очекујеш да ће се десити са њеном брзином током кретања низ стрму раван, шта по хоризонталном делу, а шта при пењању уз другу стрму раван? Изведи експеримент. Да ли се резултати поклапају са твојим очекивањима? Да ли ће се, и како, резултати експеримента променити уколико мењаш нагиб стрмих равни?



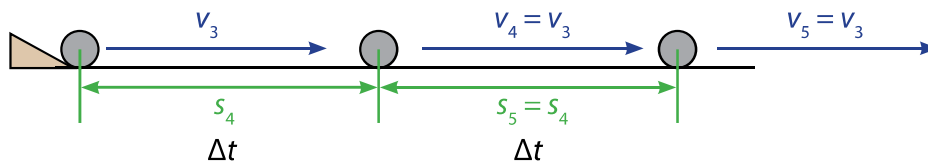
Када се куглица котрља низ стрму раван, њена брзина расте. Куглица, полазећи из стања мировања, за једнаке временске интервале прелази све веће путеве (слика 1.5.).



С Л И К А 1.5.

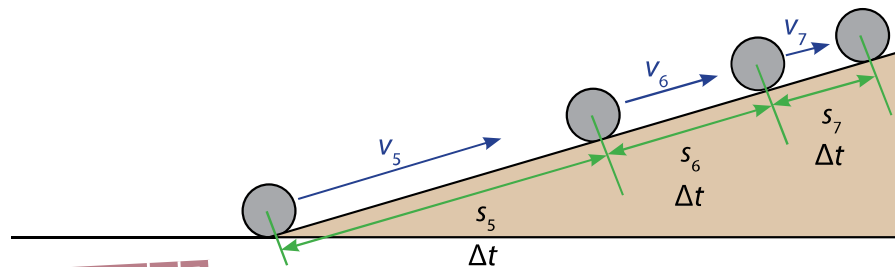
Цртеж кретања куглице низ стрму раван

На хоризонталном делу пута вредност брзине скоро да се не мења (слика 1.6.). При пењању уз стрму раван куглици се смањује брзина све док се не заустави (слика 1.7.).



С Л И К А 1.6.

Цртеж кретања куглице по хоризонталној подлози



С Л И К А 1.7.

Цртеж кретања куглице уз стрму раван

Уколико су стрме равни већег нагиба, промене брзине ће бити веће, а уколико су мањег нагиба, промене брзине биће мање.

Уради анализу кретања авиона из домаћег задатка. На почетку кретања његова брзина је била једнака нули,  $v_0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . После интервала времена од  $\Delta t = 4 \text{ s}$  његова брзина је  $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Авиону се за  $4 \text{ s}$  брзина променила за:

$$\Delta v = v_1 - v_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

У наредне 4 секунде брзина се променила од вредности  $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  на  $v_2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , односно за:

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Током наредне 4 секунде брзина се променила за исти износ. Дакле, сваке  $\Delta t = 4 \text{ s}$  брзина је расла за по  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

За упоређивања промене брзине zgodније је знати њену промену током јединичног интервала времена, тј. током 1 секунде. То добијаш уколико поделиш промену брзине  $\Delta v$  интервалом времена  $\Delta t$  за који се та промена десила:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4 \text{ s}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Авиону је, дакле, током кретања по писти брзина расла за по 2,5 метара у секунди сваке секунде (или 2,5 метара у секунди за секунду). Решавањем двојног

разломка у горњем изразу добија се  $\frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  (метар у секунди на квадрат).

Промена брзине у једној секунди представља **убрзање**. Убрзање је изведена физичка величина, обележава се словом  $a$  и задато је изразом:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

односно:

$$\text{убрзање} = \frac{\text{коначна брзина} - \text{почетна брзина}}{\text{временски интервал}} = \frac{\text{промена брзине}}{\text{временски интервал}}$$

→ УБРЗАЊЕ ЈЕ БРОЈНО ЈЕДНАКО ПРОМЕНИ БРЗИНЕ У ЈЕДИНИЦИ ВРЕМЕНА. ←

**Мерна јединица убрзања у SI је метар у секунди на квадрат ( $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).**

### ПРИМЕР 1:



Аутомобил за 5 секунди промени своју брзину са  $v_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  на  $v_2 = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .  
Одреди његово убрзање.

#### Подаци:

$$\Delta t = 5 \text{ s}$$

$$v_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = ?$$

Како је

$$\Delta t = 5 \text{ s}, \text{ а } \Delta v = v_2 - v_1 = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{добија се } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Убрзање аутомобила износи  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . ■

Добијени резултат значи да се аутомобилу сваке секунде брзина *повећа* за  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Знамо да тела некада и успоравају. Какво је убрзање у таквим ситуацијама?

### ПРИМЕР 2:



Због наиласка на лошији део пута, аутомобил почиње да кочи током 6 секунди.

Притом му се брзина промени са  $v_1 = 24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  на  $v_2 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Колико је убрзање аутомобила?

#### Подаци:

$$\Delta t = 6 \text{ s}$$

$$v_1 = 24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = ?$$

За време кочења од  $\Delta t = 6 \text{ s}$

брзина се промени за

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 24 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{па је } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6 \text{ s}} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Убрзање аутомобила износи  $-2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . ■

Дакле, брзина аутомобила из примера 2 се, због кочења, сваке секунде *смањивала* за  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Сада је за убрзање добијена негативна вредност. То се дешава у ситуацијама када тело приликом кретања успорава, па је и промена брзине негативна.

Већ знаш да тело при кретању може да *повећава брзину*, може да је *смањује*, а може и да је *не мења* (равномерно кретање). Колика је вредност убрзања уколико се брзина не мења са временом?



ПРИМЕР  
3:



Пешак се током пола сата кретао брзином од  $v = 5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Колико је његово убрзање?

**Подаци:**

$$\Delta t = 0,5 \text{ h}$$

$$v = 5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$a = ?$$

Кретање траје

$$\Delta t = 0,5 \text{ h} = 0,5 \cdot 60 \text{ min} = 0,5 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 1\,800 \text{ s}$$

Све време кретања брзина је  $5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  па је њена промена једнака нули:

$$\Delta v = 0 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{одакле је } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6 \text{ s}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Убрзање пешака је  $0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . ■

Уколико тело током времена не мења брзину кретања, убрзање је једнако нули.

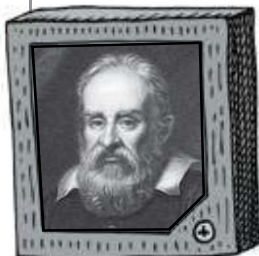
Током кретања низ струму раван (слика 1.5) **убрзање је позитивно ( $a > 0$ )** – ово кретање је убрзано. Кретање по хоризонталној подлози (слика 1.6) приликом кога се брзина не мења јесте кретање **без убрзања ( $a = 0$ )**. Уколико се телу при кретању смањује брзина (слика 1.7), оно се креће успорено, а његово **убрзање је негативно ( $a < 0$ )**. Понекад се, када је  $a < 0$  каже да се тело креће са успорењем.

Зашто тела мењају брзину односно зашто се крећу са убрзањем? Разлог су силе којима друга тела делују на њих. У шестом разреду смо научили да су последице деловања сила:

- промена брзине тела и
- промена облика и димензија тела (деформација).



**ИНТЕРЕСАНТНО ЈЕ ЗНАТИ ДА** ознака за убрзање (латинично слово  $a$ ) представља прво слово латинске речи **acceleration**, што у преводу значи *повећавајући брзину*.



Галилео Галилеј (1564–1642) је у физику увео појам убрзања. Био је италијански астроном, физичар, математичар и филозоф. Рођен је у Пизи. Унапредио је телескопе и први регистровао помоћу њих Јупитерове сателите, Сунчеве пеге и кратере на Месецу. Сматра се да је увео експеримент као методу истраживања у науци, али и математички запис физичких закона. Залагао се за усвајање Коперниковог учења да Земља није центар васионе, већ да се окреће око Сунца. Римокатоличка црква му је забранила да заступа ово мишљење и, под претњом казне спаљивањем, он се одрекао тих ставова.

## 1.3. УБРЗАЊЕ И СИЛА

Подсети се најпре **Првог Њутновог закона (Закон инерције): свако тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања све док га деловање других тела не примора да то стање промени.** Овај закон се записује у облику:

$$\vec{v} = \text{const} \text{ уколико је } \vec{F}_R = 0$$

где је  $\vec{F}_R$  резултујућа сила – резултанта.



За лопту која мирује нацртај дијаграм сила које делују у вертикалном и хоризонталном правцу.



**Подсетник:** дијаграм сила се добија када се тело замени тежиштем (тачка која представља нападну тачку силе теже) и доцртају остале силе које делују на тело.

У вертикалном правцу на тело делују сила Земљине теже и нормална сила, тако да се дијаграм сила састоји од њих. Њихова резултанта је једнака нули.



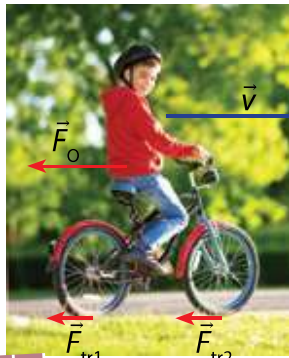
У хоризонталном правцу не делују силе, па се дијаграм састоји само од нападне тачке. Посматрано тело мирује (брзина му је једнака нули) зато што је резултујућа сила у оба правца једнака нули. Да би се лопта покренула, на њу мора да се делује силом. Деловање силе, уз деформацију лопте, изазива и промену брзине лопте, тј. њено убрзање.



Шта се догађа уколико при вожњи бицикла по равном путу престанеш да окрећеш педале? Опиши ситуацију преко дијаграма сила.

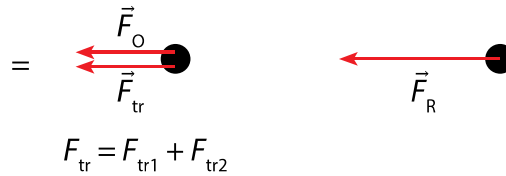
Деловањем силом мишића на педале бицикл се покреће из стања мировања и убрзава. На њега делује и сила трења котрљања са подлогом, а на тебе и бицикл и сила отпора средине, које су супротно усмерене од брзине бицикла. Када престанеш да окрећеш педале, делују само ове две силе (слика 1.9а) и бицикл се после неког времена зауставља. Он у том делу путање, пошто му се смањује брзина, има негативно убрзање.

На слици 1.9. брзина је усмерена надесно, а резултујућа сила супротно од ње. Брзина бицикла се смањује услед деловања сила – бицикл успорава. У два суседна временска тренутка вектор брзине се смањио за  $\Delta \vec{v}$  (слика 1.10).



С Л И К А 1. 9.

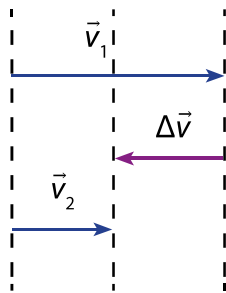
а)



б)

в)

а) Силе које делују у хоризонталном правцу, б) дијаграм сила и в) резултујућа сила



С Л И К А 1. 10.

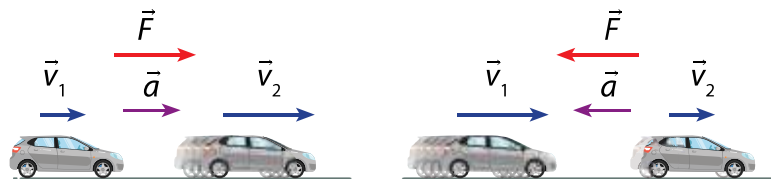
Брзина се, при успореном кретању, смањује

Лако уочаваш да је промена брзине (слика 1.10) *исти* правца и смера као и резултујућа сила (слика 1.9). Када се промена брзине подели интервалом времена за који се она десила, добија се убрзање. Убрзање је, према томе, векторска величина  $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$  која има исти правац и смер као и сила.

КАДА ЈЕ СИЛА У ПРАВЦУ И СМЕРУ БРЗИНЕ, ОНА ИЗАЗИВА ПОВЕЋАЊЕ БРЗИНЕ, ТЈ. УБРЗАВА ТЕЛО, УКОЛИКО ЈЕ СИЛА СУПРОТНО УСМЕРЕНА ОД БРЗИНЕ, ОНА УСПОРАВА ТЕЛО.



Што је већа сила, веће је и убрзање. Однос ове три величине (брзина, сила и убрзање) приказан је на слици 1.11.



С Л И К А 1. 11.

а)

б)

Однос вектора силе, убрзања и брзине а) када тело убрзава и б) када тело успорава



**Важно:** Када је убрзање као вектор у смеру вектора брзине онда се за њега из формуле  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  добија позитивна вредност, а када је супротно усмерено од брзине за убрзање се добија негативна вредност.

## 1.4. ДРУГИ ЊУТНОВ ЗАКОН

Убрзање тела последица је сила које делују на њега.

**Сила (узрок)  $\longrightarrow$  Убрзање (последица)**

Већ је утврђено да вектори убрзања и силе имају исте правце и смерове, односно да су паралелни. То се записује на следећи начин:

$$\vec{a} \parallel \vec{F}$$

Да утврдиш прецизније на који начин убрзање зависи од силе, изведи следеће огледе.



Постави две једнаке фудбалске лопте једну поред друге. Једну ћеш шутнути слабије, а другу јаче. Која од њих ће имати већу промену брзине, а тиме и веће убрзање? Замени једну од фудбалских лопти кошаркашком. Обе шутни једнако јако. Шта мислиш, која ће стећи веће убрзање? Изведи оглед. Да ли су резултати очекивани?



Јасно је да ће, од две једнаке лопте, она која је јаче шутнута стећи веће убрзање. Јаче шутирање значи да се на лопту делује силом већег интензитета. То значи да је убрзање које тело стиче при деловању силе на њега директно сразмерно (пропорционално) интензитету силе:

$$a \sim F$$

Фудбалска и кошаркашка лопта су тела сличних особина (еластичност, величина), а разликују се по маси. Када силе једнаких интензитета делују на њих, доводе до неједнаких убрзања. Кошаркашка лопта, која је веће масе, биће мање убрзана. Дакле, тела веће масе, добијају мање убрзање под дејством исте силе. То значи да је убрзање обрнуто сразмерно маси тела:

$$a \sim \frac{1}{m}$$

Закључујеш да истовремено мора да важи:

**Убрзање  $a$ :**

- $\nearrow$  директно је сразмерно сили која делује на тело ( $a \sim F$ )
- $\searrow$  обрнуто је сразмерно маси тела ( $a \sim \frac{1}{m}$ )

Пошто обе зависности важе истовремено, може да се каже да је убрзање посматраног тела директно сразмерно сили која делује на њега, а обрнуто сразмерно маси тела:

$$a = \frac{F}{m}$$

Овај израз представља **Други Њутнов закон** и најчешће се записује у облику

$$m \cdot a = F$$

који се речима исказује на следећи начин:

ПРОИЗВОД МАСЕ ТЕЛА И ЊЕГОВОГ УБРЗАЊА, ЈЕДНАК ЈЕ СИЛИ КОЈА ДЕЛУЈЕ НА ТЕЛО.

Последња једначина, пошто су убрзање и сила паралелни вектори (имају исти правац и смер), може да се запише и у тзв. векторском облику:

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F}$$

Када на тело делују две или више сила, онда се Други Њутнов закон записује у облику

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F}_R$$

где је  $\vec{F}_R$  резултујућа сила.

Други Њутнов закон, због свог значаја, назива се и **Основни закон динамике**. **Динамика је област механике у оквиру које се проучава кретање тела изазвано њиховим међусобним деловањем.**

У шестом разреду си научио/-ла да сила није основна, већ изведена физичка величина, чија је мерна јединица 1 њутн. Из формуле  $m \cdot a = F$ , можеш да закључиш да за јединице силе (1 N), масе (1 kg) и убрзања  $\left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$  важи:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Из овог израза се види како је јединица силе дефинисана преко јединица основних физичких величина (килограма, метра и секунде).

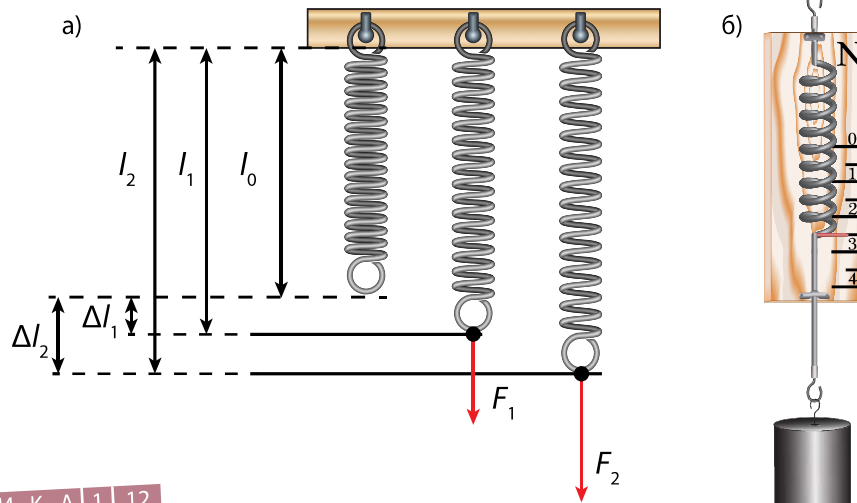
СИЛА ИНТЕНЗИТЕТА ОД 1 N ЈЕ СИЛА КОЈА ТЕЛУ МАСЕ 1 kg ДАЈЕ УБРЗАЊЕ ОД  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

#### 1.4.1. ОДРЕЂИВАЊЕ ВРЕДНОСТИ СИЛЕ НА ОСНОВУ ДРУГОГ ЊУТНОВОГ ЗАКОНА

Сила може довести до промене брзине тела (убрзање) и промене њиховог облика и димензија (деформација тела). У шестом разреду вредност силе одређивали сте користећи динамометар, чији је принцип рада везан за деформацију коју сила изазива на опрузи динамометра.

Величина деформације је директно сразмерна интензитету силе која делује на еластичну опругу (слика 1.12а). На овом принципу динамометром се на **статичан** начин мери сила (тело које делује силом на динамометар и динамометар мирују) (слика 1.12б).

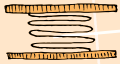
Интензитет силе може да се одреди и на основу Другог Њутновог закона, односно релације  $F = m \cdot a$ . У овом случају је потребно знати убрзање и масу тела, а онда на основу тога израчунати колика је сила деловала на посматрано тело. Маса тела се мери вагом, а о начину одређивања убрзања биће речи касније. Овакво одређивање силе, пошто се тело налази у стању кретања, назива се **динамичко одређивање силе**.



С Л И К А 1. 12.

а) Деформација еластичне опруге сразмерна је сили. б) Мерење тежине динамометром

#### ПРИМЕР 4:



Аутобус масе 16 тона полазећи са станице за 10 секунди достигне брзину од 54 километра на час. Колика сила изазива овакво кретање?

#### Подаци:

$$m = 16 \text{ t}$$

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

$$v_1 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$a = ?$$

Маса је изражена у тонама а брзина у километрима на час. Јединице Међународног система су килограм и метар у секунди па је потребно урадити следеће трансформације:

$$m = 16 \text{ t} = 16 \cdot 1000 \text{ kg} = 16000 \text{ kg}$$

$$v_2 = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 54 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Брзина се променила за:

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

па је убрзање:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \text{ s}} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Према Другом Њутновом закону интензитет силе која је изазвала убрзавање аутобуса је:

$$F = m \cdot a = 16000 \text{ kg} \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 24000 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 24000 \text{ N}$$

Интензитет силе која тело масе 16 t за 10 s убрза до  $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  на час је 24 000 N. ■

Убрзање може и директно да се измери инструментом који се назива *акцелерометар*. Савремени мобилни телефони имају акцелерометар који се користи углавном у игрицама како би се, при наглим променама нагиба и оријентације телефона, променио приказ на екрану.

# 1.5. ТРЕЋИ ЊУТНОВ ЗАКОН

Подсети се дефиниције силе: **сила је мера узајамног деловања тела**. Пошто је деловање узајамно, уколико једно тело делује на друго, онда и друго делује на прво. Какве су вредности тих двеју сила?

## 1.5.1. УЗАЈАМНО ДЕЛОВАЊЕ ТЕЛА НЕПОСРЕДНИМ ДОДИРОМ



Шутни лопту. Које силе се јављају у тој ситуацији? Какви су им правци и смерови? А интензитети? Посматрај књигу која се налази на столу. Да ли на књигу делује нека сила? Да ли књига делује на неко тело силом?

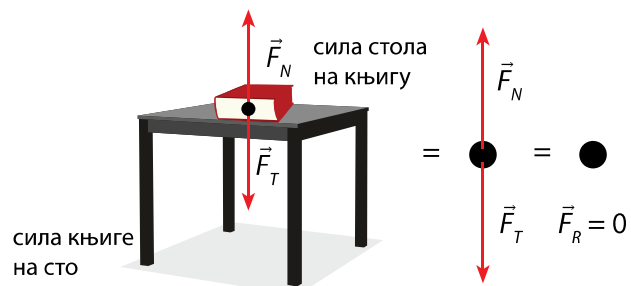


Када шутнеш лопту, делујеш на њу, али и она на тебе, силом еластичне деформације. Што јаче шутнеш лопту, више ћеш је деформисати, па ће и она јаче деловати на тебе. Пре шутирања лопта није деловала на тебе, као ни ти на њу. Силе су се појавиле онда када је дошло до контакта. Слично овоме, књига која се налази на столу делује на сто својом тежином. Али и сто делује на књигу нормалном силом. У оба случаја (слика 1.13.) силе се јављају у паровима и имају исти правац, а супротног су смера. Међутим, пошто делују на различита тела имају различите нападне тачке и нема смисла сабирати их.



Узајамно деловање тела која се налазе у додиру.  
**Важно:** Приказане силе делују на различита тела

Чињеница да књига мирује на столу објашњава се тиме што *на њу*, сем нормалне силе (навише), делује и сила Земљине теже (наниже). Ове две силе имају исти правац и интензитет, а супротан смер. Оне делују на *исти шело*, па је њихова резултанта једнака нули. Дијаграм сила за књигу која мирује на столу је приказан на слици 1.14.

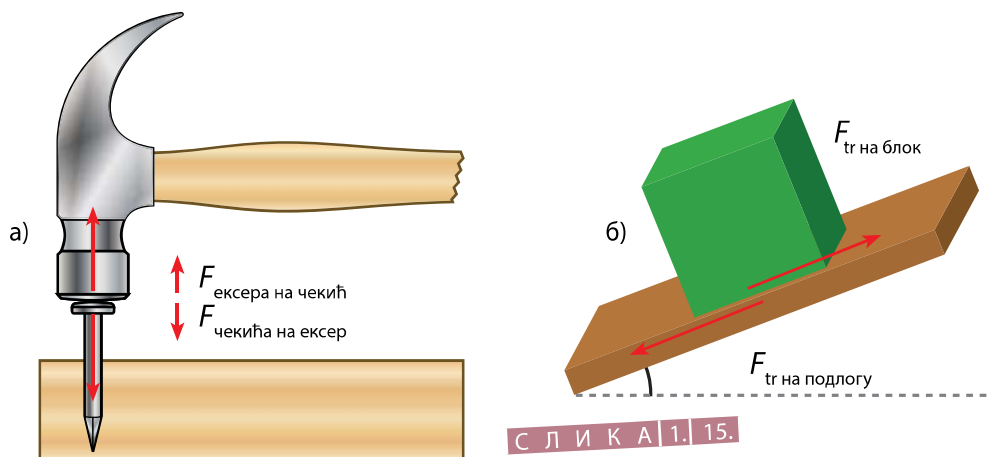


Дијаграм сила за књигу која се налази на столу.  
Резултујућа сила је једнака нули

Тежина приказана на слици 1.13. је, пак, сила којом књига делује *на сиво*, па је нема смисла сабирати са нормалном силом при одређивању резултујуће силе које делују на књигу. Из тога разлога, пошто су на слици 1.13. приказане силе које делују на *различити* тела, за ту ситуацију није приказан дијаграм сила.



**Важно подсећање:** Дијаграм сила се увек односи на једно тело.



Узајамно деловање а) чекића и ексера, б) тела и подлоге

На слици 1.15. су приказане још две честе ситуације у којима се лако уочава да је деловање два тела увек узајамно. Тако, да би закуцао/-ла ексер, мораш да га удариш чекићем (слика 1.15а).

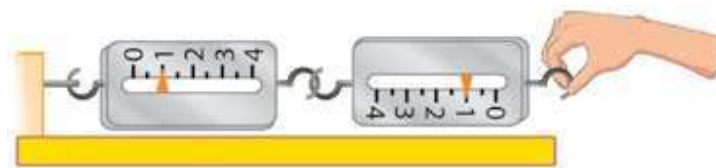
Притом, чекић делује на ексер силом. Истовремено и ексер делује на чекић силом. Последица тог деловања су трагови који остају на чекићу. Блок који се налази на стрмој равни и још увек не клизи низ њу задржава подлога, делујући силом трења на њега (слика 1.15б). Међутим, и блок делује на подлогу силом истог правца, али супротног смера.

На основу разматраних примера можеш да закључиш: *када једно тело делује на друго, обавезно се јавља и деловање другог тела на прво – силе се увек јављају у паровима*. Ове две силе су истог правца, а супротних смерова.

Колики су интензитети ових двеју сила?

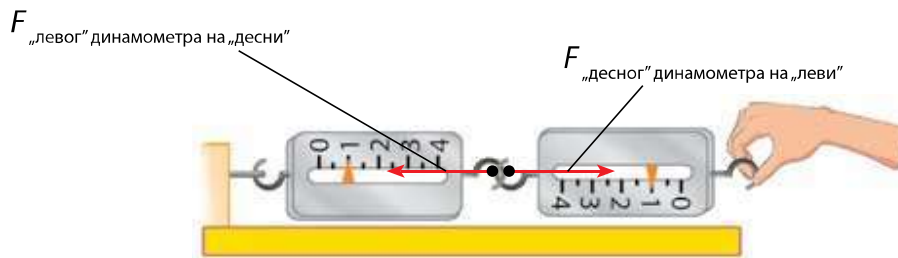


Један крај динамометра прикачи за зид, а за његову кукицу прикачи други динамометар. Када повучеш десни динамометар, растегнуће се његова опруга. Растегнуће се и опруга левог динамометра. Које силе ће мерити ови динамометри? Какви су њихови правци и смерови? Колики су им интензитети?





Када повучеш десни динамометар, **истовремено** се деформишу опруге оба динамометра (слика 1.16). У ствари, сила којом делујеш на десни динамометар преноси се преко њега, делује на леви динамометар, који је причвршћен за зид, и растеже његову опругу. Услед деформације опруге левог динамометра, он делује на десни динамометар и изазива истезање његове опруге. У огледу се уочава оно што већ знаш: силе између два тела су се јавиле у пару, истог су правца, а супротног смера. Овај оглед, међутим, показује и да су ове две силе **једнаког интензитета**. Обе силе су у правцу деловања руке на десни динамометар. Притом, десни динамометар показује коликом силом делује леви на њега, а леви показује интензитет силе којом на њега делује десни динамометар (слика 1.16).



**С Л И К А | 1. | 16.** Оба динамометра показују исту вредност силе

## 1.5.2. УЗАЈАМНО ДЕЛОВАЊЕ ТЕЛА БЕЗ НЕПОСРЕДНОГ ДОДИРА

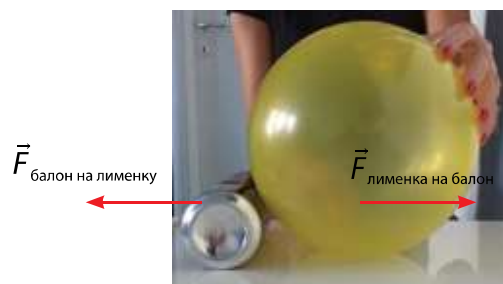
Деловање је узајамно и уколико се тела не налазе у непосредном додиру.



Надувај балон, наелектриши га трљањем о косу и приближи празној лименци која се налази на равном столу. Потребно је да лименку поставиш на бок, тако да може да се котрља. Лименка ће почети да се удаљава од балона. Шта ће се десити уколико наелектрисан балон спустиш на сто, а почнеш да помераш лименку ка балону?



Наелектрисан балон деловаће на лименку електричном силом. Уколико се балон спусти на сто и приближи му се лименка, балон ће се удаљавати. Дакле, балон делује на лименку, али и лименка делује на балон. Електрично деловање је узајамно. Сила којом балон делује на лименку и сила којом лименка делује на балон једнаке су по интензитету, истог су правца а супротног смера (слика 1.17).



**С Л И К А | 1. | 17.**

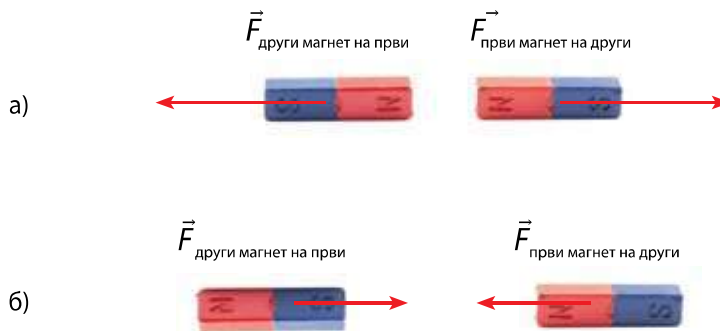
Узајамно деловање наелектрисаног балона и лименке



Узми два шипкаста магнета. Један постави на сто, а други му лагано приближавај тако да исти полови буду окренути један ка другом. Шта очекујеш да ће се десити? Шта ће се десити ако магнетима замениш места? Да ли ће се ситуација променити уколико приближаваш магнете тако да су им окренути супротни полови?



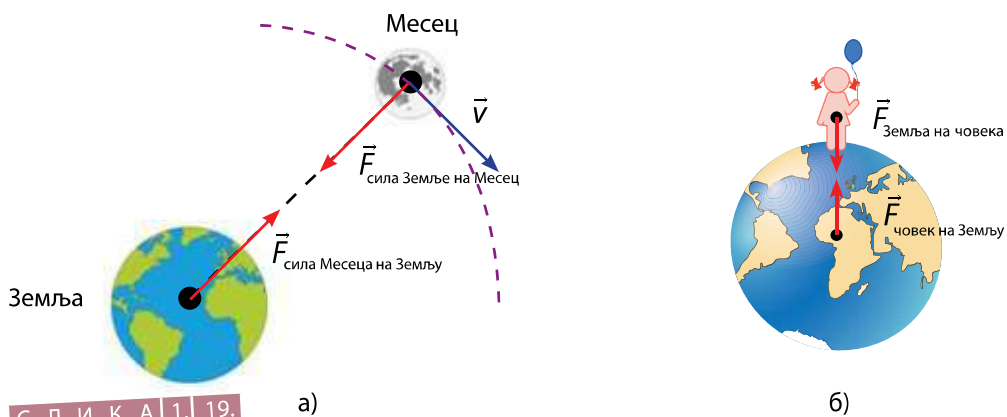
Истоимени полови магнета узајамно делују одбојно магнетним силама. Оне су истог правца и интензитета, а супротних смерова (слика 1.18а). Када се магнетима замене места, деловање ће и даље бити одбојно и испољаваће се на потпуно исти начин. Уколико се магнети приближавају супротним половима, силе између њих ће бити привлачне, али ће и даље бити супротно усмерене (слика 1.18б).



С Л И К А 1.18.

Узајамно деловање два магнета

И у случају гравитационе силе важе исте тврдње. Сила којом Земља делује на Месец разликује се по смеру од силе којом Месец делује на Земљу (слика 1.19а).



С Л И К А 1.19.

Узајамно деловање а) Месеца и Земље и б) човека и Земље

Исти закључак важи за сва тела са којима Земља делује гравитационо. Тако, Земља на човека делује гравитационом силом. Међутим, и човек делује на Земљу гравитационом силом. Ове силе су истог правца и интензитета, а супротних смерова (слика 1.19б).

### 1.5.3. СИЛЕ АКЦИЈЕ И РЕАКЦИЈЕ. РЕАКТИВНО КРЕТАЊЕ

Као што видиш, и код деловања додиром и деловања без додира, важи:

СИЛЕ КОЈЕ СЕ ЈАВЉАЈУ ПРИ МЕЂУСОБНОМ ДЕЛОВАЊУ ДВА ТЕЛА ЈЕДНАКЕ СУ  
ПО ИНТЕНЗИТЕТУ, ИСТОГ СУ ПРАВЦА, А СУПРОТНИХ СУ СМЕРОВА.

Ово је први запазио Исак Њутн, па се ова тврдња назива **Трећи Њутнов закон**. Иако се силе јављају *истовремено* и у *паровима*, обично се једна од њих назива **сила акције**,  $\vec{F}_a$ , а друга **сила реакције**,  $\vec{F}_r$ . Трећи Њутнов закон се стога записује у облику:

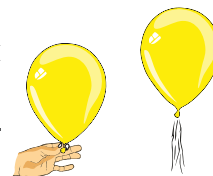
$$\vec{F}_a = -\vec{F}_r$$

Знак „-“ испред вектора означава да су сила акције и реакције супротних смерова, док су по правцу и интензитету једнаке. Силе акције и реакције разликују се и по нападним тачкама.

**Важно:** Пошто се дијаграм сила увек црта за једно тело, а силе акције и реакције делују на различита тела и имају различите нападне тачке, ове две силе не могу да се нађу на истом дијаграму сила.

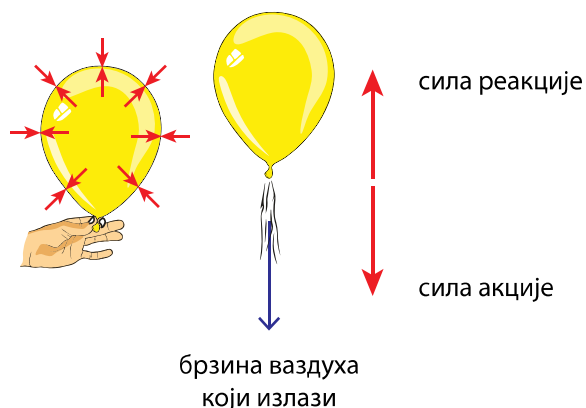


Надувај балон и држи га прстима за отвор тако да ваздух не излази из њега, а онда га пусти. Како се балон креће? Опиши и мировање и кретање балона користећи Њутнове законе.



Када балон надуваваш, убацујеш у њега ваздух, па притисак у балону расте и буде већи од атмосферског. Његови зидови се деформишу због тога и они силом еластичне деформације делују на ваздух у балону. Када пустиш балон, из њега излази ваздух, а балон се креће у супротном смеру од смера излажења ваздуха.

Излажење ваздуха представља акцију. Кретање балона у смеру супротном од смера излажења ваздуха је реакција (слика 1.20). По истом принципу лете ракете (у атмосфери Земље, али и у васиони) и млазни авиони. За оваква кретања каже се да су *реактивна*.

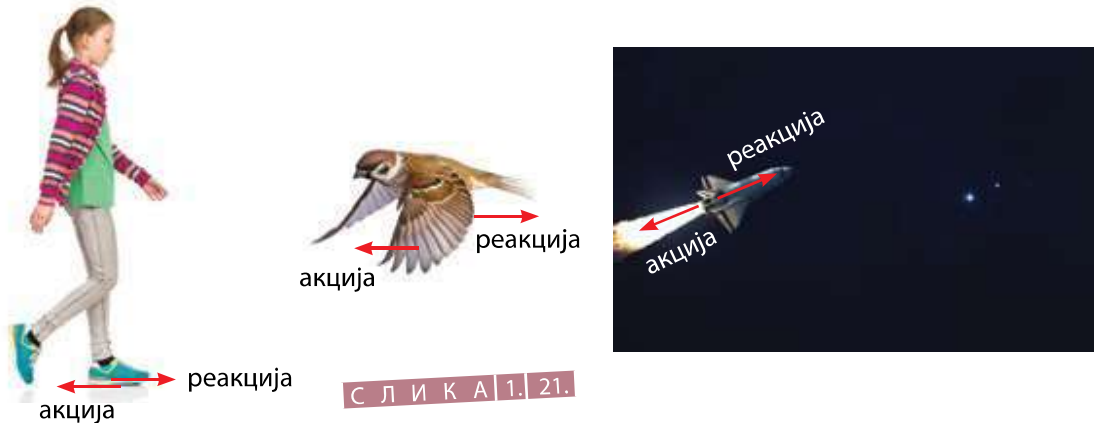


С Л И К А 1. 20.

Реактивно кретање балона

Кретање живих бића можеш да објасниш Трећим Њутновим законом (слика 1.21). Када ходаш, подижеш једну ногу, а друга остаје на подлози. Ногом којом се ослањаш гураш Земљу од себе (акција). Земља те гура у супротном смеру (реакција) и, када нема проклизавања, успеваш да начиниш корак. По леду се отежано крећеш јер проклизаваш. Птица приликом лета крилима гура ваздух (акција), а ваздух гура птицу (реакција), и она лети. Птица не би могла да лети у безваздушном простору.

У свемиру (у међузвезданом простору), где нема ваздуха, ракета може да лети само на млазни погон. Притом, она избацује великом брзином гориво које су сагорели мотори (акција). Супротно усмерено деловање помера ракету (реакција).

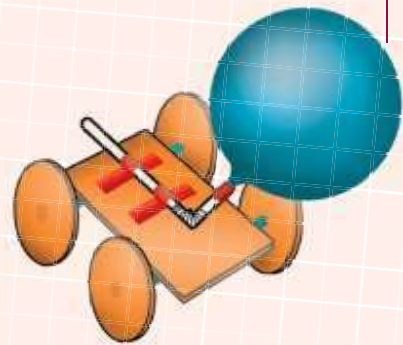


Кретања се објашњавају на основу Трећег Њутновог закона

## ДОМАЋИ ЗАДАТАК



Користећу дечији балон, цевчицу за сок, селотејп и аутомобил играчку, направи возило на реактиван (млазни) погон и објасни принцип његовог функционисања. Нацртај смерове сила које изазивају покретање твог млазног возила.





## ПИТАЊА:

1. Нацртај путању по којој се креће Месец у односу на Земљу.
2. Нацртај путању лопте коју кошаркаш док стоји удара о паркет, а затим путању лопте при бацању на кош.
3. Како би одредио/-ла брзину тела које се креће равномерно праволинијски?
4. За које кретање кажемо да је променљиво?
5. Наведи три примера из живота у којима примећујеш да неко тело мења брзину током кретања.
6. Да ли је кретање равномерно уколико тело током сваког сата прелази једнаке путеве?
7. На слици 1.32. је приказано кретање аутомобила. На основу података са слике одреди врсту кретања према облику путање и према брзини.



С Л И К А | 1. 32.

8. Повежи начине кретања са одговарајућом променом брзине:

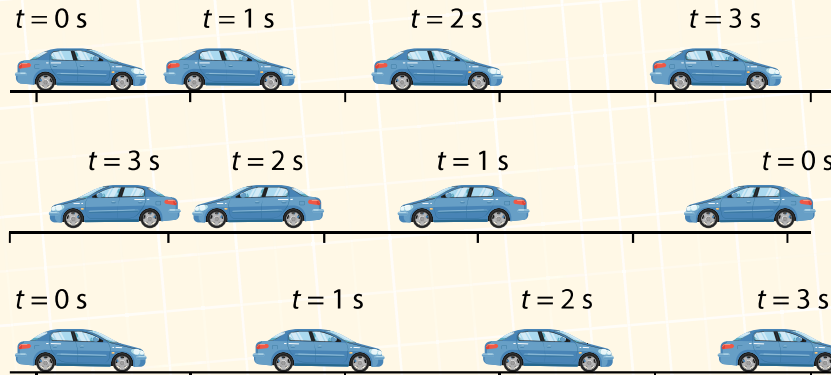
Тело успорава	•	• $\Delta v > 0$
Тело убрзава	•	• $\Delta v = 0$
Тело се креће константном брзином	•	• $\Delta v < 0$

9. Попуни празну колону користећи  $a = 0$ ,  $a > 0$ ,  $a < 0$ .

Тело и опис његовог кретања	Убрзање
Аутобус полази са станице	
Аутомобил се приближава знаку стоп	
Камион се креће константном брзином по ауто-путу	
Скијаш почиње да се спушта низ скакаоницу	

10. У којим јединицама се изражава убрзање?
11. Какви су правац и смер убрзања у односу на правац и смер кретања тела?

12. Нацртај векторе брзине и убрзања за цретеже кретања аутомобила на слици 1.33.



С Л И К А 1. 33.

13. Шта је узрок промене брзине тела?
14. Како би се бицикл кретао по хоризонталном и правом путу након што престанеш да okreћеш педале, уколико не постоји сила трења са подлогом и сила отпора ваздуха?
15. Допуни реченице следећим појмовима: убрзање, мироваће, сила.  
Тело које мирује \_\_\_\_\_ све док нека сила не делује на њега. Тело које се креће константном брзином кретаће се тако док нека \_\_\_\_\_ не промени то кретање.  
Што је већа сила која делује на тело, оно ће имати веће \_\_\_\_\_.
16. На тело делује сила и саопштава му убрзање од  $4 \frac{m}{s^2}$ . Колико би било убрзање истог тела када би на њега деловала сила дупло мањег интензитета?
17. Авион „боинг 747“, масе 330 тона, креће се под дејством силе од 828 килоњутна коју стварају 4 мотора. Одреди убрзање авиона.
18. Теретни авион „антонов 225“, масе 640 тона, има 6 мотора. Сваки мотор производи силу од 0,23 мегањутна. Колико убрзање има овај авион?
19. Спој физичку величину са њеном ознаком.

пут	брзина	средња брзина	убрзање	време	сила
-----	--------	---------------	---------	-------	------

$F$	$t$	$a$	$v_{sr}$	$v$	$s$
-----	-----	-----	----------	-----	-----

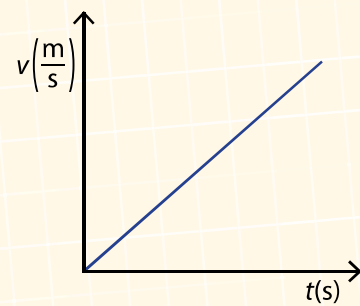
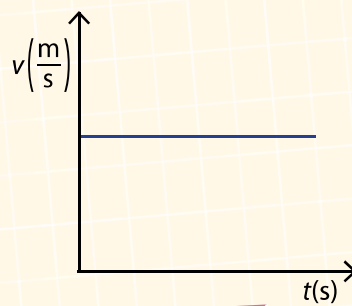
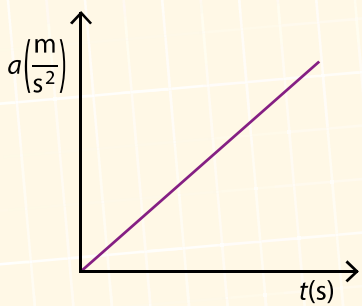
20. Какви су правац и смер убрзања у поређењу са правцем и смером резултујуће силе која делује на тело?
21. Изрази SI јединицу за силу 1 N преко јединица основних физичких величина.
22. По чему су исте силе којима два тела делују једно на друго? По чему се ове силе разликују?
23. Да ли могу силе акције и реакције да се пониште на истом дијаграму сила? Објасни одговор.

24. Објасни зашто се прскалица за заливање травњака приказана на слици 1.34. окреће приликом заливања.



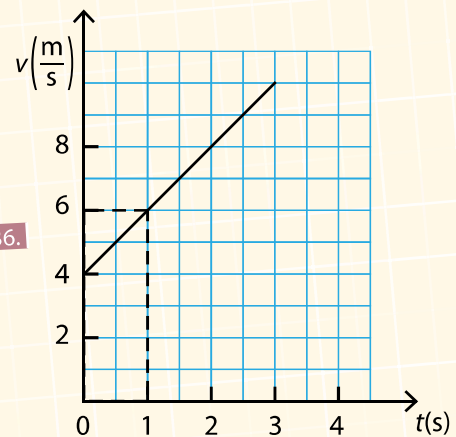
С Л И К А 1. 34.

25. Како се са временом мења брзина уколико је убрзање константно?  
 26. У ком случају се вредност средње брзине тела ( $v_{sr} = \frac{s_{uk}}{t_{uk}}$ ) може добити тако што се збир почетне и крајње вредности брзине ( $v_0$  и  $v$ ) подели са два  $v_{sr} = \frac{v_0 + v}{2}$ ?  
 27. Заокружи број уз график на слици 1.35. који представља брзину код равномерно променљивог кретања.



С Л И К А 1. 35.

28. Са графика 1.36. прочитај почетну вредност брзине, брзину у тренутку  $t = 3$  s и одреди убрзање за интервал времена од  $t = 0$  s до  $t = 3$  s.



С Л И К А 1. 36.

### СУПЕРПИТАЊА:

- У једном научно-фантастичном филму, у безваздушном простору (вакууму) у свемиру, далеко од звезда и планета, креће се свемирски брод. Његов мотор због квара престаје да ради и брод се зауставља. Да ли је ова ситуација у складу са Њутновим законима и зашто?
- Тело се креће праволинијски по залеђеном мору (занемарује се трење са подлогом) почетном брзином од  $10 \frac{m}{s}$ . Све време кретања, супротно од смера кретања, дува ветар и саопштава убрзање телу од  $0,5 \frac{m}{s^2}$ . Колико далеко од места са ког је почело кретање се тело налази 20 секунди након почетка кретања? Колика је брзина тела у том тренутку времена?

## ПОНОВИМО УКРАТКО:



**Брзина равномерно праволинијског кретања** једнака је путу који тело пређе у јединици времена:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ или } v = \frac{s}{t}$$

Кретање код кога се брзина мења назива се **променљиво**.

**Убрзање** је физичка величина која је бројно једнака промени брзине у јединици времена:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

**Мерна јединица убрзања** у SI је метар у секунди на квадрат ( $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).

**Први Њутнов закон (Закон инерције):** свако тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања све док га деловање других тела не примора да то стање промени.

**Други Њутнов закон (Основни закон динамике):** производ масе тела и његовог убрзања, једнак је сили која делује на тело.

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F}$$

**Убрзање  $a$ :** директно је сразмерно сили која делује на тело ( $a \sim F$ )

Убрзање  $a$ :

обрнуто је сразмерно маси тела ( $a \sim \frac{1}{m}$ )

**Сила интензитета од 1 N** је сила која телу масе 1 kg даје убрзање од  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

**Трећи Њутнов закон (Закон акције и реакције):** силе које се јављају при међусобном деловању два тела једнаке су по интензитету, истог су правца, а супротног су смера. Једна од њих се назива **сила акције**,  $\vec{F}_a$ , а друга **сила реакције**,  $\vec{F}_r$ .

$$\vec{F}_a = -\vec{F}_r$$

Кретање по правој линији током ког се бројна вредност брзине равномерно мења са временом назива се **равномерно променљиво праволинијско кретање**. Код овог кретања убрзање је константно.

Кретање по правој линији током ког се бројна вредност брзине равномерно повећава са временом назива се **равномерно убрзано праволинијско кретање**.

Кретање по правој линији током кога се бројна вредност брзине равномерно смањује са временом назива се **равномерно успорено праволинијско кретање**.

**Тренутна брзина** је брзина тела у датом тренутку времена, тј. у датој тачки путање.

Уколико се тело креће *равномерно променљиво*, **средња брзина**  $v_{sr} = \frac{s_{uk}}{t_{uk}}$  се

добија помоћу формуле:

$$v_{sr} = \frac{v_0 + v}{2}$$

где су  $v_0$  и  $v$  почетна и крајња вредност брзине.



Тренутна брзина и пут код равномерно убрзаног кретања:

Зависност тренутне брзине од времена кретања		Зависност пута од времена кретања		Зависност брзине од пута	
Са почетном брзином	Без почетне брзине	Са почетном брзином	Без почетне брзине	Са почетном брзином	Без почетне брзине
$v = v_0 + a \cdot t$	$v = a \cdot t$	$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$	$v^2 = 2 \cdot a \cdot s$

Равномерно успорено кретање:

Зависност тренутне брзине од времена кретања	Зависност пута од времена кретања	Зависност брзине од пута
$v = v_0 - a \cdot t$	$s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot s$

Врсте кретања према облику путања:

- праволинијска
- криволинијска

Врсте праволинијских кретања према брзини:

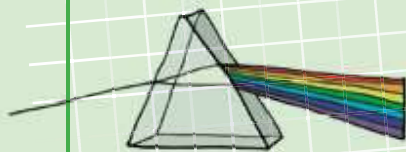
- равномерно праволинијско кретање ( $v = \text{const}$ )
- променљиво праволинијско кретање ( $v \neq \text{const}$ )

Врсте променљивих праволинијских кретања према убрзању:

- равномерно променљиво праволинијско кретање ( $a = \text{const}$ )
- неравномерно променљиво праволинијско кретање ( $a \neq \text{const}$ ) – нећемо га проучавати због сложености

Врсте равномерно променљивих праволинијских кретања ( $a = \text{const}$ ) према томе да ли брзина расте или опада:

- равномерно убрзано праволинијско кретање ( $v$  расте)
- равномерно успорено праволинијско кретање ( $v$  опада)



## ПРОЈЕКАТ

### Мобилни телефон у Галилејевом експерименту

Као што, знаш Галилеј није поседовао прецизан сат за мерење једнаких интервала времена како би упоредио путеве које тело прелази при равномерно променљивом праволинијском кретању. Данас мобилни телефон може да нам послужи да добијемо фотографије положаја тела након једнаких временских интервала, користећи неки од бесплатних програма (апликација) за то. Један од тих програма је „рафална камера“ (Burst Camera). Екран програма изгледа као на доњој слици. Најважније је да изабере дужину временског интервала између слика (Set delay between shots). Могуће вредности су 0 ms, 100 ms, 200 ms и 500 ms. Када то изабере, сталним притиском на велики црвени круг програм ће правити низ фотографија одвојених изабраним временским интервалом.

За снимање/мерење биће ти потребна и помоћ другарице или друга. Једно од вас ће пуштати куглице низ жлеб, а друго снимати куглицу у разним положајима.



Твој задатак је следећи:

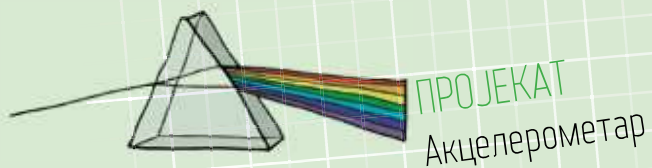
1. Инсталирај Burst Camera или неки сличан програм на телефон и подеси време између слика на рецимо 500 ms.
2. У тренутку када се пусти куглица са врха жлеба укључи програм да прави фотографије.
3. Добићеш низ фотографија из којих ћеш моћи да одредиш на којим местима се налазила куглица након истека сваких нових 500 ms.
4. Измери растојања и уз времена унеси у табелу.
5. На основу тога одреди убрзање у различитим моментима времена (сваком посматраном делу пута) користећи формулу

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Одреди средњу вредност убрзања.

Редни број мерења $n$	Време $t(s)$	Пут $s(m)$	Убрзање $a\left(\frac{m}{s^2}\right)$	Средња вредност убрзања $a_{sr}\left(\frac{m}{s^2}\right)$
1				
2				
3				
4				

б. На часу упоредите вредности убрзања које сте добили. Због чега се разликују ваши резултати?



Акцелерометар је инструмент за мерење убрзања. Једноставну верзију овог инструмента можеш направити на следећи начин. Потребни су ти пампур од плуте, конач, већи балон за воду (нпр. 5 литара) и лепљива трака. Конач привежи за пампур тако да не спада. Балон напуни водом до половине или мало изнад. У балон убади пампур тако да када се балон окрене пампур буде мало испод нивоа воде (слика 1.37). Слободан крај конач треба да остане ван балона.



С Л И К А 1. 37.



Сада ћеш покренути „акцелерометар“ нагло налево, а потом надесно. Посматрај пажљиво кретање пампура. На коју страну се он помера? Покушај да објасниш зашто се то дешава. Шта ће се дешавати са акцелерометром уколико балон помераш константном брзином у неком правцу?

Треба да имаш у виду да овако направљен акцелерометар не може да измери вредност интензитета убрзања, већ може да покаже да оно постоји и да је то веће што наглије помериш балон. Такође ће ти показивати правац и смер убрзања којим се креће балон.