

## **ГИМНАЗИЈА**

### **РАЗРЕД: ПРВИ**

### **СМЈЕР: ОПШТИ, ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ, РАЧУНАРСКО-ИНФОРМАТИЧКИ**

### **НАСТАВНИ ПРЕДМЕТ: ФИЗИКА**

Годишњи број часова: 72

Седмични број часова: 2

#### **СВРХА НАСТАВНОГ ПРЕДМЕТА**

Сврха учења физике у гимназији је да ученици стекну разумијевање основних закона природе, развију логичко и критичко мишљење, као и способност рјешавања проблема. Физика подстиче знатижељу, повезује теорију и праксу и служи као основа за даље образовање у природним и техничким наукама.

#### **ОПШТИ ЦИЉЕВИ ПРЕДМЕТА**

- Развијање интересовања за природне науке и разумијевање физичких појава у природи и техници
- Разумијевање основних физичких појмова, закона и принципа
- Развијање научног начина мишљења – логичког закључивања, критичког расуђивања и аргументовања
- Подстицање ученичке радозналости и способности за самостално посматрање и експериментисање
- Развијање способности примјене научених знања у свакодневном животу и у другим областима (интердисциплинарност)
- Унапређивање практичних вјештина мјерења, посматрања и анализе података
- Припрема ученика за даље образовање из области природних и техничких наука

## ПОСЕБНИ ЦИЉЕВИ ПРЕДМЕТА

- Усвајање основних појмова и закона механике и њихово повезивање са реалним физичким појавама
- Развијање способности за квалитативну и квантитативну анализу кретања и сила
- Стицање практичних знања и вјештина мерења физичких величина и рада са мјерним инструментима
- Разумијевање концепата енергије, рада, снаге и закона одржања и њихова примјена у анализи физичких процеса
- Оспособљавање ученика за примјену наученог у рјешавању задатака, експерименталним ситуацијама и у свакодневном животу
- Развијање способности за логичко размишљање, закључивање и представљање резултата у табелама, графицима и формулама
- Подстицање интересовања за физику и даљи развој у области природних и техничких наука

## НАСТАВНЕ ТЕМЕ:

1. Увод
2. Мјерење физичких величина
3. Кретање
4. Сила
5. Динамика ротационог кретања
6. Равнотежа тијела
7. Гравитација
8. Механички рад, снага и енергија
9. Закони одржања

Наставна тема: Увод			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
<p>Ученик ће бити способан да:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- објашњава шта проучава физика као природна наука;</li> <li>- описује предмет и задатке физике;</li> <li>- разликује физику од других природних и друштвених наука, указујући на повезаност и међузависност између њих;</li> <li>- уочава значај физике у свакодневном животу и технолошком развоју друштва;</li> <li>- објашњава улогу експеримента и теорије у развоју физичког знања, уз навођење једноставних примјера;</li> <li>- разликује појмове хипотеза, теорија и закон у научном методу;</li> <li>- идентификује примјере из историје физике који показују како се физичко знање развијало кроз експеримент и теорију (нпр. Галилејеви или Њутнови доприноси).</li> </ul>	<p>Ученик ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гледати кратки едукативни видео о развоју физике и научном методу;</li> <li>- вршити кратка истраживања у пару или групи – на теме као што су: <i>Чиме се бави физика? Како физика утиче на свакодневни живот? Познати физичари и њихови доприноси (нпр. Њутн, Галилеј, Ајнштајн);</i></li> <li>- правити плакате или презентације о вези физике са другим наукама (нпр. физика и биологија, физика и филозофија, физика и техничке науке);</li> <li>- истраживати и излагати: Ученик добија задатак да пронађе један пример експеримента који је довео до важног открића у физици (нпр. Галилејеви експерименти на стрмој равни).</li> </ul>	<p>Предмет:</p> <p>Хемија</p> <p>Српски језик и књижевност</p> <p>Рачунарство и информатика</p>	<p>Тема:</p> <p>Материја</p> <p>Некњижевни текстови</p> <p>Интернет, комуникационе технологије и сигурност на интернету</p>



Наставна тема: Кретање			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
<p>Ученик ће бити способан да:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дефинише кинематику и динамику</li> <li>- објасни појам кретања и разликује вектор положаја и вектор помјераја;</li> <li>- дефинише појмове материјална тачка, референтно тијело, референтни систем, путања, пут;</li> <li>- препозна да исто тијело (нпр. Земља) може да се посматра као материјална тачка у неким кретањима, а у неким то није случај;</li> <li>- објасни релативност кретања;</li> <li>- разликује транслаторно и ротационо кретање;</li> <li>- дефинише појам брзине као векторске величине и објасни разлику између средње и тренутне брзине;</li> <li>- прикаже правац вектора тренутне брзине;</li> <li>- дефинише и објасни класичан закон слагања брзина;</li> <li>- дефинише појам убрзања као векторске величине и објасни разлику између средњег и тренутног убрзања код праволинијског кретања;</li> </ul>	<p>Ученик ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- у правоуглом Декартовом систему (у простору или у равни) учртати тачке на основу датих координата и одредити вектор положаја и вектор помјераја;</li> <li>- радити у паровима: један ученик чита дефиницију, други погађа појам (игра асоцијација);</li> <li>- идентификовати и описати нпр.кретање путника кроз вагон, у односу на вагон и у односу на пругу, пад пакета из хеликоптера за посматрача на Земљи и пилота;</li> <li>- издвојити примјере кретања из свакодневног живота и објаснити разлику у облику путање ова два кретања;</li> <li>- уочити разлику између брзине коју показује брзиномјер у ауто и количника укупног пређеног пута и времена за које је тај пут пређен;</li> <li>- истраживати и правити презентације о узроцима саобраћајних несрећа;</li> <li>- расправљати о начину управљања бродом при преласку са једне обале</li> </ul>	<p>Предмет:</p> <p>Математика</p>	<p>Тема:</p> <p>Вектори (појам вектора, сабирање и одузимање вектора, разлагање вектора, приказивање вектора у равни помоћу координатног система)</p> <p>Тригонометрија правоуглог троугла</p> <p>Линеарна функција</p> <p>Линеарна једначина</p> <p>Планиметрија</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>- дефинише равномерно промјењљиво кружно кретање;</li> <li>- препозна да је интензитет тангенцијалног убрзања константан;</li> <li>- дефинише и објасни вектор укупног убрзања.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- графички приказати вектор линијске брзине и центрипеталног убрзања;</li> <li>- на основу раније усвојених формула извести формуле зависности брзине и пута од времена и извести везу између брзине и пређеног пута код равномерно-промјенљивог кружног кретања;</li> <li>- пронаћи анимације кој приказују промјене правца вектора брзине, тангенцијалног, центрипеталног и укупног убрзања;</li> <li>- урадити лабораторијску вјежбу: Одређивање убрзања тега помоћу Атвудове машине.</li> </ul>		
---	--	--	--

Наставна тема: Сила			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
<p>Ученик ће бити способан да:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разликује кинематику и динамику;</li> <li>- разликује статичке и динамичке интеракције, те наводи примјере за сваку;</li> <li>- повезује масу са инертношћу тијела;</li> <li>- дефинише импулс тијела као векторску величину;</li> <li>- дефинише силу као векторску величину;</li> <li>- објашњава и описује примјере за први Њутнов закон;</li> </ul>	<p>Ученик ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рјешавати проблемске задатке са импулсом и промјеном импулса, укључујући и промјену правца;</li> <li>- демонстрирати на једноставним огледима први Њутнов закон, утицај инертности на кретање тијела (кованица, карта и чаша; извлачење подлоге испод предмета; помјерање тешких и лакших тијела; тег који виси о два конца, испод и изнад њега, се повлачи различитим брзинама итд.);</li> </ul>	<p>Предмет:</p> <p>Математика</p>	<p>Тема:</p> <p>Вектори (сабирање и одузимање вектора, множење вектора скаларом, растављање вектора на компоненте)</p> <p>Линеарна једначина неједначина и системи линеарних једначина</p>





<p>- пореди три врсте трења, те објашњава предности примјене трења котрљања у односу на клизање;</p> <p>- разликује инерцијалне и неинерцијалне системе референције;</p> <p>- дефинише Галилејев принцип релативности;</p> <p>- аргументује важност увођења инерцијалне силе у неинерцијалним системима;</p> <p>- објашњава формулу за инерцијалну силу;</p> <p>- објашњава и примјењује једначину трансляторног кретања у неинерцијалним системима и пореди је са једначином у инерцијалним системима;</p> <p>-- наводи примјере дјеловања инерцијалне силе (путник у аутомобилу који мијења брзину или правац кретања).</p>	<p>објашњавати зашто не утиче на вриједност силе трења);</p> <p>- рјешавати задатке из динамике који укључују силу трења;</p> <p>- на примјеру лифта, анализирати и приказати дјеловање инерцијалне силе у зависности од кретања лифта, те одређивати и рачунати масу тијела коју вага мјери у тим случајевима;</p> <p>- рјешавати задатке из динамике који укључују инерцијалну силу;</p> <p>- Урадити лабораторијске вјежбе:</p> <p>- провјера другог Њутновог закона;</p> <p>- одређивање коефицијента трења клизања.</p>		
---	--	--	--

Наставна тема: Динамика ротационог кретања			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
<p>Ученик ће бити способан да:</p> <p>- дефинише момент силе као узрок ротационог кретања;</p>	<p>Ученик ће:</p> <p>- анализирати на који начин удаљеност нападне тачке од осе ротације утиче на величину момента силе (примјер</p>	<p>Предмет:</p> <p>Математика</p>	<p>Тема:</p> <p>Вектори</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- описује осу ротације и нападну тачку на коју дјелује сила;</li> <li>- дефинише крак силе као најкраће растојање између правца силе и осе ротације;</li> <li>- разликује тангенцијалну и нормалну компоненту силе која узрокује ротацију;</li> <li>- упоређује основну једначину ротационог кретања <math>M = I \cdot \alpha</math> са основном једначином транслаторног кретања <math>F = m \cdot a</math>;</li> <li>- препознаје аналогију између величина масе и момента инерције;</li> <li>- дефинише момент инерције штапа и диска;</li> <li>- примјењује Штајнерову теорему;</li> <li>- дефинише момент импулса <math>L = I \cdot \omega</math> и анализира аналогију ове величине код ротационог кретања са величином импулса (количине кретања) код транслаторног кретања;</li> <li>- упоређује основне законе транслаторног <math>\frac{\Delta p}{\Delta t} = F</math> и ротационог <math>\frac{\Delta L}{\Delta t} = M</math> кретања;</li> <li>- упоређује центрипеталну и центрифугалну силу, те препознаје да је центрифугална сила инерцијална сила;</li> <li>- тумачи Прву космичку брзину као брзину Земљиних сателита.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- затварања врата дјеловањем силе која је ближе или даље од шарке врата);</li> <li>- цртати скицу позитивног и негативног смјера ротације тијела;</li> <li>- изводити демонстрациони експеримент промјене момента инерције на Прантловој столици (ученик сједи на столици која ротира, те пружа и скупља руке пратећи промјену угаоне брзине);</li> <li>- анализирати промјену момента инерције штапа приликом паралелног помјерња осе ротације, помоћу Штајнерове теореме;</li> <li>- поредити аналогне величине код транслаторног и код ротационог кретања (на примјер пређени пут и описани угао; силу и момент силе; импулс и момент импулса; масу и момент инерције);</li> <li>- израчунавати задатке са колотуром на који је намотана нит и окачен тег познате масе (са комбиновањем основних једначина транслаторног и ротационог кретања);</li> <li>- израчунавати Прву космичку брзину из услова једнакости центрипеталне силе која дјелује на тијело и његове тежине;</li> <li>- изводити демонстрациони експеримент у којем ротира канту напуњену са водом у вертикалној</li> </ul>		
--	---	--	--

	<p>равни (демонстрација дејства центрифугалне силе);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тумачити на који начин функционише ролер-костер (аргументовати зашто путници у ролер-костеру не испадну из колица ролер-костера);</li> <li>- тумачити појаву прецесије код ротационог кретања (за додатну наставу и напредне ученике, демонстрација чигре, Ојлеровог диска и анти-гравитационог точка).</li> </ul>		
--	--	--	--

Наставна тема: Равнотежа тијела			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
<p>Ученик ће бити способан да:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разликује динамичку и статичку равнотежу;</li> <li>- формулише услов равнотеже материјалне тачке (векторски збир свих сила које дјелују на материјалну тачку једнак је нули);</li> <li>- формулише услов равнотеже сила које дјелују на чврсто тијело и које се могу довести у исту нападну тачку (векторски збир свих сила које дјелују на чврсто тијело једнак је нули);</li> <li>- формулише услов равнотеже сила које дјелују на чврсто тијело, а које се не могу довести у исту нападну тачку (векторски збир свих сила једнак</li> </ul>	<p>Ученик ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализирати могу ли се различите силе које дјелују на чврсто тијело довести у једну нападну тачку;</li> <li>- цртати тијело на стрмој равни и означавати све силе које дјелују на тијело;</li> <li>- цртати полугу, означавати мјесто ослоња и моменте сила које дјелују; утврђивати стање статичке равнотеже полуге из једнакости момената сила.</li> </ul>	<p>Предмет:</p> <p>Математика</p>	<p>Тема:</p> <p>Тригонометрија правоуглог троугла</p> <p>Вектори</p>

нули; збир свих момената сила једнак нули); - класификује и описује стабилну, лабилну и индиферентну равнотежу; - наброји све силе које дјелују на тијело на стрмој равни, када је тијело у стању равнотеже; - примјењује услов статичке равнотеже код полуге (збир момената сила једнак нули).			
--	--	--	--

Наставна тема: Гравитација			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
Ученик ће бити способан да:  - наводи три Кеплерова закона кретања планета; - наводи формулу Њутновог закона гравитације; - дефинише појмове: тежина, маса, гравитационо поље, бестежинско стање; - објашњава значење Кеплерових закона у контексту кретања небеских тијела; - разликује гравитациону силу од тежине тијела - објашњава шта је бестежинско стање и у којим условима настаје; - примјењује Њутнов закон гравитације за израчунавање силе између два тијела дате масе и растојања;	Ученик ће:  - радити у паровима: један ученик чита дефиницију, други погађа појам (игра асоцијација); - израђивати картице са формулама и јединицама; - цртати шеме и дијаграме који приказују гравитационо поље или орбите планета; - дискутивати у групи: шта је маса, а шта тежина — примјери из свакодневног живота; - рјешавати задатаке са бројевима: израчунавање гравитационе силе, тежине, јачине гравитационог поља; - мјерити тежину предмета динамометром и поредити са теоријском вриједношћу;	Предмет:  Математика          Географија	Тема:  Пропорционалност  Линеарна једначина  Вектори     Опште физичкогеографске одлике Земље

<ul style="list-style-type: none"> <li>- израчунава тежину тијела на Земљи и у другим гравитационим пољима (нпр. на Мјесецу);</li> <li>- израчунава јачину гравитационог поља на задатој удаљености од тијела одређене масе;</li> <li>- анализира утицај масе и растојања на гравитациону силу;</li> <li>- анализира услове у којима долази до појаве бестежинског стања и повезује их са слободним падом;</li> <li>- процјењује реалност физичких појава у свемиру (нпр. кретање сателита, понашање астронаута у орбити) на основу научених закона;</li> <li>- разликује масу као скаларну величину и тежину као векторску;</li> <li>- формулише сопствени примјер ситуације у којој се испољава бестежинско стање.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вршити симулације (на рачунару или мобилној апликацији): кретање планета, утицај масе и удаљености;</li> <li>- поредити гравитационе силе у различитим ситуацијама (на Земљи, Мјесецу, у свемиру);</li> <li>- анализати видео-записе (нпр. снимци слободног пада у вакууму);</li> <li>- радити на задатку са грешком – ученици добијају „погрешно ријешен“ примјер и треба да објасне гдје је грешка и како је исправити;</li> <li>- аргументовано дискутовати: зашто предмети у орбити „лебде“?;</li> <li>- писати анализу реалних примјена закона гравитације (нпр. зашто су сателити у одређеној орбити);</li> <li>- осмишљавати експеримент који демонстрира пад тијела са различитих висина;</li> <li>- креирати презентацију или плакат о историјском развоју појма гравитације (од Кеплера до Њутна).</li> </ul>		
---	--	--	--

Наставна тема: Механички рад, снага и енергија			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
<p>Ученик ће бити способан да:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дефинише механички рад као скаларни производ силе и помјераја (<math>J = N \cdot m</math>);</li> </ul>	<p>Ученик ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правити забиљешке, одговарати на постављена питања;</li> <li>- израђивати картонске картице с питањима/одговори</li> </ul>	<p>Предмет:</p> <p>Математика</p>	<p>Тема:</p> <p>Линеарне једначине</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- описује ситуације у којима је рад силе позитиван, негативан или једнак нули;</li> <li>- разликује рад константне и промјенљиве силе и израчунава рад помоћу <math>F-s</math> графика;</li> <li>- израчунава укупан рад кад на тијело дјелује више сила;</li> <li>- дефинише и израчунава кинетичку енергију тијела;</li> <li>- описује везу рада и промјене кинетичке енергије тијела;</li> <li>- дефинише и израчунава потенцијалну енергију тијела (гравитациону и еластичну);</li> <li>- дефинише снагу као количник рада и времена, разликује средњу и тренутну снагу;</li> <li>- повезује појам снаге са вршењем рада и промјеном енергије током времена;</li> <li>- израчунава ефикасност једноставних машина;</li> <li>- процјењује ефикасност уређаја на основу израчунатог коефицијента корисног дејства;</li> <li>- разликује и повезује свакодневне појмове „рада” (нпр. кућни послови, умор) и „енергије” (нпр. храна, гориво) са њиховим прецизним физичким дефиницијама;</li> <li>- разликује обновљиве и необновљиве изворе енергије. Уочава значај рада на развоју обновљивих извора енергије;</li> </ul>	<p>ма (нпр. „Када је рад силе нула?“) у паровима. Уколико могућности кабинета дозвољавају, креирају квизове на платформама попут “Kahoot” и слично;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- израђивати плакате са дефиницијама, формулама и мјерним јединицама, уз прикладне илустрације. Опционо додају „Кју Ар“ кодове на плакате, са линковима који воде ка прикладном видеу који су сами снимили, у идеалном случају;</li> <li>- снимати мобилним телефоном свакодневне ситуације у окружењу у којима се врши рад, дебатујући о томе да ли је рад позитиван, негативан или нула;</li> <li>- у сарадњи са наставником осмишљавати вјежбу за цртање графика сила - пређени пут и провјеравати да ли је извршени рад заиста једнак површини криве испод графика (идеје: ученици мјере зависност силе од издужења опруге или подижу тијело окачено о динамометар равномјерном брзином увис);</li> <li>- мјерити вријеме личног успона на спрат школе или зграде, рачунати сопствену снагу; уписивати резултате у „Excel“ или „Google Sheets“ (име, своју масу, вријеме пењања и висину).</li> </ul>	<p>Рачунарство и информатика</p>	<p>Пропорционалност</p> <p>Реални бројеви</p> <p>Табеларна обрада података</p>
--	--	----------------------------------	--

<p>-рјешава комплексне задатке који повезују рад, енергију и снагу у реалним ситуацијама.</p>	<p>Поредити извршени рад (снагу) при ходању и трчању. Цртати график зависности снаге (при пењању на исту висину) од масе, линеарно фитују, процјењивати ко је од њих најефикаснији (има најбољи однос снаге и масе);</p> <p>-разматрати са аспекта механичког рада да ли ученик који стоји и на леђима носи ранац врши механички рад. Дебатују да ли у овом случају постоји утрошак енергије, и каква би то енергија могла бити;</p> <p>- расправљати о ефикасности кућних уређаја и обновљивим изворима енергије, уз евентуалне пројекте на задате теме.</p>		
---	---	--	--

Наставна тема: Закони одржања			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
<p>Ученик ће бити способан да:</p> <p>-формулише услов да је систем честица механички изолован и на њега примјењује закон о одржању импулса;</p> <p>- дефинише центар масе и одређује га за систем двије или више тачака;</p> <p>- примјењује принцип реакције на примјеру ракетног погона;</p> <p>- примјењује закон о одржању укупне механичке енергије на примјерима</p>	<p>Ученик ће:</p> <p>- правити забиљешке, одговарати на постављена питања, трудити се да буду активни учесници часа;</p> <p>- Уз помоћ ПХЕТ (<a href="http://phet.colorado.edu">phet.colorado.edu</a>) симулација „Енергија у скејт парку“, „Масе и опруге“ и „Математичко клатно“ пратити процесе трансформације кинетичке енергије у потенцијалну и обратно, креирати</p>	<p>Предмет:</p> <p>Математика</p>	<p>Тема:</p> <p>Вектори (операције са векторима)</p> <p>Линеарна једначина, неједначина и системи линеарних једначина</p>

<p>(кретање у гравитационом пољу, кретање на стрмој равни, математичко клатно...);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рачуна Другу космичку брзину за Земљу;</li> <li>- разликује еластичне и нееластичне сударе; анализира их помоћу одржања импулса и енергије;</li> <li>- комбинује законе одржања енергије и импулса у сложеним проблемима;</li> <li>- описује услове одржања момента импулса.</li> </ul>	<p>своје „ролер костер“ стазе са петљама, или скијашке скакаонице;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уз додатна питања наставника рачунати минималну висину потребну да скејтер у симулацији прође кружну петљу полупречника <math>R</math>;</li> <li>- конструисати своје математичко клатно и испитивати од чега зависи максимална брзина куглице клатна при проласку кроз равнотежни положај;</li> <li>- уз помоћ „Вашчак“ симулација (<a href="https://vascak.cz/">https://vascak.cz/</a>) за еластичне и нееластичне сударе, симулирати сударе са задатим почетним условима, израчунавати брзину новчића након судара и провјеравати резултате у самој симулацији;</li> <li>- урадити лабораторијску вјежбу “Провјера закона одржања енергије” уколико школа има потребну апаратуру. Уколико нема, онда урадити вјежбу мјерења брзине куглице клатна у зависности од висине са које се куглица пусти да осцилује;</li> <li>- изводити демонстрациони оглед са окретном канцеларијском столицом и теговима у циљу показивања одржања момента импулса. Одговорати на питања наставника.</li> </ul>	<p>Рачунарство и информатика</p>	<p>Табеларна обрада података (напреднији ученици могу користити неки програмски језик)</p>
---	--	----------------------------------	--



## Дидактичко-методичка упутства и препоруке

### Увод

Акценат ставити на развијање интересовања ученика за предмет и на разумијевање значаја физике као природне науке. Уместо формалистичког приступа и увођења апстрактних појмова, пожељно је почети разговором о томе гдје и како физику срећемо у свакодневном животу. Час треба осмислити као вођену дискусију у којој ученици размишљају, постављају питања и изражавају личне ставове.

Препоручује се коришћење мултимедије (видео, презентација, слика), као и једноставних демонстрација, како би се што боље илустровала улога експеримента и посматрања у науци. Кроз примјере из историје физике (нпр. Галилејев рад), ученици могу разумјети развој научног мишљења и улогу физике у развоју друштва.

Наставу треба повезивати са другим предметима – филозофијом (рационално мишљење и логика), историјом (развој науке), језиком (научни стил), математиком (мјерење и моделирање), чиме се ученицима физика приближава као дио опште културе и свакодневице.

Посебно је важно да се подстиче радозналост, групни рад и истраживачки дух. Активности као што су писање кратког састава (*Зашто учимо физику?*), израда плаката или презентација у групама или анализа научнопопуларног текста могу знатно допринијети ангажовању ученика и изградњи позитивног става према предмету.

### Мјерење физичких величина

Почетак наставе треба да буде мотивациони: кроз примјере из живота (техника, медицина, трговина), ученици треба да уоче важност прецизног мјерења. Ученике је потребно упознати са различитим инструментима (линијар, нонијус, микрометар, термометар, штоперица), њиховом употребом и тачношћу. Кроз практичан рад у групама, ученици треба да изврше једноставна мјерења, понове их више пута, забиљеже податке у табелу и израчунају средњу вриједност, апсолутну и релативну грешку. У наставку могу представити податке табеларно и графички и научити како правилно записати резултат са одговарајућим бројем значајних цифара.

Дискусија о системским и случајним грешкама, као и разговор о ограничењима мјерења, треба да помогну развијању критичког мишљења. Тема се природно повезује са математиком (проценти, табеле, графикони) и информатиком (рад у програмима за табеларна израчунавања, креирање графика).

### Тема: Кретање

Кретање је појава са којом се свакодневно сусрећемо, у којој непосредно учествујемо, као саставни елемент живота, природе (од електрона до небеских тијела), друштва. Потребно је тако и представити и указати на важност познавања појмова који се у овом дијелу односе на механичко кретање. Посебан нагласак ставити на појмове брзине и убрзања као векторских величина и операција које се односе на векторе. Упозорити их на поразну статистику саобраћајних несрећа гдје је неприлагођена брзина најчешћи узрок. Подсјетити ученике на максимално дозвољену брзину у саобраћају (насељено мјесто, регионални путеви, ауто пут). Линеарна зависност и линеарна

функција као појмови који се уче у математици су основни алати за представљање веза између величина у кинематици. Кретање небеских тијела (путања и брзине), ротација око сопствене осе и уједно ротација око Сунца, периоди обиласка планета су веза између географије и кинематике. Кретање као основно стање материје је дио предмета физичко васпитање и како се многи ученици баве спортом могу се повезати појмови путање (лопте), брзине кретања (формула 1, атлетика, тенис..) убрзања (трка на 100 m), домета при бацању копља, кладива. Сазнања објединити кроз израду задатака: квалитативних, квантитативних и графичких. Инсистирати на поступности у изради, правилном записивању и дискусији добијених резултата. Наглашавати аналогију између математичких формула које описују различита кретања и оспособити ученике да их сами изводе. Препорука је кориштење вишефункцијског дигитрона и оспособљавање ђака за употребу што више функција. (трећи коријен, уношење степена броја, пребацивање броја у запис са степеном, употреба друге (инверзне) функције).

Демонстрациони огледи: Равномјерно праволинијско кретање – дечји аутомобил на батерије; равномерно-промјенљиво праволинијско кретање – кретање кликера низ нагнуту површ (стрма раван).

Тема: Сила

Сила је покретач појава у класичној физици и описује све интеракције, те знајући силе у макроскопском свијету, можемо прецизно одредити кретања тијела, тј. доћи до кинематичких величина брзине, убрзања, помјераја, пређеног пута. Треба свакако успоставити везу између ове двије теме кроз теорију, задатке, дискусије, експерименте.

У овој теми су демонстрације и експерименти које ученици могу урадити многобројни, чак и са веома ограниченим наставним средствима. Могу се користити многе ствари које се имају код куће. У дијелу *Активности ученика* наведене су неке од њих. Такође, препоручује се кориштење симулација. На примјер, бесплатан и веома једноставан програм, визуелно и функционално одличан, је *Algodo*. Ученици могу сами креирати сценарије, разматрати силе и њихов утицај на кретање. Чак се могу изводити и једноставни виртуелни експерименти, прикупљати и обрађивати подаци, што је корисно у случају недостатка школске опреме. Препоручују се и *PhET* интерактивне симулације, које постоје и на нашем језику.

Ова тема је кључна за развијање вјештина рјешавања проблема и разумијевања физичких појава, укључујући и градиво које ће се изучавати у наредним годинама. Зато је од изузетног значаја да ученици науче да пишу једначине кретања у различитим примјерима. Пожељно је полазити од скице са дијаграмом сила, са правилно уцртаним векторима. Треба обратити пажњу на логички правилне дужине вектора и нападне тачке сила. Посебно је важно разматрати компоненте сила у правцима  $x$ - и  $y$ -осе, што ће бити од великог значаја у ротационом кретању и равнотежи тијела.

Демонстрациони огледи: Операције с векторима (помоћу динамометара на магнетној табли); Галилејев експеримент, (кретање куглице по жљебу, уз и низ стрму раван); Сила трења на хоризонталној подлози и на стрмој равни са промјенљивим нагибом; Трећи Њутнов закон (колица повезана опругом или динамометром).

Тема: Динамика ротационог кретања

Суштина ове теме треба да је на повезивању транслације и ротације, ученицима треба стално наглашавати аналогију између транслационих и ротационих величина. Свака физичка величина код транслаторног кретања има своју аналогну физичку величину код ротационог кретања (нпр. пут→угао; сила→момент силе; импулс→момент импулса, ...). Ипак, код аналогије између масе и момента инерције треба бити опрезан, јер иако обе величине представљају мјеру тромости при промјени положаја - момент инерције зависи и од положаја осе од тијела (напреднијим ученицима, на додатној настави, може се представити и тензорска презентација момента инерције). Нагласити да су математички изрази потпуно аналогни (нпр. 2. Њутнов закон има исти облик и код транслације  $F = m \cdot a$  и код ротације  $M = I \cdot \alpha$ , гдје фигуришу оне физичке величине чије кретање посматрамо). Демонстрације са Прантловом столицом могу бити веома ефективне (оне се могу извести и са обичном канеларијском столицом која се може окретати око осе).

При анализи и центрифугалне и центрипеталне силе треба бити опрезан, јер се не ради о силама акције и реакције (иако обе силе формално имају исти облик, са различитим смјером дјеловања). Формално гледајући - центрипетална сила је права сила, док је центрифугална сила псеудо-сила, која је инерцијална и јавља се као посљедица чињенице да је систем који је везан за тијело - убрзан.

Демонстрациони огледи: Кружно кретање и ротација тијела помоћу центрифугалне машине и ротационог диска, ротација крутог тела закаченог за нит, ротација бициклическог точка са маркираним тачкама које су на различитим удаљеностима од центра ротације, ротација посуде са водом у вертикалној равни, кретање лоптице унутар обруча.

Тема: Равнотежа

Нагласити да се равнотежно стање може постићи и при кретању тијела (динамичка равнотежа), а не само при мировању тијела (статичка равнотежа).

Материјална тачка “не познаје” ротационо кретање. Због тога треба разликовати услове равнотеже материјалне тачке (векторски збир свих сила на материјалну тачку једнак је нули) и равнотеже чврстог тијела (додатни услов је да је и векторски збир свих момената сила једнак нули). Обратити пажњу да се поједине констелације дејства свих сила на чврсто тијело не могу извести без ротирања (немогућност да се нападне тачке свих сила могу довести у једну нападну тачку).

Важно је и добро увјежбати растављање сила код стрме равани и повезати са темом из математике разлагање вектора на компоненте (па макар дјеловала и само једна сила - тежина тијела) на правце од интереса: правац дуж стрме равни и правац нормалан на правац дуж стрме равни. Правилно цртање и уочавање сличности троуглова су овдје од велике важности.

Тема: Гравитација

У овој тематској цјелини ученицима треба представити гравитациону силу као универзалну силу привлачења која дјелује између свих тијела у Вациони, у складу са Њутновим законом гравитације. Нагласити да се исти закон примјењује на тачкаста и на сферно симетрична

тијела, при чему се растојање мјери од центара масе. Историјски контекст открића, укључујући Њутнов развој диференцијалног и интегралног рачуна и Кевендишево одређивање гравитационе константе, доприноси дубљем разумијевању.

Наставу обогатити конкретним задацима, нпр. поређење гравитационе силе између два ученика са силом трећа, израчунавање брзине и периода сателита, као и кретања Земље и Мјесеца. Објаснити разлику између масе као мјере инертности и масе као мјере гравитационог дејства, истаћи да су оне експериментално једнаке.

Потребно је разјаснити појам тежине као силе којом тијело, зато што га привлачи Земља, дјелује на хоризонталну подлогу, те утицај услова на њену вриједност. Разликовати убрзање слободног пада од убрзања силе теже.

Демонстрациони оглед за бестежинско стање: Пробушити пластичну чашу, напунити водом и пустити да пада вертикално наниже. Након тога поновити оглед бацајући чашу навише неком брзином или под неким углом у односу на хоризонт.

Тема: Механички рад, снага и енергија

Рад са ученицима треба започети разликовањем колоквијалног и физичког значења ријечи рад и енергија. Добар увод је вођење дискусије са примјерима из свакодневног живота (ношење торбе, држање кеса, трчање уз степенице, гријање воде) у којој ученици нагађају да ли се у физичком смислу обавља механички рад и зашто. Наставник постепено уводи формалну дефиницију и наглашава знакове: позитиван (сила у смјеру помјераја), негативан (сила супротна смјеру) и нулти рад (угао  $90^\circ$  или без помјераја). Пожељно је да се поред самог објашњења да се рад промјенљивих сила при праволинијском кретању може израчунати као површина испод графика “сила - пут” исто демонстрира преко примјера наведеним у активностима ученика или неким другим адекватним примјером који ће наставник сам осмислити.

Дефинишу се појмови механичке енергије, кинетичке и потенцијалне енергије, при чему се показује (преко равномјерно убрзаног кретања по хоризонталној подлози) да је извршени рад једнак промјени кинетичке енергије тијела. Осим објашњења општег појма потенцијалне енергије, детаљно се образлаже и објашњава гравитациона потенцијална енергија у близини површине Земље, даље од површине Земље, као и еластична потенцијална енергија, уз обавезно разјашњење појма референтног нивоа, гдје се већ уводи чињеница да нам је увијек од значаја само промјена потенцијалне енергије, а не и њена једнозначност. На примјеру гравитационе интеракције објашњава се услов да је сила конзервативна.

Дефинише се веза снаге са вршењем рада и промјеном енергије током времена, при чему се ученици наводе да направе разлику између укупног уложеног рада и корисног рада, користећи коефицијент корисног дејства као мјеру процјене ефикасности уређаја. Уколико вријеме и планирање дозволе, упознати ученике са појмом коњске снаге, калорије... Наставу обогатити конкретним задацима, од простог израчунавања тражених величина уз претварање мјерних јединица, до сложенијих ситуација у којима се од ученика тражи да повежу више појмова и позову се на научено у ранијем току школовања.

Тема: Закони одржања

Приликом учења о одржању импулса, фокусирати се на практичне једноставније проблеме, попут објашњавања принципа реакције уз помоћ ракете, бацања кугле док стојимо на ролерима, система пушка - метак, као и кретање човјека по сплаву на води. За напредније ученике обрадити примјере одржања импулса при кретању у двије димензије, нпр. кретање дијелова гранате након распада.

При изучавању закона очувања укупне механичке енергије ученици се оспособљавају да анализирају примјере као што су математичко клатно, осциловање тега на опрузи, слободан пад, вертикални хитац и кретање по стрмој равни. Уколико је могуће, лабораторијску вјежбу извести прије формулисања самог закона, како би ученици активном градњом знања дошли до његове формулације.

У раду са симулацијама, очекује се од наставника да креира радне листове са јасним корацима, који омогућавају ученицима да разумију принципе одржања енергије и примијене их у једноставним ситуацијама. Трудити се да се ученици наведу да закључују сами, почети од једноставнијих ситуација и кретати се ка сложеним.

Апострофирати разлику између еластичних и нееластичних судара. Нагласити да механичка енергија не мора остати одржана, навести примјере претварања механичке у друге врсте енергије. Истаћи да је сударе тешко детаљно описивати помоћу Њутнових закона, али да закони одржања импулса и енергије једноставно дају рјешења за брзине тијела прије и после судара.

#### Упутство за извођење лабораторијских вјежби

Лабораторијске вежбе представљају саставни дио наставе физике и од великог су значаја за развијање експерименталних вјештина, разумијевање физичких појава и примјену научених теоријских знања. Ученици лабораторијске вежбе изводе у малим групама, по два до три ученика. За сваку вјежбу потребно је да ученици благовремено добију писана упутства, која садрже циљ вјежбе, теоријски увод, опис опреме, поступак рада и облик очекиваних резултата.

Час лабораторијских вјежби обухвата три цјелине: уводни дио, извођење мјерења, обраду и анализу резултата. У уводном дијелу часа наставник кратко провјерава припремљеност ученика, објашњава сврху и ток вежбе, упознаје ученике са мјерним инструментима и другим елементима апаратуре. Посебан акценат ставља се на мјере безбједности при руковању опремом, електричним уређајима и другим потенцијално опасним средствима.

Током мјерења, наставник активно прати рад ученика, по потреби даје додатна објашњења и усмјерава поступке. Циљ је охрабрити ученике да самостално изводе мјерења, али уз сталну стручну подршку и надзор.

У завршном дијелу часа ученици врше обраду добијених података. Обрада укључује табеларни приказ резултата, израду графика, израчунавање заокружених вриједности као и одређивање апсолутне и релативне грешке мерења. Ученици треба да буду унапријед упознати са правилима представљања података – било путем претходне наставе, било путем упутстава која прате вјежбе.

Посебну пажњу потребно је посветити: тачном и прегледном вођењу табела, правилном цртању и тумачењу графика, процјени тачности добијених резултата и повезивању са теоријским очекивањима.

У условима ограничене опреме, наставници могу успјешно реализовати вјежбе примјеном доступних ИКТ алата. За снимање и анализу кретања могу се користити мобилни телефони и бесплатне апликације као што су **VidAnalysis**, **Tracker** и **Kinovea**, док се анализа података може вршити у програмима **Excel**, **Google Табеле** или **Origin**. На овај начин, вјежбе задржавају свој истраживачки и аналитички карактер, чак и у условима ограничене техничке подршке.

У складу са расположивим наставним средствима потребно је урадити четири лабораторијске вјежбе (по двије у сваком полугодишту) од предложених десет: *Мјерење дужине и одређивање густине чврстих тијела, Одређивање брзине равномерног праволинијског кретања, Одређивање убрзања при кретању кугле низ жљеб, Одређивање убрзања тијела које слободно пада, Одређивање убрзања тијела помоћу Атвудове машине, Провјера Другог Њутновог закона помоћу колица, Провјера II Њутновог закона помоћу Атвудове машине, Одређивање коефицијента еластичности опруге, Одређивање коефицијента трења клизања и одређивање коефицијента статичког трења помоћу стрме равни, Одређивање укупне механичке енергије математичког клатна у амплитудном и равнотежном положају.*

#### Оцјењивање

Оцјењивање се врши у складу са Законом о средњем образовању и васпитању и важећим правилником о оцјењивању ученика у настави и полагању испита у средњој школи.

О техникама и критеријима оцјењивања ученике треба упознати на почетку школске године.

#### Уџбеник:

1. Уџбеници одобрени од стране Министарства просвјете и културе Републике Српске.