

## Школски експеримент из физике

1

1

## Школски експеримент из физике

- ◆Изазивање физичке појаве, формирање апаратуре, израда и калибрација апарата, мерење физичких величина, обрада резултата мерења, ... У функцији остваривања задатака наставе физике чини ***ШКОЛСКИ експеримент из физике.***

2

2

## Експеримент у науци и школи

- ◆ у науци – метод истраживања, пут налажења истине и начин проверавања теорије
- ◆ у школи – извор знања, метода учења, потврда истина, полазиште за успостављање логичких и математичких операција, веза теорије и праксе,...., средство за остваривање очигледности у настави.

3

3

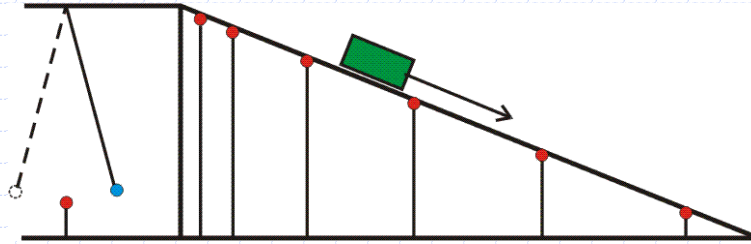
## Експеримент – историја

- ◆ Галилеј – пре више од 300 година, као метода истраживања
- ◆ пре њега, појаве су изучаване само у моменту догађања (природно)
- ◆ **експеримент = изазивање природних појава у вештачким условима**

4

4

## Галилејев жљеб – строма равана



5




5

## Експеримент у настави физике

- ◆ однос радова из теоријске и експерименталне физике – у једном моменту је био 3:1
- ◆ разлози?
- ◆ Капица, нераскидива веза теорије и експеримента

6

6

"for his basic inventions and discoveries in the area of low-temperature physics"		"for their discovery of cosmic microwave background radiation"		<b>The 1978 Prize in:</b> Physics ⏪ Prev. year   Next year ⏩	
				<b>The Nobel Prize in Physics 1978</b> Press Release Presentation Speech	
				<b>Pyotr Kapitsa</b> Biography Nobel Lecture Banquet Speech	
				<b>Arno Penzias</b> Autobiography Curriculum Vitae Nobel Lecture Interview Photo Gallery Banquet Speech Other Resources	
				<b>Robert Woodrow Wilson</b> Autobiography Nobel Lecture	
 <p><b>Pyotr Leonidovich Kapitsa</b></p> <p>🕒 1/2 of the prize</p> <p>USSR</p> <p>Academy of Sciences Moscow, USSR</p>	 <p><b>Arno Allan Penzias</b></p> <p>🕒 1/4 of the prize</p> <p>USA</p> <p>Bell Laboratories Holmdel, NJ, USA</p>	 <p><b>Robert Woodrow Wilson</b></p> <p>🕒 1/4 of the prize</p> <p>USA</p> <p>Bell Laboratories Holmdel, NJ, USA</p>			

7

## Експерименти у науци – подела

- ◆ истраживачки (доводи до новог сазнања у датој области – Мајкелсон - Морли)
  - у настави такође до новог сазнања али у субјективном смислу (новог)
- ◆ критеријумски (потврђују или оповргавају претпоставке – Херц, ЛНС, ...)
- ◆ Ова подела може да се примени и на школске експеримента мада није најпогоднија

8

8

## Експерименти у школи – према дидактичком циљу

- ◆ демонстрациони
- ◆ лабораторијске вежбе
- ◆ лабораторијски експериментални задаци
- ◆ домаћи експериментални задаци
- ◆ израда учила и апарата

9

9

## Експерименти у школи – према карактеру

- ◆ илустративни
- ◆ фундаментални
- ◆ истраживачки

10

10

## Експерименти у школи – према карактеру

- ◆ Илустративни
  - Имају најмању педагошку вредност
  - Њима се постиже очигледност, уверљивост, поткрепљује се теорија, демонстрира процес, показује руковање апаратима, упознаје метода или изучавани објекат, ...
- ◆ Фундаментални
  - Омогућили су у науци
    - ◆ Формирање научних теорија и настајање нових грана науке и технике
    - ◆ Проверу оних теоријских хипотеза које су имале принципијелан значај за науку
- ◆ Истраживачки
  - Доминантан је неки неуобичајени проблем чије решење је непознато ученицима – има смисла само у додатној настави

11

11

## Фундаментални експерименти

1. откриће најважнијих закона у физици
2. Откриће нових физичких појава које теорија пре тога није познавала
3. Експерименти који леже у основи физичких теорија или су потврда неких последица
4. Експерименти помоћу којих је одређена први пут вредност неке физичке константе

12

12

## Фундаментални експерименти

### 1. откриће најважнијих закона у физици

- ◆ осциловање математичког клатна – Галилеј,
- ◆ закони електродинамике – Кулон, Ом, Ленц, Ампер, Џул, Фарадеј;
- ◆ закон фотоефекта (Херц 1887, Ленард 1900),
- ◆ гасни закони, ...

13

13

## Кулонов закон

Француски физичар, вршио експерименте са торзионом вагом. Показао да за два наелектрисана тела

- Вектор силе лежи на правој која пролази кроз та тела (сила је централна)
- обрнуто је пропорционална квадрату растојања честица,  $F \sim 1/r^2$
- директно пропорционална углу упредања нити, тј. наелектрисању,  $F \sim \alpha$ ,  $\alpha \sim q$ :



*Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)*

14

14

## Омов закон

Каква је веза између електричног напона примењеног у колу ( $U$ ), струје која протиче кроз њега ( $I$ ) и отпора ( $R$ )?



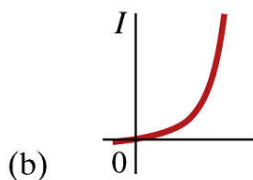
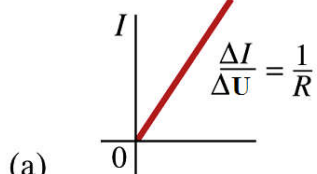
**Georg Simon Ohm**  
(1789-1854)

$$I = \frac{U}{R}; [I] = \frac{[U]}{[R]}; A = \frac{V}{\Omega}$$

15

15

## Смисао Омовог закона



$$I = \frac{U}{R}; [I] = \frac{[U]}{[R]}; A = \frac{V}{\Omega}$$

1. Електрична струја и напон су пропорционални једно другом.
2. Да ли Омов закон може да се примени на све отпорнике? НЕ. Нису сви отпорници омски!

16

16



## Фундаментални експерименти

### 2. откриће нових физичких појава које теоријски нису биле "најављене"

- ◆ електрична струја – Галвани,
- ◆ магнетна својства електричне струје – Ерстед,
- ◆ електромагнетна идукција – Фарадеј,
- ◆ рентгенско зрачење,
- ◆ природна радиоактивност- Бекерел,
- ◆ цепање језгра урана под дејством неутрона – Хан и Штрасман (Мајтнер), ...

17

17

## Фундаментални експерименти

### 3. експерименти који леже у основи физичких теорија или су потврда неких последица

- ◆ електронска теорија супстанције – Томсон,
- ◆ молекуларно кинетичка теорија грађе супстанције – Браун, Перен,
- ◆ мерење брзине молекула гаса и расподела по брзинама - Штерн....

18

18

## Фундаментални експерименти

### 4. експерименти којима је одређена први пут вредност дате физичке константе

- ◆ гравитациона константа - Кевендиш,
- ◆ брзина светлости у вакууму – Ремер, Физо,
- ◆ елементарно наелектрисање - Миликен, ...

19

19

## Демонстрациони експерименти

- ◆ показивање физичких појава, процеса, законитости или објеката као и начина њиховог рада, ...
  - изводи га наставник обично
  - препорука је да га изводе ученици али не увек исти

20

20

## Демонстрациони експерименти

- ◆ Наставник треба да зна
  - Који дидактички циљеви се остварују
  - Које опште захтеве треба испуњавати при извођењу огледа
  - Методику извођења демонстрационог огледа
  - Технику демонстрационог експеримента

21

21

## Демонстрациони експерименти – дидактички циљеви

- ◆ Који дидактички циљеви се остварују
  - За сваки дем. експер. се мора знати сврха
    - ◆ Мотивација,
    - ◆ очигледност у изучавању градива,
    - ◆ конкретизација примене теоријских знања,
    - ◆ стицање умења и вештина на конкретном примеру,
    - ◆ повећање интересовања за изучавање градива,
    - ◆ изазивање посматране физичке појаве,
    - ◆ илустрација принципа и закона,
    - ◆ развијање критичког мишљења,
    - ◆ оцењивање ученика, ...

22

22

## Демонстрациони експерименти- општи захтеви

- ◆ **сврсисходност** (правилан избор експеримента)
- ◆ **поузданост** (припрема наставника)
- ◆ **видљивост**
- ◆ **приступачност и очигледност**
- ◆ **научна заснованост** (у складу са достигнућима савремене физике и дидактике)
- ◆ **безбедност и заштита**

23

23

## Демонстрациони експерименти- методика и техника

- ◆ **методика**
  - Остваривање дидактичких принципа систематичности и научности
  - Осим тога у оквиру ње наставник треба да зна
    - ◆ Који оглед из мноштва истворских изабрати за дати час
    - ◆ Када у току часа извести изабрани оглед
    - ◆ Како изводити демонстрациони оглед
- ◆ **Техника ...**
  - Принцип очигледности

24

24

## Демонстрациони експерименти-методика и техника

### ◆ методика - препоруке

- Ученике треба упознати са сврхом д.експ.
- Идеја и поставка д.е. Мора бити ученицима јасна
- За сваки д.е. Мора постојати скица на табли или пројектору
- Два приступа код извођења
  - ◆ "тиха демонстрација" након које ученици објашњавају појаву
  - ◆ Пре извођења појаве се са ученицима анализира шта треба да очекују током демонстрације, ...

25

25

## Демонстрациони експерименти-методика и техника

### ◆ методика - препоруке

- После хипотеза наставик даје правилне одговоре и изводи закључке
- огледе треба изводити довољно споро али не преспоро
- Ученицима треба што чешће пружити прилику да се укључе у извођење
- Најбоље су демонстрације које у себи садрже нешто проблематично што интригира ученике
- Не треба претерати са бројем огледа
- Поред квалитативних треба изводити и квантитативне огледе са једноставним и брзим израчунавањима
- ...

26

26

## Демонстрациони експерименти-методика и техника

- ◆ **техника** – све оно што доприноси већој изражајности, ефектности и видљивости огледа
  - Зависи од тога колико наставник познаје наставна средства, како их употребљава, од тога чиме располаже у кабинету, ...
    - ◆ Технику одређују и субјективни и објективни фактори

27

27

## Демонстрациони огледи – 6. разред

- ◆ **КРЕТАЊЕ (7+7+0)**
  - Кретање куглице по Галилејевом жљебу. Кретање мехура ваздуха (или куглице) кроз вертикално постављену дугу провидну цев са течношћу.

28

28

## Демонстрациони огледи – 6. разред

### ◆ СИЛА (6+8+0)

- Истежање и сабијање еластичне опруге.
- Трење при клизању и котрљању.
- Слободно падање.
- Привлачење и одбијање наелектрисаних тела.
- Привлачење и одбијање магнета.

29

29

## Демонстрациони огледи – 6. разред

### ◆ МЕРЕЊЕ (4+4+7)

- Мерење дужине (метарска трака, лењир), запремине (балон, мензура) и времена (часовник, хронометар, секундметар).
- Приказивање неких мерних инструмената (вага, термометри, електрични инструменти).

30

30

## Демонстрациони огледи – 6. разред

### ◆ МАСА И ГУСТИНА (5+7+3)

- Илустровање инертности тела.
- Судари двеју кугли (а) исте величине, од истог материјала, (б) различите величине, од истог материјала, (в) исте величине, од различитог материјала.
- Мерење масе вагом.
- Течности различитих густина у истом суду - "течни сендвич".

31

31

## Демонстрациони огледи – 6. разред

### ◆ ПРИТИСАК (5+6+1)

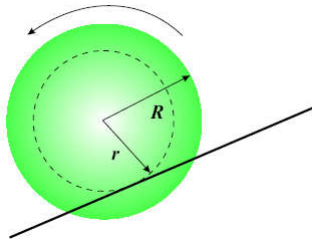
- Зависност притиска од величине додирне површине и од тежине тела.
- Стаклена цев са покретним дном за демонстрацију хидростатичког притиска.
- Преношење притиска кроз течност (стаклена цев с мембраном, Херонова боца, спојени судови).
- Хидраулична преса.
- Огледи који илуструју разлику притисака ваздуха (како се ваздух може "видети", како свећа може да гори под водом ...)

32

32



## Демонстрациони огледи – 7. разред



### ◆ СИЛА И КРЕТАЊЕ (9+14+2)

- Илустровање инерције(?) тела помоћу папира и тега.
- Кретање куглице низ Галилејев жљеб.
- Кретање тела под дејством сталне силе.
- Мерење силе динамометром.
- Илустровање закона акције и реакције помоћу динамометара и колица, колица са опругом и других огледа (реактивно кретање балона и пластичне боце)

33

33

## Демонстрациони огледи – 7. разред

### ◆ КРЕТАЊЕ ТЕЛА ПОД ДЕЈСТВОМ СИЛЕ ТЕЖЕ. СИЛЕ ТРЕЊА (4+6+2)

- Слободно падање тела различитих облика и маса (Њутнова цев, слободан пад везаних новчића...).
- Падање тела у разним срединама.
- Бестежинско стање тела (огледи са динамометром, с два тега и папиром између њих, са пластичном чашом која има отвор на дну и напуњена је водом).
- Трење на столу, косој подлози и сл.
- Мерење силе трења помоћу динамометра.

34

34

## Демонстрациони огледи – 7. разред

### ◆ РАВНОТЕЖА ТЕЛА (5+5+1)

- Врсте равнотеже помоћу лењира или штапа.
- Равнотежа полуге.
- Услови пливања тела (тегови и стаклена посуда на води, Картезијански гњурац, суво грожђе у минералној води, свеже јаје у води и воденом раствору соли, мандарина са кором и без коре у води, пливање коцке леда на води...).

35

35

## Демонстрациони огледи – 7. разред

### ◆ МЕХАНИЧКИ РАД И ЕНЕРГИЈА. СНАГА (6+7+2)

- Илустровање рада утрошеног на савладавање силе трења при клизању тела по различитим подлогама, уз коришћење динамометра.
- Коришћење потенцијалне енергије воде или енергије надуваног балона за вршење механичког рада.
- Примери механичке енергије тела.
- Закон о одржању механичке енергије (Максвелов точак).

36

36

## Демонстрациони огледи – 7. разред

### ◆ ТОПЛОТНЕ ПОЈАВЕ (3+5+1)

- Дифузија и Брауново кретање.
- Ширење чврстих тела, течности и гасова (надувани балон на стакленој посуди - флаши и две посуде са хладном и топлом водом, Гравесандов прстен, издужење жице, капилара...).

37

37

## Демонстрациони огледи – 8. разред

### ◆ ОСЦИЛАТОРНО И ТАЛАСНО КРЕТАЊЕ (4+3+1)

- Осциловање куглице клатна и тела обешеног о опругу (у ваздуху и у течности).
- Осциловање жица и ваздушних стубова (фрула зароњена у воду, ксилофон, различите затегнуте жице, једнаке стаклене флаше са различитим нивоима воде).
- Одакле долази звук (гумено црево са два левка, канап и две пластичне чаше...).
- Таласи (таласна машина или када).

38

38

## Демонстрациони огледи – 8. разред



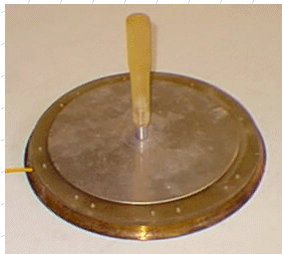
### ◆ СВЕТЛОСНЕ ПОЈАВЕ (7+6+2)

- Сенке.
- Хартлијева (Хартлова) плоча за илустровање закона о одбијању и преламању светлости.
- Преламање светлости (штапић делимично уроњен у чашу с водом, новчић у чаши са водом и испод ње).
- Преламање беле светлости при пролазу кроз призму.
- Преламање светлости кроз сочиво, око и корекција вида (оптичка клупа, геометријска оптика на магнетној табли, стаклена флаша са водом као сочиво).
- Лупа и микроскоп.

39

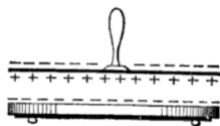
39

## Демонстрациони огледи – 8. разред



### ◆ ЕЛЕКТРИЧНО ПОЉЕ (5+5+0)

- Наелектрисавање чврстих изолатора и проводника.
- **Електрофор**, електрично клатно и електроскоп.
- Линеје сила електричног поља (перјанице, гриз у ричиновом уљу и јаком електричном пољу).
- Фарадејев кавез.
- Антистатичке подлоге.
- Инфлуентна машина.
- Межури сапунице у електричном пољу.
- Модел громобрана.



40

40

## Демонстрациони огледи – 8. разред

### ◆ ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА (8+8+3)

- Демонстрациони амперметар у струјном колу.
- Регулисање електричне струје у колу реостатом и потенциометром.
- Графитна мина (оловке) као потенциометар.
- Мерење електричне отпорности омметром.
- Загревање проводника електричном струјом.
- Протицање електричне струје у воденом раствору кухињске соли.
- Лимун као батерија.
- Пажњење у Гајслеровим цевима помоћу Теслиног трансформатора.

41

41

## Демонстрациони огледи – 8. разред

### ◆ МАГНЕТНО ПОЉЕ (4+2+0)

- Линије сила ( $\times$ ) магнетног поља потковичастог магнета и магнетне шипке.
- Магнетна игла и школски компас.
- Ерстедов оглед.
- Електромагнет.
- Узајамно деловање два паралелна проводника кроз које протиче струја.

42

42

## Демонстрациони огледи – 8. разред

### ◆ ЕЛЕМЕНТИ АТОМСКЕ И НУКЛЕАРНЕ ФИЗИКЕ (5+3+0)

- Детекција присуства радиоактивног зрачења. (школски Гајгер-Милеров бројач)

43

43

## Лабораторијске вежбе

### ◆ Чини је

- Формирање потребне апаратуре
- Изазивање физичких појава
- Мерење физичких величина
- Прикупљање и обрада резултата мерења

44

44

## Лабораторијске вежбе

### ◆ Дидактички циљеви

- Изучавање новог теоријског градива кроз експериментални рада – метода лабораторијског рада
- Упознавање одговарајућих техничких средстава и њиховог принципа функционисања
- Стицање умења употребе средстава експерименталног рада и мерења физичких величина
- Упознавање и овладавање методама експерименталног рада у физици
  - ◆ Метода супституције
  - ◆ Компензациона метода
  - ◆ Калориметријске методе
  - ◆ Оптичке методе, ...
- Продубљивање, утврђивање и проверавање стечених теоријских знања и способности ученика за обављање експерименталног рада у физици

45

45

## Лабораторијске вежбе

### ◆ У организационом смислу

- Фронталне
- Групне
- индивидуалне

46

46

## Лабораторијске вежбе

- ◆ У погледу методике извођења
  - Уз усмене инструкције
  - Са писаном инструкцијом и припремом
  - Без икаквих инструкција

47

47

## Лабораторијске вежбе – 6. разред

- ◆ **МЕРЕЊЕ (4+4+7)**
  - 1. Мерење димензија малих тела лењиром са милиметарском поделом. (1)
  - 2. Мерење запремине чврстих тела неправилног облика помоћу мензуре. (1)
  - 3. Одређивање средње брзине променљивог кретања тела и сталне брзине равномерног кретања помоћу стаклене цеви са мехуром. (2)
  - 4. Мерење еластичне силе при истезању и сабијању опруге. (1)
  - 5. Калибрисање еластичне опруге и мерење тежине тела динамометром. (1)
  - 6. Мерење силе трења при клизању или котрљању тела по равној подлози. (1)

48

48



## Лабораторијске вежбе – 6. разред

### ◆ МАСА И ГУСТИНА (5+7+3)

- 1. Одређивање густине чврстих тела правилног и неправилног облика. (2)
- 2. Одређивање густине течности мерењем њене масе и запремине. (1)

49

49

## Лабораторијске вежбе – 6. разред

### ◆ ПРИТИСАК (5+6+1)

- 1. Одређивање зависности хидростатичког притиска од дубине воде (1)

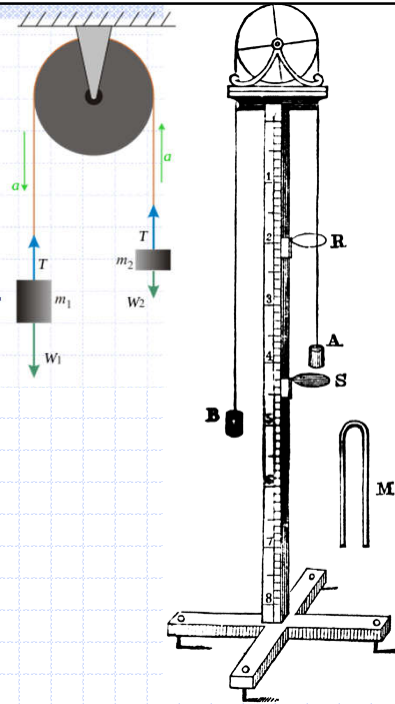
50

50

## Лабораторијске вежбе – 7. разред

### ◆ СИЛА И КРЕТАЊЕ (9+14+2)

- 1. Одређивање сталног убрзања при кретању куглице низ жљеб. (1)
- 2. Провера Другог Њутновог закона помоћу покретног тела (колица) или помоћу Атвудове машине. (1)



51

## Лабораторијске вежбе – 7. разред

### ◆ КРЕТАЊЕ ТЕЛА ПОД ДЕЈСТВОМ СИЛЕ ТЕЖЕ. СИЛЕ ТРЕЊА (4+6+2)

- 1. Одређивање убрзања тела које слободно пада. (1)
- 2. Одређивање коефицијента трења клизања. (1)

52

52

## Лабораторијске вежбе – 7. разред

### ◆ РАВНОТЕЖА ТЕЛА (5+5+1)

- . Одређивање густине чврстог тела применом Архимедовог закона. (1)

53

53

## Лабораторијске вежбе – 7. разред

### ◆ МЕХАНИЧКИ РАД И ЕНЕРГИЈА. СНАГА (6+7+2)

- 1. Одређивање рада силе под чијим дејством се тело креће по различитим подлогама. (1)
- 2. Провера закона одржања механичке енергије помоћу колица. (1)

54

54

## Лабораторијске вежбе – 7. разред

### ◆ **ТОПЛОТНЕ ПОЈАВЕ (3+5+1)**

- 1. Мерење температуре мешавине топле и хладне воде после успостављања топлотне равнотеже. (1)

55

55

## Лабораторијске вежбе – 8. разред

### ◆ **ОСЦИЛАТОРНО И ТАЛАСНО КРЕТАЊЕ (4+3+1)**

- 1. Мерење периода осциловања клатна. (1)

56

56

## Лабораторијске вежбе – 8. разред

### ◆ СВЕТЛОСНЕ ПОЈАВЕ (7+6+2)

- 1. Провера закона одбијања светлости коришћењем равног огледала. (1)
- 2. Одређивање жижне даљине сабирног сочива. (1)

57

57

## Лабораторијске вежбе – 8. разред

### ◆ ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА (8+8+3)

- 1. Зависност електричне струје од напона на проводнику (таблични и графички приказ зависности). (1)
- 2. Одређивање електричне отпорности отпора у колу помоћу амперметра и волтметра. (1)
- 3. Мерење електричне струје и напона у колу са серијски и паралелно повезаним отпорницима и одређивање еквивалентне отпорности. (1)

58

58

## Лабораторијски експериментални задаци

59

59

## Домаћи експериментални задатак

60

60

## Израда учила и апарата

61

61

## Домаћи задаци

- ◆ Ако бисмо направили прав тунел кроз Земљу тако да пролази кроз њен центар и са површине Земље у тунел пустили тело, како би се оно кретало? (Сматрати да је густина Земље свуда иста и занемарити отпор ваздуха)
- ◆ Тело занемарљивих димензија окачено о неистегљиву нит и тег окачен о опругу на Земљи осцилују са једнаким периодом  $T$ . Ако се ови осцилатори пренесу у шатл који кружи око Земље, за периоде осциловања тела на нити  $T_1$  и тега на опрузи  $T_2$  ће важити
  - $T_1 = T_2$
  - $T_1 \rightarrow \infty, T_2 = T$
  - $T_1 = T, T_2 \rightarrow \infty$
  - $T_1 \rightarrow \infty, T_2 \rightarrow \infty$
  - периоди оба клатна ће бити једнаки периоду кружења шатла око Земље.

62

62