

# Школски експеримент у настави физике

Љубиша Нешић, ПМФ у Нишу  
и одељење за ученике са посебним  
способностима за физику

# Настава и наука

- Школа – одељење за физику
  - Механика са теоријом релативности
- Факултет- основне академске студије
  - Физика (за биологе)
  - Физика околине (физичари и биолози)
  - Теорија релативности (физика и математика)
  - Основи статистичке физике
- Факултет- дипломске академске студије
  - **Методика наставе физике**
  - **Наставна средства физике**
- Факултет- докторске академске студије
  - Поглавља дидактике и методике наставе физике
  - Методологија педагошког истраживања у настави физике

# Настава и наука

- “старе” постдипломске студије
  - [Dimensional analysis in physics and the Buckingham theorem](#), Tatjana Misić, Marina Najdanović-Lukić and Ljubisa Nešić, 2010 *Eur. J. Phys.* **31** 893
  - [Утицај самовредновања ученика на ниво постигнутих резултата у настави физике у основној школи](#), 2011 *Настава и васпитање*, број 2, 206
  - **1 магистратура и 2 у завршној фази израде**
  - [Determination of surface tension coefficient of liquids by diffraction of light on capillary waves](#), D Nikolić and Lj Nešić, 2012 *Eur. J. Phys.* **33** 1677
  - [Verification of the uncertainty principle by using diffraction of light waves](#), D Nikolic and Lj Nestic, 2011 *Eur. J. Phys.* **32** 467
  - **1 докторат**

# Мотивација за овај симпозијум

- Утисак – као да смо сви заборавили значај експерименталног рада у школама
- Шта каже теорија (наставе) о школском експерименту?

# Школски експеримент из физике

- **Изазивање физичке појаве у функцији остваривања задатака наставе физике чини *школски експеримент из физике.***
- (формирање апаратуре, израда и калибрација апарата, мерење физичких величина, обрада резултата мерења, ...)

# Експеримент у науци и школи

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



# 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**

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$
$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot d\vec{S}$$
$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN}{Mm}}$$
$$\lambda = \frac{h \ln 2}{T} F_n$$
$$\left( \frac{E_t}{E_0} \right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \sin(\vartheta_1 + \vartheta_2)}$$
$$E_y = E_0 \sin(k_x x - \omega t)$$
$$S = \frac{1}{A} \frac{dW}{dt}$$

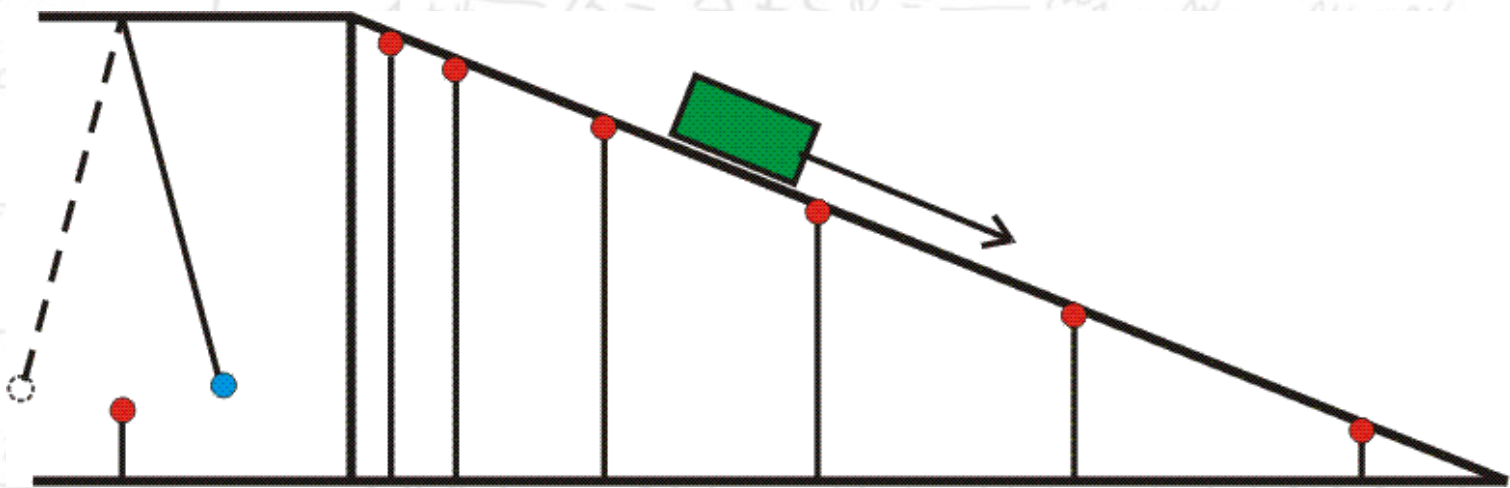


# Галилејев жљеб – стрма равна

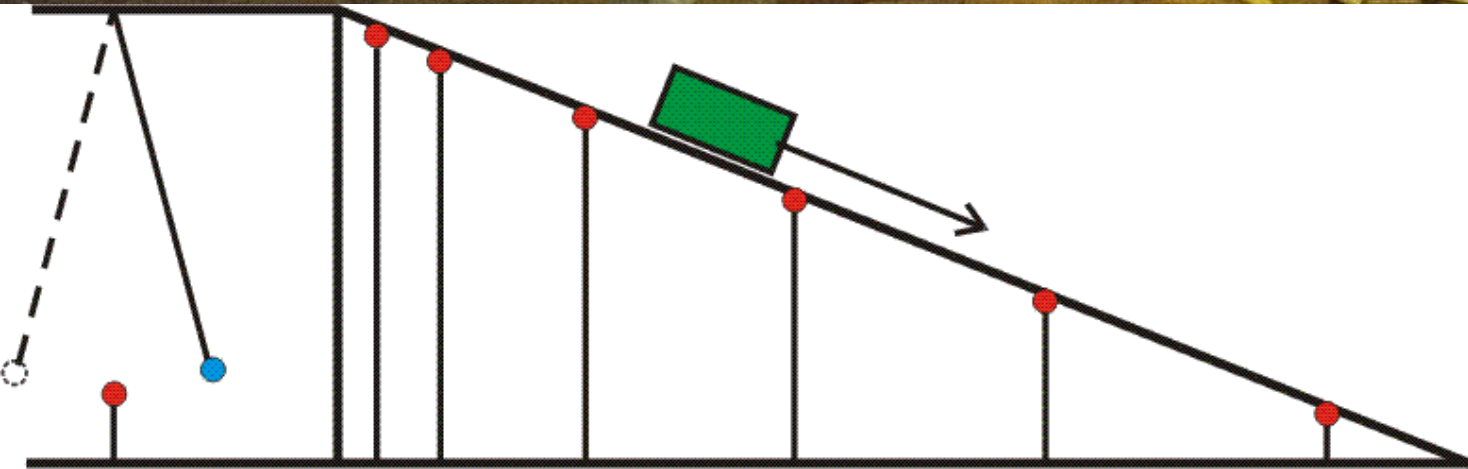
Галилеј (1564-1642)

Проблем мерења времена

$$\sqrt{2eU_m}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$
$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu \int_S \vec{J}_c$$
$$C(s)$$
$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_A}{M_m}}$$
$$\lambda = \frac{h \nu_2}{T} F_h$$
$$\left(\frac{E_t}{E_0}\right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 + \vartheta_2)}$$
$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$
$$S = \frac{1}{A} \frac{d\omega}{dt}$$







$$I t_v = \int \frac{F_n}{R} \cos \alpha \left( \frac{1}{c} - \frac{1}{x_L} \right)^2 \lambda^* T = b$$

$$T = U_m \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

# ШЕ према дидактичком циљу

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

# ШЕ према карактеру

- Илустративни
  - Имају најмању педагошку вредност/ипак **незанемарљиву**
  - 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

# Фундаментални експерименти

## 1. откриће најважнијих закона у физици

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

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

- ◆ електрична струја – Галвани,
- ◆ магнетна својства електричне струје – Ерстед,
- ◆ електромагнетна индукција – Фарадеј

# Фундаментални експерименти

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

- ◆ молекуларно кинетичка теорија грађе супстанције – Браун, Перен (1915?),
- ◆ мерење брзине молекула гаса и расподела по брзинама - Штерн (1925?)
- ◆ Бозе-Ајнштајнова кондензација (не знам годину)
- ◆ Откриће скаларног бозона, 2012.

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

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

# 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

# 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

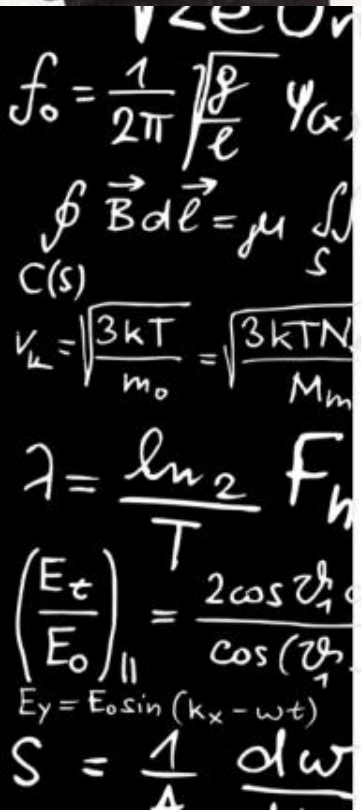
# ДЕ општи захтеви

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



# Два важна питања

- Зашто су експерименти у настави физике тако битни?
- Када их радити?



- Психолошке основе наставе физике – како деца уче?
- Не постоји свеобухватna теорија: Виготски, Брунер, Чомски, ...
- Пијажеова теорија когнитивног развоја
- Жан Пијаже (Jena Piaget, 1896-1980), швајцарски психолог
- Утемељио је едукациони *конструктивизам*

# Пијажеова теорија

- Централно место у Пијажеовој теорији је **МЕНТАЛНА СТРУКТУРА**
- Ментална структура
  - Чврсто организован ментални систем који организује ефикасно функционисање особе у датој средини, управља понашањем појединца, контролише како и шта он мисли и како се понаша
  - МС је **модел** конструисан на основу ученог понашања великог броја људи.
- Менталне структуре појединца су подложне променама  $\Leftrightarrow$  мења се и понашање људи и њихово знање
- **Постизање одговарајуће менталне структуре је циљ образовања.**

# Процес развоја менталних структура, уравнотежавање и саморегулација

- Менталне структуре

- Човек/дете није у стању да уочи ствари и појаве док његова свест не развије структуру која му то омогућује.
- Неуронауке: стицање знања и развој свести на молекуларном нивоу се своди на развој неурона успостављање све комплекснијих веза међу њима
- Број неурона особе се не мења са временом али се они развијају и међусобно повезују.
- **Развој менталне структуре догађа се у динамичком међуделовању особе са околином у процесима уравнотежавања и саморегулације.**

# Фактори који утичу на развој менталних структура

- Ако је саморегулација = учење који фактори утичу на њега/њу?
  - Искуство
  - Друштвена трансмисија (интеракција)
  - Дозревање

# Фактори који утичу на развој менталних структура

- Две врсте искуства
  - Физичко
  - Логичко-математичко
- Физичко
  - Стиче се стварном интеракцијом са објектима – након неког времена не виде се само објекти већ и нека врста реда односно законитости
- Логичко-математичко
  - Развија се на бази физичког – рефлексивна апстракција

# Фактори који утичу на развој менталних структура

- Импликација на наставу физике
  - ученик, без обзира на узраст, у сусрету са новим појавама мора се најпре срести са конкретним објектима и процесима како би у интеракцији са њима стекао физичко искуство
  - Обрнути процес није природан
  - **Демонстрација експеримента у одељењу мора по правилу доћи пре апстрактне генерализације**

# Једноставни експерименти

- Активно учење = “топла вода”
  - Огледи и наставна средства за природне науке у основној школи, издавач Савезни завод за проучавање школских и просветних питања, Савремена школа, Београд, 1959.
    - Акцент на активирању ученика и њиховом раду са приручним средствима
- Мој фаворит – хистерезисна петља



$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V \psi = E \psi$$

$$U_{ef} = \frac{U_m}{2}$$

$$\vec{B} = \mu_0 \frac{NI \sqrt{2}}{2\pi r m_e}$$

$$k = \rho^2 / 2m m_0 = \frac{M_r}{N_A} \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{J} d\vec{S}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_A}{M_r \cdot 10^{-3}}}$$

$$\lambda = \frac{h \ln 2}{T}$$

$$\left(\frac{E_t}{E_0}\right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \sin(\vartheta_1 + \vartheta_2)}$$

$$E_y = E_0 \sin(k_x - \omega t)$$

$$S = \frac{1}{A} \frac{dW}{dt}$$

$$2 \tan \vartheta_B = \frac{m_2}{m_1} = m_2$$

$$Me = \sigma T^4$$

$$\phi_e$$

$$U = \frac{W_{AB}}{2\pi r m_e}$$

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\vec{S} =$$

$$E$$

$$F_h = S h \rho g$$

$$R = R_0 \sqrt[3]{A}$$

$$pV = nRT \quad \vec{\Psi} = \iint \vec{D} d\vec{S} = AD$$

$$H_\lambda = \frac{\Delta Me}{\Delta \lambda}$$

$$c/\lambda \quad \Phi = NBS$$

$$l = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi d}$$

$$u_1 m_2$$

$$k = \pm \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (E - V_0)}$$

$$= 2\pi f$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu_r}}$$

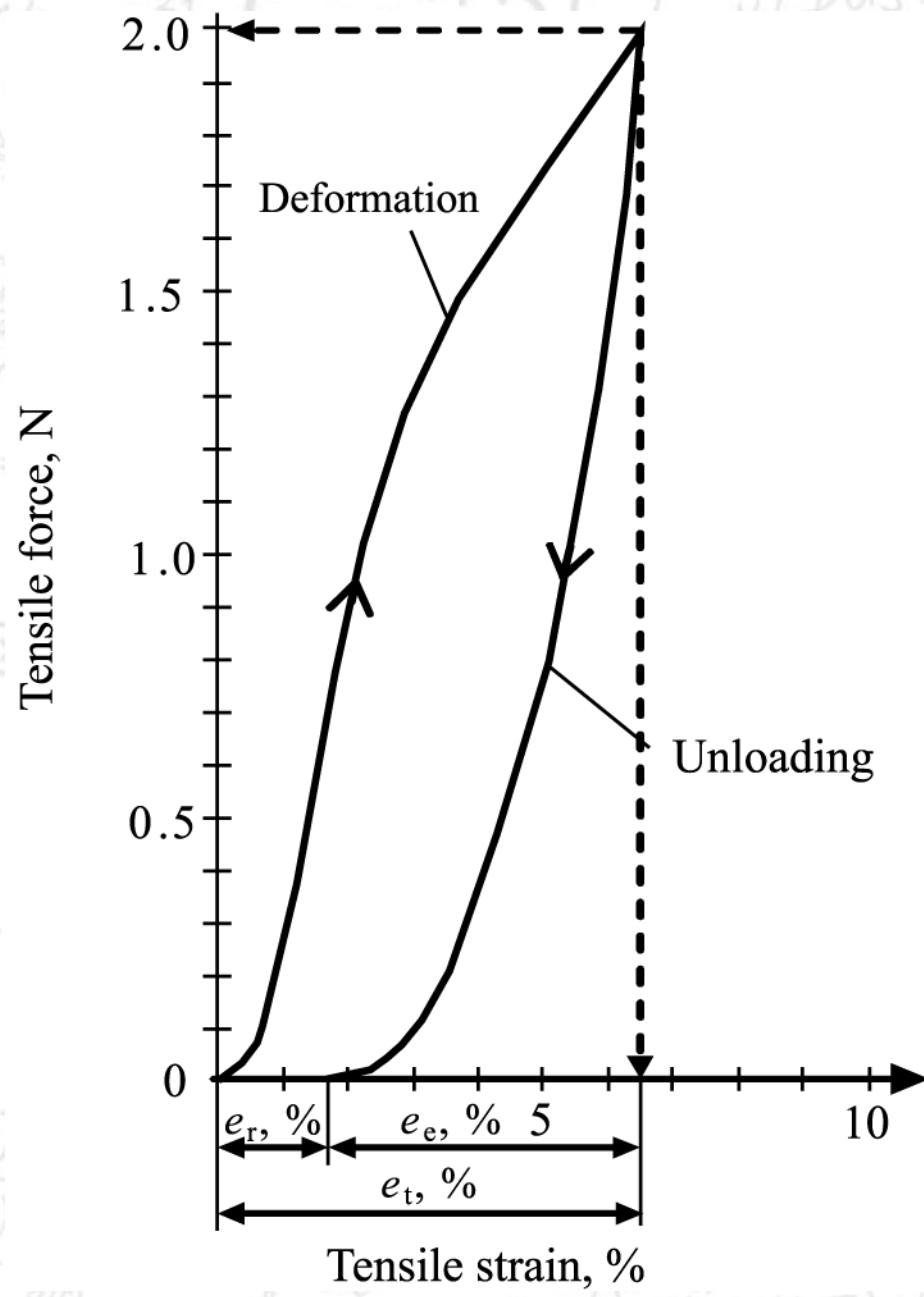
$$\frac{\omega_2}{x'} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{v}$$

$$\vec{dS} = Q^*$$

$$\vec{v} = \int \frac{F_n}{R}$$

$$\lambda^* T = b$$

$$u = U_m \sin \omega(t - \tau) = U_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$



Copyrighted Material

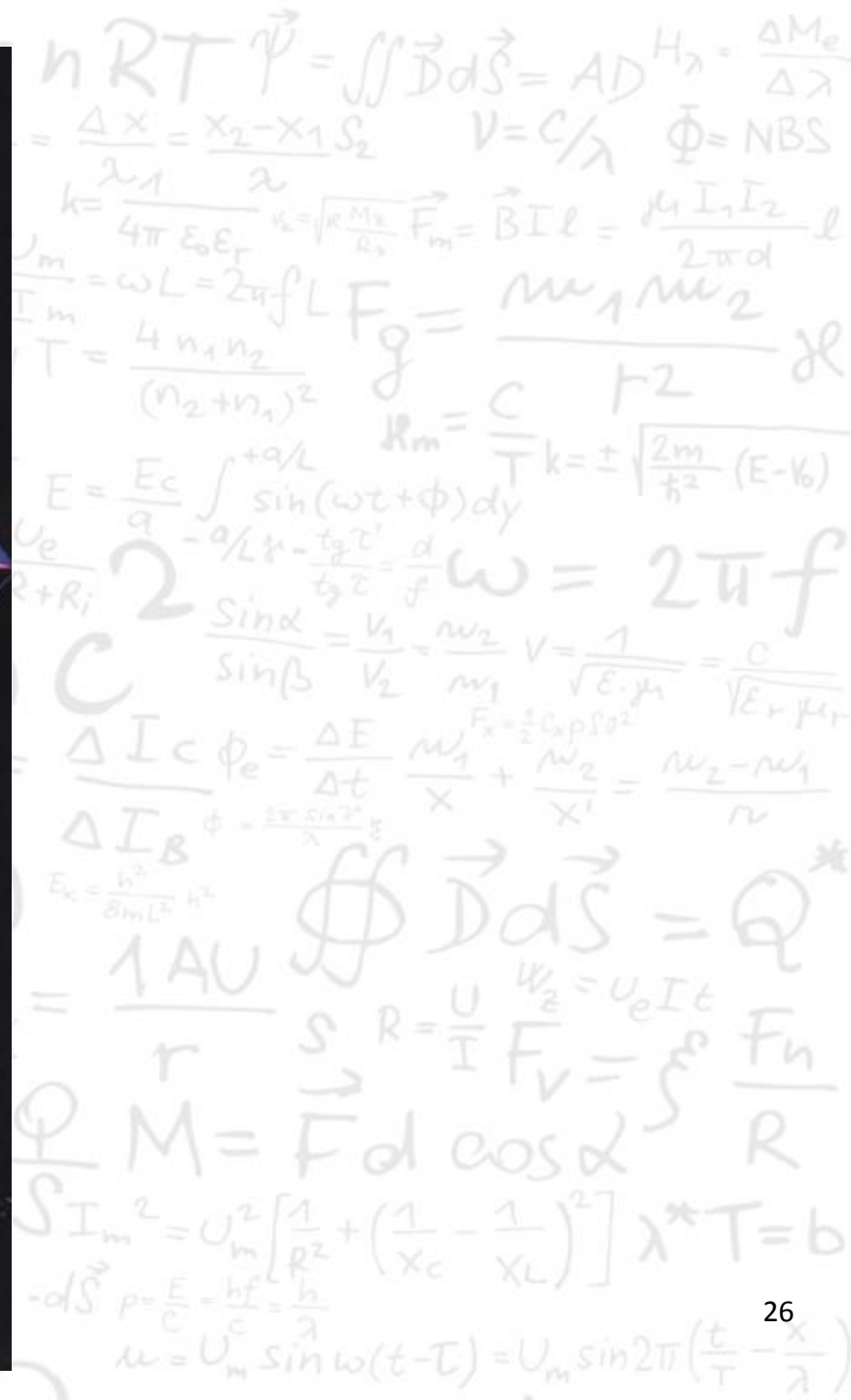
# HANDS-ON PHYSICS ACTIVITIES

## WITH REAL-LIFE APPLICATIONS

Easy-to-Use Labs and Demonstrations  
for Grades 8-12

JAMES CUNNINGHAM  
NORMAN HERR

Copyrighted Material



# Закључак

- Даћемо га на крају дана заједно

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V \psi = E \psi$$
$$U_{ef} = U_m$$
$$\vec{B} = \mu_0 \frac{NI \sqrt{2}}{2\pi r}$$
$$k = \rho^2 / 2m m_0 = \frac{M_r \cdot 10^{-3}}{N_A}$$
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$
$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{J} d\vec{S}$$
$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_A}{M_m}}$$
$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} F_h = \frac{Shp}{g}$$
$$\left( \frac{E_t}{E_0} \right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \sin(\vartheta_1 + \vartheta_2)}$$
$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$
$$S = \frac{1}{A} \frac{d\omega}{dt}$$

$$2 \operatorname{tg} \vartheta_B = \frac{m_2}{m_1} = m_{21}$$
$$\rho V = nRT \vec{\Psi} = \iint \vec{D} d\vec{S} = AD$$
$$H_\lambda = \frac{\Delta Me}{\Delta \lambda}$$
$$\Phi = NBS$$
$$V = c/\lambda$$
$$\vec{\Phi} = NBS$$
$$E = \hbar \omega$$
$$4\pi \epsilon_0 \epsilon_r$$
$$X_L = \frac{U_m}{I_m} = \omega L = 2\pi f L$$
$$F_0 = \frac{m_1 m_2}{2\pi d}$$
$$U = W_{AB} = |E_{PA} - E_{PB}|$$
$$I_m = \omega L = 2\pi f L$$
$$F_0 = \frac{m_1 m_2}{2\pi d}$$
$$m = N \cdot m_0 = \frac{M_m}{N_A}$$
$$E = \frac{E_c}{a} \int \sin(\omega t + \phi) dy$$
$$T k = \pm \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (E - V_0)}$$
$$l_t = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$$
$$I = \frac{U_e}{R + R_i}$$
$$\omega = 2\pi f$$
$$E = mc^2$$
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad v = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{c}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
$$E = \frac{1}{2} \hbar \sqrt{k/m}$$
$$\beta = \frac{\Delta I c}{\Delta t} \quad \phi_e = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \frac{m_1}{x} + \frac{m_2}{x'} = \frac{m_2 - m_1}{v}$$
$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} (\vec{E} \times \vec{B})$$
$$E_k = \frac{\hbar^2}{8mL^2} n^2$$
$$\oint \vec{D} d\vec{S} = Q^*$$
$$E = \hbar k^2 \quad 1 \text{ PC} = \frac{1 \text{ AU}}{r}$$
$$S \vec{R} = \frac{U}{I} \quad W_2 = U_e I t$$
$$F_v = \int \frac{F_n}{R}$$
$$M = F d \cos \alpha$$
$$\lambda^* T = b$$
$$S I_m^2 = U_m^2 \left[ \frac{1}{R^2} + \left( \frac{1}{x_c} - \frac{1}{x_L} \right)^2 \right]$$
$$\int \vec{E} d\vec{l} = - \iint \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$
$$p = \frac{E}{c} = \frac{\hbar f}{c} = \frac{\hbar}{\lambda}$$
$$u = U_m \sin \omega(t - L) = U_m \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$