

Fizika i



Milan S. Kovačević
Ljubica Kuzmanović

Motivacija za ovu temu

- **Utisak** – sve je manje učenika koji žele da studiraju prirodne nauke (pre svega fiziku ...)
- Zašto?
 - Nemam pravi odgovor!
- Možda je fizika manje popularan predmet u školama za znatan deo učenika?
- Naš premanentni zadatak je:
“**Debaukizacija** fizike” i drugih **prirodnih** nauka

Šta nam je činiti?

- **Menjati** način realizacije nastavnog sadržaja kada predajemo nauke (fiziku).
- Ali, to zahteva:
 - **Povećati** sopstvenu aktivnost: razmenjivati iskustva sa kolegama fizičarima, hemičarima, biologima, matematičarima, geografima, informatičarima ...
 - **Tragati** za novim eksperimentima, projektima i njihova realizacija na časovima fizike, sa akcentom na primeni znanja....
 - **Izrada** učila, priprema eksperimenata, zajedničkih **projekata**...uključivanje informatike!

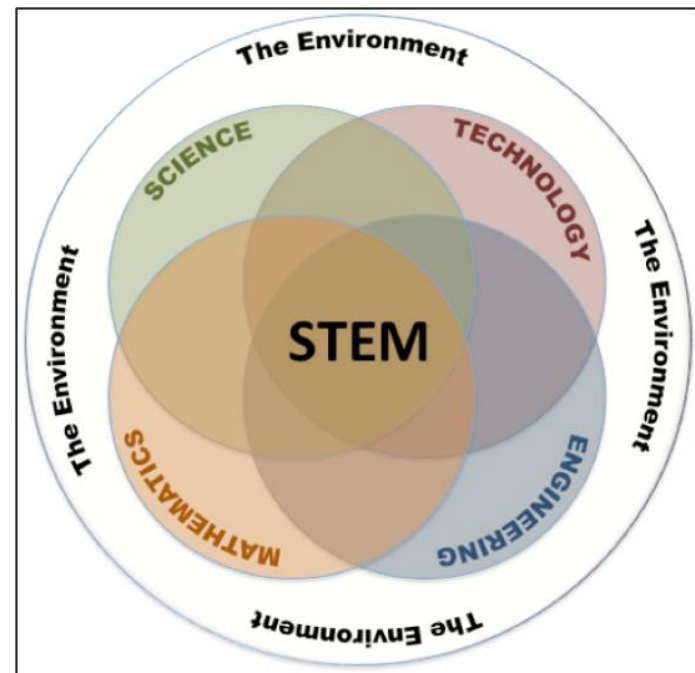
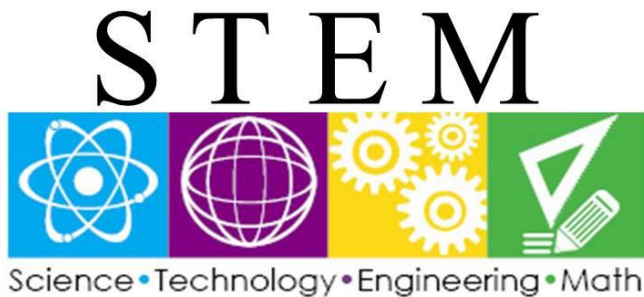
Inicijativa za STEM: 2009-2011.

- “This is our generation’s Sputnik moment.”



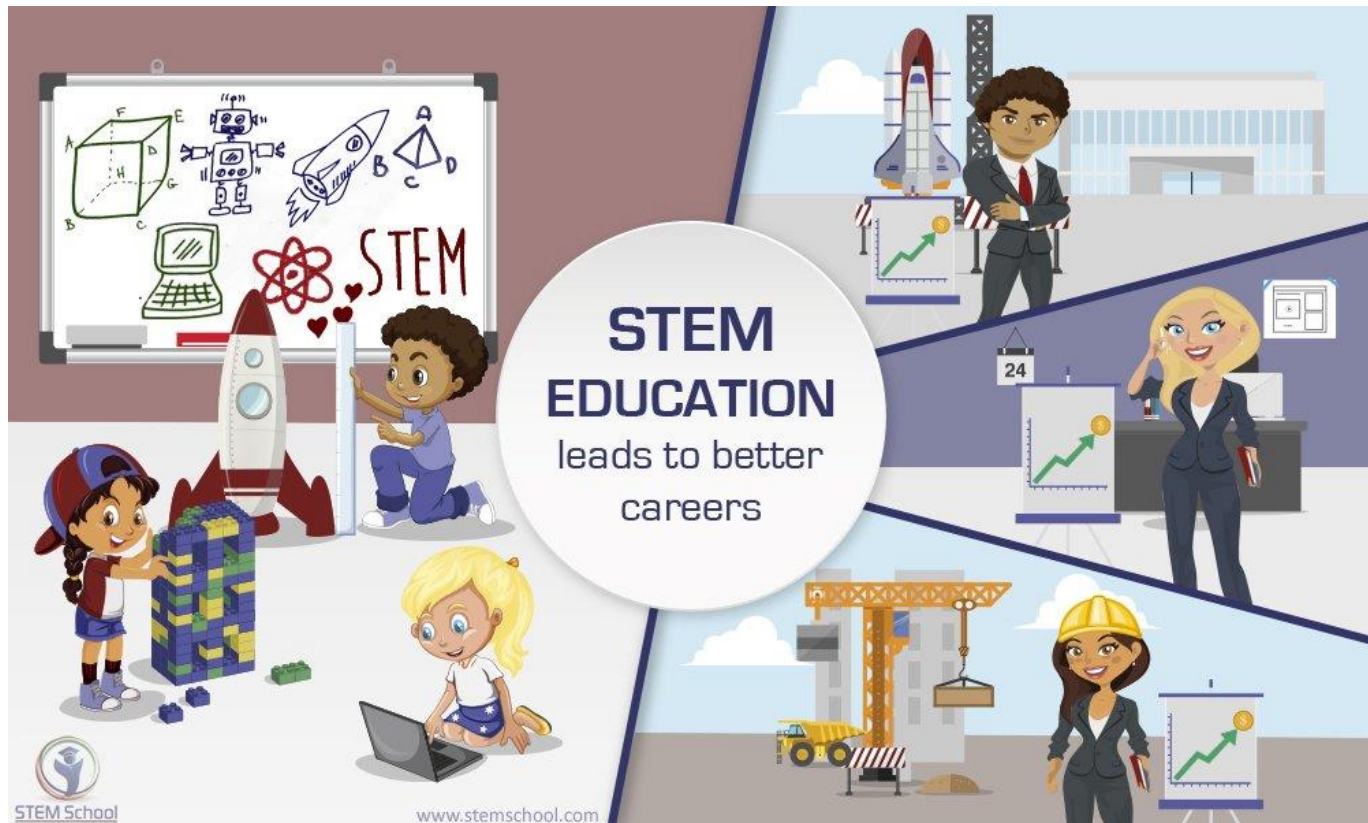
Kako rade u razvijenim zemljama?

- Interdisciplinarnan pristup u obrazovanju učenika u četiri discipline: **Nauka**, **Tehnologija**, **Inžinjerstvo** i **Matematika** – sa akcentom na primeni znanja.



Cilj STEM obrazovanja je...

- "Educate to Innovate"
- Today's students are tomorrow's leaders



STEM u Evropi

- Danas širom Evrope postoje škole koje se karakterišu kao STEM.
 - Ali još uvek ne postoji jedinstven spisak kriterijuma koje škola treba da ispuni da bi mogla biti zvanično deklarirana kao STEM škola.
 - Od 2017. godine je aktivan evropski projekat „*STEM School Label*“
 - glavne karakteristike STEM obrazovanja koje se navode u ovom projektu su: personalizacija nastavnog procesa, problemski pristup učenju, interdisciplinarnost, povezivanje sa industrijom, povezivanje sa drugim školama i lokalnim zajednicama, pristup modernim tehnologijama itd.

STEM U SRBIJI

- još uvek je mali broj škola u kojima nalazimo STEM model obrazovanja tek u nekoj početnoj formi.
- Ali...
 - STEM seminari (Petnjica, januar-jun 2018).
 - Projekti „*Obrazovanje za održivi razvoj*“ i „*Ruka u testu*“, *EU-FP7-Fibonači* i *EU SUSTAIN*.
 - Međunarodna konferencija „*Ka odgovornom STEM obrazovanju*“ Beograd, februar 2019.
 - I mi, sa PMF-a u Kg imamo svoje aktivnosti, ali o tome na kraju....

THE STEM 2026 VISION

INNOVATIVE MEASURES OF LEARNING



FLEXIBLE LEARNING SPACES



SOLVING RELEVANT GRAND CHALLENGES



ACCESSIBLE ACTIVITIES THAT INVITE PLAY & RISK



ENGAGED & NETWORKED COMMUNITIES OF PRACTICE



PROMOTING DIVERSITY



lim (?) -> STEM

- Prva aproksimacija: Projektni pristup STEM modelu
- Šta je **projekat**?
- Koje su **faze** projekta?
 - Thomas, J.W. (1998). Project-based learning: Overview. Novato, CA: Buck Institute for Education.
 - Thomas, J.W. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Buck Institute for Education.

Uloga fizike u STEM-u

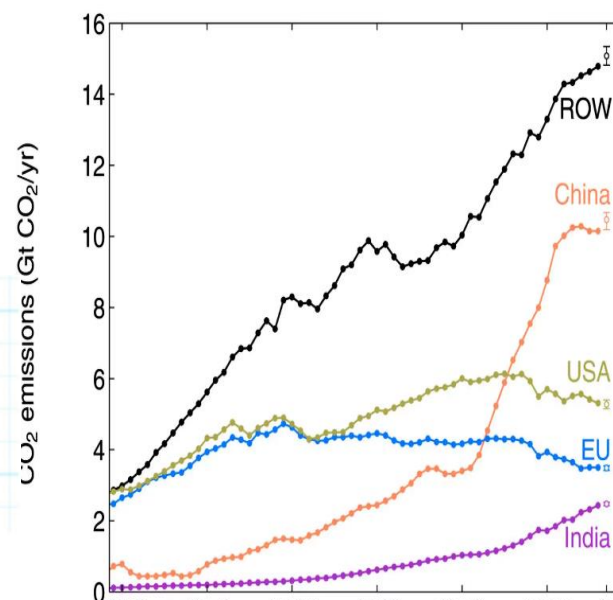
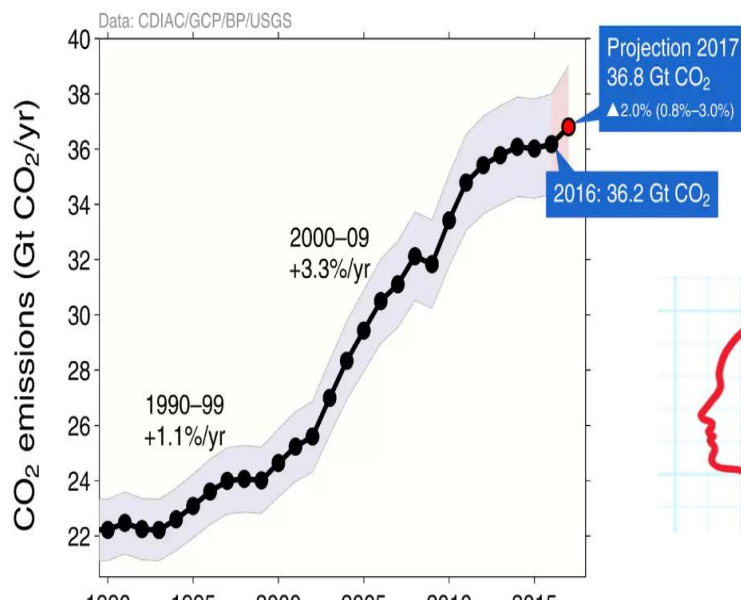
- Liderska uloga fizike u STEM obrazovanju
- American Association of Physics Teachers, (AAPT) propagairaju tezu „Prvo fizika” (eng. *Physics First*).
 - AAPT Statement on Physics First, <http://www.aapt.org/Resources/policy/physicsfirst.cfm>
 - Hestenes David, A role for physicists in STEM education reform, *Am. J. of Physics* 83, 101-103 (2015)

STEM kroz primer: Održiva energija

- 1. Dobro definisani ishod
 - Učenici će istražiti OIE i mogućnosti njihovog istraživanja.
 - Predložiće najefikasniji energijski sistem kombinujući dva obnovljiva izvora.
 - Proračunaće efikasnost njihovog korišćenja.

2. Uvodne napomene nastavnika: Motivacija

- Zastupljenost OIEu EU i kod nas.
- **Globalni problemi, posledice i alternativa:**
 - Sve manje zaliha fosilnih goriva.
 - Fosilna goriva primarno su izgrađena od ugljenika, koji kad sagoreva proizvodi CO₂, i doprinosi povećanju koncentracije CO₂ u atmosferi – globalno zagrevanje !



3. Faze u izradi projekta – globalni plan

- Projekat traje 10 dana (1 dan = 1 čas)

Dani: 1-2	Dani: 3-4	Dani: 5-6	Dani: 7-8	Dani: 9-10
Diskusija o značaju energije; video prikazi;	Timovi pretražuju internet i potencijale za OIE	Odabir sistema za OIE i proučavanje njegovih komponenti	Dizajn sistema, instalacija i priprema postera	Prezentacija

4. Konekcija projekta sa STEM-om

- Matematika
- Nauka
- Socijalne veštine
- Engleski
- Geografija, ekonomija i životna sredina
- Inženjerstvo
- Tehnologija

5. Faze u izradi projekta – operativni plan

- Inicijalna diskusija i razumevanje zahteva sistema (**dani 1 – 2**)
- Evaluacija lokacije i njenih potencijala za obnovljive izvore energije (**3 – 4 dan**)
- Određivanje odgovarajućeg sistema OIE i njegovih komponenti za datu kuću (**5 – 6 dan**)
- Pokretanje i instalacija sistema, osmišljavanje, dizajn i priprema postera (**dani 7 – 8**)
- Predstavljanje postera koji objašnjavaju dizajn kao i prednosti dizajna njihovih sistema (**dani 9 – 10**)
- Nastavnik će predstaviti i dati više detalja o svakom od ovih pet koraka tokom sledećeg dana.

Faze u izradi projekta – operativni plan

■ Dani 1 – 2

Tabela 2. Uvodna tabela za OIE

	Izvori energije	Kako
Solarni resursi		
Energija vetra		
Voda: hidroelektrane, talasi		
Geotermalna energija		
Biogorivo		

Faze u izradi projekta – operativni plan

■ Dani 3 – 4

Tabela 3. Materijali i komponente za sistem koji koristi OIE

Sistem OIE koji se dizajnira	Materijal i komponente	Merenja instalacije

Faze u izradi projekta – operativni plan

■ Dani 5 – 6

Tabela 4. Prednosti i ograničenja korišćenja sistema OIE na datoj lokaciji

	Oblast - regija	Prednosti	Ograničenja
Solarni resursi			
Energija vetra			
Voda: hidroelektrane, talasi			
Geotermalna energija			
Biogorivo			

Faze u izradi projekta – operativni plan

■ Dani 7 – 8

- Učenici sami prave planove i o njima diskutuju unutar timova
- Učenici nakon dizajniranja sistema sa OIE kreiraju prezentaciju i poster koji bi trebalo da pokažu kako njihov sistem radi

■ Dani 9 – 10

- Istraživački timovi pripremiće poster prezentacije svog istraživanja koje traju ne duže od 20 minuta.
- Diskusija među timovima o efikasnosti prikazanih rešenja

6. Evaluacija

Tabela 5. Formativna tabela

	Ispod očekivanja	Ispunjava očekivanja	Prvazilazi očekivanja
Specifikacija dizajna	Dizajn ne zadovoljava specifikacije	Dizajn zadovoljava većinu specifikacija	Dizajn sadrži sve specifikacije
Odgovarajuća merenja komponenti sistema	Neprecizna merenja komponenti	Zadovoljavajuća merenja sa zadovoljavajućom greškom	Dobro odabrana i izvršena merenja komponenti OIE
Obrazloženje	Neadekvatno objašnjenje	Adekvatno objašnjenje	Izvanredna objašnjenja
Oralna prezentacija	Dosta podataka nedostaje	Dovoljno dobra prezentacija	Izuzetna pažnja na detalje tokom prezentacije

Evaluacija

Tabela 6. Sumiranje rezultata projekta

	Nedovoljno (0-1p)	Dovoljno (2-3p)	Više nego dovoljno (4-5p)
Naučna preciznost	Samo osnovni naučni koncepti sa nedovoljno objašnjenja	Neki naučni koncepti vezani za energiju su izneti i objašnjeni	Svi naučni koncepti vezani za energiju su jasno i eksplicitno objašnjeni
Saznanja i inženjerski plan	Podaci i rezultati su nepotpuni i nedorečeni, a planu nedostaju detalji i preduzeti koraci	Podaci i rezultati su potpuni i jasni, a plan sadrži dovoljno detalja i preduzetih koraka	Podaci i rezultati su potpuni, precizni i pregledno organizovani, a plan je logičan sa preduzetim koracima koje je lako pratiti
Sadržaj i preporuke	Sadržaj je irelevantan, preporuke nelogične, a ograničenja nisu razmatrana	Sadržaj je relevantan, preporuke su u skladu sa iznetim problemom, navedene su 1-2 preporuke	Sadržaj ima sve komponente, preporuke su jasne i opsežne, navedene su 3-4 preporuke

Grafici i relevantnost	Dizajn ne ispunjava kriterijume energetske efikasnosti, nepotpun je i ne prikazuje nedostatke	Dizajn je u okviru prosečne energetske efikasnosti i ispunjava samo par zahteva	Dizajn ispunjava najviše kriterijume energetske efikasnosti i ispunjavaparametre zahtevane projektom
Učešće u grupnom radu	Problemi sa drugim učenicima; donošenje odluka i zaduženja nisu raspodeljeni; često odstupanje od teme projekta	Rad sa drugi učenicima, ali sa teškoćama u deljenju zaduženja i donošenja odluka; uopšte mala angažovanost u projektu	Zadovoljavajući rad; preuzimanje uloge u odlučivanju i realizaciji; učenici su aktivno angažovani u ceo tok projekta
Vizuelni kvaliteti kvalitet izlaganja	Poster je neuredan i nepotpun, a objašnjenja su nejasna, netačna i nepotpuna	Poster je dobro organizovan i uredan, ali nije vizuelno atraktivan; objašnjenja su uglavnom dobra, ali ih je teško pratiti	Poster je dobro organizovan, uredan i vizuelno privlači pažnju; objašnjenja su jasna, precizna i lako ih je razumeti
Kreativnost	Običan dizajn sa lošom kombinacijom dva IOE i bez značajnih ideja	Običan dizajn, ali sa dobrom kombinacijom dva IOE; ima više dobrih ideja	Inovativan dizajn sa odličnom kombinacijom dva IOE; napredne ideje
Vreme	Usmeno izlaganje je slabo i za više od 5 minuta se ne uklapa u predviđeno vreme (prekratko ili predugačko)	Usmeno izlaganje, kao i ceo dizajn, je trajalo 5 minuta više ili manje od predviđenog vremena	Usmeno izlaganje, kao i ceo dizajn, su završeni na vreme

STEM u praksi

- Primer 1: Solarna energija i njena primena
 - Upoznavanje fotonaponske konverzije energije Sunčevih zraka u električnu energiju pomoću solarnih ćelija



Prednosti

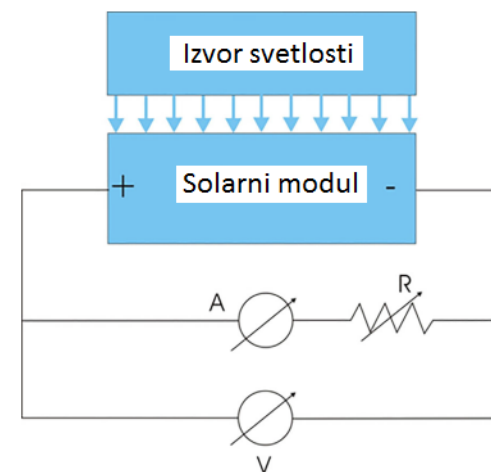
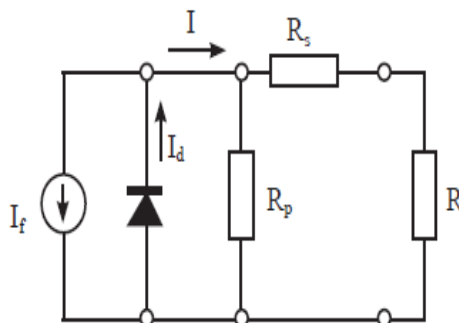
- Solarne ćelije direktno pretvaraju energiju Sunca u električnu.
- Ne zagađuju okolinu!
- Potrebno im je minimalno vreme održavanja uz radni vek od dvadesetak godina.

S u STEM-u

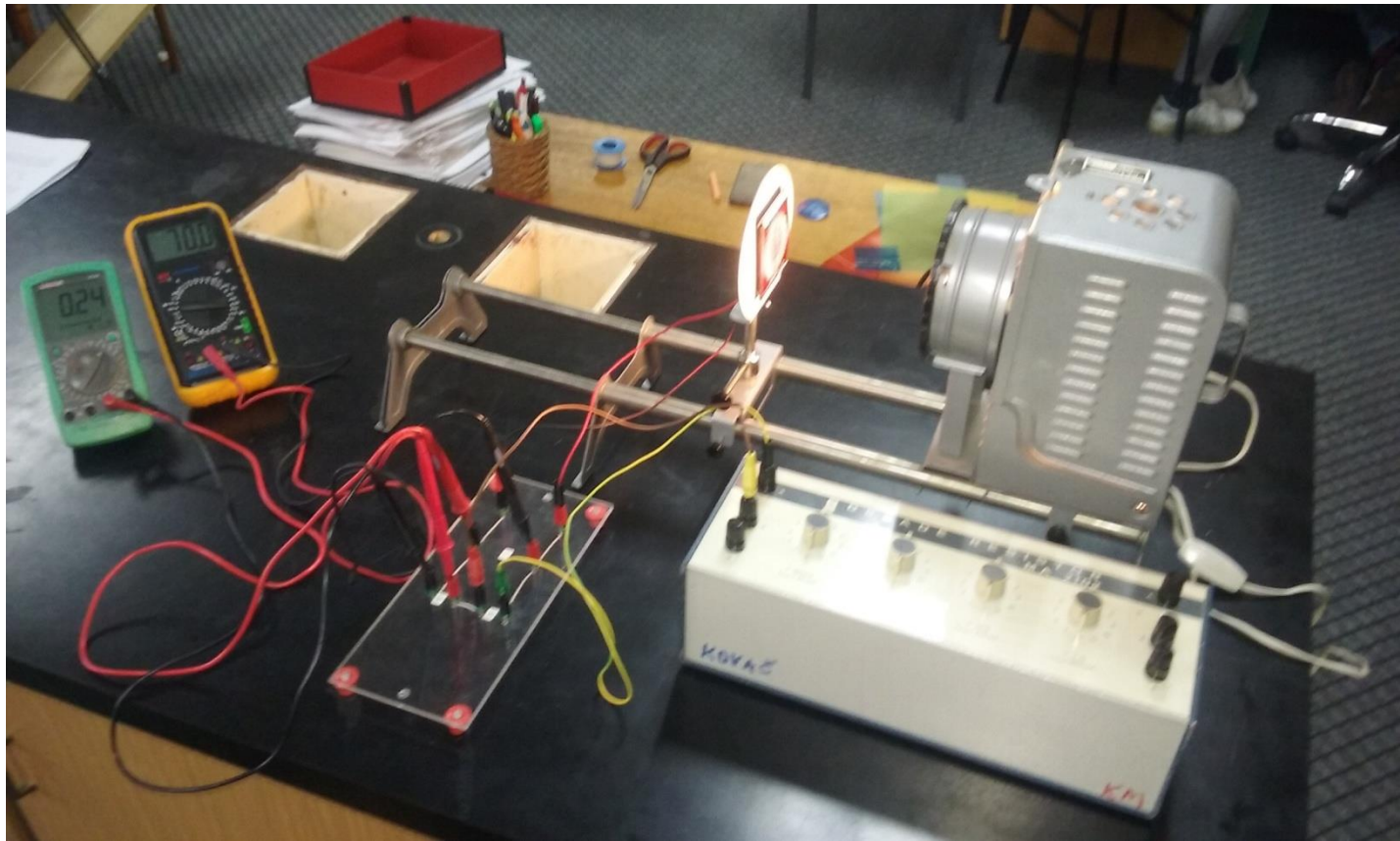
- postoji širok spektar nastavnih jedinica koje se mogu obraditi kroz istraživačku temu solarne energije, kao na primer:
 - fotoelektrični efekat,
 - pretvaranje energije Sunca u električnu energiju,
 - poluprovodnici,
 - Sunce kao najbliža zvezda,
 - termonuklearne reakcije, plazma i dr.

Fizka solarne ćelije

- Solarna ćelija – poluprovodnički uređaj koji pretvara Sunčevu energiju direktno u električnu
- Eksperiment sa solarnom ćelijom
 - Snimiti I-V karakteristiku solarne celije



Eksperiment



T u STEM-u



Sirovi silicijum



Kompresovani silicijum



Topljenje (1400°C)
Kristalizacija



Sečenje blokova



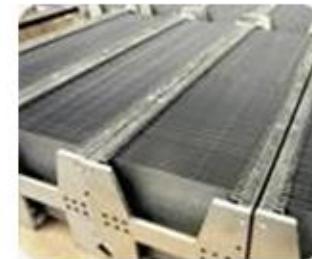
Difuzija p i n materijala
p-n spoj



Obrada površine
Solarna ćelija

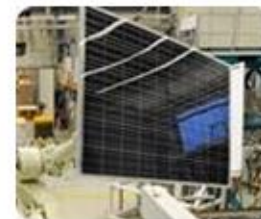
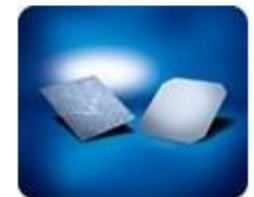


Spajanje ćelija u serijske nizove



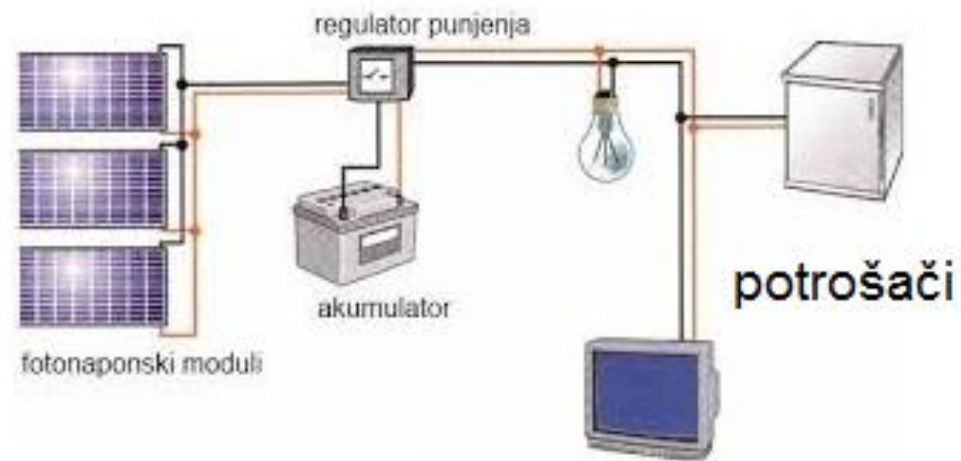
Sortiranje wafera

Wafer



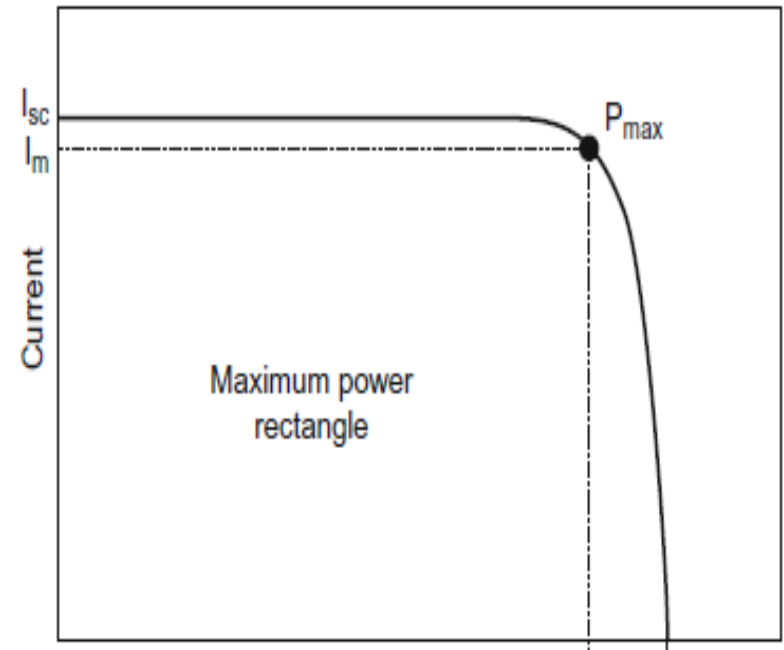
Uokvireni FN modul

E u STEM-u



M u STEM-u

- Napon na njenim krajevima, U_{ok}
- Struja kratkog spoja I_{ks}
- Karakteristični otpor solarne ćelije $R_k = U_{ok}/I_{ks}$
- Snaga solarne ćelije $P=UI$
- Maksimalna snaga $P_m = U_m I_m$
- Efikasnost solarne ćelije $h = P_m/P_t$



Konekcija projekta sa STEM-om

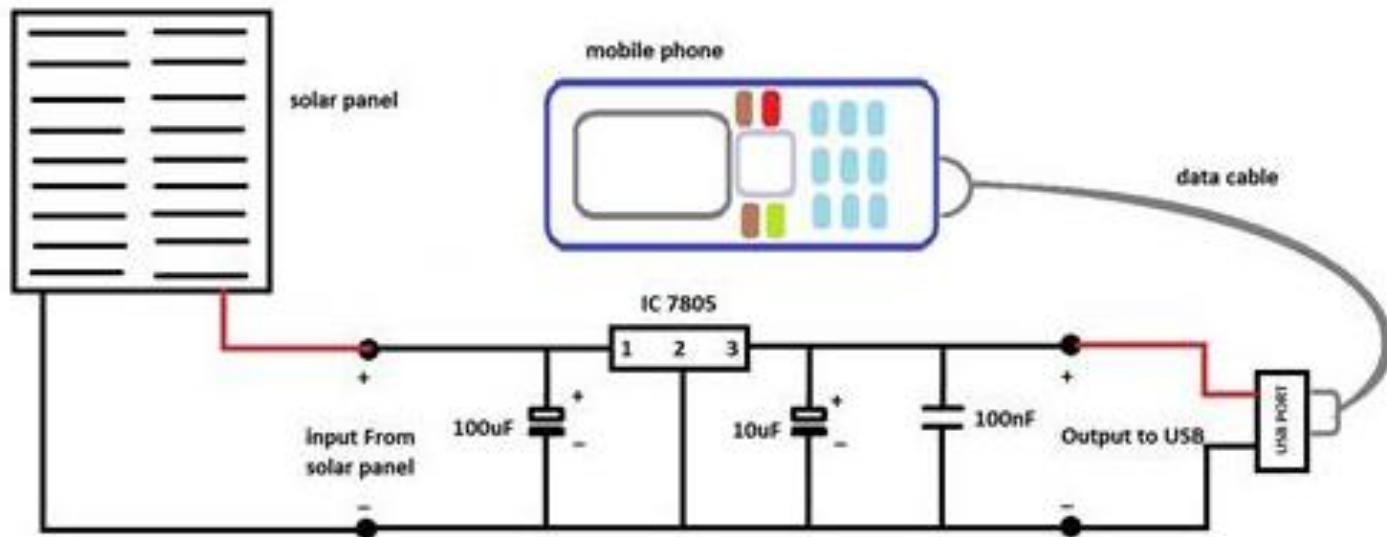
- Matematika
- Nauka
- Socijalne veštine
- Engleski
- Geografija, ekonomija i životna sredina
- Inženjerstvo
- Tehnologija

Izazovi

- Novi materijali za izradu solarnih ćelija
- Tanki slojevi
- Kako povećati efikasnost fotonaponske konverzije
- Inovacije u tehnologiji proizvodnje solarnih ćelija
- Konstrukcija novih fotonaponskih sistema, i dr.

Za domaći

- Napraviti solarni punjač za mobilni telefon



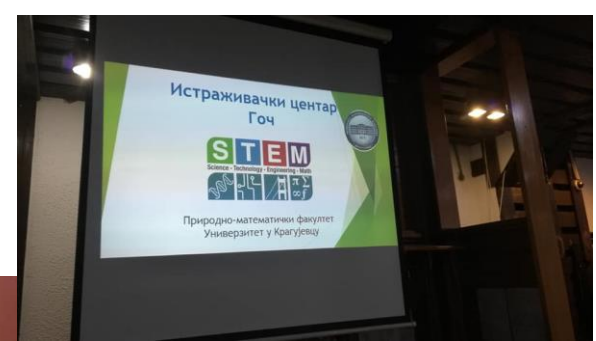


STEM - Naše aktivnosti

Istraživački centar Goč

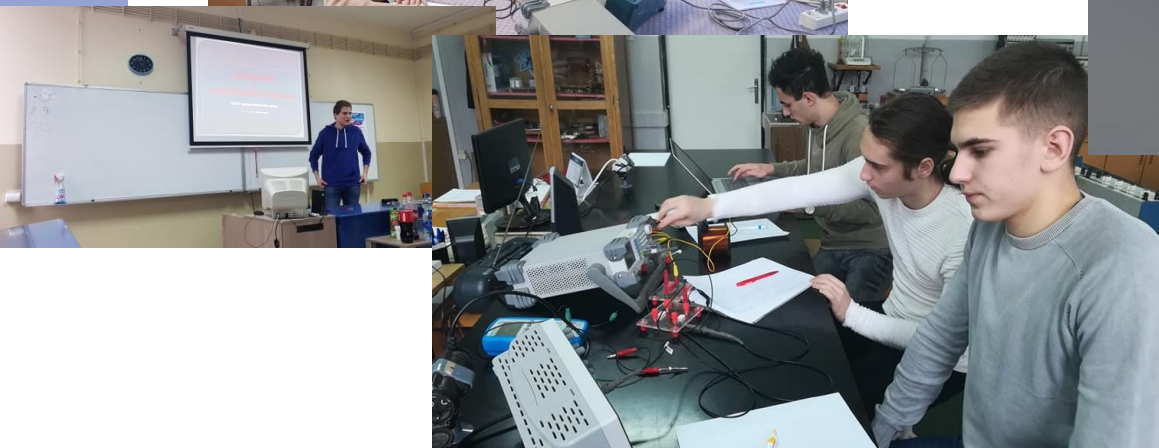
- 09 – 12. novembar 2018: Prvi mini istraživački seminar na Goču, “*Ja raSTEM uz fiziku*” i “*Igrom do nauke*”.
 - Realizator: PMF Kragujevac (fizičari i matematičari).
 - Učesnici: 55 učenika 7. i 8. razreda.
- 15 – 17. mart 2019: Drugi mini istraživački seminar na Goču, “*Od molekula do ekosiSTEMa*”.
 - Realizator: PMF Kragujevac (hemičari i biolozi).
 - Učesnici: 65 učenika 7. i 8. razreda.

Ja raSTEM uz fiziku



Budi i Ti fizičar jedan dan

31.01.2019. PMF Kg



Newton's Laws and Forces:

- $\sum F_x = 0 \Rightarrow F_n - mg \cos \theta = 0$
- $\sum F_y = 0 \Rightarrow F_n \sin \theta - mg = 0$
- $F_n = \frac{mg}{\sin \theta}$
- $F_{n,x} = mg \cot \theta$
- $F_{n,y} = mg$

Work and Energy:

- $W = F \cdot d \cdot \cos \theta$
- $W = \int F \cdot dx$
- $W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx$
- $W = \int_{v_1}^{v_2} F \cdot v dt$
- $W = \int_{t_1}^{t_2} P dt$

Simple Harmonic Motion (SHM):

- $y(t) = A \sin(\omega t + \phi)$
- $v(t) = A \omega \cos(\omega t + \phi)$
- $a(t) = -A \omega^2 \sin(\omega t + \phi)$
- $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
- $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Rotational Motion:

- $\tau = r \times F$
- $\tau = I \alpha$
- $\omega = \frac{d\theta}{dt}$
- $v = r \omega$
- $a_t = r \alpha$
- $a_c = \frac{v^2}{r}$

Fluid Mechanics:

- $F_b = \rho V g$
- $F_d = C_d \rho A v^2$
- $F_v = \mu \frac{dv}{dy}$
- $\Delta P = \rho g h$
- $\Delta P = \frac{4 \mu L Q}{\pi r^4}$

Electromagnetism:

- $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$
- $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$
- $\vec{E} = -\nabla V$
- $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$
- $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{enc}$
- $\nabla \cdot \vec{B} = 0$
- $\nabla \times \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$
- $\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$

Optics:

- $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
- $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$
- $m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{d_i}{d_o}$

Thermodynamics:

- $Q = mc\Delta T$
- $W = PdV$
- $\Delta U = Q - W$
- $PV = nRT$

Mathematical Tools:

- $\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$
- $\frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$
- $\frac{d}{dx} e^x = e^x$
- $\frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x}$
- $\frac{d}{dx} x^n = nx^{n-1}$
- $\frac{d}{dx} \frac{u}{v} = \frac{v \frac{du}{dx} - u \frac{dv}{dx}}{v^2}$
- $\frac{d}{dx} f(g(x)) = f'(g(x)) \cdot g'(x)$

Hivale na Pazini!