

POZNAVANJE ARAPSKIH FIZIČARA MEĐU SREDNJOŠKOLCIMA

Maksuda MURATOVIĆ

UDK 113/119:375.5
53:1

SAŽETAK: Poznavanje antičke i srednjovjekovne fizike među srednjoškolicima u obrazovanju je imperativ odgojno-obrazovnog procesa i nastavnih planova i programa iz fizike.

U radu je vršeno istraživanje na temu Poznavanje antičke i srednjovjekovne fizike među srednjoškolicima u JU Gimnazija Živinice.

U teorijskom dijelu rada dominirao je racionalno-deduktivni pristup, prilikom neposredne primjene instrumenta i prikupljanja podataka empirijsko-induktivni, dok je matematičko-statistički pristup dominirao u dijelu obrade rezultata.

Ključne riječi: arapski fizičari, fizika, impuls, sila, ubrzanje, antika i srednji vijek.

Uvod

U antičko doba sveukupna ondašnja znanost zvala se filozofija i imala je značenje-težnja ka mudrosti. Dio filozofije koji se bavio proučavanjem vanjskog svijeta (prirode) bila je *prirodna filozofija*. Znanstvenike koji su se bavili prirodnom filozofijom Aristotel je nazivao – *fizičari*. Grčka riječ *physis* znači priroda i u starom i srednjem vijeku obuhvatala je, osim fizike u današnjem smislu, sve prirodne znanosti: fiziku, hemiju, astronomiju, biologiju, itd. Fizika kao posebna znanstvena disciplina odvaja se iz opšte filozofije prirode tek u 17. stoljeću. Historija znanosti, odnosno fizike, poučava nas da su u svakom vremenu istraživači imali vrlo različito mišljenje i da su se veoma često sporili, te da napredak znanosti nije bio samo gomilanje činjenica i stalno dotjerivanje teorija već da znači duboke preobrazbe uvriježenih pogleda i načina rada. Historija fizike se može podijeliti na

nekoliko razdoblja. Ukratko ćemo iznijeti osnovne karakteristike razvoja fizike u starom i srednjem vijeku.

Prvo razdoblje je bila antička fizika, od 6. stoljeća prije nove ere pa sve do 7. stoljeća nove ere. U tom razdoblju glavna metoda istraživanja je bila metoda posmatranja. Nije bilo ni eksperimenata niti matematičke formule. Najveći znanstvenik antičkog doba bio je Aristotel. Za njega se može reći da je bio genijalni posmatrač. I pored toga Aristotelova prirodna filozofija (fizika) bila je dominantna čitavih 2000 godina, od 4. stoljeća prije nove ere, pa do 17. stoljeća nove ere. Razlog tome je što je Aristotel dao sliku svijeta zasnovanu na viđenju tog svijeta zdravim razumom, a objašnjenje gotovo svih prirodnih pojava potpuno je logično.

Drugo razdoblje je doba srednjeg vijeka. U znanstvenim krugovima na Zapadu smatra se da je srednji vijek bio doba mraka u znanosti, odnosno

fizici, i da je među malobrojnim fizičarima Aristotelova fizika nekritički prihvatana. To jeste tačno, ali za evropsku znanost. U srednjem vijeku centar svjetske znanosti i kulture bio je islamski svijet i u islamskom svijetu je postojao kontinuitet u razvoju znanosti, odnosno fizike, što je dovelo do pojave renesanse u Evropi. Prirodne znanosti su se oslobodile atmosfere čistog razmišljanja koja je karakterisala antičko doba i postale eksperimentalne. Taj period karakteriše i početak kvantifikacije, odnosno matematizacije fizikalnih veličina. Veliki je broj znanstvenika, odnosno fizičara, koji su zadužili znanost: Ibn al- Haytham, Ibn Sina, Al- Biruni, Al- Hazini, Ibn Bajjah i drugi. Mnoge ideje arapskih fizičara pojavile su se nekoliko stotina godina kasnije na Zapadu. Teško je reći da li su se one na Zapadu pojavile neovisno ili su samo preuzete sa Istoka. To je pitanje veoma zanimljivo i još nije razjašnjeno.

Treće razdoblje je doba nastanka klasične fizike u 17. stoljeću. Četvrto razdoblje je period 18. i 19. stoljeća ili doba razvoja klasične fizike koju karakteriše eksperimentacija i matematizacija i koja se završava Maxwelovom elektrodinamikom. Peto razdoblje je period moderne fizike 20. stoljeća.

Problem i predmet istraživanja

Problem istraživanja: da li i u kojoj mjeri učenici poznaju antičku i srednjovjekovnu fiziku u cilju unapređivanja obrazovanja? Imajući u vidu ovako apostrofirani problem, predmet istraživanja je poznavanje antičke i srednjovjekovne fizike.

Cilj i zadaci istraživanja

Polazeći od odabranog problema i predmeta, cilj istraživanja je da se kroz izražene stavove i mišljenja ispitanih učenika dođe do saznanja o njihovom poznavanju antičke i srednjovjekovne fizike, u cilju unapređivanja obrazovnog rada i razvoja ličnosti.

Iz sadržaja i suštine ovako formulisanih cilja logički proističu slijedeći istraživački zadaci:

1. Utvrditi koliko se u programima nastavnih predmeta iz prirodno-matematičkog područja a posebno fizike proučava historijski aspekt razvoja fizike.
2. Utvrditi da li i u kojoj mjeri se spominje antička i srednjovjekovna znanost u udžbenicima fizike.
3. Utvrditi da li učenici poznaju arapske fizičare po njihovim latiniziranim imenima.

Istraživačke hipoteze

Istraživanje je vođeno *hipotezom* da su srednjovjekovni arapski znanstvenici, odnosno fizičari, održali kontinuitet u razvoju fizike između antičkog doba pa sve do pojave renesanse u Evropi.

Naučno-istraživački pristup

Prilikom pisanja korišteni su didaktički principi naučnosti i primjerenosti uzrastu srednjoškolača.

Korištena je *historijska metoda istraživanja* koja uzima u obzir osnovne činjenice, hronologiju događaja na bazi prošlosti i na osnovu toga procjenjuje ponašanja u budućnosti. Historijska metoda se temelji na konceptualnom pristupu proučavanja, što znači sagledavanja događaja u cjelini, uočavanja najznačajnijih elemenata te razumijevanja njihovog međusobnog istraživanja.

Karakter i značaj istraživanja

Prema karakteru, ovo istraživanje pripada grupi primijenjenih istraživanja. S obzirom da se organizuje na relativno velikom uzorku, riječ je o makro istraživanju.

Ovo istraživanje bi moglo da doprinese poboljšanju kvaliteta nastavnog plana i programa iz prirodno-matematičkog područja, a posebno fizike.

Uzorak istraživanja

Za uzorak je odabrano 120 učenika JU Gimnazija Živinice. Riječ je o namjernom uzorku.

Metode, tehnike i instrumenti istraživanja

Polazeći od definisanog problema, predmeta, cilja i zadataka, u ovom istraživanju korištena je deskriptivna metoda. Pomoću nje je utvrđeno postojeće stanje među srednjoškolicima koje se odnosi na poznavanje antičke i srednjovjekovne fizike. Tom prilikom korištena je istraživačka tehnika anketiranja, a od instrumenata anketni upitnik za učenike. Anketni upitnik je imao 10 pitanja i sproveden je anonimno. Pitanja su se odnosila na historijski aspekt razvoja fizike u antičkom i srednjovjekovnom periodu. Postavljeni su ponuđeni odgovori ispod pitanja pod a), b), c) i d).

Rezultati istraživanja i njihova interpretacija

Ovaj dio rada obuhvata rezultate dobijene nakon provedenog empirijskog istraživanja. Rezultati su

predstavljani tako što je prvo navedeno pitanje iz upitnika i ponuđeni odgovori. Tačni odgovori su podvučeni i boldirani. Nakon toga su dobijeni odgovori prikazani broјčano, procenualno, tekstualno a neki i grafički.

- Prvo pitanje iz anketnog upitnika je: Fizika kao posebna naučna disciplina izdvaja se iz okvira prirodne filozofije u:
 - a) 7. stoljeću,
 - b) 12. stoljeću,
 - c) 17. stoljeću,
 - d) 19. stoljeću.

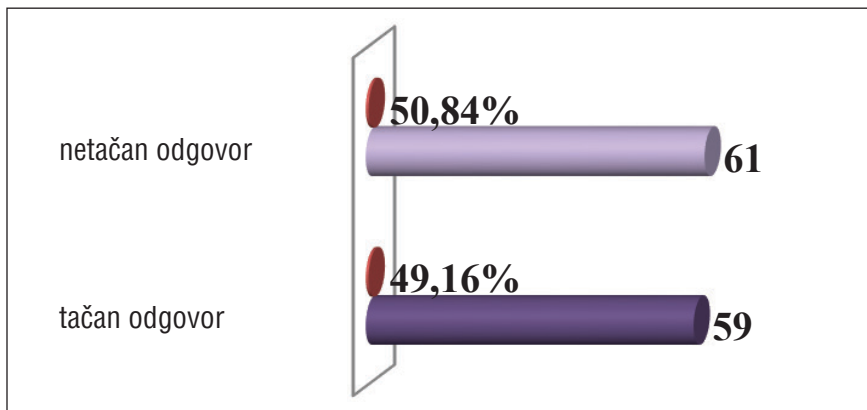
Fizika kao posebna naučna disciplina odvaja se iz opšte filozofije prirode tek u 17. stoljeću. Na ovo pitanje tačan odgovor dalo je 43 učenika (35,83%), dok netačan odgovor dalo je 77 učenika (64,17%).

- Drugo pitanje iz anketnog upitnika je: Rotaciju Zemlje oko svoje ose prvi je eksperimentalno dokazivao:
 - a) Aristarh,
 - b) Hiparh,
 - c) al-Biruni,
 - d) al-Tusi.

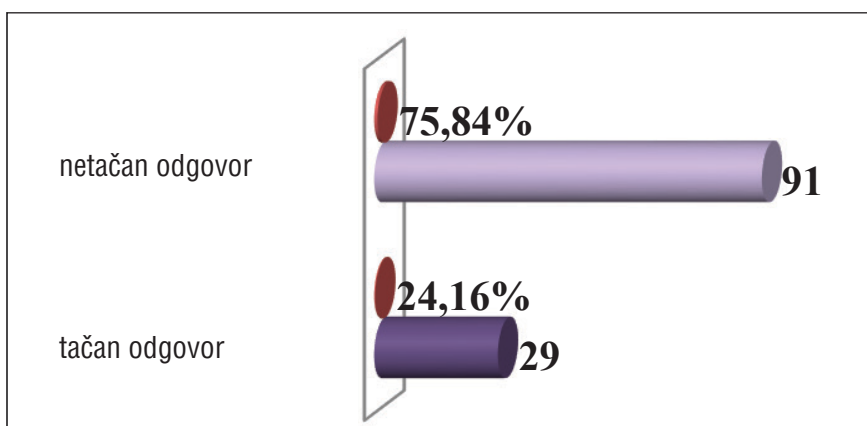
Na ovo pitanje tačan odgovor dalo je 24 učenika (20%), dok netačan odgovor dalo je 96 učenika (80%). Utemeljitelj *Maragha škole astronomije* bio je veliki matematičar i astronom al-Tusi, 1256. godine. Tusi je prvi empirijski dokazivao rotaciju Zemlje oko svoje ose posmatranjem kretanja komete. Isti argument koristi i Copernicus 1543. godine, u svom djelu *O obrtanju svjetova*, kao dokaz rotacije Zemlje oko svoje ose.

- Treće pitanje iz anketnog upitnika je: Sekstant, instrument za astronomska mjerenja i navigaciju prvi je konstruisao:
 - a) Eratosten,
 - b) Ptolomej,
 - c) al-Khjuandi,
 - d) Ticho Brahe.

Na ovo pitanje tačan odgovor dalo je 25 učenika (20,83%), dok netačan odgovor dalo je 95 učenika (79,17%). Prvi sekstant je konstruisao perzijski astronom al-Khujandi, 994. godine.



Grafikon 1. Peto pitanje



Grafikon 2. Šesto pitanje

Sekstant je korišten u astronomskoj opservatoriji u Istanbulu 1577. godine. Opservatorij u Istanbulu sagradio je Murat III i imao je velikog uticaja na evropske astronome 16. i 17. stoljeća. Opservatorij u Pragu, kojom je upravljao Tycho Brahe (1546-1601), imao je instrumente kao i onaj u Istanbulu.

- Četvrto pitanje iz anketnog upitnika je: Začetnik fizike, odnosno prirodne filozofije bio je:
 - a) Arhimed,
 - b) Aristotel,**
 - c) Pitagora,
 - d) Ptolomej.

Na ovo pitanje tačan odgovor dalo je 50 učenika (41,66%), dok netačan odgovor dalo je 70 učenika (58,34%). Aristotel je bio začetnik fizike, odnosno prirodne filozofije. Njegova knjiga "Fizika", u kojoj se bavio istraživanjem prirode, dala je ime za fiziku. Na samom početku knjige istakao je da znanost o prirodi mora istraživati osnovne zakone prirode i "elemente" od kojih je priroda izgrađena. Tako

je fizika postala opća teorija prirode. Međutim u Aristotelovoj "Fizici" nema matematičkih formula niti opisa eksperimenta i pribora za eksperimente. Do svojih rezultata u fizici dolazi samo putem logičkog rasuđivanja i analize. Svoje zaključke izvodi deduktivnim putem. Unaprijed postavlja neke principe, onda svoju sliku svijeta gradi prema njima. Aristotelov model fizike zasnovan je na viđenju svijeta zdravim razumom i polazi od posmatranja koja su ljudima bliska. I kao takva njegova fizika se održala 2000 godina, sve do 17. stoljeća.

- Peto pitanje iz anketnog upitnika je: Obim Zemlje prvi je izmjerio grčki astronom:
 - a) Aristarh,
 - b) Eratosten,**
 - c) Hiparh,
 - d) Ptolomej.

Eratosten se spominje u udžbenicima fizike, pa sa grafikona 1. vidimo da je 59 učenika (49,16%) dalo tačan odgovor dok je netačan odgovor

dalo 61 učenik (50,84%). Eratosten je izračunao obim Zemlje koristeći se trigonometrijom. Račun je izveo pod pretpostavkom da je Zemlja okrugla i da je Sunce toliko udaljeno da se njegove zrake mogu uzeti kao paralelni pravac.

- Šesto pitanje iz anketnog upitnika je: Izračunavanje srednje vrijednosti mjerenja u fizici, te greške mjerenja, prvi je uveo:
 - a) Ptolomej,
 - b) al-Biruni,**
 - c) Galilej,
 - d) Newton.

Sa grafikona 2. Može se vidjeti da je tačan odgovor dalo 29 učenika (24,16%), dok je 91 učenik (75,84%) dalo netačan odgovor, tj. nije čulo za Al-Birunija. Al-Biruni se smatra najoriginalnijim i najdubljim islamskim znanstvenikom iz područja prirodnih znanosti. Al-Biruni je utemeljitelj eksperimentalne metode u fizici, i prvi je u historiji nauke uveo kontrolne opite, srednju vrijednost mjerenja i greške mjerenja.

- Sedmo pitanje iz anketnog upitnika je: Prvu definiciju i matematički obrazac za specifičnu težinu dao je:
 - a) Arhimed,
 - b) Heron,
 - c) Al-Hazini,**
 - d) Galilej.

Sa grafikona 3. Može se vidjeti da je tačan odgovor dalo 10 učenika (8,33%), dok je 110 učenika (91,67%) dalo netačan odgovor. Al-Hazini je bio matematičar, znanstvenik u oblasti mehanike, astronom, teoretičar i praktičar, suptilni eksperimentator i osmatrač. Činjenica je da je Al-Hazinijev učitelj Al-Biruni. Al-Hazini prvi definiše pojam specifične težine i prvi je uveo pojam analogan savremenom pojmu potencijalna energija. Usavršava Al-Birunijevo tumačenje pojma sile teže, koja je usmjerena prema centru Zemlje i čija je vrijednost u centru Zemlje jednaka nuli. Prvi uvodi pojam osjetljivosti mjernog instrumenta i tvrdi da je greška mjerenja njegove vage 0,1%. Sva ta

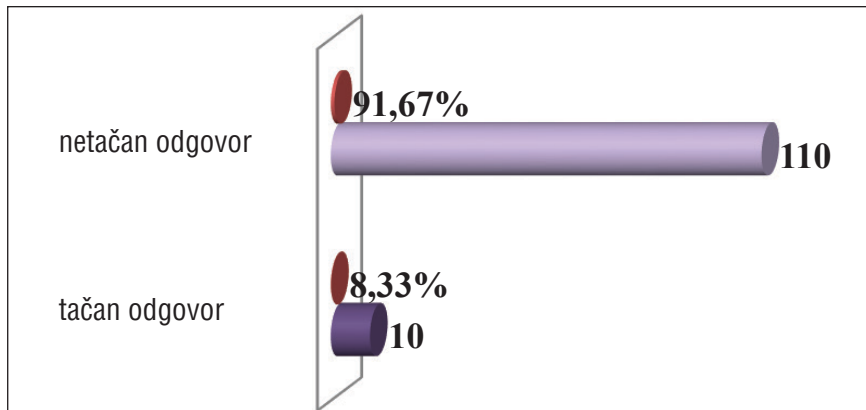
otkrića se, zvanično, pripisuju evropskim znanstvenicima. U Evropi se i danas govori isključivo o Arhimedovom metodu određivanja sastava legura.

- Osmo pitanje iz anketnog upitnika je: Termin ubrzanje i sila reakcije u fiziku je prvi uveo:
 - a) Pitagora,
 - b) Arhimed,
 - c) **Avempace,**
 - d) Newton.

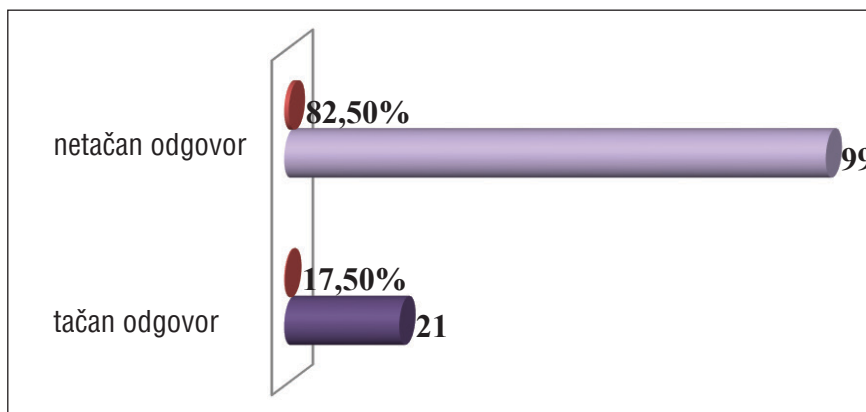
Na osmo pitanje tačan odgovor je dalo 10 učenika (8,33%), dok je 110 učenika (91,67%) dalo netačan odgovor. Ibn Bajjah, latinizirano ime Avempace, najveći je fizičar u zapadnom dijelu islamskog carstva. Avempace je bio prvi koji je uveo u fiziku pojam sile reakcije. Avempace tvrdi da se tijelo, u odsustvu sile, kreće jednoliko. Ovaj princip je kasnije postao osnov moderne mehanike i uticao je na fizičare kao što je Galilej. Interesantno je da nijedan od Avempaceovih radova nije preveden na latinski jezik, a njegov uticaj teče preko citata Averroesa i drugih autora i seže sve do Galileja.

- Deveto pitanje iz anketnog upitnika je: Termin impetus (impuls) u fiziku je uveo:
 - a) Arhimed,
 - b) Aristotel,
 - c) **Avicenna,**
 - d) Descartes.

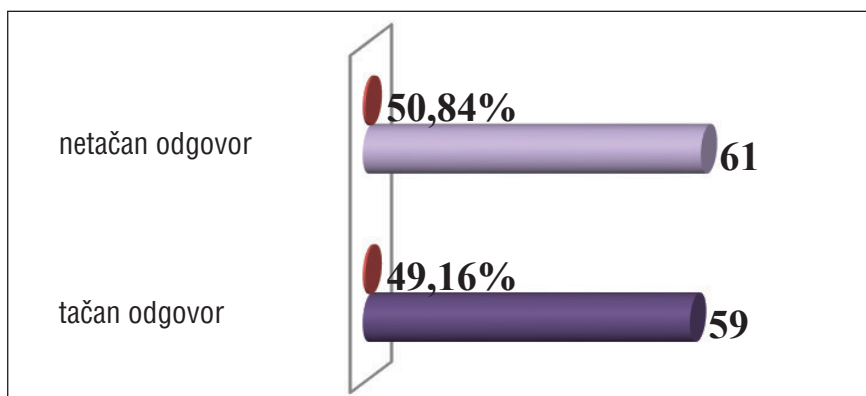
S grafikona 4. može se vidjeti da je tačan odgovor dalo 21 učenik (17,5%), dok je 99 učenika (82,5%) dalo netačan odgovor. Ibn-Sina na Zapadu je poznat kao Avicenna i zasigurno je jedna od najpoznatijih ličnosti u historiji islamske filozofije i znanosti općenito. Islamska znanost sa ovim liječnikom, filozofom, astronomom, itd. dostigla je svoju kulminaciju. Ibn Sina smatra da tijelo preuzima od "pokretača" ono što se naziva "mejl". Taj termin je u latinskim testovima preveden kao inklinacija, što znači težnja koja čini kretanje mogućim. Ova težnja se postepeno "troši" na savladavanje otpora sredine sve dok se kretanje ne završi. U vakuumu, u kojem nema otpora,



Grafikon 3. Sedmo pitanje



Grafikon 4. Deveto pitanje



Grafikon 5. Deseto pitanje

kretanje be se nastavilo beskonačno. Prema Ibn Sini, to utisnuto kretanje (mejl) je proporcionalno proizvodu težine tijela i njegove brzine (što bi današnjim rječnikom izrazili kao proizvod mase i brzine, $m \cdot v$, što predstavlja impuls tijela). Taj termin je, kasnije u skolastici, nazvan impuls, što je preteče koncepta inercije u Newtonovim zakonima kretanja.

- Deseto pitanje iz anketnog upitnika je: Pionir modernog znanstvenog metoda u fizici, koji se temelji na eksperimentu

i matematskom dokazu i utemeljitelj optike je:

- a) Pitagora,
- b) Arhimed,
- c) **Alhazen,**
- d) Galilej.

Sa grafikona 5. može se vidjeti da je tačan odgovor dalo 22 učenika (18,33%), dok je 98 učenika (81,66%) dalo netačan odgovor. Ibn al-Haytham, latinsko ime Alhazen, se smatra pionir modernog znanstvenog metoda i za razliku od Aristotela, uspostavio je eksperiment kao

normativ dokazivanja. Alhazen je razvio stroge eksperimentalne metode kontrolisanog znanstvenog testiranja kako bi verificirao postavljene hipoteze i podupro induktivne pretpostavke. Njegov znanstveni metod sličan je modernom znanstvenom metodu i razvoj znanstvenog metoda smatra se temeljem moderne znanosti. On je u znanstveni metod uključio i znanstveni skepticizam (sumnja) i kritičizam te naglasio ulogu empirizma, a indukciju je smatrao kao osnovni uslov za istinsko znanstveno istraživanje. U tom smislu njegova *Knjiga o optici* je prva knjiga u historiji fizike i znanosti uopće koja je naglasila ulogu ogledala kao oblika u dokazivanju.

Alhazen, često nazivan otac optike, formulisao je prvu sveobuhvatnu i sistematičnu alternativu antičkim optičkim teorijama. On se oslanja na Euklidovu i Ptolomejovu optiku te na Aristotelovu *Meteorologiju*, ali ih demantira, a svoje tvrdnje dokazuje eksperimentom. Tako je od optike napravio dobro urađenu i jasno

definisano znanost. Za razliku od Aristotela, odnosno antičkih znanstvenika kombinovao je razrađene matematičke postupke sa dobro zamišljenim fizikalnim modelima i opštim eksperimentisanjem.

Zaključak

Uzorak od 120 anketiranih učenika je dovoljan da bi se donosili neki generalni zaključci. Ni na jedno pitanje broj tačnih odgovora ne prelazi 50%. Nešto više tačnih odgovora ima na pitanja koja se odnose na antički period, a broj tačnih odgovora koja se odnose na srednjovjekovni period ne prelazi 24,16%. *Šta je razlog tome?*

U udžbenicima historije u Bosni i Hercegovini, ima dovoljno podataka o historiji starog i srednjeg vijeka. Nepoznavaje osnovnih pojmova iz historije znanosti, odnosno historije, ukazuje na formalizam u proučavanju, gdje učenici pored velikog broja suvišnih činjenica ne prepoznaju osnovne pojmove.

U programima nastavnih predmeta iz prirodno-matematičkog područja, a posebno fizike, malo se posvećuje pažnje historijskom aspektu razvoja fizike koji ima veliki značaj za razumijevanje fizike i razvoj ličnosti. Antička znanost se spominje u udžbenicima historije i donekle u udžbenicima fizike, a srednjovjekovna znanost veoma malo. Naprimjer, nekolicina učenika je čula za al-Birunija, najvećeg fizičara srednjeg vijeka, a činjenica je da UNESCO priprema prijedlog da se 11. stoljeće nazove stoljećem al-Birunija, kao što je 3. stoljeće prije nove ere, nazvano po Arhimedu!

U evropskim znanstvenim krugovima bez predrasuda se proučava islamska srednjovjekovna znanost. Međutim, u školskim programima evropskih zemalja povijest razvoja znanosti u muslimanskom srednjovjekovnom svijetu još nije adekvatno predstavljena. Za neke ideje teško je reći da li su kasnije preuzete na Zapadu s Istoka ili su se javile neovisno na Zapadu. To je općenito problem za povijest znanosti.

Literatura

Aristotel, *Fizika*, 1936. Per. V. P. Karpova, Socekiz, Mosqua.
Čolić, A., 2006. *Some Examples of Discovered Manuscripts in History of Science*, Symposium dissemination and development of

physics and mathematics in Bulgaria, Sofia. Nasr, S.H., 2007. *Avicenna*, Enciclopedia Britannica, Online.
Supek, I., 1990. *Povijest fizike*, Školska knjiga, Zagreb.

http://hr.wikipedia.org/wiki/Klaudije_Ptolemej
<http://www.viser.edu.rs/im/htm/Radionica/Matematicari/Arhimed.htm>
<http://hr.wikipedia.org/wiki/Eratosten>

الموجز

معرفة علماء الفيزياء العرب عند تلاميذ المرحلة الثانوية

مقصودة موراتوفيتش

تعتبر معرفة الفيزياء في العصور القديمة والوسطى في تعليم تلاميذ المرحلة الثانوية من ضروريات العملية التربوية والتعليمية ومنهاج مقرر الفيزياء. يهتم هذا العمل ببحث موضوع معرفة الفيزياء في العصور القديمة والوسطى عند تلاميذ المدرسة الثانوية العامة في جيفينيتسي.

سادت المقاربة الاستنتاجية العقلية في الجزء النظري من العمل، وسادت المقاربة الاستنتاجية التجريبية عند الاستخدام المباشر للأدوات وجمع البيانات، أما المقاربة الإحصائية الرياضية فكانت هي السائدة في جزء معالجة البيانات.

الكلمات الرئيسية: علماء الفيزياء العرب، الفيزياء، النبضة، القوة، التسارع، العصور القديمة والوسطى.

Summary

AWARENESS OF HIGH-SCHOOL STUDENTS REGARDING THE ARABIC PHYSICISTS

Maksuda Muratović

Introducing antique and medieval physics to high-school students within the educational and upbringing framework and its plan and program for the subject of physics is of an imperative significance. The article presents results of a research with a topic *Awareness of high-school student regarding antique and medieval physics* executed in high-school *JU Gimnazija Živinice*. Theoretical part of the article is dominated by a rational-deductive approach, whereas in direct instrument application and data collection empirical-deductive approach was used. In the final part where collected data was assessed we used mathematical-statistical approach.

Key words: Arabic physicists, physics, impulse, force, acceleration, antiquity, medieval age