

# Broj molekula krede u potpisu učenika

Primljeno: 10.05. 2015.



Amna Dervišagić<sup>1</sup>

JU Opća gimnazija Bosanska Krupa  
Bosanska Krupa

## Sažetak

U radu je prikazana priprema za sat nastave fizike u drugom razredu opće gimnazije. Struktura sata: ukratko o povijesti ideje o atomima; dimenzije atoma – rješavanje konkretnih konceptualnih primjera; ponavljanje sadržaja o molu, molarnoj masi, Avogadrovom broju, molekuli; sastav školske krede; vježba s ciljem određivanja broja molekula krede u potpisu.

**Ključne riječi:** atom, molekula, kreda, Avogadrov broj, broj molekula krede

<sup>1</sup> Amna Dervišagić je profesorica fizike, pri kraju s poslijediplomskim studijem metodike nastave fizike, autorica niza inovativnih projekata i primjera upotrebe informacijskih i komunikacijskih tehnologija (IKT) u nastavi fizike: strip u nastavi fizike, mentalne mape, određivanje brzine svjetlosti pomoću mikrovalne pećnice i čokolade itd. Održala je niz webinara za učenike, organizirala i mentorirala izložbu fotografija *Fizika na fotografiji* u Gradskoj galeriji u Bosanskoj Krupi. Mentorica je i projekata: *Zanimljiva fizika; The Nailpolish Art; Think once, think twice, think science; Keep calm and learn physics*. Urednica je web stranice za popularizaciju nastave fizike <http://fizika.beep.com/>

**Nastavna jedinica:** *Struktura tvari, mol, molna masa*

**Nakon sata učenici će:**

- **na kognitivnoj razini:** definirati i razumjeti pojmove atoma i molekule, dimenzije i broj atoma u svakodnevnim stvarima; putem praktične aktivnosti vaganja krede i pisanja svog imena na ploči moći izračunati broj molekula krede u svom potpisu; samostalno zaključiti o čemu ovisi taj broj; razviti vještinu rukovanja preciznom vagom.
- **na afektivnoj razini:** razvijati pozitivne osobine ličnosti: točnost, savjesnost, marljivost, kreativnost, kulturu rada i radne navike, osjećaj osobne vrijednosti, pozitivan odnos prema imovini; vještine koncentracije, preciznosti i urednosti u radu; vještine usmene i pisane komunikacije; toleranciju prema drugima i drukčijem mišljenju.

**Tip nastavnog sata:** sat ponavljanja i vježbanja s ciljem usustavljanja i primjene nastavnih sadržaja te poticanja i razvoja učeničke kreativnosti.

**Nastavne metode:** metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda praktičnoga rada – eksperimenta.

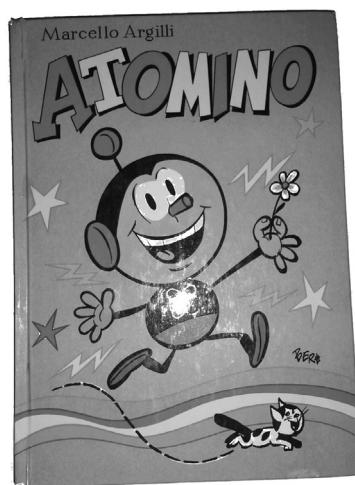
**Nastavna sredstva, pomagala i pribor:** Power Point prezentacija, prijenosno računalo, LCD projektor, mala vaga za mjerenje mase, ploča, bijela krede, krede u boji

## Artikulacija sata

### Uvodni dio sata (5 minuta)

Zašto je trešnja crvena, a borovnica plava? Od čega se sastoji svijet oko nas, suma čega smo zapravo mi – pitanja su na koje ljudi teže dobiti (pravi) odgovor.

Moja prva predodžba o atomu (a vjerojatno i ljubav prema fizici), javila se u ranom djetinjstvu, nakon što sam pročitala knjigu *Atomino*, Marcella Argillija (1971., sl. 1). *Atomino*, stvorenje vrlo nalik dječaku, nastalo je u laboratoriju nekog rastresenog fizičara, bio je jedan ogroman atom. Mogao je hodati, govoriti, čak i jesti. I onda su se svi počeli utrkiivati da ga ugrabe, jer su kapaciteti tako ogromnog atoma bili nevjerojatni. Kao dvanaesto-



Slika 1: Atomino

godišnje dijete, s nekom svojom predodžbom o atomu, započela sam učenje fizike u osnovnoj školi a informacije koje sam dobivala, prihvaćala sam „zdravo za gotovo“, stvarajući tako sliku o atomu kao čestici, koja se sastoji od jezgre, okolo su putanje po kojima jure elektroni i to je to.

A onda su mi, nešto kasnije, rekli da moje predodžbe o atomu nisu sasvim točne (fizičari ih proglašavaju naivnima) i da moram prihvatiti neka druga pravila, koja su bila u neskladu s mojim dotadašnjim mentalnim slikama. Znanost sve više i dublje ulazi u svjetove nevidljive našim očima, svjetove u kojima vrijede drukčija pravila i predodžbe. Želimo li o atomu saznati više i dublje, moramo razmišljati drukčije i otvorenije, prihvaćajući nova pravila.

## Glavni dio sata (30 minuta)

*Atom sa sviješću, tvar sa znatiželjom stoji kraj mora, čudeći se čudu:  
ja, svemir atoma, atom u Svemiru!* (Richard P. Feynman)



Slika 2: Richard Feynman

Nobelovca Richarda Feynmana (slika 2) pitali su: *Ako biste imali mogućnost ostaviti budućim generacijama samo jednu znanstvenu istinu o svijetu u kojem živimo, koja bi to istina bila?* On je odgovorio: *Svijet je građen od atoma. I zaista, atomi su posvuda i tvore sve. Pogledajte oko sebe – zidovi, stolovi i naslonjači, zrak između njih – sve to grade atomi! A ima ih u tolikim količinama da to zaista ne možemo niti zamisliti. Stvari koje nam izgledaju mirno i tiho, kao npr. čaša s vodom koja stoji nekoliko dana na stolu, zapravo su aktivni cijelo vrijeme – atomi cijelo vrijeme napuštaju površinu, odskačući okolo i vraćajući se nazad. Ono što našim „grubim“ pogledom izgleda mirno, divlji je i dinamičan ples.* [1]

Ideja atoma jedna je od najplodonosnijih ideja u ljudskoj povijesti. Tvorcem te ideje obično se smatra Demokrit (slika 3), iako povijest spominje i njegovog učitelja Leukipa i – s manje sigurnosti – drevnog indijskog filozofa Kanadu („kanada“ na sanskrtu znači „gutač atoma [5]. O Demokritu znamo da se rodio u Abderi na traškijskoj obali Sredozemnoga mora. Povjesničari ga poznaju kao Nasmijanog Filozofa kojem su „gluposti čovječanstva“ bile razlog za smijeh. [9]

Predaja kazuje da je Demokrit jednom sjedio na obali mora, držao u ruci jabuku i razmišljao:



Slika 3: Demokrit



Slika 4: Mladi A. Einstein [10]

*Ako razrežem ovu jabuku napola, dobit ću polovicu jabuke; ako zatim tu polovicu razrežem na dva dijela, dobit ću četvrtinu, kad četvrtinu prepolovim, osminu itd., hoće li me u jednom trenutku iduće dijeljenje dovesti do toga da u ruci ostane dio koji više neće imati svojstva jabuke, tj. hoću li nakon određenog broja podjela dobiti komadić materijala koji je nemoguće rastaviti na dva dijela?*

Nakon dosta razmišljanja filozof je zaključio da granica takvoj diobi postoji i nazvao je tu posljednju, „nedjeljivu“ česticu – atom. Današnja definicija atoma glasi: Atom je najmanja gradivna jedinka kemijskoga elementa koja može postojati sama ili biti kemijski vezana s atomima istog ili drugih elemenata (Sikirica, 2004.).

Prvi očigledan dokaz Demokritova učenja, zapazio je škotski botaničar Robert Brown, koji je u mladosti proveo četiri godine po ekspedicijama u Australiji odakle je donio i proučavao četiri tisuće vrsta raznog raslinja. Godine 1827., radeći kao direktor botaničkog odjela Britanskog muzeja, obratio je pažnju na proizvoljno kretanje sitnih trunčica raslinja u vodi pod djelovanjem nepoznate „žive sile“. Neobično kretanje tih čestica u početku nije izazivalo neku posebnu pažnju u javnosti – većina je pretpostavljala da je ta pojava analogna kretanju prašine u sunčevoj zraci.

Albert Einstein je, još s dvanaest godina odlučio, kako je sam rekao, *posvetiti se rješavanju zagonetke svijeta*. Svojim radom o Brownovom kretanju iz 1905. godine Einstein je zapravo bio taj koji će dati prve neupitne dokaze postojanja atoma, ali to

je privuklo malo pažnje. No i Einsteina će se ionako ubrzo posve posvetiti radu na općoj relativnosti.

Tek se 40 godina kasnije vjerojatno po prvi put javila misao da je mikroskopom vidljivo nepravilno kretanje biljnih trunčica izazvano slučajnim udarcima malih čestica tekućine. Hipoteza o atomima stekla je mnogo sljedbenika. Ono što je Demokrit tvrdio, a što je zadivljujuće točno, jest da se stvari jedna od druge razlikuju prema svojstvima, položaju i redoslijedu atoma.

## Je li netko vidio atom?

*Fotoni koji čine zraku svjetlosti ponašaju se poput inteligentnih ljudskih bića: od svih mogućih puteva, oni će uvijek odabrati onaj koji će ih najbrže dovesti do cilja.*

M. Planck

Obični predmeti koje u svakodnevnom govoru nazivamo „tankim“, jako su grubi u usporedbi s, primjerice, opnom od sapunice. Mjehur od sapunice je 5000 puta tanji od ljudske vlasi. Kad bismo ljudsku vlas uvećali 200 puta, imala bi debljinu 1 cm. Ista ta vlas, gledana običnim okom, izgleda glatka i ravna a pod mikroskopom postaje hrapava i nazupčana. Presjek zida mjehura sapunice tek pri uvećanju od 40.000 puta zapazio bi se u vidu tanke linije. Vlas bi tada bila debela 2 m. Usput, vlas kose je milijun puta deblja od najvećeg atoma (Pereljman, 1976.).

Zato, kao zgodan način da se usporede stvari, koristimo skale. Npr. *nanoskala* je skala u kojoj se nalaze dimenzije virusa (30-50 nm), DNA (2,5 nm) [2], a mikroskala je skala u kojoj su dimenzije stanica i vlasi. Veoma jaki mikroskopi mogu povećavati milijun puta pa bi poštanska marka, kad bi je se uvećalo pod takvim mikroskopom, bila velika poput neke manje države.

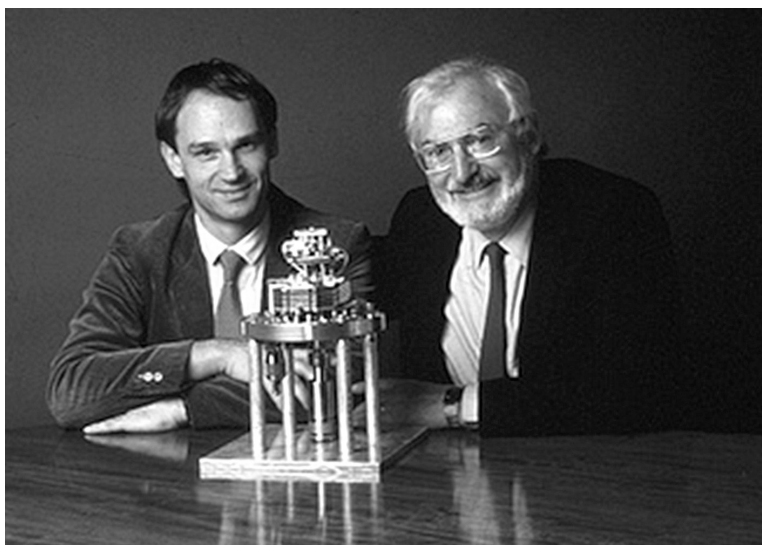
*Je li je netko vidio atom?* sigurno je najčešće pitanje koje prosječnom profesoru (fizike i/li kemije) postavljaju učenici. Ne postoji jednostavan odgovor na to pitanje. Nitko nikada nije *stvarno vidio* atom. Mi doista ne možemo „zaviriti“ unutar atoma, ali možemo vidjeti kako atomi utječu na druge stvari i shvatiti kakvi su. Baš kao što ne možemo vidjeti atom, mi također ne možemo vidjeti ni što se događa u vatri ili unutar Sunca. Možemo napraviti modele i testirati što model može predvidjeti. Možemo isprobati eksperiment i usporediti ono što smo predviđali s onim što se zapravo dogodilo. Zamislite Harryja Pottera s nevidljivim plaštem – ne možete ga vidjeti, ali ako primijetite da se vaza prevrće, možda ćete zaključiti da je on tamo. Ili, možda još bolje, bacite tenisku lopticu na njega i vidjet ćete kako će lopta odskočiti, te ćete



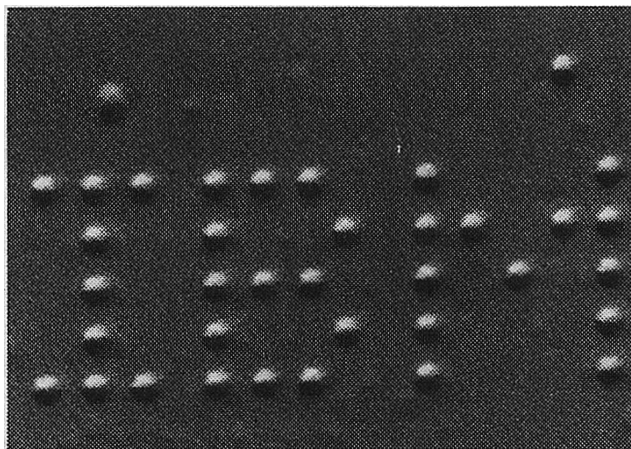
Slika 5: Refleksija svjetlosti na ravnom ogledalu

tako spoznati njegovu veličinu, oblik itd. Isto vrijedi i za atome – udarite atom elektronskim valom ili drugim atomima, možete naučiti o atomu na temelju onoga što se događa. To je znanstveni način gledanja na stvari koje ne možemo vidjeti.

Evo još jednog primjera: Naš pas laje na susjedovog sina dok se on vozi na svom biciklu. Želimo znati *zašto* laje. No, mi ne možemo „zaviriti“ unutar glave psa, ne možemo mu „čitati“ misli; možemo pretpostaviti da možda pas ne voli tog dječaka jer je jučer bacio kamen na njega. Ako je *to* razlog zašto pas laje, onda pas ne bi trebao lajati kada netko drugi vozi bicikl kraj njega. Pas ipak laje. Znači, naš model o načinu „psećeg razmišljanja“ mora biti pogrešan. Možda pas laje jer mu se ne sviđa baš *taj* bicikl. Ako je to točno, onda pas ne bi trebao lajati i na druge bicikle. Testiramo ovu ideju tako da se dječak vozi na drugom biciklu – pas laje i dalje. I ovaj model je pogrešan. Možda psi jednostavno ne vole bicikle? Ako je to istina, onda bi pas trebao lajati čak i ako bicikl miruje. Ne laje. Možda pas ne voli stvari koje se kreću brzo? Može li se “vidjeti” što se događa unutar glave psa, a ne ulazeći unutra, samo promatranjem njegovog ponašanja i ishoda toga, te uspoređujući sve to s predviđanjima našeg modela? To je kompliciran i spor način da bismo dobili u potpunosti točan odgovor pa se obično dobiva odgovor najbliži točnom. Ovaj proces nagađanja odgovora, predlaganja i testiranja ishoda u upotrebi je nekoliko stotina godina. Bez obzira na to, ljudi obično žele *vidjeti* nešto prije nego što povjeruju u to. Iza svakog “gle” stoji refleksija svjetlosti na predmetima koje *gle*-damo (slika 5). Sunčeva svjetlost



Slika 6: Gerd Binnig i Heinrich Rohrer



Slika 7: Atomi ksenona poredani u natpis IBM (povećano oko 2,9 milijuna puta)

dolazi do nekog predmeta koji promatramo. Na predmetima manjim od valne duljine vidljive svjetlosti nema igre odbijanja. Svjetlost se na njih jednostavno „ne obazire“.

To znači da ih oko više ne može vidjeti. Ipak, pitamo se, postoji li „mikroskop“ kojim bi se „zavirilo“ unutar atoma i moglo reći: *Aha! Vidim sedam plavih protona, šest zelenih neutrona i sedam crvenih elektrona!* Ne baš tako, ali početkom devedesetih godina prošlog stoljeća, napravljeno je „čudo tehnologije“ nazvano *skenirajući*

*tunelirajući mikroskop* – STM, pomoću kojeg se, na potpuno jasan način, prvi put moglo pokazati kako „izgleda“ atom.

To je eksperimentalni uređaj kojim možemo oslikavati površine s tolikom razlučivošću da možemo „vidjeti“ atom i manipulirati njegovim položajima. Gerd Binnig i Heinrich Rohrer, znanstvenici s IBM-ovog istraživačkog instituta u Zürichu (slika 6), konstruirali su STM 1982. godine za što su 1986. godine dobili i Nobelovu nagradu [3]. Ideja skenirajućih mikroskopa je vrlo slična ideji čitanja knjige na Brajevom pismu. Možda važnija mogućnost STM-a jest manipuliranje atomima na površini materijala. To je prvi put efektno demonstrirano početkom devedesetih godina, kada su atomi ksenona poredani u natpis IBM (slika 7) [4].

## Zvezdana prašina

*Atomima našeg tijela se može naći trag u zvijezdama, u cijeloj našoj Galaksiji. Iz tog razloga smo biološki spojeni na svakim drugim živim bićima u svijetu, kemijski povezani sa svim molekulama na Zemlji i sa svim atomima u Svemiru. Ne figurativno, nego doslovno – mi smo zvezdana prašina.*

Neil de Grasse Tyson

Uvodna misao vam možda zvuči čudno, međutim, istina je da je gotovo svaki element na Zemlji nastao u srcu zvijezde [5]. Danas se fizičari uglavnom slažu da je Svemir nastao Velikom praskom ili Big Bangom – događajem s kojim se vezuje nastanak tvari, energije, prostora i vremena. Pretpostavlja se da je čitav Sunčev sustav, pa i naša prekrasna planeta u njemu, formiran od zvezdane prašine koja je nastala eksplozijom jedne zvijezde prije oko 5 milijardi godina. Atomi su, kako smo vidjeli, građevni blokovi, *ciglice* svega oko nas: odjeće koju nosimo, automobila kojim se vozimo, hrane koju jedemo itd. Toliko su sićušni da ih ne možemo vidjeti golim okom. No bez obzira na svoju izvanrednu sićušnost, atomi nisu beznačajni. Osobito ako pokušamo otkriti koliko ih ima oko nas ili u nama. Čega smo mi ustvari zbroj? Od kojih elemenata smo sastavljeni i u kojim količinama?

Do prije dvije stotine godina ovo su bila pitanja za pjesnike i filozofe, na koja tada nisu mogli odgovoriti. A onda su “došli” znanstvenici, sve to izmjerili i zaključili: bez obzira na sve ostalo, život na kemijskom nivou nevjerojatno je jednostavan: treba vam samo ugljik, vodik, kisik i dušik, malo kalcija, mrvica sumpora, trunčići još nekoliko vrlo običnih elemenata – ništa što ne biste našli u bilo kojoj ljekarni. Jedina je posebnost to što ti atomi čine – nas. Naravno, to je tajna života (Bryson, 2003.).





**Slika 8:** Jedan mol plina  $O_2$  ima masu od oko 32.0 g i zauzima balon promjera oko 35 cm [6]

Danas poznajemo više od stotinu različitih atoma koji su na pregledan način poredani u Periodni sustav elemenata.

No, što je s neutronima? Njihov broj u jezgrama atoma istog elementa može biti različit. Što je broj protona veći, to je jače njihovo „odgurivanje“ (u unutrašnjosti jezgra svaki svakog odguruje) pa treba i sve više neutrona kako bi jezgra bila stabilna. Atomi nekog kemijskog elementa s rednim (atomskim) brojem  $Z$ , u elektronskom omotaču imaju  $Z$  elektrona i isto toliko protona. Ukupan broj nukleona u jezgri atoma nazivamo masenim brojem,  $A$ . Broj atoma (i molekula) u makroskopskim tijelima vrlo je velik i najčešće se izražava količinom tvari  $n$  čija je jedinica mol.

$$n = \frac{m}{M}, \text{ gdje je } M \text{ – molarna masa, a } m \text{ masa tvari.}$$

Mol je jedinica koja se obično koristi kada se opisuje broj atoma ili molekula (Hewitt, Suchocki i Hewitt, 1999., 466-469).

Npr. 6g atoma magnezija sadrži 0,25 molova, a 50g željeza ima 0,895 molova, (uzevši da su molne mase magnezija i željeza redom: 24g/mol i 55,845g/mol)

Jedan mol bilo koje tvari je definiran kao ona količina supstance koja sadrži jednak broj jedinki (atoma, molekula i sl.), čiju brojčanu vrijednost nazivamo Avogadrova konstanta (slika 9). Pišemo:

$$N_A = (6,0221367 \pm 0,0000036) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Također vrijedi,  $n = \frac{N}{N_A}$ , gdje je  $N$  – ukupan broj čestica, a  $NA$  – Avogadrova konstanta – dakle,

$$\frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

Avogadro je došao do otkrića koje će se dugoročno pokazati izvanredno važnim: zaključio je da jednake zapremine različitih plinova pri istom tlaku i istoj temperaturi sadrže isti broj molekula. U vezi s naizgled jednostavnim Avogadrovim zakonom, kako je nazvano to otkriće, bile su važne dvije stvari: kao prvo, postavljeni su temelji za točnije mjerenje veličine i mase atoma (primjenjujući Avogadrovu

# HEY LADIES



## TAKE MY NUMBER

$$\begin{array}{c}
 6.0221415 \\
 \times 10^{23} \\
 \hline
 6.0221415 \\
 \times 10^{23} \\
 \hline
 6.0221415 \\
 \times 10^{23} \\
 \hline
 6.0221415 \\
 \times 10^{23} \\
 \hline
 6.0221415 \\
 \times 10^{23} \\
 \hline
 6.0221415 \\
 \times 10^{23}
 \end{array}$$

**Slika 9:** Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro di Quaregnae di Cerreto, bio je grof područja Quaregna i Cerreto, ali puno poznatiji kao talijanski znanstvenik. Radio je kao profesor fizike u Torinu. U znanost je uveo pojam molekule i bio prvi koji ih je razlikovao od atoma [7].

matematiku kemičari su, na primjer, mogli izračunati da tipičan atom ima promjer od 0,00000008 centimetara, što je naravno vrlo malo), i drugo, to nitko nije doznao gotovo pedeset godina. Razlog tome je djelomično zato što je sam Avogadro bio *vuk-samotnjak* – radio je sam, rijetko je komunicirao s kolegama znanstvenicima.

Da biste uvidjeli koliko je zaista velik broj kojeg zovemo Avogadrova konstanta, evo dva konceptualna primjera:

1. Ako Silvio ima mol krafni, on bi imao  $6,022 \cdot 10^{23}$  krafni, što znači da bi imao dovoljno za svakog čovjeka na svijetu. Koliko bi svaki čovjek imao krafni?

Rješenje:  $86 \cdot 10^{12}$  krafni (86 milijuna milijuna)

Što znači imati milijun nečega? Npr. milijun sekundi? Oko 11,6 dana.

2. Kolika bi bila visina Avogadrovog broja listova papira za tiskanje, ako ih naslažemo jedan na drugi? 100 listova takvog papira iznosi oko 1cm. Koliko bi to bilo putovanja na Mjesec i natrag? Napomena: udaljenost Zemlja-Mjesec je prosječno  $384.000\text{km} = 3,84 \cdot 10^{10}$  cm

## A koliko je molekula krede u vašem potpisu?

U bezbrojnim učionicama svijeta učenici izlaze pred ploču i pišu kredom. Kao što je poznato, kređa je kalcijev karbonat  $\text{CaCO}_3$ . Kređa koja se koristi u učionicama ima oblik uskih štapića širine 9mm i visine 80mm. Koristila se i u davnoj prošlosti za izradu pećinskih crteža (kao prirodna bijela boja). Kasnije su umjetnici različitih zemalja i stilova kredu koristili za skiciranje. Kređa nije bila standardno nastavno sredstvo u školama sve do 19. stoljeća, kada se broj učenika povećao u razredima te su nastavnici imali zadatak da predstave učenicima nastavne sadržaje na lakši način. Prvobitne table su bile crne jer su bile napravljene od škriļjevca (slate). Nakon što je otkriveno da se ploče mogu praviti i od sintetskih materijala, postale su uglavnom zelene.

Prijašnje bijele krede su bile meke, pa su stvarale oblake prašine dok se brisalo i pisalo po ploči. Proizvođači danas uspijevaju napraviti krede koje se manje osipaju tako što ih duže peku. Glavna komponenta krede je  $\text{CaCO}_3$ , depozit vapnenca. Talozī koji stvaraju sedimentne slojeve nastaju raspadom planktonskih skeleta (plankton je sitni morski organizam koji koncentrira kalcij kojeg u prirodnoj morskoj vodi ima od 0,4 do 40%). Kako se radi kređa?

Najprije se izvadi vapnenac, onda se mrvī do sitnih kamenčića, zatim se melje u vodi te čīsti u mlinu loptastog oblika. Iako se jako pazi da se izbjegnu nečīstoće, u kredama se mogu naći razni elementi poput: Mn, Cu, Na, P, S, natrijev oksid, arsen itd.

Primijećeno je da mnogi nastavnici ne odustaju od krede i ploče, pa je provedeno jedno istraživanje da se dobije odgovor na pitanje je li bolja nastava pomoću projektorā ili nastava pomoću krede i ploče. U tom istraživanju pokazalo se da je nastava u kojoj je glavno nastavno sredstvo kređa prema rezultatima istraživanja interaktivnija i uspješnija [8].

U jednom drugom istraživanju (Biswas i Mukharjee, 2013.) učenici su rekli da kredu na nastavi ne treba potpuno izbaciti, ali da bi trebalo istovremeno koristiti i projektor s prezentacijom.

## Vježba:

Kao što znamo, krede je kalcijev karbonat  $\text{CaCO}_3$ . Molarna masa kalcijevog karbonata je  $M = 100 \text{ g/mol}$ . Znajući ovo možemo odrediti koliko molekula krede potrošimo kada na ploči napišemo svoje ime.

Potreban materijal:

- Vaga (što preciznija, digitalna)
- Krede (bijela i u boji)
- Ploča za bilježenje kredom
- Kalkulator

Postupak:

1. Na vagi odredi masu komadića krede. Zabilježi izmjerenu masu.
2. Na ploči napiši svoje puno ime i prezime.
3. Ponovo odredi masu istog komadića krede. Ponovno zabilježi masu.
4. Oduzmi početnu masu i novu masu.
5. Podijeli tu masu s molarnom masom  $\text{CaCO}_3$ .
6. Pomnoži taj broj Avogadrovom konstantom.

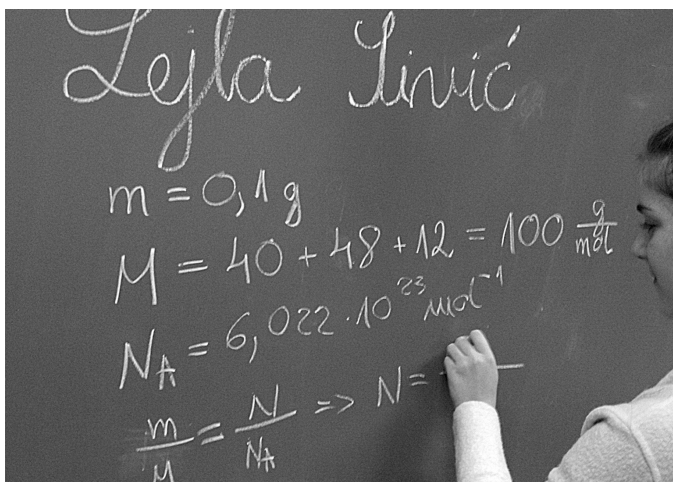
Dakle, iz  $\frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$  dobili smo  $N$ , što je broj molekula u našem punom potpisu.

## Završni dio sata: (5 minuta)

Ime i prezime učenice: Lejla Sivić (sl. 10)

Potrošena masa krede bila je 0,1g

Broj molekula krede u njenom potpisu je:  $6,022 \cdot 10^{20}$



**Slika 10.** Lejla računa broj molekula krede u svom potpisu

### **Pitanja:**

Ima li potpis tvrdom kredom ima manje ili više molekula?

Hoćemo li isti broj dobiti ako pišemo po mokroj i po suhoj ploči? Ako nije, zašto?

Je li je sve to isto ako pišemo kredom u boji?

O čemu još ovisi hoće li broj molekula biti veći ili manji?

Na kraju, postavite si pitanje: Što je čarobnije: one nestvarne čarolije o kojima možete saznati u knjigama i filmovima ili one stvarne, koje se svakog trenutka događaju pred vašim očima, samo ako pogledate oko sebe? O vama samima ovisi čemu ćete posvetiti više pažnje.

### **Literatura:**

Argilli, M. (1971.). *Atomino*. Sarajevo: Veselin Masleša.

Biswas, S. i Mukharjee, J. (2013.). Impact of Electronic and Non-Electronic Teaching Methods in Medical Physiology. *Indian Medical Gazette*, (dostupno na: [http://medind.nic.in/ice/t13/i12/icet13i12\\_p431.pdf](http://medind.nic.in/ice/t13/i12/icet13i12_p431.pdf))

Bryson, B. (2003.). *A Short History of Nearly Everything*. New York: Broadway Books.

Pereljman, J. I. (1976.). *Zanimljiva fizika*. Beograd: Nolit.

Ponomarjov, L. (1973.). *S onu stranu kvanta*. Zagreb: Školska knjiga.

Sikirica, M. (2004.). *Hemija za 1.razred gimnazije*. Sarajevo: Sarajevo publishing.

[1] <https://www.nytimes.com/books/first/f/feynman-meaning.html>

[2] <http://education.mrsec.wisc.edu/36.htm>

[3] <http://www.research.ibm.com/articles/heinrich-rohrer.shtml>

[4] [http://www.onegentleman.biz/Hardware%20Design/Individual%20Atoms/2013\\_Individual%20Atoms.php](http://www.onegentleman.biz/Hardware%20Design/Individual%20Atoms/2013_Individual%20Atoms.php)

[5] <http://www.physics.org/>

[6] <http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/165/169519/blb9ch0304.html>

[7] <http://www.buzzfeed.com/babymantis/20-more-spectacularly-nerdy-science-jokes-1opu>

[8] <http://www.madehow.com/Volume-1/Chalk.html>

[9] [http://www.glogster.com/acarmitchel/democritus-the-atom-man/g-6m3f8oa5e90\\_cosmc5vpcra0?old\\_view=True](http://www.glogster.com/acarmitchel/democritus-the-atom-man/g-6m3f8oa5e90_cosmc5vpcra0?old_view=True)

[10] [http://www.huffingtonpost.com/2013/10/17/abert-einstein-facts\\_n\\_3987801.html](http://www.huffingtonpost.com/2013/10/17/abert-einstein-facts_n_3987801.html)