

# INOVATIVNI MATERIALI PRI POUKU FIZIKE

Jaka Banko

Zavod RS za šolstvo, OE Kranj

**Povzetek** – Zanimive in nevsakdanje fizikalne lastnosti sodobnih materialov omogočajo učitelju, da učencem predstavi fiziko kot moderno znanost, znanost prihodnosti, katere tehnološke aplikacije imajo in bodo imele velik vpliv na njihovo življenje. Motivacija učencev in s tem povezana popularizacija fizike je v veliki meri odvisna od učiteljeve inovativnosti. S premišljenim uvajanjem sodobnih, cenovno dostopnih materialov v fiziko dosežemo, da se bodo učenci zavedali njene širine, lepote in koristnosti. V članku bom predstavil nekaj preprostih eksperimentov z velikim motivacijskim učinkom in ogromno fizikalne soli. Predstavljene bodo lastnosti pirolytskega grafitu, nikelj-titanovih zlitin, aerogela in možnosti za njihovo uporabo pri pouku fizike. Na koncu je opisan postopek izdelave leč iz gela, s katerim lahko učitelj na dnevih dejavnosti, prek eksperimentalnega dela, dopolni poglavje o svetlobi.

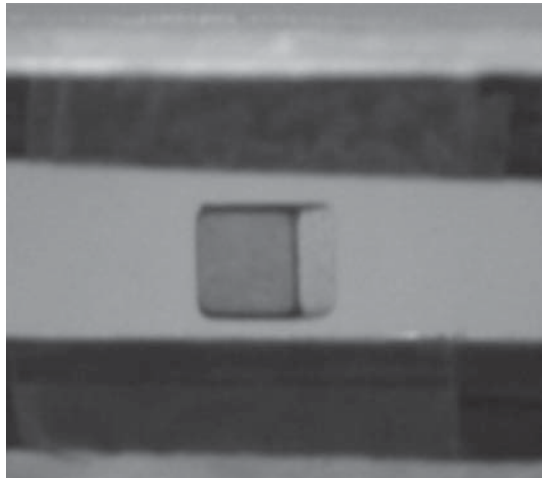
**Abstract** – Interesting and unusual properties of modern materials can be used as an instructional method through which students can learn about physics as a modern science, a science of the future, whose technological applications are to have a great impact on their present and future lives. Students' motivation and consequently, popularisation of physics greatly depends on their teacher's innovative approaches. Well thought out methods of introducing modern, inexpensive materials in physics classroom can enhance learners' awareness of the breadth, beauty and usefulness of the subject. The article presents some simple experiments which can have a great motivational impact and contain lots of physical wisdom. Properties of pyrolytic graphite, nickel-titan alloys, aerogel,... and possible ways of integrating them in teaching physics are included. Finally, a procedure of making lenses from wax, suitable for project days and experimental work, is described – as a way of rounding up the chapter on light and optics.

## UVOD

Učenčev odnos do fizike je v veliki meri odvisen od učiteljeve premišljene izbire didaktičnih metod in materialov. Z nevsakdanjimi lastnostmi sodobnih materialov ima učitelj v rokah orodje, s katerim učence motivira, v njih spodbudi zanimanje in željo po razumevanju. Vse to pomembno vpliva na razvoj učenčevih kompetenc in znanj, zapisanih v učnem načrtu za fiziko.

## DIAMAGNETNO LEBDENJE

Stiska s časom je stalnicav pedagoškem procesu. Poleg uresničevanja ciljev, zapisanih v učnem načrtu, je učitelj soočen z najrazličnejšimi vprašanji zvedavih učencev. Ta se pogosto ne navezujejo na obravnavano učno snov in med njimi so vselej vprašanja, povezana z »maglev« (magnetna levitacija) »lebedčimi vlaki«. Naj si učitelj vzame čas za odgovor? Glede na to, da diamagnetizem ni omenjen v učnem načrtu za osnovno šolo niti za gimnazijo, v literaturi pa je pogosto pojav opisan učencu nerazumljivo, je po mojem mnenju to priložnost, ki je ne gre zamuditi. Področje magnetizma je namreč polje globoko usidranih napačnih predstav, ki se jih oklepa velik odstotek ljudi. Splošno prepričanje je, da snovi v naravi magnet bodisi privlači ali pa nanje ne deluje magnetna sila. Le malo jih ve, da se vsaka snov na zunanje magnetno polje odzove z odbojno silo. Ker je ta sila po večini majhna, nimamo neposredne izkušnje z njo. Izkušnje imamo s paramagneti in feromagneti, pri katerih nad diamagnetizmom prevladajo drugi pojavi, ki imajo za posledico večjo silo.

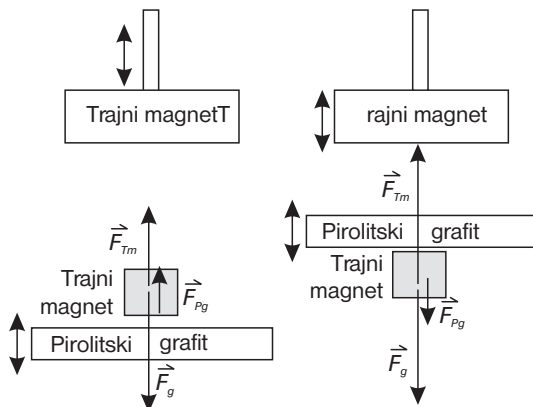


*Slika 1. Lebdenje trajnega magneta*

Kljub temu lahko s pomočjo pirolitskega grafita učencem pokažemo diamagnetizem na najbolj impresiven način – diamagnetno lebdenje. Pirolitski grafit pridobivajo s pomočjo pirolize. S tem postopkom se pri visoki temperaturi in nizkem tlaku ogljikovodiki razgradijo na ogljik in vodik. Atomi ogljika nato ponovno oblikujejo strukturo, ki jo sestavljajo plasti heksagonalno razporejenih ogljikovih atomov. Plasti med seboj povezuje šibkejša kovalentna vez. Taka zgradba ima za posledico ekstremne anizotropne lastnosti. Ena izmed teh je tudi diamagnetizem. To lastnost lahko skupaj z učenci raziskujemo že pri poglavju o silah. Če položimo v akvarij, napolnjen z vodo, ladjico iz stiropora in nanjo zatakneмо ploščico pirolitskega grafita, bodo učenci ugotovili, da vselej med trajnim magnetom in pirolitskim grafitom deluje odbojna sila.<sup>1</sup> To je znanje, ki ga učenci potrebujejo za razu-

<sup>1</sup> [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=KRr2MBuz](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=KRr2MBuz)

mevanje diamagnetnega lebdenja.<sup>2</sup> Za ta eksperiment potrebujemo dva trajna magne-  
ta in ploščice pirolitskega grafitu. Pirolitski grafit lahko nadomestimo tudi z bizmutom.



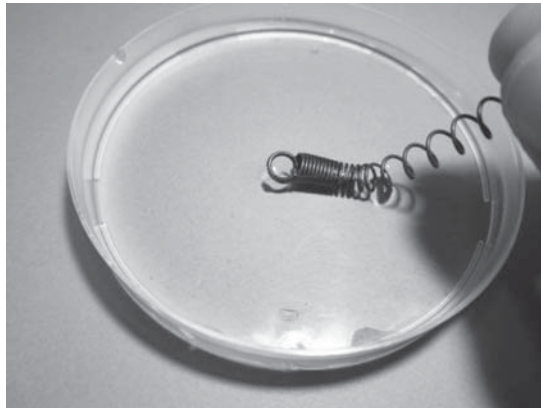
Slika 2. Konstrukcija eksperimenta – diamagnetno lebdenje  
Levo – lebdenje trajnega magneta nad pirolitskim grafitom  
Desno – lebdenje trajnega magneta pod pirolitskim grafitom

Prek problemskih situacij učenci razmišljajo, razlagajo in napovedujejo. Magnet lahko lebdi nad, pod in med ploščicama grafitu. Poleg tega lahko opazujemo odziv lebdečega magneta na bližino diamagnetne, paramagnetne in feromagnetne snovi, na električnega telesa in vodnika, po katerem teče električni tok. Ker lahko med eksperimentom spreminjamo medsebojne oddaljenosti vseh ključnih elementov, lahko opazujemo, kako se na spremembo odzove magnet. Priporočljivo je, da učitelj eksperiment projicira na tablo. Domišljijo v učencih spodbudimo s pogovorom o možnostih, ki jih prinaša razumevanje diamagnetnih lastnosti snovi. Bo človek v prihodnosti lebdel?

## NIKELJ TITANOVE (NIT) ZLITINE

Nikelj-titanove (NiTi) zlitine imajo edinstvene lastnosti. Odlikuje jih tako imenovan oblikovni »spomin«. Material z oblikovnim »spominom« si »zapomni« svojo obliko. Če ga deformiramo pri nizki temperaturi, se bo pri segrevanju povrnil v prvotno obliko. Taka zlitina ima dve različni temperaturno odvisni kristalni strukturi. Pravimo, da ima zlitina različni fazi. Visokotemperaturna faza se imenuje avstenit (FCC), nizkotemperaturna faza pa martenzit (BCC). Prehod med njima je reverzibilen. Temperatura prehoda je odvisna od kemijske sestave in dodanih elementov. Učencem pokažemo, kako se spremeni lastnost snovi ob spremembi kristalne strukture. V martenzitni fazi zlitino brez težav plastično preoblikujemo, v avstenitni fazi pa snov izkazuje superelastične lastnosti. Oblikovni

2 [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=vWAcWBH9QGc](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=vWAcWBH9QGc)



Slika 3. Martenzitna transformacija

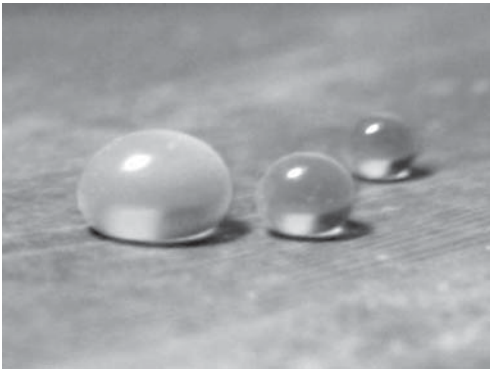
»spomin« lahko izkoristimo za demonstracijo toplotnega učinka električnega toka.<sup>3</sup> Pred učenci deformiramo žico in jo položimo v toplo vodo. S spremembo temperature se spremeni kristalna struktura in s tem oblika žice. Postopek ponovimo, vendar tokrat žico segrejemo z električnim tokom. Električni tok na viru omejimo na vrednost, ki je le malo večja od električnega toka, ki teče po žici. Sčasoma deformacija povzroči prepletanje žice, zmanjša se njena efektivna dolžina in varovalka prekine električni krog. Z učenci se pogovorimo o možnih vzrokih za to in preidemo na poglavje o električnem uporu. Uro lahko zaključimo s pogovorom o tehnoloških rešitvah, ki nam jih nikelj-titanove zlitine omogočajo.

## AEROGEL

Aerogel je snov v trdnem stanju z najmanjšo gostoto in najnižjo toplotno prevodnostjo med vsemi poznanimi trdnimi snovmi. Narejen je po Kistlerjevem postopku, pri čemer se tekočo komponento gela nadomesti s plinom. Odlikujejo ga odlična zvočna in toplotna izolacija, odlična absorpcija energije, visoka specifična površina in nizka dielektrična konstanta. Zaradi vseh teh lastnosti se uporablja tako v vesoljski tehnologiji kot komercialno, predvsem kot izolacijski material. Za pouk fizike je poleg vseh naštetih lastnosti zanimiva tudi njegova superhidrofobna površina, ki jo dosežejo z naknadno obdelavo. Hidrofobne površine so v naravi zelo razširjene. Ta učinek služi rastlinam kot zaščita pred patogeni, kot so glive in alge. Tudi krila žuželk imajo to lastnost. Voda jih ne omoči, temveč odteče in hkrati očisti površino. Pri rastlinah je to čiščenje pomembno tudi za učinkovit proces fotosinteze. Aerogel se dobi v obliki granul in se preprosto nanese na površino. Pri pouku fizike lahko na taki površini opazujemo obliko vodnih kapljic.<sup>4</sup> Učenci ugotovijo, da je oblika kapljice odvisna od njene velikosti. Oblika majhnih kapljic ima zaradi povr-

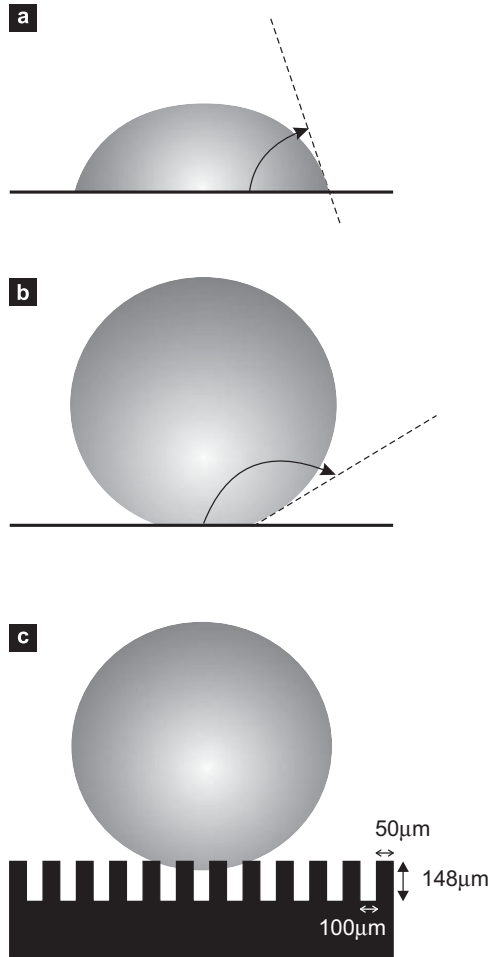
3 [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=xI\\_TET\\_\\_qtl](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=xI_TET__qtl)

4 [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=tlqxyEE9mwx](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=tlqxyEE9mwx)



Slika 5. Kapljice obarvane vode na superhidrofobni površini

šinske napetosti vode skoraj obliko krogle. Pri večjih kapljicah se zaradi teže površina vidno deformira – splošči. Kapljici, ki se giblje po klancu, se zaradi sile upora prav tako spremeni oblika. Pomembno je, da se učenci zavedajo, da je površinska napetost lastnost vseh kapljevin. Z eksperimentom, kjer se kapljice vode dotaknemo s konico igle, prekrite z detergentom, pokažemo, da jo detergent zmanjša. V trenutku, ko se s konico dotaknemo kapljice vode, se površinska napetost zmanjša in kapljica se deformira – splošči. Zanimiv je tudi eksperiment, pri katerem na gladino vode nanese mo zelo tanek sloj aerogela.<sup>5</sup> S tem dosežemo, da kapljica, ki jo kanemo z brizgalke na površino vode, ne pride v stik z njo. Posledica tega je, da kapljica vode »plava« na vodi. Učenci z opazovanjem ukrivljenosti površine vode dobijo izkušnjo o velikosti površinske napetosti. Privlačna sila, ki deluje med molekulami vode na površini, ni tako zelo majhna. Naprej se postavi vprašanje, kaj se zgodi s kapljicami vode na površini, če se gladine vode dotaknemo z detergentom. Učenci napovedujejo in nazadnje ugotovijo, da se zaradi detergenta površinska napetost vode na gladini zmanjša, zaradi česar se kapljice na površini pogreznejo globlje. Zanimiv učinek dobimo tudi, če papir, prevlečen s superhidrofobnim aerogelom, pomočimo v vodo.<sup>6</sup> Najprej učenci ugotovijo, da papir ostane suh. Poleg tega lahko opazijo, da papir



Slika 4.

a – Kaplja vode na stekleni površini

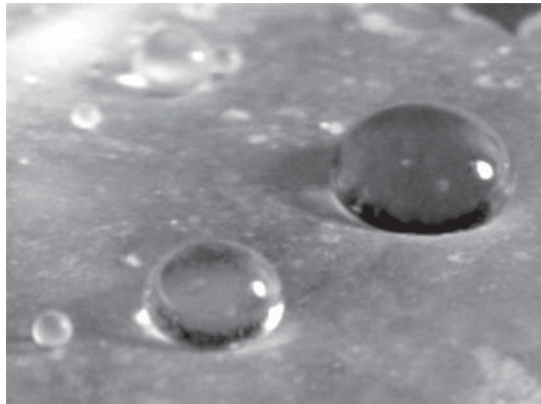
b – Kaplja vode na superhidrofobni površini

c – shematski prikaz hidrofobne površine

vir: <http://www.nature.com>

5 [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=sjTXKf6HDPk](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=sjTXKf6HDPk)

6 <http://www.youtube.com/watch?v=sMVzpVmZMv8>



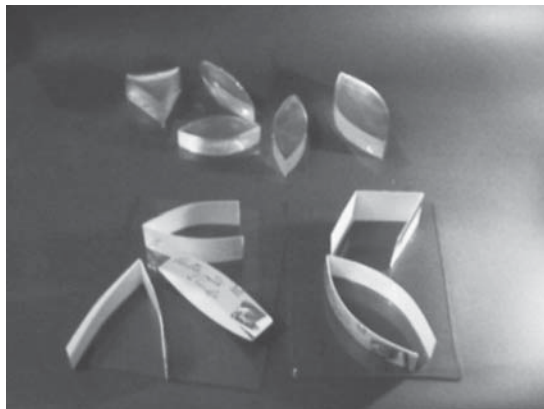
*Slika 6. Kapljice obarvane vode na vodni gladini*

v vodi pod določenim kotom odbija svetlobo podobno kot alu folija. Razlog je tanka plast zraka med papirjem in vodo. Na prehodu svetlobe iz vode v zrak se žarki, katerih vpadni kot je večji od kota popolnega odboja, v celoti odbijejo.

Deformirana kapljica na hidrofobni površini lahko deluje približno tako kot zbiralna leča. Je mogoče, da sončna svetloba z njeno pomočjo povzroči v naravi požar?

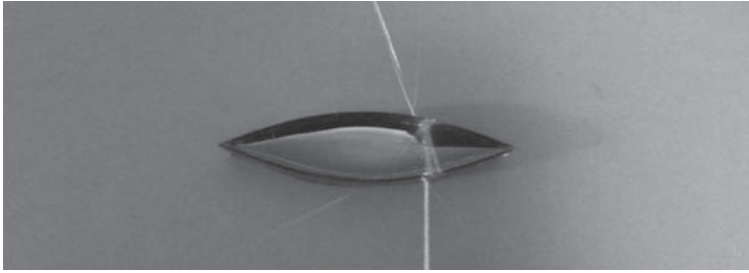
Pri eksperimentiranju z aerogelom naj učitelj sledi priporočilom za varno delo.

## »KUHINJSKA«GEOMETRIJSKA OPTIKA NA TEHNIŠKEM DNEVU



*Slika 7. Kalupi za izdelavo konveksnih leč in prizme*

Poglavje Svetloba je s prenovljenim učnim načrtom prišlo nazaj v sklop vsebin pri pouku fizike. Učitelj se sooča s pomanjkanjem učil in pripomočkov za eksperimentalno delo učencev. Gel za izdelovanje sveč omogoča učencu, da sam izdeluje leče in raziskuje zakonitosti



Slika 8. Prehod svetlobnega snopa skozikonveksno lečo

geometrijske optike<sup>7</sup>. Izdelava je preprosta, zdravju neškodljiva in cenovno ugodna. Poleg tega so na trgu obarvani geli in učenci lahko izdelujejo barvne leče, kar še dodatno vpliva na motivacijo učencev. Izdelava je preprosta. Za kalup uporabimo odpadno embalažo. Kot najprimernejša se izkaže plastična embalaža za shranjevanje sladoleda. Z ostrim nožem izrežemo ravne trakove, pri čemer pazimo, da je površina na eni strani gladka. Za samo vlivanje velja omeniti nekaj napotkov: podlaga, na kateri je kalup, naj bo ravna, med podlago in kalupom naj bo prozorna PVC folija (ker so leče občutljive na prstne odtise, folijo uporabimo za prenašanje in premikanje leč po površini), spodnji rob kalupa mora biti raven, robovi trakov naj bodo dobro zlepljeni, kalup naj bo stabilno pritrjen na podlago. Natančnost je pomembna. Najprej v kalup nalijemo le toliko gela, da pokrije dno. S tem preverimo njegovo tesnjenje. Poleg tega je tlak na dnu kalupa zaradi teže gela majhen in lahko zapolni manjše špranje ter prepreči kasnejše iztekanje. Ko se prepričamo, da kalup tesni, počasi dolivamo preostanek gela in sproti z nožem odstranjujemo morebitne zračne mehurčke v kalupu. Tovrstne nepravilnosti vplivajo na kvaliteto leče in se lahko odpravijo le, dokler je gel segret. Ko se gel ohladi (cca 0.5h, odvisno od velikosti leče, temperature tekočega gela in temperature okolice), previdno odstranimo lepilni trak in kalup. Kvaliteta leče je odvisna od natančnosti pri njeni izdelavi. Učitelj naj nepravilnosti, ki so posledica nenatančne izdelave, izkoristi za pogovor o napakah leč. Poleg leč lahko učenci izdelajo še prizmo, planvzporedno ploščo, optični vodnik... Lomni količnik gela je približno 1.45 in je primerljiv z lomnim količnikom stekla, ki je približno 1.5. Lomni količnik vode je približno 1.3. Učitelj naj vse eksperimente predhodno izvede sam.

## ZAKLJUČEK

Razmere, v katerih se znanje naravoslovja ne smatra kot del splošne razgledanosti in kjer učenci ne vidijo smisla in koristi naravoslovnih predmetov, niso dobra popotnica za našo prihodnost. Premišljeno uvajanje inovativnih materialov ter aktivnih metod in oblik pouka so lahko korak v pravo smer.

Za dodatne informacije o predstavljenih materialih lahko pišete na elektronski naslov [jaka.banko@zrss.si](mailto:jaka.banko@zrss.si).

7

[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=fAZ9WhC-tb4#](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=fAZ9WhC-tb4#)