

ШТА СЕ НАЛАЗИ У МЛЕКУ

Резиме: Овим модулом о експерименталном приказу саставних делова млека, које сматрамо једном од основних људских намирница, предлажемо наставницима, основних и средњих школа, да ђацима омогуће решавање овог комплексног проблема, подсећањем или савладањем тема из природних наука, комбинацијом групног и индивидуалног рада. Реализација је могућа и у најнеопремљенијој школи, јер се користи јефтин и лако доступан материјал, а ђацима се пружа могућност да примене знања из *хемије* (раствори, емулзије, шећери, масти, протеини,...), *физике* (Архимедов потисак, спектар видљиве светлости, различити типови расејања светлости, ласери,...), *биологије* (пастеризација млека, процеси при прављењу млечних производа, *технологије хране* (производња различитих млечних производа). Поред уџбеника, могу користити лако доступну литературу на српском језику коју смо поставили на сајт Рука у тесту.

УВОД

Час 1:

Наставник упознаје ђаке с основним својствима такозваног дисперзионог стања материје када су честице које је сачињавају величине између молекула и објеката виђених помоћу микроскопа, тј., када им је димензија, приближно, између 1 nm (нанометар) и 1 μm (микрометар). Овде је потребно да се помену *колоидни* раствори код којих су чврсте честице суспендоване у води и подлежу *Брауновом кретању*. Професору физике је познато да се ово кретање описује Болцмановом једначином термичке енергије kT и да та честица на собној температури (25 $^{\circ}\text{C}$) има енергију од $1/40 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$. Та честица се креће транслаторном кинетичком енергијом од $\frac{1}{2} mV^2$ (где је m маса честице а V њена средња брзина. Ако сад желимо да нађемо брзину те честице онда изједначујемо ове две формуле за енергију и налазимо колика је брзина честице одговарајуће масе. Детаљнијом анализом је могуће утврдити да је горња граница ефекта Брауновог кретања, приближно 1 μm . Односно до тих димензија честице се не таложе у раствору иако имају већу специфичну тежину од воде. (Када се честица димензија 1 μm креће брзином од 1 $\mu\text{m/s}$ услед термичог побуђивања и постави у течност која има два пута мању густину, она ће се таложити на дно суда истом брзином)¹. Мицеле млека имају ова дисперзиона својства па ће с млеком бити реализовано неколико једноставних експеримената.

Наставник упознаје ђаке с основним карактеристикама млека:

-Млеко је природна емулзија, типа уља у води, непрозирно беле боје. Водена фаза млека садржи глуциде, пре свих других лактозу, минералне соли и протеине мале величине. Дисперзивна фаза садржи масне и протеинске агрегате у форми мицела пречника од 0,2 до 0,02 μm (микрометра).

-Масне мицеле расејавају светлост у свим правцима, та расејана светлост је беле боје јер су величине мицела веће од 1/10 таласне дужине светлости (област видљивог

¹ Étienne Guyon, Alice Pedregosa et Béatrice Salviat, Matière et matériaux- De quoi est fait le monde? (p.21), Belin 2010.

спектра светлости је у интервалу талсних дужина од 0,4 μm (љубичасто плава) до 0,8 μm (црвена светлост).

-Битно је разликовати: *Рејлијево (Rayleigh) расејање светлости на структурама чије су димензије мање од 1/10 талсне дужине светлости одговарајуће боје; Мије расејање на структурама чије су димензије веће од 1/10 таласне дужине светлости.*

-Позива ученике да се упознају с информацијама о проласку светлости кроз воду и водене растворе коришћењем: књига „Зрнца наука 2“ (стр. 15)², „Зрнца наука 8“ (стр. 29-43)³ и „Зрнца наука 4“ (стр.53-85)⁴

-Позива ученике да се, коришћењем интернета, упознају са материјалом у вези млека у приручницима: „Материја и материјали“⁵ (Четврти Модул), Храна (страна 67-84, део посвећен млеку)⁶ http://rukautestu.vin.bg.ac.rs/bdd_image/esd/hrana.pdf

-Помаже им ако имају проблема при коришћењу наведене литературе, и позива их да код куће размисле о начину на који би могли користе доњи материјал, направе протокол којег би се придржавали при експерименталном доказивању постојања одређених саставних делова млека.

Материјал: млеко, тањир, решо или кувало или неко друго грејно тело, боја за храну, 3 пластична суда, јод, USB микроскоп или класични ако имају у лабораторији, вода, ласерски показивач, разне врсте батеријски лампи, огледало

Циљеви:

- Експериментално показати да млеко садржи воду;
- Експериментално показати присуство масних и протеинских мицела млека;
- Показати да млеко не садржи скроб;
- Пролазком светлости кроз судове у којим има одређена количина млека репродуковати појаву плаветнила и руменила неба, као и аеросола, ...

Наставник предлаже ученицима да за следећи час, на ком би требало да експериментално покажу присуство воде у млеку, ураде самостално следећа истраживања и материјал донесу у школу:

- Да млеко купљено у продавници сипају у о пластичну чашу и оставе је да стоји на собној температури током ноћи. Затим да анализирају и запишу шта се десило поредећи ту чашу млека с новом у коју су сипали млеко, из исте амбалаже, које је било у фрижидеру.

² Изабел Катала, Пер Лена, Ив Кере (уредници), Зрнца наука 2, коуредник и преводилац на српски језик Стеван Јокић, Завод за уџбенике и Друштво физичара Србије, Београд 2004.

³ Давид Вилгенбас, Дидје Пол (уредници), Зрнца наука 8, коуредник и преводилац на српски језик Стеван Јокић, Завод за уџбенике, Београд 2013.

⁴ Давид Вилгенбас, Жан-Мари Бушара, Пјер Лена (уредници), Зрнца наука 4 (Физка атмосфере), коуредник и преводилац на српски Стеван Јокић, Завод за уџбенике, Београд 2006

⁵ Материја и материјали (превод приручника Француске академије наука, Француске технолошке академије и Министарства образовања и истраживања Републике Француске), доступан на сајту пројекта Рука у тесту: http://rukautestu.vin.bg.ac.rs/integralna/pdfm/MATERIJA_I_MATERIJALI.pdf

⁶ Web документ: Kotulakova, K., Bachmann, B., Bertsch, C., Blagdanić, S., Gritschenberger, I., Held, L., Hermann, N., Jeggle, U., Jokić, Lj., Jokić, S., Miličić, D., Orolinova, M., Skiebe-Corrette, P., Battefeld, D., Hanft, J., Jochinke, J., Kirch, M., Walla, C. Food in ESD, 2016, www.sustain-europe.eu (Јокић, С.,превод на српски језик, 2016, Храна у образовању за одрживи развој, преузето јануара, 22, 2017 са сајта http://rukautestu.vin.bg.ac.rs/bdd_image/esd/hrana.pdf)

- Да упореде млеко купљено у продавници са млеком које су купили од произвођача (овај део би могли да ураде ученици ако имају могућност да купе млеко директно од произвођача).
- Да у пластичну флашицу за воду (0,3 литра) ставе млеко из продавнице и црвеном бојом забележе ниво до ког се налази млеко. Затим ту флашицу стављају током ноћи у замрзивач и бележе шта се десило.

Час 2: ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДОКАЗ ПРИСУСТВА ВОДЕ У МЛЕКУ

Материјал: стаклена провидна чинија, решо, тањир као поклопац за стаклену чинију, или кувало (с којим је потребн пажљиво радити), поклопац, млеко,...

Реализација експеримента: загревали смо млеко у провидном суду, и са повишењем температуре почеле су да се појављују капљице воде на зидовима суда и на поклопцу (види слику 1а) . дакле, млеко садржи и воду!



Слика 1а. Капљице воде кондензоване воде на тањиру



Слика 1б. Запремина млека се повећала замрзавањем



Слика 1в. Кристали леда код замрзнутог млека (чаша лево)

-Млеко стављено у замрзивач током ноћи се замрзло и повећала се његова запремина, што јасно показују нивои млека у флашици пре и после замрзавања (види флашицу на левој страни, Слика 1б., као и кристале леда на Слика 1в.). Повећана запремина је између две црвене линије!

Познато је да вода замрзавањем повећава своју запремину, прелази у лед, па се последње две слике могу сматрати као доказ да млеко садржи воду!

Боја флашице у којој је свеже млеко је бела док боја флашице са замрзнутим млеком мање бела, има нијанси жутог и зеленог. Ово се на слици не може јасно видети!

Објашњење: Позната чињеница да је млеко беле боје објашњава се постојањем масних мицела, чије димензије су, 0,1 до 10 μm такве да омогућују Мије расејање светлости која пада на њих јер су знатно веће од таласне дужине светлости, а и има их више него протеинских мицела чије димензије су мање. На пример, килограм крављег млеко има 32 грама протеина а 40 грама масти. Код замрзнутог млека појављују се кристали леда, структура није више хомогена, па долази до различитих светлосних ефеката у односу на свеже млеко које се пре пастеризације (конзервирање намирница на температури испод 100 $^{\circ}\text{C}$) обично хомогенизује (има димензије 0,1 до 10 μm) и тиме спречава одвајање млечних масти од течног млека.

Час 3: ХЕМИЈСКИ ТЕСТ С МЛЕКОМ и КАКО МЛЕКО ИЗГЛЕДА КАД СЕ ПОСМАТРА ПОМОЋУ МИКРОСКОПА

Хемијски тест с млеком

Ставили смо у тањир неколико капи млека и додали неколико капи јода (боја јода(црвенкасата) се није променила!) Слика 2;

-затим смо млеку додали брашно па поново јод (видимо да је јод променио боју!);

-када је било само брашно јод је такође мењао боју. значи млеко не садржи скроб јер да га садржи , као у случају брашна, јод би мења боју!



Слика 2. Капи јода на млеку не мењају боју (горе десно), док у брашно и мешавини брашна и млека долази до промене боје јода у црну.



Слика 3. Изглед млека (посматано микроскопом) ком је додата боја за храну (због контраста)

У млеку се још налазе и протеини, гључиди, липиди, итд. Међутим, више о томе можете наћи у књизи ЗРЊЦА НАУКА²¹, део МОЛЕКУЛАРНА КУХИЊА, Завод за уибенике, 2004.

Како млеко изгледа под микроскопом?

У неколико капи млека смо додали боју за храну (да би се лакше уочиле мицеле које су белебоје) и припремљен узорак ставили под дигитални микроскоп. Уочавају се бели агрегати који одговарају мастима присутним у млеку (Слика 3.)

Напомена

- *Фотографијама приказујемо шта се под микроскопом види а ви комбинујте ово са другим изворима у којим су слике можда јасније. Ученицима овим пружамо могућност да самосталним истраживачким радом покушају да бар репродукују оно што је дато у уибенику или су преузели с интернета.*

Закључак и дискусија:

Ученици су могли да закључе само наговештај о оном шта се све налази у млеку, а слично је и с другим намирницама. Овде су могли да раде заједно наставници биологије, хемије, физике, технологије... било на секцији, или неком пројекту, и да укључе ученике у решавање конкретне комплексне проблематике с којом се суочавају у свакодневном животу.

Час 4: ШТА СЕ ДЕШАВА КАДА ПРОПУШТАМО СВЕЛОСТ КРОЗ СУД С ВОДОМ КОМЕ ЈЕ ДОДАТО НЕКОЛИКО КАПИ МЛЕКА?

Материјал: 3 провидна пластична суда дужине бар 30 см, стона лампа, батерије са сијалицом, батерије с лед сијалицама, ласерски показвач, огледало, вода, беби пудер (талк), штапичи за мешање воде, пластична пипета.

Реализација експеримента у мрачној комори: Извели смо експеримент у замраченој просторији. У пластичне судове се сипа вода тако да је изнад половине висине суда.

У суду-1 остаје чиста вода;

у суд-2 се додаје неколико капи млека (макромолекули млека имају димензије које су мање од таласне дужине појединх боја светлости (плава светлост));

у суд-3 се дода неколико капи раствореног талка (беби пудера) чије димензије су реда микрометра, значи веће су од таласне дужине светлости.

-Сад усмерите светлост из стоне лампе на суд-1 (чиста вода) и посматрате како изгледа светлост када прође кроз воду, Слика 4а. Затим се усмери светлост кроз суд – 2, вода уз додатак неколико капи млека, и посматра какве боје ће бити светлост по изласку из суда, Слика 4б. Јасно се види да у првом случају светлост не мења боју, док у другом долази до помераја ка црвеној боји.

Објашњење: Светлост у суду-2 бива расејана услед пруства протеинских мицелама, које су у већини у односу на масне мицеле (јер је у питању млеко с малим процентом масти, 1,5% масти, (обрано млеко!). Бела светлост садржи све боје од љубичасто плаве до црвене. Пошто су димензије протеинских мицела мање од 1/10 таласне дужине светлости то ће се више расејавати светлост ближе плавој боји (Рејлијево расејање), док ће светлост ближа црвеној боји бити мање расејана, тј. већи део те светлости пролази без расејања. Ово је доста поједностављено објашњење јер се тачније објашњење добија узимањем уобзир

флукуација густине средине, као последица присуства мицела, кроз коју пролази светлост. Те флукуације су знатније за светлост краће таласне дужине (ка плаво-љубичастој).



Слика 4а. Светлост из лампе не мења боју при проласку кроз воду



Слика 4б. При проласку кроз суд у ком је води додато неколико капи млека светлост мења боју ка наранџастој

Међутим, реализација овог експеримента је компликована у мрачној комори па смо предложили другачиј једноставнији начин који се може лако извести у свакој и најнеопремљенијој школи!

Реализација експеримента у учионици:

Пластични судови, напуњени изнад половине висине с водом, су постављени на сто а наспрам њих, на супротној страни, од експериментатора који усмерава светлост из џепне батерије или ласерског показивача, је стављено огледало, Слика 5а,б,в.



Слика 5а. Светлост не мења боју при проласку кроз суд с водом



б. Пролазећи кроз воду с неколико капи млека светлост мења боју



в. У води с неколико капи талка (димензије реда μm) боја се не мења, а светлост је слабијег интензитета

У случају 5а светлост батерије је прошла кроз воду и не виде се никакве промене (такав је и сличај кад пролази кроз ваздух који нема много нечистоћа!)

- У сличају 5б, усмерите светлост батерије на суд-2 (вода с неколико капи млека промешана штапићем) и посматрате како сад изгледа светлост батерије, која је прошла

кроз садржај тог суда, у огледалу које је на супротној страни суда. Светлост батерије наилази на честице млека и плава светлост бива расејана ортогонално знатно више (јер има мању таласну дужину) а црвена односно наранџаста се расејава знатно мање, јер јој је таласна дужина већа од димензија честице млека, односно већи део ове светлости пролази, без расејања, кроз такву средину. У огледалу на супротној страни би сад требало да се јасно види да је светлост батерије од беле прешла у наранџасту-црвену. Ако се то не деси додајте још мало млека! Овим објашњавајте, између осталог, зашто је небо плаво, а при заласку и рађању сунца црвено.

- Сад усмерите светлост батерије на суд-3, Слика 5в, (вода с неколико капи раствореног талка, и то се промеша штапићем) и посматрајте како сад изгледа светлост батерије у огледалу које је на супротној страни суда. Светлост батерије наилази на честице талка (чије димензије су реда микрометра односно веће од таласне дужине светлости) и на њима се расејава као бела светлост, односно на крају проласка кроз суд светлост је и даље бела али се знатно слабије види. У огледалу на супротној страни би сад требало да се јасно види да је светлост батерије бела али знатно слабија него при проласку кроз чисту воду. Оваква ситуација је најчешће кад имате маглу, или јако загађење честицама прашине, или случај код вулканског дима и прашине. То је случај аеросола који такође утичу на климатске промене. Ученици би требало да: - уоче разлику при проласку светлости кроз различите судове с водом - подстаћи ученике да наведу још нека запажања и развити дискусију о њима...

Напомена наставнику: Ако жели да искористи млеко, и коришћену експерименталну поставку, за експериментални приказ аеросола онда би требало да упозна ученике с њиховим основним својствима. АЕРОСОЛИ су мале чврсте или течне честице које се налазе у ваздуху. Оне могу у ваздуху опстати и више дана ако су им полупречници мањи од једног микрометра (μm). Углавном их чине честице песка, земље, полени, а могу бити и произведене ватром чији дим такође чине честице аеросола. Дакле, повећана количина аеросола у ваздуху је најчешће последица људских активности.

У аеросоле се не убрајају капи воде које чине кишне облаке.

Претпоставља се да су аеросоли одговорни за око једну трећину климатског загревања које се приписује гасовима -изазивачима ефекта стаклене баште (Зрнца наука 8, Ефекат стаклене баште и клима(89-115), стр. 104 -105). Наставник може навести ученике да наброје активности које доприносе формирању аеросола у њиховом окружењу:

-издувни гасови из аутомобила и других транспортних средстава,
-паљење отпада сакупљеног у домаћинству, -одлагалишта пепела поред термоелектрана,
-паљење аутомобилских гума,
-паљење биомаса на великим површинама обрадионог земљишта,
-очекивано је да ученици наведу још неке примере и потребно им је пружити могућност да то и ураде..

Дакле, људи својим неодговорним активностима изузетно доприносе појави аеросола у њиховом окружењу!

Наставник би сад могао:

- Да позове ученике да прикажу своје резултате на постерима. Битно је да прикажу и неуспешне експерименте и анализирају разлог зашто нису успели.
- Да покрене дискусију о односу човека према свом животном окружењу и наброје активности које доприносе формирању аеросола.
- Да наведу примере негативног утицаја аеросола у њиховој средини .

Закључак и дискусија:

-Практичном реализацијом ових истраживања ђацима се пружа могућност повезивања курикулума из биологије, физике, хемије и технологије уз упознавање са свакодневним нутриционистичким проблемима.

-Наставници су на семинарима исказали своје задовољство овим модулом приказом постера, Слика 6, на крају реализације једне од радионица у школама у Србији.



Слика 6. Постер наставника после реализације дела овог модула