

ОРГАНИЗАЦИЈА ЧАСА И ОБРАДА НАСТАВНЕ ЈЕДИНИЦЕ – ГЛОБАЛНО ЗАГРЕВАЊЕ И ЕФЕКАТ СТАКЛЕНЕ БАШТЕ

Љ. НЕШИЋ, Д. МАРКУШЕВ*, Д. МИЛИЋЕВИЋ**, И. ЗОРНИЋ**, М. ТЕРЗИЋ*** и
Д. БЕЛИЋ****

Одсек за физику, ПМФ Ниш, Вишеградска 33, 18000 Ниш, nesiclj@junis.ni.ac.yu

* Институт за физику, Прегревица 118, 11080 Београд

** Гимназија у Крушевцу, Топличина 1, 37000 Крушевац

*** Департаман за физику, ПМФ Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 4, 21000 Нови Сад

**** Физички факултет, Студентски трг 12-16, 11000 Београд

САЖЕТАК

Ефекат стаклене баште је при предвидео шведски хемичар Аренијус. Пре више од 100 година, 1896. године, он је анализирајући почетак индустријске револуције, закључио да ће велика количина угљен диоксида бити емитована у атмосферу као последица индустријског развоја. Он је први тврдио да ће то повећање утицати на температуру Земље а ово његово упозорење је дуго било игнорисано. Може да изгледа чудно али ефекат стаклене баште игра кључну улогу у одржавању живота на Земљи. У оквиру семинара за стручно усавршавање наставника у средњим и основним школама, под називом ЕКО ФИЗИКА, одржаном током школске 2003/2004. године у Гимназији у Крушевцу, извођена је радионица под истим насловом као и овај рад, по принципу активног учења. Полазници тог семинара нису били само наставници и професори физике, већ и хемије и биологије, па чак и учитељи.

Кључне речи: ефекат стаклене баште, глобално загревање, физика околине, активно учење

1. Увод

Када не би било ефекта стаклене баште (односно када у атмосфери не би било гасова који га изазивају), температура Земље би била одређена количином упадног Сунчевог зрачења које долази на Земљу и загрева њену површину. Оно што је познато под називом "ефекат стаклене баште" је у ствари резултат нечистоћа у атмосферском инфрацрвеном прозору.

Те нечистоће потичу од разних гасова (гасови стаклене баште) који дозвољавају долазећем зрачењу са Сунца да дође до Земљине површине али ограничавају флуks одлазећег (дуготаласног) инфрацрвеног зрачења. Поменути гасови се називају гасовима стаклене баште. Они апсорбују и поново излучују то одлазеће зрачење, а као последица одређени део топлоте се задржава у атмосфери што изазива загревање Земљине површине.

2. Прост модел равнотежног зрачења

Количина упадног зрачења која долази на Земљину површину је $Q_{up} = \pi R^2 S(1 - A)$, где је R полупречник Земље, S соларна константа а A алbedo Земље (он износи приближно 30%). Та количина топлоте долази на површину Земље и загрева је до температуре која се назива ефективна температура T_e . Уколико се претпостави да Земља емитује топлоту као црно тело, сваки квадратни метар површине излучује инфрацрвено зрачење по Штефан-Болцмановом закону σT^4 , где је σ Штефан-Болцманова константа $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$. Према томе, укупна количина инфрацрвеног зрачења које емитује Земљина површина је $Q_{em} = 4\pi R^2 \sigma T^4$. Пошто мора да постоји равнотежа између упадног и емитованог зрачења, ове две количине топлоте морају да буду једнаке. Њиховим изједначавањем и решавањем по ефективној температури добијамо да је она једнака

$$T_e = \left(\frac{S(1 - A)}{4\sigma} \right)^{1/4} = 255 \text{ K}.$$

На температури од 255 К (-18⁰С), Земља би била врло негостољубива и увек замрзнута. Мерења температуре на површини Земље показују да је она у просеку 288 К (температура је усредњена по години и по географској ширини). Разлика између израчунате и измерене температуре је управо последица ефекта стаклене баште.

3. Гасови стаклене баште

Основни гасови стаклене баште су угљен диоксид (CO_2) и метан (CH_4). Као што је већ напоменуто водена пара се такође понаша као гас стаклене баште и врло често се тако и класификује. Хлорфлуорокарбонати (CFC) и оксид азота (N_2O) спадају у мање значајне гасове стаклене баште. Сви гасови стаклене баште, осим CFC гасова постоје природно у атмосфери. Количина угљеника који потиче од процеса у биосфери и налази се у облику CO_2 , је огромна, а сваке године се, у процесу сагоревања фосилних горива, емитује додатних 7 милијарди тона угљеника (7×10^{12} kg). Научници верују да је, обзиром да је клима на Земљи мање-више стабилна, количина CO_2 која се створи у процесима који постоје у атмосфери, једнака количини која се апсорбује другим процесима. Метан је главни састојак природног гаса, а такође се добија као производ многих биолошких распада. N_2O је пак углавном ефекат биолошких процеса у тлу.

Човекове активности утичу на природну концентрацију гасова стаклене баште у атмосфери. На пример сагоревање фосилних горива је човекова активност која највише утиче на концентрацију угљен диоксида. Метан потиче из одгајалишта стоке, депонија, као и од природног гаса. Оксиди азота се углавном појављују као ефекат сагоревања. CFC гасови су стабилна, нетоксична једињења која садрже угљеник, хлор, флуор, и понекад водоник. Њихова концентрација расте као резултат њихове примене у фрижидерима, течностима за прање, дезодорансима, Производња CFC гасова је опала након усвајања 1987. године "Протокола о супстанцама које утичу на смањење озонског слоја" у Монреалу. Резултати неких данашњих истраживања указују на то да је улога CFC гасова у глобалном загревању мања него што се сматра.

Данашње контроверзе у вези глобалног загревања су углавном последица страха изазваног повећањем концентрације гасова стаклене баште, нарочито CO_2 . Неки научници верују да ће пораст његове концентрације повећати ефекат стаклене баште и довести до тога да просечна температура Земље порасте. То би имало страшне последице које што су пропаст летина, појаву

великих олуја, поплаву обала као резултат пораста нивоа мора, Други пак сматрају да је страх преувеличан и да је опасност од драстичних климатских промена веома мала. Иначе ефекту стаклене баште различити гасови доприносе различито, на пример учешће CO_2 је око 55%. Допринос осталих је следећи: CFC учествују са 25%, метан са 15%, N_2O 5%. Допринос озона повећаном ефекту стаклене баште још увек није тачно одређен.

4. Пример за обраду: Активност 1. Глобално загревање услед ефекта стаклене баште: шта је то?

Ванземаљац је стигао на Земљу, чуо да се неки земљани боје нечега што се назива "ефекат стаклене баште" али не зна о чему се ради. Треба му објаснити.

- ◆ Нацртај слику која илуструје ефекат стаклене баште.
- ◆ Испод слике напиши кратко и јасно објашњење онога што је нацртано

5. Пример за обраду: Активност 4. Даља анализа података у вези ефекта стаклене баште

Проанализирај податке дате у табели 1. и нацртај график (на хоризонталну осу нанети године а на вертикалну промену средње температуре. На исти график нанети и концентрацију угљен диоксида. У ту сврху на десном крају графика поставити још једну вертикалну осу). Након тога одговори на постављена питања.

Табела 1. Промена средње температуре у периоду од 1890. до 1990. године

Година	Промена средње температуре [°C]	Концентрација CO_2 [ppm]
1890	0,00	294
1900	0,18	295
1910	0,20	296
1920	0,22	297
1930	0,43	300
1940	0,54	303
1950	0,48	309
1960	0,43	316
1970	0,40	325
1980	0,55	337
1990	0,56	350

1. У току ког временског периода је температура највише порасла?
2. У току ког временског периода је температура највише опала?
3. Да ли ови подаци иду у прилог тврдњи да је повећана емисија гасова стаклене баште одговорна за пораст температуре од 0,5 °C у току 100 година? Објасни закључак.
4. Да ли овај пораст температуре може да се објасни утицајем неког другог природног феномена?

6. Пример за обраду: Активност 5. Упоредна анализа услова на Земљи, Венери и Марсу

У табели број 2. предствљени су неки од података интересантни за упоређивање услова који владају на Земљи, Венери и Марсу. На основу тих података одредити колика би требала да буде температура површине сваке планете када не би било ефекта стаклене баште као и допринос овог ефекта у температури планета.

Табела 2. Неки параметри Земље и њој сличних планета

	Земља	Венера	Марс
Полупречник [km]	6371	6049	3390
Маса атмосфере (релативна)	1	100	0,06
Удаљеност од Сунца [Mkm]	150	108	228
Соларна константа [Wm^{-2}]	1367	2613	589
Алbedo	0,3	0,76	0,15
Покривеност неба облацима [%]	50	100	Променљива
Температура површине [$^{\circ}C$]	15	427	-53
Додатно загревање услед ефекта стаклене баште [$^{\circ}C$]			
Састав атомсфере			
Азот [%]	78	< 2	< 2,5
Кисеоник [%]	21	< 0,0001	< 0,025
Угљен диоксид [%]	0,035	98	96
Водена пара [%]	4	0,3	< 0,001
Састав облака	вода	сумпорна киселина	прашина, лед, угљен диоксид

7. Литература

- [1] Indiana Department of Education, *Energy Environment & Economics*, 1998.
- [2] И. Ивић, А. Пешикан, С. Антић, *Активно учење*, Институт за психологију, Београд, 2001.
- [3] Д. Белић, *Физика и екологија*, Физички факултет, Београд, 1992.
- [4] Дмитар Лакушић, *Биологија за 7. разред основне школе*, Завод за уџбенике и наставна средства Београд 2003.
- [5] М. Јанковић, *Примењена екологија*, Научна књига, Београд, 1981.
- [6] В. Урошевић, Ђ. Крмпотић, *Примењена физика за 4. разред усмереног образовања*, Научна књига, Београд, 1980.
- [7] М. Распоповић, Д. Капор, М. Шкрињар, *Физика за 4. разред гимназије*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1999.
- [8] В. Ђорђевић и група аутора, *Заштита и унапређивање животне средине за 3. разред усмереног образовања*, Научна књига Београд 1979.