

Извод из чланка:

Мирјана Поповић-Божич, Јосип Слишко и Татјана Марковић-Топаловић
Подстицајна околина за активно учење природних наука
Зборник Републичког семинара о настави физике 2011, Врање (Друштво
физичара Србије, Београд, 2011)

Поучна фонтана – активно учење посматрањем три млаза

Фонтане су један од веома присутних и омиљених елемената у јавним просторима. Пројектанти Основне школе Зхангде у Сингапуру [1] су фонтану укомпоновали међу растиње и биљке у башти за предавања и учење (слика 1). Наша идеја је, да се фонтана конструише тако, да буде не само декоративна и пријатна, већ и употребљива у настави. То се може постићи на више начина. Један од начина је да се један део фонтане изгради [2] по угледу на познати „hands on” оглед, помоћу боце са три отвора из које излазе млазеви воде (сл. 2).

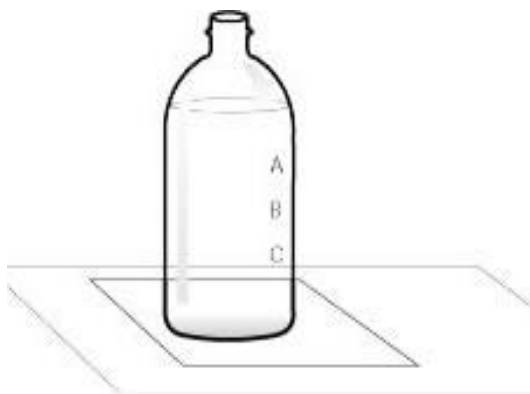


СЛИКА 1. Башта за предавања и учење у Основној школи Зхангде у Сингапуру, победник на наградном конкурс пројектантске групе Design-Share, 2005 [1].

Који млаз има највећи домет?

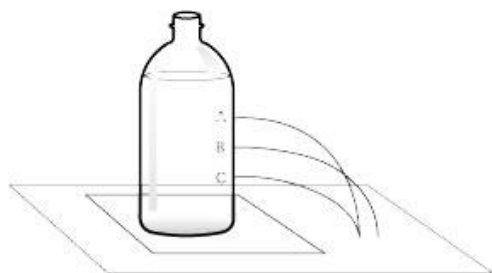
Пример секвенце активног учења „Предвиди - Опажај - Објасни“

*Припреми се боца као на слици 2. и ученицима постави питање „Који млаз из боце са три отвора има највећи домет?“

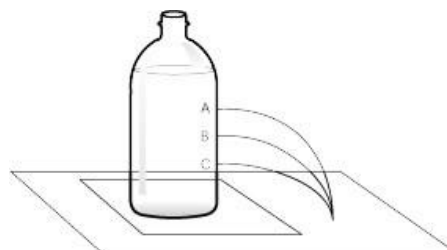


СЛИКА 2. • На зиду пластичне боце су направљена три отвора (А, В, С) који се затворе лепљивом траком. Изнад отвора А се фломастером означи линија до које ће се налити вода у боцу. Међусобне удаљености отвора, удаљеност између отвора А и линије, као и отвора С и дна боце су једнаке. • На страни супротној од означене линије (и на њеној висини) се направи хоризонталан отвор који ће служити да ниво воде буде сталан. • У боцу се убаци пластично црево које ће доводити воду из чесме. • Када вода почне излазити кроз хоризонтални отвор, скину се лепљиве траке са отвора А, В, С.

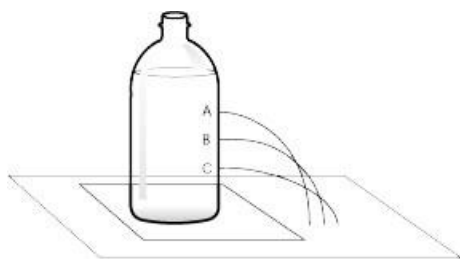
*Да би се избегла велика разноликост одговора, ученицима се могу понудити конфигурације трајекторија млазева приказане на слици 3. Да разноликост одговора не би била у потпуности искључена (неки ученици сматрају да увек имају право на сопствени одговор), препоручљиво је ученицима понудити да сви који имају неку другу идеју нацртају сопствену (пету) конфигурацију млазева и да је подробно образложе.



• 1)



• 2)



• 3)



• 4)

СЛИКА 3. Како ће изгледати трајекторије млазева? Детаљно образложите свој избор.

*Када сви ученици имају своја образложена предвиђања, спроведе се гласање. Групе које имају исти одговор треба да формулишу најбоље образложење. Често се деси да сви ученици (али и наставници) бирају одговор 3.

*Потом ученици опажају стварне трајекторије млазева (одговор 1).

*Пошто се стварне трајекторије млазева разликују од предвиђених, ученици треба да објасне узроке те разлике. Ако то нису у стању да ураде сами, онда треба да им помогне наставник.

*Прво објашњење треба да буде квалитативно. Домент зависи од два фактора: излазне брзине и времена падања (висине отвора). Добра стратегија је «мисаона анализа» у којој се замишља шта би се десило ако би се отвор А помицао према горе, а отвор С према доле. Када би отвор А био на самој површини воде, млаз из њега би имао хоризонтални домет једнак нули (почетна брзина једнака нули). Када би отвор С био на дну посуде, млаз из њега би имао хоризонтални домет једнак нули (време падања једнако нули).

*Тек сада има смисла извести формулу за домет млаза из отвора на произвољној висини y_h од подлоге.

Почетна брзина млаза који истиче на висини y_h од подлоге је:

$$v_{x0} = \sqrt{2g(H - y_h)}$$

H је висина стуба воде у суду, која се одржава константном. Сваки елемент флуида се креће по трајекторији одређеној законима кретања под дејством гравитационе силе.

$$x(t) = v_{x0}t, \quad y(t) = y_h - gt^2 / 2$$

Због континуитета флуида, облик млаза је идентичан облику трајекторије сваког елемента флуида. Следи да је трајекторија одређена једначином

$$y = y_h - gx^2 / 4g(H - y_h)$$

Следи да је домет млаза, x_h , на површини $y = 0$, који истиче са висине y_h , одређен квадратном једначином:

$$x_h^2 = 4y_h H - 4y_h^2$$

Дакле, постоје две висине са којих млазеви стижу у исту тачку $(x_h, 0)$:

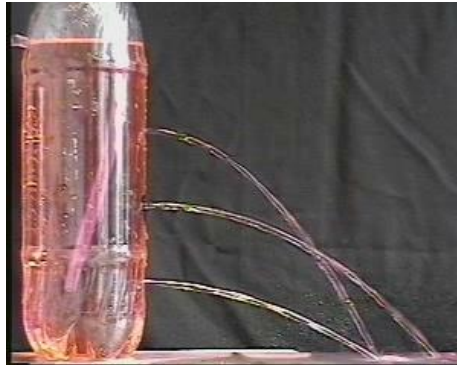
$$y_{h1,2} = [H \pm \sqrt{H^2 - x_h^2}] / 2$$

Те висине задовољавају Виетова правила:

$$y_{h1} + y_{h2} = H \quad y_{h1} \cdot y_{h2} = x_h^2 / 4$$

Види се да млазеви из отвора који су на подједнаком растојању од врха и дна падају у исту тачку на површини $y = 0$.

*Ако се не може извести експеримент који потврђује горе изведене релације, онда се ученицима може приказати фотографија на слици 9, коју је направио Адриан Корона Круз [3].



СЛИКА 4. Стварне трајекторије млазева из боце, у којој се висина стуба течности одржава константном, помоћу цева и отвора на супротној страни на задатој висини [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.designshare.com/index.php/projects/zhangde-primary>
2. M. Božić, M. Popović and I. Savić, Out Classroom Installations for Learning Physics, *AIP Conference Proceedings*, New York: **1203** (2009) pp. 1250-1255.
3. Slisko J., *Repeated errors in physics textbooks: What do they say about the culture of teaching?*, in D. Raine, C. Hurkett and L. Rogers (editors). *Physics Community and Cooperation*. Vol. 2, Proceedings of the GIREP-EPEC & PHEC 2009 International Conference, Leicester: University of Leicester (2011) pp. 31 – 46.