



Експериментални задатак

Осцилације стуба течности

Циљ експеримента

У овом експерименту проучаваћемо осцилације воденог стуба у U цеви. Пошто постоји трење између воде и зидова цеви, ове осцилације су пригушене и после свега неколико осцилација се успоставља равнотежа. Ваш задатак није да пратите пригушење осцилација. У овом случају ваш задатак ће бити да одредите радијус и ефективни радијус цеви.

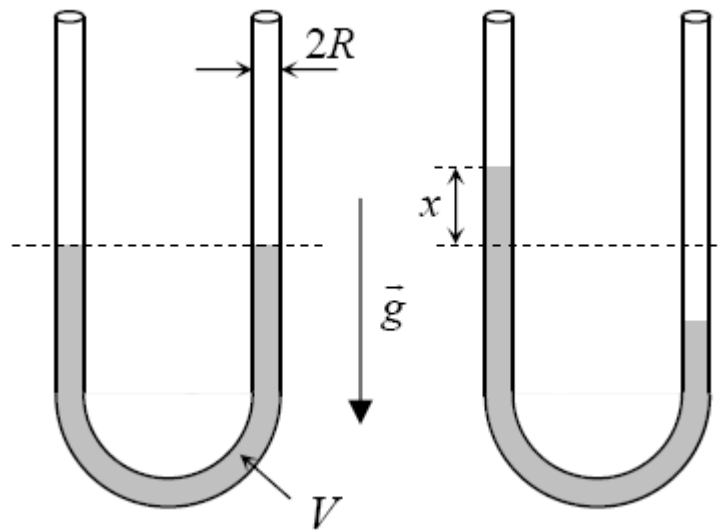
Експериментална поставка

На располагању су вам:

1. Сталак са учвршћеним цревом у коме ћете посматрати осциловање воденог стуба. На сталак је причвршћен део метарске траке за одређивање положаја менискуса течности.
2. Регулатор висине воденог стуба који се по потреби навлачи приближно 0.5cm на десни крак црева. Дувањем кроз стерилисано танко црево ниво воде у десном краку спустите толико да можете посматрати најмање три пуне осцилације стуба. Осцилације посматрајте након скидања регулатора висине. Фино подешавање нивоа, које није неопходно, можете вршити померањем точкића - испуштањем удуваног ваздуха.
3. Шприц запремине 50 ml којим сипате у црево одређену потребну количину воде.
4. Две пластичне чаше. Једна са водом, а друга за испуштање воде из црева.
5. Штоперица (хронометар). Штоперица се стартује притиском на тастер "D", зауставља такође притиском на тастер "D", а ресетује (враћа на почетак) притиском на тастер "S".

Теоријски модел

У равнотежи, ниво воде у два крака U цеви је једнак. Када се систем изведе из равнотеже и пусти, ниво воде x осцилује око равнотежног положаја. Може се показати да у одсуству трења период ових осцилација износи $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$, односно $T_0^2 = \frac{2\pi}{gR^2}V$, где су g гравитационо убрзање, R радијус цеви, а V запремина воде.



Слика 1. Приказ воде у U цеви

У реалном случају постоји трење између воде и зидова цеви. Услед интеракције течности и зидова суда, сви слојеви течности не осцилују на исти начин, већ површински слој уз зидове суда остаје да мирује. То за последицу има да је ефективни радијус осцилујућег стуба течности мањи од реалног радијуса цеви и период осциловања можемо написати као: $T^2 = \frac{2\pi}{gR_{ef}^2}V$, $R_{ef} < R$ и $T > T_o$. Другим речима, течност осцилује периодом коме би осциловала без трења у цреву ефективног радијуса.

Задатак. Одређивање радијуса и ефективног радијуса црева

Помоћу шприца, којег имате на столу, додајте воду у цев тако да запремине буду редом $V = 30, 40, 50, 60, 70$ и 80 cm^3 .

1. Мерење унутрашњег пречника црева (несавијеног). (50 поена)

Одредите формулу зависности промене положаја Δl менискуса од промене запремине воде у цреву ΔV када је течност у равнотежи (5п).

Извршите одговарајућа мерења (15п).

Из линеаризоване зависности $\Delta l = f(\Delta V)$ одредите тражени пречник несавијеног дела црева (приближно кружни пресек) (25п).

Процените грешку мерења промене положаја менискуса (2.5п).

Процените грешку мерења запремине течности коју додајете у црево једним шприцем (2.5п).

2 Мерење ефективног радијуса црева R_{ef} . (50 поена)

Мерите штоперицом период осцилација стуба за различите количине воде (12п).

Процените грешке мерења периода осциловања. Сваки измерени период написати са грешком мерења у облику $T = T \pm \Delta T$ (6п).

Нацртајте график одговарајуће линеарне зависности (11 п).

Из одговарајуће линеарне зависности мерених величина одредите ефективни полупречник црева R_{ef} (21п).

Препорука: Мерења за оба задатка вршите истовремено. Другим речима, када наспете одређену количину воде у црево, извршите сва мерења потребна за оба задатка.



**8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2013/2014. ГОДИНЕ.**



Друштво физичара Србије

**Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд
6-7.09.2014.**

Задатак припремили: Проф. др Мићо Митровић и Александра Димић, Физички факултет, Београд
Рецензент: Бранислава Мисаиловић и Биљана Радиша, Физички факултет, Београд
Председник Комисије за такмичење ДФС: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2013/2014. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд
6-7.09.2014.

РЕШЕЊЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ЗАДАТКА

Задатак 1.

Тражена зависност има облик $\Delta l = \frac{1}{2R^2\pi} \Delta V$. (5п)

Табела 1. Висине нивоа течности при одговарајућим запреминама

l [cm]	V [cm ³]
39.5	30
33.1	40
26.5	50
19.8	60
13.4	70
6.5	80

За очитане вредности као у табели 1. дати 9 поена, по 1.5 за свако мерење.

Табела 2. Промена висине стуба течности у зависности од промене запремине

Δl [cm]	ΔV [cm ³]
6.4	10
13.0	20
19.7	30
26.1	40
33.0	50

За израчунате вредности као у табели 2. дати 6 поена, по 1.2 за сваки пар.

Нацртан добар график (грешке не морају бити унесене) – 5 п

Добар избор експерименталних тачака, на пример, А(14.0 cm³, 9.2 cm), В(44.0 cm³, 29.0 cm) (5п).

Исправно са једном тачком, између претпоследње и последње експерименталне тачке – 0,0 сигурна тачка.

Коефицијент правца је $k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{(29.0 - 9.2) \text{ cm}}{(44 - 14) \text{ cm}^3} = 0.660 \text{ cm}^{-2}$. (5п)

Полупречник црева $R = \sqrt{\frac{1}{2k\pi}} = \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 0.660 \text{ cm}^{-2} \cdot 3.14}} = 0.491 \text{ cm}$ (10п).

Грешка очитавања $\Delta(\Delta l)$ [cm] је једнака двострукој вредности грешке одређивања положаја менискуса, која се може проценити на цео или половину најмањег поделка.

Према томе, она износи 0.2 cm или 0.1 cm (2.5п).

Грешку одмерене запремине не можемо проценити мање од половине најмањег подеока на шприцу (1 cm³ или 0.5 cm³). Признају се процене 1 cm³ или 0.5 cm³ и 2 cm³ (2.5п).



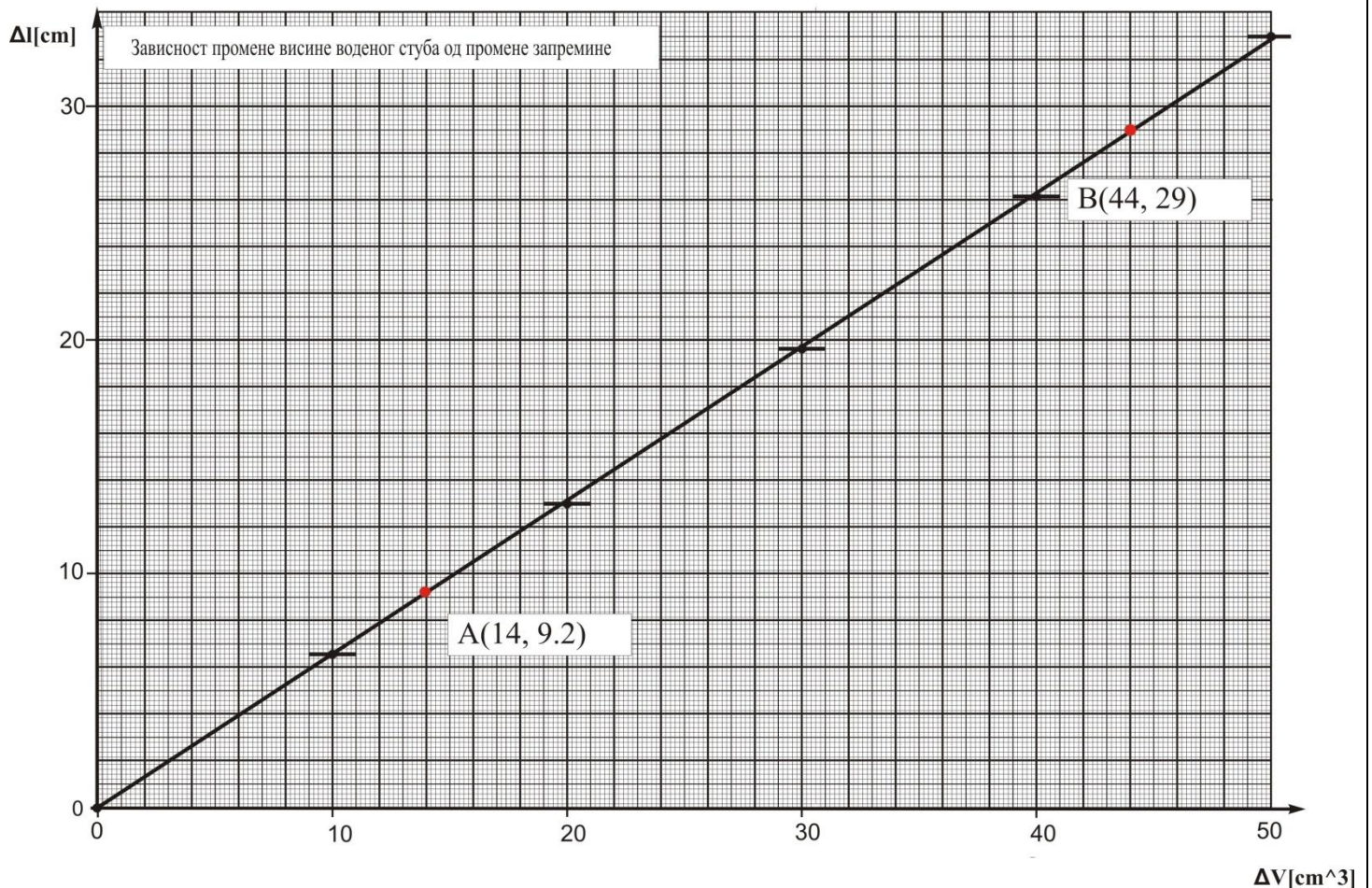
8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2013/2014. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд

6-7.09.2014.



Задатак 2. За сваку запремину четири пута је мерен период тако што је мерено време за 4 осцилације. (прихватљиве 3). Ако је рађено за 1 осцилацију, или без понављања мерења, за исправне кораке дати трећину бодова.

Табела 3. Мерење периода осциловања при различитим запреминама

V [cm ³]	t_1 [s]	t_2 [s]	t_3 [s]	t_4 [s]	t_{sr} [s]	Δt [s]	T [s]	ΔT [s]	T^2 [s ²]		
30	3.60	3.78	3.60	3.69	3.67	3.7	0.917	0.92	0.028	0.03	0.84
40	4.15	4.06	4.06	4.32	4.14	4.1	1.037	1.04	0.043	0.05	1.08
50	4.52	4.69	4.46	4.69	4.59	4.6	1.148	1.15	0.032	0.04	1.32
60	5.25	5.25	5.19	5.18	5.217	5.22	1.304	1.30	0.0083	0.01	1.70
70	5.72	5.65	5.66	5.69	5.680	5.68	1.420	1.42	0.010	0.01	2.01
80	6.00	6.12	6.03	5.97	6.030	6.03	1.508	1.51	0.022	0.03	2.27

За добро измерене периоде **12 п**, по 3 за свако мерење. За 1 или 2 мерења по периоду **4 п**.

За грешку мерења времена мора се узети највећа од вредности за максимално одступање од средње вредности (**3п**), по 0.5 за сваки период. Исправно заокружени грешка и период **3п**, по 0.5 за сваки период.

За израчунате квадрате периода **6п**, по један за сваку.

Нацртан добар график (грешке не морају бити унесене) – **5 п**



8. СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2013/2014. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Београд
6-7.09.2014.

Напомене за оцењивање графика

- Координатне осе треба цртати по ивицама милиметарског папира [-0.1п]
- График приказан без наслова [-0.1п] (наслов није $y = f(x)$)
- Лоша размера величине графика [-0.1-0.5п] (график заузима мање од 1/4 простора папира)
- Лоша размера подеока [-0.1п-0.5] (1 mm на милиметарском папиру може да одговара ... 0.05; 0.1; 0.2; 0.4; 0.5; 1; 2; 4; 5; 10 ... јединица величине која се приказује)
- Осе нису обележене и недостају јединице [-0.1п] (за сваку осу)
- Унете су мерене бројне вредности на осе [-0.1п]
- Повлачене линије од нанетих тачака [-0.1п]
- Ако прва изабрана тачка није између прве и друге експерименталне тачке [-0.1п]
- Ако друга изабрана тачка није између претпоследње и последње експерименталне тачке [-0.1п]
- Изабране тачке нису у мереном опсегу [-0.2п]

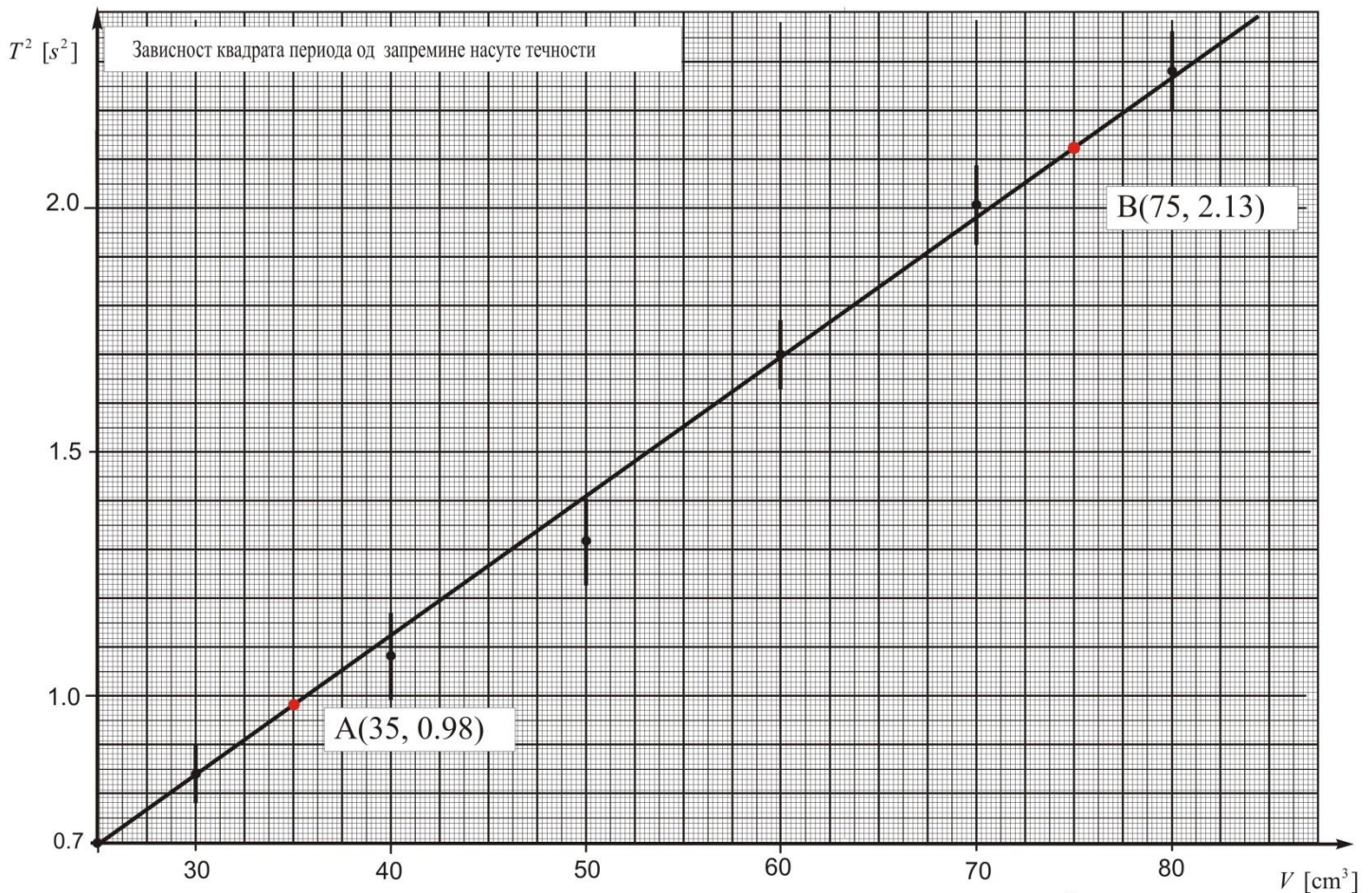


График 2.

За добар избор експерименталних тачака, на пример $A(35 \text{ cm}^3, 0.98 \text{ s}^2)$, $B(75 \text{ cm}^3, 2.13 \text{ s}^2)$. (5п).

$$\text{Коефицијент правца } k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{(2.13 - 0.98) \text{ s}^2}{(75 - 35) \text{ cm}^3} = 0.02875 \text{ s}^2/\text{cm}^3 \text{ (6п)}.$$

$$\text{Ефективни радијус } R_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{2\pi}{gk}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3.14}{981 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \cdot 0.02875 \frac{\text{s}^2}{\text{cm}^3}}} = 0.472 \text{ cm (10п)}.$$