



Експериментални задатак

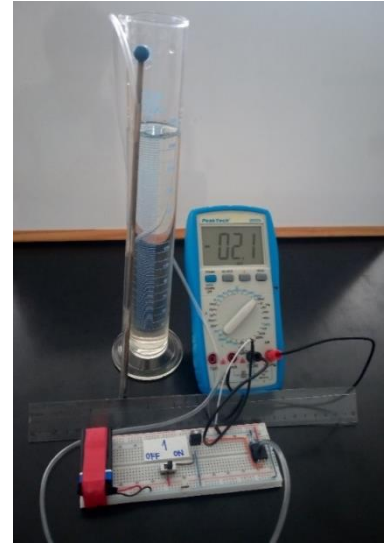
Одређивање густине течности на основу хидростатичког притиска

У овом задатку је потребно одредити густину непознате течности мерећи хидростатички притисак на различитим дубинама течности.

На располагању су вам

1. Течност чију густину треба одредити
2. Мензура од 250 ml и лењир
3. Електрично коло са сензором притиска и волтметром

Сензор притиска са електронским компонентама мери укупан притисак у ваздуху. Како би измерили притисак воденог стуба на одређеној дубини у течности, сензор притиска је спојен сондом, тј. танким провидним цревом испуњеним ваздухом, које се урања у течност. Водени стуб изнад нивоа на којем се налази ваздух у сонди врши додатни притисак на ваздух. Притисак који мери сензор је у вези са напонам који се очитава волтметром преко линеарне функције облика $p = a \cdot U + b$, где су a и b константе одређене калибрацијом сензора, U напон који приказује волтметар и p притисак. Вредност константи a и b су дате на посебном папиру.



Задатак 1 [15 поена]

Мензура је градуисана у јединицама запремине. Очитати и записати вредност најмањег подеока са мензуре. Користећи приложени прибор, одредити ширину најмањег подеока мензуре у јединицама дужине (мерним поступком одредити растојање између две суседне цртице на мензури).

Задатак 2.1 [15 поена] (уколико овај део не знате, можете добити решење, за шта се одузима 25п)

Написати израз за притисак ваздуха у сонди на одређеној дубини h испод нивоа водене површине. Довести у везу притисак са напонам који се очитава на волтметру и написати линеаризован израз на основу којег се може нацртати график.

Задатак 2.2 [35 поена]

Сипати у мензуру 240 ml течности чију густину треба одредити. Измерити напон који показује сензор притиска на ваздушном притиску и на 10 различитих дубина у течности. Очитати вредности запремина на тим дубинама и израчунати висину воденог стуба. Табеларно приказати све директно мерене величине и резултате.

Задатак 2.3 [35 поена]

Нацртати линеаризован график и са њега скинути коефицијент правца. На основу вредности коефицијента правца одредити густину течности.

Задатак припремио: др Владимир Марковић, ПМФ Крагујевац

Рецензент: Марко Милошевић, ПМФ Крагујевац

Председник Комисије за такмичење ДФС: проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд



Решење Експерименталног задатка

Задатак 1. [15 поена]

Вредност најмањег подеока на мензури износи $\Delta V = 2 \text{ ml}$ [5п].

На мензури су градуисани подеоци од $V_{\min} = 30 \text{ ml}$ до $V_{\max} = 250 \text{ ml}$. Укупан број подеока на читавој скали износи $N = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{\Delta V} = 110$ [3п]. Растојање између минималног и максималног подеока измереног лењиром

износи $x = 20,0 \text{ cm}$ [5п], на основу чега је ширина најмањег подеока $\Delta x = \frac{x}{N} \approx 0,182 \text{ cm}$ [2п].

Задатак 2.1 [15 поена]

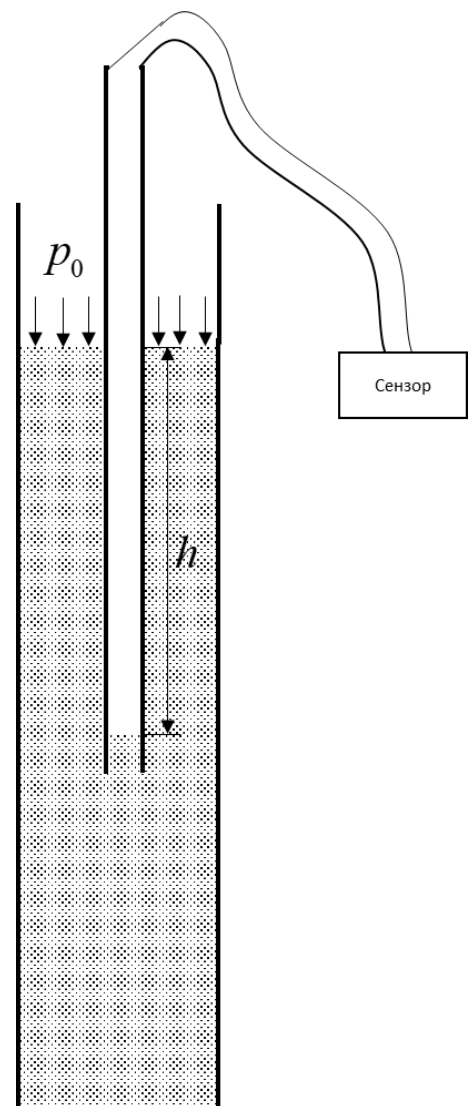
Притисак на одређеној дубини h испод нивоа водене површине је $p = p_0 + \rho gh$ [5п], где је p_0 атмосферски притисак. Притисак је у вези са напоном сензора $p = a \cdot U + b$ [1п] и $p_0 = a \cdot U_0 + b$ [1п], одакле је $a \cdot U + b = a \cdot U_0 + b + \rho gh$ (константа b не улази у коначно решење; притисак је довољно мерити релативно у односу на ваздушни). Израз се може додатно поједноставити $a(U - U_0) = \rho gh$. Увођењем ознаке $\Delta U = U - U_0$ долазимо до једноставне релације у линеарном облику $\Delta U = \frac{\rho g}{a} \cdot h$ [8п], што графички можемо представити (признају се и сви други исправни облици линеаризације).

Задатак 2.2 [35 поена]

Урањањем сонде у течност, долази до подизања нивоа течности у мензури (запремина сонде није занемарљива). Због тога је поред читавања дубине на којој се налази ниво ваздуха у сонди, потребно и водити рачуна о повећању самог нивоа течности у мензури (уколико је овај корак прескочен не бодовати колону у којој је приказан горњи ниво течности, а за висину стуба дати 80% поена).

Висина воденог стуба се може одредити као $h = \frac{V_g - V_d}{\Delta V} \Delta x$ [3п], где

је V_g запремина воде у мензури (са уроњеном сондом), а V_d је запремина на којој се читава ниво између ваздуха и воде у сонди. Измерен напон који одговара атмосферском притиску износи $U_0 = 2,1 \text{ mV}$ [1,5п]





Табела 1. Подаци [7п+7п+7п+6п+3,5п]

	V_g [ml]	V_d [ml]	U [mV]	h [cm]	ΔU [mV]
	[0,7п]	[0,7п]	[0,7п]	[0,3п + 0,3п]	[0,35п]
1.	240	220	2,3	1,82 1,8	0,2
2.	241	200	2,5	3,73 3,7	0,4
3.	241	180	2,8	5,551 5,6	0,7
4.	242	160	3,0	7,462 7,5	0,9
5.	242	140	3,3	9,282 9,3	1,2
6.	243	120	3,5	11,193 11,2	1,4
7.	243	100	3,8	13,013 13,0	1,7
8.	244	80	4,0	14,924 14,9	1,9
9.	244	60	4,3	16,744 16,7	2,2
10.	244	40	4,6	18,564 18,6	2,5

Задатак 2.3 [35 поена]

Исправно нацртан график носи [25п]

Две изабране неексперименталне тачке су редом $A(2,5;0,28)$ [2,5п] и $B(18,0;2,36)$ [2,5п].

Са графика се добија коефицијент правца $k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \approx 0,134 \frac{\text{mV}}{\text{cm}}$ [2п], на основу чега је $\rho = \frac{ka}{g} \approx 997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

[2+1п] $\left(a = 7,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \right).$

Негативни поени за график, између осталог за:

- Нису уцртане све тачке - 2 за тачку
- Нису изабране равномерно распоређене тачке -2
- Координатне осе треба цртати по ивицама милиметарског папира -1
- Без наслова -1 (наслов није $y = f(x)$)
- Лоша размера -4 (график заузима мање од 1/4 простора папира)
- Осе нису обележене и недостају јединице -2
- Унете су мерене бројне вредности на осе -2
- Ако 1. и 2. изабрана тачка није између 1. и 2. односно претпоследње и последње експерименталне -3
- Изабране тачке нису у мереном опсегу -3
- Лоша размера подеока -4 (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)

Негативни поени за рачун, између осталог за:

- Лоша размера - за коефицијент правца 50% предвиђених бодова
- Ако нису изабране добре тачке са графика - за тражене величине 50% предвиђених бодова

Коришћење експерименталних тачака уместо тачака са графика не доноси поене.



Зависност промене напона који показује сензор притиска на одређеној дубини у односу на атмосферски притисак од висине воденог стуба

