

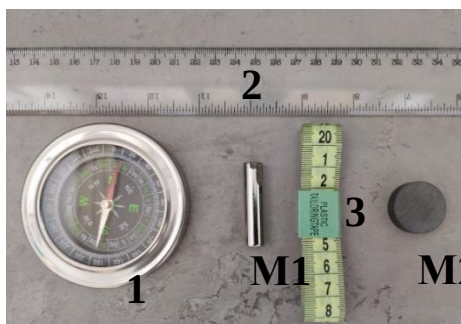


Експериментални задатак са магнетима

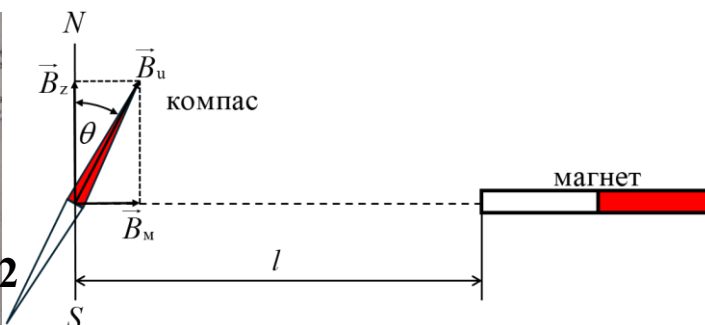
На Слици 1 је су приказане компоненте од којих се састоји експеримент: 1. компас који садржи магнетну иглу; 2. лењир; 3. метарска трака; два магнета М1 и М2 различитих димензија и карактеристика магнетног поља. На Слици 2 је дат шематски приказ експеримента.

Компас треба поставити на једном крају лењира тако да се положај игле поклапа са положајем компаса NS. У овој ситуацији компас показује правац Север – N, Југ – S.

Напомена: При одређивању правца NS водити рачуна да је игла компаса магнетна и може интераговати са околним намагнетисаним или металним предметима. Чак и металне шипке у столу (уколико их има) могу пореметити проналажење правца NS. Водити рачуна где постављате компас и шта је у његовој близини!!!



Слика 1. Делови за експеримент



Слика 2. Шематски приказ експеримента

Поставити лењир тако да буде нормалан на правац NS, одређен на горе описан начин, као на Слици 2. Магнет М1 или М2 се постављају на лењир на растојању l од компаса у правцу осе магнета, као на Слици 2. Услед деловања магнетног поља магнета, магнетна игла компаса скреће за неки угао θ и заузима нови равнотежни положај који одговара резултујућем магнетном пољу окарактерисаном индукцијом $\vec{B}_u = \vec{B}_z + \vec{B}_m$, која настаје суперпозицијом индукције магнетног поља Земље $\vec{B}_z$ и индукције магнетног поља које потиче од сталног магнета $\vec{B}_m$ (Слика 2).

Индукција магнетног поља $\vec{B}_m$ се мења са растојањем између магнета и компаса l и врстом магнета према релацији:

$$B_m = C\mu_0 M l^{-n}. \quad (1)$$

C , μ_0 и M су по реду C - извесна константа, μ_0 - магнетна пермеабилност вакуума и M - магнетни момент магнета. n је реалан број који представља степен опадања магнетне индукције са растојањем и зависи од врсте и облика магнета. Циљ овог експеримента је одредити степен n за магнете М1 и М2. За извођење овог експеримента није неопходно познавање ових величина C , μ_0 и M нити њихових вредности које су константне за дати магнет и производ ових величина се може представити извесном константом за дати магнет, $A = C\mu_0 M$.

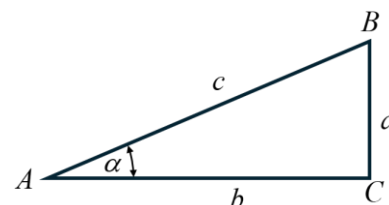
θ [°]	$\text{tg}\theta$
10	0,1762
20	0,3637
30	0,5769
40	0,8384
50	1,1906
60	1,7299
70	2,7421
80	5,6479

Математички додатак: Како бисмо нашли односе између $\vec{B}_z$ и $\vec{B}_m$ уведимо једну нову функцију са којом се до сада нисте сусретали. У питању је тригонометријска функција која се назива тангенс извесног угла θ и обележава са $\text{tg}(\theta)$. За правоугли троугао тангенс угла α дефинише се као однос наспрамне и налегле

катете:

$$\text{tg}(\alpha) = \frac{a}{b} \quad (2)$$

Напомена: Тангенс неког угла можете израчунати користећи опцију tg или tan на вашим калкулаторима. Водите рачуна да ли вам је на калкулатору угао подешен





СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2023/2024. ГОДИНЕ.



Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије

Београд
13-14.05.2024.

на унос у степенима – deg, или радијанима -rad. Као алтернативу можете користити дату табелу.

Математички додатак. Како би успешно урадили овај експеримент морамо увести још једну нову математичку функцију. У питању је природни логаритам $\ln(x)$ од неког броја x . Дефинише се на следећи начин $x = e^y \Leftrightarrow \ln x = y$. Дакле логаритам неког броја x је једнак степену на који треба подићи број $e = 2,718$ да би се добио тај број x . Уколико имамо једначину облика $x = y \cdot z^k$ и логаритмујемо леву и десну страну (потражимо логаритам од леве и десне стране једначине) добијамо израз $\ln x = \ln(y \cdot z^k)$. Десна страна се може упростити користећи следећа правила која важе за логаритме $\ln x \cdot y = \ln x + \ln y$ и $\ln x^{\pm k} = \pm k \cdot \ln x$. На овај начин, логаритмовање једначине нам омогућава да извршимо њену линеаризацију и са линеарног графика одредимо вредност експонента неког броја.

Напомена: Логаритам неког броја можете израчунати користећи опцију $\ln$ на вашим калкулаторима.

Задатак 1.1 [3 поена]

Полазећи од једначине 2 и Слике 2 записати израз који повезује величине B_z , B_m и θ .

Задатак 1.2 [8 поена]

На основу једначине 1, израза из Задатка 1.1 и логаритмовањем на основу датих математичких додатака, пронаћи функционалну зависност између величина θ и l , на основу које се може нацртати линеаризован график са кога се као коефицијент правца може одредити степен n из једначине 1.

НАПОМЕНА: Када урадите овај део задатка запишите име и презиме и решење задатка 1.1 и 1.2 на папиру који је приложен и позовите дежурног наставника. Ваш израз ћете предати наставнику, а од истог добити тачно решење. Тако, у случају да сте погрешили, нећете добити поене за овај део задатка, али можете наставити ка експерименталном делу са исправним изразима.

Задатак 2.1 [17 поена]

Поставити експеримент као на Слици 2, користећи магнет М1. Извршити одговарајућа мерења $\theta[^\circ]$ и $l[m]$ за 8 различитих парова, приказати их табеларно, нацртати одговарајући график и одредити n за магнет М1. Уколико растојања подесите тако да отклони магнетне игле буду једнаки угловима из табеле, тј. 10, 20, ..., 80° можете користити $\tan \theta$ из табеле. У супротном, потребно их је израчунати.

Задатак 2.2 [17 поена]

Поставити експеримент као на Слици 2, користећи магнет М2. Извршити одговарајућа мерења $\theta[^\circ]$ и $l[m]$ за 8 различитих парова, приказати их табеларно, нацртати одговарајући график и одредити n за магнет М2. Уколико растојања подесите тако да отклони магнетне игле буду једнаки угловима из табеле, тј. 10, 20, ..., 80° можете користити $\tan \theta$ из табеле. У супротном, потребно их је израчунати.

Задатак 3. [5 поена]

Одредити на ком растојању l са Слике 2, за магнете М1 и М2, је индукција магнетног поља Земље по интензитету једнака индукцији магнетног поља магнета М1 и М2.

Напомена: На Слици 2 су обележени полови магнета. Ваши магнети немају обележене полове и морате их сами одредити. Магнети се јако привлаче и када их приближите међусобно или неком металном објекту. При судару магнета, они се могу оштетити што води ка казним поенима, а уколико их поломите, не можете извршити експеримент.

Задатак припремили: др Владимир Марковић, др Милан Ковачевић, ПМФ Крагујевац

Рецензенти: др Имре Гут, ПМФ, Нови Сад, Марко Милошевић, ПМФ Крагујевац

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



СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2023/2024. ГОДИНЕ.

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије



Београд
13-14.05.2024.

ИМЕ И ПРЕЗИМЕ: _____

Урадите овај део задатка и запишите име и презиме и решења и позовите дежурног наставника. Овај лист ћете предати наставнику, а од истог добити тачна решења. Тако, у случају да сте погрешили, нећете добити поене за овај део задатка, али можете наставити ка експерименталном делу са исправним изразима.

Задатак 1.1 [3 поена]

Полазећи од једначине 2 и Слике 2 записати израз који повезује величине B_z , B_m и θ .

Запишите поступак и решење:

Задатак 1.2 [8 поена]

На основу једначине 1, израза из Задатка 1.1 и логаритмовањем на основу датих математичких додатака, пронаћи функционалну зависност између величина θ и l , на основу које се може нацртати линеаризован график са кога се као коефицијент правца може одредити степен n из једначине 1.

Запишите поступак и решење:

Само тачни изрази доносе поене



Решење Експерименталног задатка

Задатак 1.1 [3 поена]

Полазећи од једначине 2 и Сlike 2 записати израз који повезује величине B_z , B_M и θ :

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{B_M}{B_z} \quad [3\text{п}]$$

Задатак 1.2 [8 поена]

На основу једначине 1, израза из Задатка 1.1 и логаритмовањем на основу датих математичких додатака, пронаћи функционалну зависност између величина θ и l , на основу које се може нацртати линеаризован график са кога се као коефицијент правца може одредити степен n из једначине 1.

Како је $B_M = C\mu_0 M l^{-n}$, где се индукција магнетног поља мења, а $B_M = \operatorname{tg}(\theta) B_z$, можемо доћи до израза

$\operatorname{tg}(\theta) B_z = C\mu_0 M l^{-n}$ [1п]. Логаритмовањем леве и десне стране добијамо израз

$\ln(\operatorname{tg}(\theta)) = \ln\left(\frac{C\mu_0 M}{B_z} l^{-n}\right)$ [1п]. Коришћењем правила за логаритме добијамо

$$\ln(\operatorname{tg}(\theta)) = \ln\left(\frac{C\mu_0 M}{B_z}\right) - n \cdot \ln(l) \quad [6\text{п}].$$

Цртањем графика $\ln(\operatorname{tg}(\theta))$ од $\ln(l)$, као коефицијент правца добијамо $-n$.



СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2023/2024. ГОДИНЕ.



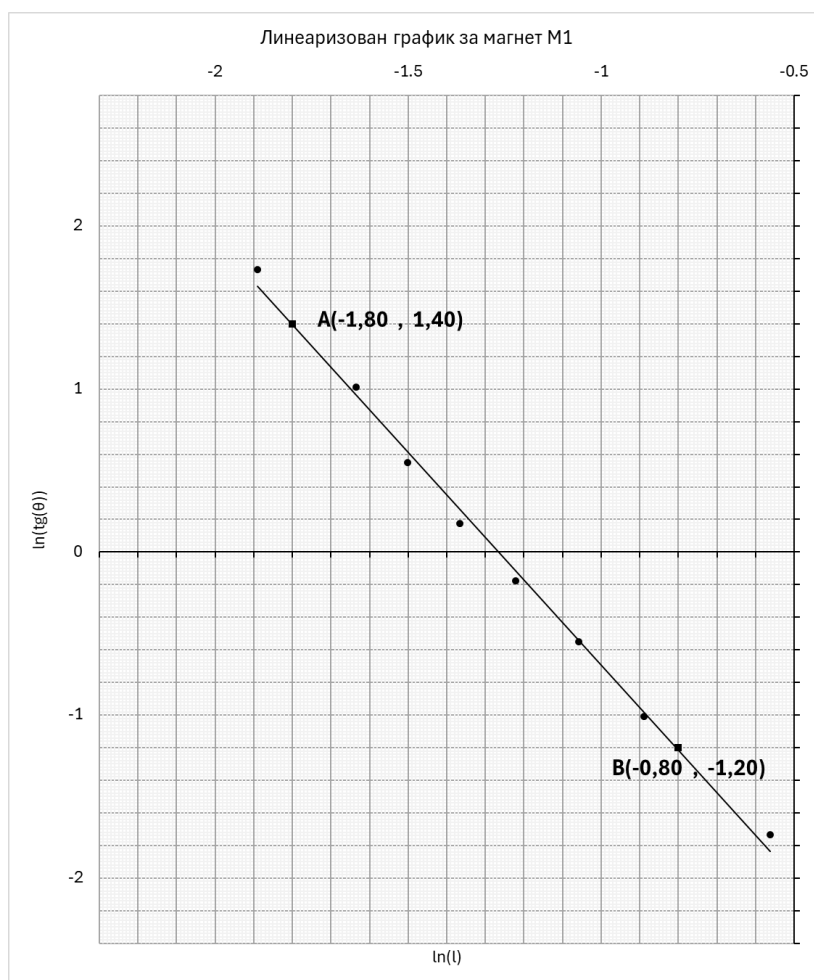
Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије

Београд
13-14.05.2024.

Задатак 2.1 [17 поена]

Поставити експеримент као на слици 2, користећи магнет М1. Извршити одговарајућа мерења $\theta [^\circ]$ и $l [m]$ за 8 различитих парова, приказати их табеларно, нацртати одговарајући график и одредити n за магнет М1. Табела се бодује са **3,2п**

[2,4п] 0,3п		[0,8п] 0,1п	
$l [m]$	$\theta [^\circ]$	$\ln l$	$\ln(\operatorname{tg} \theta)$
0.570	10	-0.562	-1.735
0.411	20	-0.889	-1.011
0.347	30	-1.058	-0.549
0.295	40	-1.221	-0.175
0.255	50	-1.366	0.175
0.223	60	-1.501	0.549
0.195	70	-1.635	1.011
0.151	80	-1.89	1.735



Исправно нацртан график носи **[8п]**

Две изабране неексперименталне тачке су редом $A(-1,80, 1,40)$ **[0,5п]** и $B(-0,80, -1,20)$ **[0,5п]**.

Са графика се добија коефицијент правца $k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \approx -2,6$ на основу чега је $n = -k = 2,6$. Бодовање за n :

$n = (2,34 - 2,86)$ **[4,8п]**; $n = (1,56 - 3,64)$ **[3п]**; $n = (1,04 - 4,16)$ **[1,8п]**; $n < 1,04 \vee n > 4,16$ **[0п]**

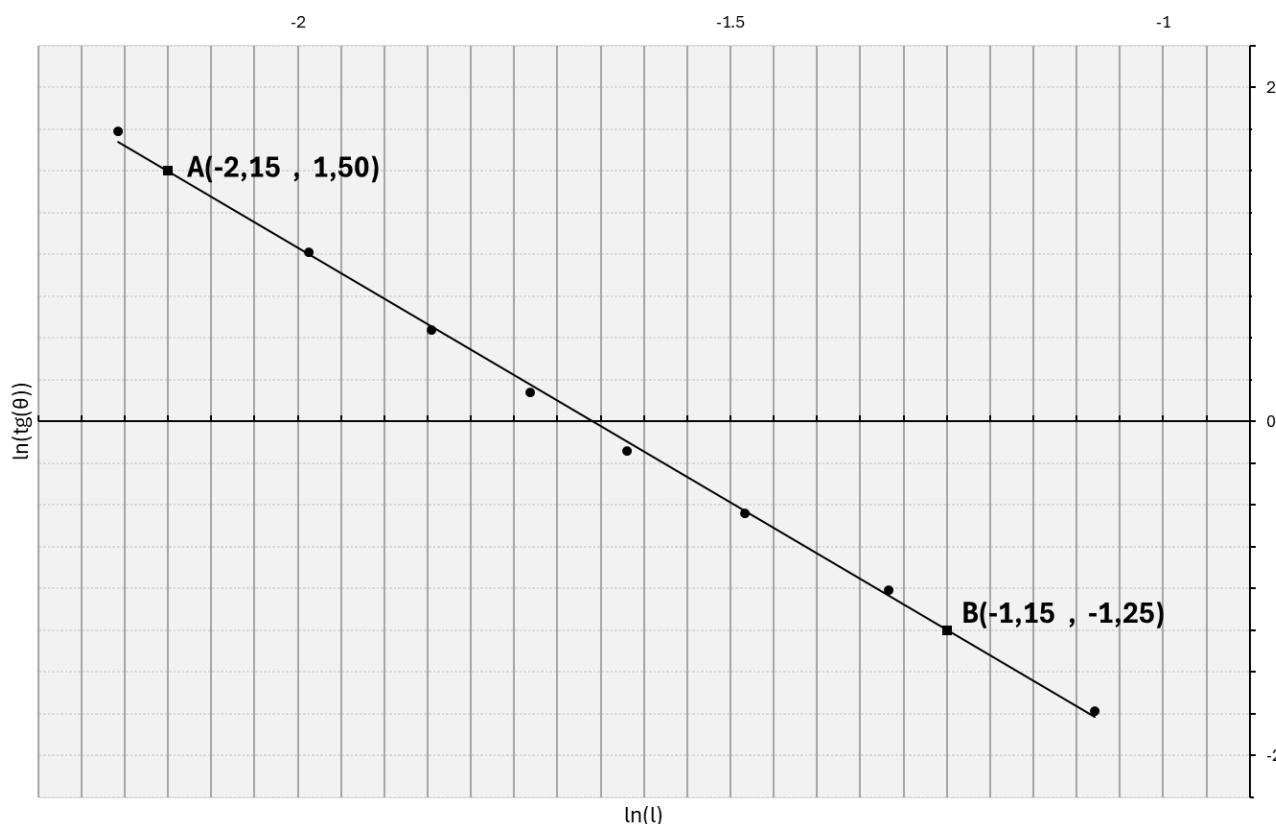


Задатак 2.2 [17 поена]

Поставити експеримент као на Слици 2, користећи магнет М2. Извршити одговарајућа мерења $\theta [^\circ]$ и $l [m]$ за 8 различитих парова, приказати их табеларно, нацртати одговарајући график и одредити n за магнет М2. Табела се бодује са 3,2п

[2,4п] по 0,3п		[0,8п] по 0,1п	
$l [m]$	$\theta [^\circ]$	$\ln l$	$\ln(\operatorname{tg} \theta)$
0.34	10	-1.07881	-1.7354
0.268	20	-1.31677	-1.0107
0.227	30	-1.48281	-0.5493
0.198	40	-1.61949	-0.1755
0.177	50	-1.73161	0.17537
0.158	60	-1.84516	0.54923
0.137	70	-1.98777	1.01057
0.11	80	-2.20727	1.73517

Линеаризован график за магнет М2



Исправно нацртан график носи [8п]

Две изабране неексперименталне тачке су редом A(-2,15, -1,50) [0,5п] и B(-1,15, -1,25) [0,5п].

Са графика се добија коефицијент правца $k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \approx -3,1$ на основу чега је $n = -k = 3,1$. Бодовање за n :

$n = (2,75 - 3,36)$ [4,8п]; $n = (1,83 - 4,27)$ [3п]; $n = (1,22 - 4,88)$ [1,8п]; $n < 1,22 \vee n > 4,88$ [0п].



**СРПСКА ФИЗИЧКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКА 2023/2024. ГОДИНЕ.**



**Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије**

**Београд
13-14.05.2024.**

Задатак 3 [5 поена]

Са Сlike 2 се може закључити да, када су B_z и B_m једнаки по интензитету, њихови вектори формирају квадрат и тада је $\theta = 45^\circ$ [1п].

Бодовање за графичку методу:

Тангенс овог угла износи $\text{tg}45^\circ = 1$, а природни логаритам $\ln(\text{tg}45^\circ) = 0$. Са графика из Задатка 2.1 и 2.2 потребно је одредити пресек са x осом [0,5п] (за који је $y = \ln(\text{tg}45^\circ) = 0$).

За М1 $\ln x = -1,27$ [0,75п], одакле је на основу математичког додатка $x = e^{-1,27} \approx 0,28\text{m}$ [1п].

За М2 $\ln x = -1,66$ [0,75п], одакле је на основу математичког додатка $x = e^{-1,66} \approx 0,19\text{m}$ [1п].

Бодовање за измерене вредности:

M1	Мерено	
$x_{\min}$	$x_{\max}$	Поени
0.252	0.308	2п
0.168	0.392	1.2п
0.112	0.448	0.8п

M2	Мерено	
$x_{\min}$	$x_{\max}$	Поени
0.171	0.209	2п
0.114	0.266	1.2п
0.076	0.304	0.8п

Негативни поени за график, између осталог за:

- Нису уцртане све тачке – 1 за тачку
- Без наслова -1
- Лоша размера -2 (график заузима мање од 1/4 простора папира)
- Осе нису обележене -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 -2
- Изабране тачке нису у мереном опсегу -2
- Лоша размера подеока -2 (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.