



VIII
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије

ДРЖАВНИ НИВО
9-10.4.2022.

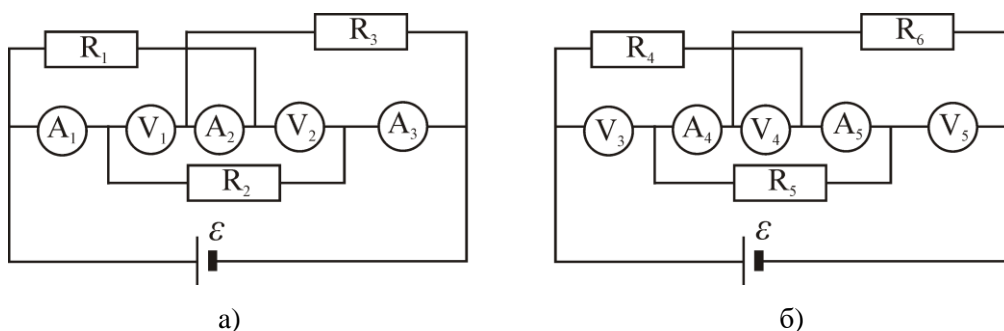
ЗАДАЦИ

- У топлотно изоловани суд, који је до врха био напуњен водом температуре $t_0 = 18^\circ\text{C}$, је брзо спуштен комад метала густине $\rho_1 = 8900\text{ kg/m}^3$ загрејан до температуре $t_m = 101^\circ\text{C}$, а потом је суд затворен поклопцем. После успостављања топлотне равнотеже температура воде у суду је износила $t_1 = 33,2^\circ\text{C}$. Затим су у исти такав суд који је до врха био напуњен водом температуре $t_0 = 18^\circ\text{C}$, спуштена два иста комада метала као у првом случају, загрејана до температуре $t_m = 101^\circ\text{C}$, а потом је суд затворен поклопцем. Након успостављања топлотне равнотеже температура воде у суду је износила $t_2 = 49,8^\circ\text{C}$. Одредити специфични топлотни капацитет метала. Густина воде је $\rho_0 = 1000\text{ kg/m}^3$, а њен специфични топлотни капацитет $c = 4200\text{ J/kg K}$. Занемарити размену топлоте са судом.
- Одредити положај свих ликова који се формирају у систему једнаких равних огледала приказаном на слици 1. Растојање између огледала је једнако дужини огледала. Ликове учртати на приложеном папиру тако да се види у пресеку којих линија се налазе сви ликови оба краја предмета (видети пример у углу на радном листу).



Слика 1

- Два дечака су формирала струјна кола приказана на слици 2. Отпорности које су им биле на располагању су: $R_1 = 2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 4\text{ k}\Omega$, $R_3 = 6\text{ k}\Omega$, $R_4 = 8\text{ k}\Omega$, $R_5 = 10\text{ k}\Omega$ и $R_6 = 12\text{ k}\Omega$. Сматрати да су коришћени амперметри и волтметри у колу идеални и да је $\varepsilon = 10\text{ V}$. Одредити: а) вредности напона и струје које показују амперметри и волтметри у колу које је формирао први дечак тј. на слици 2а и б) вредности напона и струје које показују амперметри и волтметри у колу које је формирао други дечак тј. на слици 2б. Сматрати да је унутрашња отпорност извора занемарљива.



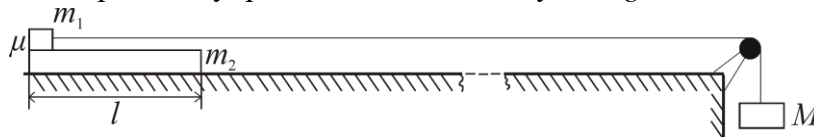
Слика 2



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2021/2022. ГОДИНЕ.



4. На дугом глатком хоризонталном столу лежи даска масе m_2 и дужине l . На њеном левом крају налази се тег масе m_1 који је лаком неистегљивом нити повезан са тегом масе M (слика 3). Коефицијент трења између тега масе m_1 и даске је μ . Занемарити трење између даске и стола. Уколико систем започиње кретање из стања мировања, одредити: а) при којем коефицијенту трења μ , тег масе m_1 и даска масе m_2 се крећу као једна целина (без проклизавања), б) за вредности маса $m_1 = M = 0,5 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$ и дужину даске од $l = 10 \text{ m}$, одредити вредност минималног коефицијент трења μ_{\min} при којем је могуће кретање без проклизавања и в) ако је $\mu = \frac{\mu_{\min}}{2}$, одредити после ког времена од почетка кретања ће тег склизнути са даске. За вредност убрзања Земљине теже узети $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Слика 3

5. Тег непознате масе m_0 окачен је о опругу крутости k , а потом се на њега додају тегови различитих маса m и мери истезање опруге. Резултати мерења су приказани у табели. Нацртати одговарајући график и одредити: а) крутост опруге k , б) масу тега m_0 и в) истегнутост опруге када је истеже сила $F = 11 \text{ N}$.

$m [\text{g}]$	600	800	1000	1200	1400
$\Delta l [\text{cm}]$	65,4	81,8	98,1	114,5	130,8
	65,3	81,8	98,3	114,4	130,9
	65,4	81,8	98,1	114,6	131,1

Напомене: Сва решења детаљно објаснити. Сваки задатак носи по 20 поена.

Свим такмичарима желимо успешан рад !



Задатке припремила: Биљана Максимовић, Физички факултет, Београд
Рецензент: Проф. др Маја Стојановић, ПМФ, Нови Сад
Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд



VIII РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
Решења задатака за VIII разред

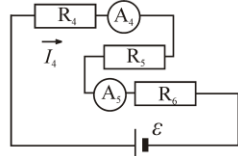
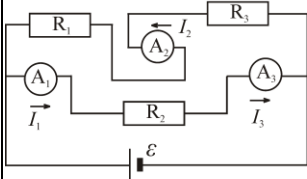
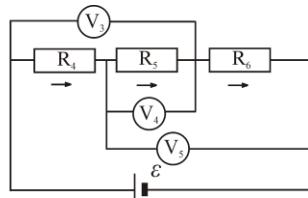
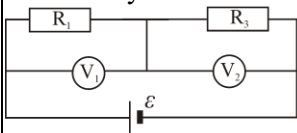
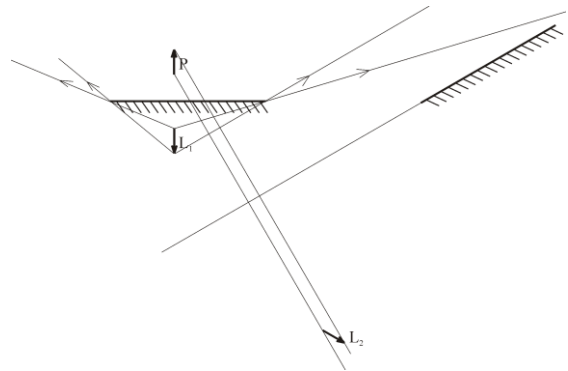
ДРЖАВНИ НИВО
9-10.4.2022.

1. Једначине термодинамичке равнотеже у првом и у другом случају су:

$c_1 \rho_1 V_1 (t_m - t_1) = c_0 \rho_0 (V_0 - V_1)(t_1 - t_0)$ [7], $2c_1 \rho_1 V_1 (t_m - t_2) = c_0 \rho_0 (V_0 - 2V_1)(t_2 - t_0)$ [7]. Из претходних једначина се добија $c_1 \rho_1 V_1 \frac{(t_m - t_1)}{(t_1 - t_0)} + c_0 \rho_0 V_1 = c_0 \rho_0 V_0$ и $2c_1 \rho_1 V_1 \frac{(t_m - t_2)}{(t_2 - t_0)} + 2c_0 \rho_0 V_1 = c_0 \rho_0 V_0$, па је

$$c_1 = c_0 \frac{\rho_0}{\rho_1} \frac{(t_1 - t_0)(t_2 - t_0)}{(t_m - t_1)(t_2 - t_0) - 2(t_m - t_2)(t_1 - t_0)} \approx 380,4 \text{ J/kgK} \text{ [5+1].}$$

2. У систему је очигледно постојање ликова L_1 [10] и L_2 [10], а да ли постоје други ликови то је потребно проверити. Лик L_2 се налази иза рефлектујуће површине оба огледала, тако да не може формирати нови лик. Са друге стране лик L_1 би могао формирати нови лик, али то зависи од области видљивости овог лика. Због тога су нацртани зраци који полазе од L_1 ка крајевима огледала O_1 . Овај лик је могуће видети из неке од тачака које се налазе у оквиру области ограничене поменутиим зрацима са „предње“ стране огледала O_1 . Огледало O_2 не припада ниједној тачки из ове области, тако да није могуће формирање новог лика које би дао L_1 у O_2 . Због тога у систему постоје само два лика. **Напомена:** За сваки погрешно нацртан лик скинути 5 поена.



3. На основу еквивалентне шеме напони у првом случају су $U_1 = \varepsilon \frac{R_1}{R_1 + R_3} = 2,5 \text{ V}$ [2+0,5] и

$U_2 = \varepsilon \frac{R_3}{R_1 + R_3} = 7,5 \text{ V}$ [2+0,5], а струје које

показују амперметри су:

$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_3} = 1,25 \text{ mA}$ [2+0,5] и

$I_1 = I_3 = \frac{\varepsilon}{R_2} = 2,5 \text{ mA}$ [2+0,5]. У случају кола са

слике 3б, на основу еквивалентних шема напони који показују волтметри су:

$U_3 = \varepsilon \frac{R_4 + R_5}{R_4 + R_5 + R_6} = 6 \text{ V}$ [2+0,5], $U_4 = \varepsilon \frac{R_5}{R_4 + R_5 + R_6} = 3,33 \text{ V}$ [2+0,5] и $U_5 = \varepsilon \frac{R_5 + R_6}{R_4 + R_5 + R_6} = 7,33 \text{ V}$ [2+0,5],

док су струје $I_4 = I_5 = \frac{\varepsilon}{R_4 + R_5 + R_6} = 0,33 \text{ mA}$ [2+0,5].

4. а) Једначине кретања сва три тела су: $m_1 a_1 = T - F_{\text{tr}}$ [2], $m_2 a_2 = F_{\text{tr}}$ [2] и $M a_1 = Mg - T$ [2]. Из претходних једначина се добија $a_1 = \frac{Mg - F_{\text{tr}}}{m_1 + M}$ [0,5] и $a_2 = \frac{F_{\text{tr}}}{m_2}$ [0,5]. У случају када се крећу без проклизавања тада је

$a_1 = a_2$, $\frac{Mg - F_{\text{tr}}}{m_1 + M} = \frac{F_{\text{tr}}}{m_2}$, $F_{\text{tr}} = \frac{m_2 M}{m_1 + m_2 + M} g$ [2] и притом сила трења није већа од $\mu m_1 g$. За кретање без

проклизавања је неопходно, $F_{\text{tr}} = \frac{m_2 M}{m_1 + m_2 + M} g \leq \mu m_1 g$, па је $\mu_{\text{min}} = \frac{m_2 M}{m_1 (m_1 + m_2 + M)}$ [2]. б) За дате



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2021/2022. ГОДИНЕ.**



вредности маса се добија $\mu_{\min} = \frac{1}{2}$ [2], тј. у случају $\mu > \mu_{\min}$ нема клизања, а за $\mu < \mu_{\min}$ ће клизити.

в) $\mu = \frac{\mu_{\min}}{2} = \frac{1}{4}$ [1], а убрзања тела су $a_1 = \frac{M - \mu m_1}{m_1 + M} g$ и $a_2 = \frac{m_1}{m_2} \mu g$, па је релативно убрзање

$$a_r = a_1 - a_2 = \left(\frac{M - \mu m_1}{m_1 + M} - \frac{m_1}{m_2} \right) g = \frac{g}{4} \text{ [3+1]}. \text{ Из једначине } l = \frac{a_r t^2}{2}, \text{ добија се } t = \sqrt{\frac{2l}{a_r}} \approx 2,83 \text{ s [1+1]}.$$

5. У табели су дате израчунате средње вредности, одступања и грешке. Бодовати:

0,1 поен - свака израчуната средња вредност, заокружена средња вредност

0,2 поена - одступања од средње вредности, апсолутне грешке,

6 поена - график. Свака добро унесена тачка [0,6] поена, добро одређена размера [2], правилно означене

осе и наслов [1]. **I начин:** а) Истегнутост опруге је $\Delta l = \frac{1}{k} mg + \frac{1}{k} m_0 g = \frac{1}{k} mg + l_0$ [2], па је коефицијент

правца $a = 1/k$ [1], а одсечак $b = \frac{m_0 g}{k} = l_0$ [1]. Вредност коефицијента правца је

$$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \approx 0,084 \text{ m/N [2]}, \quad k = 1/a = 11,90 \text{ N/m [1]}. \quad \text{б) } b = 0,16 \text{ m [1]}, \quad m_0 = bk / g = 0,194 \text{ kg [1]}. \quad \text{в)}$$

Истегнутост опруге за задату вредност силе је $\Delta l = 108 \text{ cm [2]}$.

II начин: а) Сила која истеже опругу је $mg = k\Delta l - m_0 g$ [2], па је коефицијент правца $a = k$ [1], а одсечак

$b = -m_0 g$ [1]. Вредност коефицијента правца је $k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \approx 11,82 \text{ N/m [2+1]}$. б) $b = -1,9 \text{ N [1]}$,

$m_0 = b / g = 0,194 \text{ kg [1]}$. в) Истегнутост опруге за задату вредност силе је $\Delta l = 108 \text{ cm [2]}$.

m [g]	600	800	1000	1200	1400
mg [N]	5.89	7.85	9.81	11.77	13.73
Δl [cm]	65,4	81,8	98,1	114,5	130,8
	65,3	81,8	98,3	114,4	130,9
	65,4	81,8	98,1	114,6	131,1
Δl_{sr} [cm]	65,37	81,8	98,17	114,5	130,93
	65,4	81,8	98,2	114,5	130,9
$ \Delta l - \Delta l_{sr} $ [cm]	0,03	0	0,07	0	0,13
	0,07	0	0,13	0,1	0,03
	0,03	0	0,07	0,1	0,17
$\Delta(\Delta l)$ [cm]	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
$\Delta l + \Delta(\Delta l)$ [cm]	65,4±0,1	81,8±0,1	98,2±0,2	114,5±0,1	130,9±0,2

Начин бодовања:

Негативни поени за график, између осталог за:

- Без наслова -0.2 (наслов није $y = f(x)$)
- Лоша размера -0.2 (график заузима мање од 1/4 простора папира)
- Осе нису обележене и недостају јединице -0.2
- Унете су мерене бројне вредности на осе -0.2
- Ако 1. и 2. изабрана тачка није између 1. и 2. односно претпоследње и последње експерименталне -0.5
- Изабране тачке нису у мереном опсегу -0.5
- Лоша размера подеока -0.2 (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, осим поена за линеаризацију.



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2021/2022. ГОДИНЕ.



Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!
График зависности силе од истезања опруге

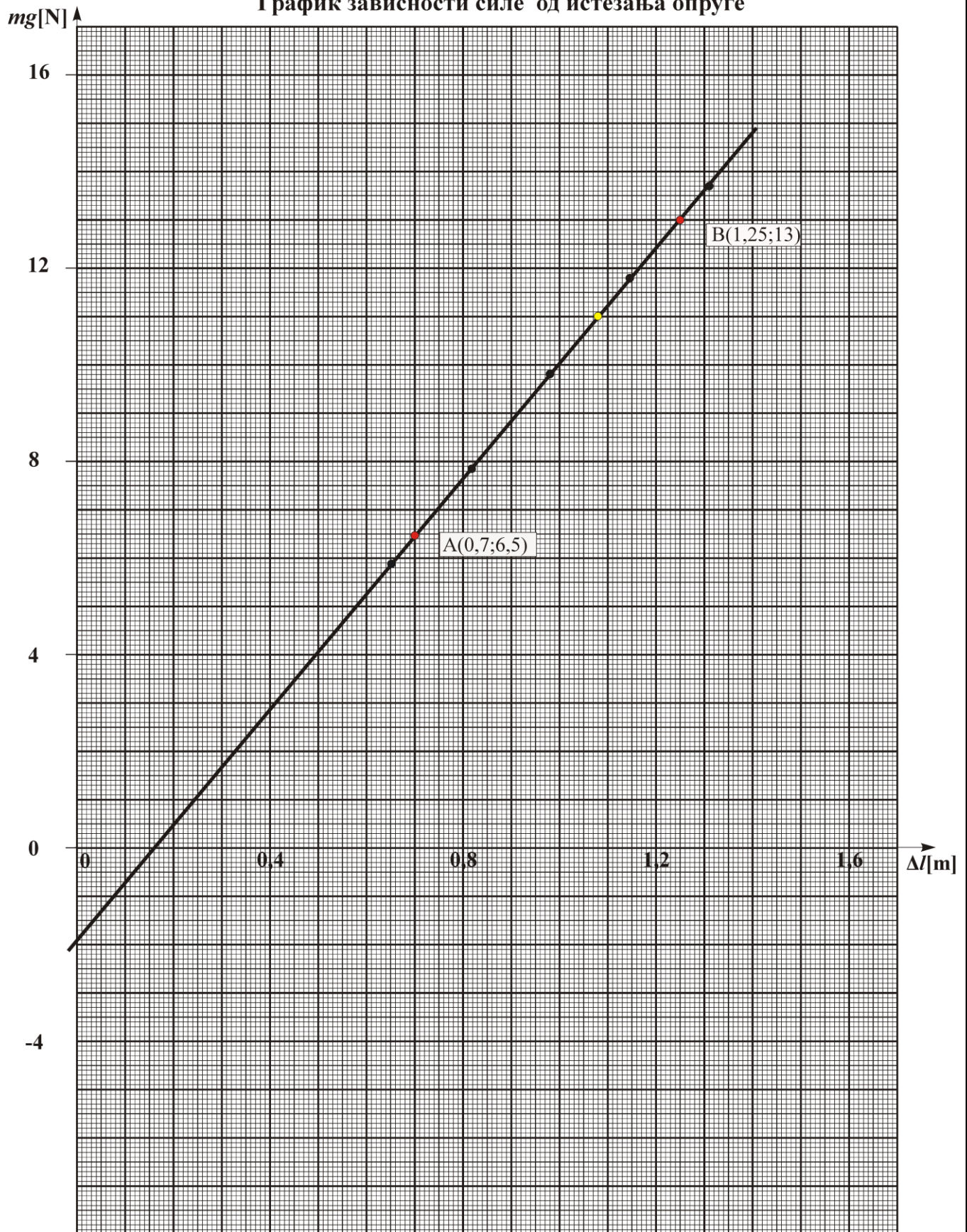
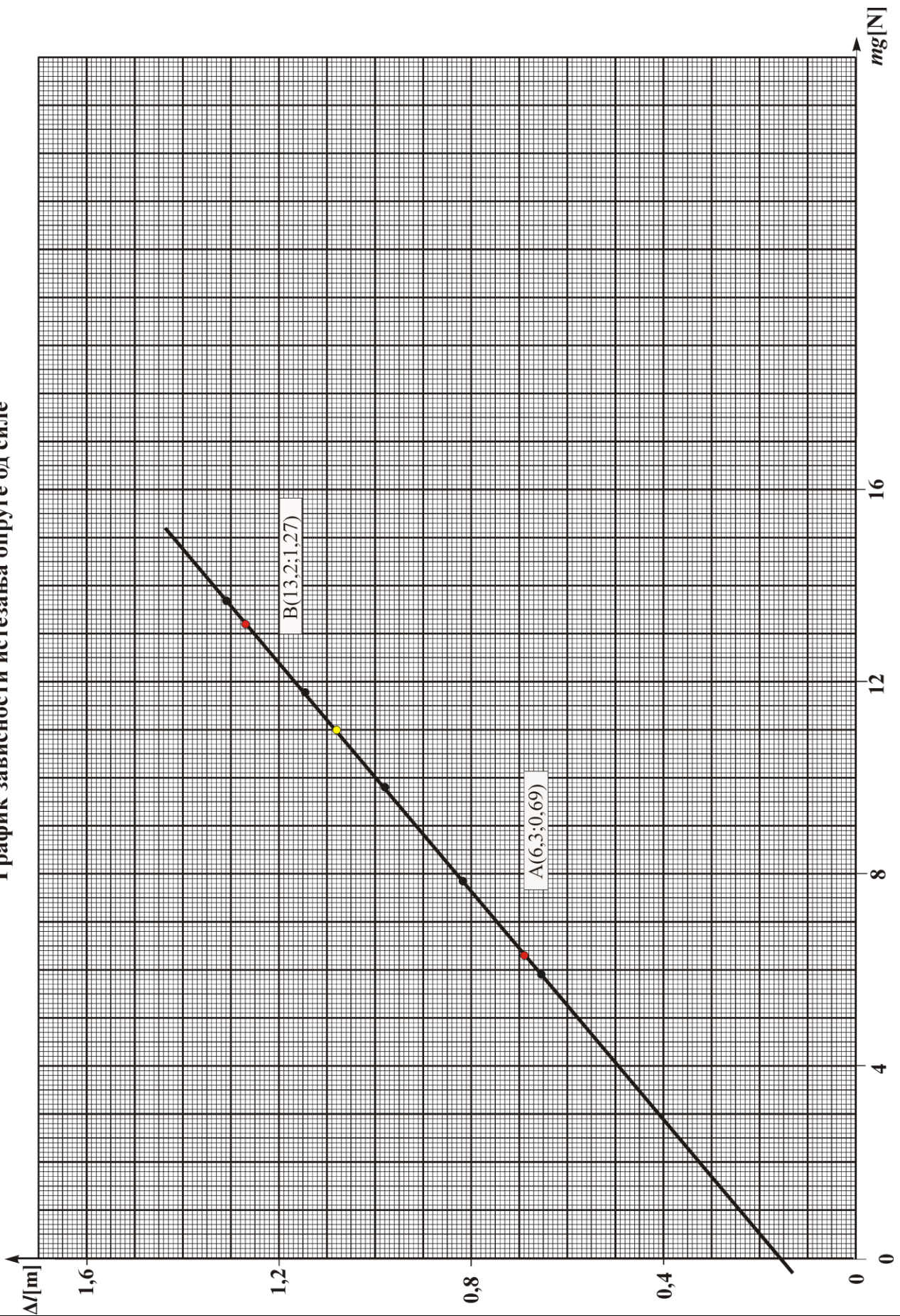




График зависности истезања опруге од силе





**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2021/2022. ГОДИНЕ.**

