



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.**



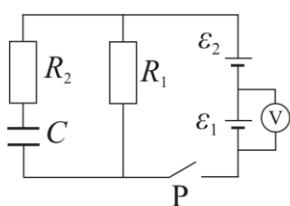
**VIII
РАЗРЕД**

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

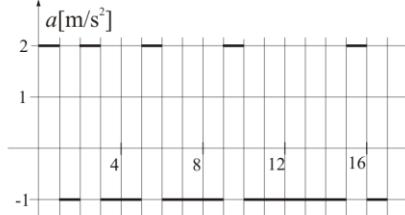
**ДРЖАВНИ НИВО
6.4.2019.**

ЗАДАЦИ

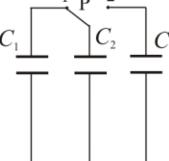
- Анђа и Милован се играју са тениском лоптицом и ракетом. Анђа држи у руци ракет и не помера га, а Милован пушта лоптицу да слободно пада са висине h_1 у односу на ракет. Измерили су да је време које је потребно да лоптица падне на ракет са ове висине $t_1 = 0.452$ s. После удара о ракет лоптица одскочи вертикално навише на висину h_2 за време $t_2 = 0.404$ s, а затим понавља кретање све док се не заустави. Њих двоје су приметили да при сваком удару о ракет лоптица изгуби исти део енергије ΔE , а да је губитак енергије због трења са ваздухом занемарљив. Одредити: а) колико пута лоптица удари у ракет до заустављања, б) укупно време t кретања лоптице и в) енергију ΔE која се изгуби при једном судару лоптице са ракетом, ако је маса лоптице $m = 58$ g.
- У колу приказаном на слици 1, када је отворен прекидач P волтметар који је повезан на извор 1 показује вредност напона $U_1 = 6$ V. Потом се волтметар повеже на извор 2, а прекидач P се затвори. Одредити: а) напон U_2 који показује волтметар повезан на извор 2, одмах после затварања прекидача, ако је тада јачина струје у колу $I_1 = 0.7$ A и б) вредност напона U_2' који показује на извору 2 након успостављања стационарног режима. Познато је $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$, $r_1 = 1.2 \Omega$ и $r_2 = 0.8 \Omega$.
- График на слици 2 описује зависност убрзања материјалне тачке од времена. За колико времена ће се материјална тачка наћи на највећој удаљености од полазне тачке и колика је та удаљеност? Кретање је праволинијско, а почетна брзина материјалне тачке је нула.



Слика 1



Слика 2



Слика 3

- Кондензатори капацитета C_1 и C_2 се наелектришу до напона U_1 , а кондензатор C_3 до напона U_3 (слика 3). Прекидач се потом из положаја 1 пребаци у положај два. Одредити напоне на свим кондензаторима када се прекидач врати у положај 1. При сваком пребацивању прекидача успостави се равнотежно стање у колу.

- На опругу крутости k , окачен је тег непознате масе m_0 . Потом се на опругу окаче додатни тегови различитих маса (тег m_0 остаје на опрузи, а остали се замењују). За сваку додатну масу се измери време трајања пет малих осцилација опруге. Резултати мерења дати су у табели. Запишите исправно вредности измерених времена (t), тако што ћете их изразити са апсолутним грешкама. Линеаризујте зависност између одговарајућих физичких величина тако да са ње можете одредити: а) крутост опруге, б) масу m_0 , в) истегнутост опруге у равнотежном стању када је на њу окачен само тег масе m_0 . Времена су мерена помоћу хронометра чија је вредност најмањег подеока износила 0.1s. Сматрати да је осциловање хармонијско.

m [g]	10	20	35	40	50
t [s]	2.1	2.9	3.5	3.9	4.1
	2.2	2.9	3.7	3.7	4.3
	2.2	2.9	3.5	3.8	4.4

Напомене: Сва решења детаљно објаснити. Сваки задатак носи по 20 поена. За убрзање Земљине теже узети $g = 9.81$ m/s 2 .

Свим такмичарима желимо успешан рад!

Задатке припремила: Биљана Максимовић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Мара Стојановић, ПМФ, Нови Сад

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.**

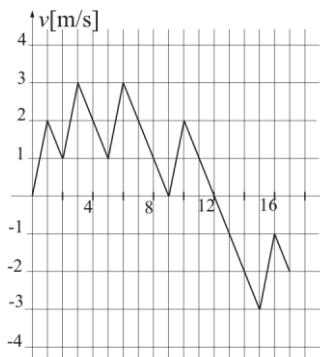


**VIII
РАЗРЕД**

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

**ДРЖАВНИ НИВО
6.4.2019.**

1. а) Висина са које је пуштена лоптица је $h_1 = gt_1^2 / 2 \approx 1 \text{ m}$ [1+1], а потом одскочи на висину $h_2 = gt_2^2 / 2 \approx 0.8 \text{ m}$ [1+1]. Пошто лоптица сваки пут губи исти део енергије, узастопне висине до којих ће одскочити после удара о рекет ће се разликовати за $\Delta h = h_1 - h_2 \approx 0.2 \text{ m}$. Лоптица ће ударити укупно $n = h / \Delta h = 5$ пута у рекет [6]. б) Стога је $h_3 = 0.6 \text{ m}$, $t_3 = \sqrt{2h_3 / g} \approx 0.349 \text{ s}$ [1], $h_4 = 0.4 \text{ m}$, $t_4 = \sqrt{2h_4 / g} \approx 0.286 \text{ s}$ [1], $h_5 = 0.2 \text{ m}$ и $t_5 = \sqrt{2h_5 / g} \approx 0.202 \text{ s}$ [1]. Укупно време кретања је $t = t_1 + 2t_2 + 2t_3 + 2t_4 + 2t_5 \approx 2.93 \text{ s}$ [2+1]. в) Тражена енергија је $\Delta E = mg\Delta h \approx 114 \text{ mJ}$ [4].
2. Напон који показује волтметар пре затварања прекидача је једнак електромоторној сили извора $U_1 = \varepsilon_1 = 6 \text{ V}$ [3]. Напон који показује волтметар на извору 2 одмах после затварања прекидача је $U_2 = \varepsilon_2 - I_1 r_2$ [2], док кроз коло тада протекне струја $I_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R_e}$ [3], при чему је $R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 12 \Omega$ [1+1], па се добија $\varepsilon_2 = I_1(r_1 + r_2 + R_e) - \varepsilon_1 = 3.8 \text{ V}$ [1]. Одавде је $U_2 = I_1(r_1 + R_e) - \varepsilon_1 = 3.24 \text{ V}$ [1+1]. Када се наелектришу облоге кондензатора кроз коло ће противати струја $I_2 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R_1} \approx 0.45 \text{ A}$ [3+1]. Напон који ће тада показивати волтметар на извору 2 је $U_2' = \varepsilon_2 - I_2 r_2 \approx 3.44 \text{ V}$ [2+1].



3. Брзине кретања тела су: $v_1 = a_1 t_1 = 2 \text{ m/s}$ [1], $v_2 = v_1 + a_2 t_2 = 1 \text{ m/s}$ [1], $v_3 = v_2 + a_1 t_3 = 3 \text{ m/s}$ [1], $v_4 = v_3 + a_2 t_4 = 1 \text{ m/s}$ [1], $v_5 = v_4 + a_1 t_5 = 3 \text{ m/s}$ [1], $v_6 = v_5 + a_2 t_6 = 0$ [1], $v_7 = a_1 t_7 = 2 \text{ m/s}$ [1], $v_8 = v_7 + a_2 t_8 = -3 \text{ m/s}$ [1]. Пошто је брзина v_8 тела негативна, то значи да материјална тачка мења смер кретања и да креће назад (видети график). Време до промене смера кретања је $t' = -v_7 / a_2 = 2 \text{ s}$ [3]. **Први начин:** Са графика се види да брзина мења смер након $t = 12 \text{ s}$ [2], па је максимално растојање једнако површини испод графика зависности. Пребројавањем квадратића видимо да на графику има укупно 18 квадратића површине $s_k = v_k t_k = 1 \text{ m}$ [1], па је $s_{\max} = 18s_k = 18 \text{ m}$ [6]. **Други начин:** $s_1 = a_1 t_1^2 / 2 = 1 \text{ m}$ [0.5], $s_2 = v_1 t_2 + a_2 t_2^2 / 2 = 1.5 \text{ m}$ [0.5], $s_3 = v_2 t_3 + a_1 t_3^2 / 2 = 2 \text{ m}$ [0.5], $s_4 = v_3 t_4 + a_2 t_4^2 / 2 = 4 \text{ m}$ [0.5], $s_5 = v_4 t_5 + a_1 t_5^2 / 2 = 2 \text{ m}$ [0.5], $s_6 = v_5 t_6 + a_2 t_6^2 / 2 = 4.5 \text{ m}$ [0.5], $s_7 = a_1 t_7^2 / 2 = 1 \text{ m}$ [0.5], $s' = v_7 t' + a_2 t'^2 / 2 = 2 \text{ m}$ [1.5] ($t' = 2 \text{ s}$), $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t' = 12 \text{ s}$ [2], $s_{\max} = 18 \text{ m}$ [2]. У рачуну су коришћене следеће вредности: $t_1 = 1 \text{ s}$, $t_2 = 1 \text{ s}$, $t_3 = 1 \text{ s}$, $t_4 = 2 \text{ s}$, $t_5 = 1 \text{ s}$, $t_6 = 3 \text{ s}$, $t_7 = 1 \text{ s}$, $t_8 = 5 \text{ s}$ и $t' = 2 \text{ s}$.

4. После пребацивања прекидача у положај 2 имамо $C_2 U_1 + C_3 U_3 = (C_2 + C_3) U_3'$ [6], па је $U_3' = \frac{C_2 U_1 + C_3 U_3}{C_2 + C_3}$ [4].

Након што се прекидач врати у положај 1 важи $C_1 U_1 + C_2 U_3' = (C_1 + C_2) U_1'$ [6], тј.

$$U_1' = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_3'}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 C_2 U_1 + C_1 C_3 U_1 + C_2^2 U_1 + C_2 C_3 U_3}{(C_1 + C_2)(C_2 + C_3)} [4].$$



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.



5. У табели су дате израчунате средње вредности мереног времена, грешке, као и вредности периода осциловања. Дати по **0.5** поена за правилно израчунату и заокружену сваку средњу вредност и њену грешку. За сваки T и T^2 по **0.2** поена. T^2 ученици не морају заокружити да би добили поене. График **4** поена.

Први начин: а) Из једначине $T = 2\pi\sqrt{\frac{m+m_0}{k}}$, односно $m = \frac{kT^2}{4\pi^2} - m_0$ [3] видимо да је коефицијент правца посматране зависности $a = k / 4\pi^2$ [1], тј. $k = 4\pi^2 a$, а одсечак $b = -m_0$ [1]. Добијена вредност коефицијента правца са графика је $a = \frac{m_B - m_A}{T_B^2 - T_A^2} = \frac{(45-15)g}{(0.65-0.26)s^2} \approx 76.9 \text{ g/s}^2$ [1+1], па је $k \approx 3.03 \text{ kg/s}^2$ [1]. б) Вредност одсечка је $m_0 = 5 \text{ g}$ [1]. в) Тражена вредност је $\Delta x = m_0 g / k \approx 1.62 \text{ cm}$ [1.5+1].

Други начин: $T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m + \frac{4\pi^2}{k} m_0$ [3], па је коефицијент правца $a' = 4\pi^2 / k$ [1], тј. $k = 4\pi^2 / a'$ и одсечак $b' = 4\pi^2 m_0 / k$ [1]. $a' = \frac{T_B^2 - T_A^2}{m_B - m_A} = \frac{(0.62-0.26)s^2}{(42.5-15)g} \approx 0.0131 \text{ s}^2/\text{g}$ [1+1], па је $k \approx 3.01 \text{ kg/s}^2$ [1]. б) Вредност одсечка је $b' = 0.065 \text{ s}^2$, $m_0 = kb'/4\pi^2 \approx 4.97 \text{ g}$ [1]. в) Тражена вредност је $\Delta x = m_0 g / k \approx m_0 g / k' \approx 1.62 \text{ cm}$ [1.5+1].

$m [\text{g}]$	10	20	35	40	50
$t [\text{s}]$	2.1	2.9	3.5	3.9	4.1
	2.2	2.9	3.7	3.7	4.3
	2.2	2.9	3.5	3.8	4.4
$t_{\text{sr}} [\text{s}]$	2.17	2.90	3.57	3.80	4.27
	2.2	2.9	3.6	3.8	4.3
$ t - t_{\text{sr}} [\text{s}]$	0.07	0	0.07	0.1	0.17
	0.03	0	0.13	0.1	0.03
	0.03	0	0.07	0.1	0.13
$\Delta t [\text{s}]$	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
$T = \frac{t_{\text{sr}}}{n} [\text{s}]$	0.434	0.580	0.714	0.760	0.854
	0.43	0.58	0.71	0.76	0.85
$T^2 [\text{s}^2]$	0.188	0.336	0.509	0.578	0.729
	0.19	0.34	0.51	0.58	0.73

Напомене у вези са начином бодовања

Негативни поени за график, између осталог за:

- Координатне осе треба цртати по ивицама милиметарског папира -0.2
- 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:

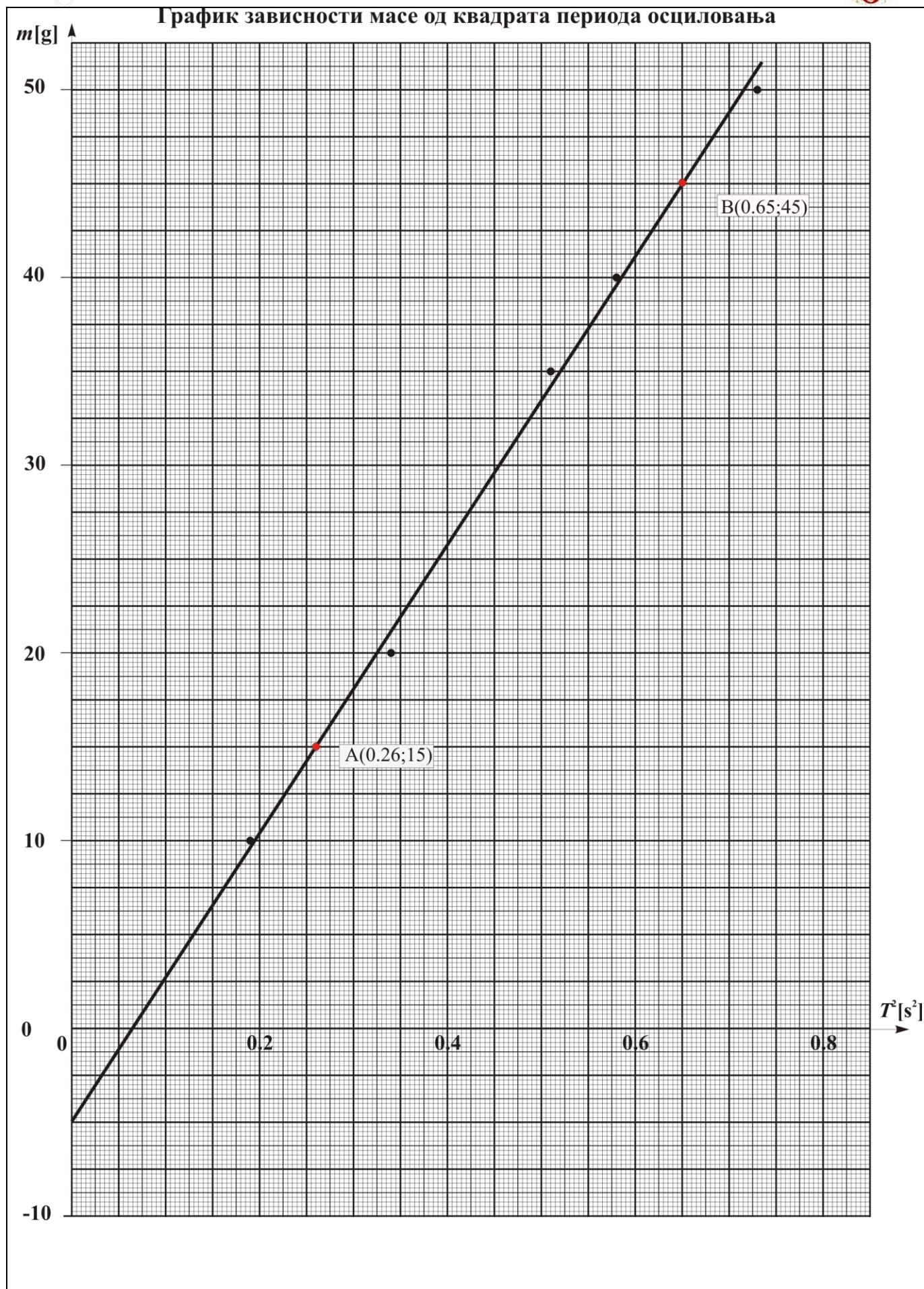
- Лоша размера – за коефицијент правца 50% предвиђених бодова
- Ако нису изабране добре тачке са графика – за тражене величине 50% предвиђених бодова

Коришћење експерименталних тачака уместо тачака са графика не доноси поене, осим поена за линеаризацију.

Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.





ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2018/2019. ГОДИНЕ.



График зависности квадрата периода осциловања од масе

