



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



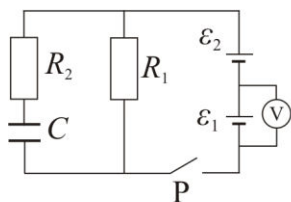
VIII  
РАЗРЕД

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

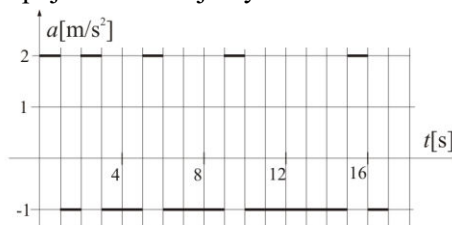
ДРЖАВНИ НИВО  
6.4.2019.

ЗАДАЦИ

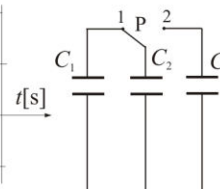
- Анђа и Милован се играју са тениском лоптицом и рекетом. Анђа држи у руци рекет и не помера га, а Милован пушта лоптицу да слободно пада са висине  $h_1$  у односу на рекет. Измерили су да је време које је потребно да лоптица падне на рекет са ове висине  $t_1 = 0.452$  s. После удара о рекет лоптица 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 рекет лоптица изгуби исти део енергије  $\Delta E$ , а да је губитак енергије због трења са ваздухом занемарљив. Одредити: а) колико пута лоптица удари у рекет до заустављања, б) укупно време  $t$  кретања лоптице и в) енергију  $\Delta E$  која се изгуби при једном судару лоптице са рекетом, ако је маса лоптице  $m = 58$  g.
- У колу приказаном на слици 1, када је отворен прекидач Р волтметар који је повезан на извор 1 показује вредност напона  $U_1 = 6$  V. Потом се волтметар повеже на извор 2, а прекидач Р 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<sup>2</sup>.

**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



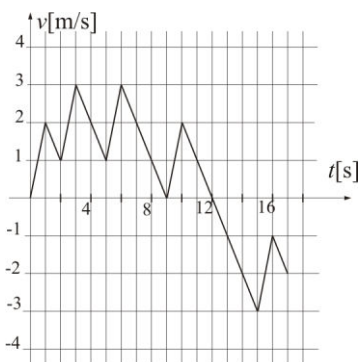
## VIII РАЗРЕД

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

ДРЖАВНИ НИВО  
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 наслектришу облоге кондензатора кроз коло ће проципати 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  $s_{\max} = 18 s_k = 18 \text{ m}$  [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.

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



**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].

$m$ [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
$t_{sr}$ [s]	2.17	2.90	3.57	3.80	4.27
	2.2	2.9	3.6	3.8	4.3
$ t - t_{sr} $ [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
$\Delta t$ [s]	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
$T = \frac{t_{sr}}{n}$ [s]	0.434	0.580	0.714	0.760	0.854
	0.43	0.58	0.71	0.76	0.85
$T^2$ [s <sup>2</sup> ]	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:**

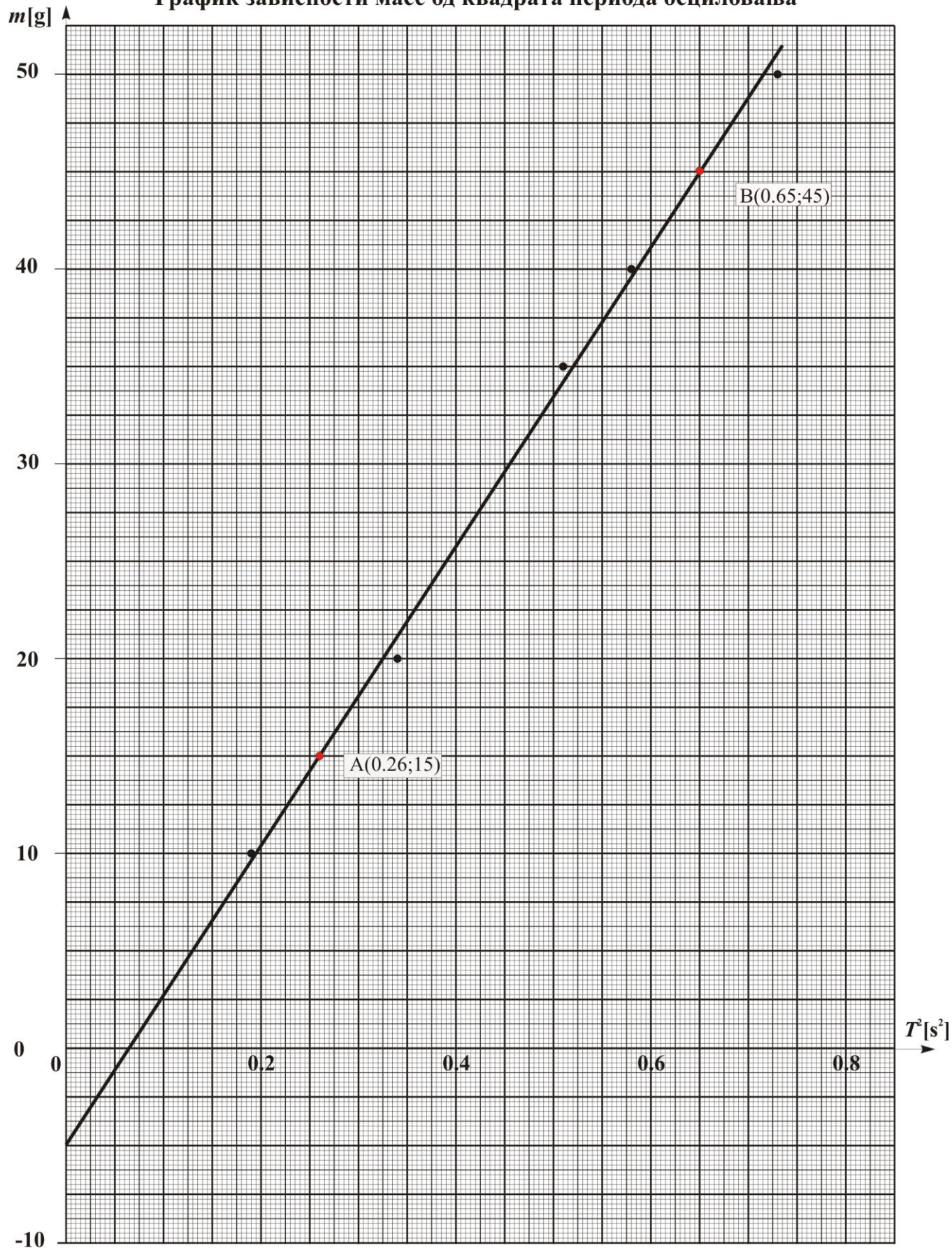
- Лоша размера – за коефицијент правца 50% предвиђених бодова
- Ако нису изабране добре тачке са графика – за тражене величине 50% предвиђених бодова

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

**Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!**



График зависности масе од квадрата периода осциловања





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



График зависности квадрата периода осциловања од масе

