Гоца Станоје

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ
МИНИСТАРСТВО ЗА ОБРАЗОВАЊЕ И СПОРТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЈЕТЕ И НАУКЕ РЕПУБЛИКЕ ЦРНЕ ГОРЕ
МИНИСТАРСТВО ЗА ПРОСВЕТУ, НАУКУ И КУЛТУРУ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

40. Савезно такмичење из физике
Петровац на мору, 2005.

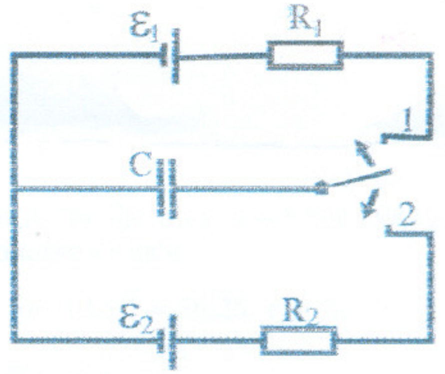
Општа група за основну школу

1. Две једнаке куглице окачене су помоћу неистегљивих непроводних нити у једној тачки. Када су ненаелектрисане, додирују се својим површинама, а ако их наелектришемо једнаким количинама истоимених наелектрисања, оне се одбијају тако да нити међусобно граде неки угао. Ако се овакав систем смести у петролеј ($\varepsilon = 2.1$, $\rho = 800\ \mathrm{kg/m^3}$) угао се не мења. Колика је густина материјала од којег су направљене куглице?

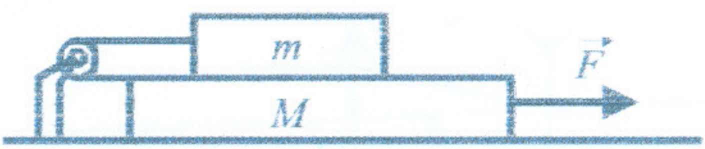
2. Двоглед (оптички уређај који служи за посматрање удаљених предмета) се састоји од објектива жижне даљине $f_1 = 10\ \mathrm{cm}$ и окулара жижне даљине $f_2 = -\ 4\ \mathrm{cm}$.
   - А) Нађите растојање између објектива и окулара ако се посматра удаљени предмет оком акомодираним (прилагођеним) у бесконачност
   - Б) За колико и у ком смеру треба померити окулар ако је око акомодирано на минималну даљину јасног вида $d = 25\ \mathrm{cm}$?

   Приликом посматрања помоћу двогледа око посматрача се налази приближно у жижи објектива.

3. Преклопник у шеми на слици се много пута у једној секунди пребацује из положаја 1 у положај 2 и обратно. То подразумева да је време "боравка" у стању 1, а такође и у стању 2 веома кратко но једнаке је дужине у оба стања. Количином количином наелектрисања се наелектрише кондензатор после довољно дугог времена, тј. после великог броја понављања пребацивања преколопника? $C = 1\ \mu\mathrm{F}$, $\varepsilon_1 = 18\ \mathrm{V}$, $\varepsilon_2 = 20\ \mathrm{V}$, $R_1 = 10\ \mathrm{k\Omega}$, $R_2 = 12\ \mathrm{k\Omega}$.



4. На глатком хоризонталном столу лежи тело масе $M = 2$ kg , а преко њега тело масе $m = 1$ kg. Оба тела су спојена неистегљивом нити (као на слици). Којом силом F треба вући ниже тело да би се оно почело кретати константним убрзањем $a = g/2$. Коефицијент трења између тела M и m је μ=0.5. Трење између тела масе M и стола занемарити.



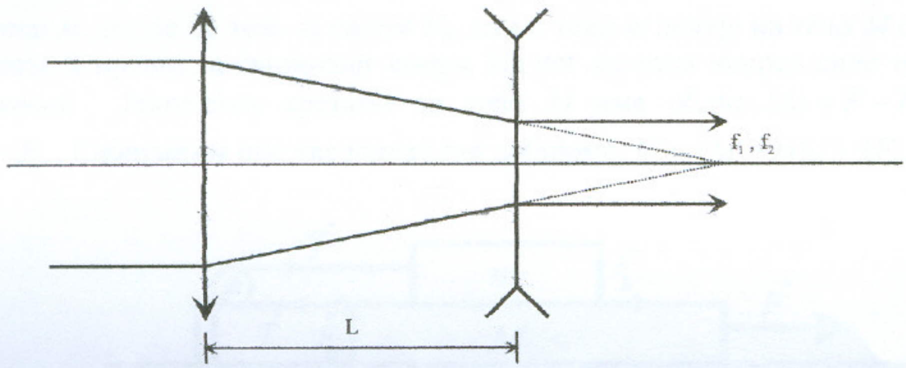
Напомена: Детаљно писати сваки корак приликом решавања задатака (без „подразумевања")!

Свим такмичарима желимо успешан рад!

Решења задатака за Општу групу за основну школу

1. Из сличности троуглова добијамо: $\frac{F_c^{'}}{mg} = \frac{F_c^{''}}{mg - F_p}$ Уврштавајући одговарајуће изразе следи: $\frac{k\frac{q^2}{x^2}}{\frac{4}{3}r^3\pi\rho_k} = \frac{k\frac{q^2}{\varepsilon\, x^2}}{\frac{4}{3}r^3\pi(\rho_k-\rho)} \Rightarrow \rho_k = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}\rho$. Уврштавањем бројних вредности добијамо $\rho_k = 1.53\,\mathrm{g/cm^3}$.

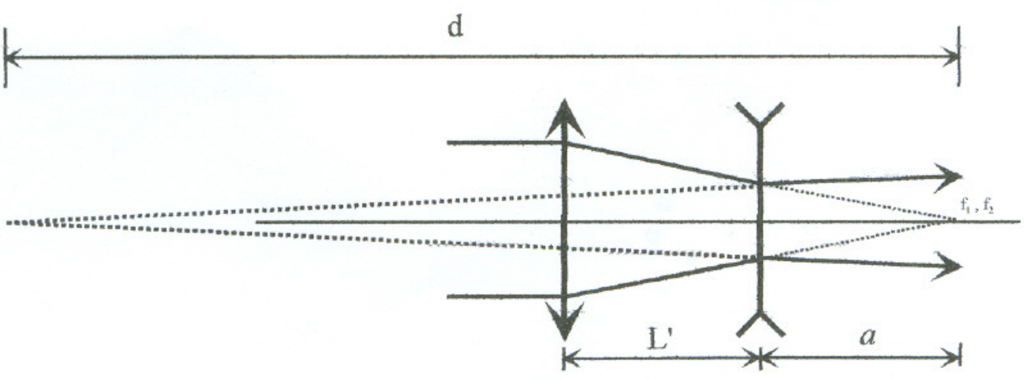
2. А) Ако је око акомодирано у бесконачност онда на њега треба да пада паралелни сноп зрака. Растојање мора бити такво да зраци преломљени кроз објектив падају на окулар тако да њихови продужеци пролазе кроз жижу окулара, тј. жиже окулара и објектива се поклапају.Одавде одмах следи да је $L = f_1 - |f_2| = 6\,\mathrm{cm}$.



Б) У овом случају у око требају да доспевају зраци чији би продужеци стварали лик на растојању $d = 25\,\mathrm{cm}$ од њега. Лик је имагинаран. Имагинаран је такође и предмет тог лика јер се добија у продужетку зрака преломљених кроз објектив. Једначина гласи: $-\frac{1}{a} - \frac{1}{(d-a)} = \frac{1}{f_2}$ тј. после сређивања $a^2 - 25\cdot a + 100 = 0 \Rightarrow (a-12{,}5)^2 = 56{,}25$ где ће a бити добијено у центиметрима. Постоје два решења:

- $a = 20\,\mathrm{cm}$ – није физички могуће јер би се окулар нашао испред објектива
- $a = 5\,\mathrm{cm}$ – што је решење, значи окулар треба приближити објективу за

$\Delta x = 1\,\mathrm{cm}$



3. После многоструког понављања поступка ће се успоставити стационарни режим.

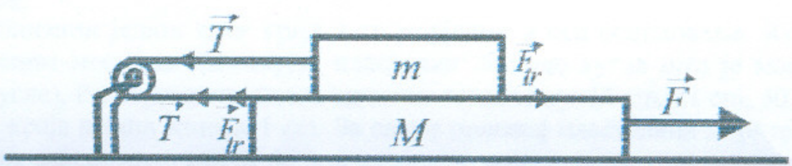
Напон на кондензатору ће бити већи од напона ε_1, а мањи од напона ε_2. Види се да ће се у положају 2 кондензатор допуњавати извесном количином наелектрисања, а у положају 1 ће се празнити истом толиком количином наелектрисања. Дакле важи:

Положај 1: $I_1 = \dfrac{U-\varepsilon_1}{R_1} \Rightarrow \Delta q_1 = I_1 \cdot \tau$ где је U - напон на кондензатору у стационарном режиму, а τ - време боравка у стању 1 односно 2.

Положај 2: $I_2 = \dfrac{\varepsilon_2 - U}{R_2} \Rightarrow \Delta q_2 = I_2 \cdot \tau$

Пошто је $\Delta q_1 = \Delta q_2$ добијамо да је $q = C \cdot U = C\dfrac{R_1\varepsilon_2 + R_2\varepsilon_1}{R_1 + R_2}$. Заменом вредности је $q = 18.9\ \mu\text{C}$.

4. *Први начин:* Резултујућа сила која покреће цео систем је: $F - 2F_{tr} = (M+m)a$. Сила трења је $F_{tr} = \mu m g$. За тражену силу имамо $F = (M+m)a + 2F_{tr} = 25\ \text{N}$. (Према трећем Њутновом закону тело M делује на тело m силом F_{tr}, али и тело m делује на тело M силом F_{tr}, која је истог интензитета и правца, а супротног смера. Из тог разлога испред силе трења стоји фактор 2).
Други начин: Једначина кретања за тело M има облик: $Ma = F - T - F_{tr}$, а за тело m: $ma = T - F_{tr}$. Сабирањем ове две једначине добијамо: $F = (M+m)a + 2F_{tr} = 25\ \text{N}$.



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК

Физичко клатно

Приликом осциловања тела масе m око осе која се налази на растојању d од тежишта, период осциловања T је дат као:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$$

где је I момент инерције тела у односу на ту осу. За разлику од математичког клатна, где се јавља кретање материјалне тачке, тј. тела чија маса није занемарљива али су димензије тог тела занемарљиве у односу на дужину нити о коју је окачена, код физичког клатна се различити делови тог тела крећу различитим брзинама и због тога се у игру уводи горе поменут појам момента инерције.
Дакле, мерењем периода осциловања и познавањем момента инерције и масе тела, могуће је одредити вредност гравитационог убрзања. То је уједно и задатак овог експеримента.

Материјал за извођење експеримента:

- Физичко клатно (дрвени штап дужине $l = 50$ cm)
- Комад пластелина масе једнаке маси штапа
- Хронометар
- Спајалица

Извођење експеримента:
Штап је пробушен у близини једног свог краја а то је уједно и оса осциловања. Комад пластелина лепите око штапа на за то означеним местима. Обликујте пластелин да буде кугла што је могуће мањег пречника (штап пролази кроз центар кугле). Растојања тих места од тачке вешања су: 12 cm, 21 cm, 30 cm, 39 cm, 48 cm. Растојање од осе осциловања до краја штапа износи 1 cm. За сваки положај пластелина мерите период осциловања и то за пет осцилација. Мерење изведите по три пута.

Обрада резултата:
Пошто је ово клатно, систем штап-пластелин (куглу пластелина разматрајте као материјалну тачку), то је укупан момент инерције система дат као (Штајнерова теорема):

$$I = I_0 + m \cdot s^2$$

где је I_0 момент инерције штапа око дате осе, m маса пластелина, а s растојање од центра пластелинске куглице до осе осциловања. (Иста релација важи и у случају када знамо момент инерције тела око неке осе и он је рецимо I_0, а треба нам момент инерције I око неке друге осе која је паралелна претходној. У горе наведеној релацији је тада s растојање између оса, а m маса тела).
На основу наведених израза повежите величине s и T тако да добијете линеарну зависност.

Водите рачуна да како се мења положај пластелина, тако се мења и положај центра масе тј. тежишта система !!!

Резултате представите табеларно.

Задаци:

1. Представити одговарајућу линеарну зависност величина s и T у графичком облику и са графика одредите вредност гравитационог убрзања.
2. Са графика одредите однос $\frac{I_0}{mg}$. Знајући да је за штап који ротира око осе која пролази кроз његово тежиште, а нормална је на њега момент инерције дат као $\frac{1}{12}ml^2$, одредите тј. проверите да ли се рачунски добијена дужина штапа слаже са правом вредношћу. (упутство: примените Штајнерову теорему на сам штап, с тим да је оса око које тражите момент инерције померена у односу на дату за $l/2$).

РЕЗУЛТАТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ЗАДАТКА

Трансформисањем израза за период осциловања добија се:

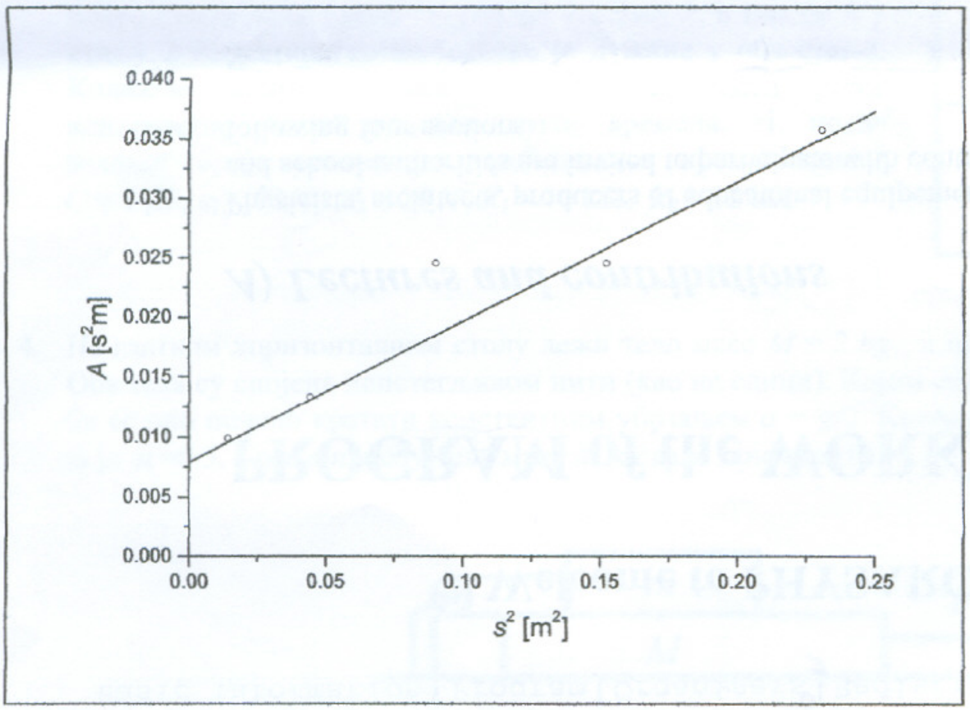
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{2mgd}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{I}{2mgd} \Rightarrow \frac{I}{mg} = \frac{T^2 d}{2\pi^2}$$

Узимајући у обзир Штајнеров став, можемо писати:

$$\frac{I_0}{mg} + \frac{s^2}{g} = \frac{T^2 d}{2\pi^2} \quad A + B \cdot X = Y;\ A = \frac{I_0}{mg},\ B = \frac{1}{g},\ Y = \frac{T^2 d}{2\pi^2}$$

Дакле, ако графички представимо зависност $\frac{T^2 d}{2\pi^2}$ од s^2 добијамо линеарну зависност, с тим што коефицијент правца представља реципрочну вредност гравитационог убрзања.

n	t [s]	T [s]	s [m]	d [m]	A [s^{2}m]	s^2 [m^2]
5	7	1.4	0.48	0.360	0.03575	0.2304
5	6.2	1.24	0.39	0.315	0.02454	0.1521
5	5.8	1.16	0.30	0.270	0.02454	0.09
5	5.4	1.08	0.21	0.225	0.0133	0.0441
5	5.2	1.04	0.12	0.180	0.00986	0.0144



Коефицијент правца износи:

$B = 0.1176$ s^2/m

Вредност гравитационог убрзања износи:

$g = 1/B = 8.5$ m/s^2

Из пресека праве са Y-осом добијамо $A = 0.0079\,\mathrm{ms}^2$

Штајнерова теорема примењена на овај случај је: $I = \frac{1}{12}ml^2 + m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1}{3}ml^2$, те рачунски добијена вредност за дужину штапа износи $l = 45$ cm што је задовољавајући резултат.