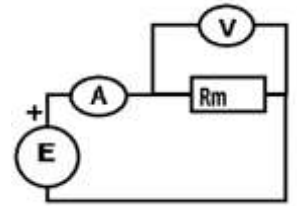


IX РАЗРЕД

1. Шема приказана на слици, користи се за мјерење непознате опорности R_m . Састоји се од извора E , амперметра који показује измјерену вриједност 1 A , и волтметра који показује измјерену вриједност 10 V . Колика је вриједност непознате опорности ако су и амперметар и волтметар идеални?

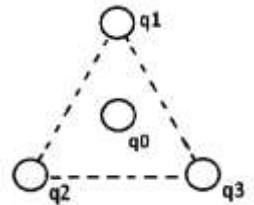


У пракси, често ни амперметар ни волтметар нису идеални, што утиче на резултате мјерења. Уколико желимо да тестирамо исправност рада уређаја, користићемо познату опорност и посматрати вриједности мјерних инструмената.

Отпорност амперметра је $R_A = 1\ \Omega$, отпорност волтметра је $R_V = 1\text{ k}\Omega$, а познатна нам је и отпорност $R_m = 9.95\ \Omega$. Амперметар показују 0.92 A . Колику вриједност ће тада показивати волтметар и колика је у том случају релативна грешка мјерења?

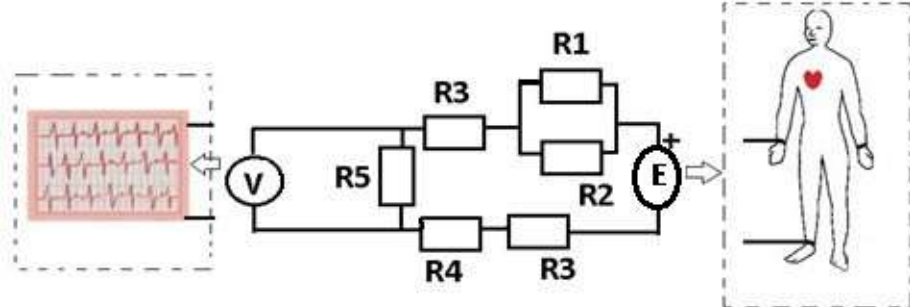
2. Тијело које осцилује у једном минути направи 15 осцилација. Колико је најмање времена потребно од почетка осциловања да тијело стигне најдаље од равнотежног положаја? Ако је амплитуда осциловања 5 mm , колики пут тијело пређе за 15 минута?

3. Три наелектрисања, $q_1 = 0,2\ \mu\text{C}$, $q_2 = q_3 = -200\text{ nC}$, налазе се у тјеменима једнакостраничног троугла, странице $a = 10\text{ cm}$. Колика сила дјелује на наелектрисање $q_0 = 100\text{ nC}$, које се налази у центру троугла, и његова маса је $m = 10\text{ mg}$? Колика је убрзање наелектрисања из центра троугла у тренутку када оно напусти површину троугла? $k = 9 \cdot 10^9\text{ Nm}^2/\text{C}^2$



4. У неким земљама у области Сахаре, проблем водоснабдијевања још увијек не може бити ријешен. Бројни су становници који свакодневно ручно добављају воду, са оближњег извора. Један такав становник је приказан на слици. Ако је маса воде у једном ћупу $m_1 = 5\text{ kg}$, и ако су позната растојања $a = 0.4\text{ m}$ и $b = 0.6\text{ m}$, одредите колика је маса воде, m_2 у другом ћупу. Колика је сила коју становник осјећа на свом зглобу, на врату, док носи воду? $g = 9.81\text{ m/s}^2$

5. Електрокардиограм (ЕКГ) је снимак рада срца. Користе га лекари, да би утврдили да ли наше срце исправно ради. Приликом снимања, пацијент је прикључен проводним жицама, занемарљиве отпорности, на уређај, који се састоји од идеалног волтметра, и екрана, на коме лекар прати ЕКГ сигнал. Да би објаснили рад овог уређаја, поједностављено, представићемо срце као идеални напонски генератор напона E . Тако пацијент и уређај, заједно чине једно затворено струјно коло. Додатно на снимање утичу и отпорности знојних и лојних ћелија, $R_1 = 0.2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 0.1\text{ k}\Omega$, епителних ћелија, $R_3 = 0.05\text{ k}\Omega$, као и отпорност мртвих ћелија коже, $R_4 = 0.83\text{ k}\Omega$, слика. Сматрамо да остатак тијела има отпорност $R_5 = 0.9\text{ k}\Omega$. Ако је на ЕКГ екрану, приказано да је измјерени напон $V = 0.2\text{ V}$, колико износи струја која у том тренутку тече кроз пацијента. Да ли је опасно изложити пацијента струји оволике јачине? Колика је стварна вриједност напона на срцу?



РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА IX РАЗРЕД

1. У случају када су амперметар и волметар идеални, вриједност непознате отпорности је $R_m = U_{voltmetra}/I_{ampermetra} = 10V/1A = 10 \Omega$.

У случају када амперметар и волтметар нису идеални, због тога што отпорност волтметра није бесконачна, дио струје тече и кроз њега. Струја коју мјери амперметар дијели се на струју која тече кроз грану са волтметром и струју која протиче кроз отпорник. За коло важе следеће једначине:

$$I_a = I_v + I_m,$$

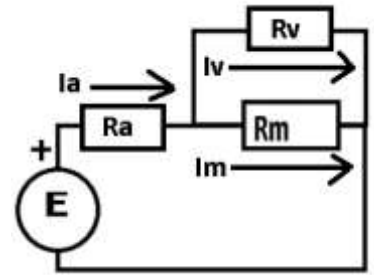
$$U_v = U_{r_m}, I_v R_v = I_m R_m, I_v = (R_m/R_v)I_m,$$

$$I_a = I_m + (R_m/R_v)I_m$$

$$I_m = (R_v/(R_v + R_m))I_a = 0.91 A$$

$$U_v = I_m * R_m = 9.05 V$$

Стварна вриједност отпорника је $R'_m = 9.95 \Omega$, а процијењена вриједност је $R''_m = U_{voltmetra}/I_{ampermetra} = 9.05 V / 0.92 A = 9.84 \Omega$. Релативна грешка је $\delta = (R'_m - R''_m)/R'_m = 0.11/9.95 * 100\% \approx 1\%$.



2. Период осциловања тијела је $T = 1 \text{ min}/15 = 60 \text{ s}/15 = 4 \text{ s}$. Од почетка осциловања до најудаљенијег положаја потребно је $t = T/4 = 1 \text{ s}$. За 15 минута тијело направи $15 * 15$ осцилације, а у свакој од њих пређе пут $4 * \text{амплитуда}$, укупан пут је $s = 15 * 15 * 4 * 5 \text{ mm} = 4500 \text{ mm} = 4.5 \text{ m}$

3. Силе које дјелују на наелектрисање q_0 су једнаке $F_1 = F_2 = F_3$ јер су сва три наелектрисања на тјеменима троугла једнака ($0,2\mu\text{C} = 200\text{nC}$) као и њихова растојања d од наелектрисања q_0 .

$$F_1 = F_2 = F_3 = k * q_2 * q_0/d^2 = 54 \text{ mN}$$

Гдје је $d = 2/3 * h = 2/3 * a\sqrt{3}/2 = 5.774 \text{ cm}$.

Силе F_2 и F_3 разлажемо на хоризонталне и вертикалне компоненте. Њихове хоризонталне силе имају исти правац и интензитет, али супротан смјер и оне се крате. Остају само вертикалне компоненте.

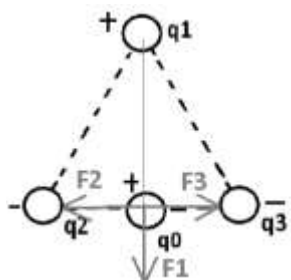
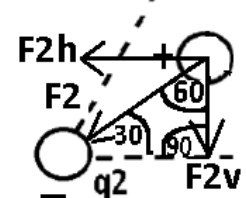
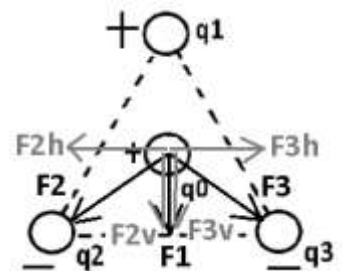
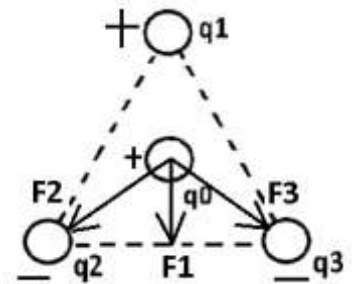
$$F_{2v} = F_{3v} = F_2/2 = 27 \text{ mN}$$

$$F_{2h} = F_{3h} = F_2\sqrt{3}/2$$

$$F_{rez} = 2 * F_{2v} + F_1 = F_2 + F_1 = 108 \text{ mN}$$

Дакле, на куглицу у центру у почетном тренутку дјелује резултујућа сила усмјерена вертикално на доле, те она почиње да се креће.

У тренутку непосредно прије напуштања површине троугла:

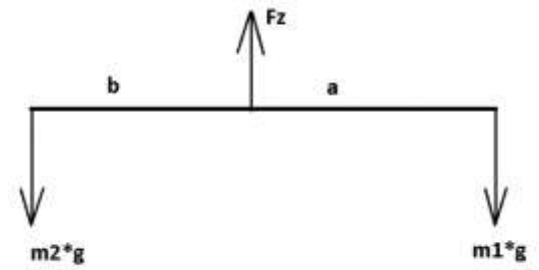


Силе F_2 и F_3 се крате, остаје само сила F_1 . Она сада има интензитет $F_1 = k * q_1 * q_0/d^2 = 24 \text{ mN}$

Гдје је $d = h = a\sqrt{3}/2 = 8.66 \text{ cm}$

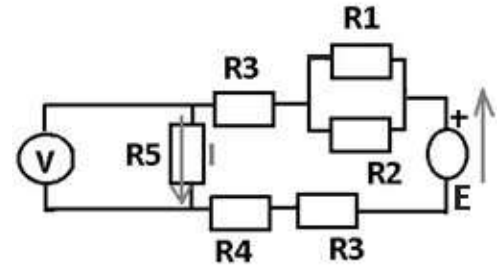
Убрзање куглице је $a = F_1/m = 24\text{mN}/10\text{mg} = 2.4\text{m/s}^2$.

4. Из услова равнотеже у основу на зглоб $m_2gb = m_1ga$,
 $m_2 = m_1a/b = 3.33kg$.
 Сума свих сила на штапу мора бити једнака 0 ,
 $F_z = m_1g + m_2g = 81.72N$.



5. Вриједност струје кроз пацијента је $I = U_{voltmetra}/R_5 = 0.2V/0.9k = 0.222mA$. Струја оволике јачине није опасна за пацијента (неће је ни осјетити).

Шема са слике се може поједностављено представити својом еквивалентном шемом. Кроз грану са идеалним волтметром не тече струја, па коло можемо представити и без ње . Остаје нам коло са отпорницима, чија је еквивалентна вриједност : $R_e = R_{12} + R_3 + R_5 + R_4 + R_3 = 1.897k\Omega$, гдје је $R_{12} = R_1R_2/(R_1 + R_2) = 0.067k\Omega$.



Стварна вриједност напона на срцу је $E = I * R_e = 0.222mA * 1.897k\Omega = 0.42V$.

