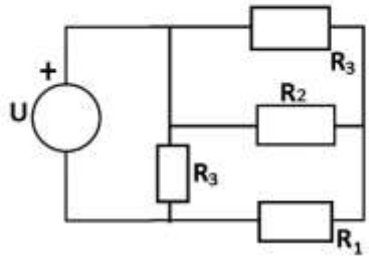
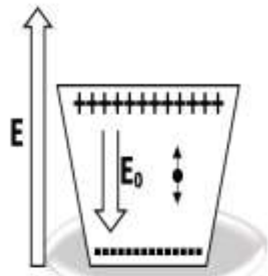
25. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (15. мај 2021)

IX РАЗРЕД

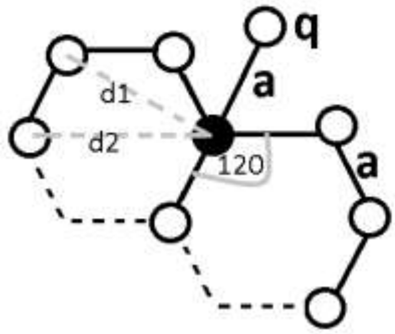
1. За вријеме кризне ситуације изазване вирусом *Ковид 19*, фармацеутске куће морале су да раде даноноћно. Ланци апотека широм свијета морали су бити снабдјевани медицинском опремом и лијековима. Многе биолошке и фармацеутске лабораторије почеле су да производе нове лијекове за помоћ обољелима, али и за превенцију од добијања вируса. Посматрајмо шта се дешава у једној таквој лабораторији.
Главни састојак напитка је 85 % раствор воде и витамина C, D и B. Да би се поспјешиле одређене хемијске реакције у овом раствору, потребно га је загријати до 97 ℃ . Почетна температура раствора је собна температура 18 ℃, а раствор се загријава на рингли $R_2 = 80\,\Omega$ приказаној на слици. У колу је познато да је $U = 220\,V, R_1 = 20\,\Omega$ и $R_3 = 110\,\Omega$. Запремина раствора који загријавамо је $V = 0.3\,dm^3$, његова густина $\rho_0 = 1190 kg/m^2$ и топлотна капацитивност $c = 4580\,J/kgK$. Колико времена је потребно за загријавање? Сматрати да нема губитака у колу.



2. Непосредно након загријавања, ако се раствор одмах не склони са вреле рингле, долази до његовог кључања, а на површини се јављају мјехурићи. Оно што није видљиво голим оком јесте да се мјехурићи формирају на самом дну посуде, затим се крећу од дна до врха, и на самом врху ако имају запремину бар $v_{min} = 0.3\,cm^3$, експлодирају. Мјехурићи су испуњени кисеоником густине $\rho = 1429\,kg/m^2$, и због разлике у густини, раствор их гура навише на површину, као да на њих дјелује константна сила $F = 0.2\,mN$ усмјерена вертикално навише. Дубина посуде је $L = 17\,cm$. Самтрамо да се сваких $\Delta t = 0.5\,s$, запремина мјехурића повећа за 10% . Колика је минимална запремина мјехурића који се формира на дну, а да он може експлодирати на површини?
3. При високим температурама наелектрисане честице се крећу знатно лакше него када су температуре ниже. Након загријавања напитак се уноси у спољашње хомогено електрично поље, под чијим утицајем почиње кретање јона витамина, и то тако да се позитивни јони крећу на горе, а негативни на доле. Посматра се молекул витамина B масе m, наелектрисања q . Кренуо је са дна посуде, без почетне брзине и стигао је до врха, постигавши брзину V. Одредити разлику потенцијала почетне и крајње тачке кретања молекула.



4. Након довољно дуго времена, непосредно поред површине воде сконцентрисана су позитивна наелектрисања, а на самом дну негативна наелектрисања молекула раствора. Овако распоређена наелектрисања и сама стварају електрично поље E_0 , поништавајући спољашње поље E. Међутим, јони различитих протеина међусобно реагују, те и ово утиче на електрично поље у самом раствору. Овакве промјене електричног поља, доводе до благих осцилација молекула унутар раствора. Молекули јона иду горе доле око централног положаја. Током једног минута молекул је 15 пута прошао кроз равнотежни положај, при чему се рачуна и пролазак молекула кроз равнотежни положај у почетном тренутку као први пролазак. Колика је учестаност и колики је период његових осцилација? Ако је амплитуда осциловања $d = 0.1\,mm$, колики пут молекул пређе током једног периода осцилација, а колики током једног минута ?
5. Након изношења из електричног поља, а захваљујући осцилацијама које су се дешавале, молекули раствора се слажу у необичне облике, кристалне решетке. Напитак је готов. У таквом положају молекула, раствор може лако да ослободи активна једињења и побољша рад имуног система пацијента који га користи. Један дио кристалне решетке дата је на слици. Познато је да су сви молекули на слици исти, наелектрисања $q = 8\,nC$ и да су растојања означена на слици $a = 0.1 cm$ $d_1 = a\sqrt{3}$ $d_2 = 2a$. Одредити резултујућу силу која дјелује на наелектрисање у средини.
$k = 9 * 10^9 Nm^2C^{-2}$



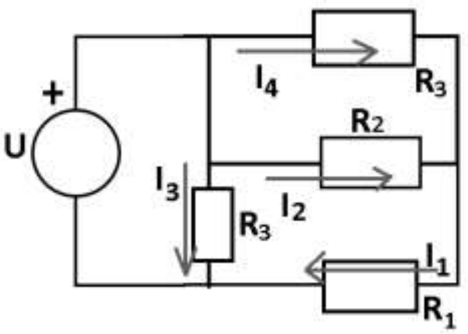
Задатке припремила: *Јелена Лазић* Рецензент: *Милко Бабић*

26. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛАРЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (3. април 2021)

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА IX РАЗРЕД

1. **I начин**

На основу другог Кирхофовог закона имамо да је:



$$U = I_3R_3$$

$I_3 = U/R_3 = 2\ A$

За остатак кола на основу Кирхофових закона имамо:

$$I_2 + I_4 = I_1$$
$$I_2R_2 = I_4R_3$$
$$I_3R_3 = I_2R_2 + I_1R_1$$

Рјешавањем једначина добијамо струју кроз отпорник R_2:

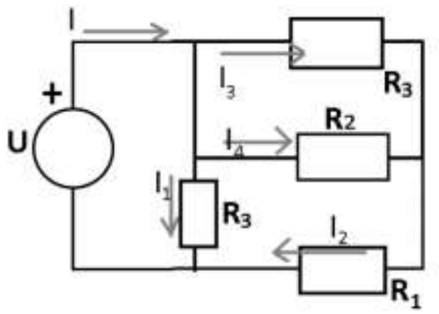
$I_4 = I_2R_2/R_3$

$I_1 = I_2 + I_2R_2/R_3$

$I_3R_3 = U = I_2R_2 + (I_2 + I_2R_2/R_3)R_1 = I_2(R_2 + R_1 + R_1R_2/R_3)$

$I_2 = U/(R_2 + R_1 + R_1R_2/R_3) = 1.92\ A$

II начин



Отпорници R_2и R_3везани су паралелно. Њих можемо замијенити њима еквивалентним отпорником

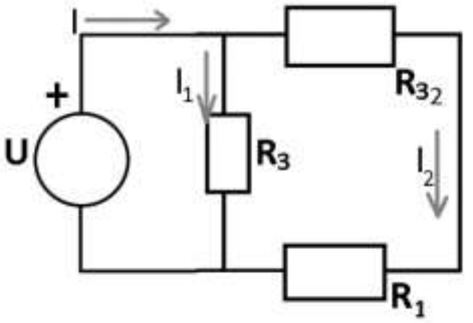
$$R_{32} = R_2R_3/(R_2 + R_3) = 46{,}32\ \Omega$$

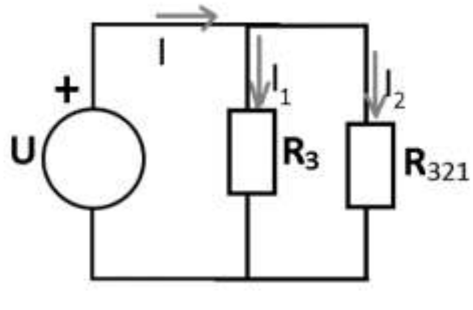
Отпорници R_{32} и R_1 везани су редно и могу се замијенити еквивалентним отпорником

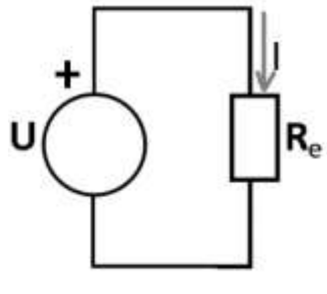
$$R_{321} = R_{32} + R_1 = 66{,}32\ \Omega$$

Отпорници R_3 и R_{321} веазани су паралелно и могу се замијенити еквивалентним отпорником

$$R_e = R_3R_{321}/(R_3 + R_{321}) = 41{,}37\ \Omega$$







Свођењем кола на простије можемо одредити струје које теку кроз отпорнике.

$$I = U/R_e = 5{,}32\ A$$

На основу паралелне везе $I_1R_3 = I_2R_{321}I = I_1 + I_2$ имамо да је $I_2 = R_3/(R_3 + R_{321})I = 3.32\ A$

На основу паралелне везе $I_3R_3 = I_4R_2$, $I_2 = I_3 + I_4$ имамо да је $I_4 = R_3/(R_3 + R_2)I_2 = 1.92\ A$

Снага која се ослобађа на отпорнику R_2троши се на загријавање воде: $mc\Delta T = R_2I_{R2}^2t$

Гдје је $m = \rho V$. Потребно вријеме је: $t = \rho Vc\Delta T/R_2I_{R2}^2 = 438\ s = 7.3\ min.$

2. У случају да је запремина мјехурића на површини $v_{min} = 0.3\ cm^3$ његова маса би била $m = \rho V_{min} = 0.427g$,а убрзање $a = F/m = 0.468 m/s^2$. Пут дужине Lпрелазе за $t = \sqrt{(}2L/a) = 0.853\ s$. Дакле, оваква куглица бар једном би се повећала. Куглица која се само једном повећа на путу до врха, мора имати почетну запремину бар $V_0 1.1 = V_{min}$

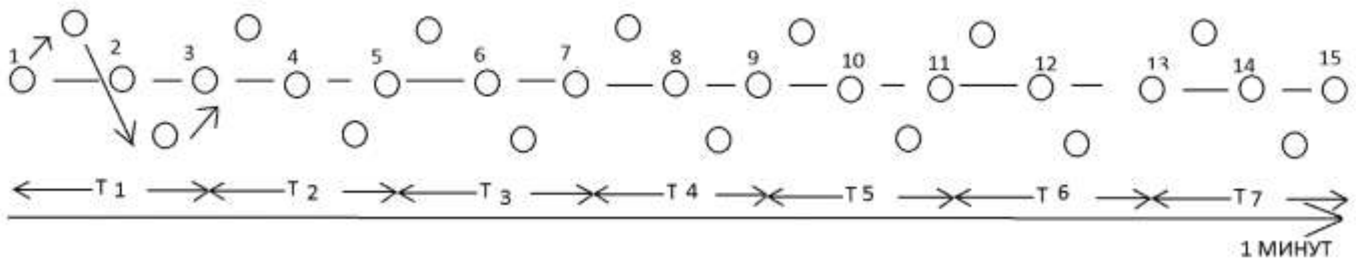
$V_0 = V_{min}/1.1 = 0.28cm^3$и масу $m = \rho V_0 = 0.4g$. Почено убрзање куглице је $a = F/m = 0.5\ m/s^2$. За првих $\Delta t = 0.5\ s$ куглица пређе растојање

$l = a\Delta t^2/2 = 0.0625\ m = 6.25\ cm.$(. Затим се повећа запремина куглице на $v_{min} =$

$0.3\ cm^3$. Затим се повећа запремина куглице на $v_{min} = 0.3\ cm^3$, и убрзање опадне на $a = 0.467 m/s^2$,

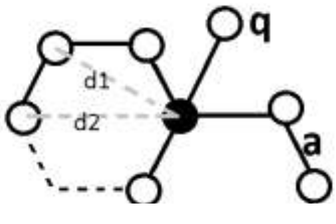
као што је раније израчунато. Куглице је до врха потребно још $t = \sqrt{(2(L-l)/a)} = 0.68\ s$. Дакле, куглица би морала још једном да се повећа.
У случају да претпоставимо да је запремина куглице два пута повећавана $V_0 1.1 * 1.1 = V_{min}$,
$V_0 = V_{min}/1.21 = 0.25 cm^3$, $m_0 = \rho V_0 = 0.357 g$. Почетно убрзање куглице је $a = F/m = 0.56\ m/s^2$. За првих $\Delta t = 0.5\ s$ куглица пређе растојање $l = a\Delta t^2/2 = 0.07 m = 7 cm$.
Затим се повећа запремина куглице а самим тим и маса на $m_1 = \rho V_0 1.1 = 0.4 g$ а убрзање постаје $a = 0.5 m/s^2$. За наредних Δt куглица ће прећи $l_1 = a\Delta t^2/2 = 0.0625 m = 6.25 cm$. Након чега јој се повећа запремина на V_{min} којој одговара на $a = 0.467 m/s^2$, те јојтреба још $t = \sqrt{(2(L - l - l\_1)/a)} = 0.4\ s < \Delta t$.
Минимална почетна запремина је $0.25 cm^3$.

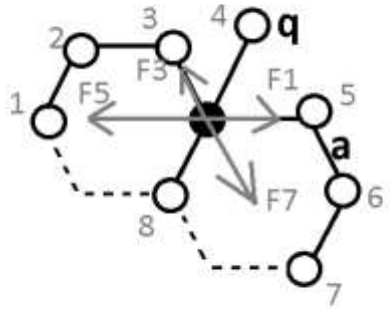
3. Кинетичка енергија молекула на почетку кретања је 0, јер је почетна брзина кретања једнака 0. Кинетичка енергија молекула на крају кретања је $mV^2/2$. Рад електричног поља је $A = q\Delta\varphi$. Извршени рад утрошен је на повећање кинетичке енергије $q\Delta\varphi = mV^2/2$. На основу тога имамо да је $\Delta\varphi = mV^2/2\ q$.
4.



Молекул креће из равнотежног положаја, достигне амплитуду на једну страну, врати се кроз равнотежни положај, достигне амплитуду на другој страни и врати се у равнотежни положај. То је једна читава осцилација, и молекулу је потрербан један период осциловања да је изврши. Ако је молекул за један минут прошао 15 пута кроз равнотежни положај рачунајући и почетни положај, он је направио 7 пуних осцилација, па је његов период осциловања $T = 1/7$ минута $= 60/7\ s$. Учестаност осцилација је $f = 1/T = 7/60\ Hz$.
Током једног периода осциловања, молекул из равнотежног положаја оде до амплитудског, врати се у равнотежу, оде у амплитудски положај на другој страни и врати се у равнотежни положај. Дакле, током једног периода молекул пређе растојање $s = 4d = 0.4\ mm$.
Током једног минута молекул направи 7 пуних осцилација и у свакој пређе пут $4d$, те је укупан пређени пут $7 * 4 * d = 2.8\ mm$.
Напомена: молекул се нигдје не креће, он прелази 2.8 mm крећући се горе доле у једном мјесту.

5. $d_1 = a\sqrt{3} = 0.173\ cm d_2 = 2a = 0.2\ cm$
Нумеришемо молекуле на самом почетку.
У читавом систему дјелују једино Кулонове силе, које потичу од наелектрисања.
Видимо да се молекули нумерисани као 4 и 8 налазе на истој правој, подједнако удаљени од централног молекула. С обзиром да су ова два молекула идентична, имају иста наелектрисања, силе између ових молекула и централног молекула имаће исти интензитет и правац алли супротан смјер. Ове двије силе ће се поништити.
Аналогно, силе које потичу од наелектрисања означених са 2 и 6. Због симетрије њихова растојања су иста, једнака су им наелектрисања, и њихове силе су истог интензитета и правца, али супротног смјера.
Остају силе које потичу од наелектрисања 1, 3, 5 и 7. Ове силе означене су на слици.
Њихови интензитети су редом:





$$F_1 = F_7 = kq^2/d_2^2 = kq^2/4a^2 = 0.144\ N$$

$$F_3 = F_5 = kq^2/a^2 = 0.576\ N$$

Пронађемо резултујуће силе за F_1и F_5, и F_3 и F_7:

$F_{1_5} = F_{3_7} = 3kq^2/4a^2 = 0.432\ N$

Ове двије силе дјелују међусобно под углом од 120°. Разлажемо их на нормалне компоненте. Добијамо силе F' које се међусобно крате, јер имају исти правац и интензитет али супротан смјер, и силе $F'' = F_{3_7}/2 = F_{1_5}/2$ које се сабирају и дају резултујућу силу$F_{rez} = 2F'' = 2 * F_{3_7}/2 = F_{3_7} = 0.432\ N$.