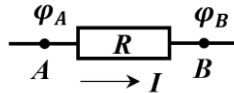


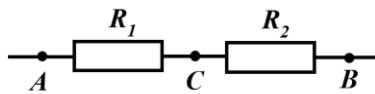
10 сынып

Есеп 1. Түйінді потенциалдар әдісі (10,0 ұпай)

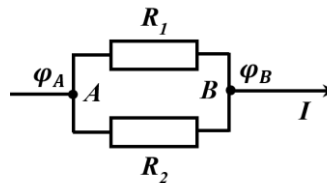
Электрлік тізбектер теориясын құрудың бастауында, үлкен потенциалдан кішіге қарай ағатын қандай-да бір сұйықты электрлік ток деп есептеген. Кедергісі R резистор арқылы ағып өтетін, күші I болатын электрлік токты қарастырайық. Осы кезде резисторда $U = \varphi_A - \varphi_B$ потенциалдар айырымы туындайды, яғни электрлік ток потенциалдың φ_A үлкен мәнінен φ_B кіші потенциалға қарай ағып өтеді.



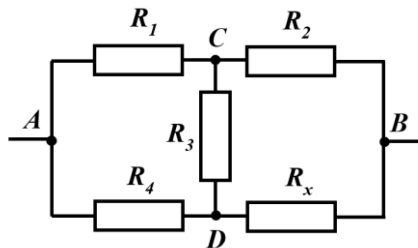
3.1 Төменгі суретте келтірілген сұлбада, резисторлардың кедергілері $R_1 = 1$ Ом және $R_2 = 2$ Ом, осы кезде A және B нүктелерінің потенциалдары белгілі және сәйкесінше $\varphi_A = 4,5$ В және $\varphi_B = 1,5$ В. C нүктесінің φ_C потенциалын есептеңіз.



3.2 Төменгі суретте келтірілген сұлбада, резисторлардың кедергілері $R_1 = 1$ Ом және $R_2 = 2$ Ом, осы кезде A нүктесінің потенциалы $\varphi_A = 1,5$ В екені белгілі және тізбектегі толық ток $I = 3$ А. B нүктесінің φ_B потенциалын есептеңіз.



3.3 Төменгі суретте келтірілген сұлбада, резисторлардың кедергілері белгілі және олар $R_1 = r, R_2 = 2r, R_3 = 3r, R_4 = 4r$, ал R_x резисторының кедергісі өзгере алады.

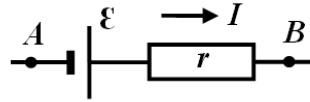


а) $\varphi_A = 4,5$ В және $\varphi_B = 1,5$ В, ал $R_x = r$ болсын. C және D нүктелерінің потенциалдарын есептеңіз.

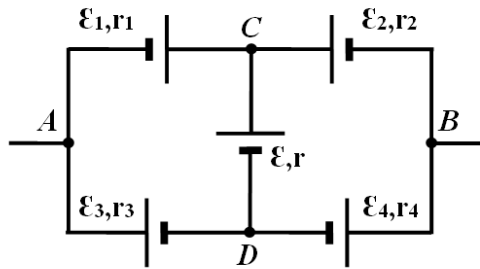
б) A және B нүктелерінің арасындағы тізбектің R_{AB} толық кедергісінің, 0 -ден $10r$ -ға дейінгі интервалда өзгертін R_x кедергісі шамасының функциясы ретінде тәуелділік графигін тұрғызыңыз.

Тұйықталған электрлік тізбек бойында, потенциал барлық уақытта электрлік токтың ағу бағытымен түсе бермейтіні анық. Оны арттыру үшін кернеу көздері қолданылады.

3.4 Потенциалдар айырымын \mathcal{E} шамасына арттыратын, ішкі кедергісі r болатын кернеу көзін қарастырайық. \mathcal{E} шамасы кернеу көзінің электрқозғаушы күші деп аталады немесе жай ғана э.к.к. Төменгі суретте келтірілген қосылу кезінде, кернеу көзінің \mathcal{E} э.к.к. мен оның r ішкі кедергісінің, және де φ_A және φ_B потенциалдарының, сондай-ақ ағып өтетін I ток күшінің арасындағы байланысты табыңыз.

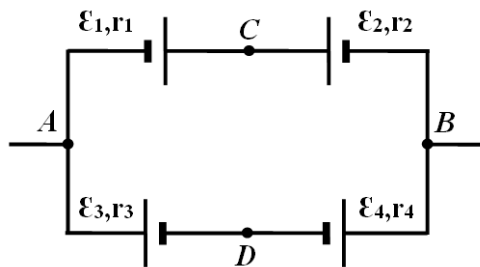


3.5 Төменгі суретте келтірілген сұлбада, э.к.к. ε және ішкі кедергісі r болатын кернеу көзі арқылы өтетін ток күші не φ_A потенциалда, не φ_B потенциалдан тәуелді емес. Қандай шарт орындалғанда осы жағдай орын алуы мүмкін? Сұлбадаға барлық кернеу көздерінің параметрлерін белгілі деп есептеңіз.



3.6 Жоғарыдағы суретте келтірілген сұлбада келесі параметрлер белгілі: $\varphi_A = 4,5$ В, $\varphi_B = 1,5$ В, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_4 = \varepsilon = 1$ В, $r_1 = r$, $r_2 = 2r$, $r_3 = 3r$, $r_4 = 4r$. C және D нүктелерінің потенциалдарын есептеңіз.

3.7 Төменгі суретте келтірілген сұлбада, элементтің параметрлері, сондай-ақ A және B нүктелерінің потенциалдары белгісіз.



C және D нүктелерінің арасына идеал вольтметр қосқан уақытта $U_0 = 2$ В шамасы алынған, ал дәл осы нүктелер арасына идеал амперметр қосқан уақытта $I_0 = 1$ А шамасы алынған. C және D нүктелерінің арасына кедергісі $R = 4$ Ом болатын резистор қосқан. Ол арқылы өтетін ток шамасын табыңыз.

Есеп 2. Мұздың еруін зерттеу (10,0 ұпай)

Бұл тәжірибелік есепте мұздың таза судағы және қаныққан ас тұзы ерітіндісіндегі еру процесі зерттелетін болады.

Тәжірибелік жабдықтар: 75 мл көлем белгіленген пластик стақан, электрондық термометр, секундомер, сызғыш, 3 мұз кесегі, тұщы су, ас тұзы ерітіндісі, ас тұзы, бір реет қолданылатын тәрелке.

Қажетті анықтамалық мәліметтер:

Судың (және тұз ерітіндісінің) тығыздықтары $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

Мұз тығыздығы $\rho_1 = 0,90 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

Судың меншікті жылу сыйымдылығы $c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$.

Стақандағы су мен қоршаған орта арасындағы жылу алмасу қуаты температуралар айырымына пропорционал деп есептеңіз.

Бөлім 1. Тұщы судағы мұздың еруі.

Есептеулер $t_0 = 18,1^\circ\text{C}$ бөлме температурасында жүргізілген. Бастапқы $\tau = 0$ уақытта бөлме температурасындағы көлемі 75 мл суы бар стақанға массасы шамамен $m_0 \approx 9,0\text{г}$ болатын мұз кесегі салынады. Су температурасының мұздың еру барысындағы уақыттан тәуелділігін өлшеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

1-кесте

№	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{с}$	№	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{с}$
1	18,0	0	11	12,5	133
2	17,5	18	12	12,0	153
3	16,5	26	13	11,5	182
4	16,0	34	14	11,0	212
5	15,5	41	15	10,5	291
6	15,0	50	16	10,2	353
7	14,5	65	17	10,0	397
8	14,0	79	18	9,8	561
9	13,5	96	19	10,9	996
10	13,0	113			

Тапсырма:

- 1.1 Алынған тәуелділіктің графигін тұрғызыңыз.
- 1.2 Уақыттың қандай диапазонында мұздың еруі орын алғандығын көрсетіңіз.
- 1.3 Стақанның қоршаған ортамен жылу алмасуын ескермей, берілген тәжірибелік мәліметтер бойынша мұздың меншікті балку жылуын есептеңіз. Есептеулерде стақандағы су массасы мұз кесегінің массасынан әлдеқайда үлкен деп есептеңіз.

Енді сізге, табылған мұздың меншікті балку жылуының мәнін сыртқы ортамен жылу алмасуды (бүйір қабырғалар, стақан түбі және сұйықтың ашық беті арқылы) ескере отырып нақтылау қажет. Жылу алмасу қуаты стақан мен қоршаған ортаның температураларының айырымына

Сайыстың ұзақтығы 2 сағат/Продолжительность тура 2 часа.

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ДАРЫН»
Республиканская олимпиада. Второй тур, 2020

пропорционал болғандықтан, берілген жылу мөлшері температураның уақыттан тәуелділік графигінде анықталған аудан арқылы өрнектелуі мүмкін.

Тапсырма:

- 1.4 Графигтегі қандай аудан жылуалмасу арқылы берілетін жылу мөлшеріне пропорционал екендігін көрсетіңіз.
1.5 Қоршаған ортамен жылуалмасуды ескере отырып, мұздың меншікті балқу жылуын есептеңіз.

Бөлім 2. Тұз ерітіндісіндегі мұздың еруі.

Мұздың тұз ерітіндісіндегі еруіне қатысты 1-бөлімдегідей кестелік мәліметтер, төменде 2-кестеде келтірілген.

2-кесте. Су температурасының мұздың еру барысындағы уақыттан тәуелділігін өлшеу нәтижелері

№	$t, ^\circ C$	τ, c	№	$t, ^\circ C$	τ, c
1	16,4	0	8	13,0	156
2	16,0	59	9	12,5	189
3	15,5	68	10	12,0	235
4	15,0	74	11	11,5	358
5	14,5	79	12	11,0	561
6	14,0	92	13	10,5	772
7	13,5	117	14	11,0	961

Тапсырма:

- 2.1 Алынған тәуелділіктің графигін тұрғызыңыз.
2.2 Тұзды судағы мұздың меншікті балқу жылуының жуық мәнін есептеңіз (жылуалмасуды ескермеген кезде).

Ескерту: жылуалмасуды ескере отырып меншікті балқу жылуының мәнін нақтылаудың қажеті жоқ.

Бөлім 3. Тұщы және тұзды судағы еру процесін салыстыру.

Задание:

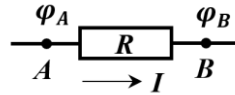
- 3.1 Осы тәжірибелерде, мұздың меншікті балқу жылуын анықтау қателіктеріне әсер ететін негізгі физикалық факторларды көрсетіңіз.
3.2 Сұйықта мұздың еру жылдамдығы неге тәуелді? Тұзды суда мұз тезірек ериді деп тұжырымдауға болады ма?
3.3 Еру процесінің қандай физикалық сипаттамасы, қысқы уақытта жолдардағы көктайғақты жою үшін тұзды қолдануды ақтайды (немесе не үшін жолдарға тұз себеді)?

Сайыстың ұзақтығы 2 сағат/Продолжительность тура 2 часа.

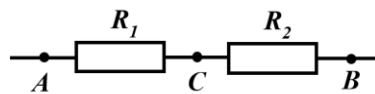
10 класс

Задача 1. Метод узловых потенциалов (10,0 балла)

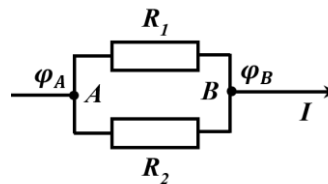
На заре создания теории электрических цепей считалось, что электрический ток представляет собой некую жидкость, текущую от большего потенциала к меньшему. Рассмотрим электрический ток силой I , протекающий через резистор сопротивлением R . При этом на резисторе возникает разность потенциалов $U = \varphi_A - \varphi_B$, то есть электрический ток протекает от значения большего потенциала φ_A к меньшему потенциалу φ_B .



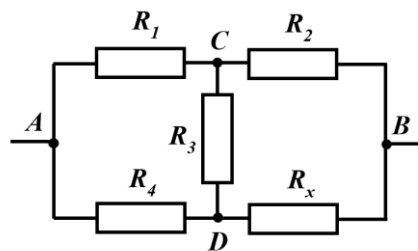
3.1 В схеме, изображенной на рисунке ниже, сопротивления резисторов равны $R_1 = 1$ Ом и $R_2 = 2$ Ом, при этом потенциалы точек A и B известны и равны $\varphi_A = 4,5$ В и $\varphi_B = 1,5$ В соответственно. Рассчитайте потенциал φ_C точки C .



3.2 В схеме, изображенной на рисунке ниже, сопротивления резисторов равны $R_1 = 1$ Ом и $R_2 = 2$ Ом, при этом известен потенциал точки A $\varphi_A = 1,5$ В и полный ток в цепи $I = 3$ А. Рассчитайте потенциал φ_B точки B .



3.3 В схеме, изображенной на рисунке ниже, сопротивления резисторов известны и равны $R_1 = r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 3r$, $R_4 = 4r$, а сопротивление резистора R_x может меняться.

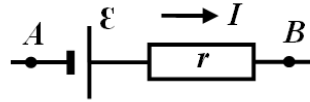


а) Пусть $\varphi_A = 4,5$ В и $\varphi_B = 1,5$ В, а $R_x = r$. Рассчитайте потенциалы точек C и D .

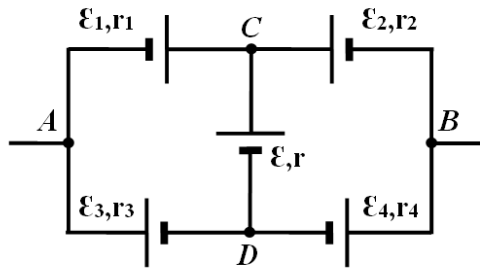
б) Постройте график зависимости полного сопротивления цепи R_{AB} между точками A и B как функцию величины сопротивления R_x , которое меняется в интервале от 0 до $10r$.

Очевидно, что вдоль замкнутой электрической цепи потенциал не может все время падать в направлении протекания электрического тока. Для его повышения используются источники напряжения.

3.4 Рассмотрим источник напряжения, повышающий разность потенциалов на величину \mathcal{E} и имеющий внутреннее сопротивление r . Величина \mathcal{E} называется электродвижущей силой или просто э.д.с. источника. При подключении, изображенном на рисунке ниже, найдите связь между э.д.с. источника \mathcal{E} и его сопротивлением r , потенциалами φ_A и φ_B , а также силой протекающего тока I .

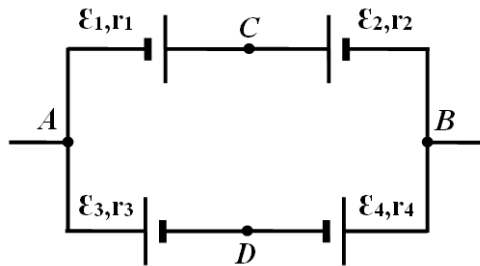


3.5 В схеме, показанной на рисунке ниже, оказалось, что сила тока, протекающего через источник с э.д.с. ε и внутренним сопротивлением r , не зависит ни от потенциала φ_A , ни от потенциала φ_B . При выполнении какого условия это возможно? Параметры всех источников в схеме считайте известными.



3.6 В той же схеме, что и на рисунке выше известны следующие параметры: $\varphi_A = 4,5$ В, $\varphi_B = 1,5$ В, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_4 = \varepsilon = 1$ В, $r_1 = r$, $r_2 = 2r$, $r_3 = 3r$, $r_4 = 4r$. Рассчитайте потенциалы точек C и D .

3.7 В схеме, изображенной на рисунке ниже, параметры элементов, а также потенциалы точек A и B неизвестны.



При подключении идеального вольтметра между точками C и D было получено значение $U_0 = 2$ В, а при подключении между теми же точками идеального амперметра было получено значение $I_0 = 1$ А. Между точками C и D подключили резистор сопротивлением $R = 4$ Ом. Найдите величину протекающего через него тока.

Задача 2. Исследование плавления льда (10,0 баллов)

В данной экспериментальной задаче исследован процесс плавления льда в чистой воде и насыщенном растворе поваренной соли.

Экспериментальное оборудование: пластиковый стаканчик с отметкой объема 75 мл, электронный термометр, секундомер, линейка, 3 куса льда, пресная вода, раствор поваренной соли, соль поваренная, одноразовая тарелка.

Необходимые справочные данные:

Плотность воды (и соляного раствора) $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

Плотность льда $\rho_1 = 0,90 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

Удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$.

Считайте, что мощность теплообмена между водой в стакане и окружающей средой пропорциональна разности их температур.

Часть 1. Плавление льда в пресной воде.

Измерения проводились при комнатной температуре $t_0 = 18,1^\circ\text{C}$. В момент времени $\tau = 0$ в стакан с водой объемом 75 мл при комнатной температуре поместили кусочек льда, примерной массой $m_0 \approx 9,0\text{г}$. Результаты измерений зависимости температуры воды от времени в течение плавления льда приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{с}$	№	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{с}$
1	18,0	0	11	12,5	133
2	17,5	18	12	12,0	153
3	16,5	26	13	11,5	182
4	16,0	34	14	11,0	212
5	15,5	41	15	10,5	291
6	15,0	50	16	10,2	353
7	14,5	65	17	10,0	397
8	14,0	79	18	9,8	561
9	13,5	96	19	10,9	996
10	13,0	113			

Задание:

- 1.1 Постройте график полученной зависимости.
- 1.2 Укажите, в каком временном диапазоне происходило плавление льда.
- 1.3 Пренебрегая теплообменом стакана с окружающей средой, рассчитайте на основании представленных экспериментальных данных удельную теплоту плавления льда. При расчетах можно считать, что масса воды в стакане значительно больше массы кусочка льда.

Теперь вам необходимо уточнить полученное значение удельной теплоты плавления, учитывая теплообмен с окружающей средой (через боковые стенки, дно стакана и свободную поверхность жидкости). Так как мощность теплообмена пропорциональна разности температур стакана и

Сайыстың ұзақтығы 2 сағат/Продолжительность тура 2 часа.

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ДАРЫН»
Республиканская олимпиада. Второй тур, 2020

окружающей среды, то количество переданной теплоты, может быть выражено через определенную площадь на графике зависимости температуры от времени.

Задание:

- 1.4 Укажите, какая площадь на графике пропорциональна количеству переданной теплоты посредством теплообмена.
1.5 Рассчитайте удельную теплоту плавления льда, учитывая теплообмен с окружающей средой.

Часть 2. Плавление льда в растворе соли.

Табличные результаты аналогичные Части 1, для плавления льда в растворе соли, представлены ниже в таблице 2:

Таблица 2. Результаты измерений зависимости температуры воды от времени в течение плавления льда

№	$t, ^\circ\text{C}$	τ, c	№	$t, ^\circ\text{C}$	τ, c
1	16,4	0	8	13,0	156
2	16,0	59	9	12,5	189
3	15,5	68	10	12,0	235
4	15,0	74	11	11,5	358
5	14,5	79	12	11,0	561
6	14,0	92	13	10,5	772
7	13,5	117	14	11,0	961

Задание:

- 2.1 Постройте график полученной зависимости.
2.2 Рассчитайте приближенное значение удельной теплоты плавления льда в соленой воде (если пренебречь теплообменом).

Примечание: уточнять значение удельной теплоты плавления с учетом теплообмена не требуется.

Часть 3. Сравнение процесса плавления в пресной и соленой воде.

Задание:

- 3.1 Укажите основные физические факторы, влияющие на погрешность определения удельной теплоты плавления льда в данных экспериментах.
3.2 От чего зависит скорость плавления льда в жидкости? Можно ли утверждать, что в соленой воде лед плавится быстрее?
3.3 Какая физическая характеристика процесса плавления оправдывает использование соли для устранения гололеда на дорогах в зимнее время (или зачем дороги посыпают солью)?