

**«ДАРЫН» РЕСПУБЛИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ ОРТАЛЫҒЫ**  
**ФИЗИКА ПӘНІ БОЙЫНША РЕСПУБЛИКАЛЫҚ ОЛИМПИАДАНЫҢ ТӨРТІНШІ**  
**(ҚОРЫТЫНДЫ) КЕЗЕҢІ (2022-2023 ОҚУ ЖЫЛЫ)**

**9 сынып, 2 тур**

Жұмыс уақыты: 2 сағат

**«Мұздың балқуы» [15 ұпай]**

Жас экспериментатор Дәулет мұзды таза суда және ас тұзының қаныққан ерітіндісінде балқыту процесін зерттеді.

**Ол келесі құралдар мен жабдықтарды қолданды:** 75 мл көлем мөлшері белгіленген пластик стакан, электронды термометр, секундомер, сызғыш, 3 мұз кесегі, тұщы су, ас тұзының ерітіндісі, ас тұзы, бір рет қолданылатын табақ (тарелка).

! Барлық өлшеулер бөлме температурасында жүргізілді  $t_0 = 18,1^\circ\text{C}$ .

! Дәулет мұздатқыштан шығарған мұз кесектерін қолданды және өлшеу алдында мұздың балқу температурасына дейін қызуына мүмкіндік берді.

**Дәулет келесі анықтамалық деректерді қолданды:**

Су (және тұз ерітіндісінің) тығыздығы  $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$ ;

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

Судың меншікті жылусыйымдылығы  $c = 4.2 \cdot 10^3 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{град})$ .

Стакандағы су мен қоршаған орта арасындағы жылуалмасу қуаты олардың температураларының айырымына пропорционал деп есептеңіз.

**1-Бөлім. Тұщы суда мұздың балқуы.**

Бұл бөлімде Дәулет мұз еріген кезде стакандағы су температурасының уақытқа тәуелділігін өлшеді. Ол үшін ол:

- ыдысқа 75 мл (стакандағы белгі бойынша) бөлме температурасындағы тұщы суды құйды;
- мұздатқыштан мұздың бір бөлігін шығарды;
- мұз мұздатқышта болғандықтан, оның температурасы балқу температурасынан төмен ( $0^\circ\text{C}$ ), сондықтан оны балқу температурасына дейін қыздыру үшін біраз күтті;
- ол қызғанға дейін Дәулет мұздың геометриялық өлшемдерін өлшеді ( $a=20 \text{ мм}$ ,  $b=20 \text{ мм}$ ,  $c=25 \text{ мм}$ );
- стаканға термометрді салды, оған мұзды салып, секундомерді іске қосты;
- стакандағы су температурасының уақытқа тәуелділігін өлшеді; барлық мұз ерігенше өлшеуді жалғастырды, содан кейін судың температурасы көтеріле бастады, судың температурасы шамамен  $1^\circ\text{C}$  -қа көтерілгенге дейін өлшеуді жалғастырды, нәтижесінде келесі кестелік мәліметтер алды.

1-кесте

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

- 1.1 Алынған мұздың көлемі мен массасын есептеңіз.
- 1.2 Алынған тәуелділіктің графигін тұрғызыңыз.
- 1.3 Мұздың қай уақыт аралығында ерігенін көрсетіңіз.
- 1.4 Стаканның қоршаған ортамен жылуалмасуын ескермей, берілген эксперименталдық мәліметтер негізінде мұздың меншікті балқу жылуын есептеңіз. Есептеулерде, стакандағы судың массасы мұз кесегінің массасынан едәуір үлкен деп санауға болады.

Енді сізге қоршаған ортамен жылуалмасуды ескере отырып (бүйір қабырғалары, стаканның түбі және сұйықтықтың бос беті арқылы) алынған мұздың меншікті балқу жылуының мәнін нақтылау керек.

Жылуалмасу қуаты стакан мен қоршаған ортаның температураларының айырымына пропорционал болғандықтан, берілген жылу мөлшері температураның уақытқа тәуелділік графигіндегі белгілі бір аймақ ауданы арқылы анықтала алады.

- 1.5 Графиктегі қандай аудан жылуалмасу арқылы берілген жылу мөлшеріне пропорционал екенін көрсетіңіз.
- 1.6 Қоршаған ортамен жылуалмасуды ескере отырып, мұздың меншікті балқу жылуын есептеңіз.

## **2-Бөлім. Мұздың тұз ерітіндісінде балқуы.**

Дәулет, мұздың тұз ерітіндісінде балқуына қатысты 1-бөлімдегідей өлшеулер мен есептеулер жүргізді және келесі мәліметтерге қол жеткізді.

2-кесте.

№	$t, ^\circ C$	$\tau, c$	№	$t, ^\circ C$	$\tau, c$
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

- 2.1 Алынған тәуелділіктің графигін тұрғызыңыз.
- 2.2 Жылуалмасуды ескермей, тұзды судағы мұздың меншікті балқу жылуының мәнін жуық шамамен анықтаңыз.

## **3-Бөлім. Тұщы және тұзды судағы балқу процесін салыстыру.**

- 3.1 Осы эксперименттерде мұздың меншікті балқу жылуын анықтау қателігіне әсер ететін негізгі физикалық факторларды көрсетіңіз.
- 3.2 Сұйықтықтағы мұздың балқу жылдамдығы неге байланысты? Тұзды суда мұз тезірек ериді деп айтуға бола ма?

**РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ДАРЫН»  
ЧЕТВЕРТЫЙ (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ) ЭТАП РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ОЛИМПИАДЫ  
ПО ПРЕДМЕТУ ФИЗИКА (2022-2023 УЧЕБНЫЙ ГОД)**

**9 класс, 2 тур**

*Время работы: 2 часа*

**«Плавление льда» [15 баллов]**

Юный экспериментатор Даулет исследовал процесс плавления льда в чистой воде и насыщенном растворе поваренной соли.

**Он использовал следующие приборы и принадлежности:** пластиковый стаканчик с отметкой объема 75 мл, электронный термометр, секундомер, линейка, 3 куска льда, пресная вода, раствор поваренной соли, соль поваренная, одноразовая тарелка.

! Все измерения проводились при комнатной температуре  $t_0 = 18,1^\circ\text{C}$ .

! Даулет использовал куски льда, которые он вытаскивал из морозильника и перед измерениями давал льду нагреваться до температуры плавления.

**Справочные данные, которые использовал Даулет, следующие:**

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

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

Удельная теплоемкость воды  $c = 4.2 \cdot 10^3 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{град})$ .

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

**Часть 1. Плавление льда в пресной воде.**

В данной части Даулет измерил зависимость температуры воды в стакане от времени при плавлении льда. Для этого он:

- налил 75 мл (по отметке на стакане) пресной воды при комнатной температуре;
- вытащил из морозильника кусок льда;
- так как лед находился в морозильнике, его температура меньше температуры плавления ( $0^\circ\text{C}$ ), поэтому он немного подождал, чтобы лед нагрелся до температуры плавления;
- пока он нагревался Даулет измерил геометрические размеры льда ( $a=20$  мм,  $b=20$  мм,  $c=25$  мм);
- поместил в стакан термометр, опустил в него лед, запустил секундомер;
- провел измерения зависимости температуры воды в стакане от времени; измерения продолжал до тех пор, пока весь лед не расплавился, после этого температура воды начала повышаться, продолжал измерения до тех пор, пока температура воды не повысилась примерно на  $1^\circ\text{C}$ , в результате получил следующие табличные данные.

Таблица 1

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

- 1.1 Рассчитайте объем и массу полученного кусочка льда.
- 1.2 Постройте график полученной зависимости.
- 1.3 Укажите, в каком временном диапазоне происходило плавление льда.
- 1.4 Пренебрегая теплообменом стакана с окружающей средой, рассчитайте на основании приведенных 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 окружающей среды, то количество переданной теплоты, может быть выражено через определенную площадь на графике зависимости температуры от времени.

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

## **Часть 2. Плавление льда в растворе соли.**

Даулет провел измерения и расчеты, аналогичные Части 1, для плавления льда в растворе соли и получил следующие данные.

Таблица 2.

№	$t, ^\circ C$	$\tau, c$	№	$t, ^\circ C$	$\tau, c$
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

- 2.1 Постройте график полученной зависимости.
- 2.2 Определите приближенное значение удельной теплоты плавления льда в соленой воде, пренебрегая теплообменом.

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

- 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?