

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ
СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ У ДЕТЕЙ И МОЛОДЁЖИ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН «АВРОРА»

«РАССМОТРЕНО»

На заседании экспертного совета
ГАОУ ДО ЦРТ «Аврора»
пр. № 3 от 5.08.20

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

ГАОУ ДО ЦРТ «Аврора»
А.М.Сайгафаров
приказ № АВРОРА
от 6.08.20

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ПРОГРАММА

по предмету «Физика»
(онлайн видеокурсы)

возраст обучающихся 15 – 16 лет

Автор программы
Назаров В.Н. – кандидат
физико-математических наук,
преподаватель ГАОУ ДО Центра
развития талантов «АВРОРА»

Уфа – 2020 год

Оглавление

1. Пояснительная записка 3

2. Учебный план видеокурса 5

Использованная литература 7

Приложение. Краткий конспект онлайн видеоуроков по теме
«Молекулярная физика. Тепловые явления»

1. Пояснительная записка

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Образовательная программа дополнительного образования по физике относится к программам социально-педагогической направленности. Она даёт возможность в пределах процесса обучения физике способствовать адаптации учащихся в современном обществе, расширению кругозора, пополнению знаний в сфере личных интересов. В связи с этим составление образовательной программы онлайн в ГАОУ ДО «Центр Развития Талантов «Аврора» по предмету «физика» является достаточно актуальным.

Онлайн видеокурс по предмету «физика» представляет собой серию видеоуроков длительностью не более 20 минут каждый. После каждого урока даются вопросы в формате тестов и нестандартных (олимпиадных) задач. Для уточнения понимания содержания видеоурока. Всего на курсе 21 онлайн видеоурок: 7 – по разделу «механика», 7 – по разделу «Тепловые явления», 4 – по разделу «Электрические явления» и 3 – по экспериментальным задачам по физике.

1.1. Цель программы:

Создание условий для профориентации и развития общего кругозора учащихся. Цели видеокурса по **физике** следующие:

- понимание обучающимися смысла основных физических законов, явлений и описывающих их физических величин;
- формирование у обучающихся представлений о физической картине мира;
- развитие познавательных интересов и способностей обучающихся.

Эти цели достигаются благодаря решению следующих **задач**:

- знакомство обучающихся с методом научного познания и методами исследования физических явлений;
- овладение общенациональными понятиями: явление природы, эмпирически установленный факт, гипотеза, теоретический вывод, экспериментальная проверка следствий из гипотезы;
- формирование у обучающихся умений наблюдать физические явления, выполнять физические опыты, лабораторные работы и осуществлять простейшие экспериментальные исследования с использованием измерительных приборов, оценивать погрешность проводимых измерений;
- приобретение учащимися знаний о механических, тепловых, электромагнитных явлениях, о физических величинах, характеризующих эти явления.
- понимание учащимися отличий научных данных от непроверенной информации;
- овладение учащимися умениями использовать дополнительные источники информации, в частности, всемирной сети Интернет.

1.2. Объём программы: 21 видеоурок

1.3. Планируемые результаты обучения:

В результате освоения программы слушатель осваивает новые нестандартные подходы к решению физических задач по материалу 7-8 и частично 9 класса; получает полное представление о характере и сложности экспериментальных заданий на региональном уровне.

В результате освоения программы слушатель должен

ЗНАТЬ:

- основные формулы, связывающие изученные в основной школе физические величины;
- понимать причинно-следственные связи между явлениями в ситуациях, описываемых предложенной задачей.

УМЕТЬ:

- правильно использовать единицы измерения физических величин, выражать все единицы используемых величин в СИ;
- правильно оформлять решение задачи в тетради;
- строить мысленную модель ситуации, описанной в задаче;
- сопровождать решение задачи рисунками и чертежами, облегчающими решение;
- выбирать из предложенных физических приборов те, которые необходимы для решения экспериментальной задачи;
- находить приёмы, обеспечивающие минимальную погрешность при выполнении экспериментальных заданий.

ВЛАДЕТЬ:

- основными методами и приёмами анализа технического текста;
- навыками решения задач повышенного уровня сложности.

2. Учебный план видеокурса
Тепловые явления

№	Наименование разделов учебного модуля	Темы на уроке	Распределение учебной нагрузки	
			Теория	Контроль понимания
1.	Нагревание, плавление, кристаллизация	1. Понятие удельной теплоемкости вещества 2. Понятие удельной теплоты плавления вещества 3. Составление уравнения теплового баланса	До 20 мин	3 задания
2.	Нагревание, плавление, кристаллизация	1. Понятие теплоемкости тела 2. Понятие мощности	До 20 мин	2 задания
3.	Нагревание, плавление, парообразование	1. Понятие удельной теплоты парообразования вещества 2. Переохлажденная жидкость	До 20 мин	3 задания
4.	Нагревание, охлаждение, плавление	1. Связь тепловых явлений с механикой 2. Некоторые понятия олимпиадных задач	До 20 мин	1 задание
5.	Задачи муниципального этапа ВОШ	1. Задачи различных муниципальных этапов олимпиады школьников	До 20 мин	3 задания
6.	Задачи регионального этапа ВОШ	1. Понятие давления 2. Закон сохранения энергии	До 20 мин	2 задания

		3. Некоторые задачи региональных этапов олимпиады школьников		
7.	Задачи регионального этапа ВОШ	1. Понятие центр масс системы 2. Анализ графиков 3. Олимпиадные задачи повышенной сложности	До 20 мин	1 задание

Использованная литература

1. Козел С.М., Рашба Э.И., Славатинский С.А. Сборник задач по физике. – М.: Наука, 1987.
2. Лукашик В.И. Физическая олимпиада. – М., Просвещение, 1987.
3. Савченко Н.Е. Решение задач по физике. – М.: Высшая школа 1988.
4. Меледин Г.В. Физика в задачах. – М.: Наука, 1989.
5. Козел С.М. и др. Решение олимпиадных задач по физике. – М.: Школа Пресс, 1999.
6. Валеев В.Г., Екомасов Е.Г., Ниязгулов С.А., Харрасов М.Х. Физические олимпиады школьников.- Уфа, 2000.
7. Екомасов Е.Г. Физические олимпиады школьников высокого уровня. Уфа: РИЦ БашГУ. - 2006.
8. Валеев В.Г., Екомасов Е.Г., Ниязгулов С.А., Харрасов М.Х. Городские олимпиады школьников г. Уфы по физике (1995-2007). - Уфа: РИЦ БашГУ, 2008.
9. Екомасов Е.Г., Назаров В.Н., Ниязгулов С.А. Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике в Республике Башкортостан (2003–2008): Учебное пособие. – Уфа: Изд-во «Диалог», 2008. – 144 с.
10. Екомасов Е.Г., Назаров В.Н., Ниязгулов С.А., Кызыргулов И.Р. Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике в Республике Башкортостан (2003–2012) // Учебное пособие. – Уфа: БашГУ; Стерлитамак: СГПА им. Зайнаб Биишевой, 2012.– 222 с.

Приложение.

Урок 1

Нагревание, плавление, кристаллизация

Задача 1.

Для определения температуры t_1 печи нагретый в ней стальной цилиндр массой $m_1 = 0,3 \text{ кг}$ бросили в медный сосуд (калориметр) массой $m_3 = 0,2 \text{ кг}$, содержащий $m_2 = 1,27 \text{ кг}$ воды при температуре $t_2 = 15^\circ\text{C}$. Температуры воды, цилиндра и медного сосуда сравнялись и стали равными $t = 32^\circ\text{C}$. Определите температуру t_1 печи. Принять удельную теплоемкость воды равной $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$. Удельные теплоемкости стали и меди соответственно $460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$ и $380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$.

Задача 2.

В сосуд, содержащий массу воды $m = 10 \text{ кг}$ при температуре $t = 10^\circ\text{C}$, положили лед, имеющий температуру $t_l = -50^\circ\text{C}$, после чего температура образовавшейся смеси оказалась равной $\theta = -4^\circ\text{C}$. Какая масса m_l была положена в сосуд? Удельная теплоемкость воды $c_1 = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$ и удельная теплоемкость льда $c_2 = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Задача 3.

Смешивают массу $m_1 = 300 \text{ г}$ воды при температуре $t_1 = 10^\circ\text{C}$ и массу $m_2 = 400 \text{ г}$ льда при температуре $t_2 = -20^\circ\text{C}$. Определить установившуюся температуру t смеси. Принять удельную теплоемкость воды равной $c_1 = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$, льда $c_2 = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$, удельную теплоту плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Задачи для самостоятельной работы.

Задача 4.

Латунный сосуд массы $m = 0,2 \text{ кг}$ содержит $m_1 = 0,4 \text{ кг}$ анилина при температуре $t_1 = 10^\circ\text{C}$. В сосуд долили $m_2 = 0,4 \text{ кг}$ анилина, нагретого до температуры $t_2 = 31^\circ\text{C}$. Найти удельную теплоемкость c_a анилина, если в сосуде установилась температура $\theta = 20^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость латуни $c = 400 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$.

Варианты ответов: а) $c_a = 1500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$; б) $c_a = 4100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$;
в) $c_a = 2000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$; г) $c_a = 930 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$

Ответ: в) $c_a = 2000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$.

Задача 5.

В сосуде смешиваются три химически не взаимодействующие жидкости, имеющие массы $m_1 = 1 \text{ кг}$, $m_2 = 10 \text{ кг}$, $m_3 = 5 \text{ кг}$, температуры $t_1 = 6^\circ\text{C}$, $t_2 = -40^\circ\text{C}$, $t_3 = 60^\circ\text{C}$ и удельные теплоемкости $c_1 = 2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$, $c_2 = 4 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$, $c_3 = 2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$. Найти температуру θ смеси.

Варианты ответов: а) -19°C ; б) 0°C ; в) -25°C ; г) 16°C

Ответ: а) $\theta = -19^\circ\text{C}$.

Задача 6.

Ванну объема $V = 100 \text{ л}$ необходимо заполнить водой, имеющей температуру $\theta = 30^\circ\text{C}$, используя воду с температурой $t = 80^\circ\text{C}$ и лед с температурой $t_l = -20^\circ\text{C}$. Найти массу m_l льда, который придется положить в ванну. Удельная теплоемкость воды и льда $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$ и $c_l = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$. Теплоемкостью ванны и потерями тепла пренебречь. Ответ выразить в килограммах и округлить до целого.

Варианты ответов: а) 10 кг; б) 15 кг; в) 30 кг; г) 43 кг

Ответ: в) $m_l = 30 \text{ кг}$.

Урок 2

Нагревание, плавление, кристаллизация

Задача 1.

Два тела с теплоемкостями C_1 и C_2 имеют температуру 20°C . Если первое тело нагреть до 100°C и затем привести в контакт со вторым, то установится температура 80°C . Какая температура установится, если до 100°C нагреть не первое, а второе тело и затем привести в контакт с первым?

Задача 2.

Для измерения температуры воды, имеющей массу $m = 66 \text{ г}$, в нее погрузили термометр, который показал температуру $t_1 = 32,4^\circ\text{C}$. Какова действительная температура θ воды, если теплоемкость термометра $C_T = 1,9 \text{ Дж}/{}^\circ\text{C}$ и перед погружением в воду он показывал температуру помещения $t_2 = 17,8^\circ\text{C}$? Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$.

Задача 3.

Тигель, содержащий некоторую массу олова, нагревается электрическим током. Выделяемое в единицу времени количество теплоты постоянно. За время $\tau_0 = 10 \text{ мин}$ температура олова повышается от $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до $t_2 = 70^\circ\text{C}$. Спустя еще время $\tau = 83 \text{ мин}$ олово полностью расплавилось. Найти удельную теплоемкость c олова. Удельная теплота плавления олова $\lambda = 58,5 \text{ кДж}/\text{кг}$, его температура плавления $t_{nn} = 232^\circ\text{C}$. Теплоемкостью тигля и потерями тепла пренебречь.

Задачи для самостоятельной работы.

Задача 4.

В два одинаковых сосуда, содержащих воду (в одном масса воды $m_1 = 0,1$ кг при температуре $t_1 = 45^\circ C$, в другом масса воды $m_2 = 0,5$ кг при температуре $t_2 = 24^\circ C$), налили поровну ртуть. После установления теплового равновесия в обоих сосудах оказалось, что температура воды в них одна и та же и равна $\theta = 17^\circ C$. Найти теплоемкость C_c сосудов. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C). Ответ округлить до целых.

Варианты ответов: а) $C_c = 23$ Дж/°C ; б) $C_c = 1400$ Дж/°C ; в) $C_c = 630$ Дж/°C ; г) $C_c = 140$ Дж/°C

Ответ: г) $C_c = 140$ Дж/°C .

Задача 5.

Кусок свинца, имеющий массу $m = 1$ кг, расплавился наполовину при сообщении ему количества теплоты $Q = 54,5$ кДж. Какова была начальная температура t свинца? Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·°C). Удельная теплота плавления свинца $\lambda = 24$ кДж/кг, его температура плавления $t_{nn} = 327^\circ C$.

Варианты ответов: а) $t = 0^\circ C$; б) $t = 20^\circ C$; в) $t = -10^\circ C$; г) $t = 73^\circ C$

Ответ: а) $t = 0^\circ C$.

Урок 3

Нагревание, плавление, парообразование

Задача 1.

В сосуд положили кусок льда массы $m_l = 10$ кг, имеющий температуру $t_l = -10^\circ C$. Найти массу m воды в сосуде после того, как его содержимому сообщили количество теплоты $Q = 20$ МДж. Удельные теплоемкости воды и льда $c = 4200$ Дж/(кг·°C) и $c_l = 2100$ Дж/(кг·°C). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг, удельная теплота парообразования воды $L = 2,3$ МДж/кг.

Задача 2.

В сосуде находится смесь воды массы $m = 500$ г и льда массы $m_l = 54,4$ г при температуре $t_0 = 0^\circ C$. В сосуд вводится сухой насыщенный пар массы $m_n = 6,6$ г при температуре $t = 100^\circ C$. Какой будет температура θ после установления теплового равновесия? Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг, удельная теплота парообразования воды $L = 2,3$ МДж/кг.

Задача 3.

Вода может быть переохлаждена до температуры $t = -10^\circ\text{C}$. Такое состояние воды неустойчиво, и при любом возмущении вода превращается в лед с температурой $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Какова масса m_{l} льда, образовавшегося из переохлажденной воды, если масса ее $m = 1 \text{ кг}$? Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Задачи для самостоятельной работы.**Задача 4.**

В калориметре находился лед, массой $m_{\text{l}} = 0,5 \text{ кг}$ при температуре $t_{\text{l}} = -20^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость льда $c_{\text{l}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$, а его удельная теплота плавления $\lambda = 340 \text{ кДж}/\text{кг}$. В калориметр впустили пар массой $m_n = 60 \text{ г}$ при температуре $t_n = 100^\circ\text{C}$. Какая температура установится в калориметре? Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$, удельная теплота парообразования воды $L = 2,3 \text{ МДж}/\text{кг}$. Теплоемкостью калориметра и потерями тепла пренебречь.

Варианты ответов: а) -10°C ; б) 0°C ; в) 21°C ; г) 58°C

Ответ: б) $\theta = 0^\circ\text{C}$.

Задача 5.

В теплоизолированном сосуде находилась при 0°C смесь 2 кг воды и 1 кг льда. В сосуд подали некоторое количество водяного пара при температуре 100°C . В сосуде установилась температура 50°C . Чему стала равна масса всей воды в сосуде? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$, удельная теплота парообразования $L = 2,3 \text{ МДж}/\text{кг}$. Ответ привести в граммах.

Варианты ответов: а) 1600г; б) 3800г; в) 3383г; г) 4672г

Ответ: в) $m = 3383 \text{ г}$.

Задача 6.

В калориметре находится $m = 100 \text{ г}$ расплавленного металла галлия при температуре его плавления $t_{n\text{l}} = 29,8^\circ\text{C}$. Его начали медленно охлаждать, оберегая от внешних воздействий, и в результате температура понизилась до $t = 19,8^\circ\text{C}$, а галлий остался жидким. Когда переохлажденный таким образом жидкий галлий размешали палочкой, он частично перешел в твердое состояние. Найдите массу отвердевшего галлия (в граммах с точностью до десятой доли) и установившуюся в калориметре температуру. Удельная теплота плавления галлия $\lambda = 80 \text{ кДж}/\text{кг}$, удельная теплоемкость жидкого галлия $c = 410 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C})$. Теплоемкостью калориметра и палочки пренебречь.

Варианты ответов: а) $m = 51,7 \text{ г}$, $t_{y\text{cm}} = 29,8^\circ\text{C}$; б) $m = 0,1 \text{ г}$, $t_{y\text{cm}} = 19,8^\circ\text{C}$;

в) $m = 19,8 \text{ г}$, $t_{y\text{cm}} = 49,6^\circ\text{C}$; г) $m = 5,1 \text{ г}$, $t_{y\text{cm}} = 29,8^\circ\text{C}$

Ответ: г) $m = 5,1 \text{ г}$, $t_{y\text{cm}} = 29,8^\circ\text{C}$.

Урок 4

Нагревание, охлаждение, плавление

Задача 1.

Медный шарик, нагретый до 50°C , после погружения в прорубь за 10 с охладился до 25°C . За сколько секунд охладится до 25°C медный цилиндр, имеющий ту же массу и ту же начальную температуру? Высота цилиндра равна его радиусу.

Примечание. Длина окружности $l = 2\pi R$, площадь круга $S = \pi R^2$, площадь поверхности шара $S = 4\pi R^2$, объем шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

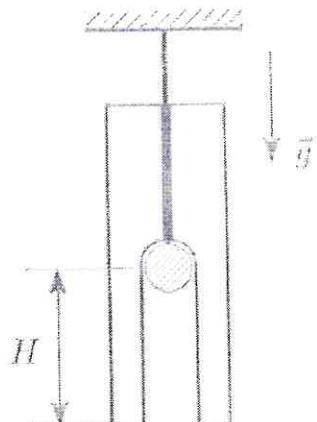
Задача 2.

Через тонкое отверстие, проходящее вдоль вертикальной оси цилиндрической сосульки, продета нить, на конце которой закреплен шарик из материала с очень высоким значением теплопроводности. В начале эксперимента шарик нагрет до некоторой температуры t_1 , а температура сосульки равна температуре окружающего воздуха $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$. Из-за таяния льда сосулька опускается вниз (см. рис.), а талая вода вытекает в виде капель, при температуре t_0 . При этом за шариком остается цилиндрический канал площадью $S = 2 \text{ см}^2$.

1. Найдите начальную температуру t шарика, если в процессе эксперимента сосулька перестала опускаться, когда шарик проплавил канал глубиной $H = 10 \text{ см}$.

2. Определите скорость v_0 сосульки на начальной стадии эксперимента, если в момент времени, когда она опустилась на две трети глубины H , ее скорость равнялась $v_2 = 0,1 \text{ мм/с}$.

Считайте мощность теплопередачи пропорциональной разности температур шарика и льда, и что вся она идет на плавление льда. Теплоемкость шарика $C = 59,4 \text{ Дж/}^{\circ}\text{C}$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$. Плотность льда $\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$.



Задачи для самостоятельной работы.

Задача 3.

Стальной шарик радиусом $R = 1 \text{ см}$, нагретый до температуры $t_1 = 200^{\circ}\text{C}$, положили на лед, температура которого $t_2 = 0^{\circ}\text{C}$. Пренебрегая теплопроводностью шарика и нагреванием воды, определить глубину h погружения шарика в лед. Удельная теплоемкость стали $c_1 = 460 \text{ Дж/(кг} \cdot {^{\circ}}\text{C)}$, льда $c_2 = 2100 \text{ Дж/(кг} \cdot {^{\circ}}\text{C)}$, плотность стали $\rho_1 = 7800 \text{ кг/м}^3$, льда $\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$. Ответ привести с точностью до десятой доли сантиметра.

Варианты ответов: а) 2,6 см; б) 5,1 см; в) 0,8 см; г) 9,7 см

Ответ: а) $h \approx 2,6$ см.

Урок 5

Задачи муниципального этапа ВОШ

Задача 1.

Определить удельную теплоту плавления льда, если алюминиевый кубик ($\rho_a = 2700$ кг/м³), прогретый до 61°C и поставленный на лёд ($\rho_l = 900$ кг/м³) при 0°C, углубился в него до половины. Потерями теплоты на нагревание воздуха пренебречь. Удельная теплоёмкость алюминия 900 Дж/(кг · °C).

Задача 2.

В двух стаканах находится одинаковое количество воды при одинаковой температуре 80°C. Когда в один стакан опустили ложку, имеющую температуру 20°C, температура воды в этом стакане опустилась на 10°C. На сколько градусов понизится температура воды во втором стакане, если теперь ложку перенести из первого стакана во второй?

Задача 3.

В трёх сосудах находится по 100 г воды в каждом. Температура воды в первом сосуде 60°C, во втором 50°C, в третьем 10°C. Из третьего сосуда переливают воду в первый до тех пор, пока не установится температура 40°C, затем из этого же сосуда остатки воды переливают во второй сосуд. Какая температура установится во втором сосуде? Теплоёмкостью сосудов пренебречь.

Задача 4.

В калориметре плавает в воде кусок льда. В калориметр опускают нагреватель постоянной мощности $P = 50$ Вт и начинают ежеминутно измерять температуру воды. В течение первой и второй минут температура воды не изменяется, к концу третьей минуты увеличивается на 2 градуса Цельсия, а к концу четвертой еще на 5 градусов. Сколько граммов воды и сколько граммов льда было изначально в калориметре? Удельная теплота плавления льда составляет $\lambda = 330$ кДж/кг, удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг · °C).

Задачи для самостоятельной работы.

Задача 5.

Раскалённый алюминиевый куб поставили на лёд, температура которого $t_l = -20$ °C. Куб полностью в него погрузился. Определите начальную температуру куба. Удельная теплоёмкость льда 2100 Дж/(кг · °C), удельная теплоёмкость алюминия 880 Дж/(кг · °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг, плотность льда $\rho = 900$ кг/м³, плотность алюминия $\rho = 2700$ кг/м³.

Варианты ответов: а) 89°C; б) 200°C; в) 440°C; г) $t = 141$ °C

Ответ: г) $t = 141$ °C.

Задача 6.

В холодильник поставили сосуд с 1 л воды при температуре 80°C . Через 2 часа температура воды понизилась до 10°C . Через какое время вода превратится в лёд при температуре -5°C ? Принять удельную теплоёмкость льда $2500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, удельную теплоту плавления льда $\lambda = 335 \text{ кДж}/\text{кг}$, удельную теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Варианты ответов: а) 2,5 часа; б) 5 часов; в) 26,5 часов; г) 48 часов

Ответ: в) 26,5 часов.

Задача 7.

Смесь, состоящую из льда массой 5 кг и воды массой 15 кг при температуре 0°C , нужно нагреть до температуры 80°C пропусканием водяного пара при температуре 100°C . Определите массу необходимого для этого пара (в килограммах). Удельные теплоемкости воды и льда $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$ и $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$, удельная теплота парообразования воды $L = 2,26 \text{ МДж}/\text{кг}$.

Варианты ответов: а) 3,6 кг; б) 0,8 кг; в) 15,6 кг; г) 28 кг

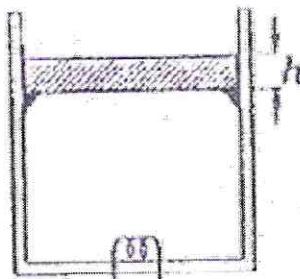
Ответ: а) $m = 3,6 \text{ кг}$.

Урок 6

Задачи регионального этапа ВОШ

Задача 1.

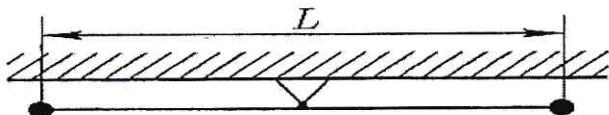
В теплоизолированном цилиндрическом сосуде с вертикальными гладкими стенками на небольших опорах лежит тяжелый однородный поршень толщиной h и плотностью ρ (рис.). Под поршнем находится газ массой m с удельной теплоемкостью c . Первоначально давление газа внутри цилиндра равно атмосферному. Газ начинают нагревать, при этом увеличение его давления $\Delta p = \alpha m \Delta t$, где α – заданная константа, Δt – изменение температуры. Какое минимальное количество теплоты Q нужно подвести к газу, чтобы поршень сдвинулся с места?



Задача 2.

Два одинаковых алюминиевых шара радиусом $r = 1 \text{ см}$ с помощью нити длиной $L = 100 \text{ см}$ соединены между собой, а середина нити прикреплена к штативу. Шары отклоняют в противоположные стороны так, что нить оказывается горизонтальной (рис.). В некоторый момент времени их одновременно отпускают. После нескольких соударений движение системы прекращается, а температура ша-

ров увеличивается на $\Delta t_1 = 0,5^{\circ}\text{C}$. Затем алюминиевые шары заменяют на свинцовые такого же размера и опыт повторяют. Вычислите изменение Δt_2 температуры в этом случае. Удельные теплоемкости алюминия и свинца составляют соответственно $c_1 = 920 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$ и $c_2 = 140 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, а их плотности $\rho_1 = 2,7 \text{ г}/\text{см}^3$ и $\rho_2 = 11,3 \text{ г}/\text{см}^3$.



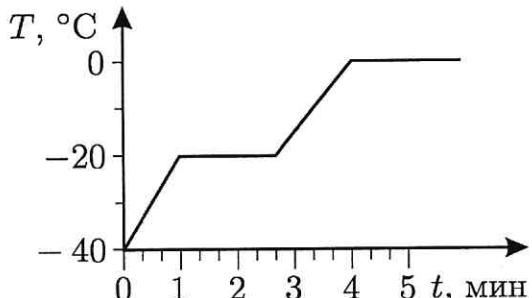
Задача 3.

Плоская льдинка плавает в сосуде с водой, имеющей температуру $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$. Минимальная масса груза, который необходимо положить на льдинку, чтобы она полностью погрузилась в воду, равна $m_1 = 100 \text{ г}$. Если эту льдинку охладить до температуры t_1 и снова положить в тот же сосуд с водой, по-прежнему имеющей температуру t_0 , то после установления теплового равновесия для полного погружения льдинки в воду на нее необходимо будет положить груз минимальной массы $m_2 = 110 \text{ г}$. Определите температуру t_1 ?

Задачи для самостоятельной работы.

Задача 4.

В теплоизолированный сосуд с нагревателем внутри поместили 1 кг льда и 1 кг легкоплавкого вещества, не смешивающегося с водой, при температуре -40°C . Включили нагреватель на постоянную мощность. Зависимость температуры в сосуде от времени показана на рисунке. Удельная теплоемкость льда $c_l = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, а удельная теплоемкость легкоплавкого вещества в твердом состоянии равна $c = 1000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$. Найдите удельную теплоту плавления вещества λ и его удельную теплоемкость в расплавленном состоянии c_1 .



Варианты ответов: а) $\lambda = 10^3 \text{ Дж}/\text{кг}$, $c_1 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$; б) $\lambda = 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$,

$c_1 = 2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$; в) $\lambda = 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$, $c_1 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$; г)

$\lambda = 2,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, $c_1 = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$

Ответ: б) $\lambda = 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, $c_1 = 2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Задача 5.

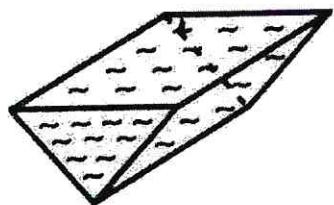
Чайник с водой при температуре $t_0 = 20^\circ\text{C}$ нагрелся на газовой горелке до $t_1 = 40^\circ\text{C}$ за время $\tau_1 = 2$ мин. Желая ускорить нагрев, половину воды вылили, и еще через $\tau_2 = 1$ мин температура воды достигла $t_2 = 55^\circ\text{C}$. Так как и это показалось медленным, вылили еще половину оставшейся воды, но при этом случайно задели кран горелки, вдвое убавив ее мощность. Через какое время τ_3 чайник все-таки нагреется до $t_3 = 100^\circ\text{C}$? Потерями тепла в окружающую среду можно пренебречь.

Варианты ответов: а) 4,5 мин; б) 5,5 мин; в) 8 мин; г) 15 мин

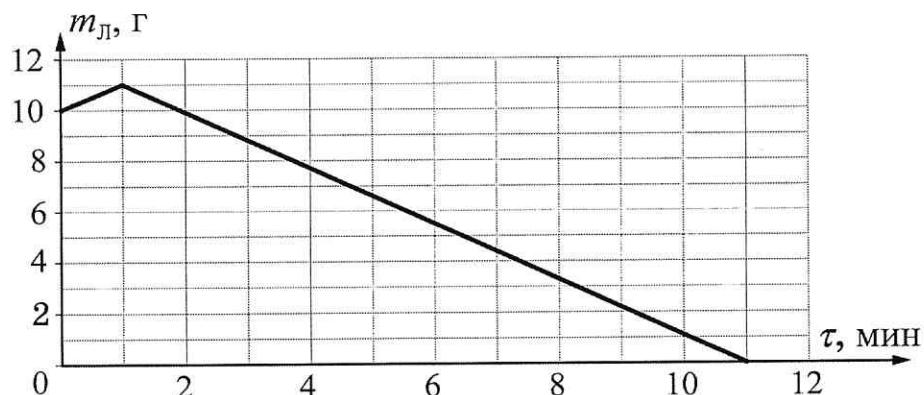
Ответ: а) $\tau_3 = 4,5$ мин.

Урок 7**Задачи регионального этапа ВОШ****Задача 1.**

Сосуд с водой имеет форму трёхгранной призмы, нижнее ребро которой горизонтально (см. рис.). В начальный момент времени температура воды линейно зависит от высоты. В самой нижней точке температура воды $t_1 = 4^\circ\text{C}$, а на поверхности она достигает $t_2 = 13^\circ\text{C}$. С течением времени температура во всём сосуде выровнялась. Вычислите значение установившейся температуры t_0 . Считайте, что стенки сосуда и крышка не проводят и не поглощают тепло.

**Задача 2.**

В теплоизолированный стакан, ко дну которого приморожен столбик льда, начинают наливать воду с постоянным массовым расходом. Это делают столь медленно, что температура всего содержимого стакана в каждый момент времени остаётся одинаковой. График зависимости массы льда от времени приведён на рис.



Пренебрегая тепловыми потерями, определите начальную температуру льда t_l и температуру t_b наливающейся воды.

Постройте график зависимости массы жидкой воды от времени в интервале 0–12 минут.

Вода из стакана не вытекает.

Справочные данные: удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{°C})$; удельная теплоёмкость льда $c_l = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{°C})$; удельная теплота плавления льда $\lambda = 320 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Задачи для самостоятельной работы.

Задача 3.

Теплоёмкость некоторых материалов может зависеть от температуры. Рассмотрим бруск массы $m_1 = 1 \text{ кг}$, изготовленный из материала, удельная теплоёмкость которого зависит от температуры t по закону:

$$c = c_1(1 + \alpha t),$$

где $c_1 = 1,4 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{°C})$, $\alpha = 0,014 \text{ °C}^{-1}$. Такой бруск, нагретый до температуры $t_1 = 100 \text{ °C}$, опускают в калориметр, в котором находится некоторая масса m_2 воды при температуре $t_2 = 20 \text{ °C}$. После установления теплового равновесия температура в калориметре оказалась равной $t_0 = 60 \text{ °C}$.

Пренебрегая теплоёмкостью калориметра и тепловыми потерями, определите массу m_2 воды в калориметре. Известно, что удельная теплоёмкость воды $c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{°C})$.

Варианты ответов: а) 5 кг; б) 9 кг; в) 0,707 кг; г) 1,5 кг

Ответ: в) $m_2 = 0,707 \text{ кг}$.