

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи

8 класс
Вариант 1

Задача 1

При исследовании влияния таяния ледников Арктики на уровень мирового океана провели следующий эксперимент. В цилиндрический сосуд площадью сечения в 100 см^2 налили литр морской воды плотностью $1,02 \text{ г/см}^3$ и поместили 500 г льда, где он свободно плавал. Определите:

1) Повышение уровня воды при добавлении льда в сосуд.

2) Объясните, повысится, понизится или останется на прежнем значении уровень воды в цилиндре после того, как лед растаял. Считайте, что плотность линейно зависит от массовой доли соли в растворе.

Возможное решение

1) При добавлении льда увеличение массы содержимого увеличит силу давления на дно сосуда на $\Delta N = m \cdot g = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ (Н)}$. Это увеличение поднимет давление на $\Delta P = \Delta N/S = 0,5 \text{ кПа}$, тогда уровень поднимется на

$$h = \frac{\Delta P}{g \cdot \rho} = \frac{500}{10 \cdot 1020} = 4,9 \text{ (см)}$$

2) При таянии льда доля соли в растворе понизится, значит понизится и плотность раствора, но давление на дно не изменится, так как оно определяется массой содержимого. Значит, уровень повысится.

Критерии оценивания

1. Найдена h - 50 баллов
2. Правильно объяснено явление - 50 баллов

Задача 2

При определении влажности (массовая доля воды в снеге) снег массой 1 кг поместили в печку. График зависимости температуры содержимого от времени представлен на рисунке:

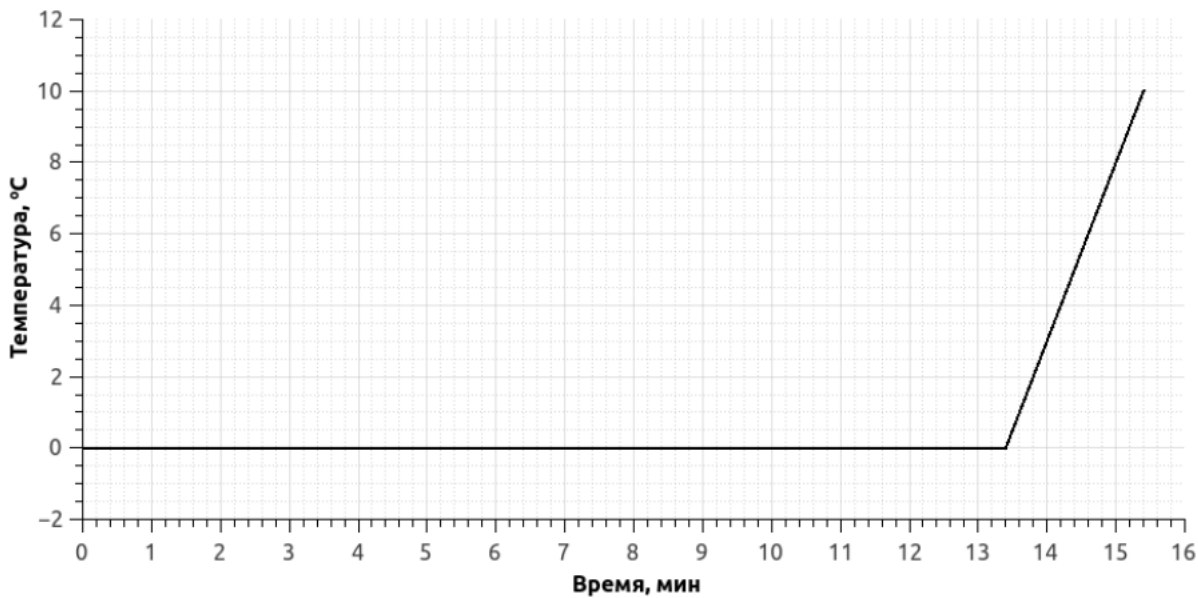
1) Определите мощность печки.

2) Определите влажность снега.

3) Постройте зависимость температуры содержимого от времени, если этот же снег поместили не в печку, а морозильник с холодильной мощностью такой же как и у печки.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи



Возможное решение

- 1) Мощность печи можно определить по возрастающей части графика.

$$N = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{t} = \frac{4200 \cdot 1 \cdot 10}{2 \cdot 60} = 350 \text{ (Вт)}.$$

- 2) Определим количество теплоты, подведенное за 13,4 минуты, она вся идет на таяние льда:

$$Q = N \cdot t = 350 \cdot 13,4 \cdot 60 = 281,4 \text{ (кДж)}.$$

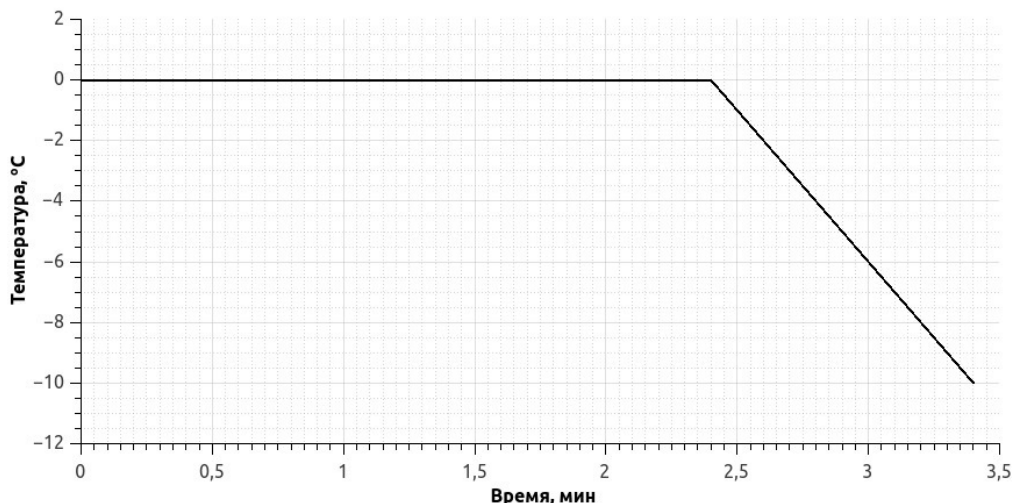
Тогда растает льда:

$$m_{\text{л}} = \frac{Q}{\lambda} = \frac{281,4 \cdot 10^3}{333 \cdot 10^3} = 0,845 \text{ (кг)},$$

тогда влажность:

$$\varphi = \frac{m - m_{\text{л}}}{m} = 0,155 = 15,5 \text{ (\%)}.$$

Построим график согласно найденным параметрам, учтем, что в морозильнике претерпевать фазовый переход будет вода, а наклонный участок будет определяться теплоемкостью льда:



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи

Критерии оценивания

1. Найдена мощность - 50 баллов
2. Найдена влажность - 50 баллов
3. Найдена t_0 - 20 баллов
4. Найдено $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ - 20 баллов
5. Построен график - 10 баллов

Задача 3

Айсберг — большая плавучая глыба льда, выступающая над уровнем моря более чем на 5 м. Не стоит их недооценивать: айсберг, погубивший «Титаник», возвышался над уровнем моря всего на 14,3 м.

Напишите программу, которая выводит высоту всего айсберга. Считайте $g = 10 \text{ м/с}^2$, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$.

Формат входных данных:

Натуральное число ρ_B — плотность морской воды в данном месте; действительное число h_H — высота надводной части айсберга, $5 \leq h_H \leq 100$.

Формат выходных данных:

Действительное число, равное высоте всего айсберга.

Перед кодом программы обязательно опишите алгоритм и вывод используемой формулы для нахождения искомой величины.

Возможное решение

Нахождение искомой величины:

Считаем, что айсберг имеет форму параллелепипеда, площадь основания которого равна S , а высота — h . Тогда вес всего айсберга

$$P_1 = \rho_{\text{л}} \cdot g \cdot V = \rho_{\text{л}} \cdot g \cdot S \cdot h.$$

Вес вытесненной айсбергом воды

$$P_2 = \rho_B \cdot g \cdot V_{\text{подводной}} = \rho_B \cdot g \cdot S \cdot (h - h_H).$$

Условие плавучести айсберга:

$$P_1 = P_2 \Leftrightarrow \rho_{\text{л}} \cdot g \cdot S \cdot h = \rho_B \cdot g \cdot S \cdot (h - h_H),$$

откуда

$$h = \frac{\rho_B}{\rho_B - \rho_{\text{л}}} \cdot h_H.$$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи

Листинг 1: Реализация нахождения искомой величины на языке C++

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 int main() {
5     double h, r;
6     cin >> r >> h;
7     double res;
8     res = r / (r - 900) * h;
9     cout << res << endl;
10
11     return 0;
12 }
```

Критерии оценивания

1. Выражен вес айсберга - 20 баллов
2. Выражен вес вытесненной воды - 20 баллов
3. Найдена формула для искомой величины - 20 баллов
4. Реализация программы - 40 баллов
5. Использование целочисленных переменных - 10 баллов
6. Синтаксические ошибки - до 20 баллов

Вариант 2

Задача 1

При исследовании влияния таяния ледников Арктики на уровень мирового океана провели следующий эксперимент. В цилиндрический сосуд площадью сечения в 100 см^2 налили литр морской воды и поместили 500 г льда, где он свободно плавал. Определите:

1) Плотность морской воды, если при добавлении льда в сосуд уровень воды поднялся на $4,9 \text{ см}$.

2) Объясните, повысится, понизится или останется на прежнем значении уровень воды в цилиндре после того, как лед растаял. Считайте, что плотность линейно зависит от массовой доли соли в растворе.

Возможное решение

1) При добавлении льда увеличение массы содержимого увеличит силу давления на дно сосуда на $\Delta N = m \cdot g = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ (Н)}$. Это увеличение поднимет давление на $\Delta P = \Delta N/S = 0,5 \text{ (кПа)}$, тогда уровень поднимется на

$$\rho = \frac{\Delta P}{g \cdot h} = \frac{500}{10 \cdot 0,049} \approx 1020 \text{ (кг/м}^3\text{)} = 1,02 \text{ (г/см}^3\text{)}.$$

2) При таянии льда доля соли в растворе понизится, значит понизится и плотность раствора, но давление на дно не изменится, так как оно определяется массой содержимого. Значит, уровень повысится.

Критерии оценивания

1. Найдена ρ - 50 баллов
2. Правильно объяснено явление - 50 баллов

Задача 2

При определении влажности (массовая доля воды в снеге) снег массой 1 кг поместили в морозильник. График зависимости температуры содержимого от времени представлен на рисунке:

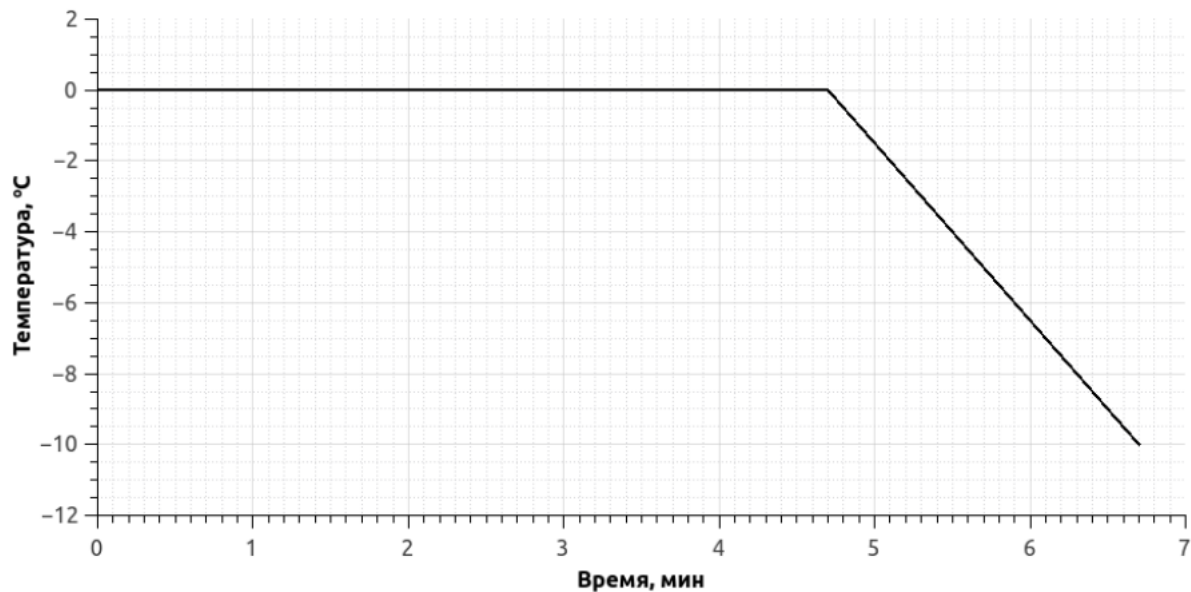
1) Определите мощность морозильника.

2) Определите влажность снега.

3) Постройте зависимость температуры содержимого от времени, если этот же снег поместили не в морозильник, а печку с мощностью такой же как и у холодильника.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи



Возможное решение

1) Мощность морозильника можно определить по ниспадающей части графика.

$$N = \frac{|c \cdot m \cdot \Delta T|}{t} = \frac{|2100 \cdot 1 \cdot (-10)|}{2 \cdot 60} = 175 \text{ (Вт)}.$$

2) Определим количество теплоты, подведенное за 4,7 минуты, она вся идет на кристаллизацию воды:

$$Q = N \cdot t = 175 \cdot 4,7 \cdot 60 = 49,35 \text{ (кДж)}.$$

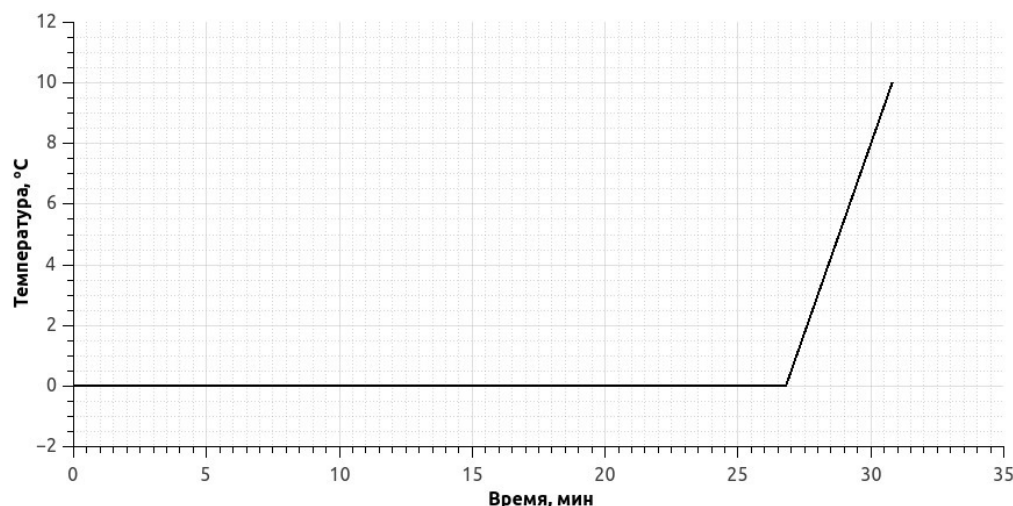
Тогда кристаллизуется воды:

$$m_B = \frac{Q}{\lambda} = \frac{49,35 \cdot 10^3}{333 \cdot 10^3} = 0,148 \text{ (кг)},$$

тогда влажность:

$$\varphi = \frac{m_B}{m} = 0,148 = 14,8 \text{ (\%)}.$$

Построим график согласно найденным параметрам, учтем, что в печи претерпевать фазовый переход будет лёд, а наклонный участок будет определяться теплоемкостью воды:



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи

Критерии оценивания

1. Найдена мощность - 50 баллов
2. Найдена влажность - 50 баллов
3. Найдена t_0 - 20 баллов
4. Найдено $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ - 20 баллов
5. Построен график - 10 баллов

Задача 3

Айсберг — большая плавучая глыба льда, выступающая над уровнем моря более чем на 5 м. Не стоит их недооценивать: айсберг, погубивший «Титаник», возвышался над уровнем моря всего на 14,3 м.

Напишите программу, которая выводит высоту надводной айсберга. Считайте $g = 10 \text{ м/с}^2$, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$.

Формат входных данных:

Натуральное число ρ_B — плотность морской воды в данном месте; действительное число h — высота всего айсберга, $90 \leq h \leq 200$.

Формат выходных данных:

Действительное число, равное высоте надводной части айсберга.

Перед кодом программы обязательно опишите алгоритм и вывод используемой формулы для нахождения искомой величины.

Возможное решение

Нахождение искомой величины:

Считаем, что айсберг имеет форму параллелепипеда, площадь основания которого равна S , а высота — h . Тогда вес всего айсберга

$$P_1 = \rho_{\text{л}} \cdot g \cdot V = \rho_{\text{л}} \cdot g \cdot S \cdot h.$$

Вес вытесненной айсбергом воды

$$P_2 = \rho_B \cdot g \cdot V_{\text{подводной}} = \rho_B \cdot g \cdot S \cdot (h - h_H).$$

Условие плавучести айсберга:

$$P_1 = P_2 \Leftrightarrow \rho_{\text{л}} \cdot g \cdot S \cdot h = \rho_B \cdot g \cdot S \cdot (h - h_H),$$

откуда

$$h_H = \frac{\rho_B - \rho_{\text{л}}}{\rho_B} \cdot h.$$

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи

Листинг 2: Реализация нахождения искомой величины на языке C++

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 int main() {
5     double h, r;
6     cin >> r >> h;
7     double res;
8     res = (r - 900) / r * h;
9     cout << res << endl;
10
11     return 0;
12 }
```

Критерии оценивания

1. Выражен вес айсберга - 20 баллов
2. Выражен вес вытесненной воды - 20 баллов
3. Найдена формула для искомой величины - 20 баллов
4. Реализация программы - 40 баллов
5. Использование целочисленных переменных - 10 баллов
6. Синтаксические ошибки - до 20 баллов