**Решения и разбалловка задач для 11 класса.**

**Максимальное количество баллов - 50**

**Задача № 1.** Решение:

1. Правильно представлены на рисунке векторы сил, действующих на сани.
2. Записано уравнение в векторной форме

F + N + Fтр + mg = ma

3. Записано уравнение в проекциях на ось Х:

F **.** соsh – Fтр = ma

a = F **.** cosh – Fтр / m

4. Записано уравнение для нахождения силы трения

Fтр = М **.** N ; N = mg – F **.** sinh

Fтр = M (mg – F **.** sinh)

5. Записать формулу ускорения

a = F **.** cosh – M (mg – F **.** sinh) / m = F (cosh + M **.** sinh) – M **.** mg / m = 0,8 м/с2

6. Записать формулу пройденного пути и получить результат

S = a **.** t2 / 2 = 10 м

***Разбаловка***:

выполнен пункт 1 – *2 балла*

выполнен пункт 2 – *1 балл*

выполнен пункт 3 – *2 балла*

выполнен пункт 4 – *2 балла*

выполнен пункт 5 – *2 балла*

выполнен пункт 6 – *1 балл*

**Задача № 2.** Решение:

Найдём температуру в состояниях 2 и 3.

Воспользуемся тем, что$\frac{Р\_{2}}{Р\_{1}}=2$по условию задачи, уравнением процесса 1-2 р=αV и уравнением состояния идеального газа pV=νRT.

$\left\{\begin{array}{c}\frac{1}{α}р\_{2}^{2}=νRT\_{2}\\\frac{1}{α}р\_{1}^{2}=νRT\_{1}\end{array}\right.$=›$\frac{р\_{2}^{2}}{р\_{1}^{2}}=\frac{Т\_{2}}{Т\_{1}}$=› $Т\_{2}=4Т\_{1}$(2 балла)

Из уравнения изохорного процесса с учётом $р\_{3}=р\_{1}$ получим

$\frac{р\_{2}}{Т\_{2}}=\frac{р\_{3}}{Т\_{3}}$ =›$Т\_{3}=\frac{р\_{3}}{р\_{2}}Т\_{2}=\frac{р\_{1}}{р\_{2}}Т\_{2}=2Т\_{\begin{array}{c}1 \\\end{array}} (1 балл)$

Работа $А\_{123}$ равна площади трапеции:

$$А\_{123}=\frac{\left(р\_{1}+р\_{2}\right)}{2}\left(V\_{2}-V\_{1}\right)=\frac{1}{2}\left(р\_{1}V\_{2}+р\_{2}V\_{2}-р\_{1}V\_{1}-р\_{2}V\_{1}\right)= \frac{1}{2}\left(νRT\_{3 }+ νRT\_{2}- νRT\_{1}- νRT\_{3}\right)= \frac{3}{2} νRT\_{1} (2 балла)$$

Воспользовались тем, что $р\_{2 }V\_{1}$=$р\_{1}V\_{2}$.

Действительно,

$р\_{2}V\_{1}=2V\_{2}V\_{1}$, а $р\_{1}V\_{2}=αV\_{1}V\_{2} .$ (1 балл)

Изменение внутренней энергии

$∆U\_{123}=U\_{3}-U\_{1}=\frac{3}{2}νR\left(T\_{3}-T\_{1}\right)=\frac{3}{2}νRT\_{1}$ (2 балла)

Из первого начала термодинамики

$Q\_{123}=∆U\_{123}+A\_{123 }$ (1 балл)

Найдём

$Q\_{123}=\frac{3}{2}νRT\_{1}+\frac{3}{2}νRT=3νRT\_{1}$ (1 балл)

Ответ: $А\_{123}=\frac{3}{2}νRT\_{1}$

$$Q\_{123}=3νRT\_{1}$$

V

3

1

2

P

P2

P1

V1

V2

**Задача № 3.** Решение:

Внутренняя энергия горячей воды будет расходоваться только на плавление льда.



Тогда

Объем необходимой воды

***Разбалловка****:* если указано, что допустимо считать, что теплота будет передаваться от горячей воды только льду, ставится 3 *балла;*

за запись уравнения (1) ставится 3 *балла,*

за запись конечной формулы (2) ставится *1 балл;*

верный численный ответ оценивается в 3 *балла.*

**Задача № 4.** Решение

Полезная энергия, выделенная кипятильником, составляет

$Q=η\frac{U^{2}}{R}t=η\frac{U^{2}t}{\frac{ρ^{\*}l}{S}}=η\frac{SU^{2}t}{ρ^{\*}l} ,$где $S=πd^{2}/4$–площадь поперечного сечения проволоки; $l=πDN$ – длина проволоки.***2 балла***

Тогда

$$Q=η\frac{πd^{2}U^{2}t}{4ρ^{\*}πDN}=η\frac{d^{2}U^{2}t}{4ρ^{\*}DN} .$$

$Q=mc\left(t\_{2}^{°}-t\_{1}^{°}\right)=ρVc\left(t\_{2}^{°}-t\_{1}^{°}\right)$– количество теплоты, необходимое для нагревания воды.***2 балла***

$ρ=1000 кг/м^{3}$– плотность воды; $c =4200 Дж/\left(кг\*1℃\right)$ – удельная теплоемкость воды.

$ρVc\left(t\_{2}^{°}-t\_{1}^{°}\right)=η\frac{d^{2}U^{2}t}{4ρ^{\*}DN}$***2 балла***

Отсюда

$N=η\frac{d^{2}U^{2}t}{ρVc\left(t\_{2}^{°}-t\_{1}^{°}\right)4ρ^{\*}D}$– необходимое число витков никелиновой проволоки.

***2 балла***

$$N=\frac{0.60\*\left(0.2\*10^{-3}м\right)^{2}\left(100В\right)^{2}\*600с}{10^{3}\frac{кг}{м^{3}}\*1,2\*10^{-3}м^{3}\*4,2\*10^{3}\frac{Дж}{кг\*1℃}\*90℃\*4\*4,2\*10^{-7}Ом\*м\*1,5\*10^{-2}м}≈13$$

Ответ: ≈13 витков. ***2 балла***

***Экспериментальная часть***

Возможный способ решения:

Обозначим через xвысоту подводной части куба в процессе погружения. Архимедова сила, действующая на куб, равна $F\_{A}=ρ\_{в}ga^{2}x$. Поскольку погружение куба происходит медленно, в каждый момент времени силы, приложенные к нему, уравновешены, т.е. выполняется равенство: $mg+F=F\_{A}$ - 2 балла

где $m=ρ\_{д}a³$- масса куба; F-внешняя сила, погружающая куб в воду. Из условия плавания куба: $ρ\_{д}a³g=ρ\_{в}a²x\_{0}g$ находим высоту его подводной части в свободном состоянии: $x\_{0}=a\frac{ρ\_{д}}{ρ\_{в}}$**.** - 2 балла

Объединяя записанные выражения, находим, что зависимость силы, погружающей куб в воду, от $x$имеет вид: $F\left(x\right)=ρ\_{в}ga^{2}\left(x-x\_{0}\right)$ - 2 балла

Работа этой силы при перемещении из точки $x=x\_{0}$в точку $x=a$может быть вычислена графическим способом как площадь заштрихованного треугольника (см. рисунок) : $A=\frac{1}{2}F\left(a\right)(a-x\_{0})$подставляем найденное значение $x\_{0}$, получаем ответ:

$A=\frac{1}{2}ρ\_{в}a^{4}g(1-\frac{ρ\_{д}}{ρ\_{в}})²$ - 2 балла

$ F(x)$

$ F(a)$

 - 2 балла
 0 $x\_{0}a x$