**9 класс**

****

**1. Привязанная льдинка**

Льдинка привязана нитью ко дну цилиндрического сосуда с водой. Над поверхностью воды находится некоторый объем льда. Нить натянута с силой T = 1 Н. Как и на сколько изменится уровень воды в сосуде, если лед растает? Площадь дна сосуда S = 400 см2, плотность воды ρ = 1 г/см3.

**Возможное решение 1**

Условия равновесия содержимого сосуда в случае, когда лед плавает, и в случае, когда лед растает, будут соответственно:

$$N\_{1}=mg+T и N\_{2}=mg,$$

где *N*1 и *N*2 – силы реакции дна сосуда, *m* – общая масса содержимого сосуда.

В обоих случаях сила реакции дна сосуда равна силе гидростатического давления воды:

$$N\_{1}=ρgh\_{1}S иN\_{2}=ρgh\_{2}S,$$

где *h*1 и *h*2 – уровни воды в сосуде в первом и втором случаях соответственно.

Получаем уравнение:

$$ρgh\_{1}S=ρgh\_{2}S+T.$$

Из уравнения находим

$$∆h=h\_{2}-h\_{1}=-\frac{T}{ρgS}=-2,5 мм.$$

**Ответ**: Уровень воды в сосуде опустится на 2,5 мм.

**Критерии оценивания**

Записано условие равновесия в первом случае………………………... 3

Записано условие равновесия во втором случае……..………………... 3

Сила реакции дна выражена через уровень жидкости………..………. 2

Найдено изменение уровня воды…………………………………………. 2

**Максимальная оценка……………………...……………………..……...10**

**Возможное решение 2**

Условие равновесия привязанной льдинки

$$m\_{л}g+T=F\_{А},$$

где *m*л – масса льдинки, $F\_{А}=ρgV\_{П}$ – сила Архимеда, *V*П – объем погруженной части льдинки.

Масса льдинки $m\_{л}=ρV\_{В},$ где*V*В – объем воды, образующийся при таянии льдинки.

Тогда уравнение равновесия принимает вид:

$$ρgV\_{В}+T=ρgV\_{П}.$$

Отсюда изменение объема воды в сосуде

$$∆V=V\_{В}-V\_{П}=-\frac{T}{ρg}.$$

Изменение уровня воды в сосуде

$$∆h=\frac{∆V}{S}=-\frac{T}{ρgS}=-2,5 мм.$$

**Ответ**: Уровень воды в сосуде опустится на 2,5 мм.

**Критерии оценивания**

Записано условие равновесия льдинки….……………………………... 2

Записаны выражения для силы Архимеда и массы льдинки..………... 3

Найдено изменение объема воды в сосуде……………………..………. 3

Найдено изменение уровня воды…………………………………………. 2

**Максимальная оценка………………………...……………………….....10**

**2. Плавление льда**

Кусок охлажденного льда поместили в калориметр. В таблице приведены результаты измерений температуры содержимого калориметра. На основании экспериментальных данных постройте график изменения температуры льда и воды от времени и найдите экспериментальные значения удельных теплоемкостей льда и воды. Удельная теплота плавления льда λ = 330 кДж/кг. Теплоемкостью калориметра пренебречь.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| τ, с | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 320 | 330 | 340 | 350 | 360 |
| t, °C | –4,8 | –2,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,5 | 4,9 |

**Возможное решение**

Построим график изменения температуры льда и воды от времени:



Изменение температуры происходит в результате теплообмена с окружающей средой. Интервал температур мал, поэтому мощность *N*, подводимая из окружающей среды, остается практически постоянной.

На участке τ12 происходит нагрев льда, при этом затрачивается количество теплоты

$$Nτ\_{12}=c\_{л}m\left(t\_{2}-t\_{1}\right).$$

На участке τ23 происходит плавление льда, при этом затрачивается количество теплоты

$$Nτ\_{23}=λm.$$

На участке τ34 происходит нагрев льда, при этом затрачивается количество теплоты

$$Nτ\_{34}=c\_{в}m\left(t\_{4}-t\_{3}\right).$$

Из полученных уравнений выражаем теплоемкости:

$$с\_{л}=\frac{λ}{t\_{2}-t\_{1}}∙\frac{τ\_{12}}{τ\_{23}}=2,1 кДж/кг∙℃$$

и

$$с\_{в}=\frac{λ}{t\_{4}-t\_{3}}∙\frac{τ\_{34}}{τ\_{23}}=4,2\frac{кДж}{кг}∙℃.$$

**Ответ:** $с\_{л}=2,1 кДж/кг∙℃;$ $с\_{в}=4,2\frac{кДж}{кг}∙℃.$

**Критерии оценивания**

Построен график изменения температуры от времени………………... 3

Записано выражение для теплоты, затраченной на нагрев льда….…... 1

Записано выражение для теплоты, затраченной на плавление льда...... 1

Записано выражение для теплоты, затраченной на нагрев воды……... 1

Приведены выражения для теплоемкостей…..………………..………. 2

Найдены численные значения теплоемкостей..………………………. 2

**Максимальная оценка……………..……………………………………..10**

**3. Электрическая схема**

На каком из резисторов электрической цепи выделяется наибольшая мощность?

Сопротивления резисторов равны *R*1 = 1 кОм, *R*2 = 2 кОм, *R*3 = 3 кОм, *R*4 = 4 кОм, *R*5 = 5 кОм.

**Возможное решение**

Через резисторы *R*2 и *R*3 течет один и тот же ток. По закону Джоуля-Ленца$ P=I^{2}R$. Если сила тока, текущего через два резистора, одинакова, то на резисторе с большим сопротивлением выделяется большее сопротивление, то есть $P\_{3}>P\_{2} $и $P\_{5}>P\_{4}$. Таким образом, достаточно сравнить мощности *P*1, *P*3 и *P*5.

Сопротивление двух ветвей (с *R*2, *R*3, *R*4, *R*5) равно:

$$R\_{AB}=\frac{\left(R\_{2}+R\_{3}\right)\left(R\_{4}+R\_{5}\right)}{R\_{2}+R\_{3}+R\_{4}+R\_{5}}=\frac{45}{14 } кОм.$$

Общее сопротивление:

$$R\_{общ}=R\_{1}+R\_{AB}=\frac{59}{14} кОм.$$

Сила тока, проходящего через батарею:

$$I\_{общ}=\frac{U\_{0}}{R\_{общ}}=U\_{0}∙\frac{14}{59}мА.$$

Этот ток распределяется между ветвями обратно пропорционально сопротивлениям ветвей:

$$\frac{I\_{23}}{I\_{45}}=\frac{R\_{4}+R\_{5}}{R\_{2}+R\_{3}}=\frac{9}{5}=1,8.$$

Тогда:

$$I\_{23}=1,8I\_{45}, $$

$$I\_{общ}=I\_{23}+I\_{45} =2,8I\_{45} ,$$

$$P\_{1}=I\_{общ}^{2}R\_{1}=\left(2,8I\_{45}\right)^{2}R\_{1}=7,84I\_{45}^{2}R\_{1}= 7,84I\_{45}^{2},$$

$$P\_{3}=I\_{23}^{2}R\_{3}=\left(1,8I\_{45}\right)^{2}R\_{3}=3,24I\_{45}^{2}R\_{3}= 9,72I\_{45}^{2},$$

$$P\_{5}=I\_{45}^{2}R\_{5}= 5I\_{45}^{2}.$$

Видно, что наибольшая мощность выделяется на *R*3.

**Ответ:** Наибольшая мощность выделяется на *R*3.

**Критерии оценивания**

Пояснено, что $P\_{3}>P\_{2} $и $P\_{5}>P\_{4}$………………………………..………... 1

Найдено$ R\_{общ}$….…………………………………………………………... 2

Получены выражения для токов ................................................................ 3

Получено выражение для $P\_{1}$…………………………….………..………. 1

Получено выражение для $P\_{3}$…………………………….………..………. 1

Получено выражение для $P\_{5}$…………………………….………..………. 1

Дан правильный ответ…………………………....………………………. 1

**Максимальная оценка…………………………………..………………..10**

**4. Разные скорости**

На прямолинейном участке пути AB тело двигалось с постоянным ускорением. В начале пути скорость равнялась$ v\_{A}$, в конце – $v\_{B}$. Найдите скорость $v\_{s}$ в середине пути. Сравните ее со скоростью $v\_{t}$, которую тело имело спустя половину времени движения по участку AB. Какая из этих скоростей больше? Ответ обоснуйте.

**Возможное решение**

Так как движение равноускоренное, то для первой и второй половин пути справедливы соотношения:

$$\frac{s}{2}=\frac{v\_{B}^{2}-v\_{s}^{2}}{2a}$$

и

$$\frac{s}{2}=\frac{v\_{s}^{2}-v\_{A}^{2}}{2a}.$$

Приравнивая выражения, получаем

$$v\_{s}=\sqrt{\frac{v\_{A}^{2}+v\_{B}^{2}}{2}}.$$

При равноускоренном движении скорость спустя половину времени движения равна средней скорости:

$$v\_{t}=\frac{v\_{A}+v\_{B}}{2}.$$

Для сравнения можно воспользоваться графиком либо сравнить аналитически:

$$v\_{s}^{2}-v\_{t}^{2}=\frac{v\_{A}^{2}+v\_{B}^{2}}{2}-\frac{v\_{A}^{2}+2v\_{A}v\_{B}v+\_{B}^{2}}{4}=\frac{v\_{A}^{2}-2v\_{A}v\_{B}+v\_{B}^{2}}{4}=\left(\frac{v\_{A}-v\_{B}}{2}\right)^{2}>0,$$

то есть

$$v\_{s}>v\_{t}.$$

**Ответ:** $v\_{s}=\sqrt{\frac{v\_{A}^{2}+v\_{B}^{2}}{2}}$; $v\_{s}>v\_{t}.$

**Критерии оценивания**

Записано выражение для пути через начальную и конечную скорости.. 2

Найдена$ v\_{s}$….………..……………………………………………………... 2

Найдена$ v\_{t}$….………..……………………………………………………... 2

Произведено сравнение $v\_{s}$ и $v\_{t}$.................................................................... 4

**Максимальная оценка………………...……………..…………………...10**

**5. Рыбка в опасности**

Проплывая со скоростью *V* мимо большого коралла, маленькая рыбка почувствовала опасность и начала движение с постоянным (по модулю и направлению) ускорением *a* = 2 м/с2. Через время *t* = 5 с после начала ускоренного движения ее скорость оказалась направленной под углом 90° к начальному направлению движения и была в два раза больше начальной. Определите модуль начальной скорости *V*, с которой рыбка плыла мимо коралла.

**Возможное решение**

Воспользуемся векторным уравнением$\vec{ V}\_{кон}=\vec{V}+\vec{a}t$. Учитывая, что *V*кон = 2*V* и $\vec{V}\_{кон}⊥\vec{V}$, его можно изобразить в виде векторного треугольника скоростей. Используя теорему Пифагора, находим ответ: $V=\frac{at}{\sqrt{5}}≈$ 4,5 м/с.

**Ответ:** $V≈$ 4,5 м/с.

**Критерии оценивания**

Записано выражение для$ \vec{V}\_{кон}$……………………………………………… 3

Построен треугольник скоростей……….………………………………... 3

Найдено выражение для начальной скорости…….……………………... 3

Найдена начальная скорость……………………….……………………... 1

**Максимальная оценка………...……………………………………..…...10**

**Итоговая максимальная оценка………..………………...……………..50**