**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Совет ректоров вузов Томской области**

**Открытая региональная межвузовская олимпиада 2018-2019**

 **ФИЗИКА (9 класс)**

**Заключительный этап**

**(ОТВЕТЫ)**

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 1 |

1. К потолку и стенке ящика, находящегося на горизонтальной поверхности, и движущегося с ускорением $\vec{a}$ вправо, подвесили груз массой ***m*** на двух нитях. Нити составляют углы ***α*** со стенкой и ***β*** с дном ящика, как показано на рисунке 1. Определить силы натяжения ***T1*** и ***T2*** обеих нитей.

**Решение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ход решения** | **Баллы** |
| Расставить силы и записать Второй закон Ньютона:  |  | 6 |
| Записать Второй закон Ньютона в проекциях на выбранные оси:(1) ox: ,(2) oy: . | 2 |
| Выразить из 1, 2 – *T2*:(1’) *,*(2’) *,* *,* *,* *.* | 6 |
| Аналогично выразить *T1*: ,   | 6 |
| **ИТОГО** | **20** |

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 2 |

1. Однородный обруч массой ***m*** положили на два гвоздя, вбитые в стену так, как показано на рисунке 2. Радиусы, проведённые от центра обруча к этим гвоздям, образуют прямой угол. Определите силы, с которыми обруч давит на гвозди 1 и 2. Угол ***α*** между диаметром обруча, проведённым параллельно горизонтальной плоскости, и радиусом, проведённым к гвоздю 1, считать известным.

**Решение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ход решения** | **Баллы** |
| Расставить силы (1/4) и записать 2-ой закон Ньютона (1/4) для обруча, определить угол между вертикалью и радиусом, проведённым к гвоздю 2 (1/4), используя 3-ий закон Ньютон выразить силы, действующие со стороны обруча на гвозди (1/4): ,,. |  | 8 |
| Записать Второй закон Ньютона для обруча в проекциях на оси:ox:,oy:.*Либо взять оси параллельными радиусам, проведённым от гвоздей к центру.* | 2 |
| Выразить *N2* избавившись от *N1* разделив одно уравнение на другое: *,* *,* *,* *.* | 4 |
| Аналогично выразить *N1*: , ,   | 4 |
| Записать ответ: , . | 2 |
| **ИТОГО** | **20** |

1. Во сколько раз изменится работа тока электрической цепи, если три металлических бруска каждый высотой $h$, шириной $a $и длиной $a$, $2a$, $3a$, подсоединить сначала, как на рисунке 3, а потом, как на рисунке 4. В обоих случаях систему подключают к напряжению $U$.

|  |  |
| --- | --- |
| https://pp.userapi.com/c850528/v850528371/ca9e2/FDohNGhg09s.jpg | 1_2.jpg |
|  Рисунок 3 | Рисунок 4 |
|  |  |

**Решение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ход решения** | **Баллы** |
| В первом случае соединение брусков – параллельное, а во втором – последовательное. Поэтому, общее сопротивление в первом случае $$\frac{1}{R\_{1}}=\frac{1}{r\_{11}}+\frac{1}{r\_{21}}+\frac{1}{r\_{31}},$$а во втором случае$$R\_{2}=r\_{12}+r\_{22}+r\_{32},$$где $r\_{11}$,$ r\_{21}$,$ r\_{31}$ – сопротивление 1-го, 2-го и 3-го бруска соответственно в первом случае, а $r\_{12}$,$ r\_{22}$,$ r\_{32}$ – сопротивление 1-го, 2-го и 3-го бруска соответственно во втором случае.  | 4 |
| Пусть удельное сопротивление металла брусков рвано ρ, тогда$$r\_{11}=ρ\frac{h}{a^{2}}, r\_{21}=ρ\frac{h}{2a^{2}}, r\_{31}=ρ\frac{h}{3a^{2}},$$$$r\_{12}=\frac{ρ}{h}, r\_{22}=\frac{2ρ}{h}, r\_{32}=\frac{3ρ}{h}.$$ | 4 |
| Из последних равенств получаем$$R\_{1}=\frac{ρh}{6a^{2}}, R\_{2}=\frac{6ρ}{h}.$$ | 4 |
| Работу электрического тока можно найти по формуле$$A=\frac{U^{2}}{R}t.$$Отсюда следует, что $$A\_{1}=\frac{6(Ua)^{2}}{ρh}t, A\_{2}=\frac{hU^{2}}{6ρ}t.$$  | 2 |
| Наконец получаем ответ:$$\frac{A\_{1}}{A\_{2}}=\frac{36a^{2}}{h^{2}}.$$ | 6 |
| **ИТОГО** | **20** |

1. Для того, чтобы расплавить небольшой кубик льда при температуре $-5℃$ необходимо взять $43$ капли воды при $50℃$. Сколько понадобится капель воды взятых при той же температуре, чтобы расплавить кубик льда такой же массы взятого при температуре $-10℃$? Удельная теплоемкость воды $c\_{в}=4200 \frac{Дж}{кг∙℃}$, удельная теплоемкость льда $c\_{л}=2090 \frac{Дж}{кг∙℃}$, а удельная теплота плавления льда $λ=3,33∙10^{5}\frac{Дж}{кг}$.

**Решение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ход решения** | **Баллы** |
| Запишем уравнение теплового баланса для системы$$Q\_{1}=Q\_{2}+Q\_{3},$$где $Q\_{1}$ – охлаждение капель воды, $Q\_{2}$ – нагревание льда, $Q\_{3}$ – таяние льда. | 4 |
| Пусть $m$ – масса одной капли,$ M$ – масса кубика льда, $t\_{1}$ – температура капель, $t\_{2}$ – температура плавления льда, $t\_{3}$ – начальная температура льда в первом случае, $t\_{4}$ – начальная температура льда во втором случае, $t\_{3}$ – начальная температура льда в первом случае. Тогда для первого случая уравнение теплового баланса имеет вид (уравнение 1) $$c\_{в}mn\_{1}\left(t\_{2}-t\_{1}\right)=c\_{л}M\left(t\_{2}-t\_{3}\right)+λM,$$а для второго случая (уравнение 2)$$c\_{в}mn\_{2}\left(t\_{2}-t\_{1}\right)=c\_{л}M\left(t\_{2}-t\_{4}\right)+λM,$$ | 4 |
| Поделим уравнение (2) на уравнение (1)$$\frac{n\_{2}}{n\_{1}}=\frac{c\_{л}\left(t\_{2}-t\_{4}\right)+λ}{c\_{л}\left(t\_{2}-t\_{3}\right)+λ}$$ | 6 |
| Отсюда получим $$n\_{2}=n\_{1}\frac{c\_{л}\left(t\_{2}-t\_{4}\right)+λ}{c\_{л}\left(t\_{2}-t\_{3}\right)+λ}$$ | 4 |
| Переводя данные в систему СИ и производя вычисления получаем $n\_{2}=44,3$, так как число капель должно быть целым необходимо взять $n\_{2}=45$Ответ: $n\_{2}=45$ | 4 |
| **ИТОГО** | **20** |

5. Груз какой массы $ m\_{2}$ нужно поставить в середине перекладины массы $M=0,2 кг$, чтобы она располагалась горизонтально, если масса груза, висящего на нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок радиуса $R$равна $m\_{1}=0,3 кг$?

Рисунок 5

**Решение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ход решения** | **Баллы** |
| 2_1.jpgРасставим силы, действующие в системе.  | 5 |
| Так как блок уравновешен, то **моменты сил, действующих на него равны**. Отсюда следует, что $T\_{1}=T\_{2}=T$, то есть силы натяжения нитей равны. | 4 |
| Так как груз 1 находится в покое, то силы действующие на него равны, следовательно $m\_{1}g=T\_{2}=T$ | 4 |
| Запишем условие равновесия перекладины$$T\_{2}l=m\_{2}g\frac{l}{2}+Mg\frac{l}{2},$$где $l$ – длина перекладины | 3 |
| Отсюда следует, что $$m\_{1}gl=m\_{2}g\frac{l}{2}+Mg\frac{l}{2}$$$$m\_{1}=m\_{2}\frac{1}{2}+M\frac{1}{2}$$$$m\_{2}=2m\_{1}-M$$ | 2 |
| Подставляя данные получимОтвет: $m\_{2}=0,4 кг$ | 2 |
| **ИТОГО** | **20** |