**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Совет ректоров вузов Томской области**

**Открытая региональная межвузовская олимпиада 2018-2019**

 **ФИЗИКА (10 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. Небольшое тело массой ***m*** соскальзывает с вершины гладкой горки высоты ***H***. Внизу горки есть трамплин высотой ***h*** с закруглением в виде дуги окружности, с углом ***β*** между траекторией вылета с трамплина и горизонтальной плоскостью. В верхней точке траектории, тело, оторвавшись от горки, сталкивается с шаром массы ***M***, подвешенным на нити. Найти высоту, на которую поднимается шар относительно своего первоначального положения, если считать удар центральным и абсолютно неупругим.

**Решение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ход решения** | **Баллы** |
| Подготовить рисунок, расставить условные знаки. Используя ЗСЭ для небольшого тела, определить его скорость, с которой оно вылетает с трамплина:,,$v=\sqrt{2g(H-h)}$. |  | 8 |
| Используя закон сохранения импульса, в проекции на горизонтальную плоскость, выразить скорость *U*, приобретаемую шаром с телом после неупругого столкновения: , . | 4 |
| Используя ЗСЭ определить высоту, на которую поднимается шар: , .Подставляем из ЗСИ: .Подставляя *v*, в конце концов, получить ответ: . | 8 |
| **ИТОГО** | **20** |

1.  Для тепловой машины, действующей по замкнутому циклу 1-2-3-4-1 (приведён на **pV** - диаграмме), определить КПД цикла, считая используемый в качестве рабочего тела газ идеальным и одноатомным.

**Решение**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ход решения** | **Баллы** |
| Согласно 1 началу Термодинамики в процессах 1-2 и 2-3 газ получает теплоту, а в процессах 3-4 и 4-1 – отдаёт, тогда КПД цикла по определению: | 2 |
| Процесс 1-2 изохорный (т.е. согласно закону Шарля P/T = const), тогда 1-е начало ТД можно записать в виде: ,где изменение внутренней энергии, по определению: .Используя уравнение Менделеева-Клайперона: , .Таким образом: . | 6 |
| Записать 1-е начало ТД для процесса 2-3: , ,где, используя уравнение Менделеева-Клайперона: , , , .C другой стороны, совершаемая газом за цикл работа равна площади трапеции 1-2-3-4-1: .Итого: . | 6 |
| Для того, чтобы рассчитать КПД необходимо вычесть из работы газа, работу, совершаемую над газом в процессе 4-1: ,Таким образом *Aцикла*:   | 4 |
| Итого КПД: | 2 |
| **ИТОГО** | **20** |