9 класс, 3 тур

1. **Воздушный шар сферической формы имеет радиус R = 5 м и удерживается натянутой веревкой так, что его центр находится на высоте Н = 6 м над плоской поверхностью. С уровня этой поверхности бросают камень так, что он пролетает шар, почти касаясь его в верхней точке. С какой минимальной скоростью придется бросать камень и на каком расстоянии от центра шара находится при этом точка броска?**

Решение: *сначала вычислим для второй части траектории - начиная от верхней точки и далее - до земли, это- половина всей траектории. Скорость в верхней точки горизонтальна, минимальное значение найдем из условия на радиус кривизны.*

$\frac{v^{2}}{R}$ *= g;*

*Время движения до земли - это время падения с высоты R+H без начальной скорости, дальность полета по горизонтали*

*v*$\sqrt{\frac{2(H+R)}{g}}$ *=* $\sqrt{\frac{2(H+R)}{\frac{v^{2}}{R}}}$$\sqrt{2\left(H+R\right)R}$

*расстояние до центра шара найдем из теоремы Пифагора*

$\sqrt{2\left(H+R\right)R+H^{2}}$ *=* $\sqrt{2\left(6м+5м\right)5м+(6м)^{2}}$ *=12,1 м;*

*Такое же расстояние – от точки броска*

*Пользуясь законом сохранения энергии для вертикальной составляющей скорости* $v\_{В}$ *(горизонтальная скорость камня в полете не изменятся);*

$\frac{mv\_{В}^{2}}{2}$ *=* $\frac{mv^{2}}{2}$ *+ mg(R+H).*

$v\_{В}^{2}$ *=* $v^{2}$ *+ 2g(R+H)*

*и квадрат полной скорости* $v\_{п}$ *в точке броска*

$v\_{П}^{2}$ *=* $v^{2}$ *+*$v\_{В}^{2}$ *= 2*$v^{2}$ *+ 2g(R+H)= 2g(2R+H) = 2\*10\*(2\*5м+6м) =320*

$v\_{П}$ *= 17,8* $м/с≈$*18м/с*

 *Ответ: 18 м/с*

2. Кусочек охлажденного льда поместили в калориметр. В таблице приведены результаты измерений температуры содержимого калориметра. Изобразите на одном рисунке графики изменения температуры льда и воды от времени. На основании экспериментальных данных определите удельные теплоемкости льда и воды.

Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг. Теплоемкость калориметра пренебречь.



*Решение: Построим график зависимости температуры содержимого калориметра от времени* $τ$*. В результате теплообмена с окружающей средой содержимое калориметра нагревается. В рассматриваемом интервале температур подводимая тепловая мощность N постоянна. Отсюда количество теплоты, затраченное на нагревание льда*

**

*N*$τ\frac{кДж}{кг°С}\_{12}$ *=* $c\_{л}m(t\_{2}- t\_{1}$*) (1)*

*Количество теплоты, необходимое для плавления льда*

*N*$τ\_{23}$ *= λ m (2); N=*$\frac{λ m}{τ\_{23}}$

*А количество теплоты, затраченное на нагревание воды*

*N*$τ\_{34}$ *=*$c\_{в}m(t\_{4}- t\_{3}$*) (3)*

*Из уравнений (1);(2);(3) получим*

$c\_{л}$ *=* $\frac{Nτ\_{12}}{m(t\_{2}- t\_{1})}$ *=* $\frac{λ mτ\_{12} }{m(t\_{2}- t\_{1})τ\_{23}}$ *=* $\frac{λ τ\_{12} }{(t\_{2}- t\_{1})τ\_{23}}$ *=* $\frac{330000Дж\*10с}{4,8\*320с}$ *= 2100*$\frac{Дж}{кг°С}$ *= 2,1*$\frac{кДж}{кг°С}$

$c\_{в}$ *=* $\frac{Nτ\_{34}}{m(t\_{4}- t\_{3})}$ *=* $\frac{λ mτ\_{34} }{m(t\_{4}- t\_{3})τ\_{23}}$ *=* $\frac{λ τ\_{34} }{(t\_{4}- t\_{3})τ\_{23}}$ *=* $\frac{330000Дж\*20с}{4,9\*320с}$ *= 4200*$\frac{Дж}{кг°С}$ *= 4,2*$\frac{кДж}{кг°С}$

3. На море штиль. Отец и сын стоят у самой кромки воды. Расстояние от уровня воды до уровня глаз отца Н = 167 см, а до уровня глаз сына h = 138 см. Во сколько раз горизонт дальше для отца, чем для сына?

 *Дано:*

*Н = 167 см= 1,67 м*

*h = 138 см = 1,38 м*

*Найти:* $\frac{L\_{o}}{L\_{c}}$

**

*Решение: Пусть рудиус Земли равен R. Тогда по теореме Пифагора можно найти расстояние, на котором отец видит горизонт*

$L\_{o}= \sqrt{(R+H)^{2}-R^{2} }$*=*$\sqrt{2RH(1+\frac{H}{2R})}≈\sqrt{2RH}$*=* $\sqrt{2\*6371000\*1,67}$ *= 4600*

*Анологично находим расстояние , на котором горизонт видит сын:*

$L\_{с}≈\sqrt{2Rh}$ *=* $\sqrt{2\*6371000м\*1,38м}$ *= 4190*

*Тогда*
$\frac{L\_{0}}{L\_{c}}≈\frac{4600м}{4190 м}$*= 1,1.*

Ответ: 1,1

4. Колесо диаметра D катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности. В некоторый момент времени скорость верхней точки В колеса равна v0. Чему в этот момент равно ускорение нижней точки А, которой колесо касается горизонтальной поверхности?

*Решение *

*Так как колесо катится без проскальзывания, то в указанный момент времени точка А покоится, а движение колеса представляет собой мгновенное вращение относительно нее. Тогда, если скорость точки В равна* $v\_{0}$ *тогда скорость нижней точки :*

$v\_{A}$*=*$ \frac{v\_{0}}{2}$ *-* $\frac{ωD}{2}$ *= 0, откуда* $ω=\frac{v\_{0}}{D}$*.*

*Перейдем в инерциальную систему отсчета, которая движется со скоростью* $\frac{v\_{0}}{2}$ *В этой системе отсчета колесо вращается с угловой скоростью относительно своей оси Поэтому ускорение точки А направлено к центру колеса равно:*

*a=*$\frac{ω^{2}D}{2}$ *=*$\frac{v\_{0}^{2}}{2D}$*.*

*При переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую ускорения тел не меняются, поэтому в исходной системы отсчета ускорение точки А тоже равно а.*

5. В сосуде в тепловом равновесии находятся вода объёмом V = 0,5 л и кусочек льда. В сосуд начинают вливать спирт, температура которого 0 °С, перемешивая содержимое. Сколько спирта нужно влить, чтобы лёд утонул? Плотность спирта 800 кг/м3. Считайте плотности воды и льда равными 1000 кг/м3 и 900 кг/м3 соответственно. Теплотой, выделяющейся при смешивании воды и спирта, пренебречь. Считайте, что объём смеси воды и спирта равен сумме объёмов исходных компонентов**.**



*Решение: В сосуде находится вода со льдом, что может быть только при температуре 0*$°С.$ *Поэтому можно предположить, что теплообмена спирта с водой и со льдом происходить не будет. Также можно пренебречь теплообменом с окружающей средой. Учитывая это, получаем что масса льда останется неизменной. Чтобы лед тонул в смеси «вода-спирт», нужно, чтобы ее плотность p, равнялась плотности льда.*

*Пусть объем налитого спирта* $V\_{с}$*, тогда*

$ρ\_{л}$ *=* $\frac{m\_{л}}{V\_{л}}$ *=* $\frac{ρ\_{в}\*V+ ρ\_{c}\*V\_{c}}{V+V\_{c}}$

$ρ\_{л}$*\**$( V+V\_{c})$ *=* $ρ\_{в}\*V+ ρ\_{c}\*V\_{c}$

$ρ\_{л}$*\**$ V+ρ\_{л}V\_{c}$*=* $ρ\_{в}\*V+ ρ\_{c}\*V\_{c}$

$ρ\_{л}V\_{c}$*-* $ρ\_{c}\*V\_{c}$ *=* $ρ\_{в}\*V$ *-* $ρ\_{л}$*\**$ V$

$V\_{c}(ρ\_{л}$*-* $ρ\_{c})$ *=* $ρ\_{в}\*V$ *-* $ρ\_{л}$*\**$ V$

$V\_{c}$ *=* $\frac{ρ\_{в}\*V - ρ\_{л}\* V}{ρ\_{л}- ρ\_{c}}$*=* $\frac{0,5кг\*1000\frac{кг}{м^{3}}-0.5 кг\*900\frac{кг}{м^{3}}}{900\frac{кг}{м^{3}}- 800\frac{кг}{м^{3}}} $*= 0.5 кг= 0,5 л*

*Ответ 0,5 л.*

6. На Рис. 2 изображен график зависимости силы тока от напряжения для трех различных резисторов сопротивление которых *R*1, *R*2 и *R*3.

1. 1. Определите сопротивления *R*1, *R*2 и *R*3 резисторов.
2. 2. Каким образом следует соединить эти три резистора, чтобы получить общее сопротивление *R* = 15 кОм?
3. 3. Какой из резисторов будет нагреваться больше всего при их подключении к батарейке с напряжением *U*0? Определите количество тепла, которое выделится на этом резисторе за время *t* = 1 час при его подключении к батарейке с напряжением *U*1 = 4,5 В.



*Решение : Из графика сопротивление первого резистора*

**

*второго резистора*

**

*третьего резистора*

**

*Чтобы получить сопротивление  можно резисторы  и  соединить параллельно (таким образом получиться сопротивление 5 кОм), а последовательно к ним присоединить резистор .*

*Поскольку мощность, выделяющаяся на резисторе, определяется формулой ,*

*больше всего будет нагреваться резистор  с самым маленьким сопротивлением. За 1 час на нём выделится теплота*

**