Решения заданий

школьный этап Всероссийской олимпиады по физике

2016-2017 уч. год

<u>8 класс</u>

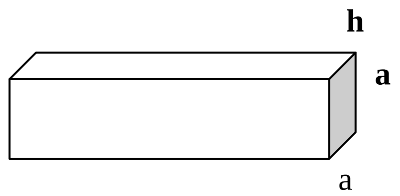
Задание 1. (10 баллов)

Решение:

1) Общий путь $s=s_1+s_2=150$ км $+1,5ч\cdot 60км/ч=240$ км
2) Общее время в пути: $t=t_1+t_2+t_{остан}=2ч+1,5ч+0,33ч= 3,83ч$
3) Средняя скорость $v_{ср}=s/t=240$ км / 3,83ч=62,7 км/ч
4) Ответ 62,7км/ч

Задание 2. (10 баллов)

Решение:



1) Возможное решение: $\rho=m/V = m/(a^2h)$
2) $a_1=a/2, \quad h_1=2h$
3) $V_1=a_1^2\cdot h_1=a^2h/2$
4) $m_1=\rho\cdot V_1= m/(a^2h)\cdot a^2h/2= m/2=20кг$
5) Ответ: 20 кг

Задание 3. (10 баллов)

Решение:

1) Запас энергии, который дают пять съеденных бананов: $E_o=5\cdot 200Дж=1000Дж.$
2) Для того, чтобы попугаю Кеше забраться на пальму с рупором, потребовалось бы:

$E_1=(M+m)gh$ энергии: $E_1=(3кг+1кг)\cdot 10\dfrac{Н}{кг}\cdot 20м=800Дж.$

3) После этого у него оставалось $200Дж$ энергии на то, чтобы сделать доклад.
4) <u>Ответ</u>: Кеша сумеет сделать доклад, он даже мог и не оставлять рупор на полпути.

9 класс

Задание 1 (10 баллов)

Дано:
t_0=15 мин=900с
$R_{блюдце}$ =2$R_{кружки}$

Найти:
t-?

Решение.

1) т.к. Q=cmΔt и N=SΔt (по условию)
   t_0=Q/N=cm/$S_{кружки}$ – время остывания кружки
2) $S_{блюдце}$=4$S_{кружки}$ – согласно формулт S=πR^2
   t_1=Q/3*4S= cm/12$S_{кружки}$ – время остывания 1 блюдце
3) t=cm/3*12$S_{кружки}$ – время остывания 1/3 массы воды в блюдце
4) t=900/36=25сек
   Ответ 25 сек

Задание 2 (10 баллов)

Дано:
t_1=23 с
t_2=13с

Найти:
L_1/L_2

Решение.

1) Пусть L1 – длина электрички
   L2 –длина поезда
2) Тогда t1=L1/υ1=L2/ υ2 - время наблюдение Миши
   t2=L1/ (υ1+ υ2) – наблюдение поезда
3) Выражаем L1
   υ 1*t1=(υ1+ υ2)t2

   23 υ1=13 υ1+ 13υ2

   10 υ1=13 υ2

   υ 1=1.3 υ2
4) L1/υ1=L2/ υ2 следовательно L1/L2= υ1/ υ2=1.3
   Ответ: 1,3

Задание 3 (10 баллов)

Дано
R=400 Ом
U=220 В
P=4.84 кВт

Найти:
N-?

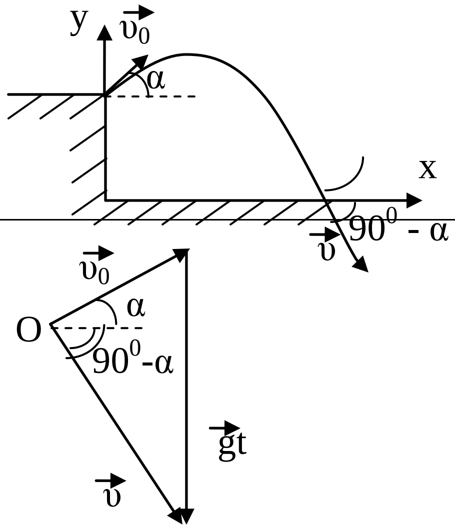
Решение.

1) Пусть параллельно включено N ламп сопротивлением R каждая.
2) Тогда P=U^2/Rобщ, где U – напряжение на лампах, а Rобщ – общее сопротивление N ламп,
3) Rобщ = R / N .
4) Объединяя две вышеприведенные формулы, найдем N=PR/U^2

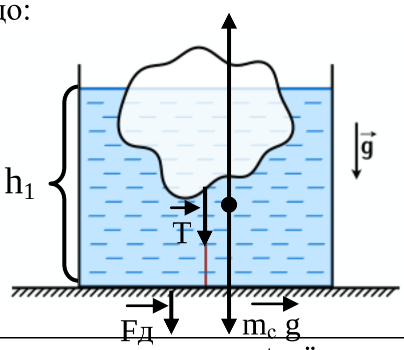
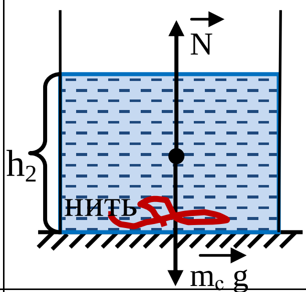
Ответ: 40

<u>10 класс</u>

Задание 1 (10 баллов)

<table>
<tr><td>Дано:</td><td rowspan="3">
</td><td>Решение:</td><td>Вычисление:</td></tr>
<tr><td>α
90^0 - α
υ_0 =6 м/с
υ =8 м/с</td><td rowspan="2">$\vec{\vartheta} = \vec{\vartheta}_0 + \vec{g}t$
Построим треугольник скоростей
∠O=α + 90^0 – α = 90^0
значит треугольник прямоугольный и верна теорема Пифагора:
$gt^2 = \vartheta_0^2 + \vartheta^2$
$t = \frac{\sqrt{\vartheta_0^2 + \vartheta^2}}{g}$</td><td rowspan="2">$t = \frac{\sqrt{6^2 + 8^2}}{10} = 1(c)$</td></tr>
<tr><td>t - ?</td></tr>
</table>

Задание 2 (10 баллов)

<table>
<tr><td>Дано:</td><td>до:

</td><td>после:

</td><td rowspan="2">По III закону Ньютона: N = $F_д$
$F_д$ = p·S = ρghS = N
Запишем уравнения равновесия для содержимого до и после:
$\rho g h_2 S = m_c g$
$\rho g h_1 S = m_c g + T$</td></tr>
<tr><td>T = 1Н
S = 400 $см^2$
ρ = 1 $г/см^3$</td><td rowspan="2">содержимое = вода + лёд
m_c – масса содержимого</td><td rowspan="2">содержимое = вода + растаявший лёд</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Δh - ?
Как изменится уровень воды в сосуде?</td><td>$\rho g S(h_2 - h_1) = -T$</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>$\Delta h = \frac{-T}{\rho g S} < 0$</td></tr>
<tr><td colspan="3">Т.к. Δh < 0, то уровень воды в сосуде понизится.</td></tr>
<tr><td colspan="3">$\Delta h = \frac{-1\ Н}{1000\frac{кг}{м^3}\cdot 9{,}8\frac{м}{с^2}\cdot 400\cdot 10^{-4}м^2} \approx -0{,}00255м = -2{,}55мм$</td></tr>
</table>

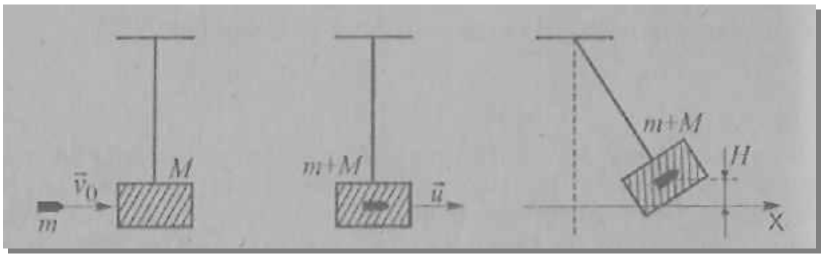
Задание 3 (10 баллов)

Дано:	Решение:	
$t_1 = -6°C$ $t_0 = 24°C$ $R_{min} = R$ $R_{max} = 2R$ $R_1 = 1,5R$ $N_{пот}=\alpha(t_0 - t_1)$	$N_{бат.\,1} = \frac{U^2}{R_1}$, где U - напряжение	Т.к. $N_{бат} \sim \frac{1}{R}$, то $R_2 = R_{min} = R$
	В установившемся режиме мощность батареи идёт на нагревание в комнате, а следовательно и на потери тепла через стены: $N_{бат} = N_{пот}$	
	Для уличной температуры t_2:	1. $\frac{U^2}{R} = \alpha \cdot (t_0 - t_2)$
t_2 - ?	Для $t_1 = -6°C$:	2. $\frac{U^2}{1,5R} = \alpha \cdot (t_0 - t_1)$
	Разделим 1. на 2.	$\frac{1,5R}{R} = \frac{t_0 - t_2}{t_0 - t_1} = 1,5$
	Решим уравнение:	$1,5t_0 - 1,5t_1 = t_0 - t_2$ $t_2 = 1,5t_1 - 0,5t_0$
	Вычисление:	$t_2 = 1,5\cdot(-6) - 0,5\cdot 24 =$ $-9 - 12 = -21(\,^0C)$

11 класс

Задание 1 (10 баллов)

Решение.



1) Рассмотрим систему: ящик-нить-пуля. Эта система является замкнутой, но в ней внутренняя неконсервативная сила трения пули о ящик, работа которой не равна нулю, следовательно, механическая энергия системы не сохраняется.

Выделим три состояния системы:

- ✓ Первое – пуля движется со скоростью υ_o, ящик покоится.
- ✓ Второе - пуля застряла в ящике, ящик вместе с ней приобретает некоторую скорость u; нить вертикальна, т.к. время соударения мало.
- ✓ Третье – ящик с пулей внутри поднялся на высоту H; его скорость равна нулю.

2) При переходе системы из 1 состояния во 2 применяем закон сохранения импульса в проекции на ось X: $p_{до} = p_{после}$; $m\upsilon_o = (M+m)u \Rightarrow u = \frac{m\upsilon_o}{M+m} \approx 1,2$ ì /ñ

3) При переходе системы из первого состояния во второе выделяется количество теплоты Q, которое можно найти из закона сохранения полной энергии: $Q = E_н - E_{к.}$

4) Начальная механическая энергия системы: $E_н = \frac{m\upsilon_o^2}{2}$, конечная -

$$E_к = \frac{(M+m)u^2}{2} = \frac{m^2\upsilon_o^2}{2(M+m)},$$

5) Количество теплоты: $Q = \frac{m\upsilon_o^2}{2} - \frac{m^2\upsilon_o^2}{2(M+m)} = \frac{Mm\upsilon_o^2}{2(M+m)} \approx 1796$ Äæ

6) Закон сохранения энергии при переходе системы из второго в третье состояние:

$$\frac{(M+m)u^2}{2}=(m+M)gH.$$

7) Решая систему уравнений, находим искомую величину $H=\frac{u^2}{2g}=\left(\frac{m}{M+m}\right)^2\frac{\upsilon_o^2}{2g}=0{,}072ì$

Задание 2 (10 баллов)

1. Считаем, что температура воздуха внутри пузырька не меняется, т.е. он вплывает достаточно медленно, тогда справедлив закон Бойля-Мариотта: $p_1V_1 = p_2V_2.$
2. Давление воздуха внутри пузырька на глубине h равно сумме атмосферного и гидростатического давлений: $p_1 = p + \rho gh.$
3. Давление на поверхности воды равно атмосферному давлению: $p_2 = p.$
4. Начальный объем пузырька: $V_1=\frac{4}{3}\pi R_1^3$. Конечный - $V_2=\frac{4}{3}\pi R_2^3.$
5. Подставим, получим: $(p+\rho gh)\frac{4}{3}\pi R_1^3 = p\cdot\frac{4}{3}\pi R_2^3.$
6. С учетом условия $\frac{R_2}{R_1}=n=2,$ получим: $p+\rho gh = p\cdot n^3.$
7. Отсюда искомая глубина: $h=\frac{p(n^3-1)}{\rho g}=70м.$

Задание 3 (10 баллов)

Удобно перейти в систему отсчета центра масс – в этой системе отсчета электроны сближаются с одинаковыми скоростями, равными $v_o/2$.
Минимальное расстояние достигается в момент, когда электроны остановятся, когда вся их начальная кинетическая энергия переходит в потенциальную энергию.

Используем закон сохранения энергии

$$2\cdot\frac{mv^2}{2}=k\frac{e^2}{r_{\min}} \text{ или } 2\cdot\frac{mv_o^2}{2\cdot 4}=k\frac{e^2}{r_{\min}}.$$

Следовательно, $r_{\min}=\frac{4ke^2}{mv_o^2}=\frac{e^2}{\pi\varepsilon_o mv_o^2}=1$ нм

В системе отсчета центра масс электроны разлетаются с такими же по модулю скоростями $v_o/2$=500 км/с