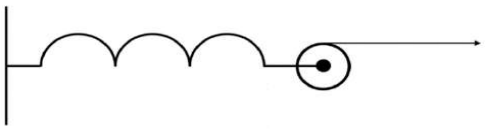
Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования Псковской области «Лидер»
Структурное подразделение «Центр развития одаренных детей и юношества»
Областной конкурс «Юные дарования» 2024/2025
«Юный знаток физики»
Ответы и комментарии на задания заочного этапа

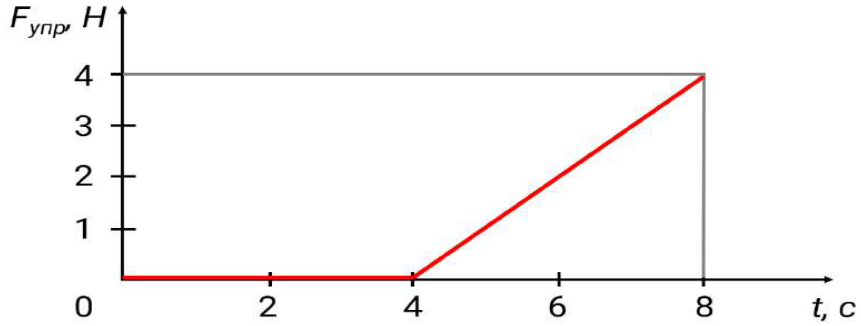
7 класс

Максимальное количество баллов – 100

Задание № 1 (10 баллов). Один конец ненапряжённой пружины прикреплён к стене, а другой – к оси, на которую надета катушка с ниткой. Один конец нити прикреплён к оси катушки, а второй свободен. Трения нет. Свободный конец нити начали перемещать в направлении от стены со скоростью 2 см/с, и нить стала разматываться.



На графике изображена зависимость силы упругости пружины от времени.



Чему равна длина нити, намотанной на катушку? Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целых. Чему равна жёсткость пружины? Ответ выразите в Н/м.

Решение:

Заметим, что пока вся нить не размотается с катушки, пружина удлиняться не будет. Значит, первые 4 секунды нить разматывалась, её длина: $\ell = \upsilon \cdot t$

$\ell = 2$ см/с $\cdot$ 4 с = 8 см

Чтобы узнать жёсткость пружины, применим закон Гука:

$\mathbf{к} = \frac{F_{упр}}{\Delta \ell}$, где $\Delta\ell$ - удлинение пружины.

За $t_1 = 8$ с – 4 с = 4 с пружина удлинилась на $\Delta\ell_1 = \upsilon \cdot t_1$,

$\Delta\ell_1$ = 2 см/с $\cdot$ 4 с = 8 см = 0,08 м, а сила упругости возросла до $F_{упр.1}$= 4 Н. Значит, жёсткость пружины: $k = \frac{F_{упр.1}}{\Delta \ell_1}$

$$к = \frac{4\text{Н}}{0{,}08\ \text{м}} = 50\ \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Ответ: к = 50 Н/м, ℓ =8 см

Задание № 2 (15 баллов). Вертикально расположенная пружина соединяет два груза плотностью 4 г/см^3 каждый. Масса верхнего груза составляет 1 кг, нижнего - 3 кг. Если подвесить систему за верхний груз, длина пружины станет равна 10 см. Если систему поставить на подставку, длина пружины окажется равной 4 см. **Чему равен** объём верхнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах. **Чему равна** сила упругости пружины в случае, когда система подвешена за верхний груз? Силой Архимеда, действующей на нижний груз, пренебречь.

Решение:

Объём верхнего груза: $V_1 = \frac{m_1}{\rho}$, $V_1 = \frac{1000\ г}{4\frac{г}{см^3}} = 250\ см^3$

Объём нижнего груза: $V_2 = \frac{m_2}{\rho}$, $V_2 = \frac{3000\ г}{4\frac{г}{см^3}} = 750\ см^3$

Если подвесить систему за верхний груз, нижний груз будет находиться в равновесии под действием силы тяжести и силы упругости:

$F_{упр1} = m_2 \cdot g$, $F = 3\ кг \cdot 10\ Н/кг = 30\ Н$. Если систему поставить на нижний груз, верхний груз будет находиться в равновесии под действием силы тяжести и силы упругости: $F_{упр2} = m_1 \cdot g$, $F_{упр2} = 1\ кг \cdot 10\ Н/кг = 10\ Н$.

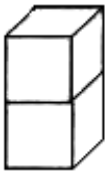
Составим систему уравнений и решим её:

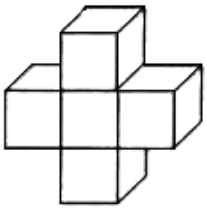
$$\begin{cases} m_2 g = k(\ell_1 - \ell_0) \\ m_1 g = k(\ell_0 - \ell_2) \end{cases} \quad \text{или} \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{\ell_1 - \ell_0}{\ell_0 - \ell_2}$$

Выразим ℓ_0: $\ell_0 = \frac{m_1\ell_1 + m_2\ell_2}{m_1 + m_2}$. Получим: $\ell_0 = \frac{1\ кг \cdot 10 см + 3\ кг \cdot 4\ см}{1\ кг + 3\ кг} = 5{,}5\ см$

Ответ: $\ell_0 = 55$ мм

Задание № 3 (10 баллов). На дне аквариума стоит деталь, склеенная из 2 одинаковых кубиков. Длина ребра каждого кубика равна 6 см. В аквариум медленно наливают воду. Когда высота уровня достигает 6 см, деталь отрывается ото дна.





Опыт повторяют, склеив вторую деталь из 5 таких же кубиков.

Чему равен объём второй детали? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Чему равна масса второй детали? Ответ выразите в граммах; плотность воды ρ = 1 г/см3.

До какой высоты нужно теперь налить в аквариум воду, чтобы деталь оторвалась ото дна? Ответ выразите в миллиметрах.

Н	V_x, m, h	**Решение**
Д	$\rho = 1\ г/см^3$	Объём кубика равен $V_0 = a^3$ или $V_0 = (6\ см)^3 = 216\ см^3$
	N = 5	Объём второй детали: $V = 5V_0$, $V = 5 \cdot 216\ см^3 = 1080\ см^3$
	a = 6 см	Первая деталь всплывёт, когда сила Архимеда

Незначительно превысит силу тяжести: $\rho_m \cdot 2V_0 \cdot g = \rho_в \cdot V_0 \cdot g$, отсюда $\rho_m = \rho_в/2$

$\rho_в = 1\ г/см^3 / 2 = 0{,}5\ г/см^3$

Масса второй детали: $m = \rho \cdot V$. $m = 0{,}5\ г/см^3 \cdot 1080\ см^3 = 540\ г$

Вторая деталь всплывёт, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

$\rho_m \cdot 5V_0 \cdot g = \rho_в \cdot V_x \cdot g$, отсюда $V_x = \frac{5\rho_m}{\rho_в} \cdot V_0 = 2{,}5\,V_0$. $V_x = 2{,}5 \cdot 216\ см^3 = 540\ см^3$

Значит воду надо долить до высоты: $h = 1{,}5\ a = 1{,}5 \cdot 6\ см = 9\ см = 90\ мм$

Ответ: $V_x = 540\ см^3$, $m = 540\ г$, $h = 90\ мм$

Задача № 4 (15 баллов). Чебурашка с Геной отправились показывать гостю город и в дорогу купили большую бутылку с соком. Но оказалось, что вредная старуха Шапокляк продырявила иголкой донышки всех бутылок в магазине! Конечно, ей придется заплатить штраф за хулиганство, но Гена объяснил Чебурашке, что завинченную бутылку они спокойно донесут до дома, не пролив через дырочку ни капли. Почему?

Решение:

Атмосферное давление будет удерживать сок в бутылке, пока воздух не получил возможность войти в бутылку через горлышко.

Задача № 5 (5 баллов). После медосмотра Петя точно знал, что его пульс ровно 70 ударов в 1. минуту. А пока ждал своего друга Васю, насчитал 210 ударов. Сколько это будет в минутах?

Решение:

Если пульс у Пети был ровно 70 ударов в минуту, то 210 ударов произошло за $\frac{210\ \text{уд}}{70\ \text{уд/мин}} = 3\ \text{мин.}$

Ответ: 3 мин. Петя ожидал Васю

Задача № 6 (10 баллов). На одной пачке молока написано: масса нетто 1кг. На другой пачке написано: объём 1л. Цена обеих пачек одинакова. Какую из них выгоднее покупать?

Н	m_2
Д	$m_1 = 1$ кг $V_2 = 1$ л = 0, 001 м^3 $\rho = 1036$ кг/м^3

Решение

<u>Первый способ решения</u>

Для того, чтобы ответить, какую пачку молока купить, можно сравнить содержимое пакета, например, по массе, т.е. найти массу молока во втором пакете.

Зная объём молока во втором пакете и плотность молока, найдём массу молока: $m = \rho \cdot V$, т. е. $m_2 = 1036\ \text{кг/м}^3 \cdot 0{,}001\ \text{м}^3 = 1{,}036$ кг.

$m_2 > m_1$, значит выгоднее покупать молоко в том пакете, на котором написано 1 л.

<u>Второй способ решения.</u>

Можно было сравнить количество молока по объёму в пакетах.

$V_1 = \frac{m_1}{\rho}$, т.е. $V_1 = \frac{1\ \text{кг}}{1036\ \text{кг/м}^3} = 0{,}00097\ \text{м}^3 = 0{,}97$ л

Видим, что $V_2 > V_1$ (1л > 0,97 л), т.е. выгоднее покупать пакет молока, в котором 1 л.

Задача № 7 (10 баллов). Очень легкий Чебурашка массой 1 кг и очень тяжелый Крокодил Гена массой 100 кг решили совершить прогулку по зимнему лесу. Гена одел лыжи, площадь которых 2000 см^2, а Чебурашке достались ходули площадью опоры 800 мм^2. Кто из друзей получит большее удовольствие от прогулки, если снег выдерживает давление в 10000 Па? Объяснить решением.

Н	$p_ч$, $p_Г$
Д	$m_ч$ = 1 кг $m_Г$=100 кг $S_ч$ = 800 мм^2 = 8 см^2 $S_Г$ = 2000 см^2 p = 10000 Па

Решение

Найдем, какое давление оказывал Чебурашка на снег и какое крокодил Гена.

$$p_ч = \frac{m_ч \cdot g}{S_ч},\ p_ч = \frac{1\ кг \cdot 10\ Н/кг}{0{,}0008\ м^2} = 12500\ Па$$

$$p_Г = \frac{m_Г \cdot g}{S_Г},\ p_Г = \frac{100\ кг \cdot 10\ Н/кг}{0{,}2\ м^2} = 5000\ Па$$

Из расчётов видим, что давление на снег у крокодила Гены меньше, чем у Чебурашки (5000 Па < 10000 Па). Следовательно, крокодил Гена получит большее удовольствие от прогулки.

Ответ: крокодил Гена получит большее удовольствие от прогулки.

Задача № 8 (10 баллов). В романе Ж. Верна «Пять недель на воздушном шаре» говорится, что воздушный шар, наполняемый водородом, имел емкость 44847 кубических футов. (Английский кубический фут = 0,0283 м3). Какова подъемная сила такого шара?

Н	$F_п$
Д	V = 44847 фут^3 1 фут^3 = 0,0283 м^3 $\rho_{вод}$ = 0,09 кг/м^3 $\rho_{возд}$ = 1,29 кг/м^3

Решение

Подъёмная сила воздушного шара равна разности сил Архимеда и силы тяжести шара,
т.е.$F_п = F_A - F_т$. $F_A = \rho_{возд} \cdot V_ш \cdot g$,
$V_ш$ = 44847 фут^3 · 0,0283 м^3 = 1269 м^3

F_A = 1,29 кг/м^3 ·10 Н/кг · 1269 м^3 = 16370 Н
$F_ш = \rho_{вод} \cdot g \cdot V_ш$ или $F_ш$ = 0,09 кг/м^3 ·10 Н/кг · 1269 м^3 = 1142 Н
$F_п$ = 16370 Н – 1142 Н = 15258 Н ≈ 15,3 кН

Ответ: $F_п \approx 15{,}3$ кН

Задача № 9 (5 баллов). В романе В. Гюго «Девяносто третий год» экипаж поврежденного корабля отчаянно борется за его плавучесть: «Команда не теряла времени даром. Корвет был облегчен. Выбросили в море все, что только можно было собрать после разгрома, произведенного каронадой (пушкой, сорвавшейся с цепей во время шторма – *прим.* А.У.): подбитые орудия, поломанные лафеты, куски оторванной внутренней обшивки, обломки дерева и железа». Для чего экипаж облегчал корабль?

Решение:

Чтобы уменьшить осадку корабля, т.е. уменьшить ситу тяжести корабля увеличить плавучесть корабля, с корвета выбросили в море все, что только можно было собрать после разгрома, произведенного каронадой.

Задача № 10 (10 баллов).

В Древней Руси для измерения роста человека использовали такие единицы измерения, как локоть, пядь, аршин, вершок. В одном аршине 16 вершков, в одном локте 10 вершков, одна пядь – четверть аршина. Три богатыря решили измерить свой рост. Оказалось, что рост Ильи Муромца составляет 2 аршина и 1 локоть, а Добрыни

Никитича – 4 локтя и 1 пядь. Рост Алёши Поповича составляет 2 аршина, 2 пяди и 3 вершка. Расположите богатырей по росту – от самого низкого к самому высокому.

И.М. – 2 аршина 1 локоть, Д.Н. – 4 локтя 1 пядь, А.П. – 2 аршина 2 пяди 3 вершка.

Чтобы сравнить по росту богатырей, надо измерить их рост в одних единицах измерения.

1 аршин = 16 вершков, 1 локоть = 10 вершков; 1 пядь = ¼ аршина.

Решение:

И.М. – 2 арш. + 10 /16 арш = 2 арш. + 0,625 арш. = 2,625 арш.

Д.Н. – 4 локтя 1 пядь = 40 вер. ¼ арш. = 2,5 арш.1/4 арш. = 2,75 арш.

А.П. - 2 арш.2 пяди 3 вер. = 2 арш.+ 0,5 арш. +3/16 арш.=2,688 арш.

Располагаются богатыри по росту – от самого низкого к самому высокому.

так: И.М., А.П., Д.Н.

Ответ: И.М., А.П., Д.Н.

Спасибо за участие!