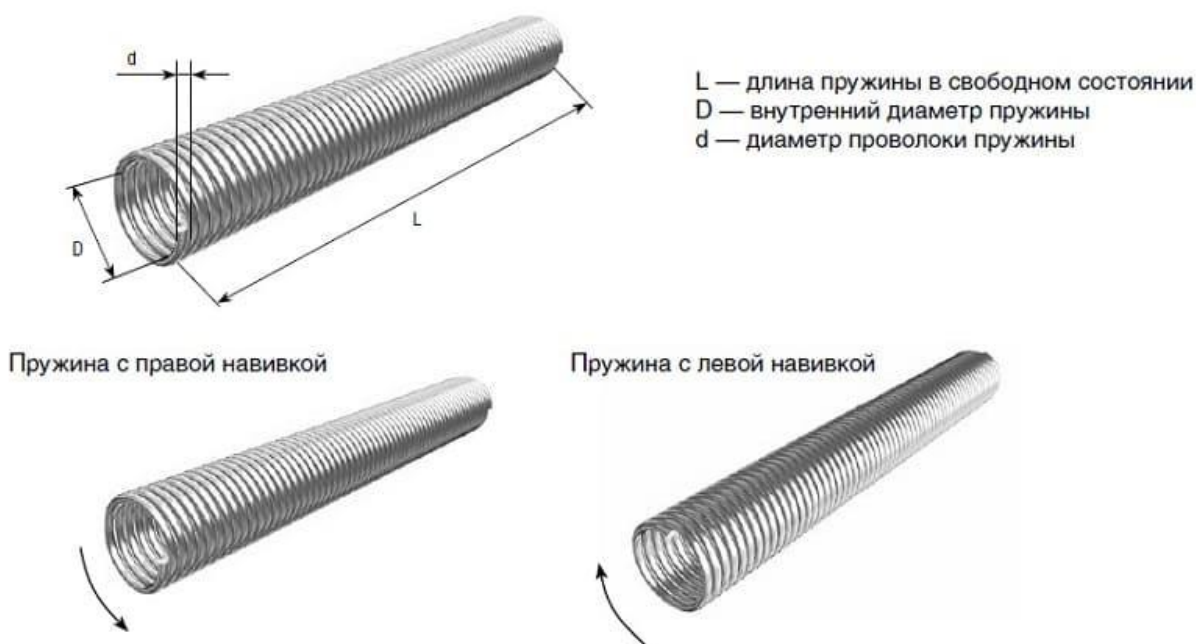


**Критерии и методики оценивания
выполненных олимпиадных заданий для работы жюри
Максимальное количество баллов- 50 баллов**

Задача №1 (10 баллов)

Даны две пружины из одинакового материала, каждая из которых свита виток к витку. Количество витков в пружинах одинаково. Первая пружина с правой навивкой, вторая пружина с левой навивкой. Диаметры пружин 3 мм и 9 мм, длины пружин 1 см и 7 см, диаметры проволок пружин 0,2 мм и 0,6 мм. Коэффициент жесткости первой пружины 14 Н/м. Найдите коэффициент жесткости второй пружины.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРУЖИН



Возможное решение и критерии оценивания:

$D_1 = 3 \text{ мм}$ $D_2 = 9 \text{ мм}$ $L_1 = 1 \text{ см}$ $L_2 = 7 \text{ см}$ $d_1 = 0,2 \text{ мм}$ $d_2 = 0,6 \text{ мм}$ $k_1 = 14 \text{ Н/м}$
 $k_2 = ?$

1. Коэффициент жесткости от направления навивки не зависит.

Пусть N - количество витков в пружине.

$$l_0 = Nd \quad l = N \cdot \pi D$$

$$\frac{l_0}{l} = \frac{d}{\pi D}$$

$$l_0 = l \cdot \frac{d}{\pi D} \quad - 4 \text{ балла}$$

2. $k = \frac{ES}{l_0}$ (или k прямо пропорционально S и обратно пропорционально l_0) – 2 балла

$$3. k = \frac{E\pi D^2}{4l_0} = \frac{E\pi D^2}{4l} \cdot \frac{d}{\pi D} = \frac{ED^2 d}{4l} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$4. \frac{k_2}{k_1} = \frac{D_2^2 d_2}{D_1^2 d_1} \cdot \frac{l_1}{l_2} \quad - 1 \text{ балл}$$

$$5. \frac{k_2}{k_1} = \frac{9}{7}, k_2 = \frac{9}{7} \cdot k_1 = \frac{9}{7} \cdot 14 \text{ Н/м} = 18 \text{ Н/м} - 1 \text{ балл.}$$

Задача № 2 (10 баллов)

Однажды барон Мюнхгаузен поднялся на привязанном к земле воздушном шаре над полем боя на высоту 150 м. Мимо него, параллельно земле, пролетает тяжелое ядро, пущенное из лагеря неприятеля. Барон садится на ядро и летит на нем до самой земли. Найдите, под каким углом α к горизонту было запущено ядро, если Мюнхгаузен приземлился на расстоянии 150 метров по горизонтали от воздушного шара. Массы ядра и барона одинаковы. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Решение:

Мюнхгаузен вместе с ядром начал полет на высоте $H=150$ м и пролетел до приземления по горизонтали такое же расстояние H . Поэтому время полета равно $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$, горизонтальная

скорость Мюнхгаузена на ядре равнялась $v_{\text{гор.}} = \frac{H}{t} = \sqrt{\frac{gH}{2}}$.

Из закона сохранения импульса можно найти скорость ядра перед тем моментом, когда на него сел Мюнхгаузен (массы барона и ядра одинаковы и равны M): $Mv_{\text{ядра } x} = 2Mv_{\text{гор.}}$, откуда $v_{\text{ядра } x} = 2v_{\text{гор.}} = \sqrt{2gH}$. Значит, ядро из лагеря неприятеля было запущено с такой же горизонтальной составляющей скорости.

Вертикальную составляющую начальной скорости легко определить из тех соображений, что она уменьшилась до нуля за время полета ядра от земли до Мюнхгаузена $v_{\text{ядра } y} = \sqrt{2gH}$.

Угол α , под которым ядро было запущено к горизонту, равен

$$\alpha = \arctg(v_{\text{ядра } y} / v_{\text{ядра } x}) = \arctg 1 = 45^\circ.$$

Примерные критерии оценивания задачи:

Описана кинематика движения барона на ядре (определено время полета и получено выражение для горизонтальной составляющей скорости) - 3 балла.

Записан закон сохранения импульса для неупругого взаимодействия барона и ядра – 3 балла.

Определены горизонтальная и вертикальная составляющие нач. скорости ядра – 3 балла.

Найден угол – 1 балл.

Задача №3 (10 баллов)

В вертикально расположенном цилиндрическом сосуде, площадь сечения которого $S=23 \text{ см}^2$, под поршнем весом $P=10 \text{ Н}$ находится одноатомный газ. Расстояние между дном сосуда и поршнем $h=30 \text{ см}$. На внутренней стенке сосуда имеется стопорное кольцо, не позволяющее расстоянию между дном сосуда и поршнем превысить величину $H=50 \text{ см}$. Какое количество тепла Q нужно сообщить газу, чтобы его давление увеличилось в $\alpha=1,5$ раза? Атмосферное давление $p_0=100 \text{ кПа}$.

Решение:

До тех пор, пока поршень не достигнет стопорного кольца, расширение газа при нагревании будет происходить при постоянном давлении $p_1 = p_0 + \frac{P}{S}$. Записывая уравнения состояния идеального газа в начальный момент времени и в момент, когда поршень достигает стопорного кольца, имеем: $p_1 h S = \nu R T_1$, $p_2 H S = \nu R T_2$.

Отсюда, изменение температуры в этом процессе (с учетом равенства $p_1 = p_2 = p_0 + \frac{P}{S}$):

$$\Delta T_{12} = T_2 - T_1 = \frac{1}{\nu R} \left(p_0 + \frac{P}{S} \right) (H - h) S.$$

Соответственно, полученное в этом процессе газом тепло

$$\Delta Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = p_1 (H - h) S + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1),$$

$$\Delta Q_{12} = \frac{5}{2} \left(p_0 + \frac{P}{S} \right) (H - h) S.$$

При дальнейшем нагревании объем газа не меняется, т.к. стопорное кольцо препятствует перемещению поршня. В конечном состоянии $p_3 = \alpha p_1$. Из уравнения этого состояния $p_3 H S = \nu R T_3$ находим температуру

$$T_3 = \frac{\alpha}{\nu R} \left(p_0 + \frac{P}{S} \right) H S.$$

Количество тепла, полученное газом в этом процессе:

$$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \left(p_0 + \frac{P}{S} \right) (\alpha - 1) H S.$$

Учитывая, что $\Delta Q = \Delta Q_{12} + \Delta Q_{23}$, получаем ответ:

$$Q = \frac{(p_0 S + P)}{2} \cdot [(3\alpha + 2)H - 5h] = 210 \text{ Дж.}$$

Критерии оценивания:

4 балла – верно рассмотрен процесс изобарного нагревания (определено давление под поршнем, записано уравнение состояния, первый закон термодинамики для изобарного процесса);

4 балла – верно рассмотрен процесс изохорного нагревания;

2 балла – найдено общее количество теплоты и получен численный ответ.

Задача №4 (10 баллов)

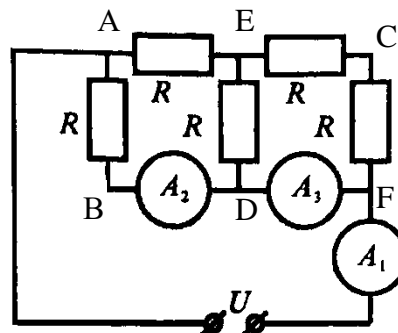
На рисунке показана схема смешанного соединения проводников. Определить токи I_1 , I_2 и I_3 , текущие через амперметры A_1 , A_2 и A_3 соответственно. Напряжение $U = 10 \text{ В}$, сопротивление $R = 100 \text{ Ом}$. Сопротивлением амперметров пренебречь.

Возможное решение и критерии оценивания:

1. Общее сопротивление внешней части цепи

$$R_{\text{об.}} = \frac{R \cdot \left(R + \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} \right)}{R + \left(R + \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} \right)} = \frac{5R}{8} \quad - 1 \text{ балл}$$

$$2. I_1 = \frac{U}{R_{\text{об.}}} = \frac{8U}{5R} = 0,16 \text{ А} \quad - 1 \text{ балл}$$



$$3. \frac{R_{ABD}}{R_{ACD}} = \frac{R}{R + \frac{R \cdot 2R}{R+2R}} = \frac{3}{5} - 1 \text{ балл}$$

$$4. \frac{R_{ABD}}{R_{ACD}} = \frac{I_1 - I_2}{I_2} = \frac{3}{5} - 1 \text{ балл}$$

$$5. 3I_2 = 5 \cdot (I_1 - I_2), I_2 = \frac{5}{8} I_1 = 0,1 \text{ А} - 2 \text{ балла}$$

$$6. \frac{R_{ED}}{R_{ECF}} = \frac{I_{ECF}}{I_{ED}} = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2} - 1 \text{ балл}$$

$$7. I_3 + I_{ECF} = I_1 \quad I_3 = I_2 + I_{ED} \quad I_3 = I_2 + 2I_{ECF} \quad I_1 = \frac{I_3 - I_2}{2} + I_3 = \frac{3I_3}{2} - \frac{I_2}{2}$$

$$I_3 = \frac{2I_1}{3} + \frac{I_2}{3} = \frac{2I_1 + I_2}{3} \quad I_3 = 0,14 \text{ А} - 3 \text{ балла}$$

Задача №5 (10 баллов)

Петя выполнял эксперимент по геометрической оптике. С помощью тонкой собирающей линзы он получил 2 четких действительных изображения на экране, не меняя расстояние между предметом и экраном. В первом случае Петя получил изображение предмета на экране высотой 4 см и во втором случае высотой 9 см. Чему же равна высота самого предмета?

Возможное решение и критерии оценивания:

$$h = \sqrt{H_1 H_2} = 6 \text{ см}$$

Оценка решения:

Записана формула для расчета увеличения линзы для двух случаев:

$$\frac{f_1}{d_1} = \frac{H_1}{h}; \quad \frac{f_2}{d_2} = \frac{H_2}{h} - 2 \text{ балла.}$$

Записана формула линзы для двух положений предмета и изображения $1/f_1 + 1/d_1 = 1/F$ $1/f_2 + 1/d_2 = 1/F$ – 2 балла.

Получено, что при неизменном расстоянии между предметом и экраном $f_1 = d_2$, $f_2 = d_1$ – 3 балла.

Из уравнения $\frac{H_1}{h} = \frac{h}{H_2}$ получено выражение для расчета высоты предмета

$$h = \sqrt{H_1 H_2} - 2 \text{ балла.}$$

Получен правильный числовой результат – 1 балл.