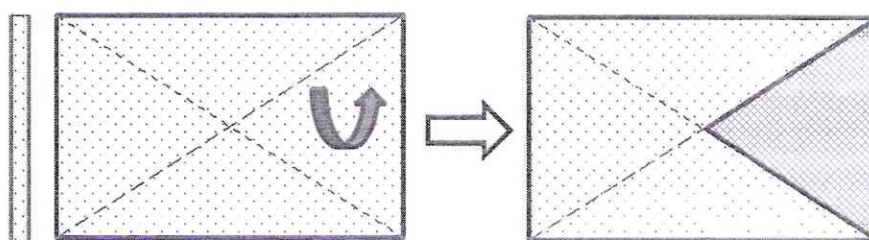


ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ИМ. АВИСТРОИТЕЛЯ В.А. ОКУЛОВА 2021/2022
Вариант 1, 10 класс

1. Поезд движется по закруглению пути с постоянной скоростью 54 км/ч. Радиус закругления 225 м, длина закругления тоже 225 м. К потолку вагона на гибкой проволоке свободно подвешены маятниковые часы. Перед входом вагона в закругление пути маятник часов совершает колебания в плоскости, параллельной движению вагона. На сколько секунд и в какую сторону будет отличаться ход этих часов после прохождения закругления?

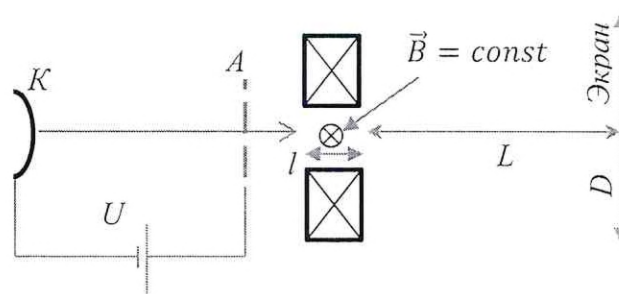
2. В горизонтальном цилиндре объемом 1 л и площадью сечения 10 см^2 , плотно закрытом подвижным поршнем массой 300 г, содержится газ. В начальном состоянии давление газа в цилиндре равно атмосферному давлению 10^5 Па , а температура – температуре окружающего воздуха 300 К. Сила трения поршня о стенки цилиндра при движении равна 1 Н. Цилиндр медленно перевернули поршнем вниз. На какое расстояние сместится поршень от прежнего положения?

3. На лабораторном занятии ученикам выдали прямоугольные трехслойные листы. Каждый лист представлял собой бумагу, обклеенную с



обеих сторон металлической фольгой. С помощью кратковременно подключенного источника тока верхний и нижний слой фольги зарядили разноименно до напряжения 10 В. Затем, держа лист резиновыми перчатками, его аккуратно разрезали острыми пластмассовыми ножницами по диагоналям на 4 части. Один остроугольный кусок перевернули обратной стороной наверх, и снова сложили в прямоугольник, так, чтобы слои фольги с каждой стороны соприкасались (см. Рис). На сколько вольт изменилось напряжение между слоями фольги?

4. В электронно-лучевой трубке электроны вылетают из катода (K) и ускоренно движутся под действием электростатического поля между катодом и анодом (A). Пролетев анод, электроны попадают в однородное магнитное поле отклоняющих катушек. Какое максимальное значение индукции



магнитного поля необходимо обеспечить, чтобы электронный луч попадал во все точки на экране в плоскости чертежа?

Считать, что начальная скорость электронов при вылете из катода равна нулю.

Напряжение между анодом и катодом равно 20 кВ. Расстояние, которое электрон

пролетает в магнитном поле $l=10$ см. Расстояние от катушек до экрана $L=20$ см. Размер экрана в плоскости чертежа $D=30$ см.

5. На некотором расстоянии от тонкой собирающей линзы диаметром 4 см и фокусным расстоянием 8 см, на ее оптической оси расположили точечный источник света. За линзой поставили плоское зеркало перпендикулярно оптической оси на таком расстоянии, что свет, отразившийся от зеркала и повторно прошедший сквозь линзу, выходил параллельно оптической оси и образовывал пучок диаметром 2 см. На каком расстоянии от линзы находился источник света?

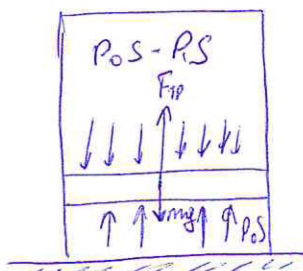
ВАРИАНТ № 1

1. Дано:

$R = 225 \text{ м}$	ω	Решение:
$l = 225 \text{ м}$		
$v = 54 \text{ км/ч}$		
$t = ?$	15 м/с	<p>При повороте маятника будет ускоряться в противоположенную сторону.</p> <p>Таких поворотов будет 4. $\Rightarrow \frac{225}{4} = 56,25 \text{ м}$</p> <p>$t_1 = \frac{56,25}{15} = 3,75 \text{ с}$, при каждом повороте маятника часовой будет отставать на $3,75 \text{ с} \Rightarrow t = 3,75 \cdot 4 = 15 \text{ с}$</p> <p style="text-align: right;">Ответ: 15 с.</p>

2. Дано:

$V_0 = 1 \text{ м}$	ω	Решение:
$S = 10 \text{ см}^2$		
$m = 300 \text{ г}$		
P_0 - давление в цилиндре		
P_A - атмосферное давление		
$P_0 = P_A = 10^5 \text{ Па}$		
T_0 - температура в цилиндре		
$T_0 = T_0 = 300 \text{ К}$		
$F_{тр} = 1 \text{ Н}$ - сила трения поршня относительно цилиндра		
$g = 10 \text{ м/с}^2$		
Δh - расстояние на которое сместился поршень	<p>$mg + P_0 S - P_1 S = F_{тр} + P_0 S$</p> <p>$mg - P_1 S = F_{тр}$</p> <p>$P_1 = \frac{mg - F_{тр}}{S}$</p> <p>$P_1 = \frac{3 - 1}{10^{-3}} = 2000 \text{ Па}$</p> <p>Так как температура не меняется то этот процесс изотермический. $\Rightarrow P_0 V_0 = P_1 V_1$</p> <p>$P_0 (V_0 - V_1) = (P_0 - P_1) V_1$</p> <p>$P_0 V_0 - P_0 V_1 = P_0 V_1 - P_1 V_1$</p> <p>$P_0 V_0 = 2 P_0 V_1 - P_1 V_1$</p> <p>$P_0 V_0 = V_1 (2 P_0 - P_1)$</p> <p>$V_1 = \frac{P_0 V_0}{2 P_0 - P_1} = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^5 - 2000} \approx 5,05 \cdot 10^{-4}$</p> <p>$V_1 = S h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{V_1}{S} = 0,505 \text{ см}$</p> <p>$V_0 = S h_0 \Rightarrow h_0 = \frac{V_0}{S} = 1 \text{ см}$</p> <p>$\Delta h = h_0 - h_1 = 1 - 0,505 = 0,495 \text{ см}$</p> <p style="text-align: right;">Ответ: 0,495 см</p>	



1	2	3	4	5	Σ
1	10	9	3	5	28

ВАРИАНТ № 1

3 Дано:

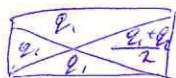
$U_1 = 10 \text{ В}$

$\Delta U = ?$

Решение:

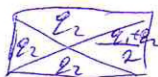
Пусть края фолта заряжены q_1 , а нижняя $-q_2$, тогда после того как перевернули шот на нём установится заряд $= \frac{q_1 + q_2}{2}$

шот сразу будет как



$$\frac{3q_1}{4} + \frac{q_1 + q_2}{8} = \frac{7q_1 + q_2}{8}$$

шот снизу



$$\frac{3q_2}{4} + \frac{q_1 + q_2}{8} = \frac{7q_2 + q_1}{8}$$

$$\frac{7q_1 + q_2}{8} + \frac{7q_2 + q_1}{8} = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta U = U_1 - \frac{U_1}{2} = \frac{U_1}{2} = 5 \text{ В}$$

ответ: 5 В

5 Дано:

$d_1 = 4 \text{ см}$ - диаметр шота

$F = 8 \text{ см}$

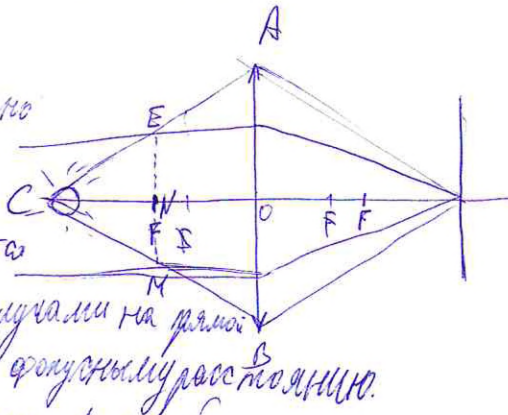
$d_2 = 2 \text{ см}$ - диаметр луча

l - расстояние источника света от шота

l_1
0,04 м
0,08 м
0,02 м

Решение:

Ручьи, поворачивая фронтальную линзу, пересекаются с указанными лучами на прямой перпендикулярной фронтальной плоскости.



$\triangle ACO \sim \triangle CEM$ ($\angle C$ - общий и $\angle N = \angle O = 90^\circ$)

$FN = \frac{1}{2} ME = 0,01 \text{ м}$

$AO = \frac{1}{2} AB = 0,02 \text{ м}$

$\frac{EM}{AO} = \frac{ON}{FO} = \frac{0,01}{0,02} = \frac{1}{2}$ $CO = NE + FN$

$CO = \frac{NE}{1} = \frac{NE + FN}{2}$

$2NE = NE + FN$

$NE = FN = 0,01 \text{ м}$

$CO = 0,01 \text{ м} \quad CO = l = 0,01 \text{ м}$

ответ: 0,16 м

Шифр (заполняется дежурным по аудитории)

334-10-5

4. Дано:

$v_0 = 0$ - начальная скорость электронов

$U = 20 \text{ кВ}$ - напряжение между анодом и катодом

$l = 10 \text{ см}$

$L = 20 \text{ см}$

$D = 30 \text{ см}$

$\vec{B} = ?$ - величина магнитного поля

См

0,1 м

0,2 м

0,3 м

Решение:

$$v = at + v_0 = at$$

$$F_A = I \vec{B} l$$

$$I = \frac{q}{t}$$

$$F_A = \frac{qBl}{t} = q \vec{B} \cdot v = qB \cdot at$$

$$B = \frac{4}{R}$$

$$Q = IUt$$

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ИМ. АВИСТРОИТЕЛЯ В.А. ОКУЛОВА 2021/2022
Вариант 2, 10 класс

1. На плоскодонную баржу с трюмом прямоугольной формы погрузили песок, который заполнил весь трюм слоем глубиной 1,5 м. В ходе погрузки осадка баржи (погруженная в воду часть) увеличилась на 2,5 м. Плотность сухого песка составляет 1500 кг/м^3 , плотность воды составляет 1000 кг/м^3 . Определите влажность песка (отношение массы содержащейся воды к массе загруженного песка) в %. Толщиной борта баржи пренебречь.
2. В лабораторных экспериментах использовались два пружинных маятника. Один маятник состоял из пружины жесткостью k_1 и груза массой m_1 . Вторым маятником состоял из пружины жесткостью k_2 и груза массой m_2 . Обе пружины имели одинаковую длину. Жесткости пружин $k_2 = 2 k_1$, а массы грузов $m_1 = 2 m_2$. Из этих маятников сделали два составных маятника. В первом случае пружины соединили последовательно, и к ним прицепили первый груз. Во втором случае пружины соединили параллельно, и к ним прицепили оба груза. Чему равно отношение частот малых колебаний во втором и первом случае?
3. Термометр в комнате показывал температуру $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. В термостат, находившийся в этой комнате, залили 100 г теплой воды. Через некоторое время температуру воды, залитой в термостат, измерили этим термометром, который показал значение $t_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Чему была равна действительная температура воды в термостате перед измерением? Чему была равна температура воды перед наливанием в термостат? Теплоемкость термометра $C_{\text{терм}} = 2,2 \text{ Дж/К}$, удельная теплоемкость воды $c_{\text{воды}} = 4200 \text{ Дж/(кг }^\circ\text{C)}$, теплоемкость термостата $C_{\text{стат}} = 50 \text{ Дж/К}$. Температуру укажите с точностью до десятых градуса.
4. Проволоку квадратного сечения со стороной 1 мм, длиной 1 м и сопротивлением 100 Ом прокатали и преобразовали в проволоку круглого сечения диаметром 1 мм. Из отрезков получившейся проволоки можно сделать электронагреватели и включить их в разные розетки, на которых написано $U=220 \text{ В}$ и максимальная сила тока 10 А (в каждой розетке). За какое наименьшее время с помощью этих нагревателей можно нагреть до кипения 100 л холодной воды от $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$? Потерями тепла пренебречь. Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/(кг }^\circ\text{C)}$, плотность воды 1000 кг/м^3 .
5. В колебательном контуре без потерь с емкостью конденсатора 1 мкФ создали собственные колебания с амплитудными значениями силы тока 5 мА и напряжения на конденсаторе 2,5 мВ. В определенный момент времени сила тока в катушке оказалась равна 4 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент времени.

ДАТА

ВАРИАНТ № 2

① Дано

$$h_1 = 1,5 \text{ м}$$

$$h_2 = 2,5 \text{ м}$$

$$\rho_n = 1500 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_b = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\frac{m_b}{m_n} \cdot 100\% - ?$$

$$m = \rho V \quad V = hbc$$

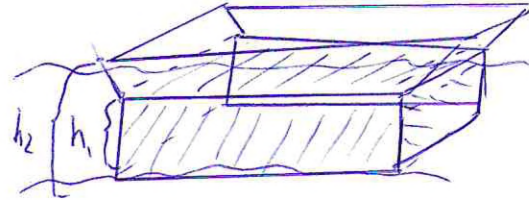
$$h_3 = h_1 + h_2 = 2,5 + 1,5 = 4 \text{ м}$$

$$m_b = \rho_b h_3 bc - 100\%$$

$$m_n = \rho_n h_1 bc - x\%$$

$$\frac{\rho_n h_1 bc \cdot 100}{\rho_b h_3 bc} = \frac{1500 \cdot 1,5 \cdot 100}{1000 \cdot 4} = 56,25\%$$

Ответ: 56,25%



② Дано

$$K_2 = 2K_1$$

$$m_1 = 2m_2$$

$$K_1; m_2$$

$\Delta_{\text{пар}}$

$\Delta_{\text{пос}}$

При параллельном соединении:

$$K_{\text{общ}} = K_1 + K_2 \Rightarrow K_1 + 2K_1 = 3K_1$$

$$m_{\text{общ}} = m_1 + m_2 \Rightarrow 2m_2 + m_2 = 3m_2$$

$$T_{\text{пар}} = \sqrt{\frac{m}{K}} = \sqrt{\frac{3m_2}{3K_1}} = \sqrt{\frac{m_2}{K_1}}$$

$$\Delta_{\text{пар}} = \frac{1}{T} \Rightarrow \frac{1}{\Delta_{\text{пар}}} = \sqrt{\frac{K_1}{m_2}}$$

При последовательном соединении:

$$K_{\text{общ}} = \frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2} \Rightarrow \frac{K_1 \cdot 2K_1}{2K_1 + 2K_1} = \frac{2K_1}{4} = \frac{K_1}{2}$$

$$T_{\text{пос}} = \sqrt{\frac{m_{\text{общ}}}{K_{\text{общ}}}} = \sqrt{\frac{3m_2}{\frac{K_1}{2}}} = \sqrt{\frac{6m_2}{K_1}} = \sqrt{3} \sqrt{\frac{2m_2}{K_1}}$$

$$\Delta_{\text{пос}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{\sqrt{3} \sqrt{\frac{2m_2}{K_1}}} = \frac{\sqrt{K_1}}{3\sqrt{2}m_2}$$

1	2	3	4	5	Σ
3	10	10	5	0	28

Ответ: $\Delta_{\text{пар}} = \sqrt{\frac{K_1}{m_2}}$; $\Delta_{\text{пос}} = \frac{\sqrt{K_1}}{3\sqrt{2}m_2}$

Шифр (заполняется дежурным по аудитории)

334-10-4

ДАТА

3

ВАРИАНТ № 2

Дано
 $t_1 = 20^\circ\text{C}$
 $m_b = 0,1 \text{ кг}$
 $t_2 = 40^\circ\text{C}$
 $c_{\text{стали}} = 2,2 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$
 $c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$
 $c_{\text{стали}} = 50 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$

$t_{\text{жидк}} = ?$
 $t_{\text{до камня}} = ?$

① $Q_{\text{отг}} = Q_{\text{нагр}}$ $\Delta t_{\text{стали}} = \Delta t_{\text{тепл}} = (t_2 - t_1) = 40 - 20 = 20^\circ\text{C}$

$c m \Delta t = C_{\text{тепл}} \Delta t + C_{\text{стали}} \Delta t$
 $\Delta c m \Delta t = \Delta t (C_{\text{тепл}} + C_{\text{стали}})$
 $\Delta t = \frac{\Delta t (C_{\text{тепл}} + C_{\text{стали}})}{c m} = \frac{20(2,2 + 50)}{4200 \cdot 0,1} = \frac{1044}{420} = 2,5^\circ\text{C}$

$t_1 = \Delta t + t_2 = 40 + 2,5 = 42,5^\circ\text{C}$ - до камня

② $Q_{\text{отг}} = Q_{\text{нагр}}$ $t_{2T} = t_1$ т.к. масса уравновешивается

$C(t_2 - t_1) = c m (t_2 - t_1)$

$50(t_1 - 420) = 4200 \cdot 0,1(42,5 - t_1)$


$50t_1 - 17000 = 17850 - 420t_1$

$470t_1 = 17850$

$t_1 = 42,38^\circ\text{C}$

Ответ: $t_{\text{жидк}} = 42,5^\circ\text{C}$; $t_{\text{до камня}} = 42,38^\circ\text{C}$
до камня жидк

④ Дано
 $l = 1 \text{ м}$
 $d = 1 \text{ мм}$
 $D = 1 \text{ мм}$
 $U = 220 \text{ В}$
 $I = 10 \text{ А}$
 $t = 0^\circ\text{C}$
 $V = 100 \text{ м}$
 $c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$
 $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $t = ?$


 $S_{\text{суб}} = d^2 = 1 \text{ мм}^2$ $S_{\text{срезов}} = \pi R^2 = 3,14 \cdot 0,25 = 0,785 \text{ мм}^2$
 $S_{\text{резон}} = S_{\text{суб}} - S_{\text{срез}} = 0,215 \text{ мм}^2$ $m_b = 100 \cdot 10^3 \cdot 1000 = 100 \text{ кг}$

$\rho = \frac{RS}{l} = \frac{100 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{1} = 1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Ом} \cdot \text{м}^2}{\text{м}}$ $\Delta t = 100 - 0 = 100^\circ\text{C}$

$R_{\text{резон}} = \frac{\rho l}{S} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot 1}{0,215 \cdot 10^{-6}} = 465,12 \text{ Ом}$

$A = Q$
 $Pt = cm \Delta t$
 $t = \frac{cm \Delta t}{I^2 R} = \frac{4200 \cdot 100 \cdot 100}{100 \cdot 465,12} = 903 \text{ с}$

Ответ: 903 с

Шифр (заполняется дежурным по аудитории)

331-10-4