

ТУР 2.

1. (5 баллов) Бревно массой $m = \text{кг}$ плавает в воде, не касаясь дна реки. Какой объем V занимает погруженная в воду часть бревна? Плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$. Ответ приведите в литрах, округлив до десятых.

Решение. Условие плавания бревна имеет вид $mg = \rho Vg$. Отсюда $V = \frac{m}{\rho}$. **Ответ:** $V = \frac{m}{\rho}$.

Варьируемый параметр m . Диапазон изменения от 5 до 10 кг с шагом 0,5 кг. Расчетная формула $V = m$.

m	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
V	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0

2. (20 баллов) Моторная лодка плывёт по реке вниз по течению. В тот момент, когда лодка проплывала мимо пристани из неё выпал спасательный круг. Рыбак, находившийся в лодке, обнаружил пропажу только спустя $t = 20$ минут. Он сразу же развернул лодку и поплыл в обратном направлении, не изменяя режима работы мотора. Спасательный круг он нашёл на расстоянии $S = \text{км}$ от пристани. Определите скорость v течения реки, считая её постоянной. Ответ приведите в км/ч, округлив до сотых.

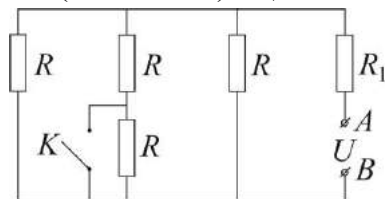
Решение. Будем решать задачу в системе отсчёта, связанной с водой. В этой системе лодка движется с постоянной по модулю скоростью, определяемой только режимом работы мотора. В системе отсчета, связанной с водой, плот неподвижен, поэтому расстояния, пройденные лодкой относительно воды при движении по течению и против течения одинаковы. Следовательно, времена движения "туда" и "обратно" совпадают. Значит время, прошедшее между моментами

потери спасательного круга и его обнаружения, равно $2t$. За это время плот, двигаясь со скоростью течения v , прошел относительно берега расстояние S , т.е. $S = 2vt$. **Ответ:** $v = \frac{S}{2t}$.

Варьируемый параметр S . Диапазон изменения от 1 до 3 км с шагом 0,2 км. Расчётная формула $v = 1,5 \cdot S$.

S	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
v	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5

3. (25 баллов) Цепь, изображенная на рисунке, составлена из 4 одинаковых резисторов сопротивлением $R = 7,5$ Ом и резистора $R_1 = 1$ Ом. На клеммах AB поддерживается постоянное напряжение $U = 6$ В. На какую величину ΔI изменится сила тока, текущего через резистор R_1 , после замыкания ключа K ? Сопротивлением проводов и ключа можно пренебречь. **Ответ** приведите в амперах, округлив до сотых.



Решение. Когда ключ разомкнут, полное сопротивление цепи равно $R' = R_1 + \frac{2R}{5}$. При замкнутом ключе ток течет в обход резистора, к которому подсоединен ключ, и полное сопротивление цепи становится равным $R'' = R_1 + \frac{R}{3}$. Изменение силы тока, текущего через резистор R_1 , определяется

как $\Delta I = \frac{U}{R''} - \frac{U}{R'}$. **Ответ:** $\Delta I = \frac{UR}{(3R_1 + R)(5R_1 + 2R)}$.

Варьируемый параметр U . Диапазон изменения от 10 до 30 В с шагом 2 В. Расчетная формула $\Delta I = 0,0357 \cdot U$.

U	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
ΔI	0,36	0,43	0,50	0,57	0,64	0,71	0,78	0,86	0,93	1,00	1,07

4. (25 баллов) При центральном соударении шарика, движущегося со скоростью $v = 8$ м/с, с таким же неподвижным шариком последний приобретает скорость $v/2$. Найдите изменение температуры шариков Δt , если удельная теплоемкость вещества, из которого они состоят, $c = 0,25$ кДж/(кг·С°). Рассеянием теплоты в окружающую среду можно пренебречь. **Ответ** приведите в градусах Цельсия, округлив до сотых.

Решение. Обозначим через m массу каждого из шариков, а через u – скорость первоначально двигавшегося шарика, которую он приобретет после соударения. По закону сохранения импульса: $mV = mu + m\frac{V}{2}$, откуда $u = \frac{V}{2}$. Следовательно, после соударения оба шарика движутся с одной

скоростью. По закону изменения механической энергии имеем $\frac{mV^2}{2} = \frac{mV^2}{8} + \frac{mV^2}{8} + Q$. Отсюда находим, что выделившееся при ударе количество теплоты $Q = \frac{mV^2}{4}$. Из уравнения теплового

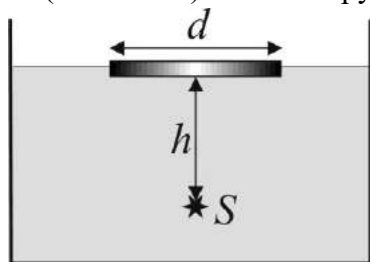
баланса следует равенство $2mc\Delta t = Q$. **Ответ:** $\Delta t = \frac{V^2}{8c}$.

Варьируемый параметр v . Диапазон изменения от 20 до 30 м/с с шагом 1 м/с. Расчетная формула

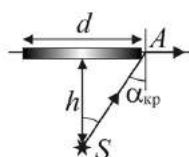
$$\Delta t = \frac{v^2}{2000}.$$

v	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Δt	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,39	0,42	0,45

5. (25 баллов) Тонкий круглый деревянный диск плавает в бассейне, наполненном водой. В воде



под диском на глубине $h =$ м находится точечный источник света S , причем центр диска и источник находятся на одной вертикали. Пренебрегая отражением света от стенок и дна бассейна, определите минимальный диаметр диска d , при котором ни один световой луч не выйдет из воды. Показатель преломления воды $n = 1,33$. Ответ приведите в сантиметрах, округлив до целых.



Решение. Условие задачи будет выполнено, если луч SA , идущий от источника в край диска, будет падать на поверхность воды под критическим углом полного внутреннего отражения $\alpha_{кр}$, для которого выполняется условие $\sin \alpha_{кр} = \frac{1}{n}$. При

падении луча на границу раздела воды и воздуха под таким углом, преломленный луч будет идти по поверхности воды. Лучи, падающие на границу раздела воды и воздуха под большими углами, испытают на этой границе полное отражение и в воздух не выйдут. Из рисунка видно, что

$$\sin \alpha_{кр} = \frac{d}{2\sqrt{h^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}}. \text{ Таким образом, } \frac{d}{\sqrt{4h^2 + d^2}} = \frac{1}{n}. \text{ Отсюда } d = \frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}}.$$

Ответ: $d = \frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}}.$

Варьируемый параметр h . Диапазон изменения от 0,5 до 1,5 м с шагом 0,1 м. Расчетная формула $d = 228,1 \cdot h$.

h	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
d	114	137	160	182	205	228	251	274	297	319	342