ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ
МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Шифр	**2026012790**
Класс	10
Площадка	МАОУ г. Нягани „Гимназия"
Предмет	**Морская инженерия**

№1.

1.1 $p = \frac{F_1}{S_1}$ $S = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0{,}04^2}{4} = \pi \cdot 0{,}0004 \approx$

$\approx 0.0012566 \text{ м}^2$

$p = \frac{500}{0{,}0012566} \approx 3{,}98 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$p \approx \underline{398 \text{ кПа}}$

1.2

$F_2 = p \cdot S_2$

$S_2 = \frac{\pi \cdot 0{,}4^2}{4} = \pi \cdot 0.04 \approx 0{,}12566 \text{ м}^2$

$F_2 = 3{,}98 \cdot 10^5 \cdot 0{,}12566 \approx 50000 \text{ Н}$

$\frac{F_2}{F_1} = \cancel{\frac{S_2}{S_1}}$ $\frac{S_2}{S_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = \left(\frac{40}{4}\right)^2 = 100$

$F_2 = 100 \cdot 500 = 50000 \text{ Н} = \underline{50 \text{ кН}}$

1.3 $\frac{F_2}{F_1} = 100$

1.4 $S_1 h_1 = S_2 h_2$ $h_2 = h_1 \cdot \frac{S_1}{S_2} = 0{,}2 \cdot \frac{1}{100} = 0{,}002 \text{ м} = 2 \text{ мм}$

Шифр	2026012790

Из закона сохранения энергии

$F_1 h_1 = F_2 h_2$

$\frac{h_1}{h_2} = \frac{F_2}{F_1}$ во сколько раз выигрываем в силе, во сколько раз проигрываем в расстоянии

Ответ: 1. $p \approx 398$ кПа

2. $F_2 = 50$ кН

3. Выигрыш в силе = 100

4. $h = 2$ мм, выигрыш в силе достигается за счет большого пути малого поршня.

№2. Дано:

$M = 5т = 5000$ кг

$m = 50$ кг

$v_{сн.отн} = 800$ м/с

$S_{торм} = 1{,}5$ м

2.1. $v_{сн} = v_{сн.отн} + v$

v - скорость орудия после выстрела,

"-"- откат назад.

Импульс системы:

$0 = m v_{сн} + MV$

$0 = m(v_{сн.отн} + V) + MV$

$0 = m v_{сн.отн} + (m + M)V$

$V = -\frac{m v_{сн.отн}}{M + m}$ $\quad |V| = \frac{50 \cdot 800}{5000 + 50} \approx 7{,}92$ м/с

2.2 $E_{сн} = \frac{m v_{сн}^2}{2}$

$v_{сн} = 800 + V$

$v_{сн} = 800 - 7{,}92 \approx 792{,}08$ м/с

$E_{сн} = \frac{50 \cdot 792{,}08^2}{2} \approx 156{,}8$ кДж

$E_{сум} \approx 15{,}68$ МДж

Это вся энергия которая выделилась при выстреле, расходуемая на разгон снаряда и орудия.

Шифр	2026012790

2.3 $V_0 = 7{,}92$ м/с

$V = 0$ $S = 1{,}5$ м

$V^2 - V_0^2 = 2aS$

$0 - (7{,}92)^2 = 2 \cdot a \cdot 1{,}5$

$-62{,}73 = 3a \Rightarrow a \approx 20{,}91$ м/с²

$|a| \approx 20{,}9$ м/с²

Сила торможения:

$F = M|a| \approx 5000 \cdot 20{,}91 \approx 104550$ Н $\approx 104{,}6$ кН

~~Ответ~~ 2.4

$\frac{|a|}{g} \approx \frac{20{,}91}{9{,}81} \approx 2{,}13$

Ответ: 1. $V \approx 7{,}92$ м/с

2. $E \approx 15{,}68$ МДж, расходуется на кинетическую энергию системы и нагрев.

3. $a \approx 20{,}9$ м/с², $F \approx 105$ кН

4. $\approx 2{,}13\,g$

√3. $H = 25$ м

$M = 1200$ кг

$V = 0{,}8$ м³

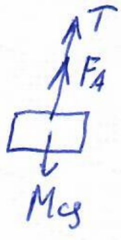
$V_п = 2$ м³

$m_п = 200$ кг

$\rho = 1030$ кг/м³

$g = 10$ м/с²

3.1



$T + \rho g V - Mg = 0$

$T = Mg - \rho g V$

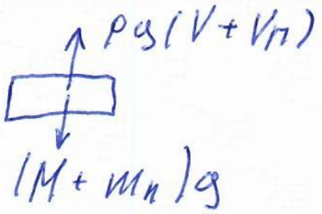
$T = 1200 \cdot 10 - 1030 \cdot 10 \cdot 0{,}8$

$T = 12000 - 8240 = 3760$ Н

$T = 3{,}76$ кН

Шифр	2026012790

3.2



$F_{рез} = \rho g(V+V_п) - (M+m_п)g$

$F_{рез} = 1030 \cdot 10 \cdot (0,8+2) - (1200+200) \cdot 10$

$F_{рез} = 10300 \cdot 2,8 - 14000$

$F_{рез} = 28840 - 14000 = 14840$ Н

$M_{системы} = 1200 + 200 = 1400$ кг

$a = \frac{F_{рез}}{M_{сист}} = \frac{14840}{1400} \approx \underline{10,6 \text{ м/с}^2}$

3.3

При установившемся движении:

$F_A - mg - kv_{пр} = 0$

$v_{пр} = \frac{F_A - mg}{k}$

$v_{пр} = \frac{28840 - 14000}{800} = \frac{14840}{800} = \underline{18,55 \text{ м/с}}$

Время подъема:

$m\frac{dv}{dt} = F_A - mg - kv$

$\frac{dv}{F_A - mg - kv} = \frac{dt}{m}$

Интегрируем от 0 до $v_{пр}$:

$\int_0^{v_{пр}} \frac{dv}{F_A - mg - kv} = \frac{t_1}{m}$

$\left[-\frac{1}{k}\ln(F_A - mg - kv)\right]_0^{v_{пр}} = \frac{t_1}{m}$

По условию мы можем пренебречь временем разгона.

$t = \frac{H}{v_{пр}} = \frac{25}{18,55} = \underline{1,35 \text{ с}}$

Неконтролируемое всплытие: может травмировать или убить водолазов, возможно повреждение судов на поверхности.

Ответ: 1. $T = 3,76$ кН
2. $a = 10,6$ м/с^2
3. $v_{пр} = 18,55$ м/с
$t = 1,35$ с

Оценка опасности: высокая

ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ
МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Шифр	2026012790

4. $\frac{2a-3x}{x-3a}<1$

$\frac{2a-3x}{x-3a}-1<0$

$\frac{2a-3x-(x-3a)}{x-3a}<0$

$\frac{2a-3x-x+3a}{x-3a}<0$

$\frac{5a-4x}{x-3a}<0$

Изучим случаи
Дробь отрицательна, когда числитель ~~или~~ и знаменатель имеют разные знаки.

Случай 1: $x-3a>0$ и $5a-4x<0$

$x>3a$, $4x>5a \Rightarrow x>1{,}25a$

Объединяя: если $a\geq 0$, $1{,}25a\geq 3a$ только при $a=0$, при $a>0$ $1{,}25a<3a$, значит условие $x>3a$ сильнее, и $x>3a$ уже дает $x>1{,}25a$

Если $a<0$, $3a<1{,}25a$ (т.к отрицательные числа), тогда нужно $x>3a$ и $x>1{,}25a \to x>1{,}25a$

Итог первого случая:
Если $a\geq 0$, $x>3a$
$a<0$, $x>1{,}25a$

Случай 2: $x-3a<0$ и $5a-4x>0$

$x<3a$, $4x<5a \Rightarrow x<1{,}25a$

Если $a>0$, $1{,}25a<3a$, значит $x<1{,}25a$ сильнее

Если $a<0$, $3a<1{,}25a$ (отрицательные), значит $x<3a$ сильнее

Итог второго случая:
Если $a>0$, $x<1{,}25a$
$a\leq 0$, $x<3a$

Ответ: $\begin{cases} a>0: x<1{,}25a \text{ или } x>3a \\ a=0: x<0 \text{ или } x>0 \ (\text{т.е } x\neq 0) \\ a<0: x<3a \text{ или } x>1{,}25a \end{cases}$

ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ
МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Шифр	2026012790

№5 $y^2+xy-2x^2-15y+15x-1=0$

Запишем как квадратное относительно x:

$-2x^2+(y+15)x+(y^2-15y-1)=0$

Умножим на -1:

$2x^2-(y+15)x-(y^2-15y-1)=0$

Дискриминант:

$D=(y+15)^2+8(y^2-15y-1)$

$D=y^2+30y+225+8y^2-120y-8$

$D=9y^2-90y+217$

D должен быть полным квадратом: $D=t^2, t\geq 0$

$9y^2-90y+217=t^2$

$9y^2-90y+(217-t^2)=0$

Дискриминант этого квадратного относительно y:

$D_y=8100-36(217-t^2)=8100-7812+36t^2$

$\sqrt{D_y}=6\sqrt{t^2+8}$

$y=\dfrac{90\pm 6\sqrt{t^2+8}}{18}=\dfrac{15\pm\sqrt{t^2+8}}{3}$

Чтобы y был целым, $\sqrt{t^2+8}$ должен делиться на 3 и иметь туже четность, что и 15

Пусть $\sqrt{t^2+8}=3k$, k - целое неотрицательное

Тогда $t^2+8=9k^2\to t^2=9k^2-8$

При $k=1$: $t^2=1\to t=1$, $\sqrt{t^2+8}=3$, $y=(15\pm 3)/3\to y=6$ или $y=4$

При $k=3$: $t^2=81-8=73$ - не квадрат

$k=2$: $36-8=28$ - не квадрат

$k=0$: $t^2=-8$ - нет, квадрат

ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ
МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Шифр	**2026012790**

Проверим $k = 1$: $t = 1$, $D = 1$, решаем исходное квадратное квадратное для каждого y.

Для $y = 6$

$2x^2-(6+15)x-(36-90-1)=0$

$D = 441-440 = 1$ $\quad x = \frac{21\pm 1}{4} = 5.5$ или 5

Целое $x = 5$ Решение: $(5;6)$

Для $y = 4$

$2x^2-(4+15)x-(16-60-1)=0$

$D = 361-360 = 1$ $\quad x = \frac{19\pm 1}{4} = 5$ или 4.5

Целое $x = 5$ Решение: $(5,4)$

Видим, что целые y только при $x=5$; $y = 4$ и $y = 6$

Натуральные y: 4 и 6

$4+6 = 10$

Ответ: 10