

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО/МЕЖЛИЦЕЙСКОГО ЭТАПА
РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ПО ФИЗИКЕ

10 КЛАСС

1. На рисунке 1 предоставлен график зависимости скорости прямолинейного движения точки от времени. Определить по графику среднюю скорость на промежутке времени от 0 до 20 с.

Возможное решение:

Средняя скорость пути $\langle v \rangle = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t}$,
 где S_1, S_2, S_3 – пути, которые точкам проходит на промежутках времени 0-5 с, 5-10 с и 10-15 с.

Пути на графике скорости – площадь фигуры ограниченной графиком скорости, осями Ox , Oy и конца движения:

$S_1 = v_1 t_1;$	$S_2 = v_2 t_2;$	$S_3 = v_3 t_3;$
$v_1 = 10 \text{ м/с};$	$v_2 = 20 \text{ м/с};$	$ v_3 = 20 \text{ м/с};$
$t_1 = 5 \text{ с};$	$t_2 = 10 \text{ с};$	$t_3 = 5 \text{ с};$

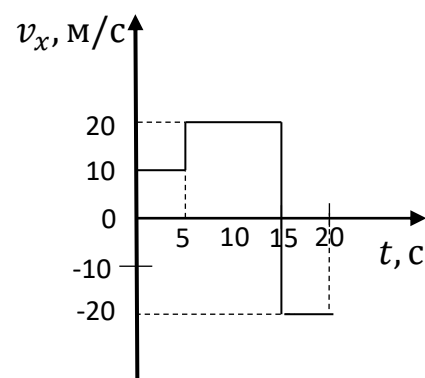


Рисунок 1

$$\langle v \rangle = \frac{S}{t} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2 + v_3 t_3}{t} = 18 \text{ м/с}.$$

№ п/п		Баллы	всего
1.	Записана формула средней скорости пути	2	10
2.	Найдены по графику скорости	2	
3.	Определенно по графику время	2	
4.	Получен правильный ответ (формула)	2	
5.	Получен правильный ответ (числовое значение)	1	
6	Комментарии (пояснения к решению)	1	

2. Минимальный период обращения искусственного спутника вокруг земли 84,4 мин, а вокруг Луны – 108,5 мин. Оцените среднюю плотность Луны, если средняя плотность Земли $5,5 \text{ г/см}^3$.

Возможное решение:

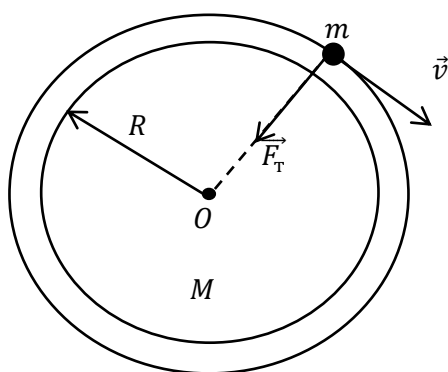


Рисунок 1.

Период обращения искусственного спутника любой планеты минимален при условии, когда его орбита расположена в непосредственной близости к поверхности планеты рис. 1. В этом случае радиус планеты и орбиты можно считать одинаковыми. На спутник со стороны планеты действует сила притяжения \vec{F}_T , которая сообщает ему центростремительное ускорение $\vec{a}_ц$, направленное к центру планеты. По закону

всемирного тяготения и второму закону Ньютона следует, что $G \frac{Mm}{R^2} = a_ц m = m \frac{v^2}{R}$, где G - гравитационная постоянная, m - масса спутник, v – модуль его скорости, M – масса планеты, R – ее радиус. Масса планеты $M = \rho V = \frac{4}{3} \pi \rho R^3$, скорость спутника $v = \frac{2\pi R}{T}$, где T – период его обращения вокруг планеты. Поэтому уравнение движения спутника запишем в виде: $\frac{G\rho}{3} = \frac{\pi}{T^2}$. Отсюда $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$. запишем такие уравнения для Луны и Земли. Из них получим: $\rho_1 = \left(\frac{T_3}{T_л}\right)^2 \rho_3 = 3,3 \text{ г/см}^3$.

№ п/п		Баллы	всего
1.	Наличие рисунка с необходимыми обозначениями	2	10
2.	Записан второй закон Ньютона	2	
3.	Записано уравнение движения спутника	2	
4.	Получен правильный ответ (формула)	2	
5.	Получен правильный ответ (числовое значение)	1	
6	Комментарии (пояснения к решению)	1	

3. Определите скорость, с которой должен лететь тело, чтобы при ударе он расплавился. Если при ударе о препятствие 30 % механической энергии тело превращается в ее внутреннюю энергию. Начальная температура тела 57^0 C , температура плавления 327^0 C .

Примечание: $c = 0,13 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$ – удельная теплоемкость свинца, $\lambda = 25 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ – удельная теплота плавления свинца.

Возможное решение:

Внутренняя энергия тела увеличивается за счет убыли механической энергии ΔW : $Q = \Delta U = -\eta \Delta W$, где $\Delta W = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$. Так как скорость тела $v_2 = 0$, то $\Delta W = -\frac{mv_1^2}{2}$.

Увеличение внутренней энергии сопровождается увеличением температуры тела и его плавлением

$$Q = cm(t_{\text{пл}} + t_1) + \lambda m$$

где c – удельная теплоемкость свинца, $t_{\text{пл}}$ – температура плавления свинца, t_1 – начальная температура тела, λ – удельная теплота плавления свинца.

$$cm(t_{\text{пл}} + t_1) + \lambda m = \eta \frac{mv_1^2}{2}.$$

$$\text{Отсюда } v_1 = \sqrt{\frac{2(c(t_{\text{пл}} + t_1) + \lambda)}{\eta}} = 633 \text{ м/с}$$

№ п/п		Баллы	всего
1.	Записана формула изменения кинетической энергии	2	10
2.	Записана формула изменения внутренней энергии	2	
3.	Записан закон сохранения энергии	2	
4.	Получен правильный ответ (формула)	2	
5.	Получен правильный ответ (числовое значение)	1	
6	Комментарии (пояснения к решению)	1	

4. Какой массы камень можно положить на плоскую льдину толщиной 30 см, чтобы он вместе с льдиной полностью погрузился в воду, если площадь льдины 5 м². Плотность камня 2500 кг/м³, а плотность льда 900 кг/м³.

Возможное решение:

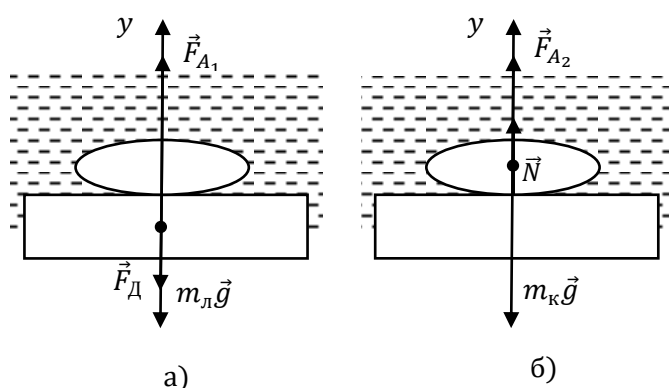


Рисунок 2

В погруженном состоянии система находится в равновесии. Уравнения статики запишем для каждого тела. Для льдины (рис.2 а) $m_l \vec{g} + \vec{F}_{A_1} + \vec{F}_D = 0$
 \vec{F}_D – сила давления камня, равная силе нормальной реакции опоры \vec{N} :

$|\vec{F}_d| = |\vec{N}|$ - по третьему закону Ньютона:

Оу: $F_{A_1} - m_{\text{л}}g - F_d = 0$, где $F_{A_1} = \rho_{\text{в}}ghS$, $m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}}hS$.

Следовательно: $F_d = (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}})ghS$

Для камня Оу: $F_{A_2} - m_{\text{к}}g + N = 0$, де $F_{A_2} = \rho_{\text{в}}gV_{\text{к}}$, $V_{\text{к}} = \frac{m_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}}}$; $N = F_d$

$$\rho_{\text{в}}g \frac{m_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}}} + (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}})ghS - m_{\text{к}}g = 0$$

Отсюда

$$m_{\text{к}} = \frac{(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}})\rho_{\text{к}}hS}{\rho_{\text{к}} - \rho_{\text{в}}} = 250 \text{ кг}$$

№ п/п		Баллы	всего
1.	Наличие рисунка с необходимыми обозначениями	2	10
2.	Записан второй закон Ньютона в векторном виде	2	
3.	Записан второй закон Ньютона в проекциях	2	
4.	Получен правильный ответ (формула)	2	
5.	Получен правильный ответ (числовое значение)	1	
6.	Комментарии (пояснения к решению)	1	

5. Прямоугольное подвальное помещение глубиной 2,5 м полностью затоплено водой. Определите мощность откачивающей воду установки, если диаметр трубы, по которой откачивается вода, 20 см, а скорость выливающейся из нее воды 2 м/с. Плотность воды 1 г/см³.

Возможное решение:

Искомая мощность $P = \frac{A}{t}$, где A – совершенная работа, t – время ее совершения.

При откачивании вода поднимается вверх, ее потенциальная энергия увеличивается. Вначале центр тяжести воды находится в точке C , т.е. ниже поверхности Земли на расстоянии $\frac{h}{2}$ (рис 3), а затем она была поднята на эту высоту. Поэтому увеличение потенциальная

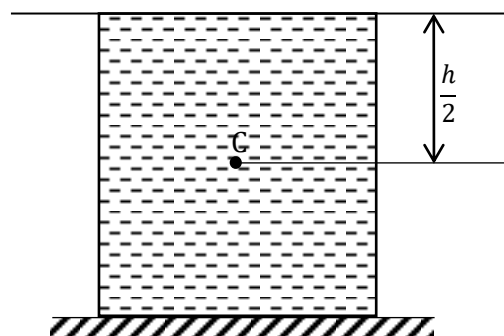


Рисунок 2


энергия воды $E_{\text{п}} = mg \frac{h}{2}$, где m – масса воды.

Увеличилась и кинетическая энергия воды от нуля до значения $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$.

Масса воды $m = \rho V$, где V – ее объем.

Поэтому работа $A = E_{\text{к}} + E_{\text{п}} = \frac{1}{2} \rho V (gh + v^2)$.

Для определения времени t мысленно представим прямую струю всей вытекающей из отверстия трубы воды (рис. 4). Ее длина $l = vt$, объем $V = Sl = Svt$. Отсюда $t = \frac{V}{Sv}$. Учтем, что

площадь поперечного сечения струи  $S = \frac{\pi d^2}{4}$. *Рисунок 3*

и получим $t = \frac{4V}{\pi d^2 v}$. тогда искомая

величина $P = \frac{1}{8} \pi \rho d^2 v (gh + v^2) = 0.91$ кВт.

№ п/п		Баллы	всего
1.	Записана формула мощности	2	10
2.	Записана формула кинетической энергии	1	
3.	Записана формула потенциальной энергии	1	
4.	Определенно масса воды	1	
5.	Определенно время	1	
6.	Получен правильный ответ (формула)	2	
7.	Получен правильный ответ (числовое значение)	1	
8.	Комментарии (пояснения к решению)	1	