



# ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Безопасность трансарктических перевозок

7 – 8 класс

### Задание 1 (20 баллов)

В одном из районов Карского моря были измерены глубины зимой со льда и летом с судна. Оказалось, что все "зимние" глубины имели значения, превышающие "летние" глубины. Почему?

#### Решение задания 1

Глубины определяли разными измерительными средствами. Зимой использовали лот, летом – эхолот. Лот – это измерительный прибор для определения глубины, который имеет трос с грузом, при опускании троса с грузом в воду, течением немного сносит трос, поэтому длину троса измеряют не строго вертикально, а с наклоном.

### Задание 2 (20 баллов)

Судно идет постоянным курсом, равным 45 градусов. Куда бы пришло судно, если бы на его пути отсутствовали бы материки?

#### Решение задания 2

Судно придёт на полюс Земли.

### Задание 3 (20 баллов)

Как известно, при кругосветном путешествии при пересечении линии смены дат либо добавляется, либо убирается один день - в зависимости от направления движения. 1 января, находясь на северном полюсе, арктический турист совершил три кругосветных путешествия, обойдя по часовой стрелке флаг, установленный на полюсе за 15 минут. Почему турист не сменил дату?

#### Решение задания 3

Линия смены дат – это 180 градусный меридиан, который сходится в полюсе. Турист шёл по кругу, пересекая меридиан 6 раз, в одном направлении 3 раза и в другом столько же. Получается, что 3 раза надо было добавить день и 3 раза убрать. Поэтому дата не поменялась.

### Задание 4 (20 баллов)

При переходе корабля из соленой воды в пресную воду его осадка немного увеличилась. После того как из трюма корабля выгрузили 600 т груза, осадка

приняла прежнее значение. Определите массу корабля с грузом, если плотность соленой воды на 5% больше плотности пресной.

**Решение задания 4**

$\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup> - плотность пресной воды

$\rho_1 = \rho * 1.05 = 1050$  кг/м<sup>3</sup> - плотность соленой воды

$M * g = \rho_1 * g * V$  - условие плавания в соленой воде (1)

$(M - m) * g = \rho * g * V$  - условие плавания в пресной воде (2)

разделим (2) на (1)

$$(M - m) / M = \rho / \rho_1$$

$$1 - m / M = \rho / \rho_1$$

$$1 - \rho / \rho_1 = m / M$$

$$(\rho_1 - \rho) / \rho_1 = m / M$$

$$M = m * \rho_1 / (\rho_1 - \rho) = 600 * 1050 / (1050 - 1000) = 600 * 1050 / 50 = 600 * 21 = 12600 \text{ т}$$

Ответ:  $M = 12\ 600$  т

**Задание 5 (20 баллов)**

Судно движется на север строго по направлению Полярной звезды. Допустим, что Полярная звезда расположена точно на севере. Какое расстояние пройдет судно, если высота Полярной звезды между двумя точками изменилось на 1°? Высота звезды определяется углом между плоскостью горизонта и направлением на звезду.

**Решение задания 5**

Ответ:  $1' = 1$  морская миля = 1852 м,  $1^\circ = 60' = 111\ 120$  м.



# ЕДИНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ МУЛЬТИПРЕДМЕТНАЯ МОРСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Безопасность трансарктических перевозок

9 – 11 класс

### Задание 1 (20 баллов)

Определить глубину моря в точке обсервации судна, если ультразвук судовой акустической системы был принят через 0,9 с? Скорость ультразвука в воде 1555,5 м/с. Ответ представьте в метрах с точностью до целого.

#### Решение задания 1

Ответ - 700 м.

### Задание 2 (20 баллов)

Готовя пищу, полярники используют воду, полученную из расплавленного льда. Какое количество теплоты потребуется для того, чтобы расплавить лед массой 20 кг и полученную воду вскипятить, если начальная температура льда равна  $-10^{\circ}\text{C}$ ? (Потерями подводимой теплоты на нагревание окружающих тел пренебречь.)

#### Решение задания 1

Дано:

$$l = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$$

$$m = 20 \text{ кг}$$

$$t_1 = -10^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$t = 0^{\circ}\text{C}$$

Найти  $Q$ .

Решение:

$$\Delta t_{\text{л}} = t - t_1 = 0^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}) = 10^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta t_{\text{в}} = t_2 - t = 100^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C} = 100^{\circ}\text{C};$$

$$Q = Q_{\text{наг}} + Q_{\text{пл}} = m(l + c_{\text{л}}\Delta t_{\text{л}} + c_{\text{в}}\Delta t_{\text{в}}) = 20 \text{ кг} \left( 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} + \right. \\ \left. + 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}} \cdot 10^{\circ}\text{C} + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}} \cdot 100^{\circ}\text{C} \right) = \\ = 15620000 \text{ Дж} = 15,62 \text{ МДж.}$$

Ответ:  $Q = 15,62 \text{ МДж}$ .

### Задание 3 (20 баллов)

В Арктике очень суровый климат: снег и лед лежат почти весь год. К ледовым опасностям относятся айсберги, стамухи, торосы, гигантские ледяные поля. В море плавает ледяной айсберг. Какая часть объема айсберга находится под водой? Плотности льда и морской воды равны соответственно  $900 \text{ кг/м}^3$  и  $1030 \text{ кг/м}^3$ . Ответ представьте в процентах.

### Решение задания 1

**Дано:**

$$\rho = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{ж}} = 1030 \text{ кг/м}^3$$

---


$$\frac{V_{\text{ж}}}{V} = ?$$

**Решение:**

Запишем условие плавания айсберга в форме уравнения:

$$\rho V = \rho_{\text{ж}} V_{\text{ж}}$$

Отсюда

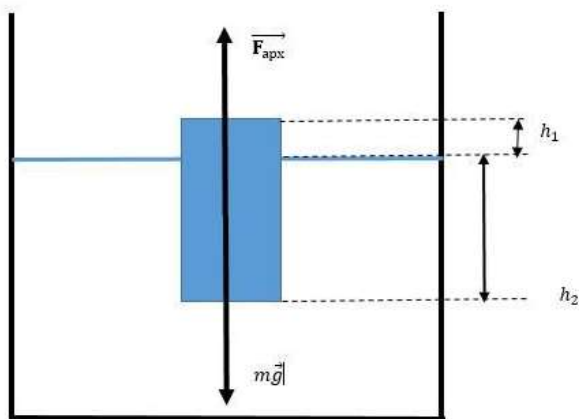
$$\frac{V_{\text{ж}}}{V} = \frac{\rho}{\rho_{\text{ж}}},$$

$$\frac{V_{\text{ж}}}{V} = \frac{900}{1030} = 0,87$$

### Задание 4 (20 баллов)

Айсберг возвышается над поверхностью океана на 15м. Оцените высоту айсберга, приняв его модель в виде тела с двумя плоскими горизонтальными основаниями и вертикальными боковыми стенками(столообразный айсберг). Плотность льда =  $900 \text{ кг/м}^3$ , плотность морской воды =  $1028 \text{ кг/м}^3$ . Ответ представьте в метрах с точностью до целого.

### Решение задания 1



$$\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 1028 \text{ кг/м}^3$$

$$h_1 = 15 \text{ м}$$

H - ?

$$mg = F_{арх}$$

$$\rho_1 * V_a * g = \rho_2 * g * V_{п}$$

где,  $V_a$  - объем айсберга,  $V_{п}$  - объем погруженной части

$$\rho_1 * S(h_1 + h_2) * g = \rho_2 * g * S h_2$$

$$\rho_1 (h_1 + h_2) = \rho_2 h_2$$

$$\rho_1 h_1 + \rho_1 h_2 = \rho_2 h_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 - \rho_1 h_2$$

$$h_2 = \rho_1 h_1 / (\rho_2 - \rho_1)$$

$$h_2 = 1028 * 15 / (1028 - 900) = 105 \text{ м}$$

из рисунка видно, что высота H айсберга равна:

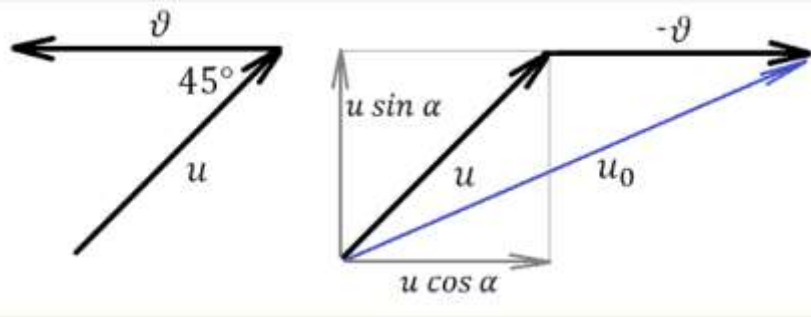
$$H = h_1 + h_2$$

$$H = 15 + 105 = 120 \text{ м}$$

### Задание 5 (20 баллов)

Корабль движется на запад со скоростью  $V$ . Известно, что ветер дует точно с юга-запада. Скорость ветра, измеренная на палубе корабля, равна  $U_0$ . Найти скорость ветра относительно земли.

## Решение задания 1



Так как  $u_0$  – результат сложения векторов скорости корабля и скорости ветра, то, чтобы ее найти, выполним вычитание указанных векторов. По закону сложения скоростей

$$\vec{u}_0 = -\vec{v} + \vec{u}$$

Тогда

$$\vec{u} = \vec{u}_0 + \vec{v}$$

Разложим вектор  $\vec{u}$  на составляющие по осям. Оси введем так: ось  $x$  – на восток, ось  $y$  – на север. Тогда

$$\vec{u} = u \vec{c} \cos \alpha + u \vec{s} \sin \alpha$$

Тогда можем записать теорему Пифагора, уже в скалярном виде:

$$(u \cos \alpha + v)^2 + (u \sin \alpha)^2 = u_0^2$$

Надо определить  $u$ , поэтому раскроем скобки:

$$u^2 \cos^2 \alpha + 2uv \cos \alpha + v^2 + u^2 \sin^2 \alpha = u_0^2$$

Или, с применением основного тригонометрического тождества,

$$u^2 + 2uv \cos \alpha + v^2 = u_0^2$$

Имеем квадратное уравнение относительно  $u$ :

$$u^2 + 2uv \cos \alpha + v^2 - u_0^2 = 0$$

Определим дискриминант:

$$\begin{aligned} D &= 4v^2 \cos^2 \alpha - 4(v^2 - u_0^2) = 4v^2 \cos^2 \alpha - 4v^2 + 4u_0^2 = \\ &= 4v^2(\cos^2 \alpha - 1) + 4u_0^2 = 4u_0^2 - 4v^2 \sin^2 \alpha = 4(u_0^2 - v^2 \sin^2 \alpha) \end{aligned}$$

Определяем скорость ветра относительно земли:

$$\begin{aligned} u &= \frac{-2v \cos \alpha + \sqrt{4(u_0^2 - v^2 \sin^2 \alpha)}}{2} \\ u &= \sqrt{(u_0^2 - v^2 \sin^2 \alpha)} - v \cos \alpha \\ u &= \sqrt{(u_0^2 - v^2 \frac{1}{2})} - v \frac{1}{\sqrt{2}} \end{aligned}$$

Ответ:  $u = \sqrt{(u_0^2 - v^2 \frac{1}{2})} - v \frac{1}{\sqrt{2}}$