



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Геология**

ФИО участника олимпиады: **Кузьмин Владимир Валерьевич**

Класс: **11**

Технический балл: **75**

Дата проведения: **04 марта 2022 года**

Результаты проверки (количество баллов, выставленное за каждое задание):

Задание 1 – 10 баллов

Задание 2– 15 баллов

Задание 3– 10 баллов

Задание 4– 15 баллов

Задание 5– 15 баллов

Задание 6– 10 баллов

Итого: 75 баллов

Задача

Числовая. 1 мкм

$$1. h = \log_a(a + (t-a)_e) - \log_a^2(a^2 + (t-a^2)_t)$$

$$h(t) = \begin{cases} 0, & t \leq a \\ \log_a t - 1, & a < t \leq a^2 \\ 0,5 \log_a t, & t > a^2 \end{cases} \quad (a^2 > 3; a^3 < \frac{3}{2})$$

$$h(t) \in [0,5; 1,5] \Leftrightarrow t \in [a^{\frac{2}{3}}; a^3] \Rightarrow a \in (1, (\frac{3}{2})^{\frac{1}{3}}) \cup (3^{\frac{2}{3}}; +\infty)$$

$$\text{Ответ: } (1; (\frac{3}{2})^{\frac{2}{3}}) \cup (3^{\frac{2}{3}}; +\infty)$$

2. Жидкий пропан при t_1 занимает $V_1 \text{ max}$, при t_2 занимает весь объем V . Газообразного пропана нет.

$m = \rho_2 V$ при t_2 - вся масса пропана. m жидкого пропана на занимает весь объем, $t_1 < t_2$; $\rho_1 > \rho_2$.

m_1 при t_1 занимает $V_1 \text{ max}$ - жидкое состояние

$m_2 = m - m_1$ - насыщенный пар под $\rho_{нас}$, объем равен $V - V_1 \text{ max}$

$m_1 = \rho_1 V$ при t_1 . Из уравнения Менделеева-Клапейрона выразим m_2 .

$$m_2 = \frac{\rho_{нас} \cdot \mu (V - V_1 \text{ max})}{RT_1}$$

$$m = m_2 + m_1 = \frac{\rho_{нас} \cdot \mu (V - V_1 \text{ max})}{RT_1} + \rho_1 V_1 \text{ max}$$

$$\rho_2 V = \rho_1 V_1 \text{ max} + \frac{\rho_{нас} \cdot \mu (V - V_1 \text{ max})}{RT_1} \quad | : V$$

$$\rho_2 = \rho_1 k + \frac{\rho_{нас} \cdot \mu \cdot (1-k)}{RT_1}$$

$$\rho_1 = \left(\rho_2 - \frac{\rho_{нас} \cdot \mu \cdot (1-k)}{RT_1} \right) \cdot \frac{1}{k} = \left(434 - \frac{0,044 \cdot 99 \cdot 10^6 \cdot 0,15}{8,31 \cdot 288} \right) \cdot \frac{1}{0,85} = \frac{434 - 2,5}{0,85} =$$

$$\approx 507,6 \approx 508 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad \text{Ответ: } 508 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$F_{min} = F_y = mg \sin \beta$$

2 мср

$$\sin \beta = \frac{tg \beta}{\sqrt{1 + tg^2 \beta}} = \frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu^2}} \quad F_{min} = mg \cdot \frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu^2}} \Rightarrow m = \frac{F_{min} \cdot \sqrt{1 + \mu^2}}{\mu g} =$$

$$= \frac{250 \cdot \sqrt{1 + 0,09}}{0,3 \cdot 10} = \frac{250 \cdot 1,044}{3} = 87 \text{ кг. Ответ: } m = 87 \text{ кг.}$$

5. Выветривание - процесс утончения горных пород из-за различных факторов. Механическое выветривание связано с температурными колебаниями, действием корней растений, с действиями градунов и насекомых, а также с обветриванием скальных пород. Биологическое выветривание возникает из-за микроорганизмов, участвующих в разложении пород, и, отмирая, возвращающих в геологическую среду новые химические элементы. Химическое выветривание - разрушение горных пород ~~из-за~~ ^{под действием} воды, углекислого газа, кислорода, органических кислот. Любое выветривание происходит по слабым участкам или трещинам пород, и образует различные формы на их поверхности. Коры выветривания - химические тела, образованные продуктами разрушения пород, вследствие долгого действия выветривания. Это десны, связанные с действием ветра - дюны. К ним относятся аккумуляция, дефляция - выдувание рыхлых пород с поверхности, корразия - обтачивание выступов горных пород глыбами, переносимыми ветром. Из-за того, что ветер обтачивает нижнюю часть структур поверхности земли, вследствие коррозии, образуется капающий камень, столбы пород с основаниями, расширяющимися в верхней части. Из-за аккумуляции образуются разные формы рельефа. В пустынях ваи и барханы - скопление песка в форме паучьих лап, обращенных в сторону дующего ветра. В долинах рек и на морских побережьях возникают дюны.

3. $S(0; 0; \sqrt{\frac{3}{2}})$ $\triangle SAB$ и $\triangle SC \perp ABCD$. $\angle BAD = \frac{\pi}{6}$.

$\angle CDA = \frac{\pi}{3}$. Расположим оси x и y , чтобы AB лежало на x , а CD на оси y , проекция S на $ABCD$ совпадает с началом координат. $A(\sqrt{3}; 0; 0)$ $D(0; 1; 0)$. $AD=2$

Т.к. M - точка пересечения прямых AD и BC , то в $\triangle ABM$ (равнобедренный) $\angle A = \angle M = \frac{\pi}{6}$; $\angle B = \frac{2\pi}{3}$. В $\triangle BOC$

$\angle B = \frac{\pi}{3}$; $\angle C = \frac{\pi}{6}$. Т.к. $AB = \frac{3\sqrt{3}}{4}$, то $AM = \frac{9}{4}$

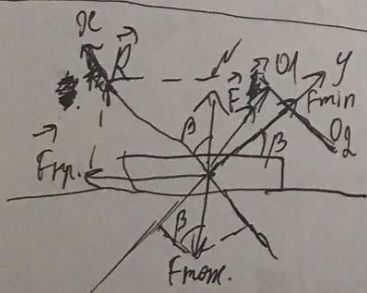
$OB = \frac{\sqrt{3}}{4}$, $CD = DM = \frac{1}{4}$, $OC = \frac{3}{4}$.

$M(-\frac{\sqrt{3}}{8}; \frac{9}{8}; 0)$. $SM = \frac{3\sqrt{5}}{4}$. По теореме Пифагора

$BS = \frac{3\sqrt{3}}{8}$
 $= \frac{3\sqrt{7}}{8}$

В треугольнике BMS $BS^2 = \frac{1}{4} \cdot SM^2 =$
 $\frac{3 \cdot \frac{\sqrt{7}}{8}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{21}}{4}$ Ответ: $\frac{\sqrt{21}}{4}$

4.



Система отсчета - ~~инерциальная~~ ^{не} инерциальная. Плита движется вдоль плоскости под действием силы \vec{F} , также не кинематический: $\vec{F}_{пр}$, \vec{N} , \vec{F}_{max} ; $\vec{F}_{пр} = \mu N$

$R = \vec{N} + \vec{F}_{пр}$, образует с вертикалью угол β . $\text{tg } \beta = \frac{F_{пр}}{N} = \mu$

Расположим ось x по направлению R и перпендикулярную ей ось y . (т.к. при любой F , направление R не меняется, если плита касается опоры); $\alpha \rightarrow 0$. $\vec{F} + \vec{R} + \vec{F}_{max} = 0$

y : $F_y - F_{max} \sin \beta = 0$. $F_y - F_{max} \sin \beta = \text{const}$. \Rightarrow Вершина F движется по O_1O_2 , $O_1O_2 \parallel$ оси x , расстояние между ними $= \text{tg } \beta \sin \beta$

$|\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$, когда $\vec{F} \perp \vec{R}$ и $F_x = 0$; F_{min} образует $\angle \beta = \alpha \text{ctg } \mu$

6. Нам показан Стратовулкан, на вершине которого - кратер,
а в долине галти - термо. Стратовулкан является уз-
за извержений, где лавовые потоки меняются с пермо-
выми. Также на фотографии показан случай, когда
у вулканов появляются новые дополнительные кратеры.
Вулкан, изображенный на фотографии, скорее всего потух.
Кальдер^{овая} глубокая и округлая котловина, появившаяся
когда уз-за извержений уничтожается верхняя часть
Стратовулкана. Уз-за недостатка массы верхняя часть
может просесть по кальдевой разрывной - кальдер^е
пробала.

Упробук.

$$1. h = \log_a(a + (t-a)^k) - \log_a(a^k + (t-a^k)^k)$$

$a > 1$

$$[0,5; 1,5]$$

$$h(t) = \begin{cases} 0, t \leq a \\ \log_a t - 1, a < t \leq a^2 \\ 0,5 \log_a t; t \geq a^2 \end{cases}$$

$$h(t) \in [0,5; 1,5] \Rightarrow t \in [a^{\frac{3}{2}}; a^3]$$

$$a^{\frac{3}{2}} > 3$$

$$a^3 < \frac{3}{2}$$

$$a \in \left(\left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{2}{3}}; \sqrt[3]{\frac{3}{2}} \right) \cup \left(\sqrt[3]{\frac{3}{2}}; +\infty \right)$$

$$2. t_1 - V_1 \max; t_2 - V$$

$$m = p_1 V \quad \text{при } t_2$$

$$t_1 < t_2; p_1 > p_2$$

m при t1 не является бес V

m1 - V1 max - масса

m2 = m - m1 - масса газа

прич. V - V1 max

$$m_1 = p_1 V_1 \max$$

$$pV = \nu RT$$

$$m_2 = \frac{pM(V-V_1)}{RT}$$

$$m = m_1 + m_2 = p_1 V_1 \max + \frac{pM(V-V_1)}{RT}$$

$$p_2 V = p_1 V_1 + \frac{pM(V-V_1)}{RT} \quad | : V$$

$$p_2 = p_1 k + \frac{pM(1-k)}{RT}$$

$$= \frac{434 - 2,9}{0,85} = 507,6 = 508$$

$$\frac{1,31}{2,88} = 430,95$$

$$\frac{6648}{66480} = 0,1$$

$$0,044 \cdot 0,9 \cdot 10^6 = 39600$$

$$\frac{5940}{2393,28} = 2,48$$

$$\frac{1,31}{2,88}$$

$$430,95$$

$$39600$$

$$2,48$$

$$2393,28$$

$$1,31$$

$$2,88$$

$$430,95$$

$$39600$$

$$2,48$$

$$2393,28$$

$$1,31$$

$$2,88$$

$$430,95$$

$$39600$$

$$2,48$$

$$2393,28$$

$$1,31$$

$$2,88$$

$$430,95$$

$$39600$$

$$2,48$$

$$2393,28$$

$$1,31$$

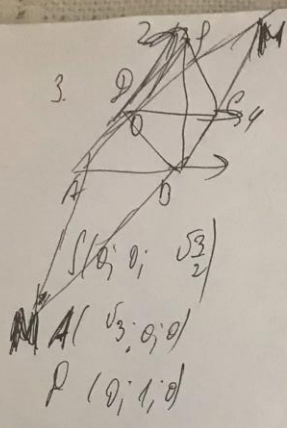
$$2,88$$

$$430,95$$

$$39600$$

$$2,48$$

$$2393,28$$



$$\angle CPA = \frac{\pi}{3}$$

$$\angle BAP = \frac{\pi}{6}$$

$$AB = \text{на } x$$

$$CP = \text{на } y$$

$$\triangle BOC$$

$$\angle B = \frac{\pi}{3}$$

$$\angle C = \frac{\pi}{6}$$

$$BM = \frac{3\sqrt{3}}{4} \quad AM = \frac{9}{4}$$

$$OB = \frac{\sqrt{3}}{4} \quad OC = \frac{3}{4}$$

$$CP = CM = \frac{1}{4}$$

$$\begin{array}{r} 1,31 \\ \times 2,88 \\ \hline 1048 \\ 1048 \\ \hline 3792 \end{array}$$

$\triangle MBM$ (наклонный)

$$\angle A = \text{сн} \frac{\pi}{6}, \quad \angle B = \frac{2\pi}{3}$$

$$BM = \frac{3\sqrt{3}}{4}$$

$$BP = \frac{3\sqrt{3}}{4}$$

$$M(-\frac{\sqrt{3}}{8}; \frac{9}{8}; 0)$$

$$\frac{4 \cdot 27 \cdot 48}{16} = \frac{9 \cdot 5 \cdot 64 \cdot 64}{16 \cdot 4} = \frac{1}{0,16}$$

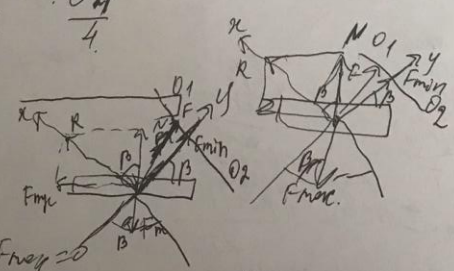
$$h = \sqrt{BP^2 - 0,25 \cdot BM^2} =$$

$$\sqrt{\left(\frac{3\sqrt{3}}{4}\right)^2 - \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{3\sqrt{3}}{4}\right)^2} = 3 \frac{\sqrt{7}}{8}$$

$$\frac{3 \frac{\sqrt{7}}{8}}{\frac{\sqrt{7}}{2}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$$

$$\begin{array}{r} 1,044 \\ \times 2,50 \\ \hline 5220 \\ 20880 \\ \hline 26124 \end{array}$$

4.



$$F + R + F_{\text{max}} = 0$$

$$y: F_y - F_{\text{max}} \cdot \sin \beta = 0$$

$$F_{\text{min}}; F_y = F_{\text{max}} \cdot \sin \beta = \text{const}$$

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}; \quad F \perp R; \quad F_{\text{max}}$$

$$F_{\text{min}} = F_y = F_{\text{max}} \cdot \sin \beta$$

$$\angle \beta = \arctan \mu$$

$$\sin \beta = \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

$$F_{\text{min}} = mg \cdot \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

$$m = \frac{F_{\text{min}} \cdot \sqrt{1+\mu^2}}{\mu}$$

$$F_{\text{max}} = 4N$$

$$R = N + F_{\text{max}}$$

$$\tan \beta = \frac{F_{\text{max}}}{N} = \mu$$

Умножим

$$\begin{cases} 0, t \leq a \\ \log_a t - 1; a < t \leq a^2 \\ 0,5 \log_a t; t > a^2 \end{cases}$$

$$pV = VRT$$

$$m_2 = \frac{p_1 \cdot M \cdot (V - v_1)}{RT_1}$$

$$p_2 V = p_1 v_1 + \frac{p_1 M \cdot (V - v_1)}{RT_1}$$

$$p_2 = p_1 \cdot k + \frac{p_1 M \cdot (1 - k)}{RT_1}$$

$$p_1 = \frac{1}{k} \left(p_2 = \frac{p_1 M \cdot (1 - k)}{RT_1} \right) = \frac{1}{0,45} \left(434 - \frac{39 \cdot 10^3 (1 - 0,45) \cdot 0,044}{1,31 \cdot 288} \right)$$

$$= \frac{1}{0,45} \left(434 - \frac{9 \cdot 15 \cdot 44}{2393,28} \right)$$

$$\frac{9940}{2393,28} \approx 2,5$$

$$\begin{array}{r} \times 1,31 \\ 288 \\ \hline 6648 \\ 66480 \\ \hline 99408 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 136 \\ 44 \\ \hline 540 \\ 5400 \\ \hline 5940 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,044 \\ 250 \\ \hline 0000 \\ 52200 \\ 208800 \\ \hline 261000 \end{array}$$