



Шифр работы 16ЕН-2503-007
(не заполнять)

Олимпиада школьников «Гранит науки»

Вариант № 1

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

1. В бланке олимпиадной работы **необходимо**:

- выполнять работу только ручкой (паста синего или черного цвета);
- заполнить номер варианта;
- пронумеровать страницы.

2. В бланке олимпиадной работы **рекомендуется**:

- писать аккуратно, без помарок;
- ошибку зачеркивать одной чертой.

3. В бланке олимпиадной работы **запрещается**:

- использовать карандаш, фломастер, штрих и т.п.;
- делать пометки, не относящиеся к работе.

4. За нарушение регламента проведения олимпиады участник может быть отстранен от олимпиады. В случае отстранения участника результат олимпиадной работы аннулируется.

Оценка выполнения олимпиадной работы (заполняется проверяющим)											
№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
Полученный балл	5	0	0	0	0	2	4	1	10	0	22
Фамилия И.О. проверяющего	Ахметов М.А.			Подпись			Σ баллов прописью	два			
Фамилия И.О. проверяющего	Шимов И.И.			Подпись			Σ баллов прописью	двадцать			

Мустафеев К.
Степанова Т.И.
Иванов А.
Примечание
(заполняется проверяющим)

Σ = 25
двадцать пять



Вариант № 1

1. $\sqrt{222 \dots 222 - 11 \dots 1133 \dots 33}$
2018 "2" 1009 "1" 1009 "3"

$$\begin{array}{r} 222 \dots 222 \dots 222 \\ 111 \dots 1133 \dots 333 \\ \hline 111 \dots 1088 \dots 889 \\ \hline \end{array}$$

1009 тысяч 1009 тысяч

В результате вычитания

образуется число 111...1088...889,
где 1008 - "1", "0", 1008 - "8" и "9"

Чтобы извлечь корень: $\sqrt{111 \dots 1088 \dots 889}$

рассмотрим некоторые закономерности:

$$\begin{array}{ll} 33^2 = 1089 & 2 \text{ тройки, 1 единица} \\ 333^2 = 110889 & 3 \text{ тройки, 2 единицы} \\ 3333^2 = 11108889 & 4 \text{ тройки, 3 единицы} \end{array}$$

Можно сделать вывод, что

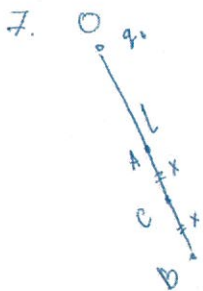
$$\sqrt{111 \dots 1088 \dots 889} = 33 \dots 33$$

где кол-во единиц n; восьмеркой - n,
также одна "0" и одна "9"
(n+1)-кол-во троек

$$\sqrt{222 \dots 222 - 11 \dots 1133 \dots 33} = \sqrt{111 \dots 1088 \dots 889} = 33 \dots 33$$

т.к. у нас получилось 1008 единиц (n - 1008), то в ответе
будет n+1 = 1008 + 1 = 1009 троек

Ответ: $\underbrace{33 \dots 33}_{1009}$ (1009 троек)



$$\begin{array}{l} E_A = 0,9 \cdot 10^5 \text{ В/м} \\ E_B = 0,3 \cdot 10^5 \text{ В/м} \\ E_C = ? \end{array}$$

Решение:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kq_0 q}{r^2 q} = \frac{kq_0}{r^2}$$

$$E_A = \frac{kq_0}{L^2}; \quad E_B = \frac{kq_0}{(L+2x)^2}; \quad E_C = \frac{kq_0}{(x+L)^2}$$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{kq_0(L+2x)^2}{L^2 kq_0} = \frac{(L+2x)^2}{L^2} \rightarrow \sqrt{\frac{E_A}{E_B}} = \frac{L+2x}{L} = 1 + \frac{2x}{L} \quad (1)$$

$$\frac{E_A}{E_C} = \frac{kq_0(L+x)^2}{L^2 kq_0} = \frac{(L+x)^2}{L^2} \rightarrow \sqrt{\frac{E_A}{E_C}} = \frac{L+x}{L} = 1 + \frac{x}{L} \quad (2)$$

Из (2) выразим $\frac{x}{L}$:

$$\frac{x}{L} = \left(\sqrt{\frac{E_A}{E_C}} - 1 \right) : 2$$



Олимпиада школьников «Гранит науки» БЛАНК ОЛИМПИАДНОЙ РАБОТЫ

подставим $\frac{x}{L}$ в (2):

$$\sqrt{\frac{E_A}{E_C}} = 1 + \frac{\sqrt{\frac{E_A}{E_B}} - 1}{2} = \frac{1 + \sqrt{\frac{E_A}{E_B}}}{2}, \quad \frac{E_A}{E_C} = \left(\frac{1 + \sqrt{\frac{E_A}{E_B}}}{2} \right)^2$$

$$E_C = \frac{4 E_A}{1 + 2\sqrt{\frac{E_A}{E_B}} + \frac{E_A}{E_B}}$$

$$E_C = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot 10^5}{1 + \frac{0,9 \cdot 10^5}{0,5 \cdot 10^5} + 2\sqrt{\frac{0,9 \cdot 10^5}{0,5 \cdot 10^5}}} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 10^5}{2 + \sqrt{3}} \approx 0,48 \cdot 10^5 \text{ В/м}$$

Ответ: $E_C \approx 0,5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$

9. $\gamma = \text{гелий}$ Решение:

$T_{\text{max}} - T_{\text{min}} = 400 \text{ К}$ аb: $p = \text{const}$; $\frac{V_b}{V_a} = 3$, т.к. $\frac{pV}{T} = \text{const}$, то $\frac{T_b}{T_a} = 3$

$Q = ?$ $T_b = 3T_a$

bc: $V = \text{const}$; $\frac{p_c}{p_b} = 2$, т.к. $\frac{pV}{T} = \text{const}$, то $\frac{T_c}{T_b} = 2$

$T_c = 2T_b$

cd: $p = \text{const}$; $\frac{V_d}{V_c} = \frac{2}{3}$; т.к. $\frac{pV}{T} = \text{const}$, то $\frac{T_d}{T_c} = \frac{2}{3}$

$$T_d = \frac{2}{3} T_c$$

когда температура в процессе:

$$T_a; T_b = 3T_a; T_c = 2T_b = 6T_a; T_d = \frac{2}{3} T_c = 4T_a$$

максимальная температура $6T_a = T_c$

минимальная T_a

тогда $6T_a - T_a = T_{\text{max}} - T_{\text{min}} = 400 \text{ К}$

$$5T_a = 400 \text{ К}; T_a = 80 \text{ К}$$

$$Q = A_c + \Delta U \quad \text{2 3-й термодинамики}$$

$$A_c = p \Delta V; \quad \Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V = \frac{3}{2} p R \Delta T$$

аb: $Q_{ab} = p \cdot 2V + \frac{3}{2} \cdot p \cdot 2V = \frac{5}{2} p \cdot 2V = 5pV$

т.к. процесс изобарный $p \Delta V = p R \Delta T$

$$p \cdot 2V = p R 2T_a$$

$$pV = p R T_a$$

(такое соотношение можно использовать на протяжении всего процесса)

bc: $Q_{bc} = 0 + \frac{3}{2} p R (6T_a - 3T_a) = \frac{3}{2} p R 3T_a = 4,5 p R T_a$



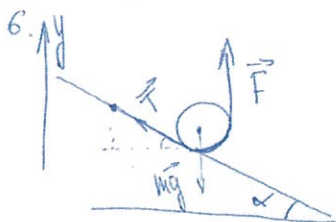
Вариант № 1

$$cd: Q_{cd} = 2p \cdot (-V) + \frac{3}{2} \cdot 2p \cdot (-V) = -2pV - 3pV = -5pV$$

$$Q = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{cd} = 5pV + \frac{3}{2} pRT_a - 5pV = 4,5 pRT_a$$

$$Q = 4,5 \cdot 10^3 \text{ Дж} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 40 \text{ К} = 1495,8 \text{ Дж}$$

Ответ: $Q = 1495,8 \text{ Дж} \approx 1,5 \text{ кДж}$



$$\vec{F} + \vec{T} + \vec{mg} = 0 \quad \text{т.к. цилиндр покоится}$$

$$Oy: F + T \sin \alpha = mg$$

конструкция представляет собой подвижный блок

значит $T \cdot 2 = F \rightarrow \frac{F}{2} = T$

$$F + \frac{F \sin \alpha}{2} = mg; \quad F \left(1 + \frac{\sin \alpha}{2}\right) = mg$$

$$F = \frac{mg}{1 + \frac{\sin \alpha}{2}}$$

$$F = \frac{27 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{1 + \frac{1}{4}} = 216 \text{ Н}$$

Ответ: 216 Н.

8. Дано:

$$R; \frac{R}{2};$$

$$M; d$$

$$g = ?$$

Решение:

$$mg = \frac{GMm}{r^2}$$

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

$$g = \frac{GM}{(d - \frac{R}{2})^2}$$

Ответ: $g = \frac{GM}{(d - \frac{R}{2})^2}$

в этой ситуации $r = d - 2 \cdot \frac{R}{4} = d - \frac{R}{2}$

5. Объем тетраэдра равен, т.к. равен сумме тетраэдров:

$$V = \frac{1}{3} \cdot S_{\text{осн}} \cdot h = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \sqrt{1^2 - \left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2} = \frac{1\sqrt{3}}{3 \cdot 4} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{2}}{12}$$



Олимпиада школьников «Гранит науки»
БЛАНК ОЛИМПИАДНОЙ РАБОТЫ



Олимпиада школьников «Гранит науки»
БЛАНК ОЛИМПИАДНОЙ РАБОТЫ

Шифр работы 16ЕН-2503-007
(не заполнять)

Вариант № 1

Страница 5



Олимпиада школьников «Гранит науки»
БЛАНК ОЛИМПИАДНОЙ РАБОТЫ