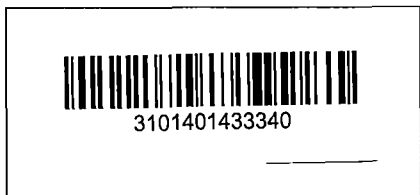




ИЗУМРУД СТУДЕНТ

Л ИАДА АЛ ЕД АЛ НО Н С



Титульный лист

Направление Естественные науки Инженерные науки
 Математика и информатика Социальные и
 Экономика и управление гуманитарные науки

Вариативный блок 1 2 3 4 5

Курс 1 2 3 4 5 отсутствует

Фамилия Ч Е Р Н И К О В

Имя Н И К О Л А Й

Отчество Д М И Т Р И Е В И Ч

Дата рождения 3 0 0 5 2 0 0 3

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория 4 3 8

Дата 0 1 0 2 2 0 2 6

Подпись *Чернышев*

Пример заполнения
 А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
 Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



ИЗУМРУД СТУДЕНТ
И А Д А А Л Е Д А .



3101401433340

Проверочный лист Заполняется участниками

Направление Естественные науки Инженерные науки
 Математика и информатика Социальные и
 Экономика и управление гуманитарные науки

Вариативный блок 1 2 3 4 5

Курс 1 2 3 4 5 отсутствует

Город участия **ЕКАТЕРИНБУРГ**

Заполняется организаторами

Количество доп листов Количество черновиков к проверке

Время выхода с до

Протокол проверки Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	3	22								
Балл члена жюри №2	3	22								

Итоговый балл

Подпись члена жюри №1

Подпись члена жюри №2

Пример заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

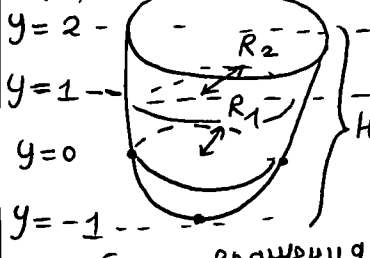


Бланк ответов

Инвариантная часть

$H = 3$ м - высота камня

(*)



$R_1 = 1$ м - радиус камня (на высоте 1 м, т.е. при $y = 0$)
 Высота цилиндра с.п. $y = 0$ (от дна) \ominus об

"парабола вращения"

Высота $H = 3 \Rightarrow y \in [-1, 2] \Rightarrow 2 = x^2 - 1 \Rightarrow x^2 = 3 \Rightarrow x = \pm\sqrt{3}$

Скорость накопления изумрудных зерен $v_{\text{нак}} = v_1$ (добыча без камня) - $v_2(h)$ (извлечение) $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$

$R_1 = 1$ м $\Rightarrow S_n$ (площадь круга при нижней высоте) $= \pi R_1^2 = \pi$

$V_{\text{доб}}$ (объем добычи) $= v_1 t$, $V_{\text{изв}}$ (объем извлечения) $= v_2 t$, суммарный объем накопления $V_{\text{нак}} = V_{\text{доб}} - V_{\text{изв}} = v_1 t - v_2 t$

Высота 2 метра $\Rightarrow y = 1 \Rightarrow 1 = x^2 - 1 \Rightarrow x^2 = 2 \Rightarrow x = \pm\sqrt{2} \Rightarrow R_2 = \sqrt{2}$ м - радиус окружности, соответствующий высоте 2 метра камня $\Rightarrow S_2$ (площадь круга при 2 м) $= \pi R_2^2 = 2\pi$

Объем камня $V = \pi \int_a^b x^2 f(x) dx \Rightarrow V = \pi \int_{-\sqrt{3}}^{\sqrt{3}} x^2 (x^2 - 1) dx = 2\pi \int_0^{\sqrt{3}} x^2 (x^2 - 1) dx$

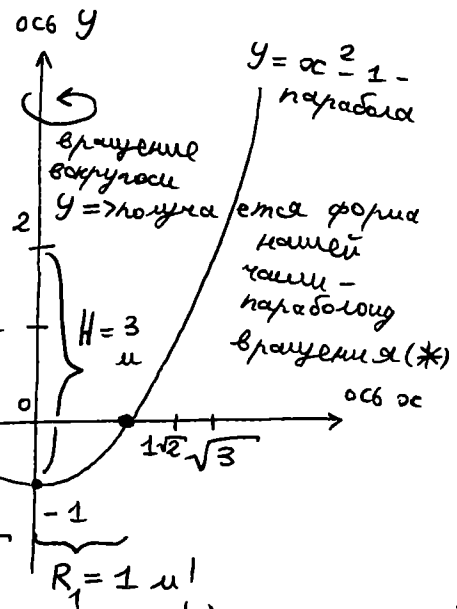
$= 2\pi \int_0^{\sqrt{3}} (x^4 - x^2) dx = 2\pi \left[\left. \frac{x^5}{5} \right|_0^{\sqrt{3}} - \left. \frac{x^3}{3} \right|_0^{\sqrt{3}} \right] = 2\pi \left[\frac{9\sqrt{3}}{5} - \frac{3\sqrt{3}}{3} \right] =$

$= 2\pi \left(\frac{27\sqrt{3} - 15\sqrt{3}}{15} \right) = 2\pi \frac{12\sqrt{3}}{15} = 2\pi \frac{4\sqrt{3}}{5} = \frac{8\sqrt{3}}{5} \pi \text{ м}^3$ - объем камня

t (время в годах) $= \frac{V_{\text{нак}}}{v_{\text{нак}}} = \frac{V_{\text{доб}} - V_{\text{изв}}}{v_{\text{нак}}}$

При 3 метрах $y = 2 \Rightarrow 2 = x^2 - 1 \Rightarrow x^2 = 3 \Rightarrow R_3 = \sqrt{3}$ м - радиус камня на ее вершине (на высоте $V_{\text{тв}} = 2\pi R^2 h$ - объем тела вращения ее вершины)

\Rightarrow время, когда камень заполнится - на 2 метра по высоте $t = \frac{2\pi R_2^2 \cdot 2}{2} \approx 12,6$ лет \ominus об





5) Отклонения газа от идеальности $|Z-1| > 0,01$ или $|Z-1| > 0,05$ (в зависимости от точности которая нам нужна)

$Z = \frac{PV}{RT}$ - коэф-нт (фактор) сжимаемости газа Рэсс-и газ $T = 300K$

$\rightarrow p = 0,1 \text{ МПа} = 10^5 \text{ Па}$

$\left| \frac{PV}{RT} - 1 \right| > 0,01, 0,05 \Rightarrow \left| \frac{10^5 V}{8,314 \cdot 300} - 1 \right| > 0,01, 0,05$

Аналогично считали
неидеальность газа

$\rightarrow p = 5 \text{ МПа} = 5 \cdot 10^6 \text{ Па}$

$V > \frac{8,314 \cdot 300 \cdot 1,01 / 10^5}{1,05} \approx 0,0252 \text{ л}$
 $V < \frac{8,314 \cdot 300 \cdot 0,99 / 10^5}{0,94} \approx 0,0247 \text{ л}$
 \Rightarrow газ идеален при $V \in [2,35 \cdot 10^{-2}, 2,62 \cdot 10^{-2}] \text{ л}$

неидеальность газа

$V > \frac{5,04 \cdot 10^{-4}}{5,24}$
 $V < \frac{4,94 \cdot 10^{-4}}{4,69}$
 \Rightarrow газ идеален при $V \in [4,69 \cdot 10^{-4}, 5,24 \cdot 10^{-4}] \text{ л}$

$\rightarrow p = 10 \text{ МПа} = 10^7 \text{ Па}$

\Rightarrow неидеальность газа

$V > \frac{2,52 \cdot 10^{-4}}{2,62}$
 $V < \frac{2,47 \cdot 10^{-4}}{2,35}$
 \Rightarrow газ идеален при $V \in [2,35 \cdot 10^{-4}, 2,62 \cdot 10^{-4}] \text{ л}$

Пусть $V = \text{const} = 22,4 \text{ л}$ - 1 моль газа
 $\rightarrow p = 0,1 \text{ МПа} = 10^5 \text{ Па}$

$\left| \frac{PV}{RT} - 1 \right| > 0,01, 0,05$
 условие отклонения от идеальности

$\left| \frac{10^5 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 300} - 1 \right| > 0,01, 0,05$
 $\approx 0,102$

близок к идеальности

$\rightarrow p = 5 \text{ МПа} = 5 \cdot 10^6 \text{ Па}$

Каждо велать оценки для реального газа

$\left| \frac{PV}{RT} - 1 \right| > 0,01, 0,05$
 $\approx 43,9$
 \rightarrow неидеальный газ совсем

$\rightarrow p = 10 \text{ МПа} = 10^7 \text{ Па}$

$\left| \frac{PV}{RT} - 1 \right| > 0,01, 0,05$
 $\approx 87,8$
 Не possible
 потому что давление выше
 идеальности газа

\rightarrow оценка через уравнение Ван-дер-Ваальса (берём 1 моль $V = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ л}$)

$\left(p - \frac{0,024 \text{ (Па м}^6\text{)}}{(22,4 \cdot 10^{-3})^2} \right) \left(22,4 \cdot 10^{-3} - 2,7 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{моль}} \right) = 8,314 \cdot 300 \text{ К}$

$\Rightarrow p \approx 111530,4 \text{ Па} \approx 0,11 \text{ МПа}$

1) поэтому часто сильно разреженный газ считают почти идеальным

⊕ нужна высокая T для сохр-я идеальности газа

чем ниже давление тем более идеальным газом

возьмем другие объемы

а) $V = 22,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \Rightarrow p \approx 13 \cdot 10^6 \text{ Па} \approx 13 \text{ МПа}$

б) $V = 22,4 \cdot 10^{-1} \text{ м}^3 \Rightarrow p \approx 1 \cdot 10^3 \text{ Па} \approx 11 \cdot 10^{-13} \text{ МПа}$

\Rightarrow можно использовать модель идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона) при $p = 0,1 \text{ МПа}$ при $T = 300 \text{ К}$

Бланк ответов

